

## I. DISPOSICIONES GENERALES

### MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y FORMACIÓN PROFESIONAL

- 1455** *Real Decreto 44/2022, de 18 de enero, por el que se establecen determinadas cualificaciones profesionales de las familias profesionales Textil, Confección y Piel y Transporte y Mantenimiento de Vehículos, que se incluyen en el Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales.*

La Ley Orgánica 5/2002, de 19 de junio, de las Cualificaciones y de la Formación Profesional, tiene por objeto la ordenación de un sistema integral de formación profesional, cualificaciones y acreditación, que responda con eficacia y transparencia a las demandas sociales y económicas a través de las diversas modalidades formativas. Para ello, crea el Sistema Nacional de Cualificaciones y Formación Profesional, definiéndolo en el artículo 2.1 como el conjunto de instrumentos y acciones necesarios para promover y desarrollar la integración de las ofertas de la formación profesional, a través del Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales, así como la evaluación y acreditación de las correspondientes competencias profesionales, de forma que se favorezca el desarrollo profesional y social de las personas y se cubran las necesidades del sistema productivo.

El Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales, según indica el artículo 7.1 de la Ley Orgánica 5/2002, de 19 de junio, se crea con la finalidad de facilitar el carácter integrado y la adecuación entre la formación profesional y los requerimientos de cualificación del sistema productivo, así como la formación a lo largo de la vida, la movilidad de los trabajadores y la unidad de mercado laboral. Dicho Catálogo estará constituido por las cualificaciones identificadas en el sistema productivo. Asimismo, existirá un Catálogo Modular de formación profesional, que incorporará la formación asociada a las unidades de competencia de las cualificaciones profesionales. Estará organizado en módulos de formación asociada y constituirá el referente para el diseño de los títulos de formación profesional del sistema educativo, los certificados de profesionalidad y otras formaciones que contemple el sistema de formación profesional.

Conforme al artículo 7.2 de la misma ley orgánica, se encomienda al Gobierno, previa consulta al Consejo General de Formación Profesional, determinar la estructura y el contenido del Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales y aprobar las cualificaciones que proceda incluir en el mismo, así como garantizar su actualización permanente.

El artículo 5.3 de la Ley Orgánica 5/2002, de 19 de junio, atribuye al Instituto Nacional de las Cualificaciones la responsabilidad de definir, elaborar y mantener actualizado el Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales, en su calidad de órgano técnico de apoyo al Consejo General de Formación Profesional, cuyo desarrollo reglamentario se recoge en el artículo 9.2 del Real Decreto 1128/2003, de 5 de septiembre, por el que se regula el Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales, estableciéndose en su artículo 9.4 la obligación de mantenerlo permanentemente actualizado mediante su revisión periódica que, en todo caso, deberá efectuarse en un plazo no superior a cinco años a partir de la fecha de inclusión de la cualificación en el Catálogo.

El Real Decreto 375/1999, de 5 de marzo, por el que se crea el Instituto Nacional de las Cualificaciones, establece en su artículo 2 apartado k) que es función de dicho Instituto el proponer las medidas necesarias para la regulación del sistema de correspondencias, convalidaciones y equivalencias entre los tres subsistemas, incluyendo la experiencia laboral.

Por su parte, el Real Decreto 817/2014, de 26 de septiembre, por el que se establecen los aspectos puntuales de las cualificaciones profesionales para cuya modificación, procedimiento de aprobación y efectos es de aplicación el artículo 7.3 de la Ley Orgánica 5/2002, de 19 de junio, de las Cualificaciones y de la Formación Profesional, en su artículo 3, bajo el epígrafe «Exclusiones», recoge las modificaciones de cualificaciones y unidades de competencia que no tendrán la consideración de modificación de aspectos

puntuales, cuya aprobación se llevará a cabo por el Gobierno, previa consulta al Consejo General de Formación Profesional.

El presente real decreto establece determinadas cualificaciones profesionales de las familias profesionales Textil, Confección y Piel, y Transporte y Mantenimiento de Vehículos, que se incluyen en el Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales.

Según establece el artículo 5.1 de la Ley Orgánica 5/2002, de 19 de junio, corresponde a la Administración General del Estado, en el ámbito de la competencia exclusiva que le es atribuida por el artículo 149.1.30.<sup>a</sup> de la Constitución Española, la regulación y la coordinación del Sistema Nacional de Cualificaciones y Formación Profesional, sin perjuicio de las competencias que corresponden a las comunidades autónomas y de la participación de los interlocutores sociales.

Las comunidades autónomas han participado en la elaboración y actualización de las cualificaciones profesionales que se anexan a la presente norma, a través del Consejo General de Formación Profesional, en las fases de solicitud de expertos para la configuración del Grupo de Trabajo de Cualificaciones, contraste externo y en la emisión del informe positivo que de las mismas realiza el propio Consejo General de Formación Profesional, necesario y previo a su tramitación como real decreto.

Este real decreto se ajusta a los principios de buena regulación contenidos en la Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas, principios de necesidad, eficacia, proporcionalidad, seguridad jurídica, transparencia y eficiencia, en tanto que la misma persigue un interés general al facilitar el carácter integrado y la adecuación entre la formación profesional y el mercado laboral, así como la formación a lo largo de la vida, la movilidad de los trabajadores y la unidad del mercado laboral, cumple estrictamente el mandato establecido en el artículo 129 de la ley, no existiendo ninguna alternativa regulatoria menos restrictiva de derechos, resulta coherente con el ordenamiento jurídico y permite una gestión más eficiente de los recursos públicos. Del mismo modo, durante el procedimiento de elaboración de la norma se ha permitido la participación activa de los potenciales destinatarios a través del trámite de información pública y quedan justificados los objetivos que persigue la ley.

En el proceso de elaboración de este real decreto han sido consultadas las comunidades autónomas y el Consejo General de Formación Profesional, y ha emitido dictamen el Consejo Escolar del Estado.

En su virtud, a propuesta de la Ministra de Educación y Formación Profesional, y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 18 de enero de 2022,

DISPONGO:

Artículo 1. *Objeto y ámbito de aplicación.*

1. Este real decreto tiene por objeto establecer determinadas cualificaciones profesionales, que se incluyen en el Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales.

Las cualificaciones profesionales que se establecen son:

1.º Familia Profesional Textil, Confección y Piel:

Transformación industrial de láminas textiles. Nivel 2. TCP760\_2.

2.º Familia Profesional Transporte y Mantenimiento de Vehículos:

Mantenimiento aeromecánico de aviones con motor de pistón. Nivel 3. TMV761\_3.

Mantenimiento de sistemas electrónicos y aviónicos en aeronaves. Nivel 3. TMV762\_3.

Mantenimiento aeromecánico de aviones con motor de turbina. Nivel 3. TMV763\_3.

Mantenimiento aeromecánico de helicópteros con motor de pistón. Nivel 3. TMV764\_3.

Mantenimiento aeromecánico de helicópteros con motor de turbina. Nivel 3. TMV765\_3.

2. Las cualificaciones que se establecen en este real decreto tienen validez y son de aplicación en todo el territorio nacional. Asimismo, no constituyen una regulación de profesión regulada alguna.

Artículo 2. *Cualificaciones profesionales que se establecen.*

Las cualificaciones profesionales que se establecen en este real decreto corresponden a distintas familias profesionales y son la que a continuación se relacionan, cuyas especificaciones se describen en los anexos que se indican:

1.º Familia Profesional Textil, Confección y Piel:

Transformación industrial de láminas textiles. Nivel 2. TCP760\_2. Anexo I.

2.º Familia Profesional Transporte y Mantenimiento de Vehículos:

Mantenimiento aeromecánico de aviones con motor de pistón. Nivel 3. TMV761\_3. Anexo II.

Mantenimiento de sistemas electrónicos y aviónicos en aeronaves. Nivel 3. TMV762\_3. Anexo III.

Mantenimiento aeromecánico de aviones con motor de turbina. Nivel 3. TMV763\_3. Anexo IV.

Mantenimiento aeromecánico de helicópteros con motor de pistón. Nivel 3. TMV764\_3. Anexo V.

Mantenimiento aeromecánico de helicópteros con motor de turbina. Nivel 3. TMV765\_3. Anexo VI.

Disposición final primera. *Título competencial.*

Este real decreto se dicta en virtud de las competencias que atribuye al Estado el artículo 149.1.30.ª de la Constitución, sobre regulación de las condiciones de obtención, expedición y homologación de los títulos académicos y profesionales.

Disposición final segunda. *Habilitación para el desarrollo normativo.*

Se habilita al titular del Ministerio de Educación y Formación Profesional a dictar las normas necesarias para el desarrollo de lo dispuesto en este real decreto, en el ámbito de sus competencias.

Disposición final tercera. *Entrada en vigor.*

El presente real decreto entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Dado en Madrid, el 18 de enero de 2022.

FELIPE R.

La Ministra de Educación y Formación Profesional,  
MARÍA DEL PILAR ALEGRÍA CONTINENTE

## ANEXO I

### Cualificación profesional: Transformación industrial de láminas textiles

#### Familia Profesional: Textil, Confección y Piel

Nivel: 2

Código: TCP760\_2

#### Competencia general

Accionar y vigilar máquinas para transformar láminas textiles, según las especificaciones de los clientes o de los fabricantes, cumpliendo la normativa relativa a protección medioambiental y planificación de la actividad preventiva, y aplicando estándares de calidad.

#### Unidades de competencia

**UC2530\_2:** Transformar láminas textiles mediante tufting

**UC2531\_2:** Realizar transformaciones de acolchado

**UC2532\_2:** Realizar bordados industriales con cabezales

**UC2533\_2:** Realizar bordados industriales con máquina vertical

#### Entorno Profesional

#### Ámbito Profesional

Desarrolla su actividad profesional en el área de transformación de textiles en entidades de naturaleza pública o privada de tamaño pequeño, mediano o grande y con independencia de su forma jurídica. Desarrolla su actividad dependiendo, en su caso, funcional y/o jerárquicamente de un superior. En el desarrollo de la actividad profesional se aplican los principios de accesibilidad universal o diseño para todas las personas de acuerdo con la normativa aplicable.

#### Sectores Productivos

Se ubica en los sectores productivos de tejeduría, en los subsectores de transformación industrial de láminas textiles.

#### Ocupaciones y puestos de trabajo relevantes

*Los términos de la siguiente relación de ocupaciones y puestos de trabajo se utilizan con carácter genérico y omnicomprensivo de mujeres y hombres.*

Operadores de máquina industrial de bordar (unicabezal y multicabezal)

Operadores de máquinas para fabricar telas no tejidas (tufting)

Operadores de máquinas industrial de bordar

Operadores de máquina de acolchado

## Formación Asociada (720 horas)

### Módulos Formativos

**MF2530\_2:** Técnicas de transformación mediante tufting (180 horas)

**MF2531\_2:** Técnicas de acolchado (180 horas)

**MF2532\_2:** Técnicas de bordado industrial con cabezales (180 horas)

**MF2533\_2:** Técnicas de bordado industrial con máquina vertical (180 horas)

### UNIDAD DE COMPETENCIA 1: TRANSFORMAR LÁMINAS TEXTILES MEDIANTE TUFTING

**Nivel: 2**

**Código: UC2530\_2**

#### Realizaciones profesionales y criterios de realización:

RP1: Montar los hilos o cintas en la fileta para preparar la máquina de tufting, distribuyendo, enfilando y ajustando la tensión, según la información de la orden de fabricación.

CR1.1 Los conos de hilo o cinta se colocan en los soportes de la fileta, siguiendo el orden establecido en la orden de fabricación en función del no tejido.

CR1.2 El hilo o cinta se pasa por el sistema de frenado, regulándolo según la tensión indicada.

CR1.3 El hilo o cinta se pasa por el conducto guía, utilizando un chorro de aire comprimido.

CR1.4 El montaje de los hilos o cintas se verifica, asegurando que todos queden según lo indicado y, en caso de anomalías, se subsanan.

CR1.5 El cono de reserva se coloca en la fileta, situándolo en el soporte al lado destinado a ello, anudando el principio de este a la reserva del cono en uso.

RP2: Enfilar los hilos o cintas pasándolos por los órganos operativos de la máquina cosedora (guías, paraurdimbres, tensores, compensadores y agujas) para iniciar el proceso.

CR2.1 Los hilos o cintas se enfilan, haciéndolos pasar por todos los órganos de guía y control según el orden establecido por el manual de la máquina.

CR2.2 La tensión final de cada hilo se regula, mediante la acción de un tensor, asegurando que la puntada que crea el hilo o cinta sea homogénea.

CR2.3 Los hilos o cintas se enhebran, enfilándolos por el ojo de las agujas cosedoras, siguiendo el orden establecido en la orden de fabricación.

CR2.4 Los hilos o cintas se fijan, mediante puntadas, evitando que se despasen.

RP3: Situar la lámina textil soporte en el dispositivo de alimentación, haciéndola pasar por los cilindros guía, los reguladores de tensión, reguladores de velocidad y sistema de arrollado para alimentar la máquina.

CR3.1 La lámina textil requerida en la orden de fabricación se sitúa en el sistema de almacenaje, fijándola al mismo.

CR3.2 La lámina textil se pasa por todos los cilindros guía y por los tensores, verificando su tránsito y siguiendo las instrucciones del manual de la máquina cosedora.

CR3.3 La tensión de la lámina se ajusta, comprobando que cumple los parámetros indicados.

CR3.4 La lámina textil se fija al dispositivo de arrollado, verificando su amarre.

RP4: Ajustar los parámetros para configurar el funcionamiento de la máquina tufting, regulando la densidad de puntadas por cm, la longitud de la lazada y la velocidad de las agujas, según la orden de fabricación y las instrucciones del manual de la máquina.

CR4.1 El regulador de avance se posiciona, situándolo a las puntadas por cm, en función de la densidad requerida.

CR4.2 La profundidad de la lazada se regula para obtener la altura del bucle, atendiendo a lo solicitado en la orden de fabricación.

CR4.3 Los elementos de corte se accionan, en el caso de la existencia de no tejidos con lazadas cortadas (terciopelo, alfombras, césped, entre otros), activando la función de cortado.

CR4.4 Los datos obtenidos en la preparación de la máquina de tufting para la transformación de laminados textiles se registran, cumplimentando la orden de fabricación, para comunicar al personal responsable del sistema de gestión el fin de la preparación.

RP5: Accionar la máquina tufting, controlando su funcionamiento, para producir artículos con la calidad requerida y siguiendo instrucciones de la orden de fabricación.

CR5.1 La revisión constante del género producido se realiza, con la máquina en marcha para detectar aquellos defectos que pudieran producirse y, en su caso, parando la máquina para evitar la producción de artículos defectuosos.

CR5.2 Los hilos o cintas que eventualmente se rompan provocando el paro del paraurdimbres, se reenfilan, accionando de nuevo la máquina y verificando su funcionamiento.

CR5.3 Los conos de hilo o cinta que se agoten se sustituyen, anudando la reserva del cono en uso al principio del cono instalado.

CR5.4 El artículo obtenido se enrolla, cortándolo una vez se complete la longitud preestablecida en la orden de fabricación para iniciar un nuevo rollo.

CR5.5 Los datos obtenidos en el proceso de transformación mediante tufting se registran, cumplimentando la orden de fabricación para comunicar al personal responsable del sistema de gestión el fin del proceso.

RP6: Realizar el mantenimiento de primer nivel de las máquinas tufting para evitar las anomalías en el resultado final, asegurando su funcionamiento.

CR6.1 Las operaciones de engrase, limpieza y conservación de las máquinas tufting se efectúan, comprobando que la máquina está parada, según las especificaciones del manual técnico y el plan de mantenimiento.

CR6.2 La limpieza a fondo de la máquina tufting se realiza al finalizar cada lote, en el caso de cambio de color o materia, para evitar contaminaciones, asegurando la siguiente producción.

CR6.3 Las agujas y pletinas que se rompan o doblen durante el proceso se sustituyen, parando la máquina y evitando el deterioro del producto.

CR6.4 Las revisiones periódicas se recogen en el libro de mantenimiento, llevando un seguimiento exhaustivo de cada actuación.

#### **Contexto profesional:**

#### **Medios de producción:**

Máquina tufting, conos de hilo, fileta, agujas, pletinas, cuchillas, enrolladores.

#### **Productos y resultados:**

Fileta montada, máquina cosedora enfilada, lámina soporte situada en el dispositivo de alimentación, máquina tufting. Productos obtenidos: césped artificial, moquetas, terciopelos bastos, alfombras, estromas, entre otros. Máquina tufting con el mantenimiento de primer nivel realizado.

#### **Información utilizada o generada:**

Orden de fabricación. Manual de procedimientos. Plan de mantenimiento, instrucciones técnicas. Libro de mantenimiento. Estándares de calidad, comunicados de inventario. Etiquetas de composición.

## **UNIDAD DE COMPETENCIA 2: REALIZAR TRANSFORMACIONES DE ACOLCHADO**

**Nivel: 2**

**Código: UC2531\_2**

#### **Realizaciones profesionales y criterios de realización:**

RP1: Colocar las agujas, insertándolas en los orificios de las barras soporte, para preparar la máquina acolchadora, según el patrón establecido en la orden de fabricación.

CR1.1 Las barras soporte de agujas se elevan, situándolas en posición de máxima altura para facilitar la inserción.

CR1.2 Las agujas se verifican, comprobando su estado y, en caso de deterioro, se sustituyen antes de su inserción en los soportes, siguiendo el patrón establecido.

CR1.3 Las agujas instaladas que no se utilicen en el actual proceso se retiran, almacenándolas en las condiciones y lugar establecidos.

CR1.4 Los soportes vacíos se bloquean, asegurando que no se pierdan las piezas.

CR1.5 La máquina acolchadora se acciona manualmente, verificando que todas las agujas realizan el ciclo sin rozar mecánicamente en ninguna pieza.

CR1.6 Las barras soporte de agujas se posicionan nuevamente, elevándolas para facilitar su enhebrado y el paso de las láminas textiles..

RP2: Montar la fileta para enhebrar la máquina acolchadora, distribuyendo los hilos y ajustando la tensión, según la información de la orden de fabricación.

CR2.1 Los conos de hilo se colocan en los soportes de la fileta, siguiendo el orden establecido en función del modelo de acolchado.

CR2.2 El hilo se pasa por el sistema de frenado, regulándolo a la tensión indicada.

CR2.3 El hilo se hace pasar por el conducto guía, mediante un chorro de aire comprimido, verificando que sale por el otro extremo.

CR2.4 El montaje de los hilos o cintas se verifica, asegurando que todos queden según lo indicado y, en caso de anomalías, se subsanan.

CR2.5 El cono de reserva se coloca en la fileta, situándolo en el soporte al lado destinado a ello, anudando el principio de este a la reserva del cono en uso.

RP3: Enfilear los hilos, pasándolos por los órganos operativos de la máquina acolchadora (guías, parahilos, tensores, compensadores y agujas) para iniciar el proceso.

CR3.1 Los hilos se enfilean, haciéndolos pasar por los órganos de guía y control según el orden establecido por el manual de la máquina.

CR3.2 La tensión final de cada hilo se regula, mediante la acción de un tensor, asegurando que la puntada que crea el hilo sea homogénea.

CR3.3 Los hilos se enhebran, enfilándolos por el ojo de las agujas cosedoras, siguiendo el orden establecido en la orden de fabricación.

CR3.4 Los hilos se fijan, mediante puntadas, evitando que se despasen.

RP4: Rellenar con canillas las lanzaderas para realizar la costura, colocándolas en la posición indicada por la orden de fabricación.

CR4.1 Las canillas rellenas se verifican, comprobando la cantidad de hilo y la tensión.

CR4.2 Las canillas se introducen en las lanzaderas, fijándolas y haciendo pasar el hilo por los órganos tensores.

CR4.3 Las lanzaderas se colocan en la posición de trabajo indicada en el manual de la máquina, dejando el acabijo de la lazada de unos 8 cm para poder iniciar la costura.

RP5: Situar la lámina textil soporte en el dispositivo de alimentación, haciéndola pasar por los cilindros guía, los reguladores de tensión, reguladores de velocidad y sistema de arrollado para alimentar la máquina.

CR5.1 La lámina textil requerida junto al material de acolchado se sitúan en el sistema de almacenaje, fijándoles al mismo.

CR5.2 La lámina textil con el material de acolchado se pasan por todos los cilindros guía y por los tensores, siguiendo las instrucciones del manual de la máquina acolchadora.

CR5.3 La tensión de la lámina se reajusta comprobando que cumple los parámetros indicados.

CR5.4 La lámina textil se fija al dispositivo de arrollado, pergeñando su amarre.

RP6: Ajustar los parámetros para configurar el funcionamiento de la máquina acolchadora, regulando la densidad de puntadas por cm, la longitud de la lazada, el programa de acolchado y la velocidad de las agujas, según la orden de fabricación y las instrucciones del manual de la máquina.

CR6.1 El regulador de avance se posiciona, situándolo a las puntadas por cm en función de la densidad requerida.

CR6.2 La profundidad de la lazada se regula, comprobando que la altura del bucle se ajusta a lo solicitado.

CR6.3 Los efectos con respuntes decorativos se programan, comprobando su estado mediante muestra.

CR6.4 Los datos obtenidos de la preparación de la máquina acolchadora se registran, cumplimentando la orden de fabricación, para comunicar al personal responsable del sistema de gestión el fin de la preparación.

RP7: Accionar la máquina acolchadora, controlando su funcionamiento para producir artículos con la calidad requerida y siguiendo instrucciones de la orden de fabricación.

CR7.1 El acolchado producido se revisa constantemente, con la máquina en marcha para detectar posibles defectos y, en su caso, parando la máquina para evitar la producción de artículos defectuosos.

CR7.2 Los hilos que eventualmente se rompan provocando el paro del paraurdimbres, se reenfilan, accionando de nuevo la máquina y verificando su funcionamiento.

CR7.3 Los conos de hilo que se agoten se sustituyen, anudando la reserva del cono en uso al principio del cono instalado.

CR7.4 El artículo obtenido se enrolla, cortándolo una vez se complete la longitud preestablecida en la orden de fabricación para iniciar un nuevo rollo.

CR7.5 Las canillas vacías se rellenan, con la máquina en marcha, una vez se haya iniciado el proceso de acolchado y esté estabilizado, almacenándolas para reemplazar las gastadas.

CR7.6 Las lanzaderas con las canillas agotadas se retiran, reemplazándolas por otras cargadas previamente.

CR7.7 Los datos obtenidos en el proceso de acolchado se registran, cumplimentando la orden de fabricación para comunicar al personal responsable del sistema de gestión el fin del proceso.

RP8: Realizar el mantenimiento de primer nivel de las máquinas acolchadoras para evitar las anomalías en el resultado final, asegurando su funcionamiento.

CR8.1 Las operaciones de engrase, limpieza y conservación de las máquinas acolchadoras se efectúan, comprobando que la máquina está parada, según las especificaciones del manual técnico y el plan de mantenimiento.

CR8.2 La limpieza a fondo de la máquina acolchadora se realiza, al finalizar cada lote, en el caso de cambio de color o materia, para evitar contaminaciones, asegurando la siguiente producción.

CR8.3 Las agujas y pletinas que se rompan o doblen durante el proceso se sustituyen, parando la máquina y evitando el deterioro del producto.

CR8.4 Las revisiones periódicas se recogen en el libro de mantenimiento, llevando un seguimiento exhaustivo de cada actuación.

### **Contexto profesional:**

### **Medios de producción:**

Máquina acolchadora, conos de hilo, fileta, agujas, desenrolladores, barra soporte de agujas, enrolladores, parahilos.

### **Productos y resultados:**

Agujas insertadas en las barras soporte, fileta montada, máquina acolchadora enfilada, lanzaderas con canillas, máquina acolchadora ajustada. Productos obtenidos: acolchados, edredones, aislante térmico, aislante acústico, rellenos, entre otros. Máquina acolchadora con el mantenimiento de primer nivel realizado.

### **Información utilizada o generada:**

Orden de fabricación. Manual de procedimientos. Plan de mantenimiento, instrucciones técnicas. Libro de mantenimiento. Estándares de calidad, comunicados de inventario. Etiquetas de composición.

## UNIDAD DE COMPETENCIA 3: REALIZAR BORDADOS INDUSTRIALES CON CABEZALES

Nivel: 2

Código: UC2532\_2

### Realizaciones profesionales y criterios de realización:

RP1: Colocar las agujas, insertándolas en los orificios de las barras soporte, para preparar la máquina bordadora, activando los cabezales que deban trabajar según el patrón establecido en la orden de fabricación.

CR1.1 Las barras soporte de agujas se elevan, situándolas en posición de máxima elevación para facilitar la inserción.

CR1.2 Las agujas se verifican, comprobando su estado y, en caso de deterioro, se sustituyen antes de su inserción en los soportes, siguiendo el patrón establecido en la orden de fabricación.

CR1.3 Las agujas instaladas que no se utilicen en el actual proceso se retiran, almacenándolas en las condiciones y lugar establecidos.

CR1.4 Los soportes vacíos se bloquean, asegurando que no se pierdan las piezas.

CR1.5 La máquina bordadora se acciona manualmente, verificando que todas las agujas realizan el ciclo sin rozar mecánicamente en ninguna pieza.

CR1.6 Las barras soporte de agujas se posicionan nuevamente, elevándolas para facilitar su enhebrado y el paso de las láminas textiles.

CR1.7 Los cabezales que no se utilicen en el proceso, en caso de máquina bordadora multicabezal, se desconectan, evitando realizar trabajo innecesario.

RP2: Montar la fileta para enhebrar la máquina bordadora con cabezales, distribuyendo los hilos y ajustando la tensión, según la información de la orden de fabricación.

CR2.1 Los conos de hilo se colocan en los soportes de la fileta, siguiendo el orden establecido en función de la encella que se va a bordar.

CR2.2 El hilo se pasa por el sistema de frenado, regulándolo a la tensión indicada.

CR2.3 El montaje de los hilos se verifica, asegurando que todos queden según lo indicado y, en caso de anomalías, se subsanan.

RP3: Enfilear los hilos, pasándolos por los órganos operativos de la máquina bordadora con cabezales (guías, parahilos, tensores, compensadores y agujas) para iniciar el proceso.

CR3.1 Los hilos se enfilean, haciéndoles pasar por los órganos de guía y control según el orden establecido por el manual de la máquina.

CR3.2 La tensión final de cada hilo se regula, mediante la acción de un tensor, verificando que la puntada que crea el hilo sea homogénea.

CR3.3 Los hilos se enhebran, enfilándolos por el ojo de las agujas cosedoras, comprobando que sigue el orden establecido.

CR3.4 Los hilos se fijan, introduciendo el final en el muelle soporte, evitando que se despasen.

RP4: Rellenar con canillas los canilleros para realizar la costura, colocándolas en la posición indicada para bordar según el manual de la máquina.

CR4.1 Las canillas rellenas se verifican, comprobando la cantidad de hilo y la tensión.

CR4.2 Las canillas se introducen en los canilleros, fijándolas y haciendo pasar el hilo por los órganos tensores.

CR4.3 Los canilleros se colocan en la posición de trabajo indicada en el manual de la máquina, dejando una lazada de unos 8 cm para poder iniciar la costura.

RP5: Situar la lámina textil sobre la máquina de bordar para su alimentación, comprobando su posicionamiento y tránsito por los dispositivos de tensión, velocidad y arrollado.

CR5.1 La lámina textil requerida se sitúa en el sistema de almacenaje, en el caso de máquinas bordadoras con alimentación continua, fijándola al mismo.

CR5.2 La lámina textil se pasa por todos los cilindros guía y por los tensores del pantógrafo, siguiendo las instrucciones del manual de la máquina bordadora con alimentación continua.

CR5.3 La lámina textil requerida se sitúa en el aro soporte de fijación, en el caso de máquinas bordadoras con alimentación manual, comprobando la posición y la tensión.

CR5.4 Los aros soporte de la máquina bordadora con alimentación manual se fijan al pantógrafo en la posición requerida, asegurando su funcionamiento con los cabezales activos.

CR5.5 La tensión de la lámina se ajusta, comprobando que cumple los parámetros indicados.

CR5.6 Los refuerzos (entretelas, guatas, entre otros), en caso de ser necesarios, se sitúan en la zona requerida, verificando su posicionamiento.

CR5.7 La lámina textil se fija al dispositivo de arrollado en máquinas bordadoras con alimentación continua, verificando su amarre.

RP6: Ajustar los parámetros para configurar el funcionamiento de la máquina bordadora con cabezales, regulando las variables que intervienen, según la orden de fabricación y las instrucciones del manual de la máquina.

CR6.1 El regulador de velocidad se posiciona, situándolo a las puntadas por minuto en función de la orden de trabajo.

CR6.2 El programa de bordar se selecciona, obteniendo la información de la base de datos de la máquina, o bien, desde un dispositivo de almacenamiento externo (memoria USB, disquete, RJ45, entre otros).

CR6.3 La escala del bordado se selecciona, ajustando los parámetros de la máquina para adecuarla al tamaño requerido.

CR6.4 El pantógrafo se posiciona, comprobando su situación en las coordenadas X e Y indicadas.

CR6.5 El pantógrafo se controla que realiza un recorrido por los puntos de máximo movimiento, verificando la viabilidad del bordado.

CR6.6 Los cambios de color se establecen en el programa, asignando a las agujas que lo han de realizar en cada caso, según la orden de trabajo.

CR6.7 Los datos obtenidos en la preparación de la máquina bordadora con cabezales se registran, cumplimentando la orden de fabricación para comunicar al personal responsable del sistema de gestión el fin de la preparación.

RP7: Realimentar la máquina bordadora, controlando su funcionamiento para producir láminas textiles bordadas con la calidad requerida y siguiendo la orden de fabricación.

CR7.1 El proceso de bordado se revisa constantemente, con la máquina en marcha para detectar posibles defectos y, en su caso, parando la máquina para evitar bordados defectuosos.

CR7.2 Los hilos que eventualmente se rompan provocando el paro del paraurdimbres, se reenfilan, accionando de nuevo la máquina y verificando su funcionamiento.

CR7.3 Los conos de hilo que se agoten se sustituyen, controlando la alimentación de la máquina y evitando su parada por desenfilado.

CR7.4 El artículo obtenido en las máquinas bordadoras con alimentación continua se enrolla, cortándolo una vez se complete la longitud preestablecida para iniciar un nuevo rollo.

CR7.5 Las canillas vacías se rellenan, con la máquina en marcha, una vez se haya iniciado el proceso de bordado y esté estabilizado, almacenándolas para reemplazar las gastadas.

CR7.6 Los canilleros con las canillas agotadas se reemplazan, sustituyéndolas por otras cargadas previamente.

CR7.7 Los aros de sujeción de la máquina bordadora con alimentación manual se reemplazan, una vez finalizado el bordado, sustituyéndoles al iniciar un nuevo proceso.

CR7.8 Los datos obtenidos en el proceso de bordado con cabezales se registran, cumplimentando la orden de fabricación para comunicar al personal responsable del sistema de gestión el fin del proceso.

RP8: Realizar el mantenimiento de primer nivel de las máquinas bordadoras con cabezales, para evitar anomalías en el resultado final, asegurando su funcionamiento.

CR8.1 Las operaciones de engrase, limpieza y conservación de las máquinas bordadoras se efectúan, comprobando que está parada, según las especificaciones del manual técnico y el plan de mantenimiento.

CR8.2 La limpieza a fondo de la máquina bordadora se realiza al finalizar cada lote, en el caso de cambio de color o materia, para evitar contaminaciones, asegurando la siguiente producción.

CR8.3 Las agujas y pletinas que se rompan o doblen durante el proceso de bordado se sustituyen, parando la máquina y evitando el deterioro del producto.

CR8.4 Las revisiones periódicas se recogen en el libro de mantenimiento, llevando un seguimiento exhaustivo de cada actuación.

#### **Contexto profesional:**

#### **Medios de producción:**

Máquina bordadora unicabezal, máquina bordadora multicabezal, conos de hilo, fileta, cabezal de bordado y agujas, desenrolladores, barra, soporte agujas, enrolladores, parahilos, encellas, aros soporte.

#### **Productos y resultados:**

Agujas insertadas en las barras soporte, fileta montada, máquina bordadora enfilada, lanzaderas con canillas, máquina bordadora ajustada para bordar. Productos obtenidos: bordados decorativos sobre superficies textiles o piel (visillos, camisas, gorras, camisetas, plantas de calzado, entre otros). Máquina bordadora con cabezales con el mantenimiento de primer nivel realizado.

#### **Información utilizada o generada:**

Orden de fabricación. Manual de procedimientos. Plan de mantenimiento, instrucciones técnicas. Libro de mantenimiento. Estándares de calidad. Comunicados de inventario. Etiquetas de composición.

#### **UNIDAD DE COMPETENCIA 4: REALIZAR BORDADOS INDUSTRIALES CON MÁQUINA VERTICAL**

**Nivel: 2**

**Código: UC2533\_2**

**Realizaciones profesionales y criterios de realización:**

RP1: Colocar las agujas, insertándolas en los orificios de las barras soporte, para preparar la máquina bordadora vertical, según el patrón establecido en la orden de fabricación.

CR1.1 Las barras soporte de agujas se elevan, situándolas en posición de máxima elevación para facilitar la inserción.

CR1.2 Las agujas se verifican, comprobando su estado y, en caso de deterioro, se sustituyen antes de su inserción en los soportes.

CR1.3 Las agujas instaladas que no se utilicen en el actual proceso se retiran, almacenándolas en las condiciones y lugar establecidos.

CR1.4 Los soportes vacíos se bloquean, asegurando que no se pierdan las piezas.

CR1.5 La máquina bordadora se acciona manualmente, verificando que todas las agujas realizan el ciclo sin rozar mecánicamente en ninguna pieza.

CR1.6 Las barras soporte de agujas se posicionan nuevamente, elevándolas para facilitar su enhebrado y el paso de las láminas textiles.

RP2: Situar el rollo con la lámina textil para preparar la máquina bordadora vertical, introduciéndolo en los rodillos de alimentación según instrucciones de la orden de fabricación.

CR2.1 El rollo se coloca, disponiendo la lámina textil en vertical entre el rodillo superior y el inferior, con la ayuda de otro personal.

CR2.2 La lámina textil se hace pasar por los rodillos de guía, controlando su estiramiento y verificando que se desenrolla con fluidez.

CR2.3 La lámina se ajusta sobre los rodillos soporte de longitud y de ancho de la lámina (bastidor), tensándola vertical y horizontalmente.

CR2.4 La lámina textil se comprueba, verificando que la urdimbre y trama están perpendiculares y las orillas paralelas a la barra de agujas.

RP3: Preparar la máquina con los hilos requeridos para bordar, distribuyéndolos y ajustándolos según la información de la orden de fabricación.

CR3.1 Los conos se colocan en los soportes de la fileta, haciendo pasar los hilos por el sistema de frenado, controlando la tensión.

CR3.2 Los hilos se enfilan por los órganos de guía y control, según el orden establecido por el manual de la máquina.

CR3.3 La tensión final de cada hilo se regula, mediante la acción del tensor, asegurando que la puntada que se forma sea homogénea.

CR3.4 Los hilos se enhebran, enfilándolos por el ojo de las agujas cosedoras, siguiendo el orden establecido.

CR3.5 Los hilos se fijan, introduciendo el final en el muelle soporte, evitando que se despasen.

CR3.6 Las canillas rellenas se introducen en las lanzaderas, fijándolas y haciendo pasar el hilo por los órganos tensores.

CR3.7 Las lanzaderas se colocan en la posición de trabajo indicada en el manual de la máquina, comprobando su sincronización con el conjunto de agujas e hilos.

RP4: Ajustar los parámetros de la bordadora vertical para asegurar el proceso, verificando su funcionamiento según la orden de fabricación y las instrucciones del manual de la máquina.

CR4.1 El regulador de velocidad se posiciona, situándolo a las puntadas por minuto en función de las instrucciones.

CR4.2 El programa de bordar se selecciona, obteniendo la información de la base de datos de la máquina o bien, desde un dispositivo de almacenamiento externo (memoria USB, disquete, RJ45, entre otros).

CR4.3 El pantógrafo se posiciona, comprobando su situación en las coordenadas X e Y indicadas.

CR4.4 El recorrido del pantógrafo se controla, verificando que pasa por los puntos de máximo movimiento para comprobar la viabilidad del bordado.

CR4.5 Los cambios de color se establecen en el programa, asignando a las agujas que lo han de realizar en cada caso, según la orden de trabajo.

CR4.6 Los datos obtenidos en el ajuste de la máquina bordadora vertical se registran, cumplimentando la orden de fabricación y comunicando al personal responsable del sistema de gestión el fin del proceso.

RP5: Accionar la máquina bordadora vertical para producir artículos con la calidad requerida, controlando su funcionamiento y siguiendo instrucciones de la orden de fabricación.

CR5.1 La lámina bordada se revisa constantemente, con la máquina en marcha para detectar posibles defectos y, en su caso, parando la máquina para evitar la producción de artículos defectuosos.

CR5.2 Los hilos que eventualmente se rompan provocando el paro del paraurdumbres, se reenfilan, accionando de nuevo la máquina y verificando su funcionamiento.

CR5.3 Los conos de hilo que se agoten se sustituyen, controlando la alimentación de la máquina y evitando su parada por desenfilado.

CR5.4 Las canillas vacías se rellenan, con la máquina en marcha una vez se haya iniciado el proceso de bordado y esté estabilizado, almacenándolas para reemplazar las gastadas.

CR5.5 Las lanzaderas con las canillas agotadas se reemplazan, sustituyéndolas por otras cargadas previamente.

CR5.6 El rollo con la lámina textil bordada se extrae del rodillo inferior, retirándolo mediante medios mecánicos o con ayuda de otro personal.

CR5.7 Los datos obtenidos en el proceso de bordado con máquina vertical se registran, cumplimentando la orden de fabricación y comunicando al personal responsable del sistema de gestión el fin del proceso.

RP6: Realizar el mantenimiento de primer nivel de la máquina bordadora vertical para evitar las anomalías en el resultado final, asegurando su funcionamiento.

CR6.1 Las operaciones de engrase, limpieza y conservación de la máquina bordadora vertical se efectúan, comprobando que la máquina está parada, según las especificaciones del manual técnico y el plan de mantenimiento.

CR6.2 La limpieza a fondo de la máquina bordadora vertical se realiza, al finalizar cada lote, en el caso de cambio de color o materia para evitar contaminaciones, asegurando la siguiente producción.

CR6.3 Las agujas que se rompan o doblen durante el proceso se sustituyen, parando la máquina y evitando el deterioro del producto.

CR6.4 Las revisiones periódicas se recogen en el libro de mantenimiento, llevando un seguimiento exhaustivo de cada actuación.

### **Contexto profesional:**

### **Medios de producción:**

Máquina bordadora vertical, conos de hilo, fileta, pantógrafo, agujas, barra tensora, barra soporte de agujas, enrolladores, parahilos, aros soporte.

### **Productos y resultados:**

Agujas insertadas en las barras soporte, fileta montada, máquina bordadora enfilada, lanzaderas con canillas, máquina bordadora ajustada para bordar, bordados decorativos sobre superficies textiles o piel (visillos, colchas, sábanas, tejidos en general, entre otros), máquinas bordadoras con el mantenimiento de primer nivel realizado.

### **Información utilizada o generada:**

Orden de fabricación. Manual de procedimientos. Plan de mantenimiento, instrucciones técnicas. Libro de mantenimiento. Estándares de calidad. Comunicados de inventario. Etiquetas de composición.

**MÓDULO FORMATIVO 1: TÉCNICAS DE TRANSFORMACIÓN MEDIANTE TUFTING****Nivel: 2****Código: MF2530\_2****Asociado a la UC: Transformar láminas textiles mediante tufting****Duración: 180 horas****Capacidades y criterios de evaluación:**

C1: Aplicar técnicas de montaje de los hilos o cintas en la fileta para preparar la máquina de tufting, indicando la distribución, el enfilado y el ajuste de la tensión en función del producto.

*CE1.1 Describir la máquina de tufting, esquematizando los elementos operativos y su funcionamiento.*

*CE1.2 Reconocer los elementos que intervienen en el montaje de la fileta de la máquina de tufting, justificando la función de cada uno.*

*CE1.3 Enumerar las variables que actúan en el proceso de montaje de la fileta de la máquina de tufting, detallando su configuración para obtener la regulación en cada caso.*

*CE1.4 Reconocer los defectos y fallos que pueden ocasionarse en el montaje de la fileta, indicando los parámetros que hay que controlar en cada caso para subsanarlos.*

*CE1.5 En un supuesto práctico de montaje de la fileta, donde se aporta una orden de fabricación y conos de hilos o cintas:*

- Colocar los conos en los soportes de la fileta, según instrucciones.
- Pasar el hilo o cinta por el sistema de frenado, regulando la tensión.
- Pasar el hilo por el conducto guía, utilizando el chorro de aire comprimido.
- Verificar el montaje, comprobando que no existen anomalías.
- Colocar el cono de reserva en el soporte destinado a ello, anudando el inicio del hilo a la reserva del cono en uso.

C2: Aplicar técnicas de enfilado para preparar la máquina de tufting, indicando los órganos operativos por donde deben pasar los hilos o cintas.

*CE2.1 Describir el proceso de enfilado de la máquina de tufting, identificando los órganos de guía y control por donde deben pasar los hilos o cintas.*

*CE2.2 Reconocer los parámetros que hay que regular en el enfilado, indicando los elementos que hay que manipular para obtener la puntada homogénea.*

*CE2.3 Enumerar los detalles que hay que controlar en el enhebrado, describiendo las pruebas que hay que realizar para su validación.*

*CE2.4 En un supuesto práctico de enfilado donde se aporta una orden de fabricación, manual de la máquina y conos de hilos o cintas:*

- *Enfilar los hilos o cintas, verificando que pasan por los órganos guía y control.*
- *Regular la tensión, comprobando la homogeneidad de la puntada.*
- *Enhebrar la aguja cosedora, en función de las instrucciones.*
- *Fijar los hilos o cintas con puntadas, controlando que no se despasen.*

C3: Aplicar técnicas de colocación de la lámina textil para alimentar la máquina de tufting, indicando los elementos por donde debe pasar.

*CE3.1 Explicar la colocación sobre el soporte del dispositivo de alimentación de la máquina de tufting, esquematizando la actividad.*

*CE3.2 Describir los elementos por donde debe pasar la lámina textil, explicando la función que aporta al proceso cada uno de ellos.*

*CE3.3 Reconocer los parámetros que hay que regular en la colocación de la lámina, justificando su configuración en cada caso.*

*CE3.4 Indicar los detalles que hay que controlar en el arrollado de la lámina, citando las posibles incidencias que puedan ocasionarse con un amarre erróneo.*

*CE3.5 En un supuesto práctico de colocación de una lámina textil en la máquina tufting, donde se aporta una orden de fabricación y el manual de la máquina cosedora:*

- *Situar la lámina textil, fijándola al sistema de almacenaje.*
- *Pasar la lámina textil, verificando su tránsito por los cilindros guía y por los tensores.*
- *Ajustar la tensión, comprobando los parámetros indicados.*
- *Fijar la lámina textil al dispositivo de arrollado, verificando su amarre.*

C4: Aplicar técnicas de ajuste de los parámetros de la máquina de tufting, determinando los elementos que hay que configurar para la preparación del proceso.

*CE4.1 Explicar en qué consiste el proceso de transformación mediante tufting, describiendo los elementos operativos de la máquina y la configuración que hay que aplicar en cada caso.*

*CE4.2 Indicar los efectos que debe presentar la lazada, citando los posibles defectos que puedan plantearse.*

*CE4.3 Enumerar los sistemas mecánicos de la máquina que se utilizan para accionar ciertas tareas, distinguiendo en qué casos se activan.*

*CE4.4 En un supuesto práctico de ajuste de los parámetros de la máquina de tufting, donde se aporta una orden de fabricación:*

- *Posicionar el regulador de avance, controlando las puntadas por cm.*
- *Regular la profundidad de la lazada, comprobando la altura de bucle.*
- *Accionar los elementos de corte, activando la función de cortado.*
- *Registrar los datos obtenidos de la preparación de la máquina de tufting, anotándolos en la orden de fabricación.*

**C5:** Aplicar técnicas de control de la máquina tufting, interpretando las instrucciones de la orden de fabricación.

*CE5.1 Determinar las características que hay que verificar en el proceso de transformación de laminados textiles mediante tufting, explicando las técnicas de control necesarias en cada momento.*

*CE5.2 Explicar el protocolo que hay que aplicar en caso de rotura de hilos o cintas durante el proceso, citando las posibles incidencias que puedan ocasionarse debido a esta situación.*

*CE5.3 Explicar el protocolo que hay que aplicar en caso de desfallecimiento de los conos de hilo o cinta, citando las posibles incidencias que puedan ocasionarse debido a esta situación.*

*CE5.4 Determinar las características que debe cumplir el laminado transformado, indicando los formatos de presentación y/o almacenamiento existentes.*

*CE5.5 Determinar los datos de producción referentes a la transformación de laminados textiles mediante tufting, indicando la importancia en el proceso.*

*CE5.6 En un supuesto práctico de control del proceso transformación de laminados textiles mediante tufting, donde se aporta una orden de fabricación:*

- *Revisar el género, verificándolo con la máquina en marcha.*
- *Parar la máquina en el caso de detección de defectos, reparándolos.*
- *Reenfilarse los hilos en caso de rotura y la parada del paraurdimbres, accionando la máquina de nuevo una vez reestablecido.*
- *Sustituir los conos de hilos o cintas agotados, mediante anudado a la reserva del cono en uso.*
- *Enrollar el producto transformado, cortándolo una vez se complete la longitud preestablecida en la orden de fabricación.*

*- Registrar los datos obtenidos de la transformación mediante tufting, anotándolos en la orden de fabricación.*

C6: Aplicar técnicas de mantenimiento de primer nivel de máquinas tufting, interpretando las instrucciones del manual técnico.

*CE6.1 Definir las operaciones de mantenimiento, engrase, limpieza y conservación de los equipos, describiendo su importancia en el proceso de transformación mediante tufting.*

*CE6.2 Establecer un protocolo para el mantenimiento de las máquinas de tufting, organizando la lista de tareas y reconociendo el plan de seguridad.*

*CE6.3 Reconocer los defectos y fallos que pueden causar agujas rotas o dobladas, indicando la manera de sustituirlas.*

*CE6.4 Citar posibles incidencias que puedan ocasionarse en el proceso de transformación mediante tufting, razonando las soluciones y la forma de afrontarlas.*

*CE6.5 En un supuesto práctico de mantenimiento de primer nivel de máquinas y equipos que intervienen en el proceso de transformación mediante tufting, donde se aportan especificaciones técnicas:*

*- Identificar el tipo de mantenimiento requerido, controlando los órganos operativos con la máquina parada.*

*- Verificar el estado de los elementos operativos de las máquinas de transformación mediante tufting, decidiendo la actuación de mantenimiento necesaria.*

*- Sustituir las agujas defectuosas, parando la máquina.*

*- Registrar los datos del proceso, anotándolos en el libro de mantenimiento.*

**Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo:**

C1 respecto a CE1.5; C2 respecto a CE2.4; C3 respecto a CE3.5; C4 respecto a CE4.4; C5 respecto a CE5.6 y C6 respecto a CE6.5.

Otras capacidades:

Finalizar el trabajo atendiendo a criterios de idoneidad, rapidez, economía y eficacia.

Ejecutar correctamente las instrucciones que recibe responsabilizándose de la labor que desarrolla, dentro de su ámbito competencial.

Mantener el área de trabajo con el grado de orden y limpieza requerido por la organización.

Trasmitir información con claridad, de manera ordenada, estructura, clara y precisa respetando los canales establecidos en la organización.

Adaptarse a la organización, a sus cambios organizativos y tecnológicos, así como a situaciones o contextos nuevos.

Aplicar de forma efectiva el principio de igualdad de trato y no discriminación en las condiciones de trabajo entre mujeres y hombres.

**Contenidos:**

**1. Materiales para la transformación industrial de láminas textiles**

Clasificación de fibras según la procedencia de su polímero.

Parametría de hilados, láminas y fibras.

Acabados y características de las fibras, láminas e hilos.

Presentación de las fibras, láminas e hilos.

Obtención de las fibras láminas e hilos.

**2. Proceso de fabricación de tufting**

Concepto de tufting.

Variedades de láminas como basamento en tufting.

Superficies del tufting.

Variedades de nudos.

Productos de tufting.

**3. La máquina de tufting**

Elementos operativos de la máquina de tufting.

Elementos auxiliares (fileta, portarrollos, entre otros).

Tipos de agujas y soportes de agujas.

Tipos de lanzaderas.

Tipos de cuchillas y soportes de cuchillas.

**4. Proceso de preparación de máquinas de tufting**

Interpretación de órdenes de trabajo.

Interpretación de modelos e interpretación mecánica.

Alimentación de las máquinas de tufting.

Ajustes y preparación de la máquina de tufting.

**5. Proceso de fabricación con máquinas tufting**

Normas básicas de seguridad y controles previos a la puesta en marcha.

Normas básicas de seguridad durante la producción.

Funcionamiento de la máquina (realimentación, marcha, paro, entre otros).

Control de calidad durante el funcionamiento.

Trabajos de preparación y evacuación susceptibles de realizar durante el trabajo activo de la máquina.

Proceso de extracción del rollo.

Proceso de recubrimiento y sus materiales.

Tipos de embalaje y etiquetado.

Técnicas de control de calidad final.

## **6. Mantenimiento de primer nivel de máquinas y equipos que intervienen en la producción de tufting**

Protocolo de seguridad en el mantenimiento de las máquinas.

Operaciones de engrase, limpieza y conservación.

Sustitución de elementos operativos.

### **Parámetros de contexto de la formación:**

#### **Espacios e instalaciones:**

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller de 5 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

#### **Perfil profesional del formador o formadora:**

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con la transformación de láminas textiles mediante tufting, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

## MÓDULO FORMATIVO 2: TÉCNICAS DE ACOLCHADO

Nivel: 2

Código: MF2531\_2

Asociado a la UC: Realizar transformaciones de acolchado

Duración: 180 horas

### Capacidades y criterios de evaluación:

C1: Aplicar técnicas de colocación de agujas para preparar la máquina acolchadora, interpretando el patrón de acolchado establecido.

*CE1.1 Enumerar los elementos operativos de la máquina acolchadora, describiendo la función que ejerce cada uno de ellos.*

*CE1.2 Describir las características de las agujas de la máquina acolchadora, indicando el estado que deben tener para su utilización.*

*CE1.3 Indicar el protocolo que hay que aplicar en caso de las agujas que no se van a utilizar y los soportes vacíos, citando las posibles incidencias que puedan ocasionarse debido a esta situación.*

*CE1.4 Explicar el funcionamiento de la máquina acolchadora, indicando los datos que hay que controlar en el proceso de acolchado.*

*CE1.5 Especificar el estado final que deben adoptar los dispositivos de la máquina acolchadora, justificando su importancia en la reanudación del proceso.*

*CE1.6 En un supuesto práctico de colocación de las agujas en la máquina acolchadora, donde se aporta una orden de fabricación:*

*- Colocar las barras soporte en la posición de máxima altura, permitiendo la inserción de las agujas.*

*- Comprobar el estado de las agujas, sustituyendo las deterioradas.*

*- Retirar las agujas que no se utilicen, almacenándolas.*

*- Bloquear los soportes vacíos, asegurando la integridad de las piezas.*

*- Posicionar de nuevo las barras de agujas, comprobando que permanece en la máxima altura.*

C2: Aplicar técnicas de montaje de la fileta para enhebrar la máquina acolchadora, indicando la distribución y la tensión de los hilos.

*CE2.1 Explicar la forma de preparar la máquina acolchadora para la producción, teniendo en cuenta el patrón específico de acolchado.*

*CE2.2 Reconocer los elementos que intervienen en el montaje de la fileta de la máquina acolchadora, justificando la función de cada uno.*

*CE2.3 Enumerar las variables que actúan en el proceso el montaje de la fileta de la máquina acolchadora, detallando su configuración para obtener la regulación en cada caso.*

*CE2.4 Reconocer los defectos y fallos que pueden ocasionarse en el montaje de la fileta, indicando los parámetros que hay que controlar en cada caso para subsanarlos.*

*CE2.5 En un supuesto práctico de montaje de la fileta de la máquina acolchadora, donde se aporta una orden de fabricación y conos de hilos:*

- Colocar los conos en los soportes de la fileta, según instrucciones.
- Pasar el hilo o cinta por el sistema de frenado, regulando la tensión.
- Pasar el hilo por el conducto guía, utilizando el chorro de aire comprimido.
- Verificar el montaje, comprobando que no existen anomalías.
- Colocar el cono de reserva en el soporte destinado a ello, anudando el inicio del hilo a la reserva del cono en uso.

**C3:** Aplicar técnicas de enfilado para preparar la máquina acolchadora, indicando los órganos operativos por donde deben pasar los hilos.

*CE3.1 Describir el proceso de enfilado de la máquina acolchadora, identificando los órganos de guía y control por donde deben pasar los hilos.*

*CE3.2 Reconocer los parámetros que hay que regular en el enfilado, indicando los elementos que hay que manipular para obtener una puntada homogénea.*

*CE3.3 Enumerar los detalles que hay que controlar en el enhebrado, describiendo las pruebas que hay que realizar para su validación.*

*CE3.4 En un supuesto práctico de enfilado de la máquina acolchadora, donde se aporta una orden de fabricación, manual de la máquina y conos de hilos o cintas:*

- Enfilar los hilos o cintas, verificando que pasan por los órganos guía y control.
- Regular la tensión, comprobando la homogeneidad de la puntada.
- Enhebrar la aguja cosedora, en función de las instrucciones.
- Fijar los hilos o cintas con puntadas, controlando que no se despasen.

C4: Aplicar técnicas de colocación de canillas en las lanzaderas, indicando los requisitos para su posición.

*CE4.1 Clasificar los elementos auxiliares que componen la máquina acolchadora, describiendo su función y su manipulación.*

*CE4.2 Explicar la preparación de las canillas para la máquina acolchadora, esquematizando el tránsito de los hilos por los órganos tensores.*

*CE4.3 Establecer los criterios para la colocación de las lanzaderas, indicando los requisitos que hay que tener en cuenta para la costura.*

*CE4.4 Establecer los criterios para la colocación de las lanzaderas, indicando los requisitos que hay que tener en cuenta para la costura.*

*CE4.5 En un supuesto práctico de colocación de las lanzaderas de la máquina acolchadora, donde se aporta una orden de fabricación:*

- *Verificar las canillas, comprobando la cantidad de hilo y la tensión.*
- *Fijar las canillas en las lanzaderas, haciendo pasar los hilos por los órganos tensores.*
- *Colocar las lanzaderas en la posición de trabajo, comprobando la lazada.*

C5: Aplicar técnicas de colocación de la lámina textil y el material de acolchado para alimentar la máquina acolchadora, indicando los elementos por donde debe pasar.

*CE5.1 Explicar la colocación sobre el soporte del dispositivo de alimentación de la máquina acolchadora, esquematizando la actividad.*

*CE5.2 Describir los elementos por donde debe pasar la lámina textil y el material de acolchado, explicando la función que aporta al proceso cada uno de ellos.*

*CE5.3 Reconocer los parámetros que hay que regular en la colocación de la lámina, justificando su configuración en cada caso.*

*CE5.4 Indicar los detalles que hay que controlar en el arrollado de la lámina, citando las posibles incidencias que puedan ocasionarse con un amarre erróneo.*

*CE5.5 En un supuesto práctico de colocación de una lámina textil en la máquina acolchadora, donde se aporta una orden de fabricación y el manual de la máquina:*

- *Situar la lámina textil, fijándola al sistema de almacenaje.*
- *Pasar la lámina textil, verificando su tránsito por los cilindros guía y por los tensores.*
- *Ajustar la tensión, comprobando los parámetros indicados.*
- *Fijar la lámina textil al dispositivo de arrollado, verificando su amarre.*

C6: Aplicar técnicas de ajuste de los parámetros de la máquina acolchadora, determinando los elementos que hay que configurar para la preparación del proceso.

*CE6.1 Explicar en qué consiste el proceso de acolchado, describiendo los elementos operativos de la máquina y la configuración que hay que aplicar en cada caso.*

*CE6.2 Indicar los efectos que debe presentar la lazada, citando los posibles defectos que puedan plantearse.*

*CE6.3 Describir variedades de efectos decorativos para el acolchado, indicando la manera de programarlos.*

*CE6.4 Determinar los datos referentes a la preparación de la máquina acolchadora, indicando la importancia en el proceso.*

*CE6.5 En un supuesto práctico de ajuste de los parámetros de la máquina acolchadora, donde se aporta una orden de fabricación:*

- Posicionar el regulador de avance, controlando las puntadas por cm.*
- Regular la profundidad de la lazada, comprobando la altura de bucle.*
- Programar los efectos con pespuntos decorativos, cotejando su aspecto con la muestra.*
- Registrar los datos obtenidos del ajuste de la máquina acolchadora, anotándolos en la orden de fabricación.*

C7: Aplicar técnicas de control de la máquina acolchadora, interpretando las instrucciones de la orden de fabricación.

*CE7.1 Determinar las características que hay que verificar en el proceso de acolchado, explicando qué hay que controlar en cada momento.*

*CE7.2 Explicar el protocolo que hay que aplicar en caso de rotura de hilos durante el proceso de acolchado, citando las posibles incidencias que puedan ocasionarse debido a esta situación.*

*CE7.3 Explicar el protocolo que hay que aplicar en caso de agotamiento de los conos de hilo, citando las posibles incidencias que puedan ocasionarse debido a esta situación.*

*CE7.4 Explicar el protocolo que hay que seguir en el tratamiento de las canillas y las lanzaderas, citando las posibles incidencias que puedan ocasionarse en caso de relleno y/o agotamiento de las mismas.*

*CE7.5 Determinar las características que debe cumplir la lámina textil acolchada, indicando los formatos de presentación y/o almacenamiento existentes.*

*CE7.6 Determinar los datos referentes al control del proceso de acolchado de laminados textiles, indicando la importancia en el proceso.*

*CE7.7 En un supuesto práctico de control del proceso de acolchado de laminados textiles, donde se aporta una orden de fabricación:*

- *Revisar el género, verificándolo con la máquina en marcha.*
- *Parar la máquina en el caso de detección de defectos, reparándolos.*
- *Reenfilarse los hilos en caso de rotura y parada del paraurdimbres, accionando la máquina de nuevo, una vez reestablecido.*
- *Sustituir los conos de hilos agotados, mediante anudado a la reserva del cono en uso.*
- *Enrollar el producto acolchado, cortándolo una vez se complete la longitud preestablecida en la orden de fabricación.*
- *Verificar el relleno de las canillas vacías, almacenándolas hasta su uso en el reemplazo de las gastadas.*
- *Retirar las lanzaderas con las canillas agotadas, remplazándolas por otras cargadas.*
- *Registrar los datos obtenidos del proceso de acolchado, anotándolos en la orden de fabricación.*

C8: Aplicar técnicas de mantenimiento de primer nivel de máquinas acolchadoras, interpretando las instrucciones del manual técnico.

*CE8.1 Definir las operaciones de mantenimiento, engrase, limpieza y conservación de las máquinas acolchadoras, describiendo su importancia en el proceso.*

*CE8.2 Establecer un protocolo para el mantenimiento de las máquinas acolchadoras, organizando la lista de tareas y reconociendo el plan de seguridad.*

*CE8.3 Reconocer los defectos y fallos que pueden causar agujas rotas o dobladas, indicando la manera de sustituirlas.*

*CE8.4 Citar posibles incidencias que puedan ocasionarse en el proceso de acolchado, razonando las soluciones y la forma de afrontarlas.*

*CE8.5 En un supuesto práctico de mantenimiento de primer nivel de máquinas que intervienen en el proceso de acolchado, donde se aportan especificaciones técnicas:*

- *Identificar el tipo de mantenimiento requerido, controlando los órganos operativos con la máquina parada.*
- *Verificar el estado de los elementos operativos de las máquinas acolchadoras, decidiendo la actuación de mantenimiento necesaria.*
- *Sustituir las agujas defectuosas, parando la máquina.*

- Registrar los datos del proceso, anotándolos en el libro de mantenimiento.

**Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo:**

C1 respecto a CE1.6; C2 respecto a CE2.5; C3 respecto a CE3.4; C4 respecto a CE4.4; C5 respecto a CE5.5; C6 respecto a CE6.5; C7 respecto a CE7.7 y C8 respecto a CE8.5.

Otras capacidades:

Finalizar el trabajo atendiendo a criterios de idoneidad, rapidez, economía y eficacia.

Ejecutar correctamente las instrucciones que recibe, responsabilizándose de la labor que desarrolla, dentro de su ámbito competencial.

Mantener el área de trabajo con el grado de orden y limpieza requerido por la organización.

Trasmitir información con claridad, de manera ordenada, estructurada, clara y precisa, respetando los canales establecidos en la organización.

Adaptarse a la organización, a sus cambios organizativos y tecnológicos, así como a situaciones o contextos nuevos.

Aplicar de forma efectiva el principio de igualdad de trato y no discriminación en las condiciones de trabajo entre mujeres y hombres.

**Contenidos:**

**1. Láminas textiles**

Definición y características de las láminas textiles.

Clasificación de los no tejidos por su uso.

Clasificación de los no tejidos por su gramaje.

Clasificación de los no tejidos por su proceso de obtención.

**2. El acolchado en la transformación de láminas textiles**

Concepto de acolchado.

Varietades de láminas para aplicación del acolchado.

Tipos de hilos para acolchado.

Efectos de acolchado, tipos de patrones.

Productos acolchados.

**3. Conceptos básicos en la transformación de láminas textiles**

Conceptos físicos (sistema métrico decimal, sistema inglés de medidas, presión, temperatura, velocidad, entre otros).

Conceptos mecánicos (transmisiones, elementos mecánicos, entre otros).

Conceptos eléctricos (alimentación, intensidad, diferencia potencial, resistencia, entre otros).

Conceptos electrónicos (captoreadores, reguladores de velocidad, entre otros).

Conceptos neumáticos (válvulas, actuadores, reguladores, entre otros).

#### **4. La máquina acolchadora**

Elementos operativos de la máquina de acolchado.

Elementos auxiliares (fileta, desenrolladores y enrolladores, parahilos, entre otros).

Tipos de lanzaderas y canillas.

#### **5. Colocación de las agujas en la máquina acolchadora**

Tipos de agujas y soportes de agujas.

Estado óptimo de las agujas para su utilización.

Posición de las agujas para iniciar el proceso.

Reciclaje de las agujas.

#### **6. Preparación de la máquina acolchadora**

Características de la fileta de la máquina acolchadora.

Tipos de soportes y su función en el proceso.

Elementos que componen la fileta.

Alimentación de la máquina acolchadora.

Interpretación de modelos de patrones de acolchado.

Ajustes y configuración del programa de acolchado.

#### **7. Proceso de fabricación con máquina acolchadora**

Normas básicas de seguridad y controles previos a la puesta en marcha.

Normas básicas de seguridad durante la producción.

Funcionamiento de la máquina (realimentación, marcha, paro, entre otros).

Control de calidad durante el funcionamiento.

Trabajos de preparación y evacuación susceptibles de realizar durante el trabajo activo de la máquina.

Proceso de extracción del rollo acolchado.

Protocolo de seguridad en el mantenimiento de primer nivel de las máquinas.

Operaciones de lubricación, limpieza y conservación.

Sustitución de elementos operativos en el mantenimiento de primer nivel.

#### **Parámetros de contexto de la formación:**

#### **Espacios e instalaciones:**

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller de 5 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

#### **Perfil profesional del formador o formadora:**

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con la realización de transformaciones de acolchado, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

### **MÓDULO FORMATIVO 3: TÉCNICAS DE BORDADO INDUSTRIAL CON CABEZALES**

**Nivel: 2**

**Código: MF2532\_2**

**Asociado a la UC: Realizar bordados industriales con cabezales**

**Duración: 180 horas**

#### **Capacidades y criterios de evaluación:**

C1: Aplicar técnicas de colocación de agujas para preparar la máquina bordadora con cabezales, interpretando la encella de bordado establecida.

*CE1.1 Enumerar los elementos operativos de la máquina bordadora con cabezales, describiendo la función que ejerce cada uno de ellos.*

*CE1.2 Describir las características de las agujas de la máquina bordadora con cabezales, indicando el estado que deben tener para su utilización.*

*CE1.3 Indicar el protocolo que hay que aplicar en caso de las agujas que no se van a utilizar y los soportes vacíos, citando las posibles incidencias que puedan ocasionarse debido a esta situación.*

*CE1.4 Explicar el funcionamiento de la máquina bordadora de cabezales, indicando los datos que hay que controlar en el proceso de bordado.*

*CE1.5 Especificar el estado final que deben adoptar los dispositivos de la máquina bordadora de cabezales, justificando su importancia en la reanudación del proceso.*

*CE1.6 En un supuesto práctico de colocación de las agujas en la máquina bordadora unicabezal, donde se aporta una orden de fabricación:*

- Colocar las barras soporte en la posición de máxima altura, permitiendo la inserción de las agujas.
- Comprobar el estado de las agujas, sustituyendo las deterioradas.
- Retirar las agujas que no se utilicen, almacenándolas.
- Accionar la máquina manualmente, verificando que las agujas no rocen con otras piezas.
- Posicionar de nuevo las barras de agujas, comprobando que permanecen en la máxima altura.

*CE1.7 En un supuesto práctico de colocación de las agujas en la máquina bordadora multicabezal, donde se aporta una orden de fabricación:*

- Colocar las barras soporte en la posición de máxima altura, permitiendo la inserción de las agujas.
- Comprobar el estado de las agujas, sustituyendo las deterioradas.
- Retirar las agujas que no se utilicen, almacenándolas.
- Accionar la máquina manualmente, verificando que las agujas no rocen con otras piezas.
- Posicionar de nuevo las barras de agujas, comprobando que permanecen en la máxima altura.
- Seleccionar los cabezales que no se utilicen, desconectándolos.

**C2:** Aplicar técnicas de montaje de la fileta para enhebrar la máquina bordadora con cabezales, indicando la distribución y la tensión de los hilos.

*CE2.1 Reconocer los elementos que intervienen en el montaje de la fileta de la máquina bordadora con cabezales, justificando la función de cada uno.*

*CE2.2 Enumerar las variables que actúan en el proceso de montaje de la fileta de la máquina bordadora con cabezales, detallando su configuración para obtener la regulación en cada caso.*

*CE2.3 Reconocer los defectos y fallos que pueden ocasionarse en el montaje de la fileta, indicando los parámetros que hay que controlar en cada caso para subsanarlos.*

*CE2.4 En un supuesto práctico de montaje de la fileta de la máquina bordadora con cabezales, donde se aporta una orden de fabricación y conos de hilos:*

*- Colocar los conos en los soportes de la fileta, según instrucciones de la encella que se va a bordar.*

*- Pasar el hilo por el sistema de frenado, regulando la tensión.*

*- Verificar el montaje, comprobando que no existen anomalías.*

C3: Aplicar técnicas de enfilado para preparar la máquina bordadora con cabezales, indicando los órganos operativos por donde deben pasar los hilos.

*CE3.1 Describir el proceso de enfilado de la máquina bordadora con cabezales, identificando los órganos de guía y de control por donde deben pasar los hilos.*

*CE3.2 Reconocer los parámetros que hay que regular en el enfilado, indicando los elementos que hay que manipular para obtener una puntada homogénea.*

*CE3.3 Enumerar los detalles que hay que controlar en el enhebrado, describiendo las pruebas que hay que realizar para su validación.*

*CE3.4 En un supuesto práctico de enfilado de la máquina bordadora con cabezales, donde se aporta una orden de fabricación, manual de la máquina y conos de hilos:*

*- Enfilar los hilos o cintas, verificando que pasan por los órganos guía y control.*

*- Regular la tensión, comprobando la homogeneidad de la puntada.*

*- Enhebrar la aguja cosedora, en función de las instrucciones.*

*- Fijar el final de los hilos al muelle soporte, controlando que no se despasen.*

C4: Aplicar técnicas de colocación de canillas en los canilleros, indicando los requisitos para su posición.

*CE4.1 Clasificar los elementos auxiliares que componen la máquina bordadora con cabezales, describiendo su función y su manipulación.*

*CE4.2 Explicar la preparación de las canillas para la máquina bordadora con cabezales, esquematizando el tránsito de los hilos por los órganos tensores.*

*CE4.3 Establecer los criterios para la colocación de las canillas, indicando los requisitos que hay que tener en cuenta para la costura.*

*CE4.4 En un supuesto práctico de colocación de las canillas de la máquina bordadora con cabezales, donde se aporta una orden de fabricación:*

- *Verificar las canillas, comprobando la cantidad de hilo y la tensión.*
- *Fijar las canillas en los canilleros, haciendo pasar los hilos por los órganos tensores.*
- *Colocar los canilleros en la posición de trabajo, comprobando la lazada para iniciar la costura.*

**C5:** Aplicar técnicas de colocación de la lámina textil para alimentar la máquina bordadora con cabezales, indicando los elementos por donde debe pasar.

*CE5.1 Explicar la colocación de la lámina textil sobre el sistema de almacenaje de la máquina bordadora con alimentación continua, esquematizando la actividad.*

*CE5.2 Describir los elementos por donde debe pasar la lámina textil en la máquina bordadora con alimentación continua, explicando la función que aporta al proceso cada uno de ellos.*

*CE5.3 Describir el proceso de fijación de la lámina textil a la máquina bordadora con alimentación manual, indicando los elementos que intervienen (aros soporte, pantógrafo, entre otros) y su función.*

*CE5.4 Reconocer los parámetros que hay que regular en la colocación de la lámina, justificando su configuración en cada caso.*

*CE5.5 Explicar la función de los refuerzos, indicando la manera y posición de su colocación.*

*CE5.6 Indicar los detalles que hay que controlar en el arrollado de la lámina, en el caso máquinas bordadoras con alimentación continua, citando las posibles incidencias que puedan ocasionarse con un amarre erróneo.*

*CE5.7 En un supuesto práctico de colocación de una lámina textil en la máquina bordadora con alimentación continua, donde se aporta una orden de fabricación y el manual de la máquina:*

- *Situar la lámina textil, fijándola al sistema de almacenaje.*
- *Pasar la lámina textil, verificando su tránsito por los cilindros guía y por los tensores.*
- *Ajustar la tensión, comprobando los parámetros indicados.*
- *Fijar la lámina textil al dispositivo de arrollado, verificando su amarre.*

*CE5.8 En un supuesto práctico de colocación de una lámina textil en la máquina bordadora con alimentación manual, donde se aporta una orden de fabricación y el manual de la máquina:*

*- Situar la lámina textil en el aro soporte de fijación, comprobando la posición y la tensión.*

*- Fijar los aros soporte al pantógrafo, verificando el funcionamiento de los cabezales activos.*

*- Ajustar la tensión, comprobando los parámetros indicados.*

**C6:** Aplicar técnicas de ajuste de los parámetros de la máquina bordadora con cabezales, determinando las variables que hay que tener en cuenta para la preparación del proceso.

*CE6.1 Explicar en qué consiste el proceso de bordado, describiendo los elementos operativos de la máquina bordadora con cabezales y la configuración que hay que aplicar en cada caso.*

*CE6.2 Citar los datos que hay que controlar en el programa de bordar, indicando la información que hay que seleccionar en función del diseño de bordado.*

*CE6.3 Describir las escalas de los bordados, indicando la importancia de la selección del tamaño adecuado en función del diseño de bordado.*

*CE6.4 Explicar en qué consiste el pantógrafo, describiendo su funcionamiento en el proceso de bordado.*

*CE6.5 Explicar la manera de programar los cambios de color, indicando las agujas que intervienen en cada caso.*

*CE6.6 Determinar los datos referentes a la preparación de la máquina bordadora con cabezales, indicando la importancia en el proceso.*

*CE6.7 En un supuesto práctico de ajuste de los parámetros de una máquina bordadora con cabezales, donde se aporta una orden de fabricación:*

*- Posicionar el regulador de velocidad, disponiéndolo a las puntadas por minuto indicadas.*

*- Seleccionar el programa de bordar, determinando la información requerida.*

*- Seleccionar la escala del bordado, regulando los parámetros según el tamaño solicitado.*

*- Posicionar el pantógrafo, situándolo en las coordenadas X e Y indicadas.*

*- Verificar la viabilidad del bordado, controlando el recorrido del pantógrafo.*

*- Establecer los cambios de color, asignándolos a cada aguja.*

*- Registrar los datos obtenidos del ajuste de la máquina bordadora con cabezales, anotándolos en la orden de fabricación.*

C7: Aplicar técnicas de realimentación de la máquina bordadora con cabezales, interpretando las instrucciones de la orden de fabricación.

*CE7.1 Determinar las características que hay que verificar en el proceso de bordado con máquina bordadora con cabezales, explicando qué hay que controlar en cada momento.*

*CE7.2 Explicar el protocolo que hay que aplicar en caso de rotura de hilos durante el proceso, citando las posibles incidencias que puedan ocasionarse debido a esta situación.*

*CE7.3 Explicar el protocolo que hay que aplicar en caso de agotamiento de los conos de hilo, citando las posibles incidencias que puedan ocasionarse debido a esta situación.*

*CE7.4 Determinar las características que debe cumplir la lámina textil bordada, indicando los formatos de presentación con máquina de alimentación continua.*

*CE7.5 Explicar el protocolo que hay que seguir en el tratamiento de las canillas y las lanzaderas, citando las posibles incidencias que puedan ocasionarse en caso de relleno y/o agotamiento de las mismas.*

*CE7.6 Explicar el protocolo que hay que seguir en el tratamiento de los aros de sujeción de la máquina bordadora con alimentación manual, reflejando la importancia de su sustitución.*

*CE7.7 En un supuesto práctico de realimentación de la máquina bordadora con alimentación continua, donde se aporta una orden de fabricación:*

*- Revisar el género, verificándolo con la máquina en marcha.*

*- Parar la máquina en el caso de detección de defectos, reparándolos.*

*- Reenfilarse los hilos en caso de rotura y parada del paraurdimbres, accionando la máquina de nuevo una vez reestablecido.*

*- Sustituir los conos de hilos agotados, mediante anudado a la reserva del cono en uso.*

*- Enrollar el producto acolchado, cortándolo una vez se complete la longitud preestablecida en la orden de fabricación.*

*- Verificar el relleno de las canillas vacías, almacenándolas hasta su uso en el remplazo de las gastadas.*

*- Retirar las lanzaderas con las canillas agotadas, reemplazándolas por otras cargadas.*

- Registrar los datos obtenidos del proceso de bordado, anotándolos en la orden de fabricación.

*CE7.8 En un supuesto práctico de realimentación de la máquina bordadora con alimentación manual, donde se aporta una orden de fabricación:*

- Revisar el género, verificándolo con la máquina en marcha.

- Parar la máquina en el caso de detección de defectos, reparándolos.

- Reenfiar los hilos en caso de rotura y parada del paraurdimbres, accionando la máquina de nuevo una vez reestablecido.

- Sustituir los conos de hilos agotados, mediante anudado a la reserva del cono en uso.

- Verificar el relleno de las canillas vacías, almacenándolas hasta su uso en el replazo de las gastadas.

- Retirar las lanzaderas con las canillas agotadas, remplazándolas por otras cargadas.

- Reemplazar los aros de sujeción, sustituyéndoles para iniciar un nuevo proceso.

- Registrar los datos obtenidos del proceso de bordado, anotándolos en la orden de fabricación.

C8: Aplicar técnicas de mantenimiento de primer nivel de máquinas bordadoras con cabezales, interpretando las instrucciones del manual técnico.

*CE8.1 Definir las operaciones de mantenimiento, engrase, limpieza y conservación de las máquinas bordadoras con cabezales, describiendo su importancia en el proceso.*

*CE8.2 Establecer un protocolo para el mantenimiento de las máquinas bordadoras con cabezales, organizando la lista de tareas y reconociendo el plan de seguridad.*

*CE8.3 Reconocer los defectos y fallos que pueden causar agujas o pletinas rotas o dobladas, indicando la manera de sustituirlas.*

*CE8.4 Citar posibles incidencias que puedan ocasionarse en el proceso de bordado con máquina con cabezales, razonando las soluciones y la forma de afrontarlas.*

*CE8.5 En un supuesto práctico de mantenimiento de primer nivel de máquinas bordadoras con cabezales, donde se aportan especificaciones técnicas:*

- Identificar el tipo de mantenimiento requerido, controlando los órganos operativos con la máquina parada.

- Verificar el estado de los elementos operativos de las máquinas bordadoras con cabezales, decidiendo la actuación de mantenimiento necesaria.

- Sustituir las agujas o pletinas defectuosas, parando la máquina.

- Registrar los datos del proceso, anotándolos en el libro de mantenimiento.

**Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo:**

C1 respecto a CE1.6 y CE1.7; C2 respecto a CE2.4; C3 respecto a CE3.4; C4 respecto a CE4.4; C5 respecto a CE5.7 y CE5.8; C6 respecto a CE6.7; C7 respecto a CE7.7 y CE7.8 y C8 respecto a CE8.5.

Otras capacidades:

Finalizar el trabajo atendiendo a criterios de idoneidad, rapidez, economía y eficacia.

Ejecutar correctamente las instrucciones que recibe, responsabilizándose de la labor que desarrolla dentro de su ámbito competencial.

Mantener el área de trabajo con el grado de orden y limpieza requerido por la organización.

Trasmitir información con claridad, de manera ordenada, estructurada, clara y precisa, respetando los canales establecidos en la organización.

Adaptarse a la organización, a sus cambios organizativos y tecnológicos, así como a situaciones o contextos nuevos.

Aplicar de forma efectiva el principio de igualdad de trato y no discriminación en las condiciones de trabajo entre mujeres y hombres.

**Contenidos:**

**1. Hilos para el bordado industrial**

Tipos de hilos.

Hilos principales e hilos secundarios.

Características de los hilos en función de su uso.

**2. La máquina bordadora con cabezales**

Tipos de máquinas bordadoras en función del número de cabezales.

Elementos operativos de la máquina bordadora con cabezales.

Elementos auxiliares (fileta, cabezal de bordado, barras soporte de agujas, enrolladores, parahilos, entre otros).

La función del pantógrafo.

Características de los productos bordados en función del número de cabezales.

**3. Colocación de las agujas en la máquina bordadora con cabezales**

Tipos de agujas y soportes de agujas.

Estado óptimo de las agujas para su utilización.

Posición de las agujas para iniciar el proceso.

Reciclaje de las agujas.

#### **4. Enhebrado de la máquina bordadora con cabezales**

Los órganos de guía y control.

Ajustes de tensión y puntada.

Enhebrado de la aguja.

#### **5. Alimentación de la máquina bordadora con cabezales**

Sistema de almacenaje y alimentación.

Ajuste de los parámetros.

Fijación de la lámina textil.

#### **6. Ajuste de los parámetros de la máquina bordadora con cabezales:**

Interpretación de diseños de bordado.

Regulación de la velocidad.

Configuración del programa de bordado.

La escala de bordado.

Posición del pantógrafo.

Distribución de los hilos por color a cada aguja.

#### **7. Proceso de bordado industrial con cabezales**

Diferencia entre máquina bordadora con alimentación continua y alimentación manual.

Normas básicas de seguridad y controles previos a la puesta en marcha.

Normas básicas de seguridad durante la producción.

Funcionamiento de la máquina (realimentación, marcha, paro, entre otros).

Control de calidad durante el funcionamiento.

Defectos que pueden detectarse por el mal funcionamiento y la manera de subsanarlos.

Elementos que hay que controlar en el proceso de bordado.

Protocolo de seguridad en el mantenimiento de primer nivel de las máquinas.

Operaciones de lubricación, limpieza y conservación.

Sustitución de elementos operativos en el mantenimiento de primer nivel de las máquinas.

**Parámetros de contexto de la formación:**

**Espacios e instalaciones:**

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller de 5 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

**Perfil profesional del formador o formadora:**

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con la realización de bordados industriales con cabezales, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

**MÓDULO FORMATIVO 4: TÉCNICAS DE BORDADO INDUSTRIAL CON MÁQUINA VERTICAL**

**Nivel: 2**

**Código: MF2533\_2**

**Asociado a la UC: Realizar bordados industriales con máquina vertical**

**Duración: 180 horas**

**Capacidades y criterios de evaluación:**

C1: Aplicar técnicas de colocación de agujas para preparar la máquina bordadora vertical, interpretando el patrón de bordado establecido.

*CE1.1 Enumerar los elementos operativos de la máquina bordadora vertical, describiendo la función que ejerce cada uno de ellos.*

*CE1.2 Describir las características de las agujas de la máquina bordadora vertical, indicando el estado que deben tener para su utilización.*

*CE1.3 Indicar el protocolo que hay que aplicar en caso de las agujas que no se van a utilizar y los soportes vacíos, citando las posibles incidencias que puedan ocasionarse debido a esta situación.*

*CE1.4 Explicar el funcionamiento de la máquina bordadora vertical, indicando los datos que hay que controlar en el proceso de bordado.*

*CE1.5 Especificar el estado final que deben adoptar los dispositivos de la máquina bordadora vertical, justificando su importancia en la reanudación del proceso.*

*CE1.6 En un supuesto práctico de colocación de las agujas en la máquina bordadora vertical, donde se aporta una orden de fabricación:*

- Colocar las barras soporte en la posición de máxima altura, permitiendo la inserción de las agujas.*
- Comprobar el estado de las agujas, sustituyendo las deterioradas.*
- Retirar las agujas que no se utilicen, almacenándolas.*
- Bloquear los soportes que no se vayan a utilizar, asegurando que no se pierdan las piezas.*
- Accionar la máquina manualmente, verificando que las agujas no rocen con otras piezas.*
- Posicionar de nuevo las barras de agujas, comprobando que permanece en la máxima altura.*

**C2:** Aplicar técnicas de colocación del rollo de la lámina textil para alimentar la máquina bordadora vertical, indicando los elementos por donde debe pasar.

*CE2.1 Explicar la colocación de la lámina textil sobre el sistema de alimentación de la máquina bordadora vertical, esquematizando la actividad.*

*CE2.2 Describir los elementos por donde debe pasar la lámina textil en la máquina bordadora vertical, explicando la función que aporta al proceso cada uno de ellos.*

*CE2.3 Describir el proceso de fijación de la lámina textil a la máquina bordadora, determinando la manera de tensado.*

*CE2.4 Reconocer los parámetros que hay que regular en la colocación de la lámina, justificando su configuración en cada caso.*

*CE2.5 En un supuesto práctico de colocación de una lámina textil en la máquina bordadora vertical, donde se aporta una orden de fabricación y el manual de la máquina:*

- Situar el rollo de la lámina textil, colocándolo entre el rodillo superior y el inferior.*

- Pasar la lámina textil, verificando su tránsito por los rodillos guía y controlando su estiramiento.

- Ajustar la lámina sobre los rodillos soporte, tensándola vertical y horizontalmente.

- Comprobar la perpendicularidad de la urdimbre y la trama de la lámina textil, verificando que las orillas estén paralelas a la barra de agujas.

C3: Aplicar técnicas de preparación de la máquina bordadora vertical, indicando los órganos operativos por donde deben pasar los hilos.

*CE3.1 Indicar la posición de los conos en el montaje de la fileta de la máquina bordadora vertical, reconociendo los elementos por donde deben pasar los hilos para su enfilado.*

*CE3.2 Describir el proceso de enfilado de la máquina bordadora vertical, identificando los órganos de guía y control por donde deben pasar los hilos.*

*CE3.3 Reconocer los parámetros que hay que regular en el enfilado, indicando los elementos que hay que manipular para obtener una puntada homogénea.*

*CE3.4 Enumerar los detalles que hay que controlar en el enhebrado, indicando los requisitos que hay que tener en cuenta para realizar la costura.*

*CE3.5 Explicar la preparación de las canillas para la máquina bordadora vertical, esquematizando el tránsito de los hilos por los órganos tensores.*

*CE3.6 Determinar la posición de trabajo de las lanzaderas, indicando los requisitos que hay que tener en cuenta para realizar el punto de bordado.*

*CE3.7 En un supuesto práctico de preparación de la máquina bordadora vertical, donde se aporta una orden de fabricación, manual de la máquina y conos de hilos:*

*- Colocar los conos en los soportes de la fileta, pasando los hilos por el sistema de frenado.*

*- Enfilar los hilos, verificando que pasan por los órganos guía y control.*

*- Regular la tensión, comprobando la homogeneidad de la puntada.*

*- Enhebrar la aguja cosedora, en función de las instrucciones.*

*- Fijar el final de los hilos al muelle soporte, controlando que no se despasen.*

C4: Aplicar técnicas de ajuste de los parámetros de la máquina bordadora vertical, determinando las variables que hay que tener en cuenta para la preparación del proceso.

*CE4.1 Explicar en qué consiste el proceso de bordado, describiendo los elementos operativos de la máquina bordadora vertical y la configuración que hay que aplicar en cada caso.*

*CE4.2 Establecer los datos que hay que controlar en el programa de bordar, indicando la información que hay que seleccionar en función del diseño de bordado.*

*CE4.3 Explicar en qué consiste el pantógrafo, describiendo su funcionamiento en el proceso de bordado en máquina vertical.*

*CE4.4 Explicar la manera de programar los cambios de color, indicando las agujas que intervienen en cada caso.*

*CE4.5 Determinar los datos referentes a la preparación de la máquina bordadora vertical, indicando la importancia en el proceso.*

*CE4.6 En un supuesto práctico de ajuste de los parámetros de máquina bordadora vertical, donde se aporta una orden de fabricación:*

- Posicionar el regulador de velocidad, disponiéndolo a las puntadas por minuto indicadas.*
- Seleccionar el programa de bordar, determinando la información requerida.*
- Posicionar el pantógrafo, situándolo en las coordenadas X e Y indicadas.*
- Verificar la viabilidad del bordado, controlando el recorrido del pantógrafo.*
- Establecer los cambios de color, asignándolos a cada aguja.*
- Registrar los datos obtenidos del ajuste de la máquina bordadora vertical, anotándolos en la orden de fabricación.*

**C5:** Aplicar técnicas de accionamiento de la máquina bordadora vertical, interpretando las instrucciones de la orden de fabricación.

*CE5.1 Determinar las características que hay que verificar en el proceso de bordado con máquina bordadora vertical, explicando qué hay que controlar en cada momento.*

*CE5.2 Explicar el protocolo que hay que aplicar en caso de rotura de hilos durante el proceso, citando las posibles incidencias que puedan ocasionarse debido a esta situación.*

*CE5.3 Explicar el protocolo que hay que aplicar en caso de agotamiento de los conos de hilo, citando las posibles incidencias que puedan ocasionarse debido a esta situación.*

*CE5.4 Explicar el protocolo que hay que seguir en el tratamiento de las canillas y las lanzaderas, citando las posibles incidencias que puedan ocasionarse en caso de relleno y/o agotamiento de las mismas.*

*CE5.5 Exponer los requerimientos necesarios para la extracción del rollo con la lámina textil bordada, indicando la necesidad de ayuda de otro personal.*

*CE5.6 Determinar los datos referentes al control del proceso de bordado con máquina vertical, indicando su importancia.*

*CE5.7 En un supuesto práctico de accionamiento de la máquina bordadora vertical, donde se aporta una orden de fabricación:*

- *Revisar el bordado, verificándolo con la máquina en marcha.*
- *Parar la máquina en el caso de detección de defectos, reparándolos.*
- *Reenfiler los hilos en caso de rotura y parada del paraurdimbres, accionando la máquina de nuevo una vez reestablecido.*
- *Sustituir los conos de hilos agotados, controlando la alimentación de la máquina y evitando su parada por desenfilado*
- *Verificar el relleno de las canillas vacías, almacenándolas hasta su uso en el reemplazo de las gastadas.*
- *Retirar las lanzaderas con las canillas agotadas, reemplazándolas por otras cargadas.*
- *Extraer el rollo con la lámina bordada del rodillo inferior, utilizando medios mecánicos o con ayuda de otro personal.*
- *Registrar los datos obtenidos del proceso de bordado, anotándolos en la orden de fabricación.*

**C6:** Aplicar técnicas de mantenimiento de primer nivel de la máquina bordadora vertical, interpretando las instrucciones del manual técnico.

*CE6.1 Definir las operaciones de mantenimiento, engrase, limpieza y conservación de la máquina bordadora vertical, describiendo su importancia en el proceso.*

*CE6.2 Establecer un protocolo para el mantenimiento de la máquina bordadora vertical, organizando la lista de tareas y reconociendo el plan de seguridad.*

*CE6.3 Reconocer los defectos y fallos que pueden causar agujas rotas o dobladas, indicando la manera de sustituirlas.*

*CE6.4 Citar posibles incidencias que puedan ocasionarse en el proceso de bordado con máquina vertical, razonando las soluciones y la forma de resolverlas.*

*CE6.5 En un supuesto práctico de mantenimiento de primer nivel de la máquina bordadora vertical, donde se aportan especificaciones técnicas:*

- *Identificar el tipo de mantenimiento requerido, controlando los órganos operativos con la máquina parada.*
- *Verificar el estado de los elementos operativos de la máquina bordadora vertical, decidiendo la actuación de mantenimiento necesaria.*

- *Sustituir las agujas defectuosas, parando la máquina.*

- *Registrar los datos del proceso, anotándolos en el libro de mantenimiento.*

**Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo:**

C1 respecto a CE1.6; C2 respecto a CE2.5; C3 respecto a CE3.7; C4 respecto a CE4.6; C5 respecto a CE5.7 y C6 respecto a CE6.5.

Otras capacidades:

Finalizar el trabajo atendiendo a criterios de idoneidad, rapidez, economía y eficacia.

Ejecutar correctamente las instrucciones que recibe, responsabilizándose de la labor que desarrolla dentro de su ámbito competencial.

Mantener el área de trabajo con el grado de orden y limpieza requerido por la organización.

Trasmitir información con claridad, de manera ordenada, estructurada, clara y precisa, respetando los canales establecidos en la organización.

Adaptarse a la organización, a sus cambios organizativos y tecnológicos, así como a situaciones o contextos nuevos.

Aplicar de forma efectiva el principio de igualdad de trato y no discriminación en las condiciones de trabajo entre mujeres y hombres.

**Contenidos:**

**1. La máquina bordadora vertical**

Tipos de máquinas bordadoras verticales.

Elementos operativos de la máquina bordadora vertical.

Elementos auxiliares (fileta, barras soporte de agujas, enrolladores, parahilos, entre otros).

La función del pantógrafo.

Características de los productos bordados.

**2. Colocación de las agujas en la máquina bordadora vertical**

Tipos de agujas y soportes de agujas.

Estado de las agujas para su utilización.

Posición de las agujas para iniciar el proceso.

Reciclaje de las agujas.

**3. Alimentación y preparación de la máquina bordadora vertical**

Características de la fileta de la máquina bordadora vertical.

Tipos de soportes y su función en el proceso.

Elementos que componen la fileta.

Alimentación de la máquina bordadora vertical.

Fijación de la lámina textil.

El enhebrado.

#### **4. Ajuste de los parámetros de la máquina bordadora vertical:**

Regulación de la velocidad.

El programa de bordado y su configuración.

Posición y control del pantógrafo.

Distribución de los hilos por color a cada aguja.

#### **5. Proceso de bordado con máquina bordadora vertical**

Normas básicas de seguridad y controles previos a la puesta en marcha.

Normas básicas de seguridad durante la producción.

Funcionamiento de la máquina (realimentación, marcha, paro, entre otros).

Control de calidad durante el funcionamiento.

Trabajos de preparación y evacuación susceptibles de realizar durante el trabajo activo de la máquina.

Extracción del rollo bordado.

#### **6. Mantenimiento de primer nivel de la máquina bordadora vertical**

Protocolo de seguridad en el mantenimiento de las máquinas.

Operaciones de lubricación, limpieza y conservación.

Sustitución de elementos operativos.

#### **Parámetros de contexto de la formación:**

##### **Espacios e instalaciones:**

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller de 5 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

**Perfil profesional del formador o formadora:**

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con la realización de bordados industriales con máquina vertical, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.

- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

**ANEXO II****Cualificación profesional: Mantenimiento aeromecánico de aviones con motor de pistón****Familia Profesional: Transporte y Mantenimiento de Vehículos****Nivel: 3****Código: TMV761\_3****Competencia general**

Realizar el mantenimiento programado y no programado en los aviones con motor de pistón, de la planta de potencia, hélices, los sistemas de la aeronave, sus componentes y estructura, en actividades de mantenimiento en línea, mantenimiento en base, fabricación, ensamblaje y talleres de componentes, interpretando los manuales de mantenimiento de la aeronave y componentes, documentación técnica de los fabricantes, órdenes de trabajo, directivas de aeronavegabilidad y partes de vuelo, así como normativa aplicable emitida por las Autoridades de Aviación Civil y Militar, nacionales e internacionales, la agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA), utilizando la lengua inglesa cuando proceda, cumpliendo el plan de prevención sobre riesgos laborales y medioambientales y, participando en la gestión del mismo, colaborando y/o controlando partes de su logística, decidiendo en ciertos casos sobre las condiciones de puesta en servicio tanto de la aeronave en su conjunto, como de sus componentes; todo ello sin perjuicio de lo establecido en la normativa sectorial vigente.

**Unidades de competencia**

**UC2534\_3:** Mantener/ reparar los motores de pistón de aeronaves y sus sistemas de indicación

**UC2535\_3:** Mantener/ reparar las hélices y sus sistemas de indicación

**UC2536\_3:** Mantener/ reparar los componentes del sistema de combustible y sistemas auxiliares de aviones con motor de pistón

**UC2537\_3:** Mantener/reparar los sistemas hidráulicos, neumáticos y aire acondicionado en aeronaves con motor de pistón

**UC2538\_3:** Mantener/reparar los mandos de vuelo y tren de aterrizaje de aviones con motor de pistón

**UC2539\_3:** Mantener/reparar la estructura y la célula de aeronaves

**UC2540\_3:** Mantener los sistemas eléctricos, de aviónica y a bordo de las aeronaves

## Entorno Profesional

### Ámbito Profesional

Desarrolla su actividad profesional en el sector Aeronáutico, en una organización de mantenimiento y reparación de aviones con motor de pistón, en entidades de naturaleza pública o privada, en empresas de cualquier tamaño, tanto por cuenta propia como ajena con independencia de su forma jurídica. Desarrolla su actividad dependiendo, en su caso, funcional y/o jerárquicamente de un superior. Puede tener personal a su cargo en ocasiones, por temporadas o de forma estable. Su actividad profesional está sometida a regulación y evaluación continua. En el desarrollo de la actividad profesional se aplican los principios de accesibilidad universal y diseño universal o diseño para todas las personas de acuerdo con la normativa aplicable.

### Sectores Productivos

Se ubica en el sector productivo del transporte aéreo (personas y mercancías), tanto para la aviación general y militar, en el subsector de mantenimiento y reparación, construcción y ensamblaje de aeronaves.

### Ocupaciones y puestos de trabajo relevantes

*Los términos de la siguiente relación de ocupaciones y puestos de trabajo se utilizan con carácter genérico y omnicomprensivo de mujeres y hombres.*

Responsables de almacén y logística para el mantenimiento aeronáutico (con o sin licencia EASA parte 66)

Técnicos de mantenimiento aeronáutico (con licencia EASA parte 66 con subcategoría b1.2 y certificador autorizado por la organización de mantenimiento parte 145)

Técnicos de mantenimiento aeronáutico (con licencia EASA parte 66 con subcategoría b1.2 y sin capacidad certificadora)

Técnicos de mantenimiento aeronáutico (con licencia EASA parte 66 con subcategoría a2 y certificador autorizado por la organización de mantenimiento parte 145)

Jefes de equipo de mantenimiento de base (hangar), mantenimiento de línea (rampa), motores, taller de accesorios o taller de ensayos no destructivos de avión con motor de pistón (con licencia EASA parte 66 con subcategoría b1.2 y certificador autorizado por la organización de mantenimiento parte 145, o sin licencia EASA parte 66)

Jefes de producción de mantenimiento de base (hangar), mantenimiento de línea (rampa), motores, taller de accesorios o taller de ensayos no destructivos de avión con motor de

pistón (con licencia EASA parte 66 con subcategoría b1.2 y certificadores autorizados por la organización de mantenimiento EASA parte 145)

Técnicos de mantenimiento aeronáutico (sin licencia EASA parte 66)

## **Formación Asociada (2.400 horas)**

### **Módulos Formativos**

**MF2534\_3:** Mantenimiento/repación de los motores de pistón de aeronaves y sus sistemas de indicación (490 horas)

**MF2535\_3:** Mantenimiento/repación de las hélices y sus sistemas de indicación (240 horas)

**MF2536\_3:** Mantenimiento/repación de los componentes del sistema de combustible y sistemas auxiliares de aviones con motor a pistón (390 horas)

**MF2537\_3:** Mantenimiento/repación de los sistemas hidráulicos, neumáticos y aire acondicionado en aeronaves con motor de pistón (390 horas)

**MF2538\_3:** Mantenimiento/repación de los mandos de vuelo y tren de aterrizaje de aviones con motor de pistón (390 horas)

**MF2539\_3:** Mantenimiento/repación de la estructura y la célula de aeronaves (270 horas)

**MF2540\_3:** Mantenimiento de los sistemas eléctricos, de aviónica y a bordo de las aeronaves (230 horas)

## **UNIDAD DE COMPETENCIA 1: MANTENER/REPARAR LOS MOTORES DE PISTÓN DE AERONAVES Y SUS SISTEMAS DE INDICACIÓN**

**Nivel: 3**

**Código: UC2534\_3**

### **Realizaciones profesionales y criterios de realización:**

RP1: Realizar el mantenimiento programado del motor de pistón de la aeronave, conducción de potencia, indicadores, compuertas, realizando comprobación de niveles, inspecciones y pruebas operacionales según horas de vuelo, calendario de reemplazo o sustitución de elementos defectuosos, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave y rellenando el certificado del procedimiento de mantenimiento en las operaciones con la aeronave.

CR1.1 Los capots (cowlings), mamparos (bulkheads, baffle seals), trampillas (cow flaps) y diversos accesos al motor se abren, asegurándolos en la posición en la que tengamos acceso a la unidad, verificando visualmente que su estructura no esté defectuosa (deformaciones, golpes, grietas, pérdida de remaches, entre otros), comprobando holguras, desalineaciones y asegurado con los equipos y accesorios (latches, tornillos de media vuelta, dinamómetro, galgas, calibre, entre otras), siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave, ajustándolas, reparándolas o sustituyéndolas en cada caso, para garantizar la posición y la ventilación del motor en vuelo.

CR1.2 La cantidad de aceite del motor se verifica, comprobando que se encuentra dentro de los límites indicados en el visor, asegurando con la mano el tapón de llenado y observando que la bandeja de pérdidas no tiene restos de fluido hidráulico, asegurando la lubricación del grupo propulsor.

CR1.3 El aceite del motor se sustituye, quitando el tapón de vaciado, drenándolo y verificando el color y la existencia de posibles partículas mediante la apertura del filtro de aceite, reponiendo el tapón y junta apretando con un torquímetro, rellenando de nuevo e instalando un nuevo filtro de aceite, asegurando el engrase de las piezas móviles del motor.

CR1.4 Los herrajes, pernos, tuercas y frenos y/o sistema anti-vibración (silent-block) que componen la estructura que sujeta el motor a la aeronave (pylon, engine mount) se comprueba visualmente, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave, observando ausencia de grietas, golpes, fricciones, corrosiones, entre otros, sustituyendo los que se encuentran en mal estado, asegurando la fijación del motor a la aeronave.

CR1.5 El pylon o engine mount, se verifica visualmente por grietas, rozaduras, marcas o indicios de corrosión, observando que sus drenajes no están obstruidos, limpiando o sustituyendo en cada caso, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR1.6 Los filtros de aire de la unidad se verifican visualmente, observando que están exentos de suciedad excesiva, soplando y limpiando en cada caso, sustituyendo por tiempo o deterioro prematuro, siguiendo las instrucciones marcadas en el Manual de Mantenimiento del fabricante.

CR1.7 El alternador se verifica visualmente, comprobando el cableado, la fijación al motor, posibles rozaduras y ruidos inusuales, abriéndolo para sustituir los cojinetes y escobillas por tiempo o deterioro prematuro, siguiendo las instrucciones marcadas en el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR1.8 La puesta en marcha (Starter) se verifica visualmente, comprobando que el cableado no se encuentra suelto o rozado, que el piñón y la corona dentada no estén dañados y asegurando la continuidad eléctrica del relé, siguiendo las instrucciones marcadas en el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR1.9 El sistema de escape se verifica visualmente, comprobando que esté sujeto, sin grietas ni fugas, con todas sus tuercas y abrazaderas y comprobando con un pie de rey que el espesor de los tubos se encuentra dentro de los límites dados por el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

RP2: Realizar el mantenimiento programado y no programado de los cárteres y cilindros de la aeronave, realizando inspecciones y pruebas operacionales según horas de vuelo, calendario de reemplazo o sustitución de elementos defectuosos, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR2.1 Los cárteres y cilindros, sus alojamientos e insertos se limpian de residuos de carbonilla, utilizando un cepillo de alambres y producto desengrasante (PD), secando con aire comprimido y verificando grietas, desgastes, entre otras, reparando o sustituyendo en cada caso.

CR2.2 Los cárteres se verifican comprobando su planitud, utilizando los equipos de prueba y medida (bancada, calas, mármol, equipo de diagnóstico infrarrojos, entre otros), comprobando las diferencias de altura en los ejes X/Y/Z, controlando que las desviaciones del equipo de infrarrojos o de la aguja del reloj comparador no sobrepasen las marcadas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, planificándolos en cada caso para mantener el acoplamiento del motor, de acuerdo al Manual de Mantenimiento del Motor.

CR2.3 Las canalizaciones internas de los cárteres se comprueban visualmente con los equipos de comprobación (boroscopio o equipo de ultrasonidos), observando que no hay grietas, fisuras, erosiones, corrosión, entre otras, valorando los límites de desgaste, reparando o cambiando en cada caso.

CR2.4 Las guías de válvula, los asientos del árbol de levas, entre otras, se verifican con los útiles de prueba y medida (micrómetros de exteriores, interiores, reloj comparador, alexómetro, entre otros), observando el ovalamiento, conicidad y desgastes producidos por rozamiento, falta de lubricación o alta temperatura, rectificando, cambiando o sustituyendo los elementos o cilindros completos.

CR2.5 El acoplamiento de cada cilindro con el cárter se verifica visualmente, comprobando que no tiene fugas de aceite, daños, grietas o deterioro físico producidos por las elevadas temperaturas y presiones (diferencias de tono, poros, entre otros), observando manchas, pérdidas de aire de hermetización y sonidos irregulares por el sello, sustituyendo en cada caso los elementos deteriorados, utilizando herramienta común (llave de vaso, llaves fijas, de codo, torquímetro, entre otras) y extractores, lubricando el nuevo y montándolo en su alojamiento, comprobando la compresión del motor.

CR2.6 Los cilindros se montan en los semicárteres cambiando las tuercas o los tornillos de unión en cada caso, engrasándolos y apretándolos según el par y secuencia de apriete indicado en el manual de Mantenimiento de la aeronave, utilizando torquímetros, entre otros, asegurando la hermeticidad del conjunto.

RP3: Realizar el mantenimiento programado y no programado de las válvulas del motor de pistón de la aeronave, realizando inspecciones y pruebas operacionales según horas de vuelo, calendario de reemplazo o sustitución de elementos defectuosos, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR3.1 Las válvulas se limpian con aceite viscoso volátil (WD40) que protege frente a la humedad y un cepillo de alambres, quitando la carbonilla bituminosa, examinando visualmente daños de abrasión o corrosión, rectificando o sustituyendo en cada caso siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR3.2 Las válvulas de admisión y escape se verifican visualmente y con los útiles de prueba y medida (micrómetro, reloj comparador, calibre, entre otras), observando el desgaste de la cola de válvula y el asiento, rectificando con la pasta de esmeril o sustituyendo en cada caso, asegurando la estanqueidad en el orificio de entrada y salida de gases.

CR3.3 Los muelles de válvula se verifican, comprobando el diámetro de las espiras, longitud y elasticidad, utilizando el comprobador de muelles, calibre, micrómetro, regla, entre otras, asegurando la subida y bajada, sustituyendo en cada caso.

CR3.4 Las ranuras de las escotaduras de las válvulas se verifican, observando que no tienen rebabas y están exentas de daños, asegurando la cazoleta y el muelle a la cola de válvula.

CR3.5 Los asientos de válvula se verifican con el test de depresión, observando fugas, esmerilando el apoyo en caso de pérdida, utilizando pasta de esmeril y una ventosa con mango.

RP4: Realizar el mantenimiento programado y no programado de pistones, cilindros, balancines, segmentos, y tuberías del motor, realizando inspecciones, pruebas operacionales según horas de vuelo, calendario de reemplazo o sustitución de elementos defectuosos, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR4.1 Los segmentos del pistón se verifican, midiendo su desgaste en las zonas que indique el Manual de Mantenimiento de la aeronave, utilizando los equipos de prueba y medida (galgas, micrómetro, reloj comparador y calibres), sustituyendo por paquetes completos y en función de la camisa del pistón utilizando el alicate de instalación para montarlos, asegurando la compresión y el engrase del cilindro.

CR4.2 Los pistones y bielas se verifican, observando desgastes (ovalamiento y conicidad) de la cabeza, falda, bulón, casquillos de cabeza y pie de biela, entre otros, utilizando los equipos de prueba y medida (galgas, micrómetro, reloj comparador, alexómetro y calibres), sustituyendo los elementos deteriorados teniendo en cuenta las marcas de color en la base de los cilindros (naranja cromado o azul nitrurado), para asegurar el funcionamiento del motor.

CR4.3 Los balancines se verifican, comprobando que los ejes no tienen juego axial y el diámetro de los orificios no están desgastados, utilizando las galgas de espesores, micrómetros de exteriores e interiores, entre otros, observando los orificios de lubricación, asegurando la apertura y cierre de la válvula.

CR4.4 Los empujadores o taqués se verifican visualmente, observando el desgaste midiendo las zonas y elementos de rozamiento (discos, bola, placa, entre otros), utilizando una luz e iluminando las superficies, observando el desgaste del asiento, realizando comprobaciones en profundidad (medidas con micrómetro o galgas de espesores, entre otras), siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave, asegurando la sincronía de válvulas.

CR4.5 Los cilindros se verifican visualmente, observando que las Aletas de refrigeración no tienen grietas, no se encuentran dobladas, curvadas o rotas y que el cordón de silicona de aviso de mal funcionamiento no se encuentra deteriorado, sustituyendo en cada caso.

CR4.6 El interior de los cilindros del motor de pistón se revisa, controlando desgastes en la camisa del émbolo, utilizando el equipo de prueba y medida (micrómetro, alexómetro, calibre, reloj comparador, entre otros), midiendo el ovalamiento y la conicidad del orificio a lo largo de la carrera del pistón, comparando los datos con los recogidos en el Manual de Mantenimiento de la aeronave y reparándolo, enviándolo al taller de Overhaul para su rectificación o cambiándolo por uno nuevo en cada caso, asegurando la compresión del motor.

CR4.7 El cigüeñal del motor se revisa, controlando el desgaste del eje y la muñequilla, utilizando el equipo de prueba y medida (micrómetro, calibre, reloj comparador,

calas y mármol, entre otros), midiendo el desgaste y comparando los datos con los recogidos en el Manual de Mantenimiento de la aeronave, observando que los orificios de engrase no se encuentran obstruidos y reparando enviándolo al taller de Overhaul para rectificación y E.N.D. o cambiándolo por uno nuevo en cada caso, asegurando el movimiento de los cilindros.

RP5: Realizar el mantenimiento programado y no programado del sistema de encendido y sistema de refrigeración del motor de pistón de la aeronave, realizando inspecciones o pruebas operacionales según horas de vuelo, calendario de reemplazo o elementos defectuosos, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR5.1 El cableado y el revestimiento ignífugo del sistema de encendido se comprueba visualmente, observando que el cableado se encuentra aislado, sin fisuras ni deterioros en las capas del revestimiento, reparando o sustituyendo el cableado deteriorado por uno nuevo, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR5.2 Los paneles del sistema eléctrico se verifican visualmente, observando que no tienen signos de deterioro (óxidos, roturas o desajustes), sustituyendo o reparando en cada caso, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR5.3 Los elementos del sistema de encendido (batería (-s), cables, bujías, reforzadores de chispa, calentadores, entre otros) se verifican, comprobando visualmente y/o usando un polímetro entre otros, verificando la ausencia de corrosión en los electrodos de la batería, rozamiento en los cables, que los electrodos de las bujías no están gastados y que la corriente circula en el sistema, asegurando la alimentación eléctrica del motor.

CR5.4 Los platinos de las magnetos se inspeccionan visualmente, observando el desgaste en sus contactos con los útiles adecuados (galgas de espesores, micrómetro o calibre), cambiándolos si superan los límites establecidos en el manual de la aeronave o cada ciertas horas de vuelo, realizando un reglaje de engranajes interno y sobre el motor, usando un timing-light según las marcas del plato del motor, comprobando operacionalmente que con el motor funcionando, las revoluciones del motor bajan por igual en ambas magnetos individualmente y aumentan cuando seleccionamos ambas a la vez, asegurando la energía necesaria para la ignición durante el vuelo.

CR5.5 Las magnetos BOTH se encienden a través de los interruptores, comprobando que al pasar de LEFT o RIGHT no se produce una caída superior a 200 r.p.m. (según el Manual de Mantenimiento de la aeronave) y que la diferencia de una y otra magneto no es superior a 50 r.p.m., reparando o sustituyendo las magnetos en cada caso, para asegurar el salto de la chispa.

CR5.6 El radiador del motor y/o del aceite se comprueba visualmente, verificando que las aletas refrigerantes no tienen deformaciones ni fugas de fluido (líquido refrigerante o aceite), utilizando un comprobador de estanqueidad para encontrar las fugas si las tuviera, cambiando el radiador si la reparación no fuese posible con sellantes o soldadura, asegurando la refrigeración del motor.

CR5.7 Las bujías de gran capacidad se verifican visualmente, observando que no tienen daños y que están marcadas con pintura de verificación (amarilla o naranja)

en las aletas de la culata, entre la bujía y la caja de balancines, asegurando el salto de la chispa, sustituyendo en cada caso por deterioro o tiempo.

RP6: Realizar la preservación y despreservación de motores por inactividad, desmontando y montando el motor y sus accesorios, realizando los ajustes y pruebas operacionales siguiendo las instrucciones de los Manuales de Mantenimiento de la Aeronave y del Motor.

CR6.1 El motor se preserva drenando el aceite y sustituyéndolo por aceite preservante, protegiéndolo de la corrosión y el deterioro.

CR6.2 Las bujías de ignición, los motores y sus accesorios se protegen de la humedad sustituyéndolas por bujías de sales desecantes y con saquitos de sales desecantes para evitar la corrosión de los elementos.

CR6.3 El motor se desmonta de la aeronave con la ayuda de una grúa, desmontando la hélice, desconectando todo el cableado eléctrico, transmisores de torque, de rpm, temperatura y soltando los pernos que lo unen a la estructura de soporte en la aeronave, siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la aeronave y Motor.

CR6.4 El motor se monta en la aeronave con la ayuda de una grúa, sustituyendo pernos y silent blocks, comprobándolos dimensionalmente mediante pie de rey y por grietas mediante Ensayos No Destructivos, observando que el estado de la estructura está libre de daños por desgaste, grietas, golpes o corrosión, aplicando el par de apriete y comprobando la continuidad del cableado eléctrico, instalando la hélice, spinner y governors, siguiendo las indicaciones de los manuales de los fabricantes de aeronave y motor.

CR6.5 El motor se despreserva drenando el aceite preservante, quitando las bujías de sales y retirando los saquitos desecantes, añadiendo el aceite recomendado para el rodaje y reponiendo las bujías de ignición.

CR6.6 El sistema de ignición se ajusta mediante el calado de las magnetos, comprobando fugas de aceite y combustible, ajustando las palancas de control del gobernador, del acelerador, de la mezcla y del control de la calefacción del carburador, realizando pruebas operacionales, siguiendo las indicaciones de los Manuales de Mantenimiento de Aeronave, Motor y Hélice.

RP7: Realizar el mantenimiento programado y no programado de los inyectores, carburadores, ramba, tuberías, reguladores de presión, entre otros, realizando inspecciones y pruebas operacionales, reemplazando elementos defectuosos y reparando averías, siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la aeronave, para aportar combustible al motor durante el vuelo.

CR7.1 Los sistemas de alimentación del motor de inyección (bomba, tuberías de distribución, inyectores, entre otros), y los racores que los unen, se inspeccionan visualmente y con los equipos de comprobación de inyectores, observando la ausencia de fugas y/o carbonilla y la cantidad de combustible inyectado, sustituyendo el inyector afectado y el filtro de combustible en cada caso, siguiendo el manual de la aeronave, asegurando la alimentación continua de los cilindros.

CR7.2 Las tuberías de sistemas hidráulicos se comprueban visualmente observando su estanqueidad, revisando que no rozan con los pasamuros de los mamparos, ni con otros tubos, que están fijados con bridas metálicas y con las gomas de aislamiento a la estructura, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados utilizando la herramienta común (llaves de vaso, de codo, planas, torquímetro, destornilladores, entre otros) asegurando los anclajes.

CR7.3 El sistema de alimentación del motor por carburador se comprueba verificando la posición de la mariposa respecto a la palanca de gases, que el mando de la calefacción del carburador se mueve libremente y que con el motor arrancado caen las revoluciones de motor comprobando con los útiles de prueba y medida (galgas de espesores, calibre, entre otros) ajustándolo en cada caso, moviendo la mariposa, la palanca o ambas, apretando o aflojando el tornillo riqueza de mezcla ralenti y de vuelo (con respecto al mando de cabina), asegurando la alimentación del motor en todo momento.

CR7.4 Los sistemas de admisión, compresión (compresor, turbo), enfriamiento del aire (intercooler), escape, los tubos que componen el circuito y sus uniones al motor (herrajes, tornillos, tuercas) se inspeccionan visualmente comprobando la ausencia de grietas golpes o daños, la efectividad del turbo/compresor con la indicación de presión de cabina según revoluciones del motor y siguiendo los datos del manual de la aeronave cambiándolo en cada caso, asegurando la entrega de potencia en todos los regímenes del vuelo.

CR7.5 Los sistemas de alimentación diésel (bombas, inyectores, reguladores de presión, entre otros), se verifican realizando pruebas de funcionamiento y utilizando los equipos de prueba y medida (equipos de diagnóstico, micrómetros, relojes comparadores, calibres, entre otras), observando la lectura de datos y realizando reparaciones, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave, asegurando la llegada de combustible al interior de los cilindros.

CR7.6 El filtro principal del sistema de combustible de motor se sustituye periódicamente como parte del programa de mantenimiento de la aeronave, comprobando la integridad del mismo por deterioro y obstrucción, comprobando la naturaleza y cantidad de las partículas encontradas, sustituyendo juntas y elementos de naturaleza desechable, siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

RP8: Efectuar revisión general (overhaul) del motor de pistón y sus accesorios, realizando el desmontaje, limpieza, reparación y sustituciones en cada caso, reensamblado y comprobando su funcionamiento, asegurando su completa conformidad con todas las tolerancias de servicio aplicables especificadas en las instrucciones del titular del certificado de tipo o del fabricante para la aeronavegabilidad continuada, siguiendo las instrucciones de los Manuales de Overhaul de Motor y Accesorios.

CR8.1 El desmontaje del motor se realiza colocándolo y asegurándolo sobre la bancada de motores, realizando el lavado preliminar del motor, utilizando desengrasantes y cepillos, drenando el aceite, para el acondicionamiento previo al desmontaje.

CR8.2 El sistema de ignición, la caja de conexión de accesorios y magnetos, cables de bujías, soportes, cables de alta tensión, el sistema de tuberías de admisión, turbocompresores, el cárter del aceite, el radiador de aceite, alternador, conjunto de

Starter y adaptador, filtros y cajas de conexión, la unidad de aceleración, bomba de combustible, inyectores, carburadores en cada caso, se desmontan, limpiándolas con desengrasantes aplicables a spray/cepillo, utilizando soluciones salinas y con productos abrasivos en cada caso, comprobando el tiempo de uso y su estado general, observando visualmente y con los equipos de prueba y medida (calibres, polímetros, equipos de diagnóstico, entre otros) lo indicado en el Manual de Overhaul y de Componentes, sustituyéndolos en cada caso.

CR8.3 Las ruedas dentadas, árbol de levas, bomba de aceite, cilindros, pistones, segmentos, cigüeñal, bielas, tuberías, ejes, muelles de válvula, entre otros, se desarman con la herramienta común y específica (llaves de vaso, llaves de racor, soportes de madera, puntero de latón, prensa, entre otros) limpiándolas con desengrasantes aplicables a spray/cepillo, utilizando soluciones salinas y con productos abrasivos en cada caso, verificando los elementos del conjunto siguiendo el Manual de Overhaul y de Componentes, sustituyendo los que estén en mal estado, asegurando la funcionalidad del sistema.

CR8.4 Los elementos desmontados se someten a comprobaciones dimensionales y ensayos no destructivos, utilizando el método de Líquidos Penetrantes Fluorescentes en las piezas de aleación de aluminio y en las piezas ferromagnéticas el método de Partículas Magnéticas, verificando que no tienen daños superficiales y pérdida de coating, separando las piezas en serviciales, reparables y descartables, asegurando que los elementos recuperados, cumplen las especificaciones del Manual de Overhaul y de Componentes.

CR8.5 Las roscas y espárragos se revisan visualmente y con galga de roscas, observando que la cabeza esté libre de deformaciones, el vástago no está estirado y que el paso no está deformado, sustituyendo los espárragos por unos nuevos utilizando el equipo extractor y utilizando desgripantes en cada caso, reconformando las roscas utilizando machos de roscar y/o utilizando HELICAL COIL, lubricándolas según el manual de Overhaul y de Componentes, para asegurar el cierre y agarre de los elementos que componen la unidad de potencia.

CR8.6 El sistema de refrigeración, se revisa visualmente y con el equipo de prueba y medida (manómetros de presión, calibres, entre otros), observando que el sistema es estanco y que las aletas de los cilindros no están dobladas más de un 10%, reparando o sustituyendo las piezas dañadas siguiendo el manual de Overhaul.

CR8.7 Los casquillos de apoyo de los elementos de rotación se sustituyen por desgaste, renovándolos por unos nuevos, lubricándolos con aceite de motor, asegurando la lubricación entre el casquillo y su asiento.

CR8.8 La protección de las piezas de aluminio, ferrosas y de magnesio se realiza, aplicando Alodine/Bonderite 1200 o imprimación y pintura en cada caso, asegurando la protección de las piezas ante la corrosión.

CR8.9 El montaje del motor se realiza uniendo los elementos en orden inverso al desmontaje, utilizando tornillería, sellos y juntas nuevas, siguiendo las indicaciones del Manual de Overhaul y de Componentes, aplicado el apriete a las tuercas y tornillos con la llave dinamométrica.

CR8.10 El motor reacondicionado se comprueba realizando la puesta en marcha en banco de pruebas o montado en la aeronave, verificando RPM, presión y temperatura

de aceite, temperatura de cabeza de todos los cilindros, amperímetro, presión de retorno de aceite, presión de combustible, caudal de combustible, presión de aceite al governor, entre otros, siguiendo las instrucciones marcadas en el Manual de Overhaul y de Componentes, certificando mediante Formato 1, chequeando previamente que se han aplicado todos los boletines de servicio y directivas de aeronavegabilidad.

RP9: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas de indicación de los motores (potencia, temperatura y temperatura de entrada del Turbo), realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales que pueden requerir el uso de bancos de prueba externos, realizando medidas con equipos de comprobación y diagnóstico (polímetros, osciloscopios, analizadores discretos, entre otros), dando respuesta a los reportes de mantenimiento y reemplazando los elementos defectuosos que no superen las pruebas recogidas en el Manual de Mantenimiento y los documentos de ingeniería aplicados en el mantenimiento aeronáutico para restaurar la operatividad del sistema.

CR9.1 Los sistemas de indicación se mantienen/reparan, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, aplicando las instrucciones de trabajo, interpretando los documentos de ingeniería asociados y dando respuesta a las averías detectadas para asegurar la operatividad del motor.

CR9.2 Los componentes periféricos de los sistemas de ajuste de Revoluciones Por Minuto (RPM), elementos de alimentación de combustible, transmisores de posición, presión, temperatura, flujo, nivel, actuadores eléctricos e hidráulicos, captadores de vibración, entre otros, se verifican con los dispositivos de prueba y medida (polímetros, osciloscopios, analizadores discretos, entre otros), ajustando, modificando o sustituyendo los elementos que no cumplan los parámetros técnicos recogidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, realizando bite test o pruebas operacionales complejas que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos y debidamente calibrados.

CR9.3 Los computadores de control, así como los instrumentos de indicación de Revoluciones Por Minuto (RPM), vibración, Manifold Absolute Pressure (MAP), Temperatura de entrada al turbo, instalados en el Cockpit, se comprueban por medio de bite test o realizando pruebas operacionales con equipos de prueba externos según instrucciones recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, y ajustando, modificando o desechando los elementos que no cumplan los requisitos técnicos operativos, para recuperar la fiabilidad de los controles e indicaciones en cabina.

CR9.4 Los componentes o elementos desmontados se inspeccionan visualmente, comprobando su funcionamiento, utilizando equipos de diagnosis (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), y dependiendo del nivel de los daños observados, son desechados, reparados o enviados a talleres especializados para su recuperación según las indicaciones del manual del componente afectado.

CR9.5 Las redes de cableado eléctrico de los sistemas de control e indicación de las hélices se inspeccionan por daños según procedimientos de inspección Electrical Wiring Interconnect System (EWIS), verificándolos con equipos de prueba (voltímetro, amperímetro, óhmetro, espectrómetros, entre otros), realizando las reparaciones o modificaciones recogidas en los planes de mantenimiento, de acuerdo a los boletines de trabajo, interpretando planos y esquemas eléctricos para reparar o adaptar el cableado a nuevas funciones incorporadas.

CR9.6 Los bancos de prueba y equipos de comprobación de los motores y sus sistemas de control, dispositivos de indicación (temperatura, presión, vibración, resistencia, Revoluciones Por Minuto (RPM), entre otros), dispositivos de mando (regulación y control), dispositivos de medidas eléctricas (intensidad, voltaje, resistencia, capacidad), dispositivos electromagnéticos, circuitos de protección de instalaciones eléctricas (cableados, conectores, centros de distribución) se verifican, usando equipos de prueba (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), diagnosticando averías, interpretando planos y esquemas eléctricos, ajustando o sustituyendo por unos nuevos los elementos necesarios para su uso en las pruebas operativas realizadas a la aeronave.

CR9.7 El certificado de aptitud para el servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de la aeronave se rellena tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

**Contexto profesional:****Medios de producción:**

Motor de pistón (bóxer, lineales, rotativos, radial, cilindros opuestos, en «V»). Elementos que los componen (pistones, camisas, cilindros, entre otros). Banco de pruebas de motores, analizadores de gases y banco de comprobación de inyectores electrónicos. Banco de pruebas eléctricas. Medios de elevación y transporte. Máquinas, herramientas fijas y portátiles, termómetros y utillaje específico. Equipos para la localización. Equipos de diagnóstico de averías. Analizador de ajuste del motor. Comprobador de inyectores de combustible. Equipos de medición de formas y máquinas de equilibrado. Equipo informático de control y gestión de la producción, del aprovisionamiento, del personal y de la operación. Carburadores. Inyectores. Bombas diésel.

**Productos y resultados:**

Mantenimiento programado del motor de pistón de la aeronave, conducción de potencia, indicadores, compuertas, realizado. Mantenimiento programado y no programado de los cárteres y cilindros del motor de pistón de la aeronave, realizado. Mantenimiento programado y no programado de las válvulas del motor de pistón de la aeronave, realizado. Mantenimiento programado y no programado de pistones, cilindros, balancines, segmentos, y tuberías del motor, realizado. Mantenimiento programado y no programado del sistema de encendido y sistema de refrigeración del motor de pistón de la aeronave, realizado. Preservación y despreservación de motores por inactividad, realizada. Mantenimiento programado y no programado de los inyectores, carburadores, rampa, tuberías y los reguladores de presión, realizado. Revisión general (overhaul) del motor de pistón y sus accesorios, realizado. Mantenimiento programado y no programado de los sistemas de indicación de los motores (potencia, temperatura y temperatura de entrada del Turbo), realizado.

**Información utilizada o generada:**

Manuales de Mantenimiento de la Aeronave, del Motor y de Overhaul de Motor. Documentación técnica de la aeronave (Wiring Diagram Manual, Schematic Diagram

Manual, Trouble Shooting Manual). Parte de Vuelo (Technical Log Book). Normativa aplicable ordenada por la entidad reguladora para la instalación de los componentes nuevos en la aeronave, órdenes de trabajo, esquemas, planos. Manuales técnicos de operación de equipos de pruebas. Normas y procedimientos de trabajo o de reparación. Tablas de equivalencias de materiales o componentes. Normas de calidad específicas del fabricante. Reglamentos aeronáuticos. Procedimientos aeroportuarios. Documentos oficiales de control. Sistemas informáticos para información de averías, de procedimientos o de programación y actuación. Documentos y procedimientos relacionados con los sistemas de calidad ordenada por la entidad reguladora. Normativa aplicable referente a la seguridad, prevención de riesgos laborales y gestión medioambiental. Diccionario de inglés técnico aeronáutico. Normativa de Seguridad en Plataforma (NSP).

## **UNIDAD DE COMPETENCIA 2: MANTENER/REPARAR LAS HÉLICES Y SUS SISTEMAS DE INDICACIÓN**

**Nivel: 3**

**Código: UC2535\_3**

### **Realizaciones profesionales y criterios de realización:**

RP1: Realizar el mantenimiento programado y no programado de la(-s) hélice(-s) del avión y sus componentes, realizando inspecciones, pruebas operacionales según horas de vuelo, reemplazando elementos defectuosos y aplicando la información recogida en la documentación técnica para mantener la aeronavegabilidad.

CR1.1 La pala se comprueba visualmente, midiendo la distancia al suelo y del disco de la hélice a la estructura, asegurando que no toca ninguna de esas zonas.

CR1.2 Las palas de la hélice y el spinner se inspeccionan visualmente, observando en ellas marcas de corrosión, muescas, erosión, rasguños, fisuras, dentelladas y depresiones, comprobando mediante tap coin, termografía, endoscopios, conductividad y utilizando los útiles de comprobación y medida (martillo de inspección, endoscopio, líquidos penetrantes, entre otros), reparando los deterioros, matizando y puliendo los posibles golpes, utilizando los productos de protección (imprimaciones, pintura y lacas), asegurando la resistencia estructural y la eficiencia aerodinámica de la(-s) hélice(-s) del avión.

CR1.3 El cubo y el cojinete se inspeccionan, verificando que no tengan fisuras en los taladros de los bulones de fijación, deterioro en las abrazaderas o haya restos de pérdidas de aceite y/o grasa en el área del cubo, reparando el cojinete, sustituyéndolo con los extractores o cambiando los elementos en mal estado, siguiendo las indicaciones marcadas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR1.4 Los contrapesos del cambio de paso sobre las abrazaderas de las palas se comprueban, observando la ausencia de daños, midiendo la holgura entre los contrapesos y el cono de la hélice, siguiendo los pasos marcados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR1.5 El sistema de bandera automática se comprueba, revisando en el interior de la cabina si los indicadores ARM, TEST y OFF están marcando fallo del motor.

CR1.6 Las hélices con protección contra hielo de tipo eléctrico se comprueban, quitando el spinner, verificando visualmente el desgaste de las escobillas y los anillos colectores, cambiando los elementos deteriorados en cada caso, observando en el amperímetro antihielo de cabina que el temporizador activa y desactiva las resistencias eléctricas e impidiendo la creación de hielo o que se sobrecalienten las palas.

CR1.7 Las hélices con protección contra hielo por fluido (alcohol y fosfatos) se comprueban visualmente, quitando el spinner, revisando el anillo colector y observando los tubos que van a cada pala no se hayan obstruido, soplando aire a presión por ellos, verificando que las gomas de antihielo (Anti-Ice Boots) conservan las acanaladuras de distribución de fluido, rellenando el depósito de fluido antes de cada vuelo e impidiendo la creación de hielo en las palas de hélice.

RP2: Realizar el mantenimiento programado y no programado de la(-s) hélice(-s) del avión y sus componentes, realizando pruebas operacionales de equilibrado y ajuste con los bancos de comprobación, añadiendo, ajustando o reparando en cada caso y aplicando la información recogida en el manual técnico para que las palas giren sin desequilibrios.

CR2.1 La hélice se equilibra en el banco de pruebas, comprobando su equilibrado dinámico, estático y su centrado, añadiendo o descartando contrapesos para corregir el desequilibrio en cada caso, evitando vibraciones.

CR2.2 Las vibraciones horizontales y verticales se aseguran con el vibrex (en las revisiones por horas de la aeronave), comprobando visualmente el desajuste y recogiendo los datos para cotejarlos con los parámetros del Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR2.3 Las hélices con regulación de paso en tierra se ajustan, aflojando sus pernos de apriete, graduando cada pala a la posición indicada y volviendo nuevamente a apretar los pernos con el torquímetro, obteniendo el rendimiento deseado en vuelo para aviones con este tipo de hélice.

CR2.4 Las hélices con regulación de paso manual en vuelo se inspeccionan visualmente, comprobando que la posición de las palas en mínimo, máximo y/o bandera coinciden entre ellas y con el mando de cabina, realizando los ajustes en el mando o en las palas en cada caso, quitando el spinner para comprobarlo visualmente y con los útiles específicos (dinamómetro, reloj comparador, calibres, entre otros), cotejando que el governor no presenta pérdidas de aceite, que los contrapesos y su varillaje no tienen holguras o fricciones, cambiando los elementos defectuosos y midiendo con un dinamómetro o un manómetro (según el modelo de governor) la precarga del muelle de recuperación, obteniendo el mayor rendimiento en vuelo para aviones con este tipo de hélice.

CR2.5 Las hélices con regulación de paso automático se inspeccionan visualmente, comprobando que la posición de las palas en mínimo, máximo y/o bandera coinciden, regulando el ángulo de la pala si no lo hiciera, quitando el spinner, observando que el governor no presenta pérdidas de aceite, su varillaje no tiene holguras o fricciones con los útiles específicos (calibres, micrómetros, entre otros), midiendo con un dinamómetro o un manómetro, entre otros, la precarga del muelle de recuperación, cambiando los elementos defectuosos y obteniendo el mayor rendimiento en vuelo para aviones con este tipo de hélice.

CR2.6 Las sincronizaciones de múltiples hélices en aviones se comprueban, realizando una prueba operacional en todos los motores a la vez, garantizando que el/los governor(-s) esclavo(-s), se ajustan a las revoluciones del governor maestro, cambiando los elementos necesarios (actuadores, governors, captadores de Revoluciones Por Minuto (RPM) si fuera necesario, asegurando las mismas revoluciones en todas las hélices del avión y mejorando la comodidad acústica de la tripulación y pasajeros.

RP3: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas de indicación y control de las hélices, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales que pueden requerir simulaciones complejas o el uso de bancos de prueba externos, realizando medidas con equipos de comprobación y diagnóstico (polímetros, osciloscopios, analizadores discretos, entre otros), dando respuesta a los reportes de mantenimiento y reemplazando los elementos defectuosos que no superen las pruebas recogidas en el Manual de Mantenimiento y los documentos de ingeniería aplicados en el mantenimiento aeronáutico para restaurar la operatividad del sistema.

CR3.1 Los sistemas de indicación se mantienen/reparan, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, aplicando las instrucciones de trabajo, interpretando los documentos de ingeniería asociados y dando respuesta a las averías detectadas para asegurar la operatividad del conjunto impulsor/tractor.

CR3.2 Los componentes periféricos de los sistemas de control de paso, transmisores de posición, synchrophaser, actuadores eléctricos e hidráulicos, captadores de vibración, entre otros, se verifican con los dispositivos de prueba y medida (polímetros, osciloscopios, analizadores discretos, entre otros), ajustando, modificando o sustituyendo los elementos que no cumplan los parámetros técnicos recogidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, realizando bite test o pruebas operacionales complejas que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos.

CR3.3 Los computadores de control, así como los instrumentos instalados en el Cockpit de indicación de paso, synchrophaser, se comprueban realizando pruebas operacionales con equipos de prueba externos según instrucciones recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, y ajustando, modificando o desechando los elementos que no cumplan los requisitos técnicos operativos, para recuperar la fiabilidad de los controles e indicaciones en cabina.

CR3.4 Los sistemas de control y actuación de los sistemas anti-hielo, así como sus elementos periféricos se comprueban con los útiles de prueba y medida (polímetros, osciloscopios, analizadores discretos, entre otros), ajustando, sustituyendo o modificando los elementos que no cumplan los parámetros técnicos recogidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, realizando bite test o pruebas operacionales para asegurar su funcionamiento en vuelo.

CR3.5 Los componentes o elementos desmontados se inspeccionan visualmente, comprobando su funcionamiento, utilizando equipos de diagnosis (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros) y dependiendo del nivel de los daños observados, son desechados, reparados o enviados a talleres especializados para su recuperación según las indicaciones del manual del componente afectado.

CR3.6 Las redes de cableado eléctrico de los sistemas de control e indicación de las hélices se inspeccionan por daños según procedimientos de inspección Electrical Wiring Interconnect System (EWIS), verificándolos con equipos de prueba (voltímetro, amperímetro, óhmetro, espectrómetros, entre otros), realizando las reparaciones o modificaciones recogidas en los planes de mantenimiento, de acuerdo a los boletines de trabajo, interpretando planos y esquemas eléctricos para reparar o adaptar el cableado a nuevas funciones incorporadas.

CR3.7 Los bancos de prueba y equipos de comprobación de las hélices y sus sistemas de control, dispositivos de indicación de paso, synchrophaser, entre otros, dispositivos de mando (regulación y control), dispositivos de medidas eléctricas (intensidad, voltaje, resistencia y capacidad), dispositivos electromagnéticos, circuitos de protección de instalaciones eléctricas (cableados, conectores, centros de distribución) se verifican, comprobando con los equipos de prueba y medida (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), diagnosticando averías, interpretando planos y esquemas eléctricos, ajustando o sustituyendo por unos nuevos los elementos necesarios para su uso en las pruebas operativas realizadas a la aeronave.

CR3.8 El certificado de aptitud para el servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de la aeronave se rellena tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

RP4: Realizar la revisión general (overhaul) de la hélice, realizando el desmontaje, limpieza, inspección, reparación y sustituciones en cada caso, reensamblado y comprobando su funcionamiento, asegurando su completa conformidad con todas las tolerancias de servicio aplicables especificadas en las instrucciones del titular del certificado de tipo o del fabricante para la aeronavegabilidad continuada, siguiendo las instrucciones de los Manuales de Overhaul de Motor y Accesorios.

CR4.1 El conjunto de la hélice se verifica visualmente por daños evidentes, impactos contra el suelo, daños por un objeto extraño o corrosión severa/irreparable tanto en las palas como en el cubo, descalificando la hélice para el proceso de overhaul.

CR4.2 La hélice se desmonta colocándola y asegurándola sobre la bancada de hélices, realizando el lavado preliminar utilizando desengrasantes y cepillos, para el acondicionamiento previo al desmontaje.

CR4.3 Las palas, cojinetes, cubo, muelle, cilindro, low pitch stop, contrapesos, spiner dome, spiner adapter, entre otros, se limpian con desengrasantes aplicables a spray/cepillo, utilizando soluciones salinas, disolventes y con productos abrasivos en cada caso, comprobando visualmente el desgaste y su estado general, desechando las botas antihielo, partes de goma y tornillería.

CR4.4 Las palas y piezas se comprueban por daños y desgastes visualmente y con los equipos de prueba y medida (calibres pie de rey, relojes comparadores,

calibres de interiores, entre otros), verificando anchos, espesores y controlando que están por encima de las dimensiones mínimas indicadas en el Manual de Overhaul, sustituyéndolas en cada caso.

CR4.5 Las palas y piezas (cubo, borde de ataque, entre otras) se restauran retirando la pintura, puliendo, eliminando corrosiones, restos de suciedad, muescas y abolladuras, utilizando limas, esmeriles u otros abrasivos, soluciones cáusticas, lavando y secando con aire, midiendo las que son de aluminio por segunda vez tras la restauración y reconstruyendo, reparando o sustituyendo las de material compuesto, realizando balance estático.

CR4.6 Las palas y el cubo se inspeccionan por grietas y corrosión mediante Ensayos No Destructivos, empleando las técnicas de Líquidos Penetrantes, Partículas Magnéticas y Corrientes Inducidas para las piezas metálicas, inspeccionando las de material compuesto por roturas de fibra o delaminaciones mediante Ultrasonidos o Rayos X.

CR4.7 Las palas de aluminio y el cubo se protegen superficialmente sometiéndolas a shot-peening mejorando su resistencia a fatiga, protegiéndolas de la corrosión aplicando Alodine/Bonderite, imprimación y pintura final.

CR4.8 El montaje de la hélice se realiza uniendo los elementos en orden inverso al desmontaje, utilizando tornillería, sellos, botas antihielo y juntas nuevas, siguiendo las indicaciones del Manual de Overhaul, aplicando el apriete a las tuercas y tornillos con la llave dinamométrica y efectuando todas las Directivas de Aeronavegabilidad y Boletines de Servicio aplicables, lubricando la hélice y comprobando que ambas palas pesan lo mismo realizando un balance estático.

CR4.9 La hélice reacondicionada, se comprueba mediante balance dinámico, reinstalándola en el avión, midiendo la vibración del conjunto motopropulsor utilizando equipos especializados (Vibrex 2000, entre otros) y colocando las masas necesarias en la posición indicada en el Manual de Overhaul de Motor, verificando la actuación del cambio de paso de acuerdo con los procedimientos de ajuste del Manual de mantenimiento de la aeronave, certificando mediante formato 1 del proceso de overhaul, chequeando previamente que se han aplicado todos los boletines de servicio y directivas de aeronavegabilidad.

### **Contexto profesional:**

### **Medios de producción:**

Palas (madera, acero, aluminio y material compuesto) y cubos de pala, sincronoscopio, banco de equilibrado, sensor óptico de comprobación, contrapesos de pala, regulador de hélice, acumulador de hélice para asistencia de hélice de bandera, Banco de pruebas eléctricas. Medios de elevación y transporte. Máquinas, herramientas fijas y portátiles, termómetros y utillaje específico. Equipos de diagnóstico de averías. Equipos de medición de formas y máquinas de equilibrado. Equipo informático de control y gestión de la producción, del aprovisionamiento, del personal y de la operación.

### **Productos y resultados:**

Mantenimiento programado y no programado de la(-s) hélice(-s) del avión y sus componentes, realizando inspecciones, pruebas operacionales según horas de vuelo, reemplazando elementos defectuosos, efectuado. Mantenimiento programado y no programado de la(-s)

hélice(-s) del avión y sus componentes, realizando pruebas operacionales de equilibrado y ajuste con los bancos de comprobación, añadiendo, ajustando o reparando en cada caso, efectuado. Mantenimiento programado y no programado de los sistemas de indicación y control de las hélices, efectuado. Revisión general (overhaul) de la hélice, realizada.

**Información utilizada o generada:**

Manual de Mantenimiento de la Aeronave y Overhaul de Hélice y Componentes. Documentación técnica de la aeronave (Wiring Diagram Manual, Schematic Diagram Manual, Trouble Shooting Manual). Documentación técnica de los componentes. Parte de Vuelo (Technical Log Book). Normativa aplicable ordenada por la entidad reguladora para la instalación de los componentes nuevos en la aeronave, órdenes de trabajo, esquemas, planos. Manuales técnicos de operación de equipos de pruebas. Normas y procedimientos de trabajo o de reparación. Tablas de equivalencias de materiales o componentes. Normas de calidad específicas del fabricante. Reglamentos aeronáuticos. Procedimientos aeroportuarios. Documentos oficiales de control. Libro de bitácora del avión. Sistemas informáticos para información de averías, de procedimientos o de programación y actuación. Documentos y procedimientos relacionados con los sistemas de calidad ordenada por la entidad reguladora. Normativa aplicable referente a la seguridad, prevención de riesgos laborales y gestión medioambiental. Diccionario de inglés técnico aeronáutico. Normativa de Seguridad en Plataforma (NSP).

**UNIDAD DE COMPETENCIA 3: MANTENER/REPARAR LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE Y SISTEMAS AUXILIARES DE AVIONES CON MOTOR DE PISTÓN****Nivel: 3****Código: UC2536\_3****Realizaciones profesionales y criterios de realización:**

RP1: Realizar el mantenimiento programado y no programado de ventilación de cabina, detectores de humo, mandos eléctricos, luces de aterrizaje, indicador de posición de la computadora del piloto automático y pedestal del piloto, realizando verificación visual o comprobaciones con los equipos de prueba y medida (equipos de diagnóstico, multímetro o polímetro), observando su funcionalidad siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, asegurando la funcionalidad de los sistemas auxiliares.

CR1.1 La ventilación de cabina se verifica, observando que suministra aire desde su parte superior, distribuyéndose en el interior sin obstrucción, que con el interruptor de cabina en la posición 1 (flap cerrado) circulará aire de tripulación y pasajeros, en la posición 2 (flap abierto) entra aire en el interior de la cabina por su parte superior, asegurando la ventilación de la misma.

CR1.2 La botella de oxígeno se verifica visualmente observando que el indicador de presión y temperatura se encuentra a 1.850 +/-50 psi a 70°F, comprobando que el sistema no tiene fugas, recargando en cada caso, conectando a tierra la aeronave, la botella de oxígeno y el carro de botellas de suministro, quitando el tapón de carga y conectando a una botella de suministro de oxígeno de aviación, y aplicando todas las medidas de seguridad dadas en el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR1.3 Los mandos eléctricos y el indicador de posición de la computadora del piloto automático se verifican, accionándolos y observando que el actuador del motor extiende o retrae los eslabones y que el indicador lineal ofrece una posición relativa en cada caso, realizando diagnóstico básico con el equipo de prueba y medida (equipo de diagnóstico, polímetro, entre otros), reparando o sustituyendo siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR1.4 Los detectores de humo se verifican, realizando una prueba funcional desde cabina, pulsando el interruptor y observando que la luz del amplificador pasa de intermitente hasta hacerse fija en aviso rojo (Fire detector), reparando o sustituyendo en cada caso.

CR1.5 Las luces se chequean por lentes rotas, fijación, protecciones eléctricas, verificándolas, haciéndolas funcionar, presionando los interruptores y comprobando, que se encienden y apagan, sustituyendo por bombillas de igual potencia en cada caso, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, torquímetros, entre otras), asegurando la visualización de la Aeronave en la noche.

CR1.6 Los limpiaparabrisas se verifican visualmente, haciéndolos funcionar, realizando limpieza con un trapo limpio y comprobando la ausencia de grietas o roturas de la goma, accionando el interruptor «WIPERS» en sus diferentes posiciones PARK, OFF, LOW, MED y HIGH, y volver a OFF, observando el movimiento, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, desmontándolos con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, torquímetros, destornilladores, entre otras), analizando las señales eléctricas (resistencia, tensión e intensidad), restaurando el sistema, para asegurar el barrido del agua del cristal delantero.

CR1.7 El tubo Pitot se verifica visualmente, comprobando que no tenga daños, su calefacción se comprueba accionando el interruptor del interior de la cabina y observando que cae ligeramente el voltaje de la batería y los amperios, tocando el tubo con las manos y contrastando que sube la temperatura, desmontándolo con un destornillador y realizando pruebas de medida eléctrica (tensión y resistencia), sustituyéndolo por uno nuevo en cada caso.

RP2: Realizar el mantenimiento programado y no programado del sistema de combustible y estructura de los depósitos, realizando inspecciones, pruebas operacionales, reemplazando elementos defectuosos y solucionando averías para mantener su aeronavegabilidad.

CR2.1 El depósito de combustible se verifica que esté exento de agua, tomando muestras por un sangrador o tapón de drenaje, utilizando un bote transparente, enviando esas muestras a analizar por posible presencia de bacterias y eliminando toda el agua acumulada, asegurando la calidad del combustible utilizado.

CR2.2 La estructura exterior del depósito, racores y posibles accesos se inspeccionan visualmente con el tanque lleno, comprobando que no existen fugas de combustible, sustituyéndolo si es desmontable o empleando sellantes resistentes a hidrocarburos para eliminar la fuga si es un tanque estructural, asegurando la contención del fluido en su interior.

CR2.3 Los depósitos estructurales se vacían de combustible por el tapón de drenaje, abriendo los accesos a su interior, usando ventilación forzada para ventilarlos en cada caso, siguiendo las normas de seguridad (Fuel Tank Safety), para acceder a su interior.

CR2.4 La estructura interior de los depósitos se comprueba, realizando inspecciones visuales, buscando defectos y fisuras de pernos, hi-lock, tornillos, herrajes, vigas, mamparos, larguerillos, y realizando su reparación, sustituyéndoles por unos nuevos o limpiando y sellando fisuras en cada caso, asegurando la integridad de la aeronave.

CR2.5 Los accesos de los depósitos estructurales se cierran, habiendo limpiado anteriormente los posibles residuos y contaminación encontrada en su interior, apretando los tornillos al torque indicado en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave y asegurando mediante un polímetro que el acceso (tapa, puerta) y la estructura del avión tienen continuidad eléctrica, asegurando que el combustible queda contenido en el interior del depósito.

CR2.6 Las masas de todos los elementos del interior del depósito de combustible (estructural o de fibra) se comprueban, observando su integridad, dando continuidad y evitar arco eléctrico.

RP3: Realizar el mantenimiento programado y no programado de la medición e información del sistema de combustible, estanqueidad de tuberías hidráulicas, tubos de ventilación y de distribución, realizando inspecciones, pruebas operacionales, reemplazando elementos defectuosos y solucionando averías.

CR3.1 Los sistemas de medición de cantidad (varillas, aforadores, sondas capacitivas, compensadores), temperatura del combustible, su instalación eléctrica, aforadores y su varillaje se comprueban visualmente que no poseen defectos, que se encuentran en posición y que se mueven libremente en cada caso, asegurando una monitorización del combustible.

CR3.2 Los cables de masa del interior y exterior de los depósitos se comprueban visualmente que se encuentran con suficientes hilos trenzados, uniendo ambos terminales, cambiando las que se encuentren defectuosas, evitando así posibles arcos eléctricos.

CR3.3 Las tuberías de sistemas hidráulicos que pasen por el interior de los depósitos estructurales de combustible se comprueban visualmente, observando su estanqueidad, revisando que no roce con los pasamuros de los mamparos, ni con otros tubos, asegurando que se encuentren fijados mediante bridas metálicas con gomas de aislamiento a la estructura, evitando roturas y contaminación de ambos fluidos.

CR3.4 Los tubos de ventilación de los depósitos se inspeccionan visualmente, comprobando la unión entre ellos, que las válvulas se mueven libremente, evitando que se cuele combustible en su interior y que la rejilla del exterior del depósito se halle libre de obstrucción, asegurando un alivio de los gases generados en su interior.

CR3.5 Las tuberías, galerías de distribución de combustible, depósito, bombas reforzadoras, válvulas de carga, cierre y selectoras se inspeccionan visualmente en cada caso, observando que no tienen grietas o cuarteados, realizando pruebas operacionales y simulaciones con el depósito cerrado y lleno de combustible, comprobando que las líneas de combustible se presurizan, observando el indicador de presión de combustible en cabina, asegurando la alimentación del motor.

CR3.6 El sistema de indicación de obstrucción de filtro de combustible «Fuel Filter CLOG» se comprueba a través de la indicación en la pantalla del ECAM, entre otros

dispositivos de aviso, comprobado el normal funcionamiento del sensor de presión diferencial que lo monitoriza.

RP4: Realizar el abastecimiento y vaciado de combustible de la aeronave, realizando la conexión de la manguera de repostaje, utilizando los equipos de llenado, seleccionando el tipo de combustible, controlando los equipos de emergencia, desconectando la alimentación eléctrica, asegurando el llenado y/o drenaje de los tanques de carburante.

CR4.1 El combustible se selecciona en función del tipo de unidad de potencia utilizada en la aeronave (motor de explosión o de combustión), consultando el Manual de Mantenimiento de la aeronave asegurando el grado del producto.

CR4.2 Los extintores próximos a la zona de abastecimiento se comprueban antes de cada carga/descarga, verificando la tarjeta de identificación de extintores, tipo de extintor y categoría, pegatina de revisión y mirilla de estado (verde o rojo), asegurando el dispositivo de emergencia.

CR4.3 Las condiciones de seguridad de repostaje se controlan, evitando utilizar herramientas que puedan generar chispas o fuego y controlando acciones relativas a objetos que puedan emitir ondas o luz (teléfonos móviles, láser, entre otras), evitando el riesgo de explosión y/o fuego.

CR4.4 La batería se desconecta, calzando las ruedas en cada caso, observando que el interruptor de master se encuentra en «off» y la aeronave conectada a masa.

CR4.5 El abastecimiento de combustible se realiza con la aeronave aparcada en pista, en condiciones secas evitando la caída de agua dentro del depósito y/o rayos en el casco en cada caso, comprobando que la zona está libre de objetos (FOD), creando una zona de seguridad para el personal, que la manguera de suministro está completamente estirada en la superficie de la plataforma y el boquerel conectado, enganchando el cable de equilibrio de potencial de cargas electrostáticas o pinza en el lugar asignado en el Manual de Mantenimiento de la aeronave, controlando la presión diferencial observando los manómetros de presión del equipo de llenado, para mantener el control de la carga de carburante.

CR4.6 El contador de la bomba de suministro se resetea, introduciendo en el display la cantidad a repostar (litros o libras), pulsando el interruptor que permite la salida de combustible por el boquerel, quitando la manguera cuando hayamos concluido la operación, soltando el equipo de llenado del depósito y desconectando el cable de equilibrio de potencial.

CR4.7 La cuba (fija o móvil) y los depósitos de la aeronave se verifican, comprobando el combustible contenido a través de las pastillas de análisis y una jeringa, observando que está libre de agua, drenando en cada caso, liberándolos de agua e impurezas contenidas.

CR4.8 Los depósitos de combustible se descargan, utilizando el equipo de extracción (bomba de succión) o manualmente quitando el tapón de drenaje, utilizando una cisterna o barriles asignados a cada fluido concreto (gasolina, queroseno, diésel) identificados con la pegatina de homologación o almacenaje para su reciclaje, controlando la limpieza de carburante derramado en cada caso, asegurando que las zonas calientes y eléctricas no están contaminadas.

CR4.9 El certificado de aptitud para el servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de la aeronave se rellena tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

**Contexto profesional:****Medios de producción:**

Medios de elevación y transporte. Máquinas, herramientas fijas y portátiles, termómetros y utillaje específico. Generadores. Paneles de control de carga de combustible. Panel de control lanzamiento de combustible. Cambiador de calor. Módulo de separación de aire. Detectores (ionización, fotoeléctrico, CO). Bombonas de flujo. Cambiador de calor. Baterías. Mangueras con boquerel de carga de combustible, manómetros de presión, depósitos de combustible. Válvulas, bombas de presión, limitadores de presión, entre otros. Detectores de humo. Mandos eléctricos. Luces de aterrizaje. Indicador de posición de la computadora del piloto automático. Pedestal del piloto.

**Productos y resultados:**

Mantenimiento programado y no programado de ventilación de cabina, detectores de humo, mandos eléctricos, luces de aterrizaje, indicador de posición de la computadora del piloto automático y pedestal del piloto, efectuado. Mantenimiento programado y no programado del sistema de combustible y estructura de los depósitos, realizado. Mantenimiento programado y no programado de la medición e información del sistema de combustible, estanqueidad de tuberías hidráulicas, tubos de ventilación y de distribución, realizado. Abastecimiento y vaciado de combustible de la aeronave, realizado.

**Información utilizada o generada:**

Manual de Mantenimiento de la Aeronave. Documentación técnica de la aeronave (Wiring Diagram Manual, Schematic Diagram Manual, Trouble Shooting Manual). Documentación técnica de los componentes. Parte de Vuelo (Technical Log Book). Normativa aplicable ordenada por la entidad reguladora para la instalación de los componentes nuevos en la aeronave, órdenes de trabajo, esquemas, planos. Manuales técnicos de operación de equipos de pruebas. Normas y procedimientos de trabajo o de reparación. Tablas de equivalencias de materiales o componentes. Normas de calidad específicas del fabricante. Reglamentos aeronáuticos. Procedimientos aeroportuarios. Documentos oficiales de control. Sistemas informáticos para información de averías, de procedimientos o de programación y actuación. Documentos y procedimientos relacionados con los sistemas de calidad ordenada por la entidad reguladora. Normativa aplicable referente a la seguridad, prevención de riesgos laborales y gestión medioambiental. Diccionario de inglés técnico aeronáutico. Normativa de Seguridad en Plataforma (NSP).

**UNIDAD DE COMPETENCIA 4: MANTENER/REPARAR LOS SISTEMAS HIDRÁULICOS, NEUMÁTICOS Y AIRE ACONDICIONADO EN AERONAVES CON MOTOR DE PISTÓN**

**Nivel: 3**

**Código: UC2537\_3**

**Realizaciones profesionales y criterios de realización:**

RP1: Comprobar los sistemas hidráulicos y sus sistemas de seguridad e indicación, utilizando los equipos de prueba (manómetros de presión, caudal, calibres, micrómetros, entre otros), controlando los movimientos de los accionamientos y los datos de caudal/ presión, anotando los elementos deteriorados, para su reparación o sustitución.

CR1.1 El interruptor de emergencia y la calidad del hidráulico se comprueban, verificando visualmente que el interruptor de HYD EMERGENCY está en off y tiene instalada su guarda, que la viscosidad del fluido no ha perdido propiedades, controlándolo con una probeta, para asegurar el sistema de seguridad y las propiedades del aceite en la instalación.

CR1.2 Las pegatinas de identificación de las tuberías del sistema hidráulico se verifican, observando visualmente que aparecen los códigos de colores y la fecha de caducidad reflejada en la tubería, para identificar la zona de trabajo (presión o retorno y sentido de circulación), sustituyéndolas por unas nuevas en cada caso.

CR1.3 La fecha de fabricación de las tuberías se comprueba, observando que la misma coincide con el tiempo de uso, asegurando la integridad del elemento.

CR1.4 El circuito hidráulico se comprueba cuando se cambian las válvulas, tuberías, cilindros, entre otras circunstancias, utilizando el banco de comprobación o mecánicamente, conectándolo a la entrada del sistema o actuando sobre los mandos que provocan movimiento hidráulico, comprobando visualmente a través de los manómetros de presión que contiene el caudal y la presión, anotando los valores y verificando con los anotados en el Manual de Mantenimiento de la aeronave o moviendo las palancas observando que se mueven sin agarrotamientos y el recorrido de los sistemas de martinets, servos y válvulas, entre otras, asegurando que está libre de fugas y evitando aire en el sistema.

RP2: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas hidráulicos de la aeronave, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos, para asegurar la aeronavegabilidad de la aeronave.

CR2.1 Los circuitos hidráulicos se comprueban, verificando visualmente que no hay pérdidas de aceite y que la presión en los diferentes circuitos es la que establece el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, utilizando los equipos de prueba y medida (manómetros, bancos de prueba externos, entre otros), y cambiando los elementos deteriorados por unos nuevos certificados, usando la herramienta común y específica (llave de racores, dinamométricas, entre otras).

CR2.2 El colector hidráulico se instala en los sistemas de alta (HP) y baja (LP) presión, conectándolo a través de las tomas tipo bobina, suministrando fluido a presión para comprobar los elementos y canalizaciones del sistema, asegurando la circulación del aceite y la estanqueidad del sistema.

CR2.3 Las tuberías de hidráulico de alta presión (HP) y baja presión (LP) se verifican visualmente con los equipos de prueba y medida (manómetros, bancos de prueba

externos, mulas hidráulicas, entre otros), observando que no hay pérdidas de fluido hidráulico (MIL-H- 83282, Skydrol, entre otros), cuarteados evidentes de los latiguillos, roturas, que las tuberías metálicas están conectadas a la masa de la aeronave y que la presión en los diferentes circuitos es la establecida para la instalación, cambiando las tuberías en cada caso.

CR2.4 Las bombas de potencia hidráulica principales se revisan, haciéndolas funcionar, arrancando la aeronave o con los bancos de prueba, conectándolos en los paneles de servicio para alimentar cada una de las líneas de potencia hidráulica, comprobando que los sistemas funcionan con normalidad y cotejando la lectura de los manómetros con los valores establecidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, asegurando la presión y caudal de fluido para el funcionamiento de los sistemas hidráulicos.

CR2.5 Las válvulas del sistema hidráulico (válvulas de retención, válvulas de prioridad, válvulas de alivio de presión, válvulas selectoras) que controlan el fluido, filtros que mantienen la limpieza del fluido, los colectores de retorno, interruptores de presión, transductores de presión, válvula de alivio y la válvula solenoide de medición de fugas en cada caso, se verifican visualmente y con los equipos de prueba y medida (colectores, manómetros, entre otros), comprobando que están exentas de signos de fuga hidráulica.

CR2.6 Las inspecciones y chequeos en línea se ejecutan, verificando visualmente y observando los indicadores en el interior de la cabina, la presión de carga de nitrógeno en acumuladores de energía hidráulica, los indicadores de obstrucción (POP-UP) de alta presión (HP), el retorno, el drenaje de la caja de la bomba impulsada por el motor (EDP), llenado del depósito y filtros de la unidad de presurización de aire, los indicadores de obstrucción del filtro del sistema hidráulico en el compartimento hidráulico y motores, colectores de alta y baja presión, paneles y colectores de servicio a tierra para detectar signos de fuga externa, asegurando la eficiencia del sistema para el siguiente vuelo.

RP3: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de elementos asociados a los sistemas hidráulicos, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales que pueden requerir uso de bancos de prueba externos, reemplazando los elementos defectuosos, para restaurar los sistemas.

CR3.1 El depósito y sus elementos se verifican visualmente y con los equipos de comprobación (bombas de vacío, llaves de racor, polímetros, entre otras) que estén exentas de daños (golpes, grietas, entre otras), que no haya fuga de aceite por sus conexiones y que no pierda presión de presurización, reparando el sistema en cada caso siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, con la herramienta de mano (llaves de vaso, fijas, dinamométricas, entre otras) y el utillaje específico (colectores, bancos de prueba, entre otros), asegurando su estanqueidad.

CR3.2 Los depósitos se presurizan y despresurizan en tierra, comprobando su estanqueidad mediante bancos de prueba externos, comprobando la presión marcada en cada uno de los depósitos y la reflejada en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, vaciando el agua contenida por los separadores de agua, reparando los elementos deteriorados en cada caso, para asegurar el fluido a la instalación hidráulica sin aire, refrigerado y sin impurezas.

CR3.3 Las fugas internas y la válvula solenoide de control de fugas se comprueban, aislando los sistemas hidráulicos a través de la válvula de aislamiento, accionando el interruptor del interior de la cabina del piloto, controlando los diferentes tramos de tuberías hidráulicas, asegurando la estanqueidad, reparando los tramos afectados, y sustituyendo las tuberías, válvulas, reguladores de presión, entre otros, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR3.4 La bomba eléctrica, los sensores de salida de la bomba, los depósitos de los sistemas hidráulicos (sensor de caudal, presión y temperatura, entre otros), los sistemas de gestión y control (unidad electrónica de control, actuadores, entre otros) que gobiernan la activación/desactivación se verifican, sometiéndolos a control de funcionamiento, observando que recibe la señal eléctrica para ponerse en funcionamiento, utilizando los equipos de prueba y medida (analizadores digitales, polímetros, entre otros), comprobando que no tiene roturas, cambiando el sensor o sensores, entre otros, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR3.5 La Unidad de Monitoreo del Sistema Hidráulico se verifica visualmente y con los analizadores digitales que las funciones responden a los requerimientos del sistema, observando que avisa de las advertencias de «FALLO» activándose las señales auditivas, las luces «MASTER CAUT y MASTER WARN», sustituyendo el dispositivo en el caso de mal funcionamiento con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), verificando su instalación con el equipo de prueba.

CR3.6 Los indicadores de obstrucción de filtros del sistema hidráulico (alta presión, retorno y carcasa de la EDP) se comprueban visualmente a través del testigo indicador de color rojo tipo POP OUT, sustituyendo el elemento filtrante en cada caso.

CR3.7 El sistema de indicación de cantidad de fluido hidráulico (transmisores capacitivos, microinterruptores, entre otros), se verifica visualmente, comprobando que marca la cantidad de aceite contenido en el depósito, que los elementos eléctricos envían la señal adecuada en cada caso, utilizando los equipos de prueba y medida (analizadores digitales, polímetros, entre otros), observando los valores y cotejándolos con los contenidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, cambiando los elementos desgastados o deteriorados, para que el sistema pueda eliminar o agregar fluido al depósito que lo demande en cada caso.

RP4: Efectuar el mantenimiento programado y no programado del sistema de aire acondicionado y presurización de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos, para restaurar los componentes afectados.

CR4.1 El sistema de obstrucción (clogging) se comprueba, utilizando el banco de pruebas y el polímetro simulando situaciones positivas de obstrucción, cotejando valores con los recogidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave o el componente afectado, cambiando los elementos deteriorados en cada caso, utilizando la herramienta manual (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), y restaurando la operatividad del sistema.

CR4.2 Los ventiladores de recirculación se verifican visualmente, conectando el sistema y observando que el motor se pone en funcionamiento, comprobando que se mueven los alabes para impulsar el aire, reparando o sustituyendo los elementos

defectuosos por unos nuevos en cada caso, con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), para asegurar el funcionamiento de sistema.

CR4.3 Los interruptores térmicos se comprueban con el equipo de prueba y medida (polímetro, analizador, entre otros), verificando que la tensión está dentro de los parámetros establecidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, sustituyéndolos en cada caso y asegurando que el sistema al llegar la máxima temperatura de diseño corta el suministro eléctrico al motor.

CR4.4 Las válvulas de recirculación se verifican visualmente, haciéndolas funcionar con la palanca mecánica, conectando el actuador para accionar la válvula de mariposa, comprobando con el equipo prueba y medida (polímetro, analizador digital, entre otros) que se activa o que los datos de medición coinciden con los marcados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, sustituyendo los elementos que no funcionan, para optimizar la aclimatación de la aeronave eficientemente.

CR4.5 Los filtros del sistema de recirculación se cambian cuando el sistema de aviso envía una señal de bloqueo al controlador/computador de ventilación o cuando esté determinado en el Manual de Mantenimiento de la aeronave, sustituyendo el cartucho por uno nuevo.

CR4.6 El sistema eléctrico y protecciones de los ventiladores del sistema de fan se verifican con el analizador digital, conectándose a los componentes que constituyen el circuito, analizando su situación, cambiando los que estén en mal estado en cada caso.

CR4.7 Los elementos del Sistema de Control Ambiental se limpian, utilizando trapos de algodón sin pelusa, limpiador no acuoso con base de petróleo, realizando pruebas con el banco de simulación de temperatura, controlando que los parámetros marcados están dentro del Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR4.8 El aire acondicionado se comprueba observando los elementos del sistema compresor, condensador, evaporador, válvulas y tuberías, actuando el mando en modo manual y automático, comprobando que el compresor engancha, y que la temperatura de salida medida con termómetros o sondas es la indicada en el Manual de Mantenimiento del fabricante, verificando fugas de gases fluorados mediante equipos de succión y limpieza.

RP5: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de ventilación de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos y siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, restaurando los componentes afectados.

CR5.1 El sistema de aire acondicionado de la cabina de pilotos se verifica, comprobando los conductos de aireación, la temperatura y la presión diferencial, observando la salida de aire, del humo y la temperatura seleccionada, utilizando el termómetro digital y el generador de humo, siguiendo los pasos descritos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR5.2 El sistema de ventilación del compartimento del equipo de aire acondicionado se verifica, comprobando que los turboventiladores, tubos piccolo y sistema antifallos no están obstruidos o deteriorados, realizando la recirculación del aire a través de

todos los componentes del sistema, para que no se supere los valores de temperatura máximos y mínimos de funcionamiento de la aeronave.

CR5.3 El turboventilador del sistema de refrigeración del compartimento de aire acondicionado y sus componentes asociados (válvula de entrada de aire de sangrado, sensor de presión diferencial y actuador de la compuerta de entrada de aire, entre otros) se verifican, comprobando la presión, observando ruidos metálicos, utilizando los equipos de prueba y medida (banco de pruebas, polímetros, entre otros), y realizando pruebas funcionales según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR5.4 El sistema de ventilación del compartimento de equipos eléctricos/electrónicos se verifica, comprobando que los fanes de ventilación introducen el aire en los racks de computadores con la presión y temperatura adecuadas según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, manipulando el manómetro, termómetro, realizando una prueba funcional de humo y utilizando los bancos de prueba, reparando los elementos afectados en cada caso (mazo de cables, pines, entre otros).

RP6: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de ventilación en el sistema de presurización y el sistema de calefacción del aire de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos, para restaurar los componentes afectados.

CR6.1 La comprobación funcional del sistema se verifica manualmente, activando y desactivando las válvulas o con los pulsadores en cabina, observando el funcionamiento del fan si tiene sobretensión el cierre de emergencia en caso de humo, utilizando los equipos de prueba y medida (banco de pruebas, polímetros, entre otros), la maquina simuladora de humo, asegurando la contención de incendios del sistema.

CR6.2 El sistema de válvulas de control y alivio de sobrepresión se verifican, haciéndolas funcionar, comprobando motores eléctricos observando que se posicionan en los grados de apertura y cierre establecidos, que las luces en puertas de la aeronave se encienden/apagan en cada situación, que los sellos neumáticos de puertas de acceso y ventanillas de emergencia mantienen la presión, utilizando el banco de pruebas neumático, analizadores digitales y polímetros, entre otros, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados en cada caso, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR6.3 El sistema de calefacción del aire se verifica, comprobando los sensores de control de temperatura y el termostato de seguridad por sobretemperatura, posicionando el termostato de la zona en MAX o en máximos grados de escala, aplicando producto especial de enfriado, observando que el aire que sale de los conductos es caliente o que la superficie del calentador está muy caliente, comprobando con los equipos de prueba y medida (termómetro, analizador digital, polímetros, entre otros), sustituyendo los elementos deteriorados con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otras) según Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR6.4 El certificado de aptitud para el servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de la aeronave se rellena tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales

del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

**Contexto profesional:****Medios de producción:**

Banco de pruebas. Medios de elevación y transporte. Máquinas, herramientas fijas, portátiles y utillaje específico. Equipos para la localización de defectos por ensayos no destructivos. Entrenadores hidráulicos y neumáticos. Equipos de diagnóstico de averías. Colector de pruebas hidráulicas. Bombas. Bootstrap, válvulas selectoras. Actuadores electro-hidrostático. Turbina de aire de impacto Ram Air Turbine (RAT). Compresores. Bombas de succión de gases fluorados. Filtros. Calentadores. Aeronaves. Cambiadores de calor. Válvula termostática antihielo. Limitadores de flujo. Cableados eléctricos, sensores y controles electrónicos. Unidad de acondicionamiento de aire. Módulo de secado. Ventiladores y elementos asociados al sistema. Elementos del sistema hidráulico. Intercambiador de calor. Microinterruptores. Válvulas de sobrepresión. Elementos del sistema de acondicionado y presurización. Elementos del sistema de ventilación.

**Productos y resultados:**

Comprobación de los sistemas hidráulicos y sus sistemas de seguridad e indicación, realizados. Mantenimiento programado y no programado de los sistemas hidráulicos de la aeronave, realizado. Mantenimiento programado y no programado de elementos asociados a los sistemas hidráulicos, realizado. Mantenimiento programado y no programado del sistema de aire acondicionado y presurización de la aeronave en el hangar, realizado. Mantenimiento programado y no programado de ventilación de la aeronave en el hangar, realizado. Mantenimiento programado y no programado de ventilación en el sistema de presurización y el sistema de calefacción del aire de la aeronave en el hangar, realizado.

**Información utilizada o generada:**

Manual de Mantenimiento de la Aeronave, documentación Air Transport Association (ATA) como referencia de aeronaves. Normativa aplicable ordenada por la entidad reguladora para la instalación de los componentes nuevos en la aeronave, órdenes de trabajo, esquemas, planos. Manuales técnicos de operación de equipos de pruebas. Normas y procedimientos de trabajo o de reparación. Tablas de equivalencias de materiales o componentes. Normas de calidad específicas del fabricante. Reglamentos aeronáuticos. Procedimientos aeroportuarios. Documentos oficiales de control. Sistemas informáticos para información de averías, de procedimientos o de programación y actuación. Documentos y procedimientos relacionados con los sistemas de calidad ordenada por la entidad reguladora. Normativa aplicable referente a la seguridad, prevención de riesgos laborales y gestión medioambiental. Diccionario de inglés técnico aeronáutico. Documentación técnica de la aeronave (Wiring Diagram Manual, Schematic Diagram Manual, Trouble Shooting Manual). Documentación técnica de los componentes. Parte de Vuelo (Technical Log Book). Normativa de Seguridad en Plataforma (NSP).

**UNIDAD DE COMPETENCIA 5: MANTENER/REPARAR LOS MANDOS DE VUELO Y TREN DE ATERRIZAJE DE AVIONES CON MOTOR DE PISTÓN****Nivel: 3**

**Código: UC2538\_3**

**Realizaciones profesionales y criterios de realización:**

RP1: Realizar el mantenimiento programado y no programado de los mandos de vuelo en sistemas de accionamiento manual directo y control del avión, realizando inspecciones, pruebas operacionales según horas de vuelo y reemplazando elementos defectuosos, usando la documentación técnica para mantener la aeronavegabilidad.

CR1.1 Los mandos de vuelo se comprueban visualmente, observando que se mueven libremente con la aeronave en modo vuelo y que los indicadores de instrumentación concuerdan con el movimiento de las palancas, asegurando la guiavilidad de la aeronave.

CR1.2 Los mandos de cabina se bloquean con pines de seguridad en posiciones concretas (neutral, cero, full) durante la realización de las inspecciones, comprobaciones, ajustes o reparaciones, evitando efectuar movimientos sin querer que puedan provocar un accidente que comprometa la aeronave o al personal.

CR1.3 Las superficies de control primarias (alergones, timón de dirección y profundidad) y secundarias (flaps, slats y aerofrenos) de aluminio y materiales compuestos se inspeccionan visualmente, comprobando que no tienen fisuras, remaches sueltos, corrosión, delaminaciones internas de honeycomb, libre actuación de bisagras y uniones, golpes, comprobando el movimiento libre y sin holguras que puedan afectar a la aerodinámica y al control, reparando los daños encontrados o sustituyendo los elementos afectados en cada caso, equilibrándolas colocando masas y asegurando el control de la aeronave al moverlas.

CR1.4 Las poleas, barriletes de tensión, topes de movimiento, cuadrantes, varillas, puntos de giro, rodillos, tracks o barras de transmisión se inspeccionan visualmente y/o con un calibre, midiendo desgastes, sustituyéndolos si encontráramos daños, excesivo desgaste u holguras, asegurando un movimiento uniforme de las superficies de control primarias y secundarias.

CR1.5 Los cables metálicos trenzados se inspeccionan, pasando un trapo de tela a lo largo de su recorrido observando si se engancha, buscando hilos metálicos deteriorados o girando el contrario del trenzado observando que interiormente está libre de corrosión, aflojando los barriletes y cambiando el tramo afectado, tensándolo con los barriletes correspondientes, midiendo la tensión del cable con un tensiómetro y un termómetro, dándole la tensión requerida teniendo en cuenta la temperatura del hangar asegurando un control preciso de la aeronave.

CR1.6 Los sistemas hidráulicos de asistencia al movimiento de los mandos de vuelo primarios (servoactuadores de alergones y timones de profundidad y dirección), secundarios (actuadores del husillo, flap y slat) y sus sistemas auxiliares (válvulas de sobrepresión, limitadores de torque, frenos de punta de ala, entre otros) se inspeccionan visualmente, observando la ausencia de fugas de líquido hidráulico en su estructura y racores, y comprobando el nivel del líquido lubricante, rellenándolo si no está a nivel, asegurando que los mandos de vuelos se mueven libremente.

CR1.7 Los límites de recorrido y las posiciones neutrales de las superficies de vuelo primario y secundario se verifican, usando una regla, calibre, galgas y/o pines pasa/no pasa, ajustándolos en cada caso, a la posición de los mandos en la cabina, extendiendo o retrayendo las varillas de ajuste en unos casos o ajustando la longitud del brazo de los servoactuadores en otro, asegurando un control preciso de la aeronave.

CR1.8 Las poleas, puntos de giro, varillaje, cables metálicos trenzados, cojinetes, rodillos, zonas de rozamiento de los tracks y el husillo se engrasan, siguiendo las recomendaciones del fabricante de la aeronave, asegurando un movimiento fluido y protegiéndolos de la corrosión.

RP2: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de mandos de vuelo de sistemas energizados de apoyo hidráulicos, eléctricos o neumáticos en hangar o línea, diagnosticando averías, realizando pruebas operacionales que pueden requerir simulaciones complejas o el uso de bancos de prueba externos y, reemplazando los elementos defectuosos que no superen las pruebas reflejadas en la documentación técnica para asegurar la funcionalidad de todas las superficies de control del vuelo.

CR2.1 El mantenimiento y reparación de los elementos que componen el sistema de mandos de vuelo se realiza siguiendo el plan de mantenimiento, aplicando las instrucciones de trabajo recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave y los documentos de trabajo asociados, dando respuesta a las averías detectadas para restaurar los sistemas afectados.

CR2.2 Los elementos de actuación del sistema de mandos de vuelo primarios, superficies móviles de actuación (alerones, timones de profundidad y dirección, elevones y flaperones, canard de control y sustentación, ruddervators, entre otros), así como sus aletas auxiliares y de control (tab's) se verifican, comprobando daños estructurales producidos por esfuerzos o cargas excesivas, realizando pruebas operacionales que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos, ajustando o sustituyendo los elementos en cada caso según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave para obtener el resultado operacional de mando requerido.

CR2.3 Los elementos de actuación de los mandos de vuelo secundarios, superficies móviles de actuación (flaps, slats, spoilers, entre otros), con extensiones mediante carriles, barras articuladas y articulaciones de batimiento se inspeccionan, comprobando los daños estructurales producidos por esfuerzos o cargas excesivas, realizando pruebas operacionales que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos, ajustando o sustituyendo los elementos necesarios según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, para conseguir la estabilidad y control a baja velocidad requerida.

CR2.4 Los componentes encargados de la transmisión del movimiento en los mandos de vuelo, controles de actuación en el Cockpit (columna de control, pedales, actuador de flaps, entre otros), cables de mando y poleas, barras de actuación, elementos de giro, elementos amortiguadores de movimiento, Pressure Control Unit (PCUs), servo actuadores hidráulicos, eléctricos y neumáticos se inspeccionan, comprobando con el uso de útiles dinamométricos, bancos de presión hidráulica, neumática y equipos de comprobación eléctricos, realizando los chequeos operacionales reflejados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, ajustando o sustituyendo los elementos que no superen las pruebas realizadas para obtener el resultado operacional requerido.

CR2.5 Los elementos de control e indicación del movimiento de las superficies de actuación de los mandos de vuelo, transmisores de posición (lineales, rotatorios, magnéticos) y sus instrumentos de indicación, servo controles de actuación del sistema de vuelo automático, válvulas selectoras, check, solenoides de actuación, entre otros, se inspeccionan, comprobando su operatividad, realizando pruebas operacionales que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos, y ajustando o sustituyendo los elementos necesarios según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, para obtener el control en cada uno de sus ejes.

CR2.6 Los componentes o elementos desmontados del sistema de mandos de vuelo se inspeccionan (visualmente y con equipos de comprobación de daños estructurales) y dependiendo del nivel de los daños observados, son desechados, reparados o enviados a talleres especializados para su recuperación según las indicaciones del manual del componente afectado.

CR2.7 El diagnóstico y análisis de averías de los elementos eléctricos en el sistema de mandos de vuelo (sensores de proximidad, transmisores de posición, servoactuadores, Linear Variable Differential Transformer (LVDT's), Rotary Variable Differential Transformer (RVDT's), instalaciones eléctricas, instrumentos de indicación, entre otros) se realiza, usando equipos de prueba y medida (osciloscopios, frecuencímetros, polímetros, fuentes de alimentación, entre otros), siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave y reemplazando los elementos defectuosos para obtener un correcto control e indicación.

CR2.8 Las líneas de distribución hidráulicas, neumáticas del sistema de mandos de vuelo se inspeccionan visualmente, comprobando su presión y estanqueidad con los equipos de prueba y medida (manómetros, bancos de prueba, entre otros), y dependiendo del nivel de los daños observados, ser desechados y sustituidos, o reparados según las indicaciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave para la actuación de las superficies de control.

CR2.9 Las superficies aerodinámicas de mandos de vuelo primarios, (alergones, timones de profundidad y dirección, elevones y flaperones, canard de control y sustentación, ruddervators, entre otros), así como sus aletas auxiliares y de control (tab's), los elementos de actuación de los mandos de vuelo secundarios (flaps y slats con extensiones mediante carriles, barras articuladas, articulaciones de batimiento y spoilers), cables de mando y poleas, barras de actuación, elementos de giro, elementos amortiguadores de movimiento, PCU's, servo actuadores hidráulicos, eléctricos y neumáticos, instrumentos de indicación en el Cockpit se verifican visualmente en rampa/línea, dando respuesta a las averías reportadas por la tripulación técnica, realizando bite test o pruebas operacionales que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos, ajustando o sustituyendo los elementos que no superen los test realizados según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, recuperando la capacidad operacional del sistema de mandos de vuelo.

RP3: Efectuar el mantenimiento programado y no programado del sistema de mandos de vuelo, de aeronaves equipadas con sistemas de transmisión de mando por medios eléctricos (fly by wire) en hangar o línea, diagnosticando las averías reportadas, realizando pruebas operacionales que pueden requerir simulaciones complejas o el uso de bancos de prueba externos y reemplazando los elementos defectuosos que no superen las

pruebas reflejadas en la documentación técnica, asegurando la funcionalidad de todas las superficies de control.

CR3.1 El mantenimiento y reparación de los elementos que componen el sistema de mandos de vuelo se realiza, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave y los documentos de trabajo asociados, y dando respuesta a las averías detectadas para restaurar los sistemas afectados.

CR3.2 Los elementos de actuación del sistema de mandos de vuelo primarios, superficies móviles de actuación (alergones, timones de profundidad y dirección, elevones y flaperones, canard de control y sustentación, ruddervators, entre otros), sus aletas auxiliares y de control (tab's) se inspeccionan, comprobando los daños estructurales producidos por esfuerzos o cargas excesivas, realizando pruebas operacionales que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos y, ajustando o sustituyendo los elementos necesarios según los documentos de mantenimiento para obtener el resultado operacional de mando.

CR3.3 Los elementos de actuación de los mandos de vuelo secundarios, superficies móviles de actuación (flaps y slats, con extensiones mediante carriles, barras articuladas, articulaciones de batimiento y spoilers) se inspeccionan, comprobando los daños estructurales producidos por esfuerzos o cargas excesivas, realizando pruebas operacionales que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos y, ajustando o sustituyendo los elementos necesarios según los documentos de mantenimiento, para conseguir la estabilidad y control a baja velocidad.

CR3.4 Los componentes de actuación del sistema de mandos de vuelo eléctrico (fly by wire) PCU's, servo actuadores y motores (eléctricos e hidráulicos), transmisiones de movimiento, válvulas eléctricas e hidráulicas, puntos de giro, amortiguadores de esfuerzos, entre otros, se inspeccionan, comprobando su funcionamiento con el uso de bancos de presión hidráulica, neumática y equipos de diagnóstico, realizando las pruebas operacionales reflejadas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, ajustando o sustituyendo los elementos que no superen las pruebas realizadas, para obtener el resultado operacional requerido.

CR3.5 Los elementos de control e indicación del sistema de mandos de vuelo eléctrico (fly by wire), Sidestick o volante de control, Pedal Feel and Trim Unit (PFTU'S), computadores de control y gestión de órdenes de mando, computadores de monitoreo, transmisores de posición (lineales, rotatorios, magnéticos, RVDT's, LVDT's, unidades de detección de asimetría, entre otros), solenoides de actuación, elementos de indicación en cabina, entre otros, se inspeccionan, realizando comprobaciones sencillas (resistencia, tensión, continuidad, entre otros) o colaborando en pruebas aviónicas complejas que pueden requerir equipos de comprobación externos y, ajustando o sustituyendo los elementos necesarios según los documentos de mantenimiento, para obtener el control de sus ejes.

CR3.6 Los elementos mecánicos de actuación desmontados del sistema de mandos de vuelo eléctrico (fly by wire) se comprueban, realizando bite test y pruebas operacionales que pueden requerir equipos y bancos de prueba externos, y dependiendo del nivel de los daños observados son desechados, reparados o enviados a talleres especializados para su recuperación según las indicaciones del manual del componente afectado.

CR3.7 Los elementos eléctricos en el sistema de mandos de vuelo eléctrico (fly by wire), sensores de proximidad, transmisores de posición, servoactuadores, LVDT's, RVDT's, líneas de cableado de transmisión de datos, señales discretas y alimentaciones eléctricas, instrumentos de indicación, entre otros, se verifican, comprobando con los equipos de prueba y medida (polímetros, fuentes de

alimentación, entre otros) y siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave, su funcionamiento, reemplazando los elementos defectuosos en cada caso, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, torquímetros, de codo, entre otras).

CR3.8 Las líneas de distribución hidráulicas y neumáticas del sistema de mandos de vuelo eléctrico (fly by wire) se inspeccionan visualmente, comprobando su presión y estanqueidad con los equipos de prueba y medida (manómetros, bancos de prueba, entre otros) y dependiendo del nivel de los daños observados, son desechados y sustituidos, o reparados según las indicaciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave para la actuación de las superficies de control.

RP4: Efectuar el mantenimiento programado y no programado del tren de aterrizaje de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos para restaurar los componentes afectados.

CR4.1 La aeronave se eleva en hangar, colocándola sobre tres gatos, apoyándolos sobre los puntos marcados como JACK-POINTS, comprobando que está nivelada longitudinalmente y transversalmente con plomadas y niveles de burbuja, asegurándola y comprobando que la altura libre al suelo permite la libre extensión y retracción del tren de aterrizaje de acuerdo con el manual de mantenimiento de la aeronave.

CR4.2 El eje del tren de aterrizaje se verifica visualmente que no está deteriorado, limpiando con un trapo de algodón que no deje pelusa y un limpiador no acuoso el compuesto anticorrosivo, observando que está libre de óxido o dañado y reparando en cada caso, aplicando el compuesto preventivo con brocha y con las espátulas no metálicas para suavizar los bordes, verificando que el grosor no supera los límites máximos y que el color está igualado en toda la pieza.

CR4.3 El tren de aterrizaje principal se verifica visualmente, comprobando sus accesorios principales (pistón deslizante, viga del carretón, recortador de inclinación, sistema acortador del tren, conjunto de suspensión lateral, conjunto de pasadores de bloqueo, enlace de torque inferior, enlaces de articulación superior e inferior, actuador Lockstay), comprobando que no hay signos de corrosión, grietas, deterioro excesivo, golpes punzantes, abolladuras y rebabas en el cromo, utilizando la iluminación suficiente para detectar los daños y herramientas especiales (micrómetros, calibres, relojes comparadores, entre otros), reparando los elementos deteriorados siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR4.4 El tren de aterrizaje se verifica, desmontando y montando el conjunto, quitando las tuercas y tornillos de los bulones de sujeción, desacoplándolo del avión, soltando y quitando líneas hidráulicas, eléctricas que lo unen a la aeronave, las ruedas y frenos, apoyándolo en la cuna de transporte, utilizando una plomada y cinta adhesiva para marcar las líneas de referencia, drenando los fluidos hidráulicos y nitrógeno del amortiguador, utilizando las herramientas de acortamiento del tren de aterrizaje, retirándolo del avión y montando la nueva unidad reacondicionada, según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR4.5 El amortiguador del tren se verifica visualmente, observando pérdidas de aceite por el vástago, cambiando la activación de la junta primaria a la junta secundaria en cada caso, utilizando la herramienta estándar (llaves fijas, de vaso, torquímetros, entre otras), revisando las pérdidas en días sucesivos de ciclos normales del avión,

sustituyendo la junta primaria si se confirman fugas, para ajustar la estanqueidad del sistema.

CR4.6 El amortiguador se sustituye, elevando la aeronave para librar el suelo con la extensión máxima del vástago del amortiguador, sujetándolo con eslingas, desmontando las ruedas, conjuntos de frenos y en su caso la viga del carretón, apoyándolo en la cuna de transporte, despresurizando el líquido hidráulico y el nitrógeno del interior de la camisa, desacoplándolo, desconectando las tuberías y cables, bajando el conjunto, montando de nuevo el amortiguador y reacondicionado el sistema siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR4.7 La carga de nitrógeno de los amortiguadores del tren principal se verifica, instalando el adaptador en la válvula de carga y su manómetro, midiendo la extensión, la temperatura de la superficie del pistón, usando un termómetro digital o laser y registrando los datos para cotejarlos con los marcados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, realizando la carga de nitrógeno necesario en cada caso, utilizando un equipo de carga de nitrógeno de alta presión, retirando los equipos y haciendo una prueba de fugas de la válvula de purga/inflado, utilizando el KIT de pérdidas.

RP5: Aplicar el mantenimiento programado y no programado del sistema hidráulico del tren de aterrizaje y tren de rodadura, realizando inspección visual, mediciones láser, chequeos de verificación, entre otros, reparando o sustituyendo elementos deteriorados para asegurar el buen estado del tren y estructura de la aeronave.

CR5.1 Los neumáticos del tren de aterrizaje se verifican visualmente, comprobando la presión, el dibujo y estado general, utilizando los útiles de prueba y medida (manómetro de presión, calibre de profundidad, entre otros), sustituyéndolos con los equipos de reparación (desmontadora, equilibradora, entre otros), asegurando el apoyo y la adherencia de la aeronave en tierra.

CR5.2 Las tuberías rígidas de presión, válvulas, accionamientos hidráulicos, mangueras flexibles, retornos de los tres sistemas de hidráulico, bombas y acumuladores se comprueban visualmente y con los equipos de comprobación y medida (colectores, bancos de prueba, manómetros, entre otros), verificando la ausencia de fugas de aceite, deterioros evidentes y pérdidas de presión, sustituyendo los elementos deteriorados con la herramienta específica y universal (llave de racores, dinamométricas, llaves de vaso, fijas, entre otras), restaurando el sistema y asegurando el funcionamiento de la subida y bajada de las ruedas.

CR5.3 La horquilla, bisagras de costado y brazo de amarre se inspeccionan visualmente que no hay signos de corrosión, falta de material, arañazos o marcas, reparando, lijando, limpiando y aplicando la protección y embellecimiento o sustituyendo los elementos deteriorados en cada caso.

CR5.4 Las compuertas del tren de aterrizaje se verifican visualmente, observando que están exentos de arañazos, hendiduras, marcas, corrosión, seguros de costado en mal estado, ausencia de hidráulico, entre otras, lijando, limpiando, protegiendo y embelleciendo la zona deteriorada para restablecer la pieza y su protección superficial.

CR5.5 Los switches de bombas de hidráulico del tren de aterrizaje y bomba auxiliar se comprueban visualmente, verificando que el actuador de bloqueo/desbloqueo,

que los indicadores de presión y cantidad de hidráulico funcionan, para asegurar la alimentación hidráulica de la aeronave.

CR5.6 La extensión y retracción del tren de aterrizaje se comprueba, haciéndolos subir y bajar con el avión apoyado en gatos y equilibrado, accionando la palanca que actúa sobre el mecanismo, observando que el ciclo de cierre y apertura se realiza en el tiempo previsto y comprobando que la alineación de las compuertas sean las marcadas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR5.7 Los sistemas de freno se revisan visualmente y con los equipos de prueba y medida (micrómetros, calibres, manómetros de presión, entre otras) que los discos metálicos, pastillas y bombas de hidráulico están dentro de los valores de referencia especificados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave y que el aviso de «parking brake» en cabina no está encendido, sangrando frenos en cada caso y situación, observando por el útil (manguera transparente y contenedor de reciclaje), que no salen burbujas del circuito, asegurando la eficacia y estabilidad de la frenada.

CR5.8 Las luces del sistema en el interior de la cabina se comprueban visualmente, sometiéndolas a las diferentes condiciones de funcionamiento: tren extendido y bloqueado, luz verde; no extendido o no bloqueado, luz roja, observando que el breaker correspondiente que apaga o enciende el aviso en el master caution (o panel de aviso) se encuentra en buen estado, verificándolo con los equipos de prueba y medida (polímetro o analizadores digitales) sustituyendo los elementos deteriorados utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otras).

CR5.9 El computador de control de extensión/retracción, se verifica visualmente, utilizando el analizador digital, realizando el chequeo del sistema y observando si hay algún fallo memorizado que persista una vez borrado, sustituyendo el elemento afectado con la herramienta de mano (llaves fijas, de vaso, torquímetros, entre otras), restaurando el/los elementos deteriorados, la pantalla en cada caso o la unidad.

RP6: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas de caída libre del tren y frenos de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos y utilizando el Manual de Mantenimiento de la Aeronave para restaurar los componentes afectados.

CR6.1 La caída libre del tren de aterrizaje se verifica con el avión montado sobre los gatos de elevación, configurado el avión en modo vuelo, tren de aterrizaje recogido, interruptores o palancas de extensión, abriéndose las puertas y desbloqueándose los trenes, observando que los ganchos de bloqueo estén completamente abiertos o llevándolos a la posición en cada caso, reseteando el sistema, comprobando los elementos que constituyen el sistema (cerrojos de compuertas, de tren, entre otros) y recogiendo de nuevo con el utillaje de retracción (banco hidráulico), para asegurar la salida del tren de aterrizaje en caso de emergencia.

CR6.2 El eje de rueda y el casquillo del eje de los bujes se inspeccionan, comprobando el diámetro externo del eje y del diámetro interno del casquillo, observando que no hay grietas ni corrosión, mediante líquidos penetrantes fluorescentes, micrómetros, calibres y relojes comparadores, entre otros, reemplazando los elementos deteriorados, usando los equipos de extracción y la herramienta común (llaves de vaso, de codo, fijas, torquímetros, entre otros), restituyendo el sistema de rodaje.

CR6.3 Las ruedas de tren se cambian, colocando el CHOCK WHEEL (calzo) en posición para las ruedas, elevando la aeronave, disminuyendo la presión de los neumáticos a aproximadamente 2 bar (29 Pressure per square inch (PSI), retirando la tapa del cubo de frenos, el sensor de presión, entre otros, apoyándolas en la cuna de desmontaje, quitando la tornillería y utilizando el cono guía, extrayéndolas, utilizando un trapo de algodón sin pelusa y un limpiador general no acuoso para desengrasar las interfaces de los componentes, volviendo a lubricar con grasa tanto el eje como los rodamientos, montando el neumático en la aeronave siguiendo el orden inverso al desmontaje.

CR6.4 Los conjuntos de freno se inspeccionan visualmente, retirando el neumático, liberando la presión hidráulica, los conectores eléctricos, los racores de las tuberías, observando el estado del paquete de frenos por golpes, corrosión, o indicios de sobrecalentamiento y el límite de desgaste de pastillas y discos, sustituyendo el conjunto, soltando la tornillería con la herramienta común (llaves de vaso, de codo, fijas, torquímetros, entre otros), extrayendo el conjunto y cambiándolo por uno nuevo, para el frenado de la rueda.

CR6.5 El tacómetro de velocidad de la rueda se verifica con la herramienta de accionamiento (accionador de eje estriado) conectada a un motor de giro (taladro), haciéndolo girar para dar una velocidad de entre 900 y 1100 (RPM) y observando que los pistones de freno se retraen en cada una de las fases descritas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR6.6 El sistema de frenos se sangra, extrayendo el líquido de frenos y eliminando el aire contenido en el sistema, aflojando la válvula de purga y observando por el útil (manguera transparente y contenedor de reciclaje), que no salen burbujas del circuito, asegurando la eficacia y estabilidad de frenado.

CR6.7 El ordenador de control se verifica, realizando un bite test con el equipo de diagnóstico, comprobando errores memorizados en el sistema, borrando los errores y comprobando los elementos defectuosos (sensores y actuadores, entre otros) con los equipos de prueba y medida (polímetro, bancos digitales, entre otros), sustituyendo en cada caso.

RP7: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas de dirección y ruedas en el hangar, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos y usando el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, para restaurar los componentes afectados.

CR7.1 El sensor de presión de ruedas se verifica, utilizando un manómetro calibrado, observando la medida de todas las ruedas y comparándolas con los datos extraídos del Manual de Mantenimiento de la Aeronave, cambiando el sensor si la diferencia entre ruedas supera el 5%.

CR7.2 El inflado de los neumáticos se ajusta, comprobando que la lectura de los manómetros de presión (dos diferentes con el mismo rango de medida) entren en los valores marcados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, medidos en el aeropuerto de salida y de llegada, aumentando o disminuyendo la cantidad de aire en cada caso, con el inflador y observando si tiene pérdidas, cambiando el neumático en cada caso.

CR7.3 Los neumáticos del tren de aterrizaje se verifican, observando el dibujo y estado general, utilizando el calibre de profundidad consultando el espesor mínimo en el Manual de Mantenimiento de la aeronave, sustituyéndolos en cada caso con los equipos de reparación (desmontadora, equilibradora, entre otras), asegurando el apoyo y la adherencia de la aeronave en tierra.

CR7.4 El sistema de dirección de tren de morro se verifica visualmente, observando el estado de los elementos (tuberías, cables, soportes, entre otras), reparando en cada caso y comprobando las medidas de los ángulos de giro, utilizando un cuadrante graduado en el tramo de giro, haciendo los giros y vuelta a la marcha recta según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, coincidiendo ruedas y cuadrante en 0°, asegurando la alineación entre el volante y la rueda.

CR7.5 Los sensores de indicación de ángulo de la dirección se verifican, instalando el banco de prueba y los útiles de acoplamiento en la cremallera metálica del amortiguador de dirección para comprobar su calibración y realizar movimientos, apuntando los datos obtenidos y comparando con los del Manual de Mantenimiento de la Aeronave, sustituyendo en cada caso y volviendo a realizar el proceso de recalibración del sistema.

CR7.6 El ángulo de dirección se verifica visualmente, colocando las ruedas sobre dos placas de metal, con la dirección centrada e instalando el cuadrante graduado, moviendo a través de la barra de remolque en el tren de dirección hasta que el objetivo (target) y el sensor de proximidad de sobreviraje (izquierdo y derecho) mande la señal a la pantalla y encienda las luces de advertencia de deslizamiento en el objetivo (target), reparando los sensores o target en cada caso, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR7.7 El certificado de aptitud para el servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de la aeronave se rellena tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

RP8: Aplicar el mantenimiento programado y no programado del sistema de tren de aterrizaje actuado electromecánicamente, realizando inspección visual, ajustes, chequeos de verificación, entre otros, reparando o sustituyendo elementos deteriorados o por límite de horas, ciclos o calendario, para asegurar el buen estado del tren y estructura de la aeronave.

CR8.1 La caja de engranajes, el motor eléctrico, switches y conexión de actuadores del tren de aterrizaje se inspecciona visualmente por fugas, desgaste, daños, fijación, ruidos extraños y utilizando el equipo de control y medida (equipos de diagnóstico, polímetros, entre otros) y chequeando el nivel de aceite.

CR8.2 Las llantas y neumáticos se inspeccionan por grietas, corrosión, desgaste e inflado de neumático y condición y desgaste de los cojinetes, sustituyendo en cada caso.

CR8.3 El tren de aterrizaje, sus componentes (SHOCK STRUT, SLIDING, DRAG BRACE, barras de retracción, entre otros), uniones de actuación, dirección y shimmy damper se inspeccionan visualmente y con ayuda de linternas y espejos, por grietas, amarre, fijación, presión y fugas de hidráulico.

CR8.4 El tren de aterrizaje se actúa con la ayuda de una fuente eléctrica externa entregando y manteniendo  $28.25 \pm 0.25$  VDC, durante los ciclos de extensión y retracción del tren, comprobando las compuertas, las luces del sistema de extensión/retracción, bocina de aviso, tensión del cable de bloqueo arriba, libre actuación de la manivela de extensión de emergencia y ajuste de los switches de seguridad y recorrido, asegurando la salida de las ruedas.

RP9: Realizar la revisión general (overhaul) del conjunto tren de aterrizaje (Landing Gear, Drag Brace, actuadores, llantas, frenos, Steering, caja de engranajes del tren, entre otros), realizando el desmontaje, limpieza, inspección, reparación y sustituciones en cada caso, reensamblado y comprobando su funcionamiento, asegurando su completa conformidad con todas las tolerancias de servicio aplicables especificadas en las instrucciones del titular del certificado de tipo o del fabricante para la aeronavegabilidad continuada, siguiendo las instrucciones de los Manuales de Overhaul de Componentes.

CR9.1 Los elementos del tren de aterrizaje (amortiguadores, actuadores del tren de aterrizaje, paquetes de frenos, entre otros) se desmontan colocando cada subconjunto en una mesa de trabajo independiente, realizando el lavado preliminar utilizando desengrasantes y cepillos, para el acondicionamiento previo al desmontaje.

CR9.2 Los elementos del tren de aterrizaje se desmontan utilizando herramienta estándar y extractores específicos, desechando juntas, pasadores, casquillos, pastillas de frenos y tornillería, limpiando las piezas principales con desengrasantes aplicables a spray/cepillo, utilizando soluciones salinas, disolventes, productos abrasivos, ultrasonidos, comprobando visualmente desgaste, corrosión y estado general.

CR9.3 Las piezas (actuadores, llantas, frenos, Steering, caja de engranajes del tren, entre otros) se comprueban visualmente por daños superficiales evidentes, grietas, corrosiones, sobrettemperatura (en los paquetes de freno) y desgastes, y con los equipos de prueba y medida (calibres pie de rey, relojes comparadores, calibres de interiores, entre otros), verificando anchos, espesores y controlando que están por encima de las dimensiones mínimas indicadas en el Manual de Overhaul, sustituyéndolas en cada caso.

CR9.4 Las piezas (Strut, sliding, torque knees, drag braces, wheels, piston housings, entre otras) se inspeccionan por grietas y corrosión mediante Ensayos No Destructivos, empleando las técnicas de Líquidos Penetrantes, Partículas Magnéticas y Corrientes Inducidas para las piezas metálicas, ensayando las sometidas a alta temperatura (paquetes de frenos) con durómetros (rockwell/brinell) e inspeccionando con sondas de conductividad eléctrica que sus cualidades de resistencia están dentro de los límites de diseño del fabricante.

CR9.5 Las piezas (Strut, sliding, torque knees, drag braces, wheels, piston housings, entre otras) se restauran retirando la pintura con decapantes químicos y proyección de cáscara de nuez, puliendo, eliminando corrosiones, restos de suciedad, muescas y abolladuras, utilizando limas, esmeriles u otros abrasivos, soluciones caústicas, lavando y secando con aire, midiendo por segunda vez tras la restauración.

CR9.6 Las piezas (Strut, sliding, torque knees, drag braces, wheels, piston housings, entre otras), se protegen superficialmente, protegiéndolas de la corrosión aplicando Alodine/Bonderite, imprimación y pintura final y restaurando cromados y cadmiados.

CR9.7 El montaje de cada subconjunto del tren de aterrizaje se realiza uniendo los elementos en orden inverso al desmontaje, utilizando tornillería, sellos, discos, pastillas, cojinetes, casquillos, y juntas nuevas, siguiendo las indicaciones del Manual de Overhaul, aplicando el apriete a las tuercas y tornillos con la llave dinamométrica, lubricando y dando presión de nitrógeno en su caso y efectuando todas las Directivas de Aeronavegabilidad y Boletines de Servicio aplicables.

CR9.8 El amortiguador, actuadores del tren de aterrizaje, de los paquetes de frenos y la presión de las ruedas, se comprueban observando fugas de hidráulico y utilizando el banco de prueba y medida, observando que el conjunto rotor gira libremente después de liberar la presión de los pistones, inflando los neumáticos con nitrógeno, equilibrando dinámicamente añadiendo contrapesos en cada caso, comprobando pérdidas de gas del neumático a las 24 horas, simulando el peso del tren y las cargas en vuelo y cotejando los datos obtenidos con los recogidos en el Manual de Mantenimiento de la aeronave, observando ruidos extraños y juego axial al girar el tornillo sin fin.

#### **Contexto profesional:**

#### **Medios de producción:**

Elementos de mandos de vuelo. Elementos del tren de aterrizaje. Elementos de dirección, elementos de actuación, frenos y ruedas. Banco de pruebas eléctricas. Banco de pruebas hidráulicas. Gatos. Medios de elevación y transporte. Máquinas, herramientas fijas y portátiles, termómetros y utillaje específico. Equipos para la localización de defectos por ensayos no destructivos. Durómetros. Equipos de diagnóstico de averías. Cableados eléctricos, sensores y controles electrónicos. Equipos de medición de formas y máquinas de equilibrado. Equipo informático de control y gestión de la producción, del aprovisionamiento, del personal y de la operación.

#### **Productos y resultados:**

Mantenimiento programado y no programado de los mandos de vuelo en sistemas de accionamiento manual directo y control del avión, realizado. Mantenimiento programado y no programado de mandos de vuelo de sistemas energizados de apoyo hidráulicos, eléctricos o neumáticos en hangar o línea, realizado. Mantenimiento programado y no programado del sistema de mandos de vuelo, de aeronaves equipadas con sistemas de transmisión de mando por medios eléctricos (fly by wire) en hangar o línea, realizado. Mantenimiento programado y no programado del tren de aterrizaje de la aeronave en el hangar, realizado. Mantenimiento programado y no programado del sistema hidráulico del tren de aterrizaje y tren de rodadura, realizado. Mantenimiento programado y no programado de los sistemas de caída libre del tren y frenos de la aeronave en el hangar, realizado. Mantenimiento programado y no programado de los sistemas de dirección y ruedas en el hangar, realizado. Mantenimiento programado y no programado del sistema de tren de aterrizaje actuado electromecánicamente, realizado. Revisión general (overhaul) del conjunto tren de aterrizaje (Landing Gear, Drag Brace, actuadores, llantas, frenos, Steering, caja de engranajes del tren, entre otros), realizado.

#### **Información utilizada o generada:**

Manual de Mantenimiento de la Aeronave. Documentación técnica de la aeronave (Wiring Diagram Manual, Schematic Diagram Manual, Trouble Shooting Manual). Documentación

técnica de los componentes. Parte de Vuelo (Technical Log Book). Normativa aplicable ordenada por la entidad reguladora para la instalación de los componentes nuevos en la aeronave, órdenes de trabajo, esquemas, planos. Manuales técnicos de operación de equipos de pruebas. Manual de componentes de Tren, llantas y frenos (CMM). Normas y procedimientos de trabajo o de reparación. Tablas de equivalencias de materiales o componentes. Normas de calidad específicas del fabricante. Reglamentos aeronáuticos. Procedimientos aeroportuarios. Documentos oficiales de control. Libro de bitácora del avión. Sistemas informáticos para información de averías, de procedimientos o de programación y actuación. Documentos y procedimientos relacionados con los sistemas de calidad ordenada por la entidad reguladora. Normativa aplicable referente a la seguridad, prevención de riesgos laborales y gestión medioambiental. Diccionario de inglés técnico aeronáutico. Normativa de Seguridad en Plataforma (NSP).

## **UNIDAD DE COMPETENCIA 6: MANTENER/REPARAR LA ESTRUCTURA Y LA CÉLULA DE AERONAVES**

**Nivel: 3**

**Código: UC2539\_3**

### **Realizaciones profesionales y criterios de realización:**

RP1: Realizar el mantenimiento programado de la estructura primaria y secundaria de la aeronave, verificando visualmente a través de una General Visual Inspection (GVI), el revestimiento, cuadernas y largueros, sujeciones, bordes de aperturas de registros, carenados, puertas de acceso, alojamientos y compuertas del tren, sus herrajes de sujeción, compartimento electrónico, el radome, carenados, las alas y sus elementos móviles (slats, flaps, spoilers y alerones), registros de tanque de combustible, pylons o engine mounts, góndolas y carenados, los Wing tips, bordes de ataque y salida de alas, puertas, paneles de inspección, compuertas de servicio, estructura interna y externa, herrajes de los estabilizadores, tirantes de refuerzo, las fijaciones, registros de mantenimiento, cajón de estabilizadores vertical y horizontal, entre otros, realizando reparaciones y aplicando la protección indicada en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave y el Manual de Reparaciones Estructurales (S.R.M.) con la ayuda de la herramienta, utillaje y medios (herramientas de medición, calibres, micrómetros, plataformas elevadoras, iluminación, entre otros) para asegurar la integridad estructural de las aeronaves.

CR1.1 Las plataformas móviles, arneses de seguridad y equipos de iluminación, entre otros, se seleccionan, preparando las tareas de inspección, ajustando las condiciones de trabajo al procedimiento establecido en materia de seguridad e higiene.

CR1.2 La estructura externa e interna se limpia, procurando accesos, inspeccionando visualmente que no ha sufrido ningún deterioro, siguiendo las tareas estándar recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave e instrucciones de la empresa de mantenimiento responsable.

CR1.3 Las estructuras se verifican, realizando una inspección general visual (GVI), detectando abolladuras, arañazos, delaminaciones, pliegues, grietas, corrosión, holguras, desgastes, fugas de combustible, entre otros, sustituyendo o reparando en cada caso, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave y el Structural Repair Manual.

CR1.4 Los daños encontrados en la inspección y que no estén controlados en el mapa de daños de la aeronave se identifican, ubicándolos y midiéndolos, reparando o sustituyendo, siguiendo el Structural Repair Manual (S.R.M.).

CR1.5 Los daños estructurales se valoran, determinando su reparación o no, según las tolerancias marcadas en el Structural Repair Manual (S.R.M.).

CR1.6 Los accesos para las reparaciones se realizan, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, utilizando los medios de seguridad e higiene, garantizando la integridad de los componentes estructurales adyacentes.

CR1.7 Los materiales utilizados en las reparaciones del fuselaje se preparan, asegurando que están normalizados todos los componentes (láminas metálicas, materiales compuestos, fijaciones, sellantes, entre otros), aplicando los productos de reparación siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, restaurando las propiedades estructurales de las zonas afectadas.

CR1.8 La estructura de la aeronave reparada se aísla de la corrosión con los productos de protección (imprimaciones, pinturas de acabado, inhibidores de corrosión, entre otros) indicados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, siguiendo las instrucciones de trabajo recogidas en las fichas de los productos aplicados, asegurando la durabilidad de la intervención y generando el documento de trazabilidad de la intervención.

RP2: Realizar reparación de daños (abolladuras, arañazos, hendiduras, grietas, perforaciones, corrosiones, delaminaciones, entre otros), en estructuras de aluminio, acero y materiales compuestos en aeronaves, identificando daños visualmente, evaluando los componentes siguiendo las indicaciones del Manual de Reparaciones Estructurales (S.R.M.) o instrucciones de reparación aprobadas por una Organización de Diseño (DOA), reparándolas con la ayuda de herramientas de corte, limas, abrasivos, remachadoras, soldadoras, sellantes, fibra, adhesivos, calibres, galgas, entre otros.

CR2.1 Los daños en el revestimiento, abolladuras, arañazos o hendiduras se clasifican como menores de acuerdo a sus dimensiones de profundidad y extensión dadas en el Manual de Reparaciones Estructurales (S.R.M.), rellenando con masilla aerodinámica suave con espátula en el contorno circundante de la piel de la aeronave sin cubrir la parte superior de los elementos de fijación, pintando la zona reparada de acuerdo a las prácticas estándar del Manual de Mantenimiento.

CR2.2 Los daños mayores en el revestimiento de aleación de aluminio, abolladuras, arañazos, hendiduras, corrosiones, grietas o perforaciones, entre otros, se clasifican de acuerdo a sus dimensiones de profundidad y extensión dadas en el Manual de Reparaciones Estructurales (S.R.M.), reparándolos cortando/eliminando la/s zona/s dañada/s, utilizando discos de corte y redondeando las esquinas con un radio de 0,5 pulgadas, añadiendo un refuerzo de una Galga superior al revestimiento dañado, presentándolo sobre la estructura y sujetándolo con el utillaje de fijación (clecos, pinza, entre otras), realizando las filas de remaches de unión recomendados en el S.R.M., tratando las zonas reparadas añadiendo Alodine/Bonderite superficialmente y aplicando imprimación y pintura de acuerdo a las prácticas estándar del Manual de Mantenimiento.

CR2.3 Los daños en estructuras de fibra de vidrio se reparan, lijando, taladrando o saneando, limpiando con disolventes, agregando capas de fibra para igualar el

grosor de las capas dañadas en cada caso impregnando adhesivo y siguiendo el patrón dado en el S.R.M para su curación y acabado.

CR2.4 Los daños en estructuras de fibra de carbono se reparan saneando la zona dañada y colocando telas de fibra de carbono preimpregnada, alternando la dirección de la fibra de cada capa, aplicando presión sobre las capas y colocando una bolsa de vacío y una lámpara incandescente, aplicando el curado y procedimiento de reparación descrito en el S.R.M. o en el documento aprobado por la DOA, controlando los tiempos de succión y temperatura.

CR2.5 Los daños en estructuras de honeycomb se reparan recortando la zona dañada en forma de cilindro, colocando adhesivo en el fondo y laterales del hueco cilíndrico y rellenando el hueco con un cilindro de honeycomb nuevo y cubriendo la superficie con adhesivo de acuerdo con el S.R.M. o reparación aprobada por DOA.

CR2.6 Las reparaciones estructurales se certifican rellenando el certificado de puesta en Servicio (Release to Service Certificate), de acuerdo a documentación aprobada, S.R.M., EASA CS-STAND (basadas en AC 43-13), reparaciones provenientes de Organizaciones de Diseño Aprobadas (DOA) o el propio fabricante.

RP3: Realizar el mantenimiento programado de la estructura terciaria de la aeronave, visualmente a través de una inspección general visual (GVI), las butacas, mobiliario interior, paneles de revestimiento, entre otros, realizando reparaciones y aplicando la protección indicada en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave con la ayuda de la herramienta, utillaje y medios (herramientas de medición, calibres, micrómetros, plataformas elevadoras, iluminación, entre otros) para asegurar sus características de diseño original.

CR3.1 Las escaleras, plataformas, arneses de seguridad y equipos de iluminación, entre otras, se preparan para las tareas de inspección, ajustando las condiciones de trabajo al procedimiento establecido en materia de seguridad e higiene.

CR3.2 La estructura externa e interna se limpia, procurando accesos, inspeccionando visualmente que no ha sufrido ningún deterioro, siguiendo las tareas estándar recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave e instrucciones de la empresa de mantenimiento responsable.

CR3.3 El mobiliario, paneles de embellecimiento, carenados, estructura externa e interna, entre otras, se inspeccionan, comprobando visualmente su integridad realizando una inspección general visual (GVI), detectando abolladuras, grietas, corrosión, holguras, entre otros, sustituyendo o reparando en cada caso siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR3.4 Los elementos dañados y desmontados del sistema se verifican, realizando comprobaciones operacionales que pueden requerir equipos y bancos de prueba externos, y dependiendo del nivel de los daños observados son desechados, reparados o enviados a talleres especializados para su recuperación según las indicaciones del manual del componente afectado.

CR3.5 Los elementos dañados se adecuan, reparándolos, restaurándolos o sustituyéndolos por otros nuevos, conservando su función aerodinámica y estética de la aeronave.

RP4: Realizar cálculos para controlar el peso y el balance de la aeronave, asegurando que se encuentra dentro de los valores de la gráfica de la envolvente, que el centro de gravedad no ha variado con carga, entre otras, situándola según las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR4.1 Los datos de peso básico en vacío, límites de peso (peso máximo al despegue, peso máximo al aterrizaje), capacidad de combustible, número de pasajeros y zonas de carga (bodegas), brazos del centro de gravedad por estaciones y posición de los asientos de pasajeros según tablas, se obtienen en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave para tener la referencia de los valores establecidos.

CR4.2 La aeronave se pesa asegurando que se cumplen las especificaciones del fabricante en el intervalo cuando sufre una modificación en la estructura y/o equipamiento, realizando un pesado básico en vacío (BEW) calculando la suma del peso de la estructura los componentes, los fluidos de operación y combustible no utilizable.

CR4.3 El peso del modelo específico de la aeronave se anota extrayéndolo del Manual de Mantenimiento de la Aeronave, pesando la aeronave y recogiendo los datos de la pesada en seco (peso básico + tripulación y equipaje + equipos de emergencia, comidas y bebidas + equipos de servicios de abordaje) pesada sin combustible (peso seco + pasajeros + equipaje y carga), calculando el peso máximo de despegue dentro de los límites operativos indicados.

CR4.4 La aeronave se pesa dentro del hangar, sobre ruedas, empleando básculas de plataforma o sobre gatos (Jack points), empleando sondas de pesaje calibradas y certificadas, conectándolas a una maleta con ordenador para realizar los cálculos, drenando el combustible, comprobando que el aceite de los motores está al máximo, chequeando que los equipos instalados están en su sitio y corresponden con la lista de equipamiento de la aeronave, que la aeronave está elevada y nivelada, el peso básico en vacío y determinando el momento a partir de las lecturas de la báscula, restando los artículos que no forman parte de la aeronave vacía, teniendo en cuenta el combustible y aceite no usables emitiendo un certificado de peso y centrado, teniendo en cuenta las correcciones de los certificados de calibración de las sondas de pesaje y de acuerdo con lo indicado en el Manual de Vuelo y el Manual de Mantenimiento.

CR4.5 La envolvente de la aeronave se calcula, utilizando las gráficas contenidas en el manual de mantenimiento o manual de vuelo de la aeronave (ofreciendo rangos máximos del centro de gravedad (inches) y el peso (libras), informándonos de los límites de peso y balance para controlar la carga máxima admitida.

CR4.6 Los límites de la gráfica se comprueban, utilizando el peso total (pounds) y momento total (pounds-inches), comprobando que estamos dentro de la envolvente del centro de gravedad, asegurando en la referencia de la gráfica de porcentaje, que el resultado de la media cuerda aritmética se obtiene de la posición del centro de gravedad en % de MAC y el peso, redistribuyendo la carga, moviéndola o quitando peso en cada caso.

CR4.7 El centro de gravedad de la carga se comprueba (si existen dudas en el control del centro de gravedad), realizando la división de la distancia que se mueve el peso, multiplicado por el peso a ser movido, dividiéndolo entre el peso total obteniendo el dato de cambio del centro de gravedad.

CR4.8 La carga se asegura que está bien amarrada, fijando los trinquetes de las cintas y ganchos, entre otros, para que no se mueva en ninguna de las situaciones del vuelo, asegurando la integridad de la aeronave.

RP5: Verificar la aeronave después de la caída de un rayo observando los elementos aviónicos, de radio, estructura y hélices, utilizando los equipos de comprobación y medida (polímetros, banco de pruebas, entre otros), reparando o sustituyendo los elementos deteriorados (hélices, batería, relés, fusibles, circuit breakers, cableado eléctrico, entre otros), utilizando la herramienta común (llaves de vaso, de codo, torquímetros, pelacables, alicate de electricista, entre otros) para restaurar la operatividad de la aeronave.

CR5.1 La batería, relés, fusibles, circuit breakers, cableado eléctrico, entre otros, se verifican visualmente por posibles daños (desperfectos o cortes) producidos por la caída del rayo, comprobando con el equipos de prueba y medida (polímetros, banco de pruebas, entre otros) daños por calentamiento y valores de conductividad diferentes de las masas en diferentes puntos, reparando o sustituyendo el cableado o elementos dañados, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, de codo, torquímetros, pelacables, alicate de electricista, entre otros), siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR5.2 La estructura primaria y secundaria se verifica, comprobando visualmente si pasa o no pasa luz en algún punto, utilizando un espejo y una luz fría, anotando daños y reportándolo al departamento de calidad para su valoración.

CR5.3 Las hélices de la aeronave se verifican visualmente, comprobando toda la superficie desde el encastre a la punta de pala, observando que no se encuentran en mal estado, utilizando el tapping testing o ultrasonidos escuchando o visualizando anomalías en el sistema, sustituyendo o reparando siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR5.4 La brújula eléctrica, brújula magnética, GPS, radar meteorológico, entre otros, se verifican visualmente en cabina con el equipo de diagnóstico, conectándose con los componentes aviónicos, observando que no tienen anomalías, reparando o sustituyendo siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR5.5 El sistema de fuel (combustible), sistema de oíl (aceite), sistemas hyd (hidráulico) y motores (engines) se comprueban realizando una revisión de tipo prevuelo y de los sistemas de mandos, haciéndolos funcionar y observando su estado, reparando o sustituyendo los sistemas deteriorados siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR5.6 La aeronave se verifica realizando un vuelo de revisión, observando operativamente que arranca sin visualizar averías y que el vuelo supera la prueba sin incidencias, asegurando el buen funcionamiento en vuelo.

RP6: Verificar la aeronave después de operar en condiciones que requieren mantenimiento no programado, parada súbita de motor, operación en áreas polvorientas, áreas muy húmedas, terreno blando e irregular, aterrizaje forzoso, vuelo turbulento, áreas volcánicas, entre otros, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, utilizando la herramienta común (gatos, llaves de vaso, de codo, torquímetros, extractores, entre otros) para restaurar la operatividad de la aeronave.

CR6.1 La hélice, el governor, el motor y el fuselaje se inspeccionan visualmente tras parada súbita del motor por posibles daños, realizando overhaul o sustitución de governor y hélice y enviando el motor a centro autorizado, reparando posibles

arrugas, grietas y deformaciones del fuselaje, siguiendo indicaciones de los manuales de mantenimiento de célula, motor y hélice y manual de reparaciones estructurales.

CR6.2 El amortiguador del tren de morro, los filtros de instrumentos y las líneas de pitot y estática, tras operar en áreas polvorientas, se limpian de suciedad, se sustituyen y se soplan, siguiendo las indicaciones del manual de mantenimiento de aeronave.

CR6.3 La estructura bajo el piso de cabina, cono de cola, registros de ala, empenaje, entre otros, tras operar en áreas muy húmedas, se inspeccionan por corrosión en su posterior revisión programada, siguiendo las indicaciones del programa de control de corrosiones del manual de mantenimiento de aeronave.

CR6.4 Los neumáticos, llantas, frenos, pozos del tren y amortiguadores, entre otros, tras operar en terrenos blandos e irregulares, se inspeccionan por cortes, pérdida de presión de amortiguadores, pérdida de hidráulico, desgastes, grietas, corrosiones, sobret temperatura, deformaciones en los discos, holguras en los actuadores, deformaciones estructurales, entre otros, limpiándolos, dándolos servicio, reparándolos o sustituyendo, siguiendo las indicaciones del manual de mantenimiento de aeronave.

CR6.5 La aeronave se inspecciona en un primer nivel, visualmente de forma general por daños externos que evidencien posibles daños estructurales (grietas en las llantas, fugas de hidráulico, paneles arrugados, grietas en los soportes de motor, ventanillas agrietadas, deformaciones de largueros, entre otros) tras un aterrizaje forzoso, toma dura, o vuelo turbulento, en un segundo nivel, de forma más detallada colocando la aeronave en gatos y desmontando trenes de aterrizaje, llantas, uniones ala-fuselaje, pernos de ala, engine mounts, entre otros, para inspección por ensayos no destructivos, siguiendo las indicaciones del manual de mantenimiento de aeronave.

CR6.6 La aeronave se inspecciona visualmente por acumulación de cenizas volcánicas, retirándolas con cepillos y aspirador, limpiando el tren de aterrizaje, sustituyendo filtros de instrumentos, inspeccionando y limpiando las líneas de pitot y estática, chequeando los equipos de aviónica, inspeccionando por condición, erosiones y obstrucciones el exterior de la aeronave, realizando una carta completa de lubricación y reparando daños estructurales, siguiendo las indicaciones del manual de mantenimiento de aeronave, manual de reparaciones estructurales y recomendaciones específicas del fabricante.

RP7: Realizar las operaciones de estacionamiento de la aeronave, procedimientos de deshielo, asegurando la integridad de la estructura y de los elementos que conforman la unidad, realizando movimientos con el equipo tractor y los útiles de transporte para posicionarla en el lugar indicado, protegiéndola de la intemperie en cada caso y certificando su conservación.

CR7.1 La aeronave es anclada a tierra si va a pasar más de 14 días aparcada y se esperan vientos superiores a los máximos permitidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, utilizando cadenas y enganchándolas a argollas, apagando todos los sistemas que consuman corriente, aparcándola en el hangar en situaciones que se prevean de rachas de viento que superen los máximos previstos.

CR7.2 La aeronave se remolca o empuja con el equipo tractor, realizando la operación, enganchando la barra de remolque al tren de aterrizaje de morro o con horquilla de remolque en tren principal en cada caso a través del enganche rápido, asegurando el movimiento en línea recta en los últimos metros de la maniobra, evitando daños por sobreesfuerzo a las ruedas, por giro excesivo a la dirección y al tren de aterrizaje, dejando la aeronave en el sitio establecido.

CR7.3 Las palas de la hélice se frenan y amarran con el equipo de fijación (eslinga y argolla), sujetándolas al suelo, protegiendo el tubo pitot, puertos de estática y cualquier elemento de la aeronave por donde pueda entrar un objeto extraño con las fundas indicadas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR7.4 Los bordes de las puertas, cristales y puerto de ventilación, entre otros, se protegen siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave, preservando los equipos del interior del sol y los órganos mecánicos internos de objetos extraños, asegurando la conservación de la aeronave y señalizando con banderas rojas con la inscripción «REMOVE BEFORE FLIGHT».

CR7.5 La aeronave se rearma comprobando visualmente que tenemos quitadas y guardadas las fundas de las hélices, calzos retirados, fundas de Pitot y estáticas, puertas con el film de protección retirado y todas las tomas exteriores libres de obstáculos, conectando el APU y/o la batería en cada caso, abriendo compuertas de acceso a la unidad de potencia, arrancando según indicaciones del piloto, chequeando que no hay fugas de fluido, humos o ruidos extraños y que las hélices comienzan a girar, asegurando el funcionamiento de la unidad de potencia de la aeronave.

CR7.6 La aeronave se protege contra el hielo, siguiendo el protocolo previsto en el Manual de Mantenimiento de la aeronave y entre otros:

- La aeronave se somete al proceso de protección contra el hielo aplicando fluido depresor (tipo I o tipo II), con el equipo de presión, asegurando la cobertura de toda superficie para generar una capa protectora de fluido disminuyendo el punto de congelación del agua.

- El sistema antihielo de la aeronave se comprueba visualmente, pulsando el botón situado en el pedestal, para la comprobación de la resistencia en el sistema antihielo, observando que el indicador de temperatura de gases de escape aumenta en unos 20°C (dependiendo de la aeronave) y al apagarlo vuelve a reducir la temperatura.

- El sistema de desempañado de cristales se comprueba visualmente, accionando el sistema de calefacción de la aeronave, moviendo la palanca o pulsando el botón del sistema comprobando que funciona de manera suave y sin fricción, reparando o sustituyendo el mecanismo, comprobando con los útiles de prueba y medida (dinamómetro, polímetros, entre otros) los valores de medición, con los recogidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

- Las entradas de aire del motor de la aeronave y el radiador de enfriamiento de aceite se verifican visualmente, comprobando que no contienen hielo y nieve, limpiando con glicol utilizando un trapo limpio o un pulverizador, para asegurar la circulación de entrada de aire en el motor.

CR7.7 El certificado de aptitud para el servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de la aeronave se rellena tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

**Contexto profesional:****Medios de producción:**

Materiales preimpregnados, materiales auxiliares, disolventes, desmoldeantes, utillajes, máquinas de corte manuales y semiautomáticas, remachadoras manuales y neumáticas, fijaciones temporales (clecos, pinzas), máquinas de conformado, aparatos de transporte y elevadores, instrumentos de medida, instalaciones climatizadas, instalaciones de almacenamiento, estufas, neveras, autoclaves, sicotevas, volteadores, dosificadores y mezcladores. Equipos manuales de detección de fugas de vacío. Conectores eléctricos (termopares). Equipo de Protección Individual (EPI). Herramientas de corte manual. Cinta de fijación autoadhesiva. Sistemas informáticos. Crimpadoras. Taladros. Pistolas aerográficas. Equipos de lijado. Banco de pruebas eléctricas. Medios de elevación y transporte. Máquinas, herramientas fijas y portátiles, termómetros y utillaje específico. Equipos para la localización de defectos por ensayos no destructivos. Equipos de diagnóstico de averías. Cableados eléctricos, sensores y controles electrónicos. Equipos de medición de formas y máquinas de equilibrado. Equipo tractor. Equipo de presión de fluido. Equipo informático de control y gestión de la producción, del aprovisionamiento, del personal y de la operación. Certificado del procedimiento de mantenimiento.

**Productos y resultados:**

Mantenimiento programado de la estructura primaria y secundaria de la aeronave, realizado. Reparación de daños (abolladuras, arañazos, hendiduras, grietas, perforaciones, corrosiones, delaminaciones, entre otros), en estructuras de aluminio, acero y materiales compuestos en aeronaves, realizado. Mantenimiento programado de la estructura terciaria de la aeronave, realizado. Toma de datos, ejecución de cálculos para controlar el peso y el balance de la aeronave, realizado. Verificación de la aeronave después de la caída de un rayo, realizado. Verificación de la aeronave después de operar en condiciones que requieren mantenimiento no programado, parada súbita de motor, operación en áreas polvorrientas, áreas muy húmedas, terreno blando e irregular, aterrizaje forzoso, vuelo turbulento, áreas volcánicas, entre otros, realizado. Realización de las operaciones de estacionamiento de la aeronave, procedimientos de deshielo, realizado.

**Información utilizada o generada:**

Manual de Mantenimiento de la Aeronave. Documentación técnica de la aeronave (Wiring Diagram Manual, Schematic Diagram Manual, Trouble Shooting Manual). Documentación técnica de los componentes. Parte de Vuelo (Technical Log Book). Normativa aplicable ordenada por la entidad reguladora para la instalación de los componentes nuevos en la aeronave, órdenes de trabajo, esquemas, planos. Manuales técnicos de operación de equipos de pruebas. Normas y procedimientos de trabajo o de reparación. Tablas de equivalencias de materiales o componentes. Normas de calidad específicas del fabricante. Reglamentos aeronáuticos. Procedimientos aeroportuarios. Documentos oficiales de

control. Libro de bitácora de la aeronave. Sistemas informáticos para información de averías, de procedimientos o de programación y actuación. Documentos y procedimientos relacionados con los sistemas de calidad ordenada por la entidad reguladora. Normativa aplicable referente a la seguridad, prevención de riesgos laborales y gestión medioambiental. Diccionario de inglés técnico aeronáutico. Normativa de Seguridad en Plataforma (NSP). Manual de Reparación Estructural (SRM).

## **UNIDAD DE COMPETENCIA 7: MANTENER LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS, DE AVIÓNICA Y A BORDO DE LAS AERONAVES**

**Nivel: 3**

**Código: UC2540\_3**

### **Realizaciones profesionales y criterios de realización:**

RP1: Realizar revisión en línea del sistema eléctrico (batería, breaker, relays, generador de corriente continua o alterna, paneles de sistema eléctrico, entre otras) de la aeronave para garantizar su operatividad, utilizando el Manual de Mantenimiento de la aeronave y los equipos de prueba y medida para su comprobación.

CR1.1 La batería se inspecciona visualmente y con los equipos de prueba y medida (banco de pruebas, polímetros, densímetro, entre otros), comprobando que los vasos están llenos (marca de nivel en la medida establecida), los tiempos de descarga, ciclos de carga y descarga, tensión individual, voltaje mínimo (24 voltios en caso de arranque con APU), conectando la puesta en marcha y midiendo que la demanda de consumo no cae por debajo de la tensión mínima, cambiándola por una nueva si su capacidad está por debajo del 80%, asegurando la alimentación eléctrica de la aeronave.

CR1.2 Los breakers y las conexiones de los elementos eléctricos se verifican visualmente, comprobando que no tienen cortes que provoquen restricciones de corriente, sustituyendo por unos nuevos en cada caso.

CR1.3 Los relays, contactores, transformadores, rectificadores, entre otros, se verifican visualmente que no están agrietados, oxidados o deteriorados, realizando pruebas de funcionamiento, haciéndolos funcionar con una fuente de alimentación o banco de trabajo específico, comprobando la tensión, intensidad o resistencia, siguiendo las indicaciones del Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR1.4 El generador de corriente continua o alterna de la aeronave, se comprueba visualmente, observando signos de calentamiento, desgaste, corrosión, pérdidas de refrigerante, entre otras y con el banco de comprobación la tensión, intensidad y frecuencia, sustituyendo en cada caso, con la herramienta común (destornilladores, llaves de vaso, de codo, entre otras), restaurando la alimentación eléctrica en la aeronave.

CR1.5 Los elementos eléctricos y electrónicos (bobinado, placa base, entre otros) se verifican, poniendo el motor en marcha, realizando pruebas funcionales, observando su funcionamiento y obteniendo datos con el dispositivo de diagnóstico, detectando y corrigiendo posibles averías, siguiendo el manual de mantenimiento de la aeronave.

CR1.6 Los mazos de cables se inspeccionan visualmente, observando que las camisas y fundas no están agrietadas, raspadas o quemadas, profundizando en las áreas críticas (pasamuros, fijaciones de bridas, cintas, entre otras), reparándolas crimpando, o cambiando los tramos afectados, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR1.7 Los paneles del sistema eléctrico y todos sus elementos se comprueban visualmente su sujeción y conexión, reparando o cambiando el componente afectado siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR1.8 Las observaciones formuladas en el libro de la aeronave (mal funcionamiento, incidentes, sensaciones, entre otras) se verifican, ejecutando la diagnosis correspondiente a cada caso y condición.

RP2: Realizar revisión/repación en línea del sistema de iluminación, mazos de cable, generadores de corriente alterna de la aeronave para garantizar su operatividad, utilizando la documentación técnica y los equipos necesarios para su realización.

CR2.1 Las luces de puesto de pilotaje (luz de techo ambiente, lámpara portátil de lectura y luces de lectura) se verifican, sometiéndolas a una prueba funcional, observando que lucen o realizando una prueba de diagnóstico con el multímetro en cada caso, siguiendo el troubleshooting del manual, asegurando la iluminación en momentos de poca visibilidad.

CR2.2 Las luces de iluminación de cabina de carga, iluminación ambiente e iluminación de emergencia se verifican visualmente, observando que lucen todas o realizando una prueba de diagnóstico con el multímetro en cada caso siguiendo el troubleshooting del manual.

CR2.3 Las luces de iluminación exterior, luces de posición, luz anticollisión o estroboscópica y luz de landig o faro principal, se inspeccionan visualmente y a través de una prueba funcional, detectando posibles daños antes y después de cada vuelo (rotura del cristal, suciedad, entre otras), asegurando su funcionamiento siguiendo pautas marcadas por el manual de mantenimiento de la aeronave.

CR2.4 Las averías y el mantenimiento en el sistema de iluminación de la aeronave se diagnostican, siguiendo los pasos marcados por el Manual de Mantenimiento de la aeronave (comprobaciones, pruebas funcionales, esquemas de cableado, entre otras) y con los útiles de prueba y medida (polímetros, osciloscopios, crimpadoras, entre otras), con los elementos montados en la aeronave o desmontando y comprobándolos en los bancos de trabajo.

CR2.5 Las luces de aviso FIRE, RPM y MASTER CAUTION se comprueban, pulsando el botón que enciende las luces de aviso y poniendo el selector en reset, y comprobando la luz del pedestal, reponiendo la luz presionando, con el dedo para sacarla y sustituirla.

CR2.6 La prueba de apantallamiento de los cables se realiza con el equipo de pruebas e inspeccionando los mazos visualmente que no hay cortes, no sufren daños las mallas protectoras, comprobando que no estén ni muy tensos ni muy sueltos, asegurando que los radios de curvatura de los cables no están doblados para evitar dañar el núcleo.

RP3: Realizar el mantenimiento programado y no programado de los equipos y componentes de los sistemas de navegación, vuelo automático y comunicaciones de las aeronaves, realizando comprobaciones operacionales, bite test y colaborando con el equipo de aviónica, realizando pruebas operacionales que pueden requerir simulaciones complejas o el uso de bancos de prueba externos, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave para dar respuesta a las averías detectadas, sustituyendo los equipos de posicionamiento inercial o por GPS, elementos de transmisión y recepción de radio navegación, comunicaciones por voz y datos en HF, VHF y SATCOM, antenas emisoras y receptoras, reparando o sustituyendo los conectores y contactos de las líneas coaxiales de RF de distribución y transmisión, líneas de cableado digitales y discretas para recuperar la capacidad RNAV y la transmisión de voz y datos.

CR3.1 Los equipos y componentes encargados de la navegación de la aeronave (VOR, ILS, MLS, ADF, DME, OMEGA), radar meteorológico (WXR), transpondedor (ATC), radioaltímetro (RA), antenas y guías de onda, sistemas de gestión y guiado de vuelo automático (FMS), o sistema automático de control del vuelo (AFCS), sistemas de posicionamiento por satélite GNSS (GPS, GLONAS, GALILEO), datos de aire (sondas de pitot y estática, AOA, TAT, CADC), plataformas inerciales y acelerómetros (IRS) se verifican, dando respuesta a las averías reportadas por la tripulación técnica en el Libro/Bitácora de a bordo, realizando pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas, usando controles de la aeronave, interruptores, pruebas BITE, ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, observando los avisos de la prueba go-no-go sin interpretación de valores, ajustando o sustituyendo los elementos que no cumplen los parámetros técnicos, para recuperar su funcionalidad operacional en vuelo.

CR3.2 Los equipos y componentes del sistema de comunicaciones, transmisores y receptores (UHF, VHF, HF, SATCOM), antenas, acopladores, paneles de control, así como todos sus componentes periféricos, se verifican en rampa/línea, dando respuesta a las averías reportadas por la tripulación técnica en el Libro/Bitácora de a bordo, realizando pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas, usando controles de la aeronave, interruptores, pruebas BITE, ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, observando los avisos de la prueba go-no go sin interpretación de valores, ajustando o sustituyendo los elementos que no cumplen los parámetros técnicos para garantizar la transmisión/recepción de voz y datos.

CR3.3 Las redes de cableado de transmisión/recepción de datos, señales discretas de líneas coaxiales y fibra óptica, entre otras, se verifican visualmente siguiendo los criterios de inspección de cableado EWIS, comprobando que no hay daños en los mazos de cableado por sobretensión o contaminación química por pérdida de fluidos, roces o daños en su aislamiento, daños en su fijación, entre otros, con los equipos de diagnóstico (polímetro, megóhmetro, milióhmetro, espectrómetros, analizadores ópticos y digitales, entre otros) e interpretando planos, esquemas eléctricos e instrucciones de ingeniería para reparar o sustituir las líneas de cableado que no superen las pruebas realizadas.

CR3.4 El diagnóstico y análisis de averías de los elementos eléctricos y electrónicos se realiza, usando equipos de prueba y medida (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), siguiendo las instrucciones de los Manuales de Mantenimiento, reemplazando los elementos defectuosos, restaurando la operatividad de los sistemas afectados.

RP4: Realizar el mantenimiento programado y no programado de los equipos y componentes encargados del control e indicación de la planta de potencia, generación eléctrica e instrumentación en las aeronaves, realizando pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas, usando controles de la aeronave, interruptores, pruebas BITE, ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, observando los avisos de la prueba «go-no-go» sin interpretación de valores, según el Manual de Mantenimiento de la aeronave para dar respuesta a las averías detectadas, sustituyendo los equipos de generación y distribución de AC y DC (generadores y dinamos, baterías, TRs, Inversores estáticos, entre otros), dispositivos de supervisión eléctrica (GCU, ECMU), dispositivos electromagnéticos de protección (CBs, RCCBs,) y dispositivos de control de motor FADEC (ECU, EIU, EVMU, sensores de temperatura, presión, vibración, entre otros), así como sus indicaciones en el Cockpit, restaurando la operatividad de la aeronave.

CR4.1 Los equipos electrónicos de control y los componentes periféricos del motor, FADEC (EIU, VMU, ECU), instrumentos de indicación, alimentación de combustible, sensores de presión, temperatura, flujo, transmisores de nivel, actuadores eléctricos, captadores de vibración, detectores de fuego y sus elementos de extinción, se verifican visualmente, realizando comprobaciones con los equipos de medida (polímetro, megóhmetro, milióhmetro, espectrómetros, analizadores ópticos y digitales, entre otros), ejecutando pruebas básicas que no requieran resolución de problemas, que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos y de acuerdo a los planes de mantenimiento, ajustando o sustituyendo los módulos de control, tramos de cableados deteriorados o sueltos así como todos los elementos que no cumplen los parámetros técnicos para recuperar la funcionalidad operacional en vuelo.

CR4.2 Los componentes encargados de la generación y distribución de la potencia eléctrica, generadores de AC y dinamos, GCUS, inversores estáticos, baterías y sus dispositivos de carga, transformadores rectificadores, equipos de distribución ECMU, contactores, RCCBs, relés y CBs, así como la red de distribución eléctrica, se comprueban con los equipos de prueba y medida (voltímetro, óhmetro osciloscopio, frecuencímetros, entre otros), realizando pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas, que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos y de acuerdo a los planes de mantenimiento, ajustando o sustituyendo los módulos de control, tramos de cableados deteriorados o sueltos que no cumplen los parámetros técnicos para recuperar la funcionalidad operacional en vuelo.

CR4.3 Los componentes del sistema de instrumentación de la aeronave, transductores de presión, temperatura, revoluciones, posición y velocidad, entre otras, instrumentos giroscópicos y electromecánicos, instrumentos digitales, EFIS, pantallas de rayos catódicos, cristal líquido, LED, sistema de iluminación de cabina de vuelo, CVR, DFDR, DAR, así como los sistemas centralizados de mantenimiento, CMS, CFDS, entre otros, se verifican, realizando pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas, pruebas BITE, usando el ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, sin interpretación de valores, ajustando o sustituyendo los elementos que no superen los test realizados según el Manual de Mantenimiento de la aeronave, recuperando la capacidad operacional de los sistemas afectados.

CR4.4 Las redes de cableado de transmisión/recepción de datos, señales discretas líneas coaxiales y fibra óptica, entre otras, se verifican visualmente siguiendo los criterios de inspección de cableado EWIS, comprobando que no hay daños en los mazos de cableado por sobretensión o contaminación química por pérdida

de fluidos, roces o daños en su aislamiento, daños en su fijación, entre otros, con los equipos de diagnóstico (polímetro, megóhmetro, milióhmetro, espectrómetros, analizadores ópticos y digitales, entre otros) e interpretando planos, esquemas eléctricos e instrucciones de ingeniería reparar o sustituir las líneas de cableado que no superen las pruebas realizadas.

CR4.5 El diagnóstico y análisis de averías de los elementos eléctricos y electrónicos, se realiza, usando equipos de prueba y medida (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la aeronave, reemplazando los elementos defectuosos, restaurando la operatividad de los sistemas afectados.

RP5: Realizar el mantenimiento programado y no programado de los equipos y componentes encargados del control e indicación de los sistemas mecánicos de mandos de vuelo, potencia hidráulica, tren de aterrizaje, célula, neumático, combustible, oxígeno, aguas, protección contra el hielo/lluvia y luces en la aeronave, realizando pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas, usando controles de la aeronave, interruptores, pruebas BITE, ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, observando los avisos de la prueba «go-no-go» sin interpretación de valores, según el Manual de Mantenimiento de la aeronave para dar respuesta a las averías detectadas, sustituyendo los computadores de control de los diferentes sistemas mecánicos e instrumentos de indicación en el Cockpit y obtener la operatividad de la aeronave en su conjunto.

CR5.1 Los equipos de control y componentes periféricos de los sistemas de aire acondicionado y presurización, luces exteriores, protección contra el hielo y la lluvia, protección contra incendios, agua y residuos y oxígeno, se verifican, realizando pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas, pruebas BITE, usando el ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, sin interpretación de valores, ajustando o sustituyendo los elementos necesarios para obtener el resultado operacional requerido.

CR5.2 Los equipos de control y componentes periféricos de los sistemas de combustible, hidráulico, neumático, y tren de aterrizaje, se verifican, realizando pruebas BITE, usando el ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, sin interpretación de valores, ajustando o sustituyendo los elementos necesarios, restaurando la operatividad de los sistemas en vuelo.

CR5.3 Las instalaciones eléctricas y los componentes del sistema de combustible, sensores de temperatura, sondas de cantidad, densitómetros, compensadores de nivel, concentradores de datos, computadores de gestión, panel de repostado e instrumentos de indicación, se verifican, usando equipos de prueba, (osciloscopio, frecuencímetro, analizadores digitales, espectrómetro y milióhmetro, entre otros), y siguiendo las normas de seguridad en cada caso, acceder al interior de los tanques de combustible, usando los equipos de protección individual para la realización de los trabajos con seguridad y sustituir los elementos que no cumplen los requerimientos operativos.

CR5.4 Los componentes electrónicos de gestión, control y operación de los mandos de vuelo, computadores y periféricos del sistema, así como sus elementos de actuación son comprobados dando respuesta a las averías detectadas, realizando pruebas BITE, usando el ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba

externo que no requieran formación especial, sin interpretación de valores, ajustando o sustituyendo los elementos que no superen los test realizados según el Manual de Mantenimiento o los documentos de trabajo asociados.

CR5.5 Los componentes o elementos desmontados se inspeccionan visualmente, usando equipos de prueba (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros) y dependiendo del nivel de los daños observados, son desechados, reparados o enviados a talleres especializados para su recuperación según las indicaciones del manual del componente afectado.

CR5.6 Las redes de cableado eléctrico, distribución de alimentación, transmisión/recepción de datos analógicos, señales discretas, transmisión/recepción de datos, líneas coaxiales y fibra óptica entre otras, se verifican con los equipos de prueba (polímetro, megóhmetro, milióhmetro, espectrómetros, analizadores ópticos y digitales, bancos/equipos de comprobación externos entre otros) siguiendo los procedimientos EWIS, reparando las líneas que no superen las pruebas realizadas de acuerdo al Manual de Mantenimiento de la aeronave, interpretando planos y esquemas eléctricos para adaptar las redes de cableado a las nuevas funciones incorporadas.

CR5.7 El diagnóstico y análisis de averías de los elementos eléctricos en los sistemas mecánicos, se realiza, usando equipos de prueba y medida (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la aeronave, reemplazando los elementos defectuosos para restaurar la operatividad de los sistemas afectados.

RP6: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas eléctricos y electrónicos de información, entretenimiento y confortabilidad interior de la aeronave y E.L.T. (Emergency Locator Transmitter), realizando pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas, usando controles de la aeronave, interruptores, pruebas BITE, ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, observando los avisos de la prueba «go-no-go» sin interpretación de valores, reemplazando los elementos defectuosos y usando el Manual de Mantenimiento de la aeronave, restaurando la operatividad de los sistemas.

CR6.1 Los equipos y elementos del sistema de entretenimiento IFES, computadores de gestión, redes inalámbricas internas, equipos de distribución EADB, TU, redes multiplexadas, token ring, ethernet, elementos de control de butacas, pantallas LCD, PCU, SEB, entre otras, se verifican, realizando pruebas BITE, usando el ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, sin interpretación de valores, ajustando o sustituyendo los elementos que no cumplen los parámetros técnicos requeridos, recuperando su funcionalidad operacional.

CR6.2 Los equipos y elementos del sistema de gestión y control de cabina de pasaje, computadores de gestión, equipos de distribución DEU, iluminación normal y de emergencia, paneles de información y control FAP, AIP, anunciadores (NS, FSB, RTS,), teléfonos de intercomunicación de cabina y altavoces, entre otros, se verifican, realizando pruebas BITE, usando el ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, sin interpretación de valores, ajustando o sustituyendo los elementos deteriorados en cada caso.

CR6.3 Los equipos y elementos de las redes inalámbricas internas de telefonía y datos móvil, equipos de gestión de redes, antenas y paneles de control, se verifican, realizando pruebas BITE, usando el ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, sin interpretación de valores, enviando los dispositivos que no superen las comprobaciones a talleres especializados para su reparación, modificación o actualización.

CR6.4 Las redes de cableado eléctrico, distribución de alimentación, buses de transmisión/recepción de datos, cables coaxiales, fibra óptica, entre otras, se verifican con los equipos de prueba (polímetro, megóhmetro, milióhmetro, espectrómetros, analizadores ópticos y digitales, entre otros), siguiendo los procedimientos EWIS, o modificándolos de acuerdo a los boletines de trabajo, interpretando los planos y esquemas eléctricos para adaptar el cableado a las nuevas funciones incorporadas.

CR6.5 El diagnóstico y análisis de averías de los elementos eléctricos en los sistemas del interior de cabina, se identifican, observando las causas que las producen, determinando el proceso de reparación en los tiempos operativos previstos, usando equipos de prueba (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), aplicando las técnicas adecuadas para medir distintos parámetros de funcionamiento, (líneas digitales, tensión, intensidad, resistencia, frecuencia y estados lógicos, entre otros), restaurar la operatividad de los sistemas afectados.

CR6.6 La E.L.T. (Emergency Locator Transmitter) se comprueba visualmente y realizando un diagnóstico autotest, activando el switch remoto y la antena, observando las placas identificativas y moviendo bruscamente el conjunto E.L.T, comprobando que se activa el G-Switch, sustituyendo la batería de la E.L.T. en cada caso, registrando en el Certificado de Puesta en Servicio la fecha de sustitución siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR6.7 El certificado de aptitud para el servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de la aeronave se rellena tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

**Contexto profesional:****Medios de producción:**

Baterías, generadores de corriente continua y alterna, unidades de control de generación, faros de aterrizaje, luces de navegación, anticolidión, sensores, actuadores, motores eléctricos, pantallas, parabrisas, relays, contactores, transformadores, rectificadores, inversores de corriente alterna, reguladores de tensión. Estroboscópicas y unidades de potencia de suministro. Máquinas, herramientas fijas y portátiles. Máquinas para cables (pelacables, crimpadoras). Polímetros. Multímetros. Megóhmetros, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, capacitímetros y osciloscopios. Bancos de pruebas de equipos, tarjetas y componentes electrónicos. Fuentes de alimentación. Circuitos

de protección eléctrica. Equipos e instrumentos patrón para comprobación y reglaje de instrumentos de medida. Ordenadores e impresoras. Equipos para limpieza.

**Productos y resultados:**

Revisión en línea del sistema eléctrico de la aeronave, realizado. Revisión/repárración en línea del sistema de iluminación, mazos de cable, generadores de corriente alterna de la aeronave, realizado. Mantenimiento programado y no programado de los equipos y componentes de los sistemas de navegación, vuelo automático y comunicaciones de las aeronaves, realizado. Mantenimiento programado y no programado de los equipos y componentes encargados del control e indicación de la planta de potencia, generación eléctrica e instrumentación en las aeronaves, realizado. Mantenimiento programado y no programado de los equipos y componentes encargados del control e indicación de los sistemas mecánicos de mandos de vuelo, potencia hidráulica, tren de aterrizaje, célula, neumático, combustible, oxígeno, aguas, protección contra el hielo/lluvia y luces en la aeronave, realizado. Mantenimiento programado y no programado de los sistemas eléctricos y electrónicos de información, entretenimiento y confortabilidad interior de la aeronave y E.L.T. (Emergency Locator Transmitter), realizado.

**Información utilizada o generada:**

Manual de Mantenimiento de la Aeronave. Documentación técnica de la aeronave (Wiring Diagram Manual, Schematic Diagram Manual, Trouble Shooting Manual). Documentación técnica de los componentes. Parte de Vuelo (Technical Log Book). Normativa aplicable ordenada por la entidad reguladora para la instalación de los componentes nuevos en la aeronave, órdenes de trabajo, esquemas, planos. Manuales técnicos de operación de equipos de pruebas. Normas y procedimientos de trabajo o de reparación. Tablas de equivalencias de materiales o componentes. Normas de calidad específicas del fabricante. Reglamentos aeronáuticos. Procedimientos aeroportuarios. Documentos oficiales de control. Sistemas informáticos para información de averías, de procedimientos o de programación y actuación. Documentos y procedimientos relacionados con los sistemas de calidad ordenada por la entidad reguladora. Normativa aplicable referente a la seguridad, prevención de riesgos laborales y gestión medioambiental. Diccionario de inglés técnico aeronáutico. Normativa de Seguridad en Plataforma (NSP). Standard Practices Manual (SPM).

**MÓDULO FORMATIVO 1: MANTENIMIENTO/REPARACIÓN DE LOS MOTORES DE PISTÓN DE AERONAVES Y SUS SISTEMAS DE INDICACIÓN****Nivel: 3****Código: MF2534\_3****Asociado a la UC: Mantener/repárrar los motores de pistón de aeronaves y sus sistemas de indicación****Duración: 490 horas****Capacidades y criterios de evaluación:**

C1: Aplicar el mantenimiento programado del motor de pistón de la aeronave, conducción de potencia, indicadores, compuertas, realizando comprobación de niveles, inspecciones

y pruebas operacionales según horas de vuelo, calendario de remplazando o elementos defectuosos, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

*CE1.1 Explicar la técnica de apertura de los capots (cowlings), mamparos (bulkheads, baffle seals), trampillas (cow flaps) y diversos accesos al motor, asegurándolos en la posición en la que tengamos acceso a la unidad, verificando visualmente que su estructura no esté defectuosa (deformaciones, golpes, grietas, pérdida de remaches, entre otros), comprobando holguras, desalineaciones y asegurado con los equipos y accesorios (latches, tornillos de media vuelta, dinamómetro, galgas, calibre, entre otras) siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave, ajustándolas, reparándolas o sustituyéndolas en cada caso, garantizando la posición y la ventilación del motor en vuelo.*

*CE1.2 Explicar la técnica de verificación de la cantidad de aceite del motor, comprobando que se encuentra dentro de los límites indicados en el visor, asegurando con la mano el tapón de llenado y observando que la bandeja de pérdidas no tiene restos de fluido hidráulico, asegurando la lubricación del grupo propulsor.*

*CE1.3 Exponer el proceso de sustitución del aceite del motor, quitando el tapón de vaciado, drenándolo y verificando el color y la existencia de posibles partículas mediante la apertura del filtro de aceite, reponiendo el tapón y junta, apretando con un torquímetro, rellenando de nuevo e instalando un nuevo filtro de aceite, asegurando el engrase de las piezas móviles del motor.*

*CE1.4 Describir el método de comprobación visual de los herrajes, pernos, tuercas y frenos y/o sistema antivibración (silent-block) que componen la estructura que sujeta el motor a la aeronave (pylon engine mount), siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave, observando ausencia de grietas, golpes, fricciones, entre otros, sustituyendo los que se encuentran en mal estado, asegurando la fijación del motor a la aeronave.*

*CE1.5 Explicar la técnica de verificación visual de los drenajes del pylon o engine mount, por grietas, rozaduras, marcas o indicios de corrosión, limpiando o sustituyendo en cada caso, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.*

*CE1.6 Describir el proceso de verificación visual de los filtros de aire de la unidad, observando que están exentos de suciedad excesiva, soplando y limpiando en cada caso, sustituyendo por tiempo o deterioro prematuro, siguiendo las instrucciones marcadas en el Manual de Mantenimiento del fabricante.*

*CE1.7 Aplicar mantenimiento al alternador, comprobando el cableado, la fijación al motor, posibles rozaduras y ruidos inusuales, abriéndolo para sustituir los cojinetes y escobillas por tiempo o deterioro prematuro, siguiendo las instrucciones marcadas en el Manual de Mantenimiento del fabricante.*

*CE1.8 Aplicar mantenimiento de la puesta en marcha (Starter), comprobando el cableado, el piñón y la corona dentada y asegurando la continuidad eléctrica del relé, siguiendo las instrucciones marcadas en el Manual de Mantenimiento del fabricante.*

*CE1.9 Explicar la verificación visual del sistema de escape, control de la sujeción, grietas y fugas, aplicando control del espesor de los tubos con un pie de rey, verificando que está dentro de los límites dados por el Manual de Mantenimiento del fabricante.*

C2: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de los cárteres y cilindros de la aeronave, realizando inspecciones y pruebas operacionales según horas de vuelo, calendario de reemplazo o elementos defectuosos, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

*CE2.1 Describir la técnica de limpieza de residuos de carbonilla de los cárteres y cilindros, sus alojamientos e insertos, utilizando un cepillo de alambres y producto desengrasante (PD), secando con aire comprimido y verificando grietas, desgastes, entre otras, reparando o sustituyendo en cada caso.*

*CE2.2 Explicar el método de verificación de los cárteres, comprobando su planitud, utilizando los equipos de prueba y medida, comprobando las diferencias de altura en los ejes X/Y/Z, controlando que las desviaciones del equipo de infrarrojos o de la aguja del reloj comparador no sobrepasen las marcadas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, planificándolos en cada caso manteniendo el acoplamiento del motor, de acuerdo al Manual de Mantenimiento del Motor.*

*CE2.3 Exponer el proceso de comprobación visual de las canalizaciones internas de los cárteres con los equipos de comprobación, observando que no hay grietas, fisuras, erosiones, corrosión, entre otras, valorando los límites de desgaste, reparando o cambiando en cada caso.*

*CE2.4 Explicar la técnica de verificación de la guía de válvula, los asientos del árbol de levas, entre otras, con los útiles de prueba y medida (micrómetros de exteriores, interiores, reloj comparador, flexómetro, entre otras), observando el ovalamiento, conicidad y desgastes producidos por rozamiento, falta de lubricación o alta temperatura, rectificando, cambiando o sustituyendo los elementos o cilindros completos.*

*CE2.5 Explicar el método de verificación visual del acoplamiento de cada cilindro con el cárter, comprobando que no tiene fugas de aceite, daños, grietas o deterioro físico producidos por las elevadas temperaturas y presiones (diferencias de tono, poros, entre otros), observando manchas, pérdidas de aire de hermetización y sonidos irregulares por el sello, sustituyendo en cada caso los elementos deteriorados, utilizando herramienta común (llave de vaso, llaves fijas, de codo, torquímetro, entre otras) y extractores, lubricando el nuevo y montándolo en su alojamiento, comprobando la compresión del motor.*

*CE2.6 Aplicar el montaje de los cilindros en los semicárteres, cambiando los tornillos de unión en cada caso, engrasándolos y apretándolos según el par y secuencia de apriete indicado en el manual de Mantenimiento de la aeronave, utilizando torquímetros.*

C3: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de las válvulas del motor de pistón de la aeronave, realizando inspecciones y pruebas operacionales según horas de vuelo, calendario de reemplazo o elementos defectuosos, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

*CE3.1 Explicar el proceso de limpieza de las válvulas con aceite viscoso volátil (WD40) y un cepillo de alambres, quitando la carbonilla bituminosa, examinando visualmente daños de abrasión o corrosión, rectificando o sustituyendo en cada caso siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.*

*CE3.2 Aplicar ajustes de las válvulas de admisión y escape con los útiles de prueba y medida (micrómetro, reloj comparador, calibre, entre otras), observando el desgaste de la cola de válvula y el asiento, rectificando con la pasta de esmeril o sustituyendo en cada caso, asegurando la estanqueidad en el orificio de entrada y salida de gases.*

*CE3.3 Exponer el método de verificación de los muelles de válvula, comprobando el diámetro de las espiras, longitud y elasticidad, utilizando el comprobador de muelles, calibre, micrómetro, regla, entre otras, asegurando la subida y bajada, sustituyendo en cada caso.*

*CE3.4 Explicar la técnica de verificación de las ranuras de las escotaduras de las válvulas, observando que no tienen rebabas y están exentas de daños, asegurando la cazoleta y el muelle a la cola de válvula.*

*CE3.5 Exponer el método de verificación de los asientos de válvula con el test de depresión, observando fugas, esmerilando el apoyo en caso de pérdida, utilizando pasta de esmeril y una ventosa con mango.*

**C4:** Aplicar el mantenimiento programado y no programado de pistones, cilindros, balancines, segmentos, y tuberías del motor, realizando inspecciones, pruebas operacionales según horas de vuelo, calendario de reemplazo o elementos defectuosos, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

*CE4.1 Aplicar pruebas de verificación a los segmentos del pistón, midiendo su desgaste en las zonas que indique el Manual de Mantenimiento de la aeronave, utilizando los equipos de prueba y medida (galgas, micrómetro, reloj comparador y calibres), sustituyendo por paquetes completos y en función de la camisa del pistón utilizando el alicate de instalación para montarlos, asegurando la compresión y el engrase del cilindro.*

*CE4.2 Aplicar pruebas de verificación a los pistones y bielas, observando desgastes (ovalamiento y conicidad) de la cabeza, falda, bulón, casquillos de cabeza y pie de biela, entre otros, utilizando los equipos de prueba y medida (galgas, micrómetro, reloj comparador, alexómetro y calibres), sustituyendo los elementos deteriorados teniendo en cuenta las marcas de color en la base de los cilindros (naranja cromado o azul nitrurado), asegurando el funcionamiento del motor.*

*CE4.3 Aplicar pruebas de verificación a los balancines, comprobando que los ejes no tienen juego axial y el diámetro de los orificios no están desgastados, utilizando las galgas de espesores, micrómetros de exteriores e interiores, entre otros, observando los orificios de lubricación, asegurando la apertura y cierre de la válvula.*

*CE4.4 Aplicar verificación a empujadores o taqués, observando el desgaste midiendo las zonas y elementos de rozamiento (discos, bola, placa, entre otros), utilizando una luz e iluminando las superficies, comprobando el desgaste del asiento, realizando comprobaciones en profundidad (medidas con micrómetro o galgas de espesores, entre otras), siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave, asegurando la sincronía de válvulas.*

*CE4.5 Aplicar pruebas de verificación a los cilindros, observando que las aletas de refrigeración no tienen grietas, no se encuentran dobladas, curvadas o rotas y que el cordón de silicona de aviso de mal funcionamiento no se encuentra deteriorado.*

*CE4.6 Aplicar pruebas de verificación al interior de los cilindros del motor de pistón, controlando desgastes en la camisa del émbolo, utilizando el equipo de prueba y medida (micrómetro, alexómetro, calibre, reloj comparador, entre otros), midiendo el ovalamiento y la conicidad del orificio a lo largo de la carrera del pistón, comparando los datos con los recogidos en el Manual de Mantenimiento de la aeronave y reparándolo, enviándolo al taller de Overhaul para su rectificación o cambiándolo por uno nuevo en cada caso, asegurando la compresión del motor.*

*CE4.7 Aplicar pruebas de verificación al cigüeñal del motor, controlando el desgaste del eje y la muñequilla, utilizando el equipo de prueba y medida (micrómetro, calibre, reloj comparador, calas y mármol, entre otros), midiendo el desgaste y comparando los datos con los recogidos en el Manual de Mantenimiento de la aeronave, observando que los orificios de engrase no se encuentran obstruidos y reparándolo, enviándolo al taller de Overhaul para su rectificación y E.N.D. o cambiándolo por uno nuevo en cada caso, asegurando el movimiento de los cilindros.*

C5: Aplicar el mantenimiento programado y no programado del sistema de encendido y sistema de refrigeración del motor de pistón de la aeronave, realizando inspecciones, pruebas operacionales según horas de vuelo, calendario de reemplazando o elementos defectuosos, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

*CE5.1 Explicar la técnica de comprobación visual del cableado y el revestimiento ignífugo del sistema de encendido, observando que el cableado se encuentra aislado, sin fisuras ni deterioros en las capas del revestimiento, reparando o sustituyendo el cableado deteriorado por uno nuevo siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.*

*CE5.2 Describir la técnica de verificación visual de los paneles del sistema eléctrico, observando que no tienen signos de deterioro (óxidos, roturas o desajustes), sustituyendo o reparando en cada caso, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.*

*CE5.3 En un supuesto práctico de verificación del sistema de encendido, observar:*

*- La batería (-s), cables, bujías, reforzadores de chispa, calentadores, entre otros, comprobando visualmente y/o usando un polímetro entre otros, la ausencia de corrosión en los electrodos de la batería y rozamiento en los cables.*

*- Los electrodos de las bujías, observando la distancia entre masa y electrodo con el equipo de prueba y medida (galgas de espesores, entre otros).*

*- Los platinos de las magnetos, observando el desgaste en sus contactos con el equipo de prueba y medida (galgas de espesores, entre otros), cambiándolos si superan los límites establecidos en el manual de la aeronave o cada ciertas horas de vuelo, realizando un reglaje de engranajes interno y sobre el motor usando un timing-light según las marcas del plato.*

*CE5.4 Explicar el método de encendido de las magnetos BOTH a través de los interruptores, comprobando que al pasar de LEFT o RIGHT no se produce una caída superior a 200 rpm (según el Manual de Mantenimiento de la aeronave) y que la diferencia de una y otra magneto no es superior a 50 rpm, reparando o sustituyendo las magnetos en cada caso, asegurando el salto de la chispa.*

*CE5.5 Describir el proceso de comprobación visual del radiador del motor y/o del aceite, verificando que las aletas refrigerantes no tienen deformaciones ni fugas de fluido (líquido refrigerante o aceite), utilizando un comprobador de estanqueidad para encontrar las fugas si las tuviera, cambiando el radiador si la reparación (sellantes, soldadura) no fuese posible, asegurando la refrigeración del motor.*

*CE5.6 Exponer el método de verificación visual de las bujías de gran capacidad, observando que no tienen daños y que están marcadas con pintura de verificación (amarilla o naranja) en las aletas de la culata, entre la bujía y la caja de balancines, asegurando el salto de la chispa, sustituyendo en cada caso por deterioro o tiempo.*

C6: Realizar la preservación y despreservación de motores por inactividad, así como el desmontaje y montaje del motor y sus accesorios, realizando los ajustes y pruebas operacionales siguiendo las instrucciones de los Manuales de Mantenimiento de la Aeronave y del Motor.

*CE6.1 Realizar la preservación del motor drenando el aceite y sustituyéndolo por aceite preservante, protegiéndolo de la corrosión y el deterioro.*

*CE6.2 Cambiar las bujías de ignición por bujías de sales desecantes, evitando la corrosión de los elementos.*

*CE6.3 Aplicar el desmontaje del motor de la aeronave con la ayuda de una grúa, desmontando la hélice, desconectando todo el cableado eléctrico, transmisores de torque, de rpm, temperatura y soltando los pernos que lo unen a la estructura de soporte en la aeronave, siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la aeronave y Motor.*

*CE6.4 Aplicar el montaje del motor en la aeronave con la ayuda de una grúa, sustituyendo pernos y silent blocks, comprobándolos dimensionalmente mediante pie de rey y por grietas mediante Ensayos No Destructivo, observando que el estado de la estructura está libre de daños por desgaste, grietas, golpes o corrosión, aplicando el par de apriete y comprobando la continuidad del cableado eléctrico, instalando la hélice, spinner y governors, siguiendo las indicaciones de los manuales de los fabricantes de aeronave y motor.*

*CE6.5 Describir el procedimiento de despreservación del motor, drenando el aceite preservante, quitando las bujías de sales y retirando los saquitos desecantes, añadiendo el aceite recomendado para el rodaje y reponiendo las bujías de ignición.*

*CE6.6 Aplicar ajuste del sistema de ignición mediante el calado de las magnetos, comprobando fugas de aceite y combustible, ajustando las palancas de control del gobernador, del acelerador, de la mezcla y del control de la calefacción del carburador, realizando pruebas operacionales siguiendo las indicaciones de los Manuales de Mantenimiento de Aeronave, Motor y Hélice.*

C7: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de los inyectores, carburadores, rampa, tuberías, reguladores de presión, entre otros, realizando inspecciones y pruebas operacionales, reemplazando elementos defectuosos y reparando averías, siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la aeronave, aportando combustible al motor durante el vuelo.

*CE7.1 Explicar la técnica de inspección visual de los sistemas de alimentación del motor de inyección (bomba, tuberías de distribución, inyectores, entre otros) y los*

*racores que los unen, sustituyendo los inyectores y el filtro de combustible en cada caso.*

*CE7.2 Describir el proceso de comprobación visual de las tuberías de sistemas hidráulicos, observando su estanqueidad.*

*CE7.3 Aplicar comprobación al sistema de alimentación del motor por carburador, verificando la posición de la mariposa respecto a la palanca de gases, que el mando de la calefacción del carburador se mueve libremente y que con el motor arrancado caen las revoluciones de motor comprobando con los útiles de prueba y medida (galgas de espesores, calibre, entre otros) ajustándolo en cada caso, moviendo la mariposa, la palanca o ambas, apretando o aflojando el tornillo riqueza de mezcla ralenti y de vuelo (con respecto al mando de cabina).*

*CE7.4 Describir el método de inspección visual de los sistemas de admisión, compresión (compresor, turbo), enfriamiento del aire (intercooler), escape, los tubos que componen el circuito y sus uniones al motor (herrajes, tornillos, tuercas).*

*CE7.5 Aplicar proceso de verificación de los sistemas de alimentación diésel (bombas, inyectores, reguladores de presión, entre otros), realizando pruebas de funcionamiento y utilizando los equipos de prueba y medida (equipos de diagnóstico, micrómetros, relojes comparadores, calibres, entre otras), comprobando datos y reparando, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.*

*CE7.6 Aplicar el proceso de sustitución periódica del filtro principal del sistema de combustible de motor, siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

**C8:** Aplicar revisión general (overhaul) del motor de pistón y sus accesorios, realizando el desmontaje, limpieza, reparación y sustituciones en cada caso, reensamblado y comprobando su funcionamiento, asegurando su completa conformidad con todas las tolerancias de servicio aplicables especificadas en las instrucciones del titular del certificado de tipo o del fabricante para la aeronavegabilidad continuada, siguiendo las instrucciones de los Manuales de Overhaul de Motor y Accesorios.

*CE8.1 Explicar el proceso de desmontaje del motor colocándolo y asegurándolo sobre la bancada de motores, realizando el lavado preliminar del motor, utilizando desengrasantes y cepillos, drenando el aceite, para el acondicionamiento previo al desmontaje.*

*CE8.2 Exponer la técnica de desmontaje del sistema de ignición, la caja de conexión de accesorios y magnetos, cables de bujías, soportes, cables de alta tensión, el sistema de tuberías de admisión, turbocompresores, el cárter del aceite, el radiador de aceite, alternador, conjunto de Starter y adaptador, filtros y cajas de conexión, la unidad de aceleración, bomba de combustible, inyectores, carburadores en cada caso, limpiándolas con desengrasantes aplicables a spray/cepillo, utilizando soluciones salinas y con productos abrasivos en cada caso, comprobando el tiempo de uso y su estado general, observando visualmente y con los equipos de prueba y medida (calibres, polímetros, equipos de diagnóstico, entre otros) lo indicado en el Manual de Overhaul y de Componentes, sustituyéndolos en cada caso.*

*CE8.3 Aplicar desmontaje de las ruedas dentadas, árbol de levas, bomba de aceite, cilindros, pistones, segmentos, cigüeñal, bielas, tuberías, ejes, muelles de válvula,*

*entre otros, verificando los elementos del conjunto siguiendo el Manual de Overhaul y de Componentes, sustituyendo los que estén en mal estado.*

*CE8.4 Explicar la comprobación de elementos desmontados, utilizando el método de Líquidos Penetrantes Fluorescentes en las piezas de aleación de aluminio y en las piezas ferromagnéticas el método de Partículas Magnéticas, verificando que no tienen daños superficiales y pérdida de coating.*

*CE8.5 Revisar visualmente y con galgas de roscas, las roscas y espárragos, observando que la cabeza esté libre de deformaciones, el vástago no está estirado y que el paso no está deformado, sustituyendo los espárragos por unos nuevos, utilizando el equipo extractor y desgripantes en cada caso, reconformando las roscas con machos de roscar y/o HELICAL COIL, lubricándolas según el manual de Overhaul y de Componentes.*

*CE8.6 Explicar el proceso de revisión del sistema de refrigeración utilizando el equipo de prueba y medida (manómetros de presión, calibres, entre otros), observando que el sistema es estanco y que las aletas de los cilindros no están dobladas más de un 10%, reparando o sustituyendo las piezas dañadas siguiendo el manual de Overhaul.*

*CE8.7 Explicar el proceso de sustitución por desgaste de los casquillos de apoyo de los elementos de rotación, renovándolos por unos nuevos, lubricándolos con aceite de motor, asegurando la lubricación entre el casquillo y su asiento.*

*CE8.8 Aplicar protección a piezas de aluminio, ferrosas y de magnesio, aplicando Alodine/Bonderite 1200 o imprimación y pintura en cada caso, asegurando la protección de las piezas ante la corrosión.*

*CE8.9 Aplicar procedimiento de montaje del motor, uniendo los elementos en orden inverso al desmontaje, utilizando tornillería, sellos y juntas nuevas, siguiendo las indicaciones del Manual de Overhaul y de Componentes, aplicado el apriete a las tuercas y tornillos con la llave dinamométrica.*

*CE8.10 Describir el método de comprobación del motor reacondicionado, realizando la puesta en marcha en banco de pruebas o montado en la aeronave, verificando RPM, presión y temperatura de aceite, temperatura de cabeza de todos los cilindros, amperímetro, presión de retorno de aceite, presión de combustible, caudal de combustible, presión de aceite al governor, entre otros, siguiendo las instrucciones marcadas en el Manual de Overhaul y de Componentes, certificando mediante formato 1, chequeando previamente que se han aplicado todos los boletines de servicio y directivas de aeronavegabilidad.*

**C9:** Aplicar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas de indicación de los motores (potencia, temperatura y temperatura de entrada del Turbo), realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales que pueden requerir el uso de bancos de prueba externos, realizando medidas con equipos de comprobación y diagnóstico (polímetros, osciloscopios, analizadores discretos, entre otros), dando respuesta a los reportes de mantenimiento y reemplazando los elementos defectuosos que no superen las pruebas recogidas en el Manual de Mantenimiento y los documentos de ingeniería aplicados en el mantenimiento aeronáutico para restaurar la operatividad del sistema.

*CE9.1 Exponer el mantenimiento/reparación de los sistemas de indicación, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, aplicando las instrucciones de trabajo,*

*interpretando los documentos de ingeniería asociados y dando respuesta a las averías detectadas para asegurar la operatividad del motor.*

*CE9.2 Realizar la verificación de los componentes periféricos de los sistemas de ajuste de Revoluciones Por Minuto (RPM), elementos de alimentación de combustible, transmisores de posición, presión, temperatura, flujo, nivel, actuadores eléctricos e hidráulicos, captadores de vibración, entre otros, con los dispositivos de prueba y medida (polímetros, osciloscopios, analizadores discretos, entre otros), ajustando, modificando o sustituyendo los elementos que no cumplan los parámetros técnicos recogidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, realizando bite test o pruebas operacionales complejas que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos y debidamente calibrados.*

*CE9.3 Exponer el método de comprobación de los computadores de control, así como los instrumentos de indicación de Revoluciones Por Minuto (RPM), vibración, Manifold Absolute Pressure (MAP), Temperatura de entrada al turbo, instalados en el Cockpit por medio de bite test o realizando pruebas operacionales con equipos de prueba externos según instrucciones recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, ajustando, modificando o desechando los elementos que no cumplan los requisitos técnicos operativos.*

*CE9.4 Describir la inspección visual de los componentes o elementos desmontados, comprobando su funcionamiento, utilizando equipos de diagnosis (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros) y dependiendo del nivel de los daños observados, son desechados, reparados o enviados a talleres especializados para su recuperación según las indicaciones del manual del componente afectado.*

*CE9.5 Describir la inspección por daños según procedimientos de inspección Electrical Wiring Interconnect System (EWIS), de las redes de cableado eléctrico de los sistemas de control e indicación de las hélices, verificándolos con equipos de prueba (voltímetro, amperímetro, óhmetro, espectrómetros, entre otros), realizando las reparaciones o modificaciones recogidas en los planes de mantenimiento, de acuerdo a los boletines de trabajo, interpretando planos y esquemas eléctricos para reparar o adaptar el cableado a nuevas funciones incorporadas.*

*CE9.6 Explicar la verificación de los sistemas de control, dispositivos de indicación (temperatura, presión, vibración, resistencia), Revoluciones Por Minuto (RPM), dispositivos de mando (regulación y control), dispositivos de medidas eléctricas (intensidad, voltaje, resistencia, capacidad), dispositivos electromagnéticos, circuitos de protección de instalaciones eléctricas (cableados, conectores, centros de distribución) de los motores usando equipos de prueba y medida (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), diagnosticando averías, interpretando planos y esquemas eléctricos, ajustando o sustituyendo por unos nuevos los elementos necesarios para su uso en las pruebas operativas realizadas a la aeronave.*

*CE9.7 Cumplimentar un certificado de aptitud para un servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de una aeronave tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la*

*fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.*

**Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo:**

C1 completa; C2 completa; C3 completa; C4 completa; C5 completa; C6 completa; C7 completa; C8 completa; C9 completa.

Otras capacidades:

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Demostrar resistencia al estrés, estabilidad de ánimo y control de impulsos.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

Valorar el talento y el rendimiento profesional con independencia del sexo.

Promover la igualdad de trato entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

**Contenidos:**

**1. Herramientas, materiales y equipos de los motores de pistón de aeronaves y sus sistemas de indicación**

Tipos comunes de herramientas manuales. Tipos comunes de herramientas mecánicas. Manejo y utilización de herramientas de medición de precisión. Equipos y métodos de lubricación. Funcionamiento, función y utilización de equipos de comprobaciones eléctricas generales. Materiales de aeronaves Ferrosos. Materiales de aeronaves No ferrosos. Materiales compuestos y no metálicos. Corrosión. Dispositivos de fijación. Tuberías y empalmes. Resortes. Cojinetes. Transmisiones. Cables de mando. Cables eléctricos y conectores.

**2. Física y matemáticas aplicadas en el mantenimiento del motor a pistón**

Aritmética. Álgebra. Geometría. Mecánica. Fuerzas, momentos y pares, representación como vectores. Centro de gravedad. Elementos de teoría de esfuerzos, deformaciones y elasticidad, tensión, compresión, esfuerzo cortante y torsión. Naturaleza y propiedades de los sólidos, los líquidos y los gases. Presión y flotabilidad en líquidos (barómetros). Movimiento rectilíneo: movimiento rectilíneo uniforme, movimiento uniformemente acelerado (movimiento sometido a la gravedad). Movimiento giratorio: movimiento circular

uniforme (fuerzas centrífugas y centrípetas). Movimiento periódico: movimiento pendular. Teoría sencilla de la vibración, los armónicos y la resonancia. Relación de velocidades, brazo de palanca y rendimiento mecánico. Dinámica. Dinámica de fluidos. Termodinámica. Movimiento ondulatorio y sonido.

### **3. Legislación aplicada al mantenimiento del motor a pistón**

Marco regulador. Papel de la Organización de Aviación Civil Internacional. Papel de la Comisión Europea. Papel de la EASA. Papel de los Estados miembros y las autoridades nacionales de aviación. Personal certificador. Mantenimiento. Comprensión detallada de la Parte 66. Empresas de mantenimiento aprobadas. Comprensión detallada de la Parte 145 y de la Parte M, subparte F. Operaciones aéreas. Certificado de Operador Aéreo. Certificación de aeronaves, componentes y equipos. Generalidades. Comprensión general de la Parte 21 y especificaciones de certificación de la EASA CS-23, 25, 27, 29. Documentos. Certificado de aeronavegabilidad. Certificados restringidos de aeronavegabilidad y autorización de vuelo. Certificado de matrícula. Certificado de niveles de ruido. Distribución del peso. Licencia y autorización de emisora de radio. Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de las disposiciones de la Parte 21 relativas al mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de la Parte M. Requisitos nacionales e internacionales aplicables para (si no son anulados por los requisitos de la UE): a) Programas de mantenimiento, inspecciones y comprobaciones de mantenimiento. Directivas de aeronavegabilidad. Boletines de servicio, información de servicio de fabricantes. Modificaciones y reparaciones. Documentación de mantenimiento: manuales de mantenimiento, manual de reparación estructural, catálogo ilustrado de componentes, entre otros. Únicamente para las licencias A y B2: Lista maestra de equipamiento mínimo, lista de equipamiento mínimo, lista de desviaciones de despacho. b) Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Equipamiento mínimo. Vuelos de prueba. Únicamente para las licencias B1 y B2: Requisitos de mantenimiento y despacho ETOPS.

### **4. Motores de pistón. Rendimiento y Fabricación del motor**

Rendimiento mecánico, térmico y volumétrico. Funcionamiento del motor de 2 tiempos, 4 tiempos, Otto y Diésel. Cilindrada y relación de compresión. Configuración del motor y orden de encendido. Cálculo y medición de la potencia. Factores que afectan a la potencia del motor. Mezclas/empobrecimiento, preencendido. Carter, cigüeñal. Árbol de levas, colectores. Caja de engranajes de los accesorios. Conjuntos de cilindros y pistones. Bielas, colectores de admisión y escape. Mecanismos de válvulas. Cajas de engranajes reductores de la hélice. Sistemas de lubricación. (descripción y componentes del sistema).

### **5. Sistemas de arranque (ATA 80) y encendido (ATA 74)**

Sistemas de arranque, sistemas de precalentamiento. Tipos de magnetos, fabricación y principios de funcionamiento. Cables de encendido, bujías. Sistemas de baja y alta tensión.

### **6. Sistemas de inducción (ATA 71), escape (ATA 78) y de enfriamiento (ATAs 71, 79)**

Estructura y funcionamiento (sistemas de inducción, incluidos los sistemas de aire alternativos). Sistemas de escape y sistemas de enfriamiento del motor, por aire y por líquido.

### **7. Instalación de grupos motopropulsores y supervisión de motores y operación en tierra**

Configuración de mamparos cortafuegos, carenados, paneles acústicos, bancadas de motor, bancadas antivibración, tubos flexibles, tuberías, conductos de alimentación,

conectores, mazos de cables, cables y varillas de mando, puntos de izado, drenajes. Procedimientos de arranque y calentamiento en tierra. Interpretación de los parámetros y la potencia útil del motor. Inspección de motores y componentes: criterios, tolerancias y datos especificados por el fabricante del motor.

## **8. Almacenamiento y conservación de motores (ATA 70)**

Conservación de motores, accesorios y sistemas.

## **9. Lubricantes (ATA 79) combustibles (ATA 73) e indicación (ATA 77)**

Propiedades y especificaciones. Aditivos del combustible. Precauciones de seguridad. Sistemas de lubricación: Funcionamiento, descripción y componentes del sistema.

Sistemas de indicación del motor. Velocidad del motor. Temperatura de la culata del cilindro. Temperatura del refrigerante. Temperatura y presión de aceite. Temperatura de los gases de escape. Presión y caudal de combustible. Presión de admisión.

## **10. Sobrealimentación/Turboalimentación (ATA 81)**

Principios y función de la sobrealimentación y sus efectos en los parámetros del motor. Fabricación y funcionamiento de sistemas sobrealimentados/turboalimentados. Terminología del sistema. Sistemas de control. Protección del sistema.

## **11. Sistemas de alimentación (ATA 73)**

Carburadores. Tipos, fabricación y principios de funcionamiento. Engelamiento y calentamiento. Sistemas de inyección de combustible. Tipos, fabricación y principios de funcionamiento. Control electrónico del motor.

## **12. Sistemas de indicación (ATA 71)**

Temperatura de los gases de escape/temperatura entre etapas de la turbina. Indicación del empuje del motor: relación de presión del motor, presión de descarga de la turbina del motor o sistemas de presión del turbo inyector. Temperatura y presión del aire. Presión y caudal de combustible. Velocidad del motor. Medición e indicación de la vibración. Par motor. Potencia. Sistemas de indicación del motor. Velocidad del motor. Temperatura de la culata del cilindro. Temperatura del refrigerante. Temperatura y presión de aceite. Temperatura de los gases de escape. Presión y caudal de combustible. Presión de admisión.

## **13. Sistemas de combustible del motor (ATA 73)**

Carburadores. Tipos, fabricación y principios de funcionamiento. Engelamiento y calentamiento. Sistemas de inyección de combustible. Tipos, fabricación y principios de funcionamiento. Control electrónico del motor. Funcionamiento de los sistemas de control del motor y medición del combustible, incluido el control electrónico del motor (FADEC). Descripción del sistema y sus componentes. Sistemas de inyección de combustible.

## **14. Sistemas de interconexión de cableado eléctrico (EWIS) en los motores a pistón (ATA 74)**

Manuales de Cableado. Inspección del Cableado. Mantenimiento y Limpieza. Conductores y Cables. Métodos de Conexión.

**Parámetros de contexto de la formación:****Espacios e instalaciones:**

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller. Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

**Perfil profesional del formador o formadora:**

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con el mantenimiento/ reparación de los motores de pistón de aeronaves y sus sistemas de indicación, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

**MÓDULO FORMATIVO 2: MANTENIMIENTO/REPARACIÓN DE LAS HÉLICES Y SUS SISTEMAS DE INDICACIÓN**

**Nivel: 3**

**Código: MF2535\_3**

**Asociado a la UC: Mantener/ reparar las hélices y sus sistemas de indicación**

**Duración: 240 horas**

**Capacidades y criterios de evaluación:**

C1: Aplicar procesos de mantenimiento programado y no programado de la(-s) hélice(-s) del avión y sus componentes, realizando inspecciones, pruebas operacionales según horas de vuelo, reemplazando elementos defectuosos y aplicando la información recogida en la documentación técnica.

*CE1.1 En un supuesto práctico de comprobación y verificación del ajuste y estado estructural de la hélice para asegurar la propulsión:*

- *Comprobar las distancias mínimas de la pala al suelo y la distancia mínima del disco de la hélice a la estructura.*

- Verificar el equilibrado estático, dinámico y centrado de la hélice en un banco de pruebas, corrigiendo los posibles desequilibrios mediante la adición o descarte de contrapesos.

- Analizar el estado estructural de las palas y el spinner mediante técnicas de inspección visual, ultrasonidos, tap coin, termografía, endoscopios, conductividad y partículas magnéticas, detectando marcas de corrosión, muescas, erosión, rasguños, fisuras, dentelladas y depresiones, reparando los deterioros, matizando y puliendo los posibles golpes que se encuentren, utilizando los productos de protección (imprimaciones, pintura y lacas), asegurando con ello la resistencia estructural y la eficiencia aerodinámica de la(-s) hélice(-s) de la aeronave.

- Inspeccionar el cubo y el cojinete, verificando que no tengan fisuras en los taladros de los bulones de fijación, abrazaderas o pérdidas de aceite y/o grasa en el área del cubo, reparando el cojinete, sustituyéndolo con los extractores o sustituyendo los elementos en mal estado, siguiendo las indicaciones marcadas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

- Comprobar los contrapesos del cambio de paso sobre las abrazaderas de las palas, observando la ausencia de daños, midiendo la holgura entre los contrapesos y el cono de la hélice, siguiendo los pasos marcados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

- Verificar el sistema de bandera automática, revisando en el interior de la cabina si los indicadores ARM, TEST y OFF están marcando fallo del motor.

*CE1.2 En un supuesto práctico de comprobación y verificación del sistema antihielo de tipo eléctrico de la hélice, asegurando la no congelación:*

- Retirar el spinner.

- Comprobar visualmente el desgaste de las escobillas y los anillos colectores.

- Cambiar los elementos deteriorados en cada caso.

- Observar en el amperímetro antihielo de cabina, comprobando que se activa y desactiva las resistencias eléctricas, impidiendo la creación de hielo o que se sobrecalienten las palas.

*CE1.3 En un supuesto práctico de comprobación y verificación del sistema antihielo por fluido (alcohol y fosfatos) de la hélice, asegurando la no congelación:*

- Retirar el spinner en los sistemas de protección contra hielo por fluido.

- Verificar que el anillo colector y los tubos que van a cada pala no se hayan obstruidos, soplando aire a presión por ellos en cada caso, y que las gomas de antihielo (Anti-Ice Boots) conservan las acanaladuras de distribución de fluido.

- Rellenar el depósito de fluido antes de cada vuelo.

C2: Aplicar medidas de mantenimiento programado y no programado de la(-s) hélice(-s) del avión y sus componentes, efectuando las correspondientes pruebas operacionales de equilibrado y ajuste con los bancos de comprobación, ajustando o reparando en cada caso y aplicando la información recogida en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave para que las palas giren sin desequilibrios.

*CE2.1 En un supuesto práctico de equilibrado completo de la hélice:*

- *Comprobar el equilibrado estático, dinámico y centrado, corrigiendo mediante la adición o sustracción de contrapesos, los posibles desequilibrios que pudieran detectarse.*

- *Determinar las vibraciones horizontales y verticales mediante la instrumentación adecuada (Vibrex) y cotejar los datos obtenidos con los parámetros del fabricante.*

*CE2.2 En un supuesto práctico de verificación y/o ajuste del paso de hélice con regulación de paso en tierra, asegurando su posicionamiento de vuelo:*

- *Regular el paso en tierra.*

- *Aflojar los pernos de apriete.*

- *Graduar cada pala a la posición indicada.*

- *Apretar nuevamente los pernos, asegurándolos.*

*CE2.3 En un supuesto práctico de verificación y/o ajuste del paso de hélice con regulación de paso manual en vuelo, asegurando su posicionamiento de vuelo:*

- *Regular el paso manual en vuelo.*

- *Comprobar visualmente que la posición de las palas en mínimo, máximo y/o bandera coinciden entre ellas y con el mando de cabina seleccionado.*

- *Realizar los ajustes en el mando o en las palas en cada caso, quitando el spinner, comprobando visualmente y con los útiles específicos (dinamómetro, reloj comparador, calibres, entre otros).*

- *Verificar que el governor no presenta pérdidas de aceite y que los contrapesos y su varillaje no tienen holguras o fricciones.*

- *Cambiar los elementos defectuosos y medir con un dinamómetro o un manómetro (según el modelo de governor) la precarga del muelle de recuperación.*

*CE2.4 En un supuesto práctico de verificación y/o ajuste de paso, asegurando su posicionamiento de vuelo:*

- *Regular el paso automático.*

- *Comprobar visualmente que la posición de las palas en mínimo, máximo y/o bandera coinciden.*

- Verificar que el governor no presenta pérdidas de aceite.
- Comprobar que el varillaje no tiene holguras o fricciones.
- Cambiar los elementos defectuosos y verificar siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

*CE2.5 Comprobar la sincronización de múltiples hélices, realizando una prueba operacional en todos los motores de la aeronave a la vez, comprobando que el/ los governor (-s) esclavo (-s) se ajustan a las revoluciones del governor maestro, cambiando los elementos necesarios (actuadores, governors, captadores de Revoluciones Por Minuto (RPM), si procede, asegurando las mismas revoluciones en todas las hélices del avión y mejorando la comodidad acústica de la tripulación y pasajeros.*

C3: Aplicar procesos del mantenimiento programado y no programado de los sistemas de indicación y control de las hélices, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales que pueden requerir simulaciones complejas o el uso de bancos de prueba externos, ejecutando medidas con equipos de comprobación y diagnóstico (polímetros, osciloscopios, analizadores discretos, entre otros), dando respuesta a los reportes de mantenimiento y reemplazando los elementos defectuosos que no superen las pruebas recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave y los documentos de ingeniería aplicados en el mantenimiento aeronáutico, restaurando la operatividad del sistema.

*CE3.1 Aplicar procesos de mantenimiento a los sistemas de indicación, aplicando las instrucciones de trabajo e interpretando los documentos de ingeniería asociados, dando respuesta a las averías detectadas para asegurar la operatividad del conjunto impulsor/tractor.*

*CE3.2 Utilizar dispositivos de prueba y medida (polímetros, osciloscopios, analizadores discretos, entre otros), aplicando procedimientos de comprobación a los componentes periféricos de los sistemas de control de paso, transmisores de posición, synchrophaser, actuadores eléctricos e hidráulicos, captadores de vibración, entre otros, ajustando, modificando o sustituyendo los elementos que no cumplan los parámetros técnicos recogidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, realizando bite test o pruebas operacionales complejas que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos.*

*CE3.3 Aplicar pruebas operacionales a los computadores de control, así como los instrumentos instalados en el Cockpit de indicación de paso, synchrophaser, ajustando, modificando o desechando los elementos que no cumplan los requisitos técnicos operativos.*

*CE3.4 Comprobar los sistemas de control y actuación de los sistemas anti-hielo, utilizando polímetros, osciloscopios, analizadores discretos, entre otros, ajustando, sustituyendo o modificando los elementos que no cumplan los parámetros técnicos.*

*CE3.5 Explicar el método de inspección visual de los componentes o elementos desmontados, comprobando con equipos de diagnosis (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), y dependiendo del nivel de los daños observados, son desechados, reparados o enviados a talleres especializados para su recuperación según las indicaciones del manual del componente fallado.*

*CE3.6 Aplicar inspecciones a las redes de cableado eléctrico de los sistemas de control e indicación de las hélices según procedimientos de inspección Electrical Wiring Interconnect System (EWIS), verificando con equipos de prueba (voltímetro, amperímetro, óhmetro, espectrómetros, entre otros), realizando las reparaciones o modificaciones recogidas en los planes de mantenimiento.*

*CE3.7 Aplicar verificaciones a los bancos de prueba y los equipos de comprobación de las hélices y sus sistemas de control, dispositivos de indicación de paso, synchrophaser, entre otros, dispositivos de mando (regulación y control), dispositivos de medidas eléctricas (intensidad, voltaje, resistencia, capacidad), dispositivos electromagnéticos, circuitos de protección de instalaciones eléctricas (cableados, conectores, centros de distribución), usando equipos de prueba (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), diagnosticando averías, interpretando planos y esquemas eléctricos, ajustando o sustituyendo por unos nuevos los elementos necesarios para su uso en las pruebas operativas realizadas a la aeronave.*

*CE3.8 Cumplimentar un certificado de aptitud para un servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de una aeronave tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.*

C4: Aplicar la revisión general (overhaul) de la hélice, realizando el desmontaje, limpieza, inspección, reparación y sustituciones en cada caso, reensamblado y comprobando su funcionamiento, asegurando su completa conformidad con todas las tolerancias de servicio aplicables especificadas en las instrucciones del titular del certificado de tipo o del fabricante para la aeronavegabilidad continuada, siguiendo las instrucciones de los Manuales de Overhaul de Motor y Accesorios.

*CE4.1 Explicar la verificación visual del conjunto de la hélice por daños evidentes, impactos contra el suelo, daños por un objeto extraño o corrosión severa/irreparable tanto en las palas como en el cubo, descalificando la hélice para el proceso de overhaul.*

*CE4.2 Describir el desmontaje de la hélice colocándola y asegurándola sobre la bancada de hélices, realizando el lavado preliminar, utilizando desengrasantes y cepillos, para el acondicionamiento previo al desmontaje.*

*CE4.3 Aplicar la limpieza de las palas, cojinetes, cubo, muelle, cilindro, low pitch stop, contrapesos, spiner dome, spiner adapter, entre otros, con desengrasantes aplicables a spray/cepillo, utilizando soluciones salinas, disolventes y con productos abrasivos en cada caso, comprobando visualmente el desgaste y su estado general, desechando las botas antihielo, partes de goma y tornillería.*

*CE4.4 Comprobar visualmente por daños y desgastes las palas y piezas, con los equipos de prueba y medida (calibres pie de rey, relojes comparadores, calibres de interiores, entre otros), verificando anchos, espesores y controlando que están*

*por encima de las dimensiones mínimas indicadas en el Manual de Overhaul, sustituyéndolas en cada caso.*

*CE4.5 Describir la técnica de restauración de las palas y piezas (cubo, borde de ataque, entre otras) retirando la pintura, puliendo, eliminando corrosiones, restos de suciedad, muescas y abolladuras, utilizando limas, esmeriles u otros abrasivos, soluciones cáusticas, lavando y secando con aire, midiendo las que son de aluminio por segunda vez tras la restauración y reconstruyendo, reparando o sustituyendo las de material compuesto, realizando balance estático.*

*CE4.6 Inspeccionar por grietas y corrosión las palas y el cubo mediante ensayos No destructivos, empleando las técnicas de Líquidos Penetrantes, Partículas Magnéticas y Corrientes Inducidas para las piezas metálicas, inspeccionando las de material compuesto por roturas de fibra o delaminaciones mediante Ultrasonidos o Rayos X.*

*CE4.7 Proteger superficialmente las palas de aluminio y el cubo, sometiéndolas a shot-peening, mejorando su resistencia a fatiga, protegiéndolas de la corrosión aplicando Alodine/Bonderite, imprimación y pintura final.*

*CE4.8 Realizar el montaje de la hélice uniendo los elementos en orden inverso al desmontaje, utilizando tornillería, sellos, botas antihielo y juntas nuevas, siguiendo las indicaciones del Manual de Overhaul, aplicando el apriete a las tuercas y tornillos con la llave dinamométrica y efectuando todas las Directivas de Aeronavegabilidad y Boletines de Servicio aplicables, lubricando la hélice y comprobando que ambas palas pesan lo mismo, realizando un balance estático.*

*CE4.9 Describir el método de comprobación de la hélice reacondicionada mediante balance dinámico, reinstalándola en el avión, midiendo la vibración del conjunto motopropulsor, utilizando equipos especializados (Vibrex 2000, entre otros) y colocando las masas necesarias en la posición indicada en el Manual de Overhaul de Motor, verificando la actuación del cambio de paso de acuerdo con los procedimientos de ajuste del Manual de mantenimiento de la aeronave, certificando mediante formato 1 del proceso de overhaul, chequeando previamente que se han aplicado todos los boletines de servicio y directivas de aeronavegabilidad.*

### **Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo:**

C1 completa; C2 completa; C3 completa; C4 completa.

Otras capacidades:

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Demostrar resistencia al estrés, estabilidad de ánimo y control de impulsos.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

Valorar el talento y el rendimiento profesional con independencia del sexo.

Promover la igualdad de trato entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

## Contenidos:

### 1. Herramientas, materiales y equipos para las hélices y sus sistemas de indicación

Tipos comunes de herramientas manuales. Tipos comunes de herramientas mecánicas. Manejo y utilización de herramientas de medición de precisión. Equipos y métodos de lubricación. Funcionamiento, función y utilización de equipos de comprobaciones eléctricas generales. Materiales de aeronaves Ferrosos. Materiales de aeronaves No ferrosos. Materiales compuestos y no metálicos. Corrosión. Dispositivos de fijación. Tuberías y empalmes. Resortes. Cojinetes. Transmisiones. Cables de mando. Cables eléctricos y conectores.

### 2. Física y matemáticas en el mantenimiento de las hélices y sus sistemas de indicación

Aritmética. Álgebra. Geometría. Mecánica. Fuerzas, momentos y pares, representación como vectores. Centro de gravedad. Elementos de teoría de esfuerzos, deformaciones y elasticidad, tensión, compresión, esfuerzo cortante y torsión. Naturaleza y propiedades de los sólidos, los líquidos y los gases. Presión y flotabilidad en líquidos (barómetros). Movimiento rectilíneo: movimiento rectilíneo uniforme, movimiento uniformemente acelerado (movimiento sometido a la gravedad). Movimiento giratorio: movimiento circular uniforme (fuerzas centrífugas y centrípetas). Movimiento periódico: movimiento pendular. Teoría sencilla de la vibración, los armónicos y la resonancia. Relación de velocidades, brazo de palanca y rendimiento mecánico. Dinámica. Dinámica de fluidos. Peso específico y densidad. Viscosidad, resistencia fluida, efectos de las formas aerodinámicas. Termodinámica. Movimiento ondulatorio y sonido.

### 3. Legislación aplicada al mantenimiento de las hélices y sus sistemas de indicación

Marco regulado. Papel de la Organización de Aviación Civil Internacional. Papel de la Comisión Europea. Papel de la EASA. Papel de los Estados miembros y las autoridades nacionales de aviación. Personal certificador. Mantenimiento. Comprensión detallada de la Parte 66. Empresas de mantenimiento aprobadas. Comprensión detallada de la Parte 145 y de la Parte M, subparte F. Operaciones aéreas. Certificado de Operador Aéreo. Certificación de aeronaves, componentes y equipos a) Generalidades. Comprensión general de la Parte 21 y especificaciones de certificación de la EASA CS-23, 25, 27, 29. b) Documentos. Certificado de aeronavegabilidad. Certificados restringidos de aeronavegabilidad y autorización de vuelo. Certificado de matrícula. Certificado de niveles de ruido. Distribución del peso. Licencia y autorización de emisora de radio. Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de las disposiciones de la Parte 21 relativas al mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de la Parte M. Requisitos nacionales e internacionales aplicables para (si no son anulados por los requisitos de la UE): a) Programas de mantenimiento, inspecciones y comprobaciones de mantenimiento. Directivas de aeronavegabilidad. Boletines de servicio, información de servicio de fabricantes. Modificaciones y reparaciones. Documentación de mantenimiento:

manuales de mantenimiento, manual de reparación estructural, catálogo ilustrado de componentes, entre otros. Únicamente para las licencias A y B2: Lista maestra de equipamiento mínimo, lista de equipamiento mínimo, lista de desviaciones de despacho. b) Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Equipamiento mínimo. Vuelos de prueba. Únicamente para las licencias B1 y B2: Requisitos de mantenimiento y despacho ETOPS.

#### **4. La hélice y estructura de la hélice (ATA 61)**

Teoría del elemento de pala. Ángulo de pala bajo alto, ángulo inverso, ángulo de ataque, velocidad de giro. Resbalamiento de la hélice. Fuerzas aerodinámicas, centrífugas y de empuje. Par motor. Flujo de aire relativo en el ángulo de ataque de la pala. Vibraciones y resonancia. Métodos de fabricación y materiales usados en hélices de madera, metálicas y de materiales compuestos. Sección transversal de la pala, cara de la pala, caña de la pala, conjunto de la raíz de la pala y el cubo de la pala. Paso fijo, paso variable, hélice de velocidad constante. Instalación de buje de la hélice.

#### **5. Control del paso de la hélice, sincronización de la hélice y mantenimiento de la hélice (ATA 61)**

Métodos de control de la velocidad y el cambio de paso: mecánicos y eléctricos/electrónicos. Puesta en bandera e inversión del paso. Protección contra sobrevelocidad. Equipo de sincronización y sincrofase. Protección antihielo de la hélice: sistemas de deshielo eléctrico y mediante fluidos. Equilibrado estático y dinámico. Reglaje de palas. Evaluación de daños, erosión, corrosión, daños por impacto y delaminación de las palas. Soluciones de tratamiento y reparación de hélices. Funcionamiento del motor de la hélice. Almacenamiento y conservación de hélices. Conservación de hélices. Protección antihielo de la hélice. Sistemas de deshielo eléctricos y mediante fluidos.

#### **Parámetros de contexto de la formación:**

##### **Espacios e instalaciones:**

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller. Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

##### **Perfil profesional del formador o formadora:**

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con la aplicación de operaciones de mantenimiento/reparación de las hélices y sus sistemas de indicación, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

## **MÓDULO FORMATIVO 3: MANTENIMIENTO/REPARACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE Y SISTEMAS AUXILIARES DE AVIONES CON MOTOR A PISTÓN**

**Nivel: 3**

**Código: MF2536\_3**

**Asociado a la UC: Mantener/ reparar los componentes del sistema de combustible y sistemas auxiliares de aviones con motor de pistón**

**Duración: 390 horas**

### **Capacidades y criterios de evaluación:**

C1: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de ventilación de cabina, detectores de humo, mandos eléctricos, luces de aterrizaje, indicador de posición de la computadora del piloto automático y pedestal del piloto, realizando verificación visual o comprobaciones con los equipos de prueba y medida (equipos de diagnóstico, multímetro o polímetro), observando su funcionalidad, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, asegurando la funcionalidad de los sistemas auxiliares.

*CE1.1 Explicar la técnica de verificación de la ventilación de cabina, observando que suministra aire desde su parte superior y se distribuye en el interior sin obstrucción, que con el interruptor de cabina en la posición 1 (flap cerrado), circula aire de tripulación y pasajeros y que en la posición 2 (flap abierto) entra aire en el interior de la cabina por su parte superior, asegurando la ventilación de la misma.*

*CE1.2 Explicar la técnica de verificación de la botella de oxígeno visualmente observando que el indicador de presión y temperatura se encuentra a 1.850 +/- 50 psi a 70°F, comprobando que el sistema no tiene fugas, recargando en cada caso, conectando a tierra la aeronave, la botella de oxígeno y el carro de botellas de suministro, quitando el tapón de carga y conectando a una botella de suministro de oxígeno de aviación, y aplicando todas las medidas de seguridad dadas en el Manual de Mantenimiento de la aeronave.*

*CE1.3 Exponer la técnica de verificación/reparación de los mandos eléctricos y el indicador de posición de la computadora del piloto automático, accionándolos y observando que el actuador del motor extiende o retrae los eslabones y que el indicador lineal ofrece una posición relativa en cada caso, realizando diagnóstico básico con el equipo de prueba y medidas (equipo de diagnóstico, polímetro, entre otros).*

*CE1.4 Explicar el proceso de verificación de los detectores de humo, realizando una prueba funcional desde cabina, pulsando el interruptor y observando que la luz del amplificador pasa de intermitente hasta hacerse fija en aviso rojo (Fire detector), reparando o sustituyendo en cada caso, respetando criterios medioambientales.*

*CE1.5 Aplicar la verificación de las luces por lentes rotas, fijación, protecciones eléctricas, haciéndolas funcionar, presionando los interruptores y comprobando que se encienden y apagan, sustituyendo por bombillas de igual potencia en cada caso, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, torquímetros, entre otras), asegurando la visualización de la Aeronave en la noche.*

*CE1.6 Exponer el procedimiento de verificación de los limpiaparabrisas, limpiándolos y comprobando ausencia de grietas o roturas de la goma, accionando el interruptor «WIPERS» en sus diferentes posiciones PARK, OFF, LOW, MED y HIGH, y volver a OFF, observando el movimiento, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, desmontándolos con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, torquímetros, destornilladores, entre otras), analizando las señales eléctricas (resistencia, tensión e intensidad), restaurando el sistema.*

*CE1.7 Aplicar comprobación al tubo Pitot que no tenga daños, comprobando su calefacción, accionando el interruptor del interior de la cabina y observando que cae ligeramente el voltaje de la batería y los amperios.*

**C2:** Aplicar el mantenimiento programado y no programado del sistema de combustible y estructura de los depósitos, realizando inspecciones, pruebas operacionales, reemplazando elementos defectuosos y reparando averías para mantener su aeronavegabilidad.

*CE2.1 Explicar el proceso de verificación del depósito, comprobando que está exento de agua y analizando el combustible.*

*CE2.2 Exponer el procedimiento de verificación de la estructura exterior del depósito, racores y posibles accesos, inspeccionando visualmente con el tanque lleno, comprobando que no existen fugas de combustible, sustituyéndolo si es desmontable o empleando sellantes resistentes a hidrocarburos para eliminar la fuga si es un tanque estructural.*

*CE2.3 Explicar el procedimiento de vaciado del combustible y apertura de accesos de los depósitos, usando ventilación forzada para ventilarlos en cada caso, siguiendo las normas de seguridad «Fuel Tank Safety», permitiendo acceder a su interior.*

*CE2.4 Describir el procedimiento de inspección de la estructura interior del depósito, buscando defectos y fisuras de pernos, hi-lock, tornillos, herrajes, vigas, mamparos, larguerillos, y realizando su reparación, sustituyéndolos por unos nuevos o limpiando y sellando fisuras en cada caso, asegurando la integridad de la aeronave.*

*CE2.5 Explicar el procedimiento de cierre de los accesos de los depósitos, habiendo limpiado anteriormente los posibles residuos y contaminación encontrada en su interior, apretando los tornillos al torque indicado en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave y asegurando mediante un polímetro que el acceso (tapa, puerta) y la estructura del avión tienen continuidad eléctrica, asegurando que el combustible queda contenido en el interior del depósito.*

*CE2.6 Explicar el procedimiento de comprobación de las masas de todos los elementos del interior del depósito de combustible (estructural o de fibra), observando su integridad, dando continuidad y evitar arco eléctrico.*

C3: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de la medición e información del sistema de combustible, estanqueidad de tuberías hidráulicas, tubos de ventilación y de distribución, realizando inspecciones, pruebas operacionales, reemplazando elementos defectuosos y solucionando averías.

*CE3.1 Explicar la técnica de comprobación visual de los sistemas de medición de cantidad (varillas, aforadores, sondas capacitivas, compensadores), temperatura del combustible, su instalación eléctrica, aforadores y su varillaje, observando que no poseen defectos, que se encuentran en posición y que se mueven libremente en cada caso, asegurando una monitorización del combustible.*

*CE3.2 Describir el método de comprobación visual de los cables de masa del interior y exterior de los depósitos, observando que se encuentran con suficientes hilos trenzados, uniendo ambos terminales, cambiando las que se encuentren defectuosas, evitando así posibles arcos eléctricos.*

*CE3.3 Exponer el proceso de comprobación visual de las tuberías de sistemas hidráulicos que pasen por el interior de los depósitos estructurales de combustible, observando su estanqueidad, revisando que no roce con los pasamuros de los mamparos, ni con otros tubos, asegurando que se encuentren fijados mediante bridas metálicas con gomas de aislamiento a la estructura, evitando roturas y contaminación de ambos fluidos.*

*CE3.4 Explicar el método de inspección visual de los tubos de ventilación de los depósitos, comprobando la unión entre ellos, que las válvulas se mueven libremente, evitando que se cuele combustible en su interior y que la rejilla del exterior del depósito se halle libre de obstrucción, asegurando un alivio de los gases generados en su interior.*

*CE3.5 Describir el proceso de inspección visual de las tuberías, galerías de distribución de combustible, depósito, bombas reforzadoras, válvulas de carga, cierre y selectoras, observando que no tienen grietas o cuarteados, realizando pruebas operacionales y simulaciones con el depósito cerrado y lleno de combustible, comprobando que las líneas de combustible se presurizan, observando el indicador de presión de combustible en cabina, asegurando la alimentación del motor.*

*CE3.6 Describir el proceso de comprobación del sistema de indicación de obstrucción de filtro de combustible «Fuel Filter CLOG», a través de su indicación en la pantalla del ECAM, comprobado el normal funcionamiento del sensor de presión diferencial que lo monitoriza.*

C4: Aplicar el abastecimiento y vaciado de combustible de la aeronave, realizando la conexión de la manguera de repostaje, utilizando los equipos de llenado, seleccionando el tipo de combustible, controlando los equipos de emergencia, desconectando la alimentación eléctrica, asegurando el llenado y/o drenaje de los tanques de carburante.

*CE4.1 Aplicar criterios de selección del combustible en función del tipo de unidad de potencia utilizada en la aeronave (motor de pistón, de explosión o de combustión, entre otras), consultando el Manual de Mantenimiento de la aeronave, asegurando el grado del producto.*

*CE4.2 Explicar el procedimiento de comprobación antes de cada carga/descarga verificando la tarjeta de identificación de extintores, tipo de extintor y categoría,*

pegatina de revisión y mirilla de estado (verde o rojo), asegurando el dispositivo de emergencia.

*CE4.3 Ejecutar las operaciones de seguridad de repostaje, evitando utilizar herramientas que puedan generar chispas o fuego y controlando acciones relativas a objetos que puedan emitir ondas o luz (teléfonos móviles, láser, entre otras), evitando el riesgo de explosión y/o fuego.*

*CE4.4 Ejecutar la desconexión de la batería, calzando las ruedas en cada caso, observando que el interruptor de máster se encuentra en «off» y la aeronave conectada a masa.*

*CE4.5 Simular el abastecimiento de combustible, comprobando que la zona está libre de objetos (FOD), creando una zona de seguridad para el personal, que la manguera de suministro está completamente estirada en la superficie de la plataforma y el boquerel conectado, engancho el cable de equilibrio de potencial de cargas electrostáticas o pinza en el lugar asignado en el Manual de Mantenimiento de la aeronave y explicando el control de la presión diferencial con los manómetros de presión del equipo de llenado, manteniendo el control de la carga de carburante.*

*CE4.6 Aplicar operación de reseteo del contador de la bomba de suministro, introduciendo en el display la cantidad a repostar (litros o libras), pulsando el interruptor que permite la salida de combustible por el boquerel, quitando la manguera cuando hayamos concluido la operación, soltando el equipo de llenado del depósito y desconectando el cable de equilibrio de potencial.*

*CE4.7 Aplicar el procedimiento de comprobación de la cuba (fija o móvil) y los depósitos de la aeronave, comprobando el combustible contenido a través de las pastillas de análisis y una jeringa, observando que está libre de agua, drenando en cada caso, liberándolos de agua e impurezas contenidas.*

*CE4.8 Aplicar la descarga de los depósitos de combustible, utilizando el equipo de extracción (bomba de succión) o manualmente, quitando el tapón de drenaje, utilizando una cisterna o barriles asignados a cada fluido concreto (gasolina, queroseno, diésel) identificados con la pegatina de homologación o almacenaje para su reciclaje, controlando la limpieza de carburante derramado en cada caso, asegurando que las zonas calientes y eléctricas no están contaminadas.*

*CE4.9 Cumplimentar un certificado de aptitud para un servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de una aeronave tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.*

**Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo:**

C1 completa; C2 completa; C3 completa; C4 completa.

Otras capacidades:

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Demostrar resistencia al estrés, estabilidad de ánimo y control de impulsos.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

Valorar el talento y el rendimiento profesional con independencia del sexo.

Promover la igualdad de trato entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

## Contenidos:

### **1. Herramientas, materiales y equipos para componentes del sistema de combustible y sistemas auxiliares de aviones con motor a pistón**

Tipos comunes de herramientas manuales. Tipos comunes de herramientas mecánicas. Manejo y utilización de herramientas de medición de precisión. Equipos y métodos de lubricación. Funcionamiento, función y utilización de equipos de comprobaciones eléctricas generales. Materiales de aeronaves Ferrosos. Materiales de aeronaves No ferrosos. Materiales compuestos y no metálicos. Corrosión. Dispositivos de fijación. Tuberías y empalmes. Resortes. Cojinetes. Transmisiones. Cables de mando. Cables eléctricos y conectores.

### **2. Física y matemáticas aplicadas en el en el mantenimiento de los componentes del sistema de combustible y sistemas auxiliares de aviones con motor a pistón**

Aritmética. Álgebra. Geometría. Mecánica. Fuerzas, momentos y pares, representación como vectores. Centro de gravedad. Elementos de teoría de esfuerzos, deformaciones y elasticidad, tensión, compresión, esfuerzo cortante y torsión. Naturaleza y propiedades de los sólidos, los líquidos y los gases. Presión y flotabilidad en líquidos (barómetros). Movimiento rectilíneo: movimiento rectilíneo uniforme, movimiento uniformemente acelerado (movimiento sometido a la gravedad). Movimiento giratorio: movimiento circular uniforme (fuerzas centrífugas y centrípetas). Movimiento periódico: movimiento pendular. Teoría sencilla de la vibración, los armónicos y la resonancia. Relación de velocidades, brazo de palanca y rendimiento mecánico. Dinámica. Dinámica de fluidos. Termodinámica. Movimiento ondulatorio y sonido.

### **3. Legislación aplicada en el mantenimiento de los componentes del sistema de combustible y sistemas auxiliares de aviones con motor a pistón**

Marco regulador. Papel de la Organización de Aviación Civil Internacional. Papel de la Comisión Europea. Papel de la EASA. Papel de los Estados miembros y las autoridades nacionales de aviación. Personal certificador. Mantenimiento. Comprensión detallada de la Parte 66. Empresas de mantenimiento aprobadas. Comprensión detallada de la Parte 145 y de la Parte M, subparte F. Operaciones aéreas. Certificado de Operador Aéreo. Certificación de aeronaves, componentes y equipos a) Generalidades. Comprensión general de la Parte 21 y especificaciones de certificación de la EASA CS-23, 25, 27, 29. b) Documentos. Certificado de aeronavegabilidad. Certificados restringidos de aeronavegabilidad y autorización de vuelo. Certificado de matrícula. Certificado de niveles de ruido. Distribución del peso. Licencia y autorización de emisora de radio. Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de las disposiciones de la Parte 21 relativas al mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de la Parte M. Requisitos nacionales e internacionales aplicables para (si no son anulados por los requisitos de la UE): a) Programas de mantenimiento, inspecciones y comprobaciones de mantenimiento. Directivas de aeronavegabilidad. Boletines de servicio, información de servicio de fabricantes. Modificaciones y reparaciones. Documentación de mantenimiento: manuales de mantenimiento, manual de reparación estructural, catálogo ilustrado de componentes, entre otros. Únicamente para las licencias A y B2: Lista maestra de equipamiento mínimo, lista de equipamiento mínimo, lista de desviaciones de despacho. b) Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Equipamiento mínimo. Vuelos de prueba. Únicamente para las licencias B1 y B2: Requisitos de mantenimiento y despacho ETOPS.

### **4. Sistemas de combustible (ATA 28)**

Descripción del sistema. Depósitos de combustible. Sistemas de suministro. Vaciado, purga y drenaje. Alimentación cruzada y transferencia. Indicaciones y avisos.

### **5. Reabastecimiento y vaciado de combustible (ATA 12)**

Sistemas de combustible de equilibrado longitudinal. Almacenamiento de combustible.

### **6. Sistemas de instrumentación/aviónica (ATA 34)**

Sistemas de instrumentación (Pitot estático: altímetro, anemómetro, variómetro). Giroscópicos (horizonte artificial, director de posición de vuelo, indicador de dirección, indicador de situación horizontal, indicador de viraje y deslizamiento, coordinador de virajes). Brújulas (de lectura directa, de lectura a distancia). Indicación del ángulo de ataque, sistemas de aviso de entrada en pérdida. Cabina de vuelo de cristal.

### **7. Sistemas de aviónica**

Fundamentos de la disposición y el funcionamiento de Piloto automático (ATA 22). Comunicaciones (ATA 23) y sistemas de navegación (ATA 34).

### **8. Suministro eléctrico (ATA 24). Sistemas de interconexión de cableado eléctrico (EWIS) del sistema de combustible y sistemas auxiliares de aviones con motor a pistón**

Instalación y funcionamiento de baterías. Generación de suministro de corriente continua. Regulación de la tensión. Distribución de potencia. Protección de circuitos. Inversores, transformadores. Manuales de Cableado. Inspección del Cableado. Mantenimiento y Limpieza. Conductores y Cables. Métodos de Conexión.

**9. Luces (ATA 33) Oxígeno (ATA 35)**

Exteriores: navegación, anticolisión, aterrizaje, rodadura, hielo. Interiores: cabina de pasajeros, cabina de vuelo, compartimento de carga. Emergencia. Descripción del sistema: cabina de vuelo, cabina de pasajeros. Regulación del suministro. Fuentes de suministro, almacenamiento, carga y distribución. Indicaciones y avisos.

**Parámetros de contexto de la formación:****Espacios e instalaciones:**

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller. Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

**Perfil profesional del formador o formadora:**

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con el mantenimiento/reparación de componentes del sistema de combustible y sistemas auxiliares de los aviones con motor de pistón, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

**MÓDULO FORMATIVO 4: MANTENIMIENTO/REPARACIÓN DE LOS SISTEMAS HIDRÁULICOS, NEUMÁTICOS Y AIRE ACONDICIONADO EN AERONAVES CON MOTOR DE PISTÓN**

**Nivel:** 3

**Código:** MF2537\_3

**Asociado a la UC:** Mantener/reparar los sistemas hidráulicos, neumáticos y aire acondicionado en aeronaves con motor de pistón

**Duración:** 390 horas

**Capacidades y criterios de evaluación:**

C1: Aplicar técnicas de comprobación de los sistemas hidráulicos y sus sistemas de seguridad e indicación, utilizando los equipos de prueba (manómetros de presión, caudal,

calibres, micrómetros, entre otros), controlando los movimientos de los accionamientos y los datos de caudal/presión, anotando los elementos deteriorados, reparándolos o sustituyendo.

*CE1.1 Explicar la técnica de comprobación del interruptor de emergencia y la calidad del hidráulico, verificando visualmente que el interruptor de HYD EMERGENCY está en off y tiene instalada su guarda, que la viscosidad del fluido no ha perdido propiedades, controlándolo con una probeta.*

*CE1.2 Describir la verificación visual de las pegatinas de identificación de las tuberías del sistema hidráulico, observando que aparecen los códigos de colores y la fecha de caducidad reflejada en la tubería, para identificar la zona de trabajo (presión o retorno y sentido de circulación), sustituyéndolas por unas nuevas en cada caso.*

*CE1.3 Explicar el método de comprobación de la fecha de fabricación de las tuberías, observando que la misma coincide con el tiempo de uso, asegurando la integridad del elemento.*

*CE1.4 Explicar la técnica de comprobación del circuito hidráulico, cuando se cambian las válvulas, tuberías, cilindros, entre otras circunstancias, utilizando el banco de comprobación o mecánicamente, conectándolo a la entrada del sistema o actuando sobre los mandos que provocan movimiento hidráulico, comprobando visualmente a través de los manómetros de presión que contiene el caudal y la presión, anotando los valores y verificando con los anotados en el Manual de Mantenimiento de la aeronave o moviendo las palancas, observando que se mueven sin agarrotamientos y el recorrido de los sistemas de martinets, servos y válvulas, entre otras, asegurando que está libre de fugas y evitando aire en el sistema.*

C2: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas de hidráulicos de la aeronave, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos, asegurando la aeronavegabilidad de la aeronave.

*CE2.1 Describir la técnica de comprobación visual de los circuitos hidráulicos (dos o tres sistemas hidráulicos independientes, según aeronave), verificando que no hay pérdidas de aceite y que la presión en los diferentes circuitos es la que establece el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, utilizando los equipos de prueba y medida (manómetros, bancos de prueba externos, entre otros), y cambiando los elementos deteriorados por unos nuevos certificados, usando la herramienta común y específica (llave de racores, dinamométricas, entre otras).*

*CE2.2 Instalar el colector hidráulico en los sistemas de alta (HP) y baja (LP) presión, conectándolo a través de las tomas tipo bobina, suministrando fluido a presión para comprobar los elementos y canalizaciones del sistema, asegurando la circulación del aceite y la estanqueidad del sistema.*

*CE2.3 Explicar el método de verificación visual de las tuberías de hidráulico de alta presión (HP) y baja presión (LP), con los equipos de prueba y medida (manómetros, bancos de prueba externos, mulas hidráulicas, entre otros), observando que no hay pérdidas de fluido hidráulico (MIL-H- 83282, Skydrol, entre otros), cuarteados evidentes de los latiguillos, roturas, que las tuberías metálicas están conectadas a la masa de la aeronave y que la presión en los diferentes circuitos es la establecida para la instalación, cambiando las tuberías en cada caso.*

*CE2.4 Describir el método de revisión de las bombas de potencia hidráulica principales, haciéndolas funcionar, arrancando la aeronave o con los bancos de prueba, conectándolos en los paneles de servicio para alimentar cada una de las líneas de potencia hidráulica, comprobando que los sistemas funcionan con normalidad y cotejando la lectura de los manómetros con los valores establecidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, asegurando la presión y caudal de fluido para el funcionamiento de los sistemas hidráulicos.*

*CE2.5 Aplicar verificación de las válvulas del sistema hidráulico (válvulas de retención, válvulas de prioridad, válvulas de alivio de presión, válvulas selectoras) que controlan el fluido, filtros que mantienen la limpieza del fluido, los colectores de retorno, interruptores de presión, transductores de presión, válvula de alivio y la válvula solenoide de medición de fugas en cada caso, con los equipos de prueba y medida (colectores, manómetros, entre otros), comprobando que están exentas de signos de fuga hidráulica.*

*CE2.6 Explicar la técnica de ejecución de las inspecciones y chequeos en línea, verificando visualmente y observando los indicadores en el interior de la cabina, la presión de carga de nitrógeno en acumuladores de energía hidráulica, los indicadores de obstrucción (POP-UP) de alta presión (HP), el retorno, el drenaje de la caja de la bomba impulsada por el motor (EDP), llenado del depósito y filtros de la unidad de presurización de aire, los indicadores de obstrucción del filtro del sistema hidráulico en el compartimento hidráulico y motores, colectores de alta y baja presión, paneles y colectores de servicio a tierra para detectar signos de fuga externa, asegurando la eficiencia del sistema para el siguiente vuelo.*

C3: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de elementos asociados a los sistemas hidráulicos, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales que pueden requerir uso de bancos de prueba externos, reemplazando los elementos defectuosos, restaurando los sistemas.

*CE3.1 Describir la técnica de verificación visual del depósito y sus elementos, con los equipos de comprobación (bombas de vacío, llaves de racor, polímetros, entre otras) que estén exentos de daños (golpes, grietas, entre otras), que no haya fuga aceite por sus conexiones y que no pierda presión de presurización, reparando el sistema en cada caso siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, con la herramienta de mano (llaves de vaso, fijas, dinamométricas, entre otras) y el utillaje específico (colectores, bancos de prueba, entre otros), asegurando su estanqueidad.*

*CE3.2 Explicar el método de presurización y despresurización de los depósitos en tierra, comprobando su estanqueidad mediante bancos de prueba externos, comprobando la presión marcada en cada uno de los depósitos y la reflejada en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, vaciando el agua contenida por los separadores de agua, reparando los elementos deteriorados en cada caso, asegurando el fluido a la instalación hidráulica sin aire, refrigerado y sin impurezas.*

*CE3.3 Explicar el proceso de comprobación de las fugas internas y la válvula solenoide de control de fugas, aislando los sistemas hidráulicos a través de la válvula de aislamiento, accionando el interruptor del interior de la cabina del piloto, controlando los diferentes tramos de tuberías hidráulicas, asegurando la estanqueidad, reparando los tramos afectados, y sustituyendo las tuberías, válvulas, reguladores de presión, entre otros, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE3.4 Aplicar verificación a la bomba eléctrica, los sensores de salida de la bomba, los depósitos de los sistemas hidráulicos, los sistemas de gestión y control que gobiernan la activación/desactivación, sometidos a control de funcionamiento, observando que recibe la señal eléctrica para ponerse en funcionamiento, utilizando los equipos de prueba y medida (analizadores digitales, polímetros, entre otros), comprobando que no tiene roturas, cambiando el sensor o sensores, entre otros, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE3.5 Explicar el proceso de verificación visual de la Unidad de Monitoreo del Sistema Hidráulico con los analizadores digitales que las funciones responden a los requerimientos del sistema, observando que avisa de las advertencias de «FALLO» activándose las señales auditivas, las luces «MASTER CAUT y MASTER WARN», sustituyendo el dispositivo en el caso de mal funcionamiento con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), verificando su instalación con el equipo de prueba.*

*CE3.6 Aplicar comprobación visual a los indicadores de obstrucción de filtros del sistema hidráulico (alta presión, retorno y carcasa de la EDP) a través del testigo indicador de color rojo tipo POP OUT, sustituyendo el elemento filtrante en cada caso.*

*CE3.7 Aplicar verificación del sistema de indicación de cantidad fluido hidráulico, comprobando que marca la cantidad de aceite contenido en el depósito, que los elementos eléctricos envían la señal adecuada en cada caso, utilizando los equipos de prueba y medida (analizadores digitales, polímetros, entre otros), observando los valores y cotejándolos con los contenidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, cambiando los elementos desgastados o deteriorados, para que el sistema pueda eliminar o agregar fluido al depósito que lo demande en cada caso.*

C4: Aplicar el mantenimiento programado y no programado del sistema de aire acondicionado y presurización de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos, para restaurar los componentes afectados.

*CE4.1 Aplicar comprobación del sistema de obstrucción (clogging), utilizando el banco de pruebas y el polímetro, simulando situaciones positivas de obstrucción, cotejando valores con los recogidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave o el componente afectado, cambiando los elementos deteriorados en cada caso, utilizando la herramienta manual (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros) y restaurando la operatividad del sistema.*

*CE4.2 Describir la técnica de verificación visual de los ventiladores de recirculación, conectando el sistema y observando que el motor se pone en funcionamiento, comprobando que se mueven los alabes para impulsar el aire, reparando o sustituyendo los elementos defectuosos por unos nuevos en cada caso, con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), asegurando el funcionamiento del sistema.*

*CE4.3 Aplicar comprobación de los interruptores térmicos, con el equipo de prueba y medida (polímetro, analizador, entre otros), verificando que la tensión está dentro de los parámetros establecidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, sustituyéndolos en cada caso y asegurando que el sistema al llegar la máxima temperatura de diseño corta el suministro eléctrico al motor.*

*CE4.4 Describir la técnica de verificación visual de las válvulas de recirculación, haciéndolas funcionar con la palanca mecánica, comprobando con el de equipo prueba y medida (polímetro, analizador digital, entre otros) que se activa o que los datos de medición coinciden con los marcados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, sustituyendo los elementos que no funcionan.*

*CE4.5 Aplicar cambios de filtros del sistema de recirculación cuando el sistema de aviso envía una señal de bloqueo al controlador/computador de ventilación o cuando se determine en el Manual de Mantenimiento de la aeronave, sustituyendo el cartucho por uno nuevo.*

*CE4.6 Describir el método de verificación del sistema eléctrico y protecciones de los ventiladores del sistema de fan, verificando con el analizador digital, conectándose a los componentes que constituyen el circuito, analizando su situación.*

*CE4.7 Aplicar procesos de limpieza de los elementos del Sistema de Control Ambiental, utilizando trapos de algodón sin pelusa, limpiador no acuoso con base de petróleo, realizando pruebas con el banco de simulación de temperatura, controlando que los parámetros marcados están dentro del Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE4.8 Comprobar el aire acondicionado observando los elementos del sistema compresor, condensador, evaporador, válvulas y tuberías, actuando el mando en modo manual y automático, comprobando que el compresor engancha, y que la temperatura de salida medida con termómetros o sondas es la indicada en el Manual de Mantenimiento del fabricante, verificando fugas de gases fluorados mediante equipos de succión y limpieza.*

C5: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de ventilación de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos y siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, restaurando los componentes afectados.

*CE5.1 Explicar el proceso de verificación del sistema de aire acondicionado de la cabina de pilotos, comprobando los conductos de aireación, la temperatura y la presión diferencial, observando la salida de aire, del humo y la temperatura seleccionada, utilizando el termómetro digital y el generador de humo, siguiendo los pasos descritos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE5.2 Describir la técnica de verificación del sistema de ventilación del compartimento del equipo de aire acondicionado, comprobando que los turboventiladores, tubos piccolo y sistema antifallos no están obstruidos o deteriorados, para que no se supere los valores de temperatura máximos y mínimos de funcionamiento de la aeronave.*

*CE5.3 Aplicar el método de verificación del turboventilador del sistema de refrigeración del compartimento de aire acondicionado y sus componentes asociados (válvula de entrada de aire de sangrado, sensor de presión diferencial y actuador de la compuerta de entrada de aire, entre otros), comprobando la presión, observando ruidos metálicos, utilizando los equipos de prueba y medida (banco de pruebas, polímetros, entre otros), y realizando pruebas funcionales según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE5.4 Aplicar el proceso de verificación del sistema de ventilación del compartimento de equipos eléctricos/electrónicos, comprobando que los fanes de ventilación introducen el aire en los racks de computadores con la presión y temperatura adecuadas según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, manipulando el manómetro, termómetro, realizando una prueba funcional de humo y utilizando los bancos de prueba, reparando los elementos afectados en cada caso (mazo de cables, pines, entre otros).*

C6: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de ventilación en el sistema de presurización y el sistema de calefacción del aire de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos, restaurando los componentes afectados.

*CE6.1 Aplicar procedimiento de verificación manual del sistema activando y desactivando las válvulas o con los pulsadores en cabina, utilizando los equipos de prueba y medida (banco de pruebas, polímetros, entre otros).*

*CE6.2 Describir la técnica de verificación del sistema de válvulas de control y alivio de sobrepresión, haciéndolas funcionar, comprobando motores eléctricos observando que se posicionan en los grados de apertura y cierre establecidos, que las luces en puertas de la aeronave se encienden/apagan en cada situación, que los sellos neumáticos de puertas de acceso y ventanillas de emergencia mantienen la presión, utilizando el banco de pruebas neumático, analizadores digitales y polímetros, entre otros, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados en cada caso, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE6.3 Aplicar verificación del sistema de calefacción del aire, comprobando los sensores de control de temperatura y el termostato de seguridad por sobretemperatura, comprobando con los equipos de prueba y medida (termómetro, analizador digital, polímetros, entre otros), sustituyendo los elementos deteriorados con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otras) según Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE6.4 Cumplimentar un certificado de aptitud para un servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de una aeronave tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.*

#### **Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo:**

C1 completa; C2 completa; C3 completa; C4 completa; C5 completa; C6 completa.

Otras capacidades:

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Demostrar resistencia al estrés, estabilidad de ánimo y control de impulsos.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

Valorar el talento y el rendimiento profesional con independencia del sexo.

Promover la igualdad de trato entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

## Contenidos:

### **1. Herramientas, materiales y equipos para los sistemas hidráulicos, neumáticos y Aire Acondicionado**

Tipos comunes de herramientas manuales. Tipos comunes de herramientas mecánicas. Manejo y utilización de herramientas de medición de precisión. Equipos y métodos de lubricación. Funcionamiento, función y utilización de equipos de comprobaciones eléctricas generales. Materiales de aeronaves Ferrosos. Materiales de aeronaves No ferrosos. Materiales compuestos y no metálicos. Corrosión. Dispositivos de fijación. Tuberías y empalmes. Resortes. Cojinetes. Transmisiones. Cables de mando. Cables eléctricos y conectores.

### **2. Física y matemáticas aplicadas en el mantenimiento del sistema hidráulico, neumático y aire acondicionado**

Aritmética. Álgebra. Geometría. Mecánica. Fuerzas, momentos y pares, representación como vectores. Centro de gravedad. Elementos de teoría de esfuerzos, deformaciones y elasticidad, tensión, compresión, esfuerzo cortante y torsión. Naturaleza y propiedades de los sólidos, los líquidos y los gases. Presión y flotabilidad en líquidos (barómetros). Movimiento rectilíneo: movimiento rectilíneo uniforme, movimiento uniformemente acelerado (movimiento sometido a la gravedad). Movimiento giratorio: movimiento circular uniforme (fuerzas centrífugas y centrípetas). Movimiento periódico: movimiento pendular. Teoría sencilla de la vibración, los armónicos y la resonancia. Relación de velocidades, brazo de palanca y rendimiento mecánico. Dinámica. Dinámica de fluidos. Termodinámica. Movimiento ondulatorio y sonido.

### **3. Legislación aplicada al sistema hidráulico, neumático y aire acondicionado**

Marco regulador. Papel de la Organización de Aviación Civil Internacional. Papel de la Comisión Europea. Papel de la EASA. Papel de los Estados miembros y las autoridades nacionales de aviación. Personal certificador Mantenimiento. Comprensión detallada de la Parte 66. Empresas de mantenimiento aprobadas. Comprensión detallada de la Parte 145 y de la Parte M, subparte F. Operaciones aéreas. Certificado de Operador Aéreo. Certificación de aeronaves, componentes y equipos a) Generalidades. Comprensión

general de la Parte 21 y especificaciones de certificación de la EASA CS-23, 25, 27, 29. b) Documentos. Certificado de aeronavegabilidad. Certificados restringidos de aeronavegabilidad y autorización de vuelo. Certificado de matrícula. Certificado de niveles de ruido. Distribución del peso. Licencia y autorización de emisora de radio. Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de las disposiciones de la Parte 21 relativas al mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de la Parte M. Requisitos nacionales e internacionales aplicables para (si no son anulados por los requisitos de la UE): a) Programas de mantenimiento, inspecciones y comprobaciones de mantenimiento. Directivas de aeronavegabilidad. Boletines de servicio, información de servicio de fabricantes. Modificaciones y reparaciones. Documentación de mantenimiento: manuales de mantenimiento, manual de reparación estructural, catálogo ilustrado de componentes, entre otros. Únicamente para las licencias A y B2: Lista maestra de equipamiento mínimo, lista de equipamiento mínimo, lista de desviaciones de despacho. b) Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Equipamiento mínimo. Vuelos de prueba. Únicamente para las licencias B1 y B2: Requisitos de mantenimiento y despacho ETOPS.

#### **4. Tuberías y empalmes**

Identificación y tipos de tuberías rígidas y flexibles y sus empalmes, utilizadas en aeronaves. Empalmes estándar de tuberías del sistema hidráulico, de combustible, de aceite, neumático y del sistema de aire en aeronaves. Doblado y acampanado/abocinado de tuberías de aeronaves. Inspección y comprobación de tuberías y tubos flexibles de aeronaves. Instalación y anclaje de tuberías. Tuberías y tubos flexibles. Doblado y acampanado/abocinado de tuberías de aeronaves. Inspección y comprobación de tuberías y tubos flexibles de aeronaves. Instalación y anclaje de tuberías.

#### **5. Potencia hidráulica (ATA 29)**

Descripción del sistema. Fluidos hidráulicos. Depósitos y acumuladores hidráulicos. Generación de presión: eléctrica, mecánica, neumática. Generación de presión de emergencia. Filtros. Regulación de presión. Distribución de potencia. Sistemas de indicación y aviso. Interfaz con otros sistemas.

#### **6. Aire acondicionado y presurización de cabina (ATA 21)**

Suministro de aire. Fuentes de suministro de aire, incluidos el sangrado del motor y grupos de tierra. Aire acondicionado. Sistemas de aire acondicionado. Máquinas de ciclo de aire y de vapor. Sistemas de distribución. Sistemas de control del caudal, la temperatura y la humedad. Presurización. Sistemas de presurización. Control e indicación, incluidas las válvulas de regulación y seguridad. Reguladores de la presión en cabina. Dispositivos de seguridad y alerta. Dispositivos de protección y alerta.

#### **7. Sistemas neumáticos y de vacío (ATA 36)**

Descripción del sistema. Fuentes: motor/APU, compresores, depósitos, suministro en tierra. Regulación de la presión. Distribución. Indicaciones y avisos. Interfaz con otros sistemas.

#### **8. Planos, diagramas y normas**

Tipos de planos y diagramas, sus símbolos, dimensiones, tolerancias y proyecciones. Información del cajetín de un plano.

**9. Sistemas de interconexión de cableado eléctrico (EWIS) en los sistemas hidráulicos, neumáticos y Aire Acondicionado**

Manuales de Cableado. Inspección del Cableado. Mantenimiento y Limpieza. Conductores y Cables. Métodos de Conexión.

**Parámetros de contexto de la formación:****Espacios e instalaciones:**

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller. Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

**Perfil profesional del formador o formadora:**

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con el mantenimiento/reparación de los sistemas hidráulicos, neumáticos y aire acondicionado en aeronaves con motor de pistón, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

**MÓDULO FORMATIVO 5: MANTENIMIENTO/REPARACIÓN DE LOS MANDOS DE VUELO Y TREN DE ATERRIZAJE DE AVIONES CON MOTOR DE PISTÓN**

**Nivel: 3**

**Código: MF2538\_3**

**Asociado a la UC: Mantener/ reparar los mandos de vuelo y tren de aterrizaje de aviones con motor de pistón**

**Duración: 390 horas**

**Capacidades y criterios de evaluación:**

C1: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de los mandos de vuelo en sistemas de accionamiento manual directo y control del avión, realizando inspecciones,

pruebas operacionales según horas de vuelo y reemplazando elementos defectuosos, usando la documentación técnica manteniendo la aeronavegabilidad.

*CE1.1 Aplicar el método de comprobación visual de los mandos de vuelo, observando que se mueven libremente con la aeronave en modo vuelo y que los indicadores de instrumentación concuerdan con el movimiento de las palancas, asegurando la guiavilidad de la aeronave.*

*CE1.2 Explicar la técnica de bloqueo de los mandos de cabina, con pines de seguridad en posiciones concretas (neutral, cero, full) durante la realización de las inspecciones, comprobaciones, ajustes o reparaciones, evitando efectuar movimientos sin querer que puedan provocar un accidente que comprometa la aeronave o al personal.*

*CE1.3 Aplicar el proceso de inspección visual de las superficies de control primarias (alerones, timón de dirección y profundidad) y secundarias (flaps, slats y aerofrenos).*

*CE1.4 Exponer el método de inspección visual y/o con un calibre, de las poleas, barriletes de tensión, topes de movimiento, cuadrantes, varillas, puntos de giro, rodillos, tracks o barras de transmisión, midiendo desgastes, sustituyéndolos si encontráramos daños, excesivo desgaste u holguras, asegurando un movimiento uniforme de las superficies de control primarias y secundarias.*

*CE1.5 Explicar la técnica de inspección de los cables metálicos trenzados, pasando un trapo de tela a lo largo de su recorrido observando si se engancha, buscando hilos metálicos deteriorados o girando el contrario del trenzado observando que interiormente está libre de corrosión, aflojando los barriletes y cambiando el tramo afectado, tensándolo con los barriletes correspondientes, midiendo la tensión del cable con un tensiómetro y un termómetro, dándole la tensión requerida teniendo en cuenta la temperatura del hangar, asegurando un control preciso de la aeronave.*

*CE1.6 Describir el método de inspección visual de los sistemas hidráulicos de asistencia al movimiento de los mandos de vuelo primarios (servoactuadores de alerones y timones de profundidad y dirección), secundarios (actuadores del husillo, flap y slat) y sus sistemas auxiliares (válvulas de sobrepresión, limitadores de torque, frenos de punta de ala, entre otros), observando la ausencia de fugas de líquido hidráulico en su estructura y racores, y comprobando el nivel del líquido lubricante, rellenándolo si no está a nivel, asegurando que los mandos de vuelos se mueven libremente.*

*CE1.7 Explicar la técnica de verificación de los límites de recorrido y las posiciones neutrales de las superficies de vuelo primario y secundario, usando una regla, calibre, galgas y/o pines pasa/no pasa, ajustándolos en cada caso, a la posición de los mandos en la cabina, extendiendo o retrayendo las varillas de ajuste en unos casos o ajustando la longitud del brazo de los servoactuadores en otro, asegurando un control preciso de la aeronave.*

*CE1.8 Describir el proceso de engrasado de las poleas, puntos de giro, varillaje, cables metálicos trenzados, cojinetes, rodillos, zonas de rozamiento de los tracks y el husillo, siguiendo las recomendaciones del fabricante de la aeronave, asegurando un movimiento fluido y protegiéndolos de la corrosión.*

C2: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de mandos de vuelo de sistemas energizados de apoyo hidráulicos, eléctricos o neumáticos en hangar o línea, diagnosticando

averías, realizando pruebas operacionales que pueden requerir simulaciones complejas o el uso de bancos de prueba externos y, reemplazando los elementos defectuosos que no superen las pruebas reflejadas en la documentación técnica asegurando la funcionalidad de todas las superficies de control del vuelo.

*CE2.1 Explicar el proceso de realización del mantenimiento y reparación de los elementos que componen el sistema de mandos de vuelo, siguiendo el plan de mantenimiento, aplicando las instrucciones de trabajo recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave y los documentos de trabajo asociados, dando respuesta a las averías detectadas, restaurando los sistemas afectados.*

*CE2.2 Describir el método de verificación de los elementos de actuación del sistema de mandos de vuelo primarios, superficies móviles de actuación (alergones, timones de profundidad y dirección, elevones y flaperones, canard de control y sustentación, ruddervators, entre otros), así como sus aletas auxiliares y de control (tabs), comprobando daños estructurales producidos por esfuerzos o cargas excesivas, realizando pruebas operacionales que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos, ajustando o sustituyendo los elementos en cada caso según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, obteniendo el resultado operacional de mando requerido.*

*CE2.3 Exponer la técnica de inspección de los elementos de actuación de los mandos de vuelo secundarios, superficies móviles de actuación (flaps, slats, spoilers, entre otros), con extensiones mediante carriles, barras articuladas y articulaciones de batimiento, comprobando los daños estructurales producidos por esfuerzos o cargas excesivas, realizando pruebas operacionales que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos, ajustando o sustituyendo los elementos necesarios según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, consiguiendo la estabilidad y control a baja velocidad requerida.*

*CE2.4 Explicar el proceso de inspección de los componentes encargados de la transmisión del movimiento en los mandos de vuelo, controles de actuación en el Cockpit (columna de control, pedales, actuador de flaps, entre otros), cables de mando y poleas, barras de actuación, elementos de giro, elementos amortiguadores de movimiento, Pressure Control Unit (PCUs), servo actuadores hidráulicos, eléctricos y neumáticos, comprobando con el uso de útiles dinamométricos, bancos de presión hidráulica, neumática y equipos de comprobación eléctricos, realizando los chequeos operacionales reflejados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, ajustando o sustituyendo los elementos que no superen las pruebas realizadas, obteniendo el resultado operacional requerido.*

*CE2.5 Describir el método de inspección de los elementos de control e indicación del movimiento de las superficies de actuación de los mandos de vuelo, transmisores de posición (lineales, rotatorios, magnéticos) y sus instrumentos de indicación, servo controles de actuación del sistema de vuelo automático, válvulas selectoras, check, solenoides de actuación, entre otros, comprobando su operatividad, realizando pruebas operacionales que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos, y ajustando o sustituyendo los elementos necesarios según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, obteniendo el control en cada uno de sus ejes.*

*CE2.6 Explicar la técnica de inspección (visualmente y con equipos de comprobación de daños estructurales) de los componentes o elementos desmontados del sistema de mandos de vuelo, y dependiendo del nivel de los daños observados, son*

*desechados, reparados o enviados a talleres especializados para su recuperación según las indicaciones del manual del componente afectado.*

*CE2.7 Aplicar el diagnóstico y análisis de averías de los elementos eléctricos en el sistema de mandos de vuelo (sensores de proximidad, transmisores de posición, servoactuadores, Linear Variable Differential Transformer (LVDTs), Rotary Variable Differential Transformer (RVDTs), instalaciones eléctricas, instrumentos de indicación, entre otros), usando equipos de prueba y medida (osciloscopios, frecuencímetros, polímetros, fuentes de alimentación, entre otros), siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave y reemplazando los elementos defectuosos para obtener un correcto control e indicación.*

*CE2.8 Exponer la técnica de inspección visual de las líneas de distribución hidráulicas, neumáticas del sistema de mandos de vuelo, comprobando su presión y estanqueidad con los equipos de prueba y medida (manómetros, bancos de prueba, entre otros), y dependiendo del nivel de los daños observados, son desechados y sustituidos, o reparados según las indicaciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave para la actuación de las superficies de control.*

*CE2.9 Explicar el proceso de verificación visual en rampa/línea de las superficies aerodinámicas de mandos de vuelo primarios, (alergones, timones de profundidad y dirección, elevones y flaperones, canard de control y sustentación, ruddervators, entre otros), así como sus aletas auxiliares y de control (tabs), los elementos de actuación de los mandos de vuelo secundarios (flaps y slats con extensiones mediante carriles, barras articuladas, articulaciones de batimiento y spoilers), cables de mando y poleas, barras de actuación, elementos de giro, elementos amortiguadores de movimiento, PCUs, servo actuadores hidráulicos, eléctricos y neumáticos, instrumentos de indicación en el Cockpit, dando respuesta a las averías reportadas por la tripulación técnica, realizando bite test o pruebas operacionales que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos, ajustando o sustituyendo los elementos que no superen los test realizados según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, recuperando la capacidad operacional del sistema de mandos de vuelo.*

**C3:** Aplicar el mantenimiento programado y no programado del sistema de mandos de vuelo, de aeronaves equipadas con sistemas de transmisión de mando por medios eléctricos (fly by wire) en hangar o línea, diagnosticando las averías reportadas, realizando pruebas operacionales que pueden requerir simulaciones complejas o el uso de bancos de prueba externos y reemplazando los elementos defectuosos que no superen las pruebas reflejadas en la documentación técnica, asegurando la funcionalidad de todas las superficies de control.

*CE3.1 Explicar el proceso de realización del mantenimiento y reparación de los elementos que componen el sistema de mandos de vuelo, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave y los documentos de trabajo asociados y dando respuesta a las averías detectadas para restaurar los sistemas afectados.*

*CE3.2 Describir la técnica de inspección de los elementos de actuación del sistema de mandos de vuelo primarios, superficies móviles de actuación (alergones, timones de profundidad y dirección, elevones y flaperones, canard de control y sustentación, ruddervators, entre otros), sus aletas auxiliares y de control (tabs), comprobando los daños estructurales producidos por esfuerzos o cargas excesivas, realizando pruebas operacionales que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos*

*y, ajustando o sustituyendo los elementos necesarios según los documentos de mantenimiento obteniendo el resultado operacional de mando.*

*CE3.3 Exponer el proceso de inspección de los elementos de actuación de los mandos de vuelo secundarios, superficies móviles de actuación (flaps y slats, con extensiones mediante carriles, barras articuladas, articulaciones de batimiento y spoilers), comprobando los daños estructurales producidos por esfuerzos o cargas excesivas, realizando pruebas operacionales que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos y ajustando o sustituyendo los elementos necesarios según los documentos de mantenimiento, consiguiendo la estabilidad y control a baja velocidad.*

*CE3.4 Explicar la técnica de inspección de los componentes de actuación del sistema de mandos de vuelo eléctrico (fly by wire) PCUs, servo actuadores y motores (eléctricos e hidráulicos), transmisiones de movimiento, válvulas eléctricas e hidráulicas, puntos de giro, amortiguadores de esfuerzos, entre otros, comprobando con el uso de bancos de presión hidráulica, neumática y equipos de diagnóstico su funcionamiento, realizando las pruebas operacionales reflejadas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, ajustando o sustituyendo los elementos que no superen las pruebas realizadas, obteniendo el resultado operacional requerido.*

*CE3.5 Aplicar pruebas de inspección de los elementos de control e indicación del sistema de mandos de vuelo eléctrico (fly by wire), Sidestick o volante de control, Pedal Feel and Trim Unit (PFTUS), computadores de control y gestión de órdenes de mando, computadores de monitoreo, transmisores de posición (lineales, rotatorios, magnéticos, RVDTs, LVDTs, unidades de detección de asimetría, entre otros), solenoides de actuación, elementos de indicación en cabina, entre otros, realizando comprobaciones sencillas (resistencia, tensión, continuidad, entre otros) o colaborando en pruebas aviónicas complejas que pueden requerir equipos de comprobación externos y, ajustando o sustituyendo los elementos necesarios según los documentos de mantenimiento, obteniendo el control de sus ejes.*

*CE3.6 Explicar la técnica de comprobación de los elementos mecánicos de actuación desmontados del sistema de mandos de vuelo eléctrico (fly by wire), realizando bite test y pruebas operacionales que pueden requerir equipos y bancos de prueba externos, y dependiendo del nivel de los daños observados son desechados, reparados o enviados a talleres especializados para su recuperación según las indicaciones del manual del componente afectado.*

*CE3.7 Exponer el proceso de verificación de los elementos eléctricos en el sistema de mandos de vuelo eléctrico (fly by wire), sensores de proximidad, transmisores de posición, servoactuadores, LVDTs, RVDTs, líneas de cableado de transmisión de datos, señales discretas y alimentaciones eléctricas, instrumentos de indicación, entre otros, comprobando con los equipos de prueba y medida (polímetros, fuentes de alimentación, entre otros) y siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave, su funcionamiento, reemplazando los elementos defectuosos en cada caso, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, torquímetros, de codo, entre otras).*

*CE3.8 Explicar la técnica de inspección visual de las líneas de distribución hidráulicas y neumáticas del sistema de mandos de vuelo eléctrico (fly by wire), comprobando su presión y estanqueidad con los equipos de prueba y medida (manómetros, bancos de prueba, entre otros) y dependiendo del nivel de los daños observados,*

*son desechados y sustituidos, o reparados según las indicaciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave para la actuación de las superficies de control.*

C4: Aplicar el mantenimiento programado y no programado del tren de aterrizaje de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos, restaurando los componentes afectados.

*CE4.1 Exponer el procedimiento de colocación de la aeronave elevándola en hangar, colocándola sobre tres gatos, apoyándolos sobre los puntos marcados como JACK-POINTS, comprobando que está nivelada longitudinalmente y transversalmente con plomadas y niveles de burbuja, asegurándola y comprobando que la altura libre al suelo permite la libre extensión y retracción del tren de aterrizaje de acuerdo con el manual de mantenimiento de la aeronave.*

*CE4.2 Aplicar técnicas de verificación visual del eje del tren de aterrizaje, observando que no está deteriorado, limpiando con un trapo de algodón que no deje pelusa y un limpiador no acuoso el compuesto anticorrosivo, observando que está libre de óxido o dañado y reparando en cada caso, aplicando el compuesto preventivo con brocha y con las espátulas no metálicas, suavizando los bordes, verificando que el grosor no supera los límites máximos y que el color está igualado en toda la pieza.*

*CE4.3 Aplicar métodos de verificación visual del tren de aterrizaje principal, comprobando sus accesorios principales (pistón deslizante, viga del carretón, recortador de inclinación, sistema acortador del tren, conjunto de suspensión lateral, conjunto de pasadores de bloqueo, enlace de torque inferior, enlaces de articulación superior e inferior, actuador Lockstay), comprobando que no hay signos de corrosión, grietas, deterioro excesivo, golpes punzantes, abolladuras y rebabas en el cromo, utilizando la iluminación suficiente para detectar los daños y herramientas especiales (micrómetros, calibres, relojes comparadores, entre otros), reparando los elementos deteriorados siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE4.4 Aplicar técnicas de verificación del tren de aterrizaje, desmontando y montando el conjunto, quitando las tuercas y tornillos de los bulones de sujeción, desacoplándolo del avión, soltando y quitando líneas hidráulicas, eléctricas que lo unen a la aeronave, las ruedas y frenos, apoyándolo en la cuna de transporte, utilizando una plomada y cinta adhesiva para marcar las líneas de referencia, drenando los fluidos hidráulicos y nitrógeno del amortiguador, utilizando las herramientas de acortamiento del tren de aterrizaje, retirándolo del avión y montando la nueva unidad reacondicionada, según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE4.5 Aplicar técnicas de verificación visual del amortiguador del tren, observando pérdidas de aceite por el vástago, cambiando la activación de la junta primaria a la junta secundaria en cada caso, utilizando la herramienta estándar (llaves fijas, de vaso, torquímetros, entre otras), revisando las pérdidas en días sucesivos de ciclos normales del avión, sustituyendo la junta primaria si se confirman fugas, ajustando la estanqueidad del sistema.*

*CE4.6 Aplicar métodos de sustitución del amortiguador, elevando la aeronave para librar el suelo con la extensión máxima del vástago del amortiguador, sujetándolo con eslingas, desmontando las ruedas, conjuntos de frenos y en su caso la viga del carretón, apoyándolo en la cuna de transporte, despresurizando el líquido hidráulico y el nitrógeno del interior de la camisa, desacoplándolo, desconectando las tuberías y*

*cables, bajando el conjunto, montando de nuevo el amortiguador y reacondicionando el sistema siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE4.7 Aplicar carga de nitrógeno en los amortiguadores del tren principal, instalando el adaptador en la válvula de carga y su manómetro, midiendo la extensión, la temperatura de la superficie del pistón, usando un termómetro digital o laser y registrando los datos para cotejarlos con los marcados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, realizando la carga de nitrógeno necesario en cada caso, utilizando un equipo de carga de nitrógeno de alta presión, retirando los equipos y haciendo una prueba de fugas de la válvula de purga/inflado, utilizando el KIT de pérdidas.*

C5: Aplicar el mantenimiento programado y no programado del sistema hidráulico del tren de aterrizaje y tren de rodadura, realizando inspección visual, mediciones laser, chequeos de verificación, entre otros, reparando o sustituyendo elementos deteriorados, asegurando el buen estado del tren y estructura de la aeronave.

*CE5.1 Aplicar técnicas de verificación visual de los neumáticos del tren de aterrizaje, comprobando la presión, el dibujo y estado general, utilizando los útiles de prueba y medida (manómetro de presión, calibre de profundidad, entre otros), sustituyéndolos con los equipos de reparación (desmontadora, equilibradora, entre otras), asegurando el apoyo y la adherencia de la aeronave en tierra.*

*CE5.2 Aplicar el proceso de comprobación visual y con los equipos de comprobación y medida (colectores, bancos de prueba, manómetros, entre otros), las tuberías rígidas de presión, válvulas, accionamientos hidráulicos, mangueras flexibles, retornos de los tres sistemas de hidráulico, bombas y acumuladores, verificando la ausencia de fugas de aceite, deterioros evidentes y pérdidas de presión, sustituyendo los elementos deteriorados con la herramienta específica y universal (llave de racores, dinamométricas, llaves de vaso, fijas, entre otras), restaurando el sistema y asegurando el funcionamiento de la subida y bajada de las ruedas.*

*CE5.3 Exponer la técnica de inspección visual de la horquilla, bisagras de costado y brazo de amarre, observando que no hay signos de corrosión, falta de material, arañazos o marcas, reparando, lijando, limpiando y aplicando la protección y embellecimiento o sustituyendo los elementos deteriorados en cada caso.*

*CE5.4 Aplicar técnicas de verificación visual de las compuertas del tren de aterrizaje, observando que están exentos de arañazos, hendiduras, marcas, corrosión, seguros de costado en mal estado, ausencia de hidráulico, entre otras, lijando, limpiando, protegiendo y embelleciendo la zona deteriorada para restablecer la pieza y su protección superficial.*

*CE5.5 Explicar el proceso de comprobación visual de los switch de bombas de hidráulico del tren de aterrizaje y bomba auxiliar, verificando que el actuador de bloqueo/desbloqueo, que los indicadores de presión y cantidad de hidráulico funcionan, asegurando la alimentación hidráulica de la aeronave.*

*CE5.6 Describir el método de comprobación de la extensión y retracción del tren de aterrizaje, haciéndolo subir y bajar con el avión apoyado en gatos y equilibrado, accionando la palanca que actúa sobre el mecanismo, observando que el ciclo de cierre y apertura se realiza en el tiempo previsto y comprobando que la alineación de las compuertas sean las marcadas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE5.7 Aplicar comprobación a los sistemas de freno y con los equipos de prueba y medida (micrómetros, calibres, manómetros de presión, entre otras), verificando que los discos metálicos, pastillas y bombas de hidráulico están dentro de los valores de referencia especificados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave y que el aviso de «parking brake» en cabina no está encendido, sangrando frenos en cada caso y situación, observando por el útil (manguera transparente y contenedor de reciclaje), que no salen burbujas del circuito, asegurando la eficacia y estabilidad de la frenada.*

*CE5.8 Describir el proceso de comprobación visual de las luces del sistema en el interior de la cabina, sometiéndolas a las diferentes condiciones de funcionamiento tren extendido y bloqueado, luz verde; no extendido o no bloqueado, luz roja, observando que el breaker correspondiente que apaga o enciende el aviso en el master caution (o panel de aviso) se encuentra en buen estado, verificándolo con los equipos de prueba y medida (polímetro o analizadores digitales) sustituyendo los elementos deteriorados, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otras).*

*CE5.9 Explicar el método de verificación visual del computador de control de extensión/retracción, utilizando el analizador digital, realizando el chequeo del sistema y observando si hay algún fallo memorizado que persista una vez borrado, sustituyendo el elemento afectado con la herramienta de mano (llaves fijas, de vaso, torquímetros, entre otras), restaurando el/los elementos deteriorados, la pantalla en cada caso o la unidad.*

C6: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas de caída libre del tren y frenos de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos y utilizando el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, restaurando los componentes afectados.

*CE6.1 Explicar el proceso de verificación de la caída libre del tren de aterrizaje, con el avión montado sobre los gatos de elevación, configurado el avión en modo vuelo, tren de aterrizaje recogido, interruptores o palancas de extensión, abriéndose las puertas y desbloqueándose los trenes, observando que los ganchos de bloqueo estén completamente abiertos o llevándolos a la posición en cada caso, reseteando el sistema, comprobando los elementos que constituyen el sistema (cerrojos de compuertas, de tren, entre otros), y recogiendo de nuevo con el utillaje de retracción (banco hidráulico), asegurando la salida del tren de aterrizaje en caso de emergencia.*

*CE6.2 Aplicar el método de inspección del eje de rueda y el casquillo del eje de los bujes, comprobando el diámetro externo del eje y el diámetro interno del casquillo, observando que no hay grietas ni corrosión, mediante líquidos fluorescentes penetrantes, micrómetros, calibres y relojes comparadores, entre otros, reemplazando los elementos deteriorados, usando los equipos de extracción y la herramienta común (llaves de vaso, de codo, fijas, torquímetros, entre otros).*

*CE6.3 Explicar la técnica de cambio de las ruedas de tren, colocando el CHOCK WHEEL (calzo) en posición para las ruedas, elevando la aeronave, disminuyendo la presión de los neumáticos a aproximadamente 2 bar (29 Pressure per square inch (PSI), retirando la tapa del cubo de frenos, el sensor de presión, entre otros, apoyándolas en la cuna de desmontaje, quitando la tornillería y utilizando el cono guía, extrayéndolas, utilizando un trapo de algodón sin pelusa y un limpiador general no acuoso para desengrasar las interfaces de los componentes, volviendo a lubricar*

*con grasa tanto el eje como los rodamientos, montando el neumático en la aeronave siguiendo el orden inverso al desmontaje.*

*CE6.4 Explicar el proceso de inspección visual de los conjuntos de freno, retirando el neumático, liberando la presión hidráulica, los conectores eléctricos, los racores de las tuberías, observando el estado del paquete de frenos por golpes, corrosión, o indicios de sobrecalentamiento y el límite de desgaste de pastillas y discos, sustituyendo el conjunto, soltando la tornillería con la herramienta común (llaves de vaso, de codo, fijas, torquímetros, entre otros), extrayendo el conjunto y cambiándolo por uno nuevo, para el frenado de la rueda.*

*CE6.5 Describir la técnica de verificación del tacómetro de velocidad de la rueda, con la herramienta de accionamiento (accionador de eje estriado) conectada a un motor de giro (taladro), haciéndolo girar para dar una velocidad de entre 900 y 1100 revoluciones por minuto (RPM) y observando que los pistones de freno se retraen en cada una de las fases descritas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE6.6 Explicar el proceso de sangrado del sistema de frenos, extrayendo el líquido de frenos y eliminando el aire contenido en el sistema, aflojando la válvula de purga y observando por el útil (manguera transparente y contenedor de reciclaje), que no salen burbujas del circuito, asegurando la eficacia y estabilidad de frenado.*

*CE6.7 Exponer el método de verificación del ordenador de control, realizando un bite test con el equipo de diagnóstico, comprobando errores memorizados en el sistema, borrando los errores y comprobando los elementos defectuosos (sensores y actuadores, entre otros) con los equipos de prueba y medida (polímetro, bancos digitales, entre otros), sustituyendo en cada caso.*

**C7:** Aplicar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas de dirección y ruedas en el hangar, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos y usando el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, restaurando los componentes afectados.

*CE7.1 Aplicar el proceso de verificación del sensor de presión de ruedas, utilizando un manómetro calibrado, observando la medida de todas las ruedas y comparándolas con los datos extraídos del Manual de Mantenimiento de la Aeronave, cambiando el sensor si la diferencia entre ruedas supera el 5%.*

*CE7.2 Exponer el método de ajuste del inflado de los neumáticos, comprobando que la lectura de los manómetros de presión (dos diferentes con el mismo rango de medida) entren en los valores marcados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, medidos en el aeropuerto de salida y de llegada, aumentando o disminuyendo la cantidad de aire en cada caso, con el inflador y observando si tiene pérdidas, cambiando el neumático en cada caso.*

*CE7.3 Describir el proceso de verificación de los neumáticos del tren de aterrizaje, observando el dibujo y estado general, utilizando el calibre de profundidad, consultando el espesor mínimo en el Manual de Mantenimiento de la aeronave, sustituyéndolos en cada caso con los equipos de reparación (desmontadora, equilibradora, entre otras), asegurando el apoyo y la adherencia de la aeronave en tierra.*

*CE7.4 Explicar la técnica de verificación visual del sistema de dirección de tren de morro, observando el estado de los elementos (tuberías, cables, soportes, entre*

*otras), reparando en cada caso y comprobando las medidas de los ángulos de giro, utilizando un cuadrante graduado en el tramo de giro, haciendo los giros y vuelta a la marcha recta según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, coincidiendo ruedas y cuadrante en 0°, asegurando la alineación entre el volante y la rueda.*

*CE7.5 Exponer el método de verificación de los sensores de indicación de ángulo de la dirección, instalando el banco de prueba y los útiles de acoplamiento en la cremallera metálica del amortiguador de dirección, comprobando su calibración y realizando movimientos, apuntando los datos obtenidos y comparando con los del Manual de Mantenimiento de la Aeronave, sustituyendo en cada caso y volviendo a realizar el proceso de recalibración del sistema.*

*CE7.6 Explicar la técnica de verificación visual del ángulo de dirección, colocando las ruedas sobre dos placas de metal, con la dirección centrada e instalando el cuadrante graduado, moviendo a través de la barra de remolque en el tren de dirección hasta que el objetivo (target) y el sensor de proximidad de sobreviraje (izquierdo y derecho) mande la señal a la pantalla y encienda las luces de advertencia de deslizamiento en el objetivo (target), reparando los sensores o target en cada caso, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE7.7 Cumplimentar un certificado de aptitud para el servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de una aeronave tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.*

**C8:** Aplicar el mantenimiento programado y no programado del sistema de tren de aterrizaje actuado electromecánicamente, realizando inspección visual, ajustes, chequeos de verificación, entre otros, reparando o sustituyendo elementos deteriorados o por límite de horas, ciclos o calendario, asegurando el buen estado del tren y estructura de la aeronave.

*CE8.1 Explicar la inspección visual de la caja de engranajes, el motor eléctrico, switches y conexión de actuadores del tren de aterrizaje, por fugas, desgaste, daños, fijación, ruidos extraños y utilizando el equipo de control y medida (equipos de diagnóstico, polímetros, entre otros) y chequeando el nivel de aceite.*

*CE8.2 Describir la inspección de las llantas y neumáticos por grietas, corrosión, desgaste e inflado de neumático y condición y desgaste de los cojinetes, sustituyendo en cada caso.*

*CE8.3 Aplicar la inspección visual del tren de aterrizaje, sus componentes (SHOCK STRUT, SLIDING, DRAG BRACE, barras de retracción, entre otros), uniones de actuación, dirección y shimmy damper, con ayuda de linternas y espejos, por grietas, amarre, fijación, presión y fugas de hidráulico.*

*CE8.4 Explicar la actuación del tren de aterrizaje con la ayuda de una fuente eléctrica externa, entregando y manteniendo  $28.25 \pm 0.25$  VDC, durante los ciclos de extensión y retracción del tren, comprobando las compuertas, las luces del sistema*

*de extensión/retracción, bocina de aviso, tensión del cable de bloqueo arriba, libre actuación de la manivela de extensión de emergencia y ajuste de los switches de seguridad y recorrido, asegurando la salida de las ruedas.*

C9: Aplicar la revisión general (overhaul) del conjunto tren de aterrizaje (Landing Gear, Drag Brace, actuadores, llantas, frenos, Steering, caja de engranajes del tren, entre otros), realizando el desmontaje, limpieza, inspección, reparación y sustituciones en cada caso, reensamblado y comprobando su funcionamiento, asegurando su completa conformidad con todas las tolerancias de servicio aplicables especificadas en las instrucciones del titular del certificado de tipo o del fabricante para la aeronavegabilidad continuada, siguiendo las instrucciones de los Manuales de Mantenimiento y Overhaul de Componentes.

*CE9.1 Explicar el desmontaje de los elementos del tren de aterrizaje (amortiguadores, actuadores del tren de aterrizaje, paquetes de frenos, entre otros).*

*CE9.2 Aplicar el desmontaje de los elementos del tren de aterrizaje, utilizando herramienta estándar y extractores específicos, desechando juntas, pasadores, casquillos, pastillas de frenos y tornillería, limpiando las piezas principales con desengrasantes aplicables a spray/cepillo, utilizando soluciones salinas, disolventes, productos abrasivos, ultrasonidos, comprobando visualmente desgaste, corrosión y estado general.*

*CE9.3 Aplicar el método de comprobación de las piezas (actuadores, llantas, frenos, Steering, caja de engranajes del tren, entre otros) por daños superficiales, grietas, corrosiones, sobretemperatura (en los paquetes de freno) y desgastes, comprobando anchos, espesores y controlando que están por encima de las dimensiones mínimas indicadas en el Manual de Overhaul, sustituyéndolas en cada caso.*

*CE9.4 Explicar la inspección de las piezas (Strut, sliding, torque knees, drag braces, wheels, piston housigs, entre otras), por grietas y corrosión mediante Ensayos No Destructivos y técnicas de Líquidos Penetrantes, Partículas Magnéticas y Corrientes Inducidas para las piezas metálicas, ensayando las sometidas a alta temperatura (paquetes de frenos) con durómetros (rockwell/brinell) e inspeccionando con sondas de conductividad eléctrica que sus cualidades de resistencia están dentro de los límites de diseño del fabricante.*

*CE9.5 Exponer el proceso de restauración de las piezas (Strut, sliding, torque knees, drag braces, wheels, piston housigs, entre otras).*

*CE9.6 Explicar la técnica de protección superficial de las piezas (Strut, sliding, torque knees, drag braces, wheels, piston housigs, entre otras) e indicando según la ficha de producto el proceso de aplicación de los productos de protección y embellecimiento (Alodine/Bonderite, imprimación y pintura final).*

*CE9.7 Explicar el montaje de cada subconjunto del tren de aterrizaje, describiendo la unión de los elementos en orden inverso al desmontaje, utilizando tornillería, sellos, discos, pastillas, cojinetes, casquillos, y juntas nuevas, siguiendo las indicaciones del Manual de Overhaul, aplicando el apriete a las tuercas y tornillos con la llave dinamométrica, lubricando y dando presión de nitrógeno en su caso y efectuando todas las Directivas de Aeronavegabilidad y Boletines de Servicio aplicables.*

*CE9.8 Explicar los métodos de comprobación del amortiguador, actuadores del tren de aterrizaje, de los paquetes de frenos y la presión de las ruedas, observando fugas*

*de hidráulico y utilizando el banco de prueba y medida, observando que el conjunto rotor gira libremente después de liberar la presión de los pistones, inflando los neumáticos con nitrógeno, equilibrando dinámicamente añadiendo contrapesos en cada caso, comprobando pérdidas de gas del neumático a las 24 horas, simulando el peso del tren y las cargas en vuelo y cotejando los datos obtenidos con los recogidos en el Manual de Mantenimiento de la aeronave, observando ruidos extraños y juego axial al girar el tornillo sin fin.*

**Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo:**

C1 completa; C2 completa; C3 completa; C4 completa; C5 completa; C6 completa; C7 completa; C8 completa; C9 completa.

Otras capacidades:

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Demostrar resistencia al estrés, estabilidad de ánimo y control de impulsos.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

Valorar el talento y el rendimiento profesional con independencia del sexo.

Promover la igualdad de trato entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

**Contenidos:**

**1. Herramientas, materiales y equipos para los mandos de vuelo y tren de aterrizaje**

Tipos comunes de herramientas manuales. Tipos comunes de herramientas mecánicas. Manejo y utilización de herramientas de medición de precisión. Equipos y métodos de lubricación. Funcionamiento, función y utilización de equipos de comprobaciones eléctricas generales. Materiales de aeronaves Ferrosos. Materiales de aeronaves No ferrosos. Materiales compuestos y no metálicos. Corrosión. Dispositivos de fijación. Tuberías y empalmes. Resortes. Cojinetes. Transmisiones. Cables de mando. Cables eléctricos y conectores.

**2. Física, matemáticas y Factores humanos aplicadas a los mandos de vuelo y tren de aterrizaje en el mantenimiento de los mandos de vuelo y tren de aterrizaje**

Aritmética. Álgebra. Geometría. Mecánica. Fuerzas, momentos y pares, representación como vectores. Centro de gravedad. Elementos de teoría de esfuerzos, deformaciones

y elasticidad, tensión, compresión, esfuerzo cortante y torsión. Naturaleza y propiedades de los sólidos, los líquidos y los gases. Presión y flotabilidad en líquidos (barómetros). Movimiento rectilíneo: movimiento rectilíneo uniforme, movimiento uniformemente acelerado (movimiento sometido a la gravedad). Movimiento giratorio: movimiento circular uniforme (fuerzas centrífugas y centrípetas). Movimiento periódico: movimiento pendular. Teoría sencilla de la vibración, los armónicos y la resonancia. Relación de velocidades, brazo de palanca y rendimiento mecánico. Dinámica. Dinámica de fluidos. Termodinámica. Movimiento ondulatorio y sonido.

### 3. Legislación aplicada al mantenimiento de los mandos de vuelo y tren de aterrizaje

Marco regulador. Papel de la Organización de Aviación Civil Internacional. Papel de la Comisión Europea. Papel de la EASA. Papel de los Estados miembros y las autoridades nacionales de aviación. Personal certificador. Mantenimiento. Comprensión detallada de la Parte 66. Empresas de mantenimiento aprobadas. Comprensión detallada de la Parte 145 y de la Parte M, subparte F. Operaciones aéreas. Certificado de Operador Aéreo. Certificación de aeronaves, componentes y equipos a) Generalidades. Comprensión general de la Parte 21 y especificaciones de certificación de la EASA CS-23, 25, 27, 29. b) Documentos. Certificado de aeronavegabilidad. Certificados restringidos de aeronavegabilidad y autorización de vuelo. Certificado de matrícula. Certificado de niveles de ruido. Distribución del peso. Licencia y autorización de emisora de radio. Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de las disposiciones de la Parte 21 relativas al mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de la Parte M. Requisitos nacionales e internacionales aplicables para (si no son anulados por los requisitos de la UE): a) Programas de mantenimiento, inspecciones y comprobaciones de mantenimiento. Directivas de aeronavegabilidad. Boletines de servicio, información de servicio de fabricantes. Modificaciones y reparaciones. Documentación de mantenimiento: manuales de mantenimiento, manual de reparación estructural, catálogo ilustrado de componentes, entre otros. Únicamente para las licencias A y B2: Lista maestra de equipamiento mínimo, lista de equipamiento mínimo, lista de desviaciones de despacho. b) Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Equipamiento mínimo. Vuelos de prueba. Únicamente para las licencias B1 y B2: Requisitos de mantenimiento y despacho ETOPS.

### 4. Resortes y transmisiones

Tipos de resortes, materiales, características y aplicaciones. Cojinetes: función de los cojinetes, cargas, material y fabricación. Tipos de cojinetes y su aplicación. Tipos de engranajes y sus aplicaciones. Relación de transmisión, sistemas de engranajes de reducción y multiplicación, engranajes conductores y conducidos, engranajes intermedios, formas de engranes. Correas y poleas, cadenas y ruedas dentadas.

### 5. Cables de mando (ATA 27)

Tipos de cables. Herrajes finales, tensores y dispositivos de compensación. Poleas y componentes del sistema de transmisión por cable. Cables tipo Bowden. Sistemas de mando flexible de aeronaves.

### 6. Tren de aterrizaje (ATA 32)

Estructura, amortiguación. Sistemas de extensión y retracción: normales y de emergencia. Indicaciones y avisos. Ruedas, frenos, sistemas antideslizamiento y de frenado automático. Neumáticos. Dirección. Dispositivo de detección de toma de tierra. Patines, flotadores.

## 7. Mandos de vuelo (ATA27)

Mandos principales (alergones, timón de profundidad, timón de dirección, spoilers). Control de compensación. Control de carga activa. Dispositivos hipersustentadores. Amortiguador de sustentación, frenos aerodinámicos. Funcionamiento del sistema: manual, hidráulico, neumático, eléctrico, mando electrónico. Sensación artificial, amortiguador de guiñada, compensación de Mach, limitador del timón de dirección, sistemas de bloqueo contra ráfagas. Equilibrado y reglaje. Sistema de protección y alerta de entrada en pérdida.

## 8. Cables eléctricos y conectores

Cables de alta tensión y coaxiales. Engarzado a presión. Tipos de conectores, patillas, enchufes, casquillos, aislantes, intensidades y tensiones nominales, acoplamiento, códigos de identificación.

## 9. Tipos de planos y diagramas, sus símbolos, dimensiones, tolerancias y proyecciones. Información del cajetín de un plano

Tipos de planos y diagramas, sus símbolos, dimensiones, tolerancias y proyecciones. Información del cajetín de un plano. Microfilmación, microfichas y presentaciones por ordenador. Especificación 100 de la Asociación de Transporte Aéreo de EE.UU. (ATA). Normas aeronáuticas y otras aplicables, como ISO, AN, MS, NAS y MIL. Diagramas de cableado y diagramas esquemáticos.

## 10. Sistemas de interconexión de cableado eléctrico (EWIS) en mandos de vuelo y tren de aterrizaje de aviones con motor de pistón

Manuales de Cableado. Inspección del Cableado. Mantenimiento y Limpieza. Conductores y Cables. Métodos de Conexión.

### Parámetros de contexto de la formación:

#### Espacios e instalaciones:

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller. Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

#### Perfil profesional del formador o formadora:

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con el mantenimiento/ reparación de los mandos de vuelo y tren de aterrizaje de aviones con motor a pistón, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

## **MÓDULO FORMATIVO 6: MANTENIMIENTO/REPARACIÓN DE LA ESTRUCTURA Y LA CÉLULA DE AERONAVES**

**Nivel: 3**

**Código: MF2539\_3**

**Asociado a la UC: Mantener/ reparar la estructura y la célula de aeronaves**

**Duración: 270 horas**

### **Capacidades y criterios de evaluación:**

C1: Aplicar operaciones de mantenimiento programado de la estructura primaria y secundaria de la aeronave, verificando visualmente a través de una General Visual Inspection (GVI), el revestimiento, cuadernas y largueros, sujeciones, bordes de aperturas de registros, carenados, puertas de acceso, alojamientos y compuertas del tren, sus herrajes de sujeción, compartimento electrónico, el radome, carenados, las alas y sus elementos móviles (slats, flaps, spoilers y alerones), registros de tanque de combustible, pylons o engine mounts, góndolas y carenados, los Wing tips, bordes de ataque y salida de alas, puertas, paneles de inspección, compuertas de servicio, estructura interna y externa, herrajes de los estabilizadores, tirantes de refuerzo, las fijaciones, registros de mantenimiento, cajón de estabilizadores vertical y horizontal, entre otros, realizando reparaciones y aplicando la protección indicada en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave y el Manual de Reparaciones Estructurales (S.R.M.) con la ayuda de la herramienta, utillaje y medios (herramientas de medición, calibres, micrómetros, plataformas elevadoras, iluminación, entre otros), asegurando la integridad estructural de las aeronaves.

*CE1.1 Explicar el proceso de selección de plataformas móviles, arneses de seguridad y equipos de iluminación, entre otros, preparando las tareas de inspección, ajustando las condiciones de trabajo al procedimiento establecido en materia de seguridad e higiene.*

*CE1.2 Describir la limpieza de la estructura externa e interna, procurando accesos, inspeccionando visualmente que no ha sufrido ningún deterioro, siguiendo las tareas estándar recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave e instrucciones de la empresa de mantenimiento responsable.*

*CE1.3 Realizar la verificación de la estructura exterior e interior, realizando una inspección general visual (GVI), detectando abolladuras, grietas, corrosión, holguras, desgastes, entre otros, en el revestimiento, cuadernas y largueros, sujeciones, bordes de aperturas de registros de mantenimiento, carenados, puertas de acceso, alojamiento de tren delantero, sus herrajes de sujeción, compartimento electrónico, entre otras, asegurando el estado del fuselaje delantero de la aeronave.*

*CE1.4 Describir la identificación de los daños encontrados en la inspección y que no estén controlados en el mapa de daños de la aeronave, ubicándolos y midiéndolos, reparando o sustituyendo, siguiendo el Structural Repair Manual (S.R.M.).*

*CE1.5 Explicar la valoración de los daños estructurales, determinando su reparación o no, según las tolerancias marcadas en el S.R.M. (Structural Repair Manual).*

*CE1.6 Realizar los accesos para las reparaciones, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, utilizando los medios de seguridad e higiene, garantizando la integridad de los componentes estructurales adyacentes.*

*CE1.7 Preparar los materiales utilizados en las reparaciones del fuselaje, asegurando que están normalizados todos los componentes (láminas metálicas, materiales compuestos, fijaciones, sellantes, entre otros), aplicando los productos de reparación siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE1.8 Describir la aplicación de aislantes en la estructura de la aeronave reparada, aislando de la corrosión con los productos de protección (imprimaciones, pinturas de acabado, inhibidores de corrosión, entre otros) indicados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, siguiendo las instrucciones de trabajo recogidas en las fichas de los productos aplicados, asegurando la durabilidad de la intervención y generando el documento de trazabilidad de la intervención.*

**C2:** Aplicar procedimiento de reparación de daños (abolladuras, arañazos, hendiduras, grietas, perforaciones, corrosiones, delaminaciones, entre otros), en estructuras de aluminio, acero y materiales compuestos en aeronaves, identificando daños visualmente, evaluando los componentes siguiendo las indicaciones del Manual de Reparaciones Estructurales (S.R.M.) o instrucciones de reparación aprobadas por una Organización de Diseño (DOA), reparándolas con la ayuda de herramientas de corte, limas, abrasivos, remachadoras, soldadoras, sellantes, fibra, adhesivos, calibres, galgas, entre otros.

*CE2.1 Clasificar como menores de acuerdo a sus dimensiones de profundidad y extensión dadas en el Manual de Reparaciones Estructurales (S.R.M.), los daños en el revestimiento, abolladuras, arañazos o hendiduras, rellenando con masilla aerodinámica suave con espátula en el contorno circundante de la piel de la aeronave sin cubrir la parte superior de los elementos de fijación, pintando la zona reparada de acuerdo a las prácticas estándar del Manual de Mantenimiento.*

*CE2.2 Clasificar de acuerdo a sus dimensiones de profundidad y extensión dadas en el Manual de Reparaciones Estructurales (S.R.M.), los daños mayores en el revestimiento de aleación de aluminio, abolladuras, arañazos, hendiduras, corrosiones, grietas o perforaciones, entre otros, reparándolos cortando/eliminando la/s zona/s dañada/s, utilizando discos de corte y redondeando las esquinas con un radio de 0,5 pulgadas, añadiendo un refuerzo de una Galga superior al revestimiento dañado, presentándolo sobre la estructura y sujetándolo con el utillaje de fijación (clecos, pinza, entre otras), realizando las filas de remaches de unión recomendados en el S.R.M., tratando las zonas reparadas añadiendo Alodine/Bonderite superficialmente y aplicando imprimación y pintura de acuerdo a las prácticas estándar del Manual de Mantenimiento.*

*CE2.3 Realizar la reparación de los daños en estructuras de fibra de vidrio, lijando, taladrando o saneando, limpiando con disolventes, agregando capas de fibra para igualar el grosor de las capas dañadas en cada caso impregnando adhesivo y siguiendo el patrón dado en el S.R.M para su curación y acabado.*

*CE2.4 Realizar la reparación de los daños en estructuras de fibra de carbono, saneando la zona dañada y colocando telas de fibra de carbono preimpregnada,*

*alternando la dirección de la fibra de cada capa, aplicando presión sobre las capas y colocando una bolsa de vacío y una lámpara incandescente, aplicando el curado y procedimiento de reparación descrito en el S.R.M. o en el documento aprobado por la DOA, controlando los tiempos de succión y temperatura.*

*CE2.5 Aplicar la reparación de los daños en estructuras de honeycomb, recortando la zona dañada en forma de cilindro, colocando adhesivo en el fondo y laterales del hueco cilíndrico y rellenando el hueco con un cilindro de honeycomb nuevo y cubriendo la superficie con adhesivo de acuerdo con el S.R.M. o reparación aprobada por DOA.*

*CE2.6 Describir el procedimiento de certificación de las reparaciones estructurales, rellenando el certificado de puesta en Servicio (Release to Service Certificate), de acuerdo a documentación aprobada, S.R.M., EASA CS-STAND (basadas en AC 43-13), reparaciones provenientes de Organizaciones de Diseño Aprobadas (DOA) o el propio fabricante.*

C3: Aplicar operaciones de mantenimiento programado de la estructura terciaria de la aeronave, visualmente a través de una inspección general, General Visual Inspection (GVI) las butacas, mobiliario interior, paneles de revestimiento, entre otros, realizando reparaciones y aplicando la protección indicada en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave con la ayuda de la herramienta, utillaje y medios (herramientas de medición, calibres, micrómetros, plataformas elevadoras, iluminación, entre otros), asegurando sus características de diseño original.

*CE3.1 Explicar el proceso de selección de las escaleras, plataformas, arneses de seguridad y equipos de iluminación para las tareas de inspección, ajustando las condiciones de trabajo al procedimiento establecido en materia de seguridad e higiene.*

*CE3.2 Describir la limpieza de la estructura externa e interna, procurando accesos, inspeccionando visualmente que no ha sufrido ningún deterioro, siguiendo las tareas estándar recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave e instrucciones de la empresa de mantenimiento responsable.*

*CE3.3 Realizar la inspección del mobiliario, paneles de embellecimiento, carenados, estructura externa e interna, comprobando visualmente su integridad realizando una inspección general visual (GVI), detectando abolladuras, grietas, corrosión, holguras, entre otros, sustituyendo o reparando en cada caso siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE3.4 Verificar los elementos dañados y desmontados del sistema, realizando comprobaciones operacionales que pueden requerir equipos y bancos de prueba externos, y dependiendo del nivel de los daños observados son desechados, reparados o enviados a talleres especializados para su recuperación según las indicaciones del manual del componente afectado.*

*CE3.5 Adecuar los elementos dañados, reparándolos, restaurándolos o sustituyéndolos por otros nuevos, conservando su función aerodinámica y estética de la aeronave.*

C4: Calcular el peso y el balance de la aeronave, asegurando que se encuentra dentro de los valores de la gráfica de la envolvente, que el centro de gravedad no ha variado con carga, entre otras, situándola según las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

*CE4.1 Exponer como se extraen los datos de peso básico en vacío, límites de peso (peso máximo al despegue, peso máximo al aterrizaje), capacidad de combustible, número de pasajeros y zonas de carga (bodegas), brazos del centro de gravedad por estaciones y posición de los asientos de pasajeros según tablas, que se obtienen en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE4.2 Exponer el procedimiento de pesado de la aeronave, asegurando que se cumplen las especificaciones del fabricante en el intervalo cuando sufre una modificación en la estructura y/o equipamiento, realizando un pesado básico en vacío (BEW) calculando la suma del peso de la estructura los componentes, los fluidos de operación y combustible no utilizable.*

*CE4.3 Indicar el peso del modelo específico de la aeronave, extrayéndolo del Manual de Mantenimiento de la Aeronave, pesando la aeronave y recogiendo los datos de la pesada en seco (peso básico + tripulación y equipaje + equipos de emergencia, comidas y bebidas + equipos de servicios de abordaje) pesada sin combustible (peso seco + pasajeros + equipaje y carga), calculando el peso máximo de despegue dentro de los límites operativos indicados.*

*CE4.4 Explicar el método de pesaje de la aeronave, dentro del hangar, sobre ruedas, empleando básculas de plataforma o sobre gatos (Jack points), empleando sondas de pesaje calibradas y certificadas, conectándolas a una maleta con ordenador para realizar los cálculos, drenando el combustible, comprobando que el aceite de los motores está al máximo, chequeando que los equipos instalados están en su sitio y corresponden con la lista de equipamiento de la aeronave, que la aeronave está elevada y nivelada, el peso básico en vacío y determinando el momento a partir de las lecturas de la báscula, restando los artículos que no forman parte de la aeronave vacía, teniendo en cuenta el combustible y aceite no usables emitiendo un certificado de peso y centrado, teniendo en cuenta las correcciones de los certificados de calibración de las sondas de pesaje y de acuerdo con lo indicado en el Manual de Vuelo y el Manual de Mantenimiento.*

*CE4.5 Exponer el cálculo de la envolvente de la aeronave, utilizando las gráficas contenidas en el manual de mantenimiento o manual de vuelo de la aeronave (ofreciendo rangos máximos del centro de gravedad (inches) y el peso (libras), informándonos de los límites de peso y balance, controlando la carga máxima admitida.*

*CE4.6 Explicar la comprobación de los límites de la gráfica, utilizando el peso total (pounds) y momento total (pounds-inches), comprobando que estamos dentro de la envolvente del centro de gravedad, asegurando en la referencia de la gráfica de porcentaje, que el resultado de la media cuerda aritmética se obtiene de la posición del centro de gravedad en % de MAC y el peso, redistribuyendo la carga, moviéndola o quitando peso en cada caso.*

*CE4.7 Explicar la comprobación del centro de gravedad de la carga (si existen dudas en el control del centro de gravedad), realizando la división de la distancia que se mueve el peso, multiplicado por el peso a ser movido, dividiéndolo entre el peso total obteniendo el dato de cambio del centro de gravedad.*

*CE4.8 Asegurar que la carga está bien amarrada, fijando los trinquetes de las cintas y ganchos, entre otros, para que no se mueva en ninguna de las situaciones del vuelo, asegurando la integridad de la aeronave.*

C5: Aplicar comprobaciones a la aeronave después de la caída de un rayo, observando los elementos aviónicos, de radio, estructura y hélices, utilizando los equipos de comprobación y medida (polímetros, banco de pruebas, entre otros), reparando o sustituyendo los elementos deteriorados (palas, hélices, batería, relés, fusibles, circuitos de breakers, cableado eléctrico, entre otros), utilizando la herramienta común (llaves de vaso, de codo, torquímetros, pelacables, alicate de electricista, entre otros), restaurando la operatividad de la aeronave.

*CE5.1 Aplicar comprobaciones a las batería, relés, fusibles, circuit breakers, cableado eléctrico utilizando equipos de prueba y medida (polímetros, banco de pruebas, entre otros), simulando la situación de la caída de un rayo, observando daños por calentamiento y valores de conductividad diferentes de las masas en diferentes puntos, reparando o sustituyendo el cableado o elementos dañados, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, de codo, torquímetros, pelacables, alicate de electricista, entre otros), siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE5.2 Aplicar comprobaciones a la estructura primaria y secundaria, verificando visualmente si pasa o no pasa luz en algún punto, utilizando un espejo y una luz fría, anotando daños.*

*CE5.3 Explicar el procedimiento de verificación visual de las hélices de la aeronave, verificando visualmente toda la superficie desde el encastre a la punta de pala, observando que no se encuentran en mal estado, utilizando el tapping testing o ultrasonidos escuchando o visualizando anomalías en el sistema.*

*CE5.4 Aplicar diagnóstico a la brújula eléctrica, brújula magnética, GPS, radar meteorológico, entre otros, verificando con el equipo de diagnóstico que no tienen anomalías.*

*CE5.5 Explicar el procedimiento de comprobación del sistema de fuel (combustible), sistema de oil (aceite), sistemas hyd (hidráulico) y motores (engines), realizando una revisión de tipo prevuelo y de los sistemas de mandos (cíclico, colectivo y pedales), haciéndolos funcionar y observando su estado.*

*CE5.6 Explicar el procedimiento de verificación de la aeronave, realizando un vuelo y anotando anomalías para su reparación o sustitución en cada caso.*

C6: Aplicar la verificación de la aeronave después de operar en condiciones que requieren mantenimiento no programado, parada súbita de motor, operación en áreas polvorientas, áreas muy húmedas, terreno blando e irregular, aterrizaje forzoso, vuelo turbulento, áreas volcánicas, entre otros, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, utilizando la herramienta común (gatos, llaves de vaso, de codo, torquímetros, extractores, entre otros), restaurando la operatividad de la aeronave.

*CE6.1 Explicar la inspección visual de la hélice, el governor, el motor y el fuselaje tras parada súbita del motor por posibles daños, realizando overhaul o sustitución de governor y hélice y enviando el motor a centro autorizado, reparando posibles*

*arrugas, grietas y deformaciones del fuselaje, siguiendo indicaciones de los manuales de mantenimiento de célula, motor y hélice y manual de reparaciones estructurales.*

*CE6.2 Aplicar procedimiento de limpieza o sustitución del amortiguador del tren de morro, los filtros de instrumentos y las líneas de pitot y estática, tras operar en áreas polvorosas, siguiendo las indicaciones del manual de mantenimiento de aeronave.*

*CE6.3 Describir la inspección de la estructura bajo el piso de cabina, cono de cola, registros de ala, empenaje, entre otros, tras operar en áreas muy húmedas, siguiendo las indicaciones del programa de control de corrosiones del manual de mantenimiento de aeronave.*

*CE6.4 Inspeccionar los neumáticos, llantas, frenos, pozos del tren y amortiguadores, entre otros, tras operar en terrenos blandos e irregulares, por cortes, pérdida de presión de amortiguadores, pérdida de hidráulico, desgastes, grietas, corrosiones, sobretensión, deformaciones en los discos, holguras en los actuadores, deformaciones estructurales, entre otros, dando servicio, reparando o sustituyendo, siguiendo las indicaciones del manual de mantenimiento de aeronave.*

*CE6.5 Aplicar la inspección a la aeronave en un primer nivel, visualmente de forma general por daños externos que evidencien posibles daños estructurales, (grietas en las llantas, fugas de hidráulico, paneles arrugados, grietas en los soportes de motor, ventanillas agrietadas, deformaciones de largueros, entre otros) tras un aterrizaje forzoso, toma dura, o vuelo turbulento, en un segundo nivel, de forma más detallada, colocando la aeronave en gatos y desmontando trenes de aterrizaje, llantas, uniones ala-fuselaje, pernos de ala, engine mounts, entre otros, siguiendo las indicaciones del manual de mantenimiento de aeronave.*

*CE6.6 Describir la inspección visual de la aeronave por acumulación de cenizas volcánicas, retirándolas con cepillos y aspirador, limpiando el tren de aterrizaje, sustituyendo filtros de instrumentos, inspeccionando y limpiando las líneas de pitot y estática, chequeando los equipos de aviónica, inspeccionando por condición, erosiones y obstrucciones el exterior de la aeronave, realizando una carta completa de lubricación y reparando daños estructurales, siguiendo las indicaciones del manual de mantenimiento de aeronave, manual de reparaciones estructurales y recomendaciones específicas del fabricante.*

**C7:** Aplicar las operaciones de estacionamiento de la aeronave, procedimientos de deshielo, asegurando la integridad de la estructura y de los elementos que conforman la unidad, realizando movimientos con el equipo tractor y los útiles de transporte, posicionándola en el lugar indicado, protegiéndola de la intemperie en cada caso, y certificando su conservación.

*CE7.1 Aplicar procedimiento de anclaje a tierra de la aeronave, utilizando cadenas y enganchándolas a argollas, apagando todos los sistemas que consuman corriente.*

*CE7.2 Ejecutar operaciones de remolque o empuje de la aeronave con el equipo tractor, realizando la operación, enganchando la barra de remolque al tren de aterrizaje de morro o con horquilla de remolque en tren principal en cada caso a través del enganche rápido, asegurando el movimiento en línea recta en los últimos metros de la maniobra, evitando daños por sobreesfuerzo a las ruedas, por giro excesivo a la dirección y al tren de aterrizaje, dejando la aeronave en el sitio establecido.*

*CE7.3 Aplicar procedimiento de frenado y amarre de las palas de la hélice con el equipo de fijación (eslinga y argolla), sujetándolas al suelo, protegiendo el tubo pitot, puertos de estática y cualquier elemento de la aeronave por donde pueda entrar un objeto extraño con las fundas indicadas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE7.4 Describir el procedimiento de protección de la aeronave estacionada, controlando la estanqueidad de los bordes de las puertas, protección de cristales y puerto de ventilación, entre otros, siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE7.5 Explicar el procedimiento de rearme de las aeronave, comprobando visualmente que tenemos quitadas y guardadas las fundas de las hélices, calzos retirados, fundas de Pitot y estáticas, puertas con el film de protección retirado y todas las tomas exteriores libres de obstáculos, conectando el APU y/o la batería en cada caso, abriendo compuertas de acceso a la unidad de potencia, arrancando según indicaciones del piloto, chequeando que no hay fugas de fluido, humos o ruidos extraños y que las hélices comienzan a girar.*

*CE7.6 Explicar procedimiento de protección contra el hielo, siguiendo el protocolo previsto en el Manual de Mantenimiento de la aeronave y entre otros:*

*- Explicar el procedimiento de protección contra el hielo, aplicando fluido depresor (tipo I o tipo II), con el equipo de presión, asegurando la cobertura de toda superficie, generando una capa protectora de fluido, disminuyendo el punto de congelación del agua.*

*- Describir el procedimiento de verificación de la resistencia en el sistema antihielo, pulsando el botón situado en el pedestal, observando que el indicador de temperatura de gases de escape aumenta en unos 20°C (dependiendo de la aeronave) y al apagarlo vuelve a reducir la temperatura.*

*- Describir el procedimiento de verificación del sistema de desempañado de cristales, accionando el sistema de calefacción de la aeronave, moviendo la palanca o pulsando el botón del sistema, comprobando que funciona de manera suave y sin fricción, reparando o sustituyendo el mecanismo, comprobando con los útiles de prueba y medida (dinamómetro, polímetros, entre otros) los valores de medición, con los recogidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*- Explicar el procedimiento de verificación visual de las entradas de aire del motor de la aeronave y el radiador de enfriamiento de aceite en motores, comprobando que no contienen hielo y nieve, limpiando con glicol, utilizando un trapo limpio o un pulverizador, asegurando la circulación de entrada de aire en el motor.*

*CE7.7 Cumplimentar un certificado de aptitud para un servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de una aeronave tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la*

*organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.*

**Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo:**

C1 completa; C2 completa; C3 completa; C4 completa; C5 completa; C6 completa; C7 completa.

Otras capacidades:

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Demostrar resistencia al estrés, estabilidad de ánimo y control de impulsos.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

Valorar el talento y el rendimiento profesional con independencia del sexo.

Promover la igualdad de trato entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

**Contenidos:**

**1. Herramientas, materiales y equipos para la estructura y la célula de aeronaves**

Tipos comunes de herramientas manuales. Tipos comunes de herramientas mecánicas. Manejo y utilización de herramientas de medición de precisión. Equipos y métodos de lubricación. Funcionamiento, función y utilización de equipos de comprobaciones eléctricas generales. Materiales de aeronaves ferrosos. Materiales de aeronaves no ferrosos. Materiales compuestos y no metálicos. Corrosión. Dispositivos de fijación. Tuberías y empalmes. Resortes. Cojinetes. Transmisiones. Cables de mando. Cables eléctricos y conectores.

**2. Física y matemáticas aplicadas a la estructura y la célula de aeronaves**

Aritmética. Álgebra. Geometría. Mecánica. Fuerzas, momentos y pares, representación como vectores. Centro de gravedad. Elementos de teoría de esfuerzos, deformaciones y elasticidad, tensión, compresión, esfuerzo cortante y torsión. Naturaleza y propiedades de los sólidos, los líquidos y los gases. Presión y flotabilidad en líquidos (barómetros). Fuerzas, momentos y pares, representación como vectores. Centro de gravedad. Elementos de teoría de esfuerzos, deformaciones y elasticidad, tensión, compresión, esfuerzo cortante y torsión. Naturaleza y propiedades de los sólidos, los líquidos y los gases. Presión y flotabilidad en líquidos (barómetros). Movimiento rectilíneo: movimiento rectilíneo

uniforme, movimiento uniformemente acelerado (movimiento sometido a la gravedad). Movimiento giratorio: movimiento circular uniforme (fuerzas centrífugas y centrípetas). Movimiento periódico: movimiento pendular. Teoría sencilla de la vibración, los armónicos y la resonancia. Relación de velocidades, brazo de palanca y rendimiento mecánico. Dinámica. Dinámica de fluidos. Termodinámica. Movimiento ondulatorio y sonido.

### **3. Legislación aplicada al mantenimiento de la estructura y la célula de aeronaves**

Marco regulador. Papel de la Organización de Aviación Civil Internacional. Papel de la Comisión Europea. Papel de la EASA. Papel de los Estados miembros y las autoridades nacionales de aviación. Personal certificador. Mantenimiento. Comprensión detallada de la Parte 66. Empresas de mantenimiento aprobadas. Comprensión detallada de la Parte 145 y de la Parte M, subparte F. Operaciones aéreas. Certificado de Operador Aéreo. Certificación de aeronaves, componentes y equipos a) Generalidades. Comprensión general de la Parte 21 y especificaciones de certificación de la EASA CS-23, 25, 27, 29. b) Documentos. Certificado de aeronavegabilidad. Certificados restringidos de aeronavegabilidad y autorización de vuelo. Certificado de matrícula. Certificado de niveles de ruido. Distribución del peso. Licencia y autorización de emisora de radio. Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de las disposiciones de la Parte 21 relativas al mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de la Parte M. Requisitos nacionales e internacionales aplicables para (si no son anulados por los requisitos de la UE): a) Programas de mantenimiento, inspecciones y comprobaciones de mantenimiento. Directivas de aeronavegabilidad. Boletines de servicio, información de servicio de fabricantes. Modificaciones y reparaciones. Documentación de mantenimiento: manuales de mantenimiento, manual de reparación estructural, catálogo ilustrado de componentes, entre otros. Únicamente para las licencias A y B2: Lista maestra de equipamiento mínimo, lista de equipamiento mínimo, lista de desviaciones de despacho. b) Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Equipamiento mínimo. Vuelos de prueba. Únicamente para las licencias B1 y B2: Requisitos de mantenimiento y despacho ETOPS.

### **4. Materiales de aeronaves-Ferrosos y No ferrosos. Corrosión**

Características, propiedades e identificación de aleaciones de acero utilizadas normalmente en aeronaves. Tratamientos por calor y aplicación de las aleaciones de acero. Ensayos de dureza, resistencia a la tracción, resistencia a la fatiga y resistencia al impacto. Materiales de aeronaves-no ferrosos: características, propiedades e identificación de materiales no ferrosos utilizados normalmente en aeronaves. Tratamientos por calor y aplicación de los materiales no ferrosos. Ensayos de dureza, resistencia a la tracción, resistencia a la fatiga y resistencia al impacto de materiales no ferrosos. Fundamentos químicos. Formación por proceso de galvanización, microbiológico y presión. Tipos de corrosión y su identificación. Causas de la corrosión. Tipos de materiales, susceptibilidad a la corrosión.

### **5. Materiales de aeronaves-Materiales compuestos y no metálicos**

Materiales compuestos y no metálicos distintos de la madera y los materiales textiles: estructuras de madera. Métodos de construcción de estructuras de célula de madera. Características, propiedades y tipos de madera y pegamentos usados en aeronaves. Conservación y mantenimiento de una estructura de madera. Tipos de defectos en materiales y estructuras de madera. La detección de defectos en una estructura de madera. Reparación de estructuras de madera.

### **6. Dispositivos de fijación**

Roscas de tornillos. Nomenclatura de tornillos. Formas de roscas, dimensiones y tolerancias de roscas estándar utilizadas en aeronaves. Medida de las roscas de tornillos.

Pernos, espárragos y tornillos: tipos de pernos (especificaciones, identificación y marcas de pernos de aeronaves, normas internacionales). Tuercas (autoblocantes, de anclaje, tipos estándar). Tornillos para metales (especificaciones para aeronaves). Espárragos (tipos y utilización, inserción y extracción). Tornillos autorroscantes, pasadores. Dispositivos de cierre: arandelas de lengüeta y de resorte, placas de bloqueo, pasadores de aletas, tuercas de cierre, bloqueo con alambre, dispositivos de aflojamiento rápido, chavetas, anillos de seguridad, chavetas de retén. Remaches de aeronaves: Tipos de remaches macizos y ciegos: especificaciones e identificación, tratamiento térmico.

## 7. Aerodinámica. Vuelo

Flujo del aire alrededor de un cuerpo. Capa límite, flujo laminar y turbulento, flujo de una corriente libre, flujo de aire reactivo, deflexión del flujo hacia arriba y hacia abajo, torbellinos, remansos. Terminología: curvatura, cuerda, cuerda media aerodinámica, resistencia (parásita) del perfil, resistencia inducida, centro de presión, ángulo de ataque, alabeo positivo y negativo, fineza, forma del ala y alargamiento. Empuje, peso, resultante aerodinámica. Generación de sustentación y resistencia: ángulo de ataque, coeficiente de sustentación, coeficiente de resistencia, curva polar, entrada en pérdida. Contaminación de superficies aerodinámicas por hielo, nieve y escarcha. Relación entre sustentación, peso, empuje y resistencia. Relación de planeo. Vuelo estabilizado, actuaciones. Teoría de la rotación. Influencia del factor de carga: entrada en pérdida, envolvente de vuelo y limitaciones estructurales. Aumento de la sustentación. Estabilidad y dinámica de vuelo. Estabilidad longitudinal, lateral y direccional (activa y pasiva). Vuelo a alta velocidad 1 Velocidad del sonido, vuelo subsónico, vuelo transónico, vuelo supersónico. Número de Mach, número de Mach crítico, sacudida por compresibilidad, onda de choque, calentamiento aerodinámico, regla del área. Factores que afectan al flujo de aire en la admisión del motor en aeronaves a alta velocidad. Efectos de la flecha en el número de Mach crítico.

## 8. Estructura de la célula-Aeronaves. Métodos de construcción. Mayordomía y hangaraje de aeronaves

Fuselaje (A.T.A. 52/53/56): fabricación y sellado de la presurización. Anclajes de alas, estabilizadores, voladizos y tren de aterrizaje. Instalación de asientos y sistemas de carga de mercancía. Puertas y salidas de emergencia: estructura, mecanismos, funcionamiento y dispositivos de seguridad. Estructura y mecanismos de las ventanas y parabrisas. Alas (A.T.A. 57): estructura. Almacenamiento de combustible. Anclajes de tren de aterrizaje, voladizos, superficies de mando y elementos hipersustentadores y aumento de resistencia. Estabilizadores (A.T.A. 55): estructura. Anclajes de las superficies de mando. Superficies de mando de vuelo (A.T.A. 55/57): estructura y anclajes. Equilibrado: masa y aerodinámica. Góndolas/voladizos (A.T.A. 54): estructura. Mamparos cortafuegos. Bancadas de motor. Clasificación de estructuras: primaria, secundaria y terciaria. Requisitos de aeronavegabilidad para resistencia estructural. Concepto de «a prueba de fallos», vida segura y tolerancia al daño. Sistemas de identificación de zonas y secciones transversales. Esfuerzo, deformación, flexión, compresión, esfuerzo cortante, torsión, tensión, esfuerzo circunferencial, fatiga. Instalaciones de desagüe y ventilación. Instalaciones de sistemas. Instalaciones de protección contra rayos. Puesta a tierra de la aeronave. Equipamiento y accesorios (ATA 25). Fuselaje con revestimiento sometido a esfuerzos, conformadores, larguerillos, largueros, mamparos, cuadernas, chapas de refuerzo, montantes, anclajes, vigas, estructuras del piso, refuerzos, métodos de revestimiento, protección anticorrosión, alas, empenaje y anclajes de motores. Técnicas de montaje y reparación de estructuras: remachado, empernado, unión con adhesivos. Métodos de protección superficial: cromado, anodizado, pintura. Limpieza de superficies. Simetría de la célula: métodos de alineación y comprobación de la simetría. Soldadura autógena, soldadura fuerte, soldadura blanda y unión mediante adhesivo. Rodadura/remolcado de aeronaves y precauciones de seguridad

pertinentes. Izado de aeronaves, bloqueo mediante calzos, amarre y precauciones de seguridad pertinentes. Métodos de hangaraje de aeronaves. Procedimientos de reabastecimiento y vaciado de combustible. Efectos de las condiciones ambientales en la mayordomía y la operación de aeronaves. Hechos anormales. Inspecciones después de la caída de un rayo y la exposición a radiaciones de alta intensidad (HIRF). Inspecciones realizadas después de hechos anormales, como aterrizajes problemáticos y vuelo con turbulencias.

## **9. Sistemas de interconexión de cableado eléctrico (EWIS) en la estructura y la célula de aeronaves**

Manuales de Cableado. Inspección del Cableado. Mantenimiento y Limpieza. Conductores y Cables. Métodos de Conexión.

### **Parámetros de contexto de la formación:**

#### **Espacios e instalaciones:**

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller. Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

#### **Perfil profesional del formador o formadora:**

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con la aplicación de operaciones de mantenimiento/repación de la estructura y la célula de aeronaves, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

## **MÓDULO FORMATIVO 7: MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS, DE AVIÓNICA Y A BORDO DE LAS AERONAVES**

**Nivel: 3**

**Código: MF2540\_3**

**Asociado a la UC: Mantener los sistemas eléctricos, de aviónica y a bordo de las aeronaves**

**Duración: 230 horas**

## Capacidades y criterios de evaluación:

C1: Aplicar técnicas de revisión en línea del sistema eléctrico (batería, breaker, relays, generador de corriente continua o alterna, paneles de sistema eléctrico, entre otras) de la aeronave garantizando su operatividad, utilizando el Manual de Mantenimiento de la aeronave y los equipos de prueba y medida.

*CE1.1 Aplicar la verificación a la batería con los equipos de prueba y medida (banco de pruebas, polímetros, densímetro, entre otros), comprobando que los vasos están llenos (marca de nivel en la medida establecida), los tiempos de descarga, ciclos de carga y descarga, tensión individual, voltaje mínimo (24 voltios en caso de arranque con APU), conectando la puesta en marcha y midiendo que la demanda de consumo no cae por debajo de la tensión mínima, cambiándola por una nueva si su capacidad está por debajo del 80%, asegurando la alimentación eléctrica de la aeronave.*

*CE1.2 Explicar procesos de diagnóstico de los breaker y las conexiones de los elementos eléctricos, comprobando que no tienen cortes que provoquen restricciones de corriente, sustituyendo por unos nuevos en cada caso.*

*CE1.3 Aplicar procedimiento de control a los relays, contactores, transformadores, rectificadores, entre otros, observando que no están agrietados, oxidados o deteriorados, realizando pruebas de funcionamiento con una fuente de alimentación o banco de trabajo específico, comprobando la tensión, intensidad o resistencia, siguiendo las indicaciones del Manual de Mantenimiento de la aeronave.*

*CE1.4 Aplicar procedimiento de diagnóstico del generador de corriente continua o alterna de la aeronave, observando signos de calentamiento, desgaste, corrosión, pérdidas de refrigerante, entre otras, y con el banco de comprobación la tensión, intensidad y frecuencia, sustituyendo en cada caso, con la herramienta común (destornilladores, llaves de vaso, de codo, entre otras), restaurando la alimentación eléctrica en la aeronave.*

*CE1.5 Describir el método de verificación de los elementos eléctricos y electrónicos (bobinado, placa base, entre otros), poniendo el motor en marcha realizando pruebas funcionales, observando su funcionamiento y obteniendo datos con el dispositivo de diagnóstico, detectando y corrigiendo posibles averías siguiendo el manual de mantenimiento de la aeronave.*

*CE1.6 Explicar técnicas de inspección de los mazos de cables, observando que las camisas y fundas no se encuentran agrietadas, raspadas o quemadas, profundizando en las áreas críticas (pasamuros, fijaciones de bridas, cintas, entre otras), reparándolas, crimpando, o cambiando los tramos afectados, siguiendo el manual técnico de la aeronave.*

*CE1.7 Explicar el método de comprobación visual de los paneles del sistema eléctrico y todos sus elementos su sujeción y conexión, reparando o cambiando el componente afectado, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.*

*CE1.8 Describir el proceso de verificación de las observaciones formuladas en el libro de la aeronave (mal funcionamiento, incidentes, sensaciones, entre otras), ejecutando la diagnosis correspondiente a cada caso y condición.*

C2: Aplicar técnicas de revisión/repación en línea del sistema de iluminación, mazos de cable, generadores de corriente alterna de la aeronave para garantizar su operatividad, utilizando la documentación técnica y los equipos necesarios.

*CE2.1 Explicar el proceso de verificación de las luces de puesto de pilotaje (luz de techo ambiente, lámpara portátil de lectura y luces de lectura), sometiéndolas a una prueba funcional, observando que lucen o realizando a una prueba de diagnóstico con el multímetro en cada caso, siguiendo el troubleshooting del manual, asegurando la iluminación en momentos de poca visibilidad.*

*CE2.2 Describir la técnica de verificación visual de las luces de iluminación de cabina de carga, ambiente y emergencia, observando que lucen todas o realizando una prueba de diagnóstico con el multímetro en cada caso, siguiendo el troubleshooting del manual.*

*CE2.3 Explicar la técnica de inspección visual de las luces de iluminación exterior, luces de posición, luz anticollisión o estroboscópica y luz de landig o faro principal, y a través de una prueba funcional, detectando posibles daños antes y después de cada vuelo (rotura del cristal, suciedad, entre otras), asegurando su funcionamiento, siguiendo pautas marcadas por el manual de mantenimiento de la aeronave.*

*CE2.4 Describir el diagnóstico de las averías y el mantenimiento en el sistema de iluminación de la aeronave, siguiendo los pasos marcados por el Manual de Mantenimiento de la aeronave (comprobaciones, pruebas funcionales, esquemas de cableado, entre otras), y con los útiles de prueba y medida (polímetros, osciloscopios, crimpadoras, entre otras), con los elementos montados en la aeronave o desmontando y comprobándolos en los bancos de trabajo.*

*CE2.5 Explicar el método de comprobación de las luces de aviso FIRE, RPM y MASTER CAUTION, pulsando el botón que enciende las luces de aviso y poniendo el selector en reset, y comprobando la luz del pedestal, reponiendo la luz, presionando con el dedo para sacarla y sustituirla.*

*CE2.6 Describir la inspección visual de la prueba de apantallamiento de los cables con el equipo de pruebas los mazos, observando que no hay cortes y no sufren daños las mallas protectoras, comprobando que no estén ni muy tensos ni muy sueltos, asegurando que los radios de curvatura de los cables no están doblados, evitando dañar el núcleo.*

C3: Aplicar técnicas de mantenimiento programado y no programado de los equipos y componentes de los sistemas de navegación, vuelo automático y comunicaciones de las aeronaves, sustituyendo los equipos de posicionamiento inercial Global Positioning System (GPS), elementos de transmisión y recepción de radio navegación, comunicaciones por voz y datos en HF, VHF y Satellite Communications (SATCOM), antenas emisoras y receptoras, reparando o sustituyendo los conectores y contactos de las líneas coaxiales de RF de distribución y transmisión, líneas de cableado digitales y discretas para recuperar la capacidad radio navigation (RNAV) y la transmisión de voz y datos.

*CE3.1 Aplicar procesos de comprobación, sustitución y reparación a los equipos y componentes encargados de la navegación de la aeronave (Very High Frequency Omnidirectional Range (VOR), Instrument Landing System (ILS), Microwave Landing System (MLS), Automatic Direction Finding (ADF), Distance Measuring Equipment (DME), Very Low Frequency/Navigation System (VLF/Omega), radar meteorológico*

*(WXR), transpondedor (ATC), radioaltímetro (RA), antenas y guías de onda, sistemas de gestión y guiado de vuelo automático (FMS), sistema automático de control del vuelo (AFCS), sistemas de posicionamiento por satélite GNSS (GPS, GLONAS, GALILEO), datos de aire (sondas de pitot y estática, Angle Of Attack AOA, Total Air Temperature (TAT), Central Air Data Computer (CADC), plataformas inerciales y acelerómetros (IRS).*

*CE3.2 Aplicar procesos de comprobación, sustitución y reparación a los equipos y componentes del sistema de comunicaciones, transmisores y receptores (UHF, VHF, HF, SATCOM), antenas, acopladores, paneles de control, así como todos sus componentes periféricos.*

*CE3.3 Aplicar procesos de comprobación, sustitución y reparación de redes de cableado de transmisión/recepción de datos, señales discretas de líneas coaxiales y fibra óptica, entre otras.*

*CE3.4 Aplicar procesos de comprobación, sustitución y reparación de elementos eléctricos y electrónicos de equipos, componentes, sistemas de navegación, vuelo automático y comunicaciones de las aeronaves.*

C4: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de los equipos y componentes encargados del control e indicación de la planta de potencia, generación eléctrica e instrumentación en las aeronaves, realizando pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas, usando controles de la aeronave, interruptores, pruebas BITE, ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo, observando los avisos de la prueba «go-no-go» sin interpretación de valores, según el Manual de Mantenimiento de la aeronave, sustituyendo los equipos de generación y distribución de AC y DC (generadores y dinamos, baterías, TRs, inversores estáticos, entre otros), dispositivos de supervisión eléctrica (GCU, ECMU), dispositivos electromagnéticos de protección (CBs, RCCBs,) y dispositivos de control de motor FADEC (ECU, EIU, EVMU), sensores de temperatura, presión, vibración, entre otros), así como sus indicaciones en el Cockpit.

*CE4.1 En un supuesto práctico de verificación de los equipos electrónicos de control y los componentes periféricos del motor, FADEC (EIU, VMU, ECU), instrumentos de indicación, alimentación de combustible, sensores de presión, temperatura, flujo, transmisores de nivel, actuadores eléctricos, captadores de vibración, detectores de fuego y sus elementos de extinción, los componentes encargados de la generación y distribución de la potencia eléctrica, generadores de AC y dinamos, GCUS, inversores estáticos, baterías y sus dispositivos de carga, transformadores rectificadores, equipos de distribución ECMU, contactores, RCCBS, relés y CBs, así como la red de distribución eléctrica, se comprueban con los equipos de prueba y medida (voltímetro, óhmetro osciloscopio, frecuencímetros, entre otros), los componentes del sistema de instrumentación de la aeronave, transductores de presión, temperatura, revoluciones, posición y velocidad, entre otras, instrumentos giroscópicos y electromecánicos, instrumentos digitales, EFIS, pantallas de rayos catódicos, cristal líquido, LED, sistema de iluminación de cabina de vuelo, CVR, DFDR, DAR, así como los sistemas centralizados de mantenimiento, CMS, CFDS, entre otros, realizar:*

*- Pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas.*

*- Pruebas BITE.*

- *Comprobaciones con el ordenador central de mantenimiento.*
- *Verificaciones con equipos de prueba externo sin interpretación de valores.*
- *Comprobaciones básicas (resistencia, intensidad y tensión) con equipos de prueba y medida (voltímetro, óhmetro osciloscopio, frecuencímetros, entre otros).*

*CE4.2 Comprobar redes de cableado eléctrico y buses de transmisión/recepción de datos con los equipos de prueba (voltímetro, amperímetro, óhmetro, espectrofotómetros, analizadores digitales, entre otros), siguiendo los procedimientos EWIS, modificando de acuerdo a los boletines de trabajo, interpretando planos, esquemas eléctricos y reparando o sustituyendo las líneas de cableado que no superen las pruebas realizadas.*

*CE4.3 Aplicar diagnóstico y análisis de averías de los elementos eléctricos y electrónicos, usando equipos de prueba y medida (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la aeronave y reemplazar elementos defectuosos.*

C5: Aplicar técnicas de mantenimiento programado y no programado de los equipos y componentes encargados del control e indicación de los sistemas mecánicos de mandos de vuelo, potencia hidráulica, tren de aterrizaje, célula, neumático, combustible, oxígeno, aguas, protección contra el hielo/lluvia y luces en la aeronave, realizando pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas, usando controles de la aeronave, interruptores, pruebas BITE, ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, observando los avisos de la prueba «go-no-go», sin interpretación de valores, según el Manual de Mantenimiento de la aeronave y sustituyendo los computadores de control de los diferentes sistemas mecánicos e instrumentos de indicación en el Cockpit.

*CE5.1 En un supuesto práctico de verificación de equipos de control y componentes periféricos de los sistemas de aire acondicionado y presurización, luces exteriores, protección contra el hielo y la lluvia, protección contra incendios, agua y residuos, oxígeno, sistemas de combustible, hidráulico, neumático, tren de aterrizaje componentes electrónicos de gestión, control y operación de los mandos de vuelo, computadores y periféricos del sistema FLY BY WIRE así como sus como sus elementos de actuación, realizar:*

- *Pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas.*
- *Pruebas BITE.*
- *Comprobaciones con el ordenador central de mantenimiento.*
- *Verificaciones con equipos de prueba externo sin interpretación de valores.*
- *Comprobaciones básicas (resistencia, intensidad y tensión) con equipos de prueba y medida (voltímetro, óhmetro osciloscopio, frecuencímetros, entre otros).*

*CE5.2 Aplicar comprobación y mantenimiento a las instalaciones eléctricas y los componentes del sistema de combustible, sensores de temperatura, sondas*

*de cantidad, densitómetros, compensadores de nivel, concentradores de datos, computadores de gestión, panel de repostado e instrumentos de indicación utilizando equipos de prueba y medida (osciloscopio, frecuencímetro, analizadores digitales, espectrómetro y milióhmetro, entre otros) y controlando valores (resistencia, tensión, intensidad, entre otras), cambiando los elementos del sistema.*

*CE5.3 Aplicar comprobaciones (resistencia, intensidad, frecuencia, entre otras) a los componentes o elementos desmontados, con equipos de prueba y medida (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros).*

*CE5.4 Aplicar comprobaciones (resistencia, intensidad, frecuencia, entre otras) a las redes de cableado eléctrico, distribución de alimentación, transmisión/recepción de datos analógicos, señales discretas, transmisión/recepción de datos, líneas coaxiales y fibra óptica, entre otras, con los equipos de prueba (polímetro, megóhmetro, milióhmetro, espectrómetros, analizadores ópticos y digitales, bancos/equipos de comprobación externos, entre otros).*

*CE5.5 Aplicar técnicas de diagnóstico, análisis y reparación de elementos eléctricos de los sistemas mecánicos, usando equipos de prueba y medida (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la aeronave.*

C6: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas eléctricos y electrónicos de información, entretenimiento y confortabilidad interior de la aeronave y E.L.T. (Emergency Locator Transmitter), realizando pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas, usando controles de la aeronave, interruptores, pruebas BITE, ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, observando los avisos de la prueba «go-no-go» sin interpretación de valores, reemplazando los elementos defectuosos y usando el Manual de Mantenimiento de la aeronave, restaurando la operatividad de los sistemas.

*CE6.1 En un supuesto práctico de verificación de equipos y elementos del sistema de gestión y control de cabina de pasaje, computadores de gestión, equipos de distribución DEU, iluminación normal y de emergencia, paneles de información y control FAP, AIP, anunciadores (NS, FSB, RTS), teléfonos de intercomunicación de cabina, altavoces, equipos y elementos de las redes inalámbricas internas de telefonía y datos móvil, equipos de gestión de redes, antenas y paneles de control, realizar:*

- Pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas.*
- Pruebas BITE.*
- Comprobaciones con el ordenador central de mantenimiento.*
- Verificaciones con equipos de prueba externo sin interpretación de valores.*
- Comprobaciones básicas (resistencia, intensidad y tensión) con equipos de prueba y medida (voltímetro, óhmetro osciloscopio, frecuencímetros, entre otros).*

*CE6.2 Aplicar comprobaciones (resistencia, intensidad, frecuencia, entre otras) a las redes de cableado eléctrico, buses de transmisión/recepción de datos, cables coaxiales, fibra óptica, entre otras, con los equipos de prueba (polímetro, megóhmetro, milióhmetro, espectrómetros, analizadores ópticos y digitales, bancos/equipos de comprobación externos, entre otros), siguiendo los procedimientos EWIS y adaptando funciones a los sistemas.*

*CE6.3 Aplicar técnicas de diagnóstico, análisis y reparación a los elementos eléctricos de los sistemas del interior de cabina, causas que las producen, determinando el proceso de reparación en los tiempos operativos previstos, usando equipos de prueba y medida (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la aeronave.*

*CE6.4 Aplicar comprobación visual de la E.L.T. (Emergency Locator Transmitter), realizando un diagnóstico autotest, activando el switch remoto y la antena, observando las placas identificativas y moviendo bruscamente el conjunto E.L.T, comprobando que se activa el G-Switic, sustituyendo la batería de la E.L.T. en cada caso, registrando en el Certificado de Puesta en Servicio la fecha de sustitución, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.*

*CE6.5 Cumplimentar un certificado de aptitud para un servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de una aeronave tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.*

### **Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo:**

C1 completa; C2 completa; C3 completa; C4 completa; C5 completa; C6 completa.

Otras capacidades:

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Demostrar resistencia al estrés, estabilidad de ánimo y control de impulsos.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

Valorar el talento y el rendimiento profesional con independencia del sexo.

Promover la igualdad de trato entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

## Contenidos:

### 1. Herramientas y equipos de los sistemas eléctricos, de aviónica y a bordo de las aeronaves

Tipos comunes de herramientas manuales. Tipos comunes de herramientas mecánicas. Manejo y utilización de herramientas de medición de precisión. Equipos y métodos de lubricación. Funcionamiento, función y utilización de equipos de comprobaciones eléctricas generales. Corrosión. Dispositivos de fijación. Tuberías y empalmes. Resortes. Cojinetes. Transmisiones. Cables de mando. Cables eléctricos y conectores.

### 2. Física y matemáticas aplicadas a la generación de electricidad

Producción de electricidad por los siguientes métodos: luz, calor, fricción, presión, acción química, magnetismo y movimiento. Terminología eléctrica, sus unidades y los factores que los afectan: diferencia de potencial, fuerza electromotriz, tensión, intensidad de la corriente, resistencia, conductancia, carga, flujo de corriente convencional, flujo de electrones.

Fuentes de corriente continua: estructura y reacciones químicas básicas de pilas primarias, pilas secundarias, pilas de plomo-ácido, pilas de níquel-cadmio y otras pilas alcalinas. Conexión de pilas en serie y en paralelo. Resistencia interna y su efecto sobre una batería. Estructura, materiales y funcionamiento de los termopares. Funcionamiento de las células fotoeléctricas.

Circuitos de corriente continua: Ley de Ohm, Leyes de Kirchhoff sobre tensión e intensidad. Cálculos realizados usando las leyes anteriores para hallar la resistencia, la tensión y la intensidad. Importancia de la resistencia interna de una fuente de alimentación.

Resistencia y resistores: resistencia y factores que la afectan. Resistencia específica. Código de colores de resistores, valores y tolerancias, valores nominales preferidos, especificaciones de potencia. Resistores en serie y en paralelo. Cálculo de la resistencia total usando resistores en serie, en paralelo y combinaciones en serie y en paralelo. Funcionamiento y utilización de potenciómetros y reóstatos. Funcionamiento del puente de Wheatstone.

Conductancia con coeficiente de temperatura positivo o negativo: resistores fijos, estabilidad, tolerancia y limitaciones, métodos de fabricación. Resistores variables, termistores, resistores dependientes de la tensión. Estructura de los potenciómetros y reóstatos. Estructura de los puentes de Wheatstone.

Potencia: potencia, trabajo y energía (cinética y potencial). Disipación de potencia por un resistor. Fórmula de la potencia. Cálculos con potencia, trabajo y energía.

Capacidad y condensadores: funcionamiento y función de un condensador. Factores que afectan a la capacidad: área de las placas, distancia entre placas; número de placas; dieléctrico y constante del dieléctrico, tensión de funcionamiento y tensión nominal. Tipos de condensadores, estructura y función. Código de colores para condensadores. Cálculo de la capacidad y la tensión en circuitos serie y paralelo. Carga y descarga exponencial de un condensador, constantes de tiempo. Comprobaciones de condensadores.

Magnetismo: propiedades de un imán. Acción de un imán inmerso en el campo magnético terrestre. Magnetización y desmagnetización. Blindaje magnético. Tipos de materiales magnéticos. Principios de funcionamiento y fabricación de electroimanes. Regla de la mano derecha para determinar el campo magnético alrededor de un conductor que transporta corriente eléctrica. Fuerza magnetomotriz, intensidad de campo magnético, densidad del flujo magnético, permeabilidad, ciclo de histéresis, magnetismo remanente, fuerza coercitiva, reluctancia, punto de saturación, corrientes parásitas. Precauciones en el manejo y almacenamiento de imanes. Inductancia e inductores. Ley de Faraday. Inducción de una tensión en un conductor en movimiento dentro de un campo magnético. Principios de la inducción. Efectos de los siguientes factores sobre la magnitud de una tensión inducida: intensidad del campo magnético, velocidad de cambio del flujo, número de espiras del conductor. Inducción mutua. Efecto que tiene la velocidad de cambio de la corriente primaria y la inductancia mutua sobre la tensión inducida. Factores que afectan a la inductancia mutua: número de espiras de la bobina, tamaño físico de la bobina, permeabilidad de la bobina, posición de las bobinas entre sí. Ley de Lenz y reglas para determinar la polaridad. Fuerza contra electromotriz, autoinducción. Punto de saturación. Principales usos de los inductores.

Motor/generador de corriente continua: teoría básica de motores y generadores. Fabricación y función de los componentes de un generador de corriente continua. Funcionamiento y factores que afectan a la magnitud y la dirección del flujo de corriente en generadores de corriente continua. Funcionamiento y factores que afectan a la potencia de salida, el par, la velocidad y el sentido de giro de los motores de corriente continua. Motores con excitación en serie, motores con excitación en paralelo y motores con excitación mixta. Estructura de un generador de arranque.

Corriente alterna:

Forma de onda sinusoidal (fase, período, frecuencia, ciclo). Valores de la intensidad de corriente instantánea, media, eficaz, pico, de pico a pico y cálculos de estos valores en relación con la tensión, la intensidad de corriente y la potencia. Ondas triangulares/cuadradas. Corriente monofásica y la trifásica.

Circuitos resistivos (R), capacitivos (C) e inductivos (L): relación de fase de la tensión y la intensidad de corriente en circuitos L, C y R, en paralelo, en serie y en serie y paralelo. Disipación de potencia en circuitos L, C, R. Impedancia, ángulo de fase, factor de potencia y cálculos de la corriente eléctrica. Cálculos de la potencia eficaz, aparente y reactiva.

Transformadores: funcionamiento y estructura de un transformador. Pérdidas de transformador y métodos para corregirlas. Comportamiento de los transformadores con y sin carga. Transferencia de potencia, rendimiento, marcas de la polaridad. Cálculo de las tensiones e intensidades de línea y de fase. Cálculo de la potencia en un sistema trifásico. Intensidad y tensión primaria y secundaria, relación de espiras, potencia, rendimiento. Autotransformadores.

Filtros: funcionamiento, aplicaciones y utilización de los siguientes filtros (de paso bajo, de paso alto, de paso de banda y eliminador de banda).

Generadores de corriente alterna: rotación de una espira en un campo magnético y forma de onda generada. Funcionamiento y estructura de generadores de corriente alterna de inducido y campo giratorios. Alternadores monofásicos, bifásicos y trifásicos. Ventajas y utilización de las conexiones trifásicas en triángulo y en estrella. Generadores de imán permanente.

Motores de corriente alterna: estructura, de funcionamiento y características de: motores síncronos y de inducción de corriente alterna, monofásicos y polifásicos. Métodos de control de la velocidad y el sentido de giro. Métodos para producir un campo giratorio: condensador, inductor, polo, dividido o blindado.

### **3. Legislación aplicada al mantenimiento de los sistemas eléctricos, de aviónica y a bordo de las aeronaves**

Marco regulador. Papel de la Organización de Aviación Civil Internacional. Papel de la Comisión Europea. Papel de la EASA. Papel de los Estados miembros y las autoridades nacionales de aviación. Personal certificador. Mantenimiento. Comprensión detallada de la Parte 66. Empresas de mantenimiento aprobadas. Comprensión detallada de la Parte 145 y de la Parte M, subparte F. Operaciones aéreas. Certificado de Operador Aéreo. Certificación de aeronaves, componentes y equipos a) Generalidades. Comprensión general de la Parte 21 y especificaciones de certificación de la EASA CS-23, 25, 27, 29. b) Documentos. Certificado de aeronavegabilidad. Certificados restringidos de aeronavegabilidad y autorización de vuelo. Certificado de matrícula. Certificado de niveles de ruido. Distribución del peso. Licencia y autorización de emisora de radio. Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de las disposiciones de la Parte 21 relativas al mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de la Parte M. Requisitos nacionales e internacionales aplicables para (si no son anulados por los requisitos de la UE): a) Programas de mantenimiento, inspecciones y comprobaciones de mantenimiento. Directivas de aeronavegabilidad. Boletines de servicio, información de servicio de fabricantes. Modificaciones y reparaciones. Documentación de mantenimiento: manuales de mantenimiento, manual de reparación estructural, catálogo ilustrado de componentes, entre otros. Únicamente para las licencias A y B2: Lista maestra de equipamiento mínimo, lista de equipamiento mínimo, lista de desviaciones de despacho. b) Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Equipamiento mínimo. Vuelos de prueba. Únicamente para las licencias B1 y B2: Requisitos de mantenimiento y despacho ETOPS.

### **4. Motores de corriente alterna**

Estructura, principios de funcionamiento y características de: motores síncronos y de inducción de corriente alterna, monofásicos y polifásicos. Métodos de control de la velocidad y el sentido de giro.

Métodos para producir un campo giratorio: condensador, inductor, polo, dividido o blindado. Caracterización de las leyes eléctricas y magnéticas. Cálculo de circuitos de corriente continua y alterna. Cálculo y dimensionamiento de baterías en carga y descarga. Diagnóstico de averías eléctricas. Diagnóstico de averías en máquinas eléctricas. Procesos de montaje y desmontaje de máquinas eléctricas. Proceso de ajuste y sustitución de equipos eléctricos y electrónicos. Procesos de reemplazo, recarga e instalaciones de baterías. Interpretación y manejo de documentación técnica. Comprobación de circuitos con resistencias en serie y en paralelo. Cálculo de corrientes y tensiones en circuitos eléctricos de corriente alterna y continua. Comprobación de carga y descarga de condensadores. Realización de actividades relacionadas con el control de automatismos con relés en circuitos monofásicos. Interpretación de las leyes eléctricas y magnéticas aplicadas sobre máquinas eléctricas. Funcionamiento e inspección de máquinas eléctricas de corriente alterna y continua. Comprobación de un generador de corriente alterna. Funcionamiento e inspección de baterías.

Diodos: símbolos de diodos. Características y propiedades de los diodos. Diodos en serie y en paralelo. Principales características y utilización de rectificadores controlados por silicio (tiristores), diodos de emisión de luz, diodos fotoconductores, resistencias variables, diodos rectificadores. Ensayos de funcionamiento de diodos

Transistores: símbolos de transistores. Descripción y orientación de los componentes. Características y propiedades los transistores.

## 5. Circuitos integrados. Servomecanismos

Descripción y funcionamiento de circuitos lógicos y circuitos lineales/amplificadores operacionales. Placas de circuitos impresos. Descripción y utilización de placas de circuitos impresión Comprensión de los siguientes términos: sistemas de bucle abierto y bucle cerrado, retroalimentación, seguimiento, transductores analógicos. Principios de funcionamiento y utilización de los siguientes componentes y características de un sistema síncrono: reductores, diferencial, regulación y par, transformadores, transmisores de inductancia y capacitancia.

## 6. Teoría de los electrones. Electricidad estática y conducción

Estructura y distribución de las cargas eléctricas dentro de: átomos, moléculas, iones, compuestos. Estructura molecular de los conductores, los semiconductores y los aislantes. Teoría de los electrones: estructura y distribución de las cargas eléctricas dentro de: átomos, moléculas, iones, compuestos. Estructura molecular de los conductores, los semiconductores y los aislantes. Electricidad estática y distribución de las cargas electrostáticas. Leyes electrostáticas de atracción y repulsión. Unidades de carga, Ley del Coulomb. Conducción de la electricidad en sólidos, líquidos, gases y en el vacío.

Conductores, los semiconductores y los aislantes.

## 7. Sistemas de instrumentos electrónicos

Disposición de sistemas típicos de instrumentos electrónicos y distribución en la cabina de vuelo. Sistemas de numeración: sistemas de numeración: binario, octal y hexadecimal. Demostración de conversiones entre los sistemas decimal y el binario, el octal y el hexadecimal, y viceversa. Conversión de datos: datos analógicos, datos digitales. Operación y aplicación de analógico a digital, conversores de digital a analógico, entradas y salidas, limitaciones de distintos tipos. Buses de datos: funcionamiento de buses de datos en sistemas de aeronaves, incluido el conocimiento de ARINC y otras especificaciones. Red/Ethernet de la aeronave. Circuitos lógicos: identificación de símbolos comunes de puertas lógicas, tablas y circuitos equivalentes. Aplicaciones utilizadas en sistemas de aeronaves, diagramas esquemáticos. Estructura básica de un ordenador: terminología informática (como bit, byte, software, hardware, CPU, circuito integrado y diferentes dispositivos de memoria, como RAM, ROM y PROM). Tecnología informática aplicada a sistemas de aeronaves. Fibra óptica: ventajas y desventajas de la transmisión de datos por fibra óptica respecto a la transmisión por cable eléctrico. Bus de datos de fibra óptica. Términos relacionados con la fibra óptica. Terminaciones. Acopladores, terminales de control, terminales remotos. Aplicación de la fibra óptica en sistemas de aeronaves. Indicadores visuales electrónicos: principios de funcionamiento de tipos comunes de indicadores visuales usados en aeronaves modernas, como: tubos de rayos catódicos, diodos emisores de luz y pantallas de cristal líquido. Dispositivos sensibles a cargas electrostáticas: manipulación especial de componentes sensibles a descargas electrostáticas. Conocimiento de los riesgos y posibles daños, dispositivos de protección contra cargas electrostáticas para personas y componentes. Control de gestión de software: conocimiento de las restricciones, los requisitos de aeronavegabilidad y los posibles efectos catastróficos producidos por cambios no aprobados a programas de software. Entorno electromagnético: influencia de los siguientes fenómenos en las prácticas de mantenimiento de sistemas electrónicos EMC: compatibilidad electromagnética. EMI: interferencia electromagnética. HIRF: campo de radiación de alta intensidad. Rayos/ Protección contra rayos. Sistemas típicos electrónicos/digitales en aeronaves: disposición

general de los sistemas típicos electrónicos/digitales de aeronaves y sus equipos asociados (BITE), (ACARS-ARINC Communication and Addressing and Reporting System (Sistema de notificación, dirección y comunicación de ARINC). EICAS -Engine Indication and Crew Alerting System (Sistema de indicación de los motores y de alerta a la tripulación). FMS-Flight Management System (Sistema de gestión del vuelo). IRS -Inertial Reference System (Sistema de referencia inercial). ECAM -Electronic Centralised Aircraft Monitoring (Supervisión centralizada electrónica de aeronaves). EFIS -Electronic Flight Instrument System (Sistema de instrumentos electrónicos de vuelo). GPS -Global Positioning System (Sistema de posicionamiento global). TCAS -Traffic Alert Collision Avoidance System (Sistema de alerta de tráfico aéreo para la prevención de colisiones). Aviónica modular integrada (IMA). Sistemas de cabina. Sistemas de información. Protección contra el hielo y la lluvia (ATA 30) 1 Formación de hielo, clasificación y detección. Sistemas antihielo: eléctricos, de aire caliente y químicos. Sistemas de deshielo: eléctricos, de aire caliente, neumáticos y químicos. Repelentes de lluvia. Procedimientos de deshielo y antihielo. Suministro eléctrico, hidráulico y neumático en tierra.

## **8. Sistemas de instrumentación/aviónica. Suministro eléctrico (ATA 24). Sistemas de interconexión de cableado eléctrico (EWIS)**

Sistemas de instrumentación (ATA 31). Pitot estático: altímetro, anemómetro, variómetro. Giroscópicos: horizonte artificial, director de posición de vuelo, indicador de dirección, indicador de situación horizontal, indicador de viraje y deslizamiento, coordinador de virajes. Brújulas: de lectura directa, de lectura a distancia. Sistemas de indicación de vibración - HUMS. Cabina de vuelo de cristal. Otros indicadores de sistemas de la aeronave. Sistemas de aviónica: piloto automático (ATA 22). Comunicaciones (ATA 23). Sistemas de navegación (ATA 34). Suministro eléctrico (ATA 24): Instalación y funcionamiento de baterías. Generación de corriente continua, generación de corriente alterna. Generación de suministro de emergencia. Protección contra incendios (ATA 26) Instalación y funcionamiento de baterías. Generación de suministro de corriente continua. Regulación de la tensión. Distribución de potencia. Protección de circuitos. Inversores, transformadores. Manuales de Cableado. Inspección del Cableado. Mantenimiento y Limpieza. Conductores y Cables. Métodos de Conexión.

### **Parámetros de contexto de la formación:**

#### **Espacios e instalaciones:**

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller. Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

#### **Perfil profesional del formador o formadora:**

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con el mantenimiento de los sistemas eléctricos, de aviónica y a bordo de las aeronaves, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.

- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

## ANEXO III

### **Cualificación profesional: Mantenimiento de sistemas electrónicos y aviónicos en aeronaves**

**Familia Profesional: Transporte y Mantenimiento de Vehículos**

**Nivel: 3**

**Código: TMV762\_3**

#### **Competencia general**

Realizar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas eléctricos, electrónicos y aviónicos de la aeronave y sus componentes en actividades de mantenimiento en línea, mantenimiento en base, fabricación, ensamblaje y talleres de componentes, interpretando los manuales de mantenimiento de la aeronave y componentes, documentación técnica, ordenes de trabajo, directivas de aeronavegabilidad y partes de vuelo, aplicando la normativa indicada por la Aviación civil y militar, nacionales e internacionales, la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA), utilizando la lengua inglesa cuando proceda, cumpliendo el plan de prevención sobre riesgos laborales y medioambientales y, participando en la gestión del mismo, colaborando y/o controlando partes de su logística, decidiendo en ciertos casos sobre las condiciones de puesta en servicio de la aeronave. en su conjunto, como de sus componentes; todo ello sin perjuicio de lo establecido en la normativa sectorial vigente.

#### **Unidades de competencia**

**UC2541\_3:** Mantener las instalaciones y los sistemas eléctricos, electrónicos y aviónicos de la aeronave en el hangar

**UC2542\_3:** Mantener las instalaciones y equipos eléctricos, electrónicos y aviónicos dedicados al entretenimiento y mobiliario de cabina de pasaje de la aeronave en el hangar

**UC2543\_3:** Mantener la aeronave en línea

**UC2544\_3:** Mantener/ reparar los computadores y equipos eléctricos/electrónicos y de aviónica en talleres de componentes

**UC2545\_3:** Instalar componentes y elementos de la aeronave en los procesos de fabricación y ensamblaje de los sistemas eléctricos, electrónicos y de aviónica

**UC2546\_3:** Mantener los equipos y las instalaciones eléctricas, electrónicas y aviónicas de los simuladores de vuelo

## Entorno Profesional

### Ámbito Profesional

Desarrolla su actividad profesional en el área Aeronáutica, en el departamento de mantenimiento de sistemas electrónicos y aviónicos en aeronaves, en entidades de naturaleza pública o privada, en empresas de cualquier tamaño, tanto por cuenta propia como ajena con independencia de su forma jurídica. Desarrolla su actividad dependiendo, en su caso, funcional y/o jerárquicamente de un superior. Puede tener personal a su cargo en ocasiones, por temporadas o de forma estable. Su actividad profesional está sometida a regulación. En el desarrollo de la actividad profesional se aplican los principios de accesibilidad universal y diseño universal o diseño para todas las personas de acuerdo con la normativa aplicable.

### Sectores Productivos

Se ubica en el sector productivo del transporte aéreo (personas y mercancías), tanto para la aviación general y militar, en el subsector de mantenimiento y reparación, construcción y ensamblaje de aeronaves.

### Ocupaciones y puestos de trabajo relevantes

*Los términos de la siguiente relación de ocupaciones y puestos de trabajo se utilizan con carácter genérico y omnicomprensivo de mujeres y hombres.*

Técnicos de mantenimiento de aeronaves

Mecánicos y reparadores de equipos eléctricos

Electricistas de aviones

Jefes de equipo de mantenimiento de equipos eléctricos y electrónicos de base (hangar), mantenimiento de línea (rampa) (con licencia EASA parte 66 con subcategoría b2 y certificador autorizado por la organización de mantenimiento parte 145, o sin licencia EASA parte 66)

Técnicos de mantenimiento aeronáutico (con licencia EASA parte 66 con subcategoría b2 y certificador autorizado por la organización de mantenimiento parte 145)

Técnicos de aviónica

Técnicos de mantenimiento componentes eléctricos, electrónicos y aviónicos de aeronaves

Responsables de almacén y logística para el mantenimiento aeronáutico (con o sin licencia EASA parte 66)

### Formación Asociada (2.400 horas)

#### Módulos Formativos

**MF2541\_3:** Mantenimiento de las instalaciones y los sistemas eléctricos, electrónicos y aviónicos de la aeronave en el hangar (450 horas)

**MF2542\_3:** Mantenimiento de las instalaciones y equipos eléctricos, electrónicos y aviónicos dedicados al entretenimiento y mobiliario de cabina de pasaje de la aeronave en el hangar (370 horas)

**MF2543\_3:** Mantenimiento de la aeronave en línea (390 horas)

**MF2544\_3:** Mantenimiento/reparación de los computadores y equipos eléctricos/electrónicos y de aviónica en talleres de componentes (450 horas)

**MF2545\_3:** Montaje de componentes y elementos de la aeronave en los procesos de fabricación y ensamblaje de los sistemas eléctricos, electrónicos y de aviónica (450 horas)

**MF2546\_3:** Mantenimiento de los equipos y las instalaciones eléctricas, electrónicas y de aviónica de los simuladores de vuelo (290 horas)

## **UNIDAD DE COMPETENCIA 1: MANTENER LAS INSTALACIONES Y LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS, ELECTRÓNICOS Y AVIÓNICOS DE LA AERONAVE EN EL HANGAR**

**Nivel:** 3

**Código:** UC2541\_3

### **Realizaciones profesionales y criterios de realización:**

RP1: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas aviónicos de navegación y vuelo automático, comunicaciones e información, instrumentación y generación eléctrica en las aeronaves, realizando diagnóstico de averías, reemplazando los elementos defectuosos y usando el Manual de Mantenimiento de la aeronave, para restaurar los sistemas afectados.

CR1.1 Los equipos y componentes encargados de la navegación Very High Frequency Omnidirectional Range (VOR), Instrument Landing System (ILS), Microwave Landing System (MLS), Automatic Direction Finding (ADF), Distance Measuring Equipment (DME), Optimized Method for, radar meteorológico Weather Radar System (WXR), transpondedor Air Traffic Control (ATC), radioaltímetro (RA), sistemas de gestión e información de tráfico aéreo, Air Traffic and Information Management System (ATIMS), Air Traffic System Unit (ATSU), antenas y guías de onda, sistemas de gestión y guiado de vuelo automático Flight Management System (FMS), sistemas de posicionamiento por satélite Global Navigation Satellite System (GNSS), Global Positioning System (GPS), Global Navigation Satellite System (GLONAS), Europe's Global Navigation Satellite System (GALILEO), datos de aire (sondas de pitot y estática), Angle Of Attack (AOA), Total Air Temperature (TAT), Central Air Data Computer (CADC)), plataformas inerciales y acelerómetros Inertial Reference System (IRS), los equipos y componentes del sistema de comunicaciones, transmisores y receptores (Ultra High Frequency (UHF), Very High Frequency (VHF), High Frequency (HF), SATCOM, antenas, acopladores, paneles de control, así como todos sus componentes periféricos, los componentes electrónicos de gestión, control y operación de los mandos de vuelo, computadores y periféricos, FLY BY WIRE, elementos de actuación, así como los computadores y redes de datos del sistema de aviónica modular integrado Integrated Modular Avionics (IMA), los componentes del sistema de instrumentación de la aeronave, transductores de presión, temperatura, revoluciones, posición y velocidad, instrumentos giroscópicos y electromecánicos, instrumentos digitales, Electronic Flight Instrument System (EFIS), cristal líquido,

Light Emitting Diode (LED), sistema de iluminación de cabina de vuelo, Cockpit Voice Recorder (CVR), Digital Flight Data Recorder (DFDR), Digital Aids Recorder (DAR), así como los sistemas centralizados de mantenimiento, Central Management System (CMS), Centralized Fault Display System (CFDS), componentes encargados de la generación y distribución de la potencia eléctrica, generadores, Generator Control Unit (GCU'S), inversores estáticos, dinamos, baterías y sus dispositivos de carga, transformadores rectificadores, elementos de distribución, contactores, Remote Control Circuit Breakers (RCCB), relés y disyuntores, así como la red de distribución eléctrica, los computadores y dispositivos de entrada y/o salida se verifican realizando bite test o pruebas operacionales que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos, analizadores (voltímetro, óhmetro osciloscopio, frecuencímetros, entre otros), ajustando o sustituyendo los elementos que no cumplen los parámetros técnicos.

CR1.2 Los computadores y dispositivos de entrada y/o salida, que no superen los test de funcionamiento se reparan/modifican, haciéndolos de nuevo operativos conforme a requisitos aplicables.

CR1.3 Las redes de cableado eléctrico, distribución de alimentación, transmisión/recepción de datos analógicos, señales discretas, transmisión/recepción de datos, líneas coaxiales y fibra óptica, entre otras, elementos eléctricos y electrónicos, se verifican con los equipos de prueba (polímetro, megóhmetro, milióhmetro, espectrómetros, analizadores ópticos y digitales, bancos/equipos de comprobación externos, entre otros), siguiendo los procedimientos Electrical Wiring Interconnect System (EWIS), reemplazando los elementos defectuosos.

CR1.4 Los bancos de prueba y equipos de comprobación de los sistemas eléctricos y electrónicos, dispositivos de indicación (temperatura, presión, humedad, intensidad lumínica, intensidad sonora, vibración, resistencia), dispositivos de mando (regulación y control), dispositivos de medidas eléctricas (intensidad, voltaje, resistencia, entre otros), dispositivos electromagnéticos, circuitos de protección de instalaciones eléctricas (cableados, conectores, centros de distribución) usados en las comprobaciones de los sistemas eléctricos, electrónicos y aviónicos, se verifican, comprobando con equipos de prueba (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, polímetros, entre otros) diagnosticando averías, interpretando planos y esquemas eléctricos, ajustando o sustituyendo los elementos necesarios por unos nuevos, para su operatividad durante su uso en las pruebas realizadas a la aeronave.

RP2: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas eléctricos de los mandos de vuelo, de la potencia hidráulica, del tren de aterrizaje, célula, del sistema neumático, combustible, oxígeno, aguas, protección contra el hielo/lluvia y luces en la aeronave, realizando diagnósticos de averías, reemplazando los elementos defectuosos y usando el Manual de Mantenimiento y los documentos asociados a la aeronave, para restaurar la aeronavegabilidad.

CR2.1 Los elementos de control e indicación de (Flaps, Slats, bomba, válvulas selectoras y de alivio, ballestas, amortiguadores, ruedas, tren de carretón, esquiés, mecanismo de dirección, paquete de frenos, válvulas neumáticas, compresor, filtros, cambiador de calor, separador de agua, bootstrap, máscaras, escobillas, depósitos, indicadores de combustible, detectores de llama, tulipas de luces, entre otras) se verifican visualmente y con los equipos de prueba y medida (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros) que no existen deformaciones, roturas, diferencias de tensión, resistencia interna, entre

otras, siguiendo el plan de mantenimiento, dando respuesta a las averías detectadas para restaurar los sistemas afectados.

CR2.2 Los equipos de control y componentes periféricos de los sistemas de aire acondicionado y presurización, luces exteriores e interiores, protección contra el hielo y la lluvia, protección contra incendios, agua y residuos y oxígeno, de los sistemas de combustible, hidráulico, neumático, y tren de aterrizaje, los computadores y dispositivos de entrada y/o salida se verifican, realizando bite test o pruebas operacionales complejas que pueden incluir equipos o bancos de prueba externos, de acuerdo a los planes de mantenimiento, ajustando o sustituyendo los elementos necesarios para obtener el resultado operacional requerido.

CR2.3 Las instalaciones eléctricas y los componentes del sistema de combustible, sensores de temperatura, sondas de cantidad, densitómetros, compensadores de nivel, concentradores de datos, computadores de gestión, panel de repostado e instrumentos de indicación, así como sus instalaciones eléctricas se verifican, usando equipos de prueba (osciloscopio, frecuencímetro, analizadores digitales, espectrómetro y milióhmetro, entre otros), accediendo al interior de los tanques de combustible, usando los Equipos de Protección Individual (EPI) necesarios para la realización de los trabajos y sustituyendo los elementos por otros, cumpliendo con los requisitos FTS.

CR2.4 Los componentes o elementos desmontados se inspeccionan visualmente, comprobando roturas y usando equipos de prueba (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), reacondicionando las partes deterioradas o destruyéndolas (cumpliendo la normativa de la trazabilidad de destrucción) en cada caso, según las indicaciones del manual del componente afectado.

CR2.5 Las redes de cableado eléctrico, distribución de alimentación, transmisión/recepción de datos analógicos, señales discretas, transmisión/recepción de datos, líneas coaxiales y fibra óptica, entre otras, se verifican con los equipos de prueba (polímetro, megóhmetro, milióhmetro, espectrómetros, analizadores ópticos y digitales, bancos/equipos de comprobación externos, entre otros), siguiendo los procedimientos EWIS, reparando las líneas que no superen las pruebas realizadas, interpretando planos y esquemas eléctricos.

CR2.6 Las averías detectadas de los elementos eléctricos en los sistemas mecánicos se verifican con los equipos de prueba y medida (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), aplicando las técnicas adecuadas para medir los distintos parámetros de funcionamiento (líneas digitales, tensión, intensidad, resistencia, frecuencia y estados lógicos, entre otros), buscando las causas que producen los desajustes, determinando el proceso de reparación.

CR2.7 Los bancos de prueba y equipos de comprobación de los sistemas eléctricos y electrónicos de los sistemas mecánicos de mandos de vuelo, potencia hidráulica, tren de aterrizaje, célula, neumático, combustible, oxígeno, aguas, protección contra el hielo/lluvia y luces en la aeronave (temperatura, presión, humedad, intensidad lumínica, intensidad sonora, vibración, resistencia, entre otras), dispositivos de mando (regulación y control), dispositivos de medidas eléctricas (intensidad, voltaje, resistencia, capacidad), dispositivos electromagnéticos, circuitos de protección de instalaciones eléctricas (cableados, conectores, centros de distribución), entre otros, se verifican, usando equipos de prueba (osciloscopios, frecuencímetros,

analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros) diagnosticando averías, interpretando planos y esquemas eléctricos, ajustando o sustituyendo los elementos necesarios por unos nuevos, para su operatividad durante su uso en las pruebas realizadas a la aeronave.

RP3: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas eléctricos y electrónicos de control e indicación de los motores, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales que requieran simulaciones complejas o el uso de bancos de prueba externos, actualizando el software operacional de los computadores, reemplazando los elementos defectuosos y usando el mantenimiento del fabricante y los documentos asociados a la aeronave, para restaurar la operatividad del motor.

CR3.1 Los sistemas eléctricos y electrónicos, de control e indicación de la planta de potencia se mantienen/repasan siguiendo el plan de mantenimiento, aplicando las instrucciones de trabajo recogidas en el Manual de Mantenimiento de la aeronave y los documentos de trabajo asociados, dando respuesta a las averías detectadas para restaurar los sistemas afectados.

CR3.2 Los equipos electrónicos de control y los componentes periféricos del motor, Full Authority Digital Engine Control (FADEC), Propulsion Control System (PCS), Engine Interface Unit (EIU), Vibratory Monitoring Unit (VMU), Electronic Control Unit (ECU), Electronic Engine Control (EEC), Prognostic and Health Monitoring Unit (PHMU), Pressure Sub-System box (PPS), instrumentos de indicación, alimentación de combustible, sensores de presión, temperatura, flujo, transmisores de nivel, actuadores eléctricos, captadores de vibración, detectores de fuego y sus elementos de extinción, los computadores y dispositivos de entrada y/o salida de motor se verifican:

- Realizando bite test o pruebas operacionales complejas que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos.

- Actualizando su software operacional en cada caso.

- Comprobando con los equipos de prueba y medida (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros) los sensores/actuadores midiendo resistencia, intensidad, tensión, frecuencia y cotejando los datos con los recogidos en el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

- Ajustando, sustituyendo o modificando los elementos que no cumplen los parámetros técnicos, adaptándolos a los nuevos requerimientos operativos, interpretando planos y esquemas eléctricos.

CR3.3 Los componentes o elementos desmontados se inspeccionan visualmente, comprobando roturas y usando equipos de prueba (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), reacondicionando las partes deterioradas o destruyéndolas en cada caso, según las indicaciones del manual del componente afectado.

CR3.4 Las redes de cableado eléctrico y buses de transmisión/recepción de datos en el motor se verifican con los equipos de prueba (voltímetro, amperímetro, óhmetro, espectrómetros, analizadores digitales, entre otros), siguiendo los procedimientos de mantenimiento, o modificándolas de acuerdo a los boletines de trabajo, interpretando

planos y esquemas eléctricos para adaptar el cableado a las nuevas funciones incorporadas.

CR3.5 Las averías de los elementos eléctricos y electrónicos de motor se diagnostican previo análisis, usando los equipos de prueba y medida (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), aplicando las técnicas adecuadas para medir los distintos parámetros de funcionamiento (líneas digitales, tensión, intensidad, resistencia, frecuencia y estados lógicos, entre otros), buscando las causas que producen los desajustes, determinando el proceso de reparación.

CR3.6 Los bancos de prueba y equipos de comprobación de los sistemas eléctricos y electrónicos de motor, dispositivos de indicación (temperatura, presión, humedad, intensidad lumínica, intensidad sonora, vibración, resistencia), dispositivos de mando (regulación y control), dispositivos de medidas eléctricas (intensidad, voltaje, resistencia, capacidad), dispositivos electromagnéticos, circuitos de protección de instalaciones eléctricas (cableados, conectores, centros de distribución), entre otros, se verifican, usando equipos de prueba (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), diagnosticando averías, interpretando planos y esquemas eléctricos, ajustando o sustituyendo los elementos necesarios por unos nuevos, para su operatividad durante su uso en las pruebas realizadas a la aeronave.

CR3.7 El certificado de aptitud para el servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de la aeronave se rellena tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

### **Contexto profesional:**

### **Medios de producción:**

Baterías, generadores de corriente continua y alterna, unidades de control de generación, faros de aterrizaje, luces de navegación, anticollisión, sensores, actuadores, motores eléctricos, pantallas, parabrisas, motores a reacción, radiadores, compresores, entre otras. Estroboscópicas y unidades de potencia de suministro. Máquinas, herramientas fijas y portátiles. Máquinas para cables. Polímetros. Multímetros. Megóhmetro, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, capacitímetros y osciloscopios. Bancos de pruebas de equipos, tarjetas y componentes electrónicos. Fuentes de alimentación. Circuitos de protección eléctrica. Equipos e instrumentos patrón para comprobación y reglaje de instrumentos de medida. Ordenadores e impresoras. Equipos para limpieza. Brazaletes antiestáticos. Ordenadores.

### **Productos y resultados:**

Mantenimiento programado y no programado de los sistemas aviónicos de navegación y vuelo automático, comunicaciones e información, instrumentación y generación eléctrica efectuado. Mantenimiento programado y no programado de los sistemas eléctricos de mandos de vuelo, potencia hidráulica, tren de aterrizaje, célula, neumático, combustible,

oxígeno, aguas, protección contra el hielo/lluvia y luces en la aeronave efectuado. Mantenimiento programado y no programado de los sistemas eléctricos y electrónicos de control e indicación de los motores efectuado.

**Información utilizada o generada:**

Manual de Mantenimiento de la Aeronave. Documentación técnica de la aeronave (Wiring Diagram Manual, Schematic Diagram Manual, Trouble Shooting Manual). Documentación técnica de los componentes. Parte de Vuelo (Technical Log Book). Normativa aplicable ordenada por la entidad reguladora para la instalación de los componentes nuevos en la aeronave, órdenes de trabajo, esquemas, planos. Manuales técnicos de operación de equipos de pruebas. Normas y procedimientos de trabajo o de reparación. Tablas de equivalencias de materiales o componentes. Normas de calidad específicas del fabricante. Reglamentos aeronáuticos. Procedimientos aeroportuarios. Documentos oficiales de control. Sistemas informáticos para información de averías, de procedimientos o de programación y actuación. Documentos y procedimientos relacionados con los sistemas de calidad ordenada por la entidad reguladora. Normativa aplicable referente a la seguridad, prevención de riesgos laborales y gestión medioambiental. Diccionario de inglés técnico aeronáutico. Normativa de Seguridad en Plataforma (NSP).

**UNIDAD DE COMPETENCIA 2: MANTENER LAS INSTALACIONES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS, ELECTRÓNICOS Y AVIÓNICOS DEDICADOS AL ENTRETENIMIENTO Y MOBILIARIO DE CABINA DE PASAJE DE LA AERONAVE EN EL HANGAR****Nivel: 3****Código: UC2542\_3****Realizaciones profesionales y criterios de realización:**

RP1: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de los equipos y elementos del sistema de información, entretenimiento y confortabilidad interior de la aeronave, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operativas que pueden incluir equipos o bancos de diagnóstico externos en cada caso, reemplazando los elementos defectuosos, usando la documentación técnica, para restaurar la operatividad de los sistemas.

CR1.1 Los equipos y elementos del sistema In Flight Entertainment System (IFES), computadores de gestión, redes inalámbricas internas, equipos de distribución EADB, Task Unit (TU), redes multiplexadas, token ring, ethernet, elementos de control de butacas, pantallas Liquid Crystal Display (LCD), Passenger Control Unit (PCU), Seat Electronics Box (SEB), entre otros, se verifican, realizando bite test o pruebas operacionales complejas que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos, de acuerdo a los planes de mantenimiento, ajustando o sustituyendo los elementos que no cumplen los parámetros técnicos.

CR1.2 Los equipos y elementos del sistema de gestión y control de cabina de pasaje, computadores de gestión, equipos de distribución Decoder Encoder Units (DEU), iluminación normal y de emergencia, paneles de información y control Forward Attendant Panel (FAP), Attendant Indication Panel (AIP), anunciadores (No Smoking (NS), Fasten Seat Belts (FSB), Return To Seat (RTS), teléfonos de intercomunicación de cabina y altavoces, entre otros, se verifican, realizando bite test o pruebas operacionales complejas que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos,

de acuerdo a los planes de mantenimiento, ajustando o sustituyendo los elementos que no cumplen los parámetros técnicos requeridos.

CR1.3 Los computadores y dispositivos de entrada y/o salida de los sistemas del interior de cabina se verifican mediante test operacionales y bite test, o utilizando equipos de comprobación externos según indicaciones del Manual de Mantenimiento de la aeronave, y actualizando el software operacional para nuevos requerimientos.

CR1.4 Los equipos y elementos de las redes inalámbricas internas de telefonía y datos móvil, equipos de gestión de redes, antenas y paneles de control, entre otros, se verifican, realizando bite test o pruebas operacionales complejas que pueden incluir equipos o bancos de prueba externos, enviando los dispositivos que no superen las comprobaciones a talleres especializados para su reparación, modificación o actualización.

RP2: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas eléctricos y electrónicos de información, entretenimiento y confortabilidad interior de la aeronave, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operativas que pueden incluir equipos o bancos de diagnóstico externos en cada caso, reemplazando los elementos defectuosos, usando el Manual de Mantenimiento de la aeronave, para restaurar la operatividad de los sistemas.

CR2.1 Las redes de cableado eléctrico, distribución de alimentación, buses de transmisión/recepción de datos, cables coaxiales, fibra óptica, entre otras, se verifican con los equipos de prueba (polímetro, megóhmetro, milióhmetro, espectrómetros, analizadores ópticos y digitales, entre otros) siguiendo los procedimientos Electrical Eiring Interconnect System (EWIS), reparando las líneas que no superen las pruebas realizadas, interpretando planos y esquemas eléctricos.

CR2.2 Los equipos eléctricos y electrónicos dedicados a la confortabilidad en la cabina de pasaje de la aeronave se mantienen/reparan, cambiando los módulos de control, cables coaxiales, tramos de cableados deteriorados o sueltos, fijando el cableado a su guía para que no se deteriore, entre otros, asegurando el funcionamiento de los equipos.

CR2.3 Los elementos eléctricos en los sistemas del interior de cabina se verifican, usando equipos de prueba (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), detectando las averías y causas que las producen, determinando el proceso de reparación, aplicando las técnicas adecuadas para medir distintos parámetros de funcionamiento (líneas digitales, tensión, intensidad, resistencia, frecuencia y estados lógicos, entre otros), reparando/cambiando los elementos que no superen las pruebas marcadas en el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

RP3: Efectuar el mantenimiento programado y no programado del equipamiento interior de cabina, mobiliario interno, galleys y su equipamiento (cafeteras, neveras y hornos, entre otros), realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales, reemplazando o incorporando elementos nuevos y realizando las modificaciones, usando el Manual de Mantenimiento del fabricante para las distintas operaciones de la aeronave, recuperando la funcionalidad de los equipos.

CR3.1 Los equipamientos interiores de la cabina de la aeronave se mantienen/reparan, cambiando los módulos de control, cables coaxiales, tramos de cableados

deteriorados o sueltos, fijando el cableado a su guía para que no se deteriore, entre otros, aplicando las instrucciones de trabajo y dando respuesta a las averías detectadas.

CR3.2 Los equipos que componen los galleys, armarios, grifos, piletas, cafeteras, hornos, neveras, calentadores de agua, entre otros, se verifican, realizando bite test o pruebas operacionales de acuerdo a los planes de mantenimiento, ajustando o sustituyendo los elementos que no cumplen los parámetros técnicos requeridos.

CR3.3 Los componentes o elementos desmontados se inspeccionan visualmente, comprobando roturas y usando equipos de prueba (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), reacondicionando las partes deterioradas o destruyéndolas en cada caso, según las indicaciones del manual del componente afectado.

CR3.4 Las redes de cableado eléctrico, distribución de alimentación, buses de transmisión/recepción de datos, cables coaxiales, fibra óptica, entre otras, se verifican con los equipos de prueba (polímetro, megóhmetro, milióhmetro, espectrómetros, analizadores ópticos y digitales, entre otros), siguiendo los procedimientos EWIS, reparando las líneas que no superen las pruebas realizadas, interpretando planos y esquemas eléctricos.

CR3.5 Los cambios de configuración de cabina para diferentes operaciones, se realizan de acuerdo a las instrucciones de trabajo proporcionadas, desmontando butacas, líneas de alimentación eléctrica y de datos, equipos de distribución y paneles de cabina, entre otros, instalando en su nueva ubicación y configurando las nuevas necesidades del operador.

CR3.6 El certificado de aptitud para el servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de la aeronave se rellena tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

### **Contexto profesional:**

### **Medios de producción:**

Baterías, unidades de control, pantallas de entretenimiento, luces, sensores, actuadores, ventanas, calentadores de agua cafeteras, neveras y hornos, compresores, entre otras. Estroboscópicas y unidades de potencia de suministro. Máquinas, herramientas fijas y portátiles. Máquinas para cables. Polímetros. Multímetros. Megóhmetro, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, capacitómetros y osciloscopios. Bancos de pruebas de equipos, tarjetas y componentes electrónicos. Fuentes de alimentación. Circuitos de protección eléctrica. Equipos e instrumentos patrón para comprobación y reglaje de instrumentos de medida. Ordenadores e impresoras. Equipos para limpieza, cafeteras, neveras y hornos, galleys, armarios, grifos, piletas, cafeteras, hornos, neveras, calentadores. Herramientas específicas de cableado (crimpadoras, peladoras, herramientas de inserción/

extracción de contactos en conectores, entre otras). Reflectómetros de Dominio de Tiempo (TDR y OTDR).

#### **Productos y resultados:**

Mantenimiento programado y no programado de los equipos y elementos del sistema de información, entretenimiento y confortabilidad interior de la aeronave efectuado. Mantenimiento programado y no programado de los sistemas eléctricos y electrónicos de información, entretenimiento y confortabilidad interior de la aeronave efectuado. Mantenimiento programado y no programado del equipamiento interior de cabina, mobiliario interno, galleys y su equipamiento efectuado.

#### **Información utilizada o generada:**

Manual de Mantenimiento de la Aeronave. Documentación técnica de la aeronave (Wiring Diagram Manual, Schematic Diagram Manual, Trouble Shooting Manual). Documentación técnica de los componentes. Parte de Vuelo (Technical Log Book). Normativa aplicable ordenada por la entidad reguladora para la instalación de los componentes nuevos en la aeronave, órdenes de trabajo, esquemas, planos. Manuales técnicos de operación de equipos de pruebas. Normas y procedimientos de trabajo o de reparación. Tablas de equivalencias de materiales o componentes. Normas de calidad específicas del fabricante. Reglamentos aeronáuticos. Procedimientos aeroportuarios. Documentos oficiales de control. Sistemas informáticos para información de averías, de procedimientos o de programación y actuación. Documentos y procedimientos relacionados con los sistemas de calidad ordenada por la entidad reguladora. Normativa aplicable referente a la seguridad, prevención de riesgos laborales y gestión medioambiental. Diccionario de inglés técnico aeronáutico. Normativa de Seguridad en Plataforma (NSP). Manuales de procedimientos EWIS.

### **UNIDAD DE COMPETENCIA 3: MANTENER LA AERONAVE EN LÍNEA**

**Nivel: 3**

**Código: UC2543\_3**

#### **Realizaciones profesionales y criterios de realización:**

RP1: Realizar mantenimiento no programado de los equipos y componentes encargados de navegación, vuelo automático, indicación de la planta de potencia, comunicaciones e información, instrumentación y generación eléctrica en las aeronaves, realizando verificaciones por medio de bite test y pruebas operacionales que pueden requerir simulaciones complejas o el uso de bancos de prueba externos, consultando el Technical Log Book (TLB), reemplazando los elementos defectuosos, usando el manual de mantenimiento del fabricante o reparando las averías, cambiando los módulos, conectores coaxiales, cables deteriorados o sueltos, entre otros.

CR1.1 Los equipos y componentes encargados de la navegación de la aeronave Very High Frequency Omnidirectional Range (VOR), Instrument Landing System (ILS), Microwave Landing System (MLS), Automatic Direction Finding (ADF), Distance Measuring Equipment (DME), radar meteorológico Weather Radar System (WXR), transpondedor Air Traffic Control (ATC), sistemas de gestión e información de tráfico aéreo, Air Traffic and Information Management System (ATIMS), Air Traffic System Unit (ATSU), radioaltímetro Radio Altimeter (RA), antenas y guías de onda,

sistemas de gestión y guiado de vuelo automático Flight Management System (FMS), sistemas de posicionamiento por satélite Global Navigation Satellite System (GNSS), Global Positioning System (GPS), Global Navigation Satellite System (GLONAS), Europe's Global Navigation Satellite System (GALILEO), datos de aire (sondas de pitot y estática, Angle Of Attack (AOA), Total Air Temperature (TAT), Central Air Data Computer (CADC), plataformas inerciales y acelerómetros Inertial Reference System (IRS), se verifican dando respuesta a las averías reportadas por la tripulación técnica en el Technical Log Book (TLB) de a bordo, realizando bite test o pruebas operacionales que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos, ajustando o sustituyendo los elementos que no cumplen los parámetros técnicos, para recuperar su funcionalidad operacional en vuelo y la actualización del software alojado en los servidores del sistema de información.

CR1.2 Los equipos y componentes del sistema de comunicaciones, transmisores y receptores Ultra High Frequency (UHF), Very High Frequency (VHF), High Frequency (HF), Satellite Communications (SATCOM), antenas, acopladores, paneles de control, así como todos sus componentes periféricos, se verifican en línea, dando respuesta a las averías reportadas por la tripulación técnica en el Technical Log Book (TLB) de a bordo, realizando bite test o pruebas operacionales que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos, ajustando o sustituyendo los elementos deteriorados para garantizar la transmisión/recepción de voz y datos.

CR1.3 Los componentes electrónicos de gestión, control y operación de los mandos de vuelo, computadores y periféricos, FLY BY WIRE (FBW), elementos de actuación, así como los computadores y redes de datos del sistema de aviónica modular integrado Integrated Modular Avionics (IMA), se verifican en línea dando respuesta a las averías reportadas por la tripulación técnica en el Technical Log Book (TLB) de a bordo, realizando bite test o pruebas operacionales que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos, ajustando o sustituyendo los elementos que no superen los test realizados según el Manual de Mantenimiento o los documentos de trabajo.

CR1.4 Los componentes del sistema de instrumentación de la aeronave, transductores de presión, temperatura, revoluciones, posición y velocidad, entre otros, instrumentos giroscópicos y electromecánicos, instrumentos digitales, Electronic Flight Instrument System (EFIS), cristal líquido, Light Emitting Diode (LED), Cockpit Voice Recorder (CVR), Digital Flight Data Recorder (DFDR), Digital Access Recorders (DAR), así como los sistemas centralizados de mantenimiento, Central Management System (CMS), Centralized Fault Display System (CFDS), entre otros, se verifican, dando respuesta a las averías reportadas por la tripulación técnica en el Technical Log Book (TLB) de a bordo, realizando bite test o pruebas operacionales que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos, ajustando o sustituyendo los elementos que no superen los test realizados según el Manual de Mantenimiento o los documentos de trabajo editados.

CR1.5 Los componentes encargados de la generación y distribución de la potencia eléctrica, generadores, Generator Control Unit (GCU'S), inversores estáticos, dinamos, baterías y sus dispositivos de carga, transformadores rectificadores, elementos de distribución, contactores, Remote Control Circuit Breakers (RCCB'S), relés y disyuntores, así como la red de distribución eléctrica, se comprueban con los equipos de prueba y medida (voltímetro, óhmetro osciloscopio, frecuencímetros, entre otros), ajustando o sustituyendo los elementos necesarios, para garantizar la distribución de potencia eléctrica en la aeronave.

RP2: Realizar mantenimiento no programado de los sistemas eléctricos y electrónicos de navegación, vuelo automático, indicación de la planta de potencia, comunicaciones e información, instrumentación y generación eléctrica en las aeronaves, realizando verificaciones por medio de bite test y pruebas operacionales que pueden requerir simulaciones complejas o el uso de bancos de prueba externos, consultando el Libro/Bitácora, reemplazando los elementos defectuosos, usando el manual de mantenimiento del fabricante o reparando las averías, cambiando los módulos, conectores coaxiales, cables deteriorados o sueltos, entre otros.

CR2.1 Los sistemas eléctricos y electrónicos de control e indicación de la planta de potencia se verifican visualmente, realizando comprobaciones con los equipos de diagnóstico, cambiando los módulos de control, cables coaxiales, tramos de cableados deteriorados o sueltos, fijando el cableado a su guía, entre otros, aplicando las instrucciones de trabajo y dando respuesta a las averías detectadas.

CR2.2 Las redes de cableado eléctrico, distribución de alimentación, transmisión/recepción de datos analógicos, señales discretas, sistema de iluminación de cabina de vuelo, transmisión/recepción de datos, líneas coaxiales y fibra óptica, entre otras, se verifican visualmente los mazos de cables que no se encuentran golpeados, rasgados, entre otras, y con los equipos de diagnóstico (polímetro, megóhmetro, milióhmetro, espectrómetros, analizadores ópticos y digitales, entre otros) que no hay fallos memorizados en el sistema siguiendo los procedimientos Electrical Wiring Interconnection System (EWIS), reparando las líneas que no superen las pruebas realizadas, interpretando planos y esquemas eléctricos.

CR2.3 Las averías de los elementos eléctricos y electrónicos se verifican previa consulta del libro de bitácora, usando equipos de prueba (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), detectando las averías y causas que las producen, determinando el proceso de reparación, aplicando las técnicas adecuadas para medir distintos parámetros de funcionamiento (líneas digitales, tensión, intensidad, resistencia, frecuencia y estados lógicos, entre otros).

CR2.4 Los bancos de prueba y equipos de comprobación de los sistemas eléctricos y electrónicos, dispositivos de indicación (temperatura, presión, humedad, intensidad lumínica, intensidad sonora, vibración, resistencia), dispositivos de mando (regulación y control), dispositivos de medidas eléctricas (intensidad, voltaje, resistencia, capacidad), dispositivos electromagnéticos, circuitos de protección de instalaciones eléctricas (cableados, conectores, centros de distribución), entre otros, se verifican, usando equipos de prueba (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), diagnosticando averías, interpretando planos y esquemas eléctricos ajustando o sustituyendo los elementos necesarios por unos nuevos, para su operatividad durante su uso en las pruebas realizadas a la aeronave.

RP3: Efectuar mantenimiento de los sistemas mecánicos y los servicios de la aeronave, ejecutando revisiones menores (tránsito, diaria y semanal), servicios de carga y vaciado de combustible, aguas (potables y fecales), comprobando niveles y recargando en cada caso (hidráulico, aceite), sustituyendo y desechando filtros (aire, hidráulico, combustible, aceite, entre otros), ruedas y frenos por desgaste, diagnosticando averías por medio de bite test o pruebas operacionales que pueden requerir simulaciones complejas y el uso de bancos de prueba externos, reemplazando los elementos defectuosos de acuerdo al

Manual de Mantenimiento del fabricante, para recuperar la capacidad operacional en el tiempo establecido.

CR3.1 El mantenimiento programado (revisiones de tránsito, diaria y semanal) se realizan según los plazos de tiempo establecido y condiciones, ejecutando inspecciones visuales en el exterior/interior, realizando bite test y test operacionales, sustituyendo los elementos inoperativos, lámparas exteriores e interiores, las ruedas y frenos en los trenes de aterrizaje por desgaste, realizando el deshielo de las superficies aerodinámicas y de control de la aeronave, registrando en el Technical Log Book (TLB) de a bordo todas las acciones realizadas.

CR3.2 Los sistemas mecánicos se mantienen/reparan (por mantenimiento o desgaste prematuro), cambiando los elementos en mal estado (Flaps, Slats, bomba, válvulas selectoras y de alivio, ballestas, amortiguadores, ruedas, tren de carretón, esquíis, mecanismo de dirección, paquete de frenos, válvulas neumáticas, compresor, filtros, cambiador de calor, separador de agua, bootstrap, máscaras, escobillas, depósitos, indicadores de combustible, detectores de llama, tulipas de luces, entre otros) previa consulta al Technical Log Book (TLB).

CR3.3 El mantenimiento del área mecánica en línea, renovación de aceite de motor, APU, estárter, IDG o generador de motor, de los sistemas hidráulicos, cambio de filtros (aceite, hidráulico y combustible) se sustituyen, aflojando los tornillos de drenaje y rellenando por los procedimientos indicados en el Manual de Mantenimiento de la aeronave y de acuerdo a los planes de revisión.

CR3.4 Los amortiguadores del tren de aterrizaje, el sistema de combustible, servicio de agua (potable y residual), se verifican, comprobando niveles, pérdidas de fluido, pérdidas de presión entre otros, revisando los valores de trabajo, drenando y recargado, las botellas de oxígeno, los amortiguadores, repelente de lluvia, los depósitos de combustible, entre otros, asegurando el estado de los sistemas.

CR3.5 Los componentes mecánicos elementales (componentes hidráulicos y neumáticos, ruedas, frenos, rampas de evacuación, botellas extintoras de fuego, apertura y cierre de capots de motor, apertura/cierre de paneles y registros de acceso, entre otros), se verifican visualmente, comprobando desgastes, remplazando los elementos desgastados, utilizando la herramienta común y el utillaje específico (trócolas, gatos hidráulicos, equipos de izado, carros de aire, entre otros).

CR3.6 Los componentes o elementos (paquete de frenos, válvulas neumáticas, compresores, filtros, separador de agua, tulipas de luces, entre otros) desmontados de la aeronave se verifican sometiénolos a pruebas operacionales, bite test e inspección visual, poniéndolos en funcionamiento y observando que no se encuentran en mal estado, sustituyéndolos o cambiándolos cuando cumplan su ciclo de funcionamiento o no respondan a las pruebas.

CR3.7 Las averías de los sistemas eléctricos de los componentes mecánicos y servicios se verifican previa consulta del Technical Log Book (TLB), usando equipos de prueba (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), detectando las averías y causas que las producen, determinando el proceso de reparación, aplicando las técnicas adecuadas para medir distintos parámetros de funcionamiento (líneas digitales, tensión, intensidad, resistencia, frecuencia y estados lógicos, entre otros).

CR3.8 Los bancos de prueba y equipos de comprobación de los sistemas mecánicos, dispositivos de indicación (temperatura, presión, humedad, intensidad lumínica, intensidad sonora, vibración, resistencia), dispositivos de mando (regulación y control), dispositivos de medidas eléctricas (intensidad, voltaje, resistencia, capacidad), dispositivos electromagnéticos, circuitos de protección de instalaciones eléctricas (cableados, conectores, centros de distribución), bancos de presión hidráulicos, bancos de aire a alta presión, bancos de recarga de botellas de oxígeno, entre otros, se verifican, diagnosticando averías, ajustando y sustituyendo los elementos necesarios, interpretando planos y esquemas eléctricos, para asegurar la operatividad en las pruebas realizadas a la aeronave.

CR3.9 El certificado de aptitud para el servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de la aeronave se rellena tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

**Contexto profesional:****Medios de producción:**

Equipos de navegación de la aeronave (VOR, ILS, MLS, ADF, DME), radar meteorológico (WXR), transpondedor (ATC), radioaltímetro (RA), gestor de comunicación (ATSU), antenas y guías de onda, sistemas de gestión y guiado de vuelo automático (FMS), sistemas de posicionamiento por satélite GNSS (GPS, GLONAS, GALILEO), datos de aire (sondas de pitot y estática, AOA, TAT, CADC), plataformas inerciales y acelerómetros (IRS), equipos y componentes del sistema de comunicaciones, transmisores y receptores (UHF, VHF, HF, SATCOM), antenas, acopladores, paneles de control, componentes electrónicos de gestión, control y operación de los mandos de vuelo, computadores y periféricos, elementos de actuación, componentes del sistema de instrumentación de la aeronave, transductores de presión, temperatura, revoluciones, posición y velocidad, entre otras, instrumentos giroscópicos y electromecánicos, instrumentos digitales, EFIS, cristal líquido, LED, sistema de iluminación de cabina de vuelo, CVR, DFDR, DAR, así como los sistemas centralizados de mantenimiento, CMS, CFDS, sistemas eléctricos y electrónicos, de control e indicación de la planta de potencia, redes de cableado eléctrico, distribución de alimentación, transmisión/recepción de datos analógicos, señales discretas, transmisión/recepción de datos, líneas coaxiales y fibra óptica, bancos de prueba y equipos de comprobación de los sistemas eléctricos y electrónicos, sistemas mecánicos (paquete de frenos, válvulas neumáticas, compresores, filtros, separador de agua, tulipas de luces, amortiguadores, motores, tren de aterrizaje, componentes del sistema de combustible, entre otros) y los servicios de la aeronave, herramientas específicas de cableado (crimpadoras, peladoras, herramientas de inserción/extracción de contactos en conectores, entre otras). Reflectómetros de Dominio de Tiempo (TDR y OTDR).

**Productos y resultados:**

Mantenimiento no programado de los equipos y componentes encargados de navegación, vuelo automático, indicación de la planta de potencia, comunicaciones e información, instrumentación y generación eléctrica en las aeronaves realizado. Mantenimiento no programado de los sistemas eléctricos y electrónicos de navegación, vuelo automático,

indicación de la planta de potencia, comunicaciones e información, instrumentación y generación eléctrica en las aeronaves realizado. Mantenimiento de los sistemas mecánicos y los servicios de la aeronave, ejecutando revisiones menores (tránsito, diaria y semanal), servicios de carga y vaciado de combustible, aguas (potables y fecales) efectuado.

#### **Información utilizada o generada:**

Manual de Mantenimiento de la Aeronave. Documentación técnica de la aeronave (Wiring Diagram Manual, Schematic Diagram Manual, Trouble Shooting Manual). Documentación técnica de los componentes. Parte de Vuelo (Technical Log Book). Normativa aplicable ordenada por la entidad reguladora para la instalación de los componentes nuevos en la aeronave, órdenes de trabajo, esquemas, planos. Manuales técnicos de operación de equipos de pruebas. Normas y procedimientos de trabajo o de reparación. Tablas de equivalencias de materiales o componentes. Normas de calidad específicas del fabricante. Reglamentos aeronáuticos. Procedimientos aeroportuarios. Documentos oficiales de control. Sistemas informáticos para información de averías, de procedimientos o de programación y actuación. Documentos y procedimientos relacionados con los sistemas de calidad ordenada por la entidad reguladora. Normativa aplicable referente a la seguridad, prevención de riesgos laborales y gestión medioambiental. Diccionario de inglés técnico aeronáutico. Normativa de Seguridad en Plataforma (NSP). Manuales de procedimientos EWIS.

#### **UNIDAD DE COMPETENCIA 4: MANTENER/REPARAR LOS COMPUTADORES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS/ELECTRÓNICOS Y DE AVIÓNICA EN TALLERES DE COMPONENTES**

**Nivel: 3**

**Código: UC2544\_3**

#### **Realizaciones profesionales y criterios de realización:**

RP1: Realizar el mantenimiento y reparación de los componentes, computadores, dispositivos de entrada y/o salida, bancos de prueba y equipos de comprobación, verificando su operatividad realizando test operacionales y auto test, utilizando equipos de comprobación (polímetro, osciloscopio, fuentes de alimentación, entre otros) e instalando el software operacional en los computadores, siguiendo las indicaciones del Manual de Mantenimiento de la aeronave, para restaurar la funcionalidad de los equipos.

CR1.1 Los componentes de los sistemas aviónicos (pantallas, displays, relojes, entre otros) se mantienen/reparan, actualizando el software operacional, cambiando conectores, instalando componentes nuevos, entre otros, siguiendo el plan de mantenimiento, dando respuesta a las averías detectadas y a las necesidades de actualización para restaurar las funciones afectadas.

CR1.2 Los computadores y dispositivos de entrada y/o salida se verifican, diagnosticando los fallos del componente, realizando test operacionales y auto test, utilizando los equipos de comprobación (polímetro, osciloscopio, fuentes de alimentación, entre otros), sustituyendo las piezas dañadas por unas nuevas, adaptándolos a los nuevos requerimientos operativos.

CR1.3 Los bancos de prueba y equipos de comprobación de los equipos y elementos eléctricos y electrónicos de los sistemas aviónicos, dispositivos de

indicación (temperatura, presión, humedad, intensidad lumínica, intensidad sonora, vibración, resistencia), dispositivos de mando (regulación y control), dispositivos de medidas eléctricas (intensidad, voltaje, resistencia, capacidad), dispositivos electromagnéticos, circuitos de protección de instalaciones eléctricas (cableados, conectores, centros de distribución) se verifican, utilizando equipos de prueba (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, polímetros, entre otros), diagnosticando averías, interpretando planos y esquemas eléctricos, ajustando o sustituyendo los elementos por unos nuevos, restaurando la operatividad del sistema.

RP2: Realizar el mantenimiento y reparación de los equipos, elementos eléctricos que constituyen los sistemas de generación y transformación de energía eléctrica, elementos de sistemas de comunicaciones, navegación y vuelo automático de las aeronaves, verificando su operatividad, realizando test operacionales y auto test, utilizando equipos de comprobación (polímetro, osciloscopio, fuentes de alimentación, entre otros) e instalando el software operacional en los computadores, siguiendo las indicaciones del Manual de Mantenimiento de la aeronave, para restaurar la funcionalidad de los equipos.

CR2.1 Los equipos y elementos eléctricos que constituyen los sistemas de generación y transformación de energía eléctrica, alternadores, rectificadores, inversores, baterías, contactores, computadores de control y gestión de AC/DC, cuadros de mando, control y protección, se diagnostican, comprobando con los equipos de prueba (voltímetro, óhmetro osciloscopio, frecuencímetros, entre otros), ajustando o sustituyendo las piezas dañadas por unas nuevas, para su puesta en servicio.

CR2.2 Los equipos y elementos de sistemas de comunicaciones, navegación y vuelo automático de las aeronaves, transmisores y receptores de comunicaciones (UHF, VHF, HF), micrófonos, equipos y estaciones de navegación (VOR, ILS, ADF, MLS), sistemas de radar (meteorológico, radioaltímetro, de posición, secundario, de guiado), antenas, acopladores, guías de onda, líneas de transmisión, sistemas de navegación por satélite, ATC transponder, plataformas inerciales, acelerómetros, sistemas telefónicos e interfonos, sistemas de multiplexado de señales, convertidores analógicos-digitales, transductores de señales mecánicas a electrónicas, se mantienen, utilizando los equipos de comprobación (polímetro, osciloscopio, fuentes de alimentación, entre otros), sustituyendo las piezas dañadas por unas nuevas, adaptándolos a los nuevos requerimientos operativos.

CR2.3 Los equipos y elementos del sistema de instrumentos, indicadores electromecánicos y electrónicos, pantallas de cristal líquido, LED, registradores de datos digitales y analógicos se mantienen/reparan, utilizando los equipos de comprobación (polímetro, osciloscopio, fuentes de alimentación, entre otros), sustituyendo las piezas dañadas por unas nuevas, adaptándolos a los nuevos requerimientos operativos.

RP3: Realizar el mantenimiento y reparación de los equipos y elementos eléctricos y electrónicos de los sistemas mecánicos, comprobando su operatividad, realizando test operacionales y auto test, utilizando equipos de comprobación (polímetro, osciloscopio, fuentes de alimentación, entre otros), instalando el software operacional en los computadores, siguiendo las indicaciones de los manuales de mantenimiento, restaurando la funcionalidad del sistema.

CR3.1 Los componentes de los sistemas mecánicos (agujas de altímetro, velocímetro, barómetro, entre otros) se mantienen/reparan, cambiando las piezas deterioradas

por unas nuevas, siguiendo el plan de mantenimiento, dando respuesta a las averías detectadas y a las necesidades de actualización, restaurando los sistemas afectados.

CR3.2 Los equipos y elementos de sistemas de aire acondicionado y presurización, luces exteriores, protección contra el hielo y la lluvia, protección contra incendios, oxígeno y agua y residuos, se verifican visualmente comprobando la operatividad del elemento, reparando las partes deterioradas o sustituyendo las piezas dañadas por unas nuevas, renovando el conjunto.

CR3.3 Los equipos electrónicos de control y los componentes periféricos del motor y Auxiliary Power Uni (APU), Electronic Control Box (ECB), Full Authority Digital Engine Control (FADEC), Engine Interface Unit (EIU), Vibratory Monitoring Unit (VMU), Electronic Control Unit (ECU), instrumentos de indicación, alimentación de combustible, sensores de presión, temperatura, flujo, transmisores de nivel, actuadores eléctricos, captadores de vibración, detectores de fuego y sus elementos de extinción, equipos y elementos de sistemas de combustible, hidráulico, neumático, y tren de aterrizaje se verifican:

- Realizando bite test o pruebas operacionales que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos.

- Actualizando su software operacional en cada caso.

- Comprobando con los equipos de prueba y medida (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros) los sensores/ actuadores midiendo resistencia, intensidad, tensión, frecuencia y cotejando los datos con los recogidos en el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

- Ajustando, sustituyendo o modificando los elementos que no cumplen los parámetros técnicos, para recuperar su funcionalidad operacional.

CR3.4 Los computadores y dispositivos de entrada y/o salida se verifican visualmente, diagnosticando los fallos del componente, realizando tests operacionales y auto test, utilizando equipos de comprobación (polímetro, osciloscopio, fuentes de alimentación, entre otros), ajustando o sustituyendo las piezas dañadas por unas nuevas.

CR3.5 Los medios, equipos, utillajes específicos, bancos de prueba de los sistemas mecánicos, dispositivos de indicación (temperatura, presión, humedad, intensidad lumínica, intensidad sonora, vibración, resistencia), dispositivos de mando (regulación y control), dispositivos de medidas eléctricas (intensidad, voltaje, resistencia, capacidad), dispositivos electromagnéticos, circuitos de protección de instalaciones eléctricas (cableados, conectores, centros de distribución), bancos de presión hidráulicos, bancos de aire a alta presión, entre otros, se verifican, utilizando equipos de prueba (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, polímetros, manómetros de presión, entre otros), diagnosticando averías, ajustando y sustituyendo los elementos necesarios por unos nuevos, interpretando planos y esquemas eléctricos según indicaciones del manual de mantenimiento del fabricante y documentos de trabajo.

CR3.6 El certificado de aptitud para el servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de la aeronave se rellena tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales

del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

**Contexto profesional:****Medios de producción:**

Componentes de los sistemas aviónicos (pantallas, displays, relojes, entre otros), computadores y dispositivos de entrada y/o salida bancos de prueba y equipos de comprobación de los equipos y elementos eléctricos y electrónicos de los sistemas aviónicos, dispositivos de indicación (temperatura, presión, humedad, intensidad lumínica, intensidad sonora, vibración, resistencia), dispositivos de mando (regulación y control), dispositivos de medidas eléctricas (intensidad, voltaje, resistencia, capacidad), dispositivos electromagnéticos, circuitos de protección de instalaciones eléctricas (cableados, conectores, centros de distribución), equipos y elementos eléctricos que constituyen los sistemas de generación y transformación de energía eléctrica, alternadores, rectificadores, inversores, baterías, contactores, computadores de control y gestión de AC/DC, cuadros de mando, control y protección, equipos y elementos de sistemas de comunicaciones, navegación y vuelo automático de las aeronaves, transmisores y receptores de comunicaciones (UHF, VHF, HF), micrófonos, equipos y estaciones de navegación (VOR, ILS, ADF, MLS), sistemas de radar (meteorológico, radioaltímetro, de posición, secundario, de guiado), antenas, acopladores, guías de onda, líneas de transmisión, sistemas de navegación por satélite, ATC transponder, plataformas inerciales, acelerómetros, sistemas telefónicos e interfonos, sistemas de multiplexado de señales, convertidores analógicos-digitales, transductores de señales mecánicas a electrónicas, equipos y elementos del sistema de instrumentos, indicadores electromecánicos y electrónicos, pantallas de cristal líquido, LED, registradores de datos digitales y analógicos, componentes de los sistemas mecánicos (agujas de altímetro, velocímetro, barómetro, entre otros), equipos y elementos de sistemas de aire acondicionado y presurización, luces exteriores, protección contra el hielo y la lluvia, protección contra incendios, oxígeno y agua y residuos, equipos electrónicos de control y los componentes periféricos del motor y APU, ECB, FADEC (EIU, VMU, ECU), instrumentos de indicación, alimentación de combustible, sensores de presión, temperatura, flujo, transmisores de nivel, actuadores eléctricos, captadores de vibración, detectores de fuego y sus elementos de extinción, equipos y elementos de sistemas de combustible, hidráulico, neumático, y tren de aterrizaje, medios, equipos, utillajes específicos, bancos de prueba de los sistemas mecánicos.

**Productos y resultados:**

Mantenimiento y reparación de los componentes, computadores, dispositivos de entrada y/o salida, bancos de prueba y equipos de comprobación efectuado. Mantenimiento y reparación de los equipos, elementos eléctricos que constituyen los sistemas de generación y transformación de energía eléctrica, elementos de sistemas de comunicaciones, navegación y vuelo automático de las aeronaves efectuado. Mantenimiento y reparación de los equipos y elementos eléctricos y electrónicos de los sistemas mecánicos efectuado.

**Información utilizada o generada:**

Manual de Mantenimiento de la Aeronave. Documentación técnica de la aeronave (Wiring Diagram Manual, Schematic Diagram Manual, Trouble Shooting Manual). Documentación técnica de los componentes. Parte de Vuelo (Technical Log Book). Normativa aplicable

ordenada por la entidad reguladora para la instalación de los componentes nuevos en la aeronave, órdenes de trabajo, esquemas, planos. Manuales técnicos de operación de equipos de pruebas. Normas y procedimientos de trabajo o de reparación. Tablas de equivalencias de materiales o componentes. Normas de calidad específicas del fabricante. Reglamentos aeronáuticos. Procedimientos aeroportuarios. Documentos oficiales de control. Sistemas informáticos para información de averías, de procedimientos o de programación y actuación. Documentos y procedimientos relacionados con los sistemas de calidad ordenada por la entidad reguladora. Normativa aplicable referente a la seguridad, prevención de riesgos laborales y gestión medioambiental. Diccionario de inglés técnico aeronáutico. Normativa de Seguridad en Plataforma (NSP).

## **UNIDAD DE COMPETENCIA 5: INSTALAR COMPONENTES Y ELEMENTOS DE LA AERONAVE EN LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN Y ENSAMBLAJE DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS, ELECTRÓNICOS Y DE AVIÓNICA**

**Nivel: 3**

**Código: UC2545\_3**

### **Realizaciones profesionales y criterios de realización:**

RP1: Efectuar la instalación y verificación en los procesos de fabricación, de los elementos que componen los sistemas aviónicos de navegación, vuelo automático, comunicaciones, instrumentación y generación eléctrica, siguiendo los boletines de ingeniería y ejecutando las instrucciones de los documentos de trabajo, para obtener la capacidad operacional de los sistemas implementados.

CR1.1 Los equipos y componentes encargados de la navegación Very High Frequency Omnidirectional Range (VOR), Instrument Landing System (ILS), Microwave Landing System (MLS), Automatic Direction Finding (ADF), Distance Measuring Equipment (DME), radar meteorológico Weather Radar System (WXR), transpondedor Air Traffic Control (ATC), Radio Altimeter (RA), antenas y guías de onda, sistemas de gestión y guiado de vuelo automático Flight Management System (FMS), sistemas de posicionamiento por satélite Global Navigation Satellite System (GNSS), Global Positioning System (GPS), Global Navigation Satellite System (GLONAS), Europe's Global Navigation Satellite System (GALILEO), datos de aire (sondas de pitot y estática), Angle Of Attack (AOA), Total Air Temperature (TAT), Central Air Data Computer (CADC), plataformas inerciales y acelerómetros Inertial Reference System (IRS), sistema de comunicaciones, transmisores y receptores (Ultra High Frequency (UHF), Very High Frequency (VHF), High Frequency (HF), Satellite Communications (SATCOM), antenas, acopladores, paneles de control, así como todos sus componentes periféricos, de gestión, control y operación de los mandos de vuelo, computadores y periféricos, FLY BY WIRE, elementos de actuación, así como los computadores y redes de datos del sistema de aviónica modular integrado Integrated Modular Avionics (IMA), de instrumentación de la aeronave, transductores de presión, temperatura, revoluciones, posición y velocidad, entre otras, instrumentos giroscópicos y electromecánicos, instrumentos digitales, Electronic Flight Instrument System (EFIS), cristal líquido, Light Emitting Diode (LED), sistema de iluminación de cabina de vuelo, Cockpit Voice Recorder (CVR), Digital Flight Data Recorder (DFDR), Digital Aids Recorders (DAR), así como los sistemas centralizados de mantenimiento, Central Management System (CMS), Centralized Fault Display System (CFDS) de la generación y distribución de la potencia eléctrica, generadores y Generator Control Unit (GCU'S), inversores estáticos, dinamos, baterías y sus dispositivos de carga,

transformadores rectificadores, elementos de distribución, contactores, Remote Control Circuit Breakers (RCCB), relés y disyuntores, así como la red de distribución eléctrica, encargados de la comunicación se ponen en funcionamiento:

- Instalándolos durante el proceso de fabricación.
- Realizando bite test y pruebas operacionales que puedan requerir equipos o bancos de prueba externos.
- Ajustando o sustituyendo los elementos que no cumplan los requerimientos técnicos.
- Asegurando la capacidad funcional esperada.
- Verificando la operatividad de los sistemas implementados.
- Instalando las redes de cableado eléctrico, distribución de alimentación, buses de transmisión/recepción de datos, cables coaxiales, fibra óptica, entre otras, computadores y dispositivos de entrada y/o salida.

CR1.2 Los elementos eléctricos y electrónicos se verifican en los procesos de fabricación, usando equipos de prueba y medida (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), realizando bite test o pruebas operacionales que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos, sustituyendo los elementos que no cumplan los requerimientos técnicos.

CR1.3 Los bancos de prueba y equipos de comprobación de los sistemas eléctricos y electrónicos de motor, dispositivos de indicación (temperatura, presión, humedad, intensidad lumínica, intensidad sonora, vibración, resistencia), dispositivos de mando (regulación y control), dispositivos de medidas eléctricas (intensidad, voltaje, resistencia, capacidad), dispositivos electromagnéticos, circuitos de protección de instalaciones eléctricas (cableados, conectores, centros de distribución), entre otros, se verifican, usando equipos de prueba (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), diagnosticando averías, interpretando planos y esquemas eléctricos.

RP2: Efectuar la instalación y verificación en los procesos de fabricación de los elementos que componen los sistemas eléctricos de mandos de vuelo, potencia hidráulica, tren de aterrizaje, célula, neumáticos, combustible, oxígeno, agua potable y residual, protección contra el hielo/lluvia y luces en la aeronave, siguiendo los boletines de ingeniería y ejecutando las instrucciones de los documentos de trabajo, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales que pueden requerir simulaciones complejas o el uso de bancos de prueba externos, ajustando o sustituyendo los elementos que no cumplan los requerimientos técnicos por otros operativos, comprobando la funcionalidad de los sistemas implementados, dando respuesta a las dificultades detectadas durante la realización de los trabajos e instalando el software operacional en los computadores, siguiendo las instrucciones de trabajo y los manuales asociados, para obtener la capacidad operacional de los sistemas implementados.

CR2.1 Los equipos de control y componentes periféricos de los sistemas de aire acondicionado y presurización, luces exteriores, protección contra el hielo y la lluvia, protección contra incendios, oxígeno y agua y residuos, de los sistemas de combustible, hidráulico, neumático y tren de aterrizaje, las instalaciones eléctricas

y los componentes del sistema de combustible, sensores de temperatura, sondas de cantidad, densitómetros, compensadores de nivel, concentradores de datos, computadores de gestión, panel de repostado, instrumentos de indicación y sus instalaciones eléctricas, los computadores y dispositivos de entrada y/o salida, las redes de cableado eléctrico, distribución de alimentación, buses de transmisión/recepción de datos, cables coaxiales, fibra óptica, entre otras, se instalan en la aeronave durante el proceso de fabricación, asegurando las funciones encomendadas a los sistemas.

CR2.2 Las redes de cableado eléctrico, distribución de alimentación, buses de transmisión/recepción de datos, cables coaxiales, fibra óptica, entre otras instaladas, se verifican con los equipos de prueba (polímetro, megóhmetro, milióhmetro, espectrómetros, analizadores ópticos y digitales, bancos/equipos de comprobación externos, entre otros), comprobando los datos ofrecidos (resistencia, tensión, intensidad, luminosidad, frecuencia, entre otros), y siguiendo los procedimientos EWIS, reparando las líneas que no superen las pruebas.

CR2.3 Las averías detectadas se verifican con los equipos de comprobación (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), aplicando las técnicas adecuadas para medir los distintos parámetros de funcionamiento (líneas digitales, tensión, intensidad, resistencia, frecuencia y estados lógicos, entre otros), buscando las causas que producen los desajustes, determinando el proceso de reparación indicado en los manuales de mantenimiento del fabricante de motor.

CR2.4 Los bancos de prueba y equipos de comprobación de los sistemas eléctricos y electrónicos, dispositivos de indicación (temperatura, presión, humedad, intensidad lumínica, intensidad sonora, vibración, resistencia), dispositivos de mando (regulación y control), dispositivos de medidas eléctricas (intensidad, voltaje, resistencia, capacidad), dispositivos electromagnéticos, circuitos de protección de instalaciones eléctricas (cableados, conectores, centros de distribución) usados en los procesos de fabricación, se verifican, usando equipos de prueba (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, polímetros, entre otros), diagnosticando averías, interpretando planos y esquemas eléctricos, ajustando o sustituyendo los elementos necesarios por unos nuevos, para su operatividad durante su uso en las pruebas realizadas a la aeronave.

RP3: Efectuar la instalación y verificación en los procesos de fabricación de aeronaves, de los sistemas eléctricos y electrónicos de control e indicación de la planta de potencia, siguiendo los boletines de ingeniería y ejecutando las instrucciones de los documentos de trabajo, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales que pueden requerir simulaciones complejas o el uso de bancos de prueba externos, ajustando o sustituyendo los elementos que no cumplan los requerimientos técnicos por otros operativos, comprobando la funcionalidad de los sistemas implementados, dando respuesta a las dificultades detectadas durante la realización de los trabajos e instalando el software operacional en los computadores, siguiendo las instrucciones de trabajo y los manuales asociados, para asegurar el rendimiento del conjunto motor.

CR3.1 Los componentes eléctricos y electrónicos de la planta de potencia, los equipos electrónicos de control y los componentes periféricos del motor Full Authority Digital Engine Control (FADEC), Engine Interface Unit (EIU), Vibratory Monitoring Unit (VMU), Electronic Control Unit (ECU), instrumentos de indicación, alimentación de combustible, sensores de presión, temperatura, flujo, transmisores de nivel, actuadores eléctricos, captadores de vibración, detectores de fuego y sus elementos

de extinción, los componentes y accesorios de motor, bombas y líneas de presión/recuperación de aceite, hidráulico y combustible, módulos de control de encendido y bujías, intercambiadores de calor, generadores eléctricos y Constant Speed Drive (CSD'S), Integrated Drive Generator (IDG'S) o dinamos, líneas de alimentación de combustible, fuel control, Fuel Control Unit (FCU), válvulas y actuadores, líneas de sangrado de aire de motor, sensores y detectores, entre otros, las redes de cableado eléctrico y de buses de transmisión/recepción de datos del motor, interpretando planos y esquemas eléctricos específicos, se instalan/montan en la aeronave durante el proceso de fabricación, asegurando las funciones encomendadas a los sistemas.

CR3.2 Las redes de cableado eléctrico y de buses de transmisión/recepción de datos del motor instaladas, se verifican con los equipos de prueba (voltímetro, amperímetro, óhmetro, espectrómetros, analizadores digitales entre otros), asegurando la funcionalidad de los sistemas.

CR3.3 Las averías detectadas se verifican con los equipos de comprobación (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), aplicando las técnicas adecuadas para medir los distintos parámetros de funcionamiento (líneas digitales, tensión, intensidad, resistencia, frecuencia y estados lógicos, entre otros), buscando las causas que producen los desajustes, determinando el proceso de reparación indicado.

CR3.4 Los bancos de prueba y equipos de comprobación de los sistemas eléctricos y electrónicos de motor, dispositivos de indicación (temperatura, presión, humedad, intensidad lumínica, intensidad sonora, vibración, resistencia), dispositivos de mando (regulación y control), dispositivos de medidas eléctricas (intensidad, voltaje, resistencia, capacidad), dispositivos electromagnéticos, circuitos de protección de instalaciones eléctricas (cableados, conectores, centros de distribución), entre otros, se verifican, usando equipos de prueba (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), diagnosticando averías, interpretando planos y esquemas eléctricos.

CR3.5 El certificado de aptitud para el servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de la aeronave se rellena tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

### **Contexto profesional:**

### **Medios de producción:**

Equipos y componentes encargados de la navegación (VOR, ILS, MLS, ADF, DME), radar meteorológico (WXR), transpondedor (ATC), radioaltímetro (RA), antenas y guías de onda, sistemas de gestión y guiado de vuelo automático (FMS), sistemas de posicionamiento por satélite GNSS (GPS, GLONAS, GALILEO), datos de aire (sondas de pitot y estática, AOA, TAT, CADC), giróscopos laser, sistema de comunicaciones, transmisores y receptores (UHF, VHF, HF, SATCOM), antenas, acopladores, paneles de control, así como todos sus componentes periféricos, de gestión, control y operación

de los mandos de vuelo, computadores y periféricos, FLY BY WIRE, elementos de actuación, así como los computadores y redes de datos del sistema de aviónica modular integrado IMA, de instrumentación de la aeronave, transductores de presión, temperatura, revoluciones, posición y velocidad, entre otras, instrumentos giroscópicos y electromecánicos, instrumentos digitales, EFIS, pantallas de cristal líquido, LED, sistema de iluminación de cabina de vuelo, CVR, DFDR, DAR, así como los sistemas centralizados de mantenimiento, CMS, CFDS de la generación y distribución de la potencia eléctrica, generadores y GCU'S, inversores estáticos, dinamos, baterías y sus dispositivos de carga, transformadores rectificadores, elementos de distribución, contactores, RCCB, relés y disyuntores, red de distribución eléctrica, elementos eléctricos y electrónicos, equipos de control y componentes periféricos de los sistemas de aire acondicionado y presurización, luces exteriores, protección contra el hielo y la lluvia, protección contra incendios, oxígeno y agua y residuos, de los sistemas de combustible, hidráulico, neumático y tren de aterrizaje, las instalaciones eléctricas y los componentes del sistema de combustible, sensores de temperatura, sondas de cantidad, densitómetros, compensadores de nivel, concentradores de datos, computadores de gestión, panel de repostado, instrumentos de indicación y sus instalaciones eléctricas, los computadores y dispositivos de entrada y/o salida, las redes de cableado eléctrico, distribución de alimentación, buses de transmisión/recepción de datos, cables coaxiales, fibra óptica osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, bancos de prueba y equipos de comprobación.

#### **Productos y resultados:**

Instalación y verificación en los procesos de fabricación, de los elementos que componen los sistemas aviónicos de navegación, vuelo automático, comunicaciones, instrumentación y generación eléctrica efectuado. Instalación y verificación en los procesos de fabricación de los elementos que componen los sistemas eléctricos de mandos de vuelo, potencia hidráulica, tren de aterrizaje, célula, neumáticos, combustible, oxígeno, agua potable y residual, protección contra el hielo/lluvia y luces en la aeronave efectuado. Instalación y verificación en los procesos de fabricación de aeronaves, de los sistemas eléctricos y electrónicos de control e indicación de la planta de potencia, siguiendo los boletines de ingeniería y ejecutando las instrucciones de los documentos de trabajo efectuado.

#### **Información utilizada o generada:**

Manual de Mantenimiento de la Aeronave. Documentación técnica de la aeronave (Wiring Diagram Manual, Schematic Diagram Manual, Trouble Shooting Manual). Documentación técnica de los componentes. Parte de Vuelo (Technical Log Book). Normativa aplicable ordenada por la entidad reguladora para la instalación de los componentes nuevos en la aeronave, órdenes de trabajo, esquemas, planos. Manuales técnicos de operación de equipos de pruebas. Normas y procedimientos de trabajo o de reparación. Tablas de equivalencias de materiales o componentes. Normas de calidad específicas del fabricante. Reglamentos aeronáuticos. Procedimientos aeroportuarios. Documentos oficiales de control. Sistemas informáticos para información de averías, de procedimientos o de programación y actuación. Documentos y procedimientos relacionados con los sistemas de calidad ordenada por la entidad reguladora. Normativa aplicable referente a la seguridad, prevención de riesgos laborales y gestión medioambiental. Diccionario de inglés técnico aeronáutico. Normativa de Seguridad en Plataforma (NSP).

#### **UNIDAD DE COMPETENCIA 6: MANTENER LOS EQUIPOS Y LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS, ELECTRÓNICAS Y AVIÓNICAS DE LOS SIMULADORES DE VUELO**

**Nivel: 3**

**Código: UC2546\_3**

**Realizaciones profesionales y criterios de realización:**

RP1: Efectuar el mantenimiento y reparación de las instalaciones, elementos eléctricos y computadores electrónicos en los simuladores de vuelo Flight Simulator (FS), dispositivos de entrenamiento de vuelo (Flight Training Device (FTD) o Flight Simulation Training Devices (FSTD)), dispositivos de formación a la aviación Aviation Training Devices (ATD) y simuladores de vuelo completo Full Flight Simulators (FFS), diagnosticando averías, aplicando las instrucciones de trabajo recogidas en el Manual Técnico del simulador, siguiendo el plan de renovación periódica de los sistemas, utilizando los software de análisis y los documentos de trabajo asociados, dando respuesta a las averías detectadas, para obtener el resultado operacional requerido.

CR1.1 El mantenimiento y reparación de los simuladores de vuelo (FS), dispositivos de entrenamiento de vuelo (FTD o FSTD), dispositivos de formación a la aviación (ATD) y simuladores de vuelo completo (FFS) se realiza, utilizando equipos de comprobación (polímetro, osciloscopio, analizadores digitales, entre otros), realizando pruebas operacionales y auto test, instalando el software operacional en los computadores, y reparando o reemplazando los elementos defectuosos por otros operativos, para recuperar sus capacidades operativas.

CR1.2 Los elementos y computadores encargados de la simulación de navegación (Very High Frequency Omnidirectional Range (VOR), Instrument Landing System (ILS), Microwave Landing System (MLS), Automatic Direction Finding (ADF), Distance Measuring Equipment (DME), radar meteorológico Weather Radar System (WXR), Radio Altimeter (RA), sistemas de guiado de vuelo automático Flight Management System (FMS), sistemas de posicionamiento por satélite Global Navigation Satellite System (GNSS), Global Positioning System (GPS), Global Navigation Satellite System (GLONAS), Europe's Global Navigation Satellite System (GALILEO), señales de datos de aire, simulación de posición Inertial Reference System (IRS) se verifican, utilizando equipos de comprobación (polímetro, osciloscopio, analizadores digitales, entre otros), realizando auto test o pruebas operacionales que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos, ajustando, reparando o reemplazando los elementos defectuosos por otros operativos, para recuperar la funcionalidad en la simulación.

CR1.3 Los equipos y componentes encargados de la simulación y presentación de los instrumentos principales y secundarios del Cockpit, transductores de presión, temperatura, revoluciones, posición y velocidad, instrumentos giroscópicos y electromecánicos, instrumentos digitales, Electronic Flight Instrument System (EFIS), proyectores de vídeo, cristal líquido y Light Emitting Diode (LED), así como el sistema de iluminación del Cockpit, se verifican, utilizando equipos de comprobación (polímetro, osciloscopio, analizadores digitales, entre otros), realizando auto test o pruebas operacionales que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos, ajustando, reparando o reemplazando los elementos defectuosos por otros nuevos, según indicaciones de los Manuales Técnicos de Mantenimiento.

CR1.4 Los equipos y componentes encargados de la simulación del transpondedor y seguimiento del vuelo Air Traffic Control (ATC) se verifican, utilizando equipos de comprobación (polímetro, osciloscopio, analizadores digitales, entre otros), realizando auto test o pruebas operacionales que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos, ajustando, reparando o reemplazando los elementos defectuosos por otros

operativos, según indicaciones de los Manuales Técnicos de Mantenimiento, para recuperar la funcionalidad operacional en la simulación.

CR1.5 Los elementos encargados de la simulación de los sistemas generales de la aeronave, aire acondicionado y presurización, luces exteriores, protección contra el hielo y la lluvia, protección contra incendios, agua y residuos y oxígeno, combustible, potencia hidráulica, neumático, tren de aterrizaje, así como la simulación de la operación de motor, se verifican, utilizando equipos de comprobación (polímetro, osciloscopio, analizadores digitales, entre otros), realizando auto test o pruebas operacionales que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos, ajustando, reparando o reemplazando los elementos defectuosos por otros operativos, según indicaciones de los Manuales Técnicos de Mantenimiento, para recuperar la funcionalidad operacional en la simulación.

CR1.6 Los elementos y computadores encargados de la transmisión y recepción de comunicaciones en los simuladores de vuelo Ultra High Frequency (UHF), Very High Frequency (VHF), High Frequency (HF), Satellite Communications (SATCOM)), o la simulación de las mismas, paneles de control y sus componentes periféricos, computadores y dispositivos de entrada y/o salida, se verifican realizando bite test o pruebas operacionales que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos, ajustando, reparando o reemplazando los elementos defectuosos por otros operativos, según indicaciones de los Manuales Técnicos de Mantenimiento, para una correcta transmisión/recepción de voz y datos.

RP2: Efectuar el mantenimiento y reparación de las redes de cableado eléctrico, distribución de alimentación, computadores y dispositivos de entrada y/o salida, elementos eléctricos y electrónicos, diagnosticando averías, aplicando las instrucciones de trabajo recogidas en el Manual Técnico del simulador, siguiendo el plan de renovación periódica de los sistemas, utilizando los software de análisis y los documentos de trabajo asociados, dando respuesta a las averías detectadas, para obtener el resultado operacional requerido.

CR2.1 Las redes de cableado eléctrico, distribución de alimentación, transmisión/recepción de datos analógicos, señales discretas, transmisión/recepción de datos, líneas coaxiales, redes ethernet y fibra óptica, entre otras, se verifican con los equipos de prueba y medida (polímetro, megóhmetro, milióhmetro, espectrómetros, analizadores ópticos y digitales, bancos/equipos de comprobación externos, entre otros), siguiendo los procedimientos recogidos en el Manual de Mantenimiento, reparando las líneas que no superen las pruebas realizadas, o siendo modificadas de acuerdo a los boletines de trabajo editados, interpretando planos y esquemas eléctricos para adaptar las redes de cableado a las nuevas funciones incorporadas.

CR2.2 El mantenimiento y reparación de los computadores y dispositivos de entrada y/o salida encargados de la gestión y control del simulador se realiza diagnosticando fallos en los componentes, realizando test operacionales y auto test, utilizando equipos de comprobación (polímetro, osciloscopio, fuentes de alimentación, entre otros), actualizando sus funciones modificando el software operacional por medio de dispositivos de entrada de datos, adaptándolos a los nuevos requerimientos operativos, y dependiendo de los daños encontrados, son desechados o reparados, sustituyendo las piezas dañadas por unas nuevas según indicaciones de los Manuales Técnicos de Mantenimiento, adaptándolos a los nuevos requerimientos operativos.

CR2.3 El diagnóstico y análisis de averías de los elementos eléctricos y electrónicos se realiza, usando equipos de prueba y medida (osciloscopios frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), siguiendo las instrucciones de los Manuales de Mantenimiento, reemplazando los elementos defectuosos, restaurando la operatividad en la simulación de los sistemas afectados.

RP3: Efectuar el mantenimiento y reparación de los elementos encargados del movimiento en los dispositivos de entrenamiento de vuelo (FTD o FSTD), dispositivos de formación a la aviación (ATD) y simuladores de vuelo completo (FFS), diagnosticando averías, realizando pruebas operacionales y auto test, instalando el software operacional en los computadores y reparando o reemplazando los elementos defectuosos por otros operativos según indicaciones de los manuales de mantenimiento del fabricante, para recuperar sus capacidades operativas.

CR3.1 El mantenimiento y reparación de los dispositivos de entrenamiento de vuelo (FTD o FSTD), dispositivos de formación en aviación (ATD) y simuladores de vuelo completos (FFS) se realiza siguiendo el plan de mantenimiento, verificando con los equipos de comprobación (polímetro, analizadores digitales y manómetros de presión, entre otros), ejecutando auto test o pruebas operacionales que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos, aplicando las instrucciones establecidas, dando respuesta a las averías detectadas.

CR3.2 Los elementos encargados del movimiento del simulador de vuelo, actuadores hidráulicos y/o neumáticos, válvulas de control y transmisores de presión, entre otros, se verifican, utilizando equipos de comprobación (polímetro, analizadores digitales y manómetros de presión, entre otros), realizando auto test o pruebas operacionales que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos, restaurando los elementos defectuosos por otros operativos o ajustando en cada caso, para recuperar la operatividad del control del movimiento en la simulación.

CR3.3 El mantenimiento y reparación de los computadores y dispositivos de entrada y/o salida encargados de la gestión y control del simulador se realiza diagnosticando los fallos del componente, realizando test operacionales y auto test, utilizando equipos de comprobación (polímetro, osciloscopio, fuentes de alimentación, entre otros), actualizando sus funciones, modificando el software operacional por medio de dispositivos de entrada de datos, para adaptarlos a los nuevos requerimientos, restaurando los elementos defectuosos por otros operativos o ajustando en cada caso, adaptándolos a los nuevos requerimientos operativos.

CR3.4 El certificado de aptitud para el servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de la aeronave se rellena tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

**Contexto profesional:****Medios de producción:**

Simuladores de vuelo (FS), dispositivos de entrenamiento de vuelo (FTD o FSTD), dispositivos de formación a la aviación (ATD) y simuladores de vuelo completo (FFS), redes de cableado eléctrico, distribución de alimentación, computadores y dispositivos de entrada y/o salida, elementos eléctricos y electrónicos, elementos encargados del movimiento en los dispositivos de entrenamiento.

**Productos y resultados:**

Mantenimiento y reparación de las instalaciones, elementos eléctricos y computadores electrónicos en los simuladores de vuelo (FS), dispositivos de entrenamiento de vuelo (FTD o FSTD), dispositivos de formación a la aviación (ATD) y simuladores de vuelo completo (FFS) efectuados. Mantenimiento y reparación de las redes de cableado eléctrico, distribución de alimentación, computadores y dispositivos de entrada y/o salida, elementos eléctricos y electrónicos efectuados. Mantenimiento y reparación de los elementos encargados del movimiento en los dispositivos de entrenamiento de vuelo (FTD o FSTD), dispositivos de formación a la aviación (ATD) y simuladores de vuelo completo (FFS) efectuados.

**Información utilizada o generada:**

Manual de Mantenimiento del simulador. Documentación técnica del simulador (Wiring Diagram Manual y Schematic Diagram Manual). Documentación técnica de los componentes, órdenes de trabajo, esquemas, planos. Manuales técnicos de operación de equipos de pruebas. Normas y procedimientos de trabajo o de reparación. Tablas de equivalencias de materiales o componentes. Normas de calidad específicas del fabricante. Reglamentos aeronáuticos. Sistemas informáticos para información de averías, de procedimientos o de programación y actuación. Normativa aplicable referente a la seguridad, prevención de riesgos laborales y gestión medioambiental. Diccionario de inglés técnico aeronáutico.

**MÓDULO FORMATIVO 1: MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES Y LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS, ELECTRÓNICOS Y AVIÓNICOS DE LA AERONAVE EN EL HANGAR****Nivel: 3****Código: MF2541\_3****Asociado a la UC: Mantener las instalaciones y los sistemas eléctricos, electrónicos y aviónicos de la aeronave en el hangar****Duración: 450 horas****Capacidades y criterios de evaluación:**

C1: Aplicar técnicas de mantenimiento y reparación de los sistemas aviónicos de navegación y vuelo automático, comunicaciones e información, instrumentación y generación eléctrica en las aeronaves a partir del diagnóstico de sus elementos, interpretando el manual de mantenimiento de la aeronave.

*CE1.1 Describir el proceso de trabajo indicado en el manual de mantenimiento de la aeronave en función de la tipología del trabajo, avería y reparación diagnosticada.*

*CE1.2 Explicar el funcionamiento de los equipos y componentes encargados de la navegación y pruebas de funcionamiento de la aeronave, restaurando los sistemas.*

*CE1.3 Explicar el funcionamiento de los equipos y componentes del sistema de comunicaciones de la aeronave, pruebas bite test u operacionales con bancos de prueba externos, indicando su proceso de restauración.*

*CE1.4 Explicar el funcionamiento de los componentes electrónicos de gestión, control y operación de los mandos de vuelo, computadores y periféricos, realizando pruebas bite test u operacionales con bancos externos, indicando su proceso de restauración.*

*CE1.5 Explicar el funcionamiento de los componentes del sistema de instrumentación, realizando pruebas de funcionamiento y restaurando el sistema.*

*CE1.6 Explicar el funcionamiento de los componentes encargados de la generación y distribución de la potencia eléctrica, realizando pruebas de funcionamiento, indicando su proceso de restauración.*

*CE1.7 Interpretar el funcionamiento de los computadores y dispositivos de entrada y/o salida, indicando el proceso de actualización de sus funciones y restauración de su operatividad.*

*CE1.8 Diagnosticar averías de los elementos eléctricos y electrónicos, seleccionando los equipos de prueba y medida, analizando los datos, tomando decisiones en función a ellos e indicando el proceso para el reemplazo y restauración del sistema.*

*CE1.9 Operar con los equipos de prueba, verificando los sistemas eléctricos y electrónicos, dispositivos de indicación (temperatura, presión, humedad, intensidad lumínica, intensidad sonora, vibración, resistencia), dispositivos de mando (regulación y control), dispositivos de medidas eléctricas (intensidad, voltaje, resistencia, capacidad), dispositivos electromagnéticos, circuitos de protección de instalaciones eléctricas (cableados, conectores, centros de distribución), interpretando los datos y sacando conclusiones en relación con la reparación o el cambio.*

**C2:** Determinar el proceso de mantenimiento y reparación de los sistemas eléctricos de mandos de vuelo, potencia hidráulica, tren de aterrizaje, célula, neumático, combustible, oxígeno, aguas, protección contra el hielo/lluvia y luces en la aeronave, interpretando el manual de mantenimiento del avión y evaluando el diagnóstico de sus elementos.

*CE2.1 En un supuesto práctico de mantenimiento y reparación de los equipos de control e indicación, instalaciones eléctricas y componentes periféricos de los sistemas de aire acondicionado y presurización, luces exteriores, protección contra el hielo y la lluvia, protección contra incendios, agua, residuos, oxígeno, sistemas de combustible, hidráulico, neumático, tren de aterrizaje, sensores de temperatura, sondas de cantidad, densitómetros, compensadores de nivel, concentradores de datos, computadores de gestión, panel de repostado e instrumentos de indicación, sus instalaciones eléctricas según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave siguiendo el orden que se detalla a continuación:*

*- Localizar la información sobre el componente a mantener, reparar o diagnosticar obteniendo la información asociada.*

- *Seleccionar las herramientas y equipos para el mantenimiento, diagnóstico y reparación, realizando los procesos descritos.*

- *Aplicar los procesos de comprobación con los bancos de prueba, osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros, realizando bite test en cada caso, verificando el funcionamiento.*

- *Aplicar los procesos de mantenimiento, actualizando los elementos del sistema.*

- *Reparar los elementos en mal estado siguiendo el proceso descrito, reestableciendo el sistema.*

- *Cambiar los elementos en mal estado siguiendo el proceso descrito, reestableciendo el sistema.*

*CE2.2 En un supuesto práctico los componentes o elementos desmontados para su evaluación se comprueban según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave siguiendo el orden que se detalla a continuación:*

- *Obtener los parámetros de comprobación del elemento desmontado.*

- *Seleccionar las herramientas y equipos de comprobación de los dispositivos de control (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), obteniendo datos de medición en los componentes.*

- *Comprobar los datos obtenidos con los dispositivos de control y contrastarlos con los datos de referencia válidos.*

- *Desechar los componentes deteriorados cambiándolos por unos nuevos o reparándolos en cada caso.*

*CE2.3 Explicar las comprobaciones que se realizan con los computadores y dispositivos de entrada y salida de datos, actualizando sus funciones y adaptándolos a los nuevos requerimientos.*

*CE2.4 Interpretar valores para tomar decisiones de reparación o sustitución de los elementos, seleccionando los bancos de prueba y los equipos de comprobación adecuados a de los sistemas mecánicos de mandos de vuelo, potencia hidráulica, tren de aterrizaje, célula, neumático, combustible, oxígeno, aguas, protección contra el hielo/llovía y luces en la aeronave, valorando los parámetros recogidos e interpretando sus valores.*

**C3:** Aplicar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas eléctricos y electrónicos de control e indicación de los motores, realizando diagnósticos de averías, bite test y las pruebas operacionales que requieran simulaciones complejas o el uso de bancos y equipos de prueba externos, actualizando el software operacional de los computadores, reemplazando los elementos defectuosos, y usando la documentación técnica.

*CE3.1 En un supuesto práctico de mantenimiento y reparación de la planta de potencia, los equipos electrónicos de control y los componentes periféricos del motor, Full Authority Digital Engine Control (FADEC), Engine Interface Unit (EIU), Vibratory Monitoring Unit (VMU), Electronic Control Unit (ECU), instrumentos de indicación,*

*alimentación de combustible, sensores de presión, temperatura, flujo, transmisores de nivel, actuadores eléctricos, captadores de vibración, detectores de fuego y sus elementos de extinción, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, se procede a:*

*- Localizar en Manual de Mantenimiento de la Aeronave la información sobre el componente a mantener, reparar o diagnosticar obteniendo la información asociada.*

*- Seleccionar las herramientas y equipos para el mantenimiento, diagnóstico y reparación, realizando la acción correctiva del componente.*

*- Aplicar los procesos de comprobación, realizar bite test o las pruebas operacionales complejas, utilizando con los equipos o bancos de prueba externos a los componentes determinados.*

*- Aplicar los procesos de sustitución de los elementos en mal estado siguiendo los protocolos de trabajo de los elementos del sistema.*

*CE3.2 En un supuesto práctico de desmontaje de los componentes o elementos desmontados, comprobando su funcionamiento siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave:*

*- Obtener los parámetros de comprobación del elemento desmontado.*

*- Seleccionar las herramientas y equipos de comprobación de los dispositivos de control (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), obteniendo datos de medición en los componentes.*

*- Comprobar los datos obtenidos con los dispositivos de control y contrastarlos con los de referencia válidos.*

*- Desechar los componentes deteriorados cambiándolos por unos nuevos o reparándolos en cada caso.*

*CE3.3 Comprobar las redes de cableado eléctrico y buses de transmisión/recepción de datos con los equipos de prueba (voltímetro, amperímetro, óhmetro, espectrofotómetros, analizadores digitales, entre otros), siguiendo los procedimientos EWIS, modificando de acuerdo a los boletines de trabajo, interpretando planos, esquemas eléctricos y adaptando el cableado a las nuevas funciones incorporadas.*

*CE3.4 Comprobar los computadores y dispositivos de entrada y/o salida de motor, utilizando los equipos de comprobación y actualizando sus funciones, adaptándolos a los nuevos requerimientos.*

*CE3.5 Utilizar los bancos de prueba y los equipos de comprobación (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros) de los sistemas eléctricos y electrónicos, dispositivos de indicación (temperatura, presión, humedad, intensidad lumínica, intensidad sonora, vibración, resistencia), dispositivos de mando (regulación y control), dispositivos de medidas eléctricas (intensidad, voltaje, resistencia, capacidad), dispositivos electromagnéticos, circuitos de protección de instalaciones eléctricas (cableados, conectores, centros de*

*distribución), a partir del diagnóstico de averías e interpretación de planos, esquemas eléctricos, ajustando o sustituyendo los elementos de la aeronave en cada caso.*

*CE3.6 Cumplimentar un certificado de aptitud para un servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de una aeronave tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.*

### **Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo:**

C1 completa; C2 completa; C3 completa.

Otras capacidades:

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Demostrar resistencia al estrés, estabilidad de ánimo y control de impulsos.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

Valorar el talento y el rendimiento profesional con independencia del sexo.

Promover la igualdad de trato entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

### **Contenidos:**

#### **1. Herramientas, materiales y equipos para el mantenimiento de las instalaciones y los sistemas eléctricos, electrónicos y aviónicos**

Tipos comunes de herramientas manuales. Tipos comunes de herramientas mecánicas. Manejo y utilización de herramientas de medición de precisión. Equipos y métodos de lubricación. Funcionamiento, función y utilización de equipos de comprobaciones eléctricas generales. Materiales de aeronaves Ferrosos. Materiales de aeronaves No ferrosos. Materiales compuestos y no metálicos. Corrosión. Dispositivos de fijación. Tuberías y empalmes. Resortes. Cojinetes. Transmisiones. Cables de mando. Cables eléctricos y conectores.

## 2. Técnicas de reparación y mantenimiento en los sistemas de instrumentación navegación

Clasificación.

Atmósfera.

Terminología.

Dispositivos y sistemas de medición de la presión.

Sistemas de Pitot estático.

Alfímetros.

Variómetros.

Anemómetros.

Machmetros.

Sistemas de notificación y alerta de la altitud.

Ordenadores de datos del aire.

Sistemas neumáticos de instrumentación.

Manómetros y termómetros de lectura directa.

Sistemas de indicación de la temperatura.

Sistemas de indicación de la cantidad de combustible.

Principios giroscópicos.

Horizontes artificiales.

Indicadores de resbalamiento.

Giróscopos direccionales.

Sistemas de aviso de proximidad al suelo.

Sistemas de brújulas.

Sistemas de grabación de los datos del vuelo.

Sistemas de instrumentos electrónicos de vuelo.

Sistemas de aviso sobre instrumentación, incluidos los sistemas maestros de aviso y los paneles de aviso centralizados.

Sistemas de aviso de entrada en pérdida y sistemas de indicación del ángulo de ataque.

Medición e indicación de la vibración.

Cabina de vuelo de cristal.

Funcionamiento de los siguientes sistemas:

Radiofaro omnidireccional de muy alta frecuencia Very High Frequency Omnidirectional Range (VOR).

Radiogoniometría automática Automatic Direction Finding (ADF).

Sistema de aterrizaje por instrumentos Instrument Landing System (ILS).

Sistema de aterrizaje por microondas Microwave Landing System (MLS).

Sistemas de dirección de vuelo. Equipo radiotelemétrico Distance Measuring Equipment (DME).

Navegación de muy baja frecuencia e hiperbólica very low frequency/navigation system (VLF/Omega).

Navegación Doppler.

Radio Navigation (RNAV).

Sistemas de gestión del vuelo.

Sistema de posicionamiento global Global Positioning System (GPS), Sistemas de navegación global por satélite Global Navigation Satellite System (GNSS).

Sistema de navegación inercial.

Transpondedor de control del tráfico aéreo, radar secundario de vigilancia.

Sistema de alerta de tráfico aéreo para la prevención de colisiones Traffic alert and Collision Avoidance System (TCAS).

Radar de detección meteorológica.

Radioaltímetro.

Notificación y comunicación Aeronautical Radio Incorporated (ARINC).

### **3. Técnicas de reparación y mantenimiento de los mandos de vuelo**

Mandos principales: alerones, timón de profundidad, timón de dirección, spoiler.

Control de compensación.

Control de carga activa.

Dispositivos hipersustentadores.

Amortiguación de sustentación, frenos aerodinámicos.

Funcionamiento del sistema: manual, hidráulico, neumático.

Sensación artificial, amortiguador de guiñada, compensación de Mach, limitador del timón de dirección, bloqueo contra ráfagas.

Sistemas de protección de entrada en pérdida.

Funcionamiento del sistema: eléctrico, mando electrónico.

Descripción del sistema.

#### **4. Potencia hidráulica**

Fluidos hidráulicos.

Depósitos y acumuladores hidráulicos.

Generación de presión: eléctrica, mecánica, neumática.

Generación de presión de emergencia.

Filtros.

Regulación de presión.

Distribución de potencia.

Sistemas de indicación y aviso.

Interfaz con otros sistemas.

#### **5. Técnicas de reparación y mantenimiento de los sistemas de suministro eléctrico ATA 24 Sistema de mantenimiento y diagnóstico ATA 45 Indicaciones del motor ATA 77**

Instalación y funcionamiento de baterías.

Generación de suministro de corriente continua.

Generación de suministro de corriente alterna.

Generación de suministro de emergencia.

Regulación de la tensión.

Distribución de potencia.

Inversores, transformadores y rectificadores.

Protección de circuitos.

Energía externa/generada en tierra.

#### **6. Técnicas de reparación del tren de aterrizaje**

Estructura, amortiguación.

Sistemas de extensión y retracción: normales y de emergencia.

Indicaciones y avisos.

Ruedas, frenos, sistemas antideslizamiento y de frenado automático.

Neumáticos.

Dirección.

Dispositivo de detección de toma de tierra.

Descripción del sistema.

## **7. Sistema de combustible**

Depósitos de combustible.

Sistemas de suministro.

Vaciado, purga y drenaje.

Alimentación cruzada y transferencia.

Indicaciones y avisos.

Reabastecimiento y vaciado de combustible.

Procedimientos de reabastecimiento y vaciado de combustible.

Suministro eléctrico, hidráulico y neumático en tierra.

## **8. Técnicas de sistemas de estructuras, protección contra hielo y lluvia, luces, agua/residuos**

Sistemas de combustible de equilibrado longitudinal.

Sistemas estructurales.

Sistemas de identificación de zonas y secciones transversales. Interconexiones eléctricas. Instalaciones de protección contra rayos.

Instalación de asientos.

Puertas y salidas de emergencia.

Formación de hielo, clasificación y detección.

Sistemas antihielo: eléctricos, de aire caliente y químicos.

Sistemas de deshielo: eléctricos, de aire caliente, neumáticos y químicos.

Repelentes de lluvia. Calentamiento de sondas y drenajes. Sistemas limpiaparabrisas.

Exteriores: navegación, anticolidión, aterrizaje, rodadura, hielo.

Interiores: cabina de pasajeros, cabina de vuelo, compartimento de carga.

Emergencia.

Descripción del sistema de agua, suministro, distribución, mantenimiento y desagüe.

Descripción del sistema de aseo; limpieza y mantenimiento.

## 9. Prácticas de mantenimiento en aviónica

Precauciones de seguridad-aeronaves y talleres.

Aspectos de las prácticas laborales seguras, incluidas las precauciones que se deben tomar cuando se trabaja con electricidad, gases -especialmente el oxígeno-, aceites y productos químicos.

Formación sobre las acciones que hay que llevar a cabo en caso de incendio o de otro accidente con uno o más de estos riesgos, además de conocer los agentes extintores.

Prácticas de talleres: conservación de herramientas, control de herramientas, utilización de materiales de taller. Dimensiones, holguras y tolerancias, niveles estándar de destreza. Calibración de herramientas y equipos, estándares de calibración.

Herramientas: tipos comunes de herramientas manuales. Tipos comunes de herramientas mecánicas. Manejo y utilización de herramientas de medición de precisión. Equipos y métodos de lubricación. Funcionamiento, función y utilización de equipos de comprobaciones eléctricas generales.

## 10. Equipos de comprobación general de aviónica

Funcionamiento, función y utilización de equipos de comprobación general de aviónica.

Planos, diagramas y normas: tipos de planos y diagramas, sus símbolos, dimensiones, tolerancias y proyecciones.

Información del cajetín de un plano.

Microfilmación, microfichas y presentaciones por ordenador.

Especificación 100 de la Asociación de Transporte Aéreo de EE.UU. Air Transport Association (ATA).

Normas aeronáuticas y otras aplicables, como International Organization for Standardization (ISO), ARMY-NAVY (AN), Military Standard (MS), National Aerospace Standards (NAS) y Military (MIL): diagramas de cableado y diagramas esquemáticos.

## 11. Ajustes y tolerancias

Tamaños de brocas para pernos, clases de ajustes. Sistema común de ajustes y tolerancias. Esquema de ajustes y tolerancias para aeronaves y motores. Límites de curvatura, torsión y desgaste. Métodos estándar para comprobar ejes, cojinetes y otras piezas.

Sistemas de interconexión de cableado eléctrico (EWIS): técnicas y ensayos de continuidad, aislamiento y empalmes. Utilización de herramientas de engarzado a presión:

de funcionamiento hidráulico y manual. Comprobación de uniones engarzadas a presión. Cambio e inserción de patillas de conectores.

Cables coaxiales: precauciones de instalación y comprobación.

Identificación de tipos de cables, criterios de inspección de los mismos y tolerancia a daños.

Técnicas de protección de cables: mazos de cables y soportes de mazos, abrazaderas de cables, técnicas de protección de cables mediante cubiertas aislantes, como aislamientos termocontraíbles, apantallamiento.

Instalaciones, normas de inspección, reparación, mantenimiento y limpieza de EWIS.

Soldadura blanda: métodos de soldadura blanda: inspección de juntas de soldadura blanda.

Masa y centrado de aeronaves: cálculo de los límites del centro de gravedad y centrado: utilización de los documentos pertinentes.

Mayordomía y hangaraje de aeronaves: rodadura/remolcado de aeronaves y precauciones de seguridad pertinentes.

Izado de aeronaves, bloqueo mediante calzos, amarre y precauciones de seguridad pertinentes.

Métodos de hangaraje de aeronaves.

Procedimientos de deshielo y antihielo.

Efectos de las condiciones ambientales en la mayordomía y la operación de aeronaves.

## **12. Técnicas de desmontaje, inspección, reparación y montaje**

Tipos de defectos y técnicas de inspección visual. Eliminación de la corrosión, evaluación y nueva protección. Técnicas de inspección no destructiva, como métodos penetrantes, radiográficos, corrientes parásitas, ultrasónicos y boroscopio. Técnicas de montaje y desmontaje. Técnicas de diagnóstico de averías.

Hechos anormales: inspecciones después de la caída de un rayo y la exposición a radiaciones de alta intensidad (HIRF). Procedimientos de mantenimiento. Planificación del mantenimiento. Procedimientos de modificación. Procedimientos de almacenaje. Procedimientos de certificación y puesta en servicio. Interfaz con la operación de la aeronave. Inspección/control de calidad/aseguramiento de la calidad del mantenimiento. Procedimientos adicionales de mantenimiento. Control de elementos de vida útil limitada.

## **13. Legislación aplicada al mantenimiento al Mantenimiento de las instalaciones y los sistemas eléctricos, electrónicos y aviónicos de la aeronave en el hangar**

Marco regulado. Papel de la Organización de Aviación Civil Internacional. Papel de la Comisión Europea. Papel de la EASA. Papel de los Estados miembros y las autoridades nacionales de aviación. Personal certificador. Mantenimiento. Comprensión detallada de la Parte 66. Empresas de mantenimiento aprobadas. Comprensión detallada de la Parte 145 y de la Parte M, subparte F. Operaciones aéreas. Certificado de Operador Aéreo. Certificación de aeronaves, componentes y equipos a) Generalidades. Comprensión

general de la Parte 21 y especificaciones de certificación de la EASA CS-23, 25, 27, 29. b) Documentos. Certificado de aeronavegabilidad. Certificados restringidos de aeronavegabilidad y autorización de vuelo. Certificado de matrícula. Certificado de niveles de ruido. Distribución del peso. Licencia y autorización de emisora de radio. Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de las disposiciones de la Parte 21 relativas al mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de la Parte M. Requisitos nacionales e internacionales aplicables para (si no son anulados por los requisitos de la UE): a) Programas de mantenimiento, inspecciones y comprobaciones de mantenimiento. Directivas de aeronavegabilidad. Boletines de servicio, información de servicio de fabricantes. Modificaciones y reparaciones. Documentación de mantenimiento: manuales de mantenimiento, manual de reparación estructural, catálogo ilustrado de componentes, entre otros. Únicamente para las licencias A y B2: Lista maestra de equipamiento mínimo, lista de equipamiento mínimo, lista de desviaciones de despacho. b) Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Equipamiento mínimo. Vuelos de prueba. Únicamente para las licencias B1 y B2: Requisitos de mantenimiento y despacho ETOPS.

#### **14. Física, matemáticas y factores humanos aplicados en el mantenimiento de las instalaciones y los sistemas eléctricos, electrónicos y aviónicos de la aeronave en el hangar**

Mecánica. Estática. Cinética. Dinámica. Dinámica de fluidos. Termodinámica. Aritmética. Álgebra. Geometría. Generalidades. La necesidad de tener en cuenta los factores humanos. Incidentes imputables a factores humanos/errores humanos. Ley «de Murphy». Rendimiento y limitaciones humanas. Vista. Oído. Asimilación de información. Atención y percepción. Memoria. Claustrofobia y acceso físico. Psicología social Responsabilidad: individual y de grupo. Motivación y desmotivación. Presión de los compañeros. Aspectos culturales. Trabajo en equipo. Dirección, supervisión y liderazgo. Factores que afectan al rendimiento Estado físico/salud. Estrés: doméstico y relacionado con el trabajo. Trabajo bajo presión y fechas límites. Carga de trabajo: sobrecarga, falta de trabajo. Sueño y fatiga, trabajo por turnos. Alcohol, medicación, abuso de drogas. Entorno físico. Ruido, humos y vapores tóxicos. Iluminación. Clima y temperatura. Movimiento y vibración. Entorno de trabajo. Tareas Trabajo físico. Tareas repetitivas. Inspección visual. Sistemas complejos. Comunicación dentro de un equipo y entre equipos. Grabaciones y anotaciones de trabajo. Error humano. Teorías y modelos de error. Tipos de errores en tareas de mantenimiento. Consecuencias de los errores (ejemplo: accidentes). Cómo evitar y controlar los errores. Riesgos laborales. Reconocimiento y forma de evitar los riesgos. Reacción ante emergencias.

#### **Parámetros de contexto de la formación:**

#### **Espacios e instalaciones:**

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller. Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

**Perfil profesional del formador o formadora:**

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con el mantenimiento de las instalaciones y los sistemas eléctricos, electrónicos y aviónicos de la aeronave en el hangar, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.

- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

**MÓDULO FORMATIVO 2: MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS, ELECTRÓNICOS Y AVIÓNICOS DEDICADOS AL ENTRETENIMIENTO Y MOBILIARIO DE CABINA DE PASAJE DE LA AERONAVE EN EL HANGAR****Nivel: 3****Código: MF2542\_3****Asociado a la UC: Mantener las instalaciones y equipos eléctricos, electrónicos y aviónicos dedicados al entretenimiento y mobiliario de cabina de pasaje de la aeronave en el hangar****Duración: 370 horas****Capacidades y criterios de evaluación:**

C1: Aplicar procesos de mantenimiento programado y no programado de los sistemas de información, entretenimiento y confortabilidad interior de la aeronave, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operativas que pueden incluir equipos o bancos de diagnóstico externos en cada caso, reemplazando los elementos defectuosos, usando la documentación técnica y restaurando la operatividad de los sistemas.

*CE1.1 Aplicar pruebas operacionales complejas y Bite test a:*

*- Equipos y elementos del sistema In Flight Entertainment System (IFES), computadores de gestión, redes inalámbricas internas, equipos de distribución Enhanced Area Distribution Box EADB, Task Unit (TU), redes multiplexadas, token ring, ethernet, elementos de control de butacas, pantallas Liquid Crystal Display (LCD), Passenger Control Unit (PCU), Seat Electronics Box (SEB), entre otras.*

*- Equipos y elementos del sistema de gestión y control de cabina de pasaje, computadores de gestión, equipos de distribución Decoder Encoder Units (DEU), iluminación normal y de emergencia, paneles de información y control Forward Attendant Panel (FAP), Attendant Indication Panel (AIP), anunciadores (No Smoking (NS), Fasten Seat Belts (FSB), Return To Seat (RTS), teléfonos de intercomunicación de cabina y altavoces, entre otros.*

- Equipos y elementos de las redes inalámbricas internas de telefonía y datos móvil, equipos de gestión de redes, antenas y paneles de control.

- Equipos y dispositivos de entrada y/o salida de los sistemas del interior de cabina.

- Ajustando o sustituyendo los elementos que no cumplan los parámetros técnicos requeridos, restaurando el sistema.

C2: Aplicar procesos de mantenimiento programado y no programado de los sistemas eléctricos y electrónicos de información, entretenimiento y confortabilidad interior de la aeronave, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operativas que pueden incluir equipos o bancos de diagnóstico externos en cada caso, reemplazando los elementos defectuosos, usando la documentación técnica.

*CE2.1 En un supuesto práctico que implique la identificación de averías reales o simuladas en los equipos eléctricos y electrónicos dedicados a la confortabilidad en la cabina de pasaje de la aeronave:*

- Identificar los elementos y redes de cableado eléctrico, distribución, buses de datos, cables coaxiales y fibra óptica que hay que comprobar, seleccionando los parámetros que se deben medir (resistencia, tensión, intensidad, haz de luz, entre otras).

- Efectuar la preparación y calibración del equipo o instrumentos de medida.

- Realizar el diagrama de secuenciación lógica del proceso de diagnóstico de la avería.

- Comparar los valores de los parámetros obtenidos en las comprobaciones con los dados en el Manual de Mantenimiento de la aeronave, determinando los elementos que se deben reparar o sustituir.

- Reproducir, si es posible, la avería, actuando sobre las supuestas causas.

- Explicar las causas de la avería y el proceso de corrección.

*CE2.2 Explicar las leyes y reglas de uso más común, aplicables al análisis y resolución de circuitos eléctricos, identificando las magnitudes y unidades características de la electricidad, las características funcionales básicas en los sistemas del interior de cabina, los seguimientos básicos de las distintas instalaciones explicando las características del plano.*

*CE2.3 Desmontar, montar, sustituir y/o reglar distintos componentes o elementos, según procedimientos establecidos en el Manual de Mantenimiento de la aeronave.*

C3: Aplicar procesos de mantenimiento programado y no programado del equipamiento interior de cabina, mobiliario interno, galleys y su equipamiento (cafeteras, neveras y hornos, entre otros), reemplazando o incorporando los elementos necesarios y realizando las modificaciones que se describen en la documentación técnica.

*CE3.1 Aplicar procesos de mantenimiento y reparación del equipamiento interior de cabina de la aeronave, siguiendo las instrucciones de trabajo recogidas en los Manuales de Mantenimiento y los documentos de trabajo asociados.*

*CE3.2 Aplicar pruebas operacionales complejas y Bite test a los equipos que componen los galleys, armarios, grifos, piletas, cafeteras, hornos, neveras, calentadores de agua, entre otros, ajustando o sustituyendo los elementos que no cumplan los parámetros técnicos requeridos restaurando el sistema.*

*CE3.3 Aplicar técnicas de inspección de los elementos desmontados del interior de la cabina, utilizando los equipos de prueba (osciloscopios, polímetros, entre otros), reparando o no en cada caso.*

*CE3.4 Aplicar técnicas de comprobación de funcionamiento de las redes de cableado eléctrico de distribución a los galleys, con los equipos de prueba (polímetro, megóhmetro, entre otros), siguiendo los procedimientos Electrical Eiring Interconnect System (EWIS), o modificándolas de acuerdo a los boletines de trabajo, siguiendo planos y esquemas eléctricos, adaptando el cableado a las nuevas necesidades operativas.*

*CE3.5 Aplicar cambios de configuración de cabina para diferentes operaciones que se realizan de acuerdo a las instrucciones de trabajo proporcionadas, desmontando butacas, líneas de alimentación eléctrica y de datos, equipos de distribución y paneles de cabina, entre otros, instalándose en su nueva ubicación y configurando las nuevas necesidades.*

*CE3.6 Cumplimentar un certificado de aptitud para un servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de una aeronave tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.*

### **Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo:**

C1 completa; C2 completa; C3 completa.

Otras capacidades:

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Demostrar resistencia al estrés, estabilidad de ánimo y control de impulsos.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

Valorar el talento y el rendimiento profesional con independencia del sexo.

Promover la igualdad de trato entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

## Contenidos:

### **1. Herramientas, materiales y equipos para el mantenimiento de las instalaciones y equipos eléctricos, electrónicos y aviónicos dedicados a la confortabilidad en la cabina de pasaje de la aeronave**

Tipos comunes de herramientas manuales. Tipos comunes de herramientas mecánicas. Manejo y utilización de herramientas de medición de precisión. Equipos y métodos de lubricación. Funcionamiento, función y utilización de equipos de comprobaciones eléctricas generales. Materiales de aeronaves Ferrosos. Materiales de aeronaves No ferrosos. Materiales compuestos y no metálicos. Corrosión. Dispositivos de fijación. Tuberías y empalmes. Resortes. Cojinetes. Transmisiones. Cables de mando. Cables eléctricos y conectores.

### **2. Técnicas de reparación y mantenimiento del equipamiento y accesorios**

Requisitos en cuanto a equipos de emergencia. Asientos, arneses y cinturones.

Equipo de entretenimiento en cabina, equipos, instalación de accesorios, mobiliario en cabina, equipo de entretenimiento en cabina, cocinas.

Manipulación de carga y del equipo de sujeción. Escaleras.

### **3. Técnicas de reparación y mantenimiento de los sistemas de cabina**

Características, funcionamiento y verificación del sistema central de cabina, comunicación de datos/radio, sistema de entretenimiento en vuelo, el servicio de red de cabina, sistema central de la cabina, sistema de comunicación externa, sistema de memoria masiva de la cabina, sistema de control de la cabina, otros sistemas de la cabina.

Características, funcionamiento y verificación de las unidades y componentes del sistema de entretenimiento de los pasajeros.

Características, funcionamiento y verificación de los sistemas de comunicación en el interior de la aeronave (Sistema de Intercomunicación de datos de cabina) y del interior de la cabina de la aeronave y las estaciones de tierra (servicio de red de cabina) las transmisiones de voz, datos, música y vídeo.

### **4. Técnicas de reparación y mantenimiento de los sistemas de información**

Sistema de información general de la aeronave.

Sistema de información del puesto de pilotaje.

Sistema de información de mantenimiento.

Sistema de información de la cabina de pasajeros.

Otros sistemas de información.

## 5. Electricidad

Teoría de los electrones: estructura y distribución de las cargas eléctricas dentro de: átomos, moléculas, iones, compuestos. Estructura molecular de los conductores, los semiconductores y los aislantes.

Electricidad estática y conducción: electricidad estática y distribución de las cargas electrostáticas. Leyes electrostáticas de atracción y repulsión. Unidades de carga, Ley del Coulomb. Conducción de la electricidad en sólidos, líquidos, gases y en el vacío.

Terminología eléctrica: los siguientes términos, sus unidades y los factores que los afectan: diferencia de potencial, fuerza electromotriz, tensión, intensidad de la corriente, resistencia, conductancia, carga, flujo de corriente convencional, flujo de electrones.

Generación de electricidad: producción de electricidad por los siguientes métodos: luz, calor, fricción, presión, acción química, magnetismo y movimiento.

Fuentes de corriente continua: estructura y reacciones químicas básicas de: pilas primarias, pilas secundarias, pilas de plomo-ácido, pilas de níquel-cadmio y otras pilas alcalinas. Conexión de pilas en serie y en paralelo. Resistencia interna y su efecto sobre una batería. Estructura, materiales y funcionamiento de los termopares. Funcionamiento de las células fotoeléctricas.

Circuitos de corriente continua: ley de Ohm, Leyes de Kirchoff sobre tensión e intensidad.

Cálculos realizados usando las leyes anteriores para hallar la resistencia, la tensión y la intensidad.

Importancia de la resistencia interna de una fuente de alimentación.

Resistencia y resistores: resistencia y factores que la afectan. Resistencia específica. Código de colores de resistores, valores y tolerancias, valores nominales preferidos, especificaciones de potencia. Resistores en serie y en paralelo. Cálculo de la resistencia total usando resistores en serie, en paralelo y combinaciones en serie y en paralelo. Funcionamiento y utilización de potenciómetros y reóstatos. Funcionamiento del puente de Wheatstone.

Conductancia con coeficiente de temperatura positivo o negativo. Resistores fijos, estabilidad, tolerancia y limitaciones, métodos de fabricación. Resistores variables, termistores, resistores dependientes de la tensión. Estructura de los potenciómetros y reóstatos. Estructura de los puentes de Wheatstone.

Potencia: potencia, trabajo y energía (cinética y potencial). Disipación de potencia por un resistor.

Fórmula de la potencia. Cálculos con potencia, trabajo y energía.

## 6. Capacidad y condensadores. Funcionamiento y función de un condensador

Factores que afectan a la capacidad: área de las placas, distancia entre placas; número de placas; dieléctrico y constante del dieléctrico, tensión de funcionamiento y tensión nominal. Tipos de condensadores, estructura y función. Código de colores para condensadores. Cálculo de la capacidad y la tensión en circuitos serie y paralelo. Carga

y descarga exponencial de un condensador, constantes de tiempo. Comprobaciones de condensadores.

## **7. Magnetismo. Motor/generador de corriente continua**

Teoría del magnetismo. Propiedades de un imán. Acción de un imán inmerso en el campo magnético terrestre. Magnetización y desmagnetización. Blindaje magnético. Tipos de materiales magnéticos. Funcionamiento y fabricación de electroimanes. Regla de la mano derecha para determinar el campo magnético alrededor de un conductor que transporta corriente eléctrica. Fuerza magnetomotriz. Intensidad de campo magnético, densidad del flujo magnético, permeabilidad, ciclo de histéresis, magnetismo remanente, fuerza coercitiva, reluctancia, punto de saturación, corrientes parásitas. Precauciones en el manejo y almacenamiento de imanes. Inductancia e inductores: Ley de Faraday. Inducción de una tensión en un conductor en movimiento dentro de un campo magnético. Efectos de los siguientes factores sobre la magnitud de una tensión inducida: intensidad del campo magnético, velocidad de cambio del flujo, número de espiras del conductor. Inducción mutua. Efecto que tiene la velocidad de cambio de la corriente primaria y la inductancia mutua sobre la tensión inducida. Factores que afectan a la inductancia mutua: número de espiras de la bobina, tamaño físico de la bobina, permeabilidad de la bobina, posición de las bobinas entre sí. Ley de Lenz y reglas para determinar la polaridad. Fuerza contra electromotriz, autoinducción. Punto de saturación. Principales usos de los inductores. Teoría básica de motores y generadores. Fabricación y función de los componentes de un generador de corriente continua. Funcionamiento y factores que afectan a la magnitud y la dirección del flujo de corriente en generadores de corriente continua. Funcionamiento y factores que afectan a la potencia de salida, el par, la velocidad y el sentido de giro de los motores de corriente continua. Motores con excitación en serie, motores con excitación en paralelo y motores con excitación mixta. Estructura de un generador de arranque.

## **8. Física, matemáticas y factores humanos en el mantenimiento de las instalaciones y equipos eléctricos, electrónicos y aviónicos dedicados al entretenimiento y mobiliario de cabina de pasaje de la aeronave en el hangar**

Mecánica. Estática. Cinética. Dinámica. Dinámica de fluidos. Termodinámica. Aritmética. Álgebra. Geometría. Generalidades. La necesidad de tener en cuenta los factores humanos. Incidentes imputables a factores humanos/errores humanos. Ley «de Murphy». Rendimiento y limitaciones humanas. Vista. Oído. Asimilación de información. Atención y percepción. Memoria. Claustrofobia y acceso físico. Psicología social Responsabilidad: individual y de grupo. Motivación y desmotivación. Presión de los compañeros. Aspectos culturales. Trabajo en equipo. Dirección, supervisión y liderazgo. Factores que afectan al rendimiento Estado físico/salud. Estrés: doméstico y relacionado con el trabajo. Trabajo bajo presión y fechas límites. Carga de trabajo: sobrecarga, falta de trabajo. Sueño y fatiga, trabajo por turnos. Alcohol, medicación, abuso de drogas. Entorno físico. Ruido, humos y vapores tóxicos. Iluminación. Clima y temperatura. Movimiento y vibración. Entorno de trabajo. Tareas Trabajo físico. Tareas repetitivas. Inspección visual. Sistemas complejos. Comunicación dentro de un equipo y entre equipos. Grabaciones y anotaciones de trabajo. Error humano. Teorías y modelos de error. Tipos de errores en tareas de mantenimiento. Consecuencias de los errores (ejemplo: accidentes). Cómo evitar y controlar los errores. Riesgos laborales. Reconocimiento y forma de evitar los riesgos. Reacción ante emergencias.

## **9. Corriente alterna**

Forma de onda sinusoidal (fase, período, frecuencia, ciclo). Valores de la intensidad de corriente instantánea, media, eficaz, pico, de pico a pico y cálculos de estos valores

en relación con la tensión, la intensidad de corriente y la potencia. Ondas triangulares/cuadradas. Corriente monofásica y la trifásica.

Circuitos resistivos (R), capacitivos (C) e inductivos (L): relación de fase de la tensión y la intensidad de corriente en circuitos L, C y R, en paralelo, en serie y en serie y paralelo. Disipación de potencia en circuitos L, C, R. Impedancia, ángulo de fase, factor de potencia y cálculos de la corriente eléctrica. Cálculos de la potencia eficaz, aparente y reactiva.

Transformadores: principios, funcionamiento y estructura de un transformador. Pérdidas de transformador y métodos para corregirlas. Comportamiento de los transformadores con y sin carga. Transferencia de potencia, rendimiento, marcas de la polaridad. Cálculo de las tensiones e intensidades de línea y de fase. Cálculo de la potencia en un sistema trifásico. Intensidad y tensión primaria y secundaria, relación de espiras, potencia, rendimiento. Autotransformadores.

Filtros: funcionamiento, aplicaciones y utilización de los siguientes filtros: de paso bajo, de paso alto, de paso de banda y eliminador de banda.

## 10. Generadores de corriente alterna

Rotación de una espira en un campo magnético y forma de onda generada. Funcionamiento y estructura de generadores de corriente alterna de inducido y campo giratorios. Alternadores monofásicos, bifásicos y trifásicos. Ventajas y utilización de las conexiones trifásicas en triángulo y en estrella. Generadores de imán permanente.

Motores de corriente alterna: estructura, funcionamiento y características de: motores síncronos y de inducción de corriente alterna, monofásicos y polifásicos. Métodos de control de la velocidad y el sentido de giro. Métodos para producir un campo giratorio: condensador, inductor, polo, dividido o blindado.

## 11. Legislación aplicada al mantenimiento de las instalaciones y equipos eléctricos, electrónicos y aviónicos dedicados al entretenimiento y mobiliario de cabina de pasaje de la aeronave en el hangar

Marco regulado. Papel de la Organización de Aviación Civil Internacional. Papel de la Comisión Europea. Papel de la EASA. Papel de los Estados miembros y las autoridades nacionales de aviación. Personal certificador. Mantenimiento. Comprensión detallada de la Parte 66. Empresas de mantenimiento aprobadas. Comprensión detallada de la Parte 145 y de la Parte M, subparte F. Operaciones aéreas. Certificado de Operador Aéreo. Certificación de aeronaves, componentes y equipos a) Generalidades. Comprensión general de la Parte 21 y especificaciones de certificación de la EASA CS-23, 25, 27, 29. b) Documentos. Certificado de aeronavegabilidad. Certificados restringidos de aeronavegabilidad y autorización de vuelo. Certificado de matrícula. Certificado de niveles de ruido. Distribución del peso. Licencia y autorización de emisora de radio. Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de las disposiciones de la Parte 21 relativas al mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de la Parte M. Requisitos nacionales e internacionales aplicables para (si no son anulados por los requisitos de la UE): a) Programas de mantenimiento, inspecciones y comprobaciones de mantenimiento. Directivas de aeronavegabilidad. Boletines de servicio, información de servicio de fabricantes. Modificaciones y reparaciones. Documentación de mantenimiento: manuales de mantenimiento, manual de reparación estructural, catálogo ilustrado de componentes, entre otros. Únicamente para las licencias A y B2: Lista maestra de equipamiento mínimo, lista de equipamiento mínimo, lista de desviaciones de despacho. b) Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Equipamiento mínimo. Vuelos de prueba. Únicamente para las licencias B1 y B2: Requisitos de mantenimiento y despacho ETOPS.

**Parámetros de contexto de la formación:****Espacios e instalaciones:**

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller. Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

**Perfil profesional del formador o formadora:**

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con el mantenimiento de las instalaciones y equipos eléctricos, electrónicos y aviónicos dedicados al entretenimiento y mobiliario de cabina de pasaje de la aeronave en el hangar, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

**MÓDULO FORMATIVO 3: MANTENIMIENTO DE LA AERONAVE EN LÍNEA****Nivel: 3****Código: MF2543\_3****Asociado a la UC: Mantener la aeronave en línea****Duración: 390 horas****Capacidades y criterios de evaluación:**

C1: Aplicar procesos de mantenimiento no programado de los sistemas aviónicos de navegación, vuelo automático, comunicaciones e información, instrumentación y generación eléctrica en las aeronaves, siguiendo las instrucciones recogidas en el Technical Log Book (TLB) de a bordo, describiendo diagnósticos de averías por medio de bite test y pruebas operacionales que pueden requerir simulaciones complejas o el uso de bancos de prueba externos, reemplazando los elementos defectuosos siguiendo el Manual de Mantenimiento del fabricante.

*CE1.1 Aplicar técnicas de mantenimiento/repación de averías producidas en los sistemas aviónicos, restaurando el funcionamiento de los sistemas.*

*CE1.2 Aplicar pruebas operacionales complejas y Bite test, ajustando o sustituyendo los elementos que no cumplan los parámetros técnicos requeridos y restaurando el sistema, en relación a:*

*- Los equipos y componentes encargados de la navegación de la aeronave Very High Frequency Omnidirectional Range (VOR), Instrument Landing System (ILS), Microwave Landing System (MLS), Automatic Direction Finding (ADF), Distance Measuring Equipment (DME), Optimized Method for Estimated Guidance Accuracy (OMEGA), radar meteorológico Weather Radar System (WXR), transpondedor Air Traffic Control (ATC), Radio Altimeter (RA), antenas y guías de onda, sistemas de gestión y guiado de vuelo automático Flight Management System (FMS), sistemas de posicionamiento por satélite Global Navigation Satellite System (GNSS), Global Positioning System (GPS), Global Navigation Satellite System (GLONAS), Europe's Global Navigation Satellite System (GALILEO), datos de aire (sondas de pitot y estática), Angle Of Attack (AOA), Total Air Temperature (TAT), Central Air Data Computer (CADC), plataformas inerciales y acelerómetros Inertial Reference System (IRS).*

*- Los equipos y componentes del sistema de comunicaciones, transmisores y receptores Ultra High Frequency (UHF), Very High Frequency (VHF), High Frequency (HF), Satellite Communications (SATCOM), antenas, acopladores, paneles de control, así como todos sus componentes periféricos.*

*- Los componentes electrónicos de gestión, control y operación de los mandos de vuelo, computadores y periféricos, FLYBYWIRE (FBW), elementos de actuación, así como los computadores y redes de datos del sistema de aviónica modular integrado Integrated Modular Avionics (IMA).*

*- Los componentes del sistema de instrumentación de la aeronave, transductores de presión, temperatura, revoluciones, posición y velocidad, entre otros, instrumentos giroscópicos y electromecánicos, instrumentos digitales, EFIS, cristal líquido, LED, sistema de iluminación de cabina de vuelo, Cockpit Voice Recorder (CVR), Digital Flight Data Recorder (DFDR), Digital Access Recorders (DAR), así como los sistemas centralizados de mantenimiento, Central Management System (CMS), Centralized Fault Display System (CFDS), entre otros.*

*- Los computadores y dispositivos de entrada y/o salida.*

*CE1.3 Describir el funcionamiento del voltímetro, óhmetro, osciloscopio, frecuencímetros, entre otros, para la comprobación de los componentes encargados de la generación y distribución de la potencia eléctrica, generadores, Generator Control Unit (GCU'S), inversores estáticos, dinamos, baterías y sus dispositivos de carga, transformadores rectificadores, elementos de distribución, contactores, Remote Control Circuit Breakers (RCCB'S), relés y disyuntores, así como de la red de distribución eléctrica, elementos eléctricos y electrónicos.*

*CE1.4 Describir los procedimientos EWIS para la verificación de redes de cableado eléctrico, distribución de alimentación, transmisión/recepción de datos analógicos, señales discretas, transmisión/recepción de datos, líneas coaxiales y fibra óptica, entre otras, reparando las líneas que no superen las pruebas realizadas de acuerdo a los Manuales de Mantenimiento, o siendo modificadas según los boletines de trabajo, interpretando los planos y esquemas eléctricos, adaptando las redes de cableado a las funciones requeridas.*

*CE1.5 Describir el proceso de control de bancos de prueba y equipos de comprobación utilizados en el mantenimiento línea, diagnosticando averías, interpretando planos y esquemas eléctricos, ajustando o sustituyendo los elementos necesarios por unos nuevos, asegurando la disponibilidad para su uso en las pruebas operativas realizadas a la aeronave.*

C2: Aplicar procesos de mantenimiento no programado de los sistemas eléctricos y electrónicos de navegación, vuelo automático, indicación de la planta de potencia, comunicaciones e información, instrumentación y generación eléctrica en las aeronaves, realizando verificaciones por medio de bite test y pruebas operacionales que pueden requerir simulaciones complejas o el uso de bancos de prueba externos, consultando Technical Log Book (TLB), reemplazando los elementos defectuosos, usando el manual de mantenimiento del fabricante o reparando las averías, cambiando los módulos, conectores coaxiales, cables deteriorados o sueltos, entre otros.

*CE2.1 Aplicar procesos de mantenimiento no programado de los sistemas eléctricos y electrónicos de navegación, vuelo automático, indicación de la planta de potencia, comunicaciones e información, instrumentación y generación eléctrica en las aeronaves, realizando verificaciones por medio de bite test y pruebas operacionales que pueden requerir simulaciones complejas o el uso de bancos de prueba externos, consultando el Technical Log Book (TLB), reemplazando los elementos defectuosos usando el manual de mantenimiento del fabricante o reparando las averías, cambiando los módulos, conectores coaxiales, cables deteriorados o sueltos, entre otros.*

*CE2.2 Verificar y comprobar las redes de cableado eléctrico, distribución de alimentación, transmisión/recepción de datos analógicos, señales discretas, transmisión/recepción de datos, líneas coaxiales, fibra óptica, los mazos de cables, fallos memorizados en el sistema siguiendo los procedimientos EWIS, reparando las líneas que no superen las pruebas realizadas, interpretando planos y esquemas eléctricos.*

*CE2.3 Consultar en el Technical Log Book (TLB) las averías de los elementos eléctricos y electrónicos y verificar, usando equipos de prueba (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), averías y causas que las producen, determinando el proceso de reparación, aplicando las técnicas adecuadas para medir distintos parámetros de funcionamiento (líneas digitales, tensión, intensidad, resistencia, frecuencia y estados lógicos, entre otros).*

*CE2.4 Describir procesos de comprobación de los bancos de prueba y equipos de los sistemas eléctricos y electrónicos, dispositivos de indicación (temperatura, presión, humedad, intensidad lumínica, intensidad sonora, vibración, resistencia), dispositivos de mando (regulación y control), dispositivos de medidas eléctricas (intensidad, voltaje, resistencia, capacidad), dispositivos electromagnéticos, circuitos de protección de instalaciones eléctricas (cableados, conectores, centros de distribución), entre otros, verificar, usando equipos de prueba (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros) diagnosticando averías, interpretando planos y esquemas eléctricos, ajustando o sustituyendo los elementos necesarios por unos nuevos.*

C3: Aplicar procesos de mantenimiento menores (tránsito, diaria y semanal), servicios de carga y vaciado de combustible, aguas (potables y fecales), comprobando niveles y recargando (hidráulico, aceite), sustituyendo y desechando filtros (aire, hidráulico,

combustible, aceite, entre otros), sustituyendo ruedas y frenos por desgaste, diagnosticando averías por medio de bite test o pruebas operacionales que pueden requerir simulaciones complejas y el uso de bancos de prueba externos, reemplazando los elementos defectuosos de acuerdo a los Manuales de Mantenimiento de la Aeronave.

*CE3.1 Aplicar procedimientos de mantenimiento/repación siguiendo las instrucciones de trabajo recogidas en el Manual de Mantenimiento de la aeronave y dando respuesta a las averías anotadas en el Technical Log Book (TLB), y las detectadas en inspecciones programadas.*

*CE3.2 Aplicar procedimientos de mantenimiento programado (revisiones de tránsito, diaria y semanal), ejecutando inspecciones visuales en el exterior/interior de la aeronave, sustituyendo los elementos inoperativos, ejecutando inspecciones visuales en el exterior/interior de la aeronave, realizando bite test y test operacionales desde el Cockpit, sustituyendo las ruedas y frenos en los trenes de aterrizaje por desgaste, aplicando el deshielo de las superficies aerodinámicas y de control de la aeronave, según los Manual de Mantenimiento de la aeronave, registrando en el Technical Log Book (TLB) de a bordo todas las acciones de mantenimiento realizadas.*

*CE3.3 Aplicar procesos de mantenimiento del área de mecánica en línea, servicio de aceite de motor, APU, estárter, IDG o generador de motor, recarga/drenaje de los sistemas hidráulicos, servicio de aceite y aire de los amortiguadores del tren de aterrizaje, sustitución de filtros de aceite, hidráulico y combustible, operaciones en el sistema de combustible (carga, transvase, vaciado, drenaje de agua y toma de muestras), servicio de agua (potable y residual), recarga o sustitución de las botellas de oxígeno, repelente de lluvia, entre otros.*

*CE3.4 Aplicar el mantenimiento a los componentes mecánicos elementales (componentes hidráulicos y neumáticos, ruedas y frenos, rampas de evacuación, botellas extintoras de fuego, apertura y cierre de capots de motor, apertura/cierre de paneles y registros de acceso, entre otros), renovando las propiedades de los aceites y los elementos neumáticos y mecánicos.*

*CE3.5 Describir procesos de comprobación de los componentes o elementos desmontados de la aeronave, realizando pruebas operacionales, bite test e inspecciones visuales.*

*CE3.6 Describir procesos de verificación, según las indicaciones del Manual de Mantenimiento de la aeronave, usando equipos de prueba (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), y aplicando las técnicas para medir los parámetros de funcionamiento (líneas digitales, tensión, intensidad, resistencia, frecuencia y estados lógicos, entre otros).*

*CE3.7 Describir procesos de comprobación de los bancos de prueba y equipos de los sistemas mecánicos, dispositivos de indicación (temperatura, presión, humedad, intensidad lumínica, intensidad sonora, vibración, resistencia), dispositivos de mando (regulación y control), dispositivos de medidas eléctricas (intensidad, voltaje, resistencia, capacidad), dispositivos electromagnéticos, circuitos de protección de instalaciones eléctricas (cableados, conectores, centros de distribución), bancos de presión hidráulicos, bancos de aire a alta presión, bancos de recarga de botellas de oxígeno, entre otros, ajustando/sustituyendo los elementos necesarios, interpretando planos y esquemas eléctricos.*

*CE3.8 Aplicar mantenimiento (tránsito, diario y semanal), observando las pérdidas de fluidos (hidráulico, combustible y/o aceite) localizados en el tren de aterrizaje, superficies de mandos de vuelo, motor, APU, entre otros, reparando según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, registrándolo en el Technical Log Book o Libro/Bitácora de a bordo todas las acciones realizadas, en cada caso.*

*CE3.9 Cumplimentar un certificado de aptitud para un servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de una aeronave tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.*

### **Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo:**

C1 completa; C2 completa; C3 completa.

Otras capacidades:

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Demostrar resistencia al estrés, estabilidad de ánimo y control de impulsos.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

Valorar el talento y el rendimiento profesional con independencia del sexo.

Promover la igualdad de trato entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

### **Contenidos:**

#### **1. Herramientas, materiales y equipos para el mantenimiento de las instalaciones y equipos eléctricos, electrónicos y aviónicos dedicados a la confortabilidad en la cabina de pasaje de la aeronave**

Tipos comunes de herramientas manuales. Tipos comunes de herramientas mecánicas. Manejo y utilización de herramientas de medición de precisión. Equipos y métodos de lubricación. Funcionamiento, función y utilización de equipos de comprobaciones eléctricas

generales. Materiales de aeronaves Ferrosos. Materiales de aeronaves No ferrosos. Materiales compuestos y no metálicos. Corrosión. Dispositivos de fijación. Tuberías y empalmes. Resortes. Cojinetes. Transmisiones. Cables de mando. Cables eléctricos y conectores.

## **2. Técnicas de mantenimiento en línea del piloto automático, sistemas de navegación y de los sistemas de instrumentación**

Control automático de vuelo, incluidos su funcionamiento y la terminología actual.

Procesamiento de señales de mando.

Modos de operación: canales de cabeceo, alabeo y guiñada.

Amortiguadores de guiñada.

Sistema de aumento de la estabilidad en helicópteros.

Mando de compensación automático.

Interfaz de ayudas a la navegación mediante piloto automático.

Sistemas de autotobera.

Sistemas de aterrizaje automático: categorías, modos de operación, aproximación, senda de planeo, aterrizaje, aterrizaje interrumpido, monitores del sistema y condiciones de fallo.

Funcionamiento y verificación de los siguientes sistemas: dispositivos y sistemas de medición de la presión.

## **3. Sistemas de Navegación**

Radiofaro omnidireccional de muy alta frecuencia (VOR). Radiogoniometría automática (ADF). Sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS). Sistema de aterrizaje por microondas (MLS). Sistemas de dirección de vuelo-equipos radiotelemétrico (DME). Navegación de muy baja frecuencia e hiperbólica Very Low Frequency/Navigation System (VLF/Omega). Navegación Doppler. Navegación de área, Radio Navegation (RNAV). Sistemas de gestión del vuelo. Sistema de posicionamiento global (GPS). Sistemas de navegación global por satélite (GNSS). Sistema de navegación inercial. Transpondedor de control del tráfico aéreo, radar secundario de vigilancia.

Sistema de alerta de tráfico aéreo para la prevención de colisiones Traffic Alert and Collision Avoidance System (TCAS). Radar de detección meteorológica. Radioaltímetro. Notificación y Comunicación Aeronautical Radio Incorporated (ARINC). Sistemas de Pitot estático. Altímetros. Variómetros. Anemómetros. Machmetros. Sistemas de notificación y alerta de la altitud. Ordenadores de datos del aire. Sistemas neumáticos de instrumentación. Manómetros. Termómetros de lectura directa. Sistemas de indicación de la temperatura. Sistemas de indicación de la cantidad de combustible. Horizontes artificiales. Indicadores de resbalamiento. Giróscopos direccionales. Sistemas de aviso de proximidad al suelo. Sistemas de brújulas. Sistemas de grabación de los datos del vuelo. Sistemas de instrumentos electrónicos de vuelo. Sistemas de aviso sobre instrumentación, incluidos los sistemas maestros de aviso y los paneles de aviso centralizados. Sistemas de aviso de entrada en pérdida y sistemas de indicación del ángulo de ataque. Medición e indicación de la vibración. Cabina de vuelo de cristal.

#### **4. Técnicas de mantenimiento en línea de los suministros eléctricos y procesos de mantenimiento menores (tránsito, diaria y semanal) mayordomía y hangaraje de aeronaves**

Instalación y funcionamiento de baterías.

Suministro de corriente continua.

Suministro de corriente alterna.

Suministro de emergencia.

Regulación de la tensión.

Distribución de potencia.

Inversores, transformadores y rectificadores.

Protección de circuitos.

Energía externa/generada en tierra.

Rodadura/remolcado de aeronaves y precauciones de seguridad pertinentes.

Izado de aeronaves, bloqueo mediante calzos, amarre y precauciones de seguridad pertinentes.

Métodos de hangaraje de aeronaves.

Procedimientos de reabastecimiento y vaciado de combustible.

Procedimientos de deshielo y antihielo.

Suministro eléctrico, hidráulico y neumático en tierra.

Efectos de las condiciones ambientales en la mayordomía y la operación de aeronaves.

#### **5. Técnicas de desmontaje, inspección, reparación y montaje en los procesos de mantenimiento menores**

Tipos de defectos y técnicas de inspección visual.

Eliminación de la corrosión, evaluación y nueva protección.

Métodos generales de reparación, manual de reparación estructural.

Programas de control del envejecimiento, la fatiga y la corrosión.

Técnicas de inspección no destructiva, como métodos penetrantes, radiográficos, de corrientes parásitas, ultrasónicos y mediante boroscopio.

Técnicas de montaje y desmontaje.

Técnicas de diagnóstico de averías.

Inspecciones después de la caída de un rayo y la exposición a radiaciones de alta intensidad (HIRF). Inspecciones realizadas después de hechos anormales, como aterrizajes problemáticos y vuelo con turbulencias.

Procedimientos de mantenimiento.

Planificación del mantenimiento.

Procedimientos de modificación.

Procedimientos de almacenaje.

Procedimientos de certificación y puesta en servicio.

Interfaz con la operación de la aeronave.

Inspección/control de calidad/aseguramiento de la calidad del mantenimiento.

Procedimientos adicionales de mantenimiento.

Control de elementos de vida útil limitada.

Métodos de soldadura blanda; inspección de juntas de soldadura blanda.

## 6. Electrónica en aviónica

Diodos: símbolos de diodos. Características y propiedades de los diodos. Diodos en serie y en paralelo. Principales características y utilización de rectificadores controlados por silicio (tiristores), diodos de emisión de luz, diodos fotoconductores, resistencias variables, diodos rectificadores. Ensayos de funcionamiento de diodos. Materiales, configuración electrónica, propiedades eléctricas. Materiales de tipo P y N: efecto de las impurezas en la conducción, el portador mayoritario y el portador minoritario. Unión PN en un semiconductor, formación de un potencial a través de una unión PN sin polarización, con polarización directa y con polarización inversa. Parámetros de un diodo: tensión inversa máxima, corriente directa máxima, temperatura, frecuencia, corriente de fuga, disipación de potencia. Funcionamiento y función de los diodos en los siguientes circuitos: circuito limitador, circuito de fijación, rectificador de onda completa y de media onda, rectificador de puente, duplicador y triplicador de tensión. Funcionamiento detallado y características de los siguientes dispositivos: rectificadores controlados por silicio (tiristores), diodos de emisión de luz, diodos Shottky, diodos fotoconductores, diodos varactores, diodos rectificadores, diodos Zener.

Transistores: símbolos de transistores. Descripción y orientación de los componentes. Características y propiedades de los transistores. Estructura y funcionamiento de transistores Positive, Negative, Positive (PNP) y Negative, Positive, Negative (NPN). Configuración de base, de colector y de emisor. Ensayos de transistores. Conceptos básicos de otros tipos de transistores y sus aplicaciones. Aplicación de los transistores: clases de amplificador (A, B o C).

Circuitos sencillos, como: de polarización, de desacoplamiento, de retroalimentación y de estabilización.

Circuitos multietapa: circuitos en cascada, circuitos en contrafase, osciladores, multivibradores y circuitos flip-flop.

Circuitos integrados: descripción y funcionamiento de circuitos lógicos y circuitos lineales. Introducción al funcionamiento y función de un amplificador operacional usado como: integrador, diferenciador, seguidor de tensiones y comparador. Funcionamiento y métodos de conexión de etapas de amplificadores: resistivo capacitivo, inductivo (transformador), inductivo resistivo (IR), directo. Ventajas y desventajas de la retroalimentación positiva y la retroalimentación negativa.

Placas de circuitos impresos: descripción y utilización de placas de circuitos impresos.

Servomecanismos: comprensión de los siguientes términos: bucle abierto y bucle cerrado, seguimiento, servomecanismo, analógico, transductor, nulo, atenuación, retroalimentación, banda muerta. Estructura, funcionamiento y utilización de los siguientes componentes de un sistema síncrono: reductores, diferencial, regulación y par, transformadores, transmisores de inductancia y capacitancia, transmisores síncronos. Defectos de servomecanismos, inversión de cables síncronos, oscilaciones.

## 7. Aerodinámica

Física de la atmósfera: atmósfera internacional estándar International Standard Atmosphere (ISA), aplicación a la aerodinámica.

Aerodinámica: flujo del aire alrededor de un cuerpo. Capa límite, flujo laminar y turbulento, flujo de una corriente libre, flujo de aire relativo, deflexión del flujo hacia arriba y hacia abajo, torbellinos, remansos.

Terminología: curvatura, cuerda, cuerda media aerodinámica, resistencia (parásita) del perfil, resistencia inducida, centro de presión, ángulo de ataque, alabeo positivo y negativo, fineza, forma del ala y alargamiento. Empuje, peso, resultante aerodinámica.

Generación de sustentación y resistencia: ángulo de ataque, coeficiente de sustentación, coeficiente de resistencia, curva polar, entrada en pérdida.

Contaminación de superficies aerodinámicas por hielo, nieve y escarcha.

## 8. Teoría del vuelo

Relación entre sustentación, peso, empuje y resistencia. Relación de planeo. Vuelo estabilizado, actuaciones. Teoría de la rotación.

## 9. Influencia del factor de carga

Entrada en pérdida, envolvente de vuelo y limitaciones estructurales.

Aumento de la sustentación.

Estabilidad y dinámica de vuelo: estabilidad longitudinal, lateral y direccional (activa y pasiva).

## 10. Física, matemáticas y factores humanos en el mantenimiento de la aeronave en línea

Mecánica. Estática. Cinética. Dinámica. Dinámica de fluidos. Termodinámica. Aritmética. Álgebra. Geometría. Generalidades. La necesidad de tener en cuenta los factores humanos. Incidentes imputables a factores humanos/errores humanos. Ley «de Murphy». Rendimiento y limitaciones humanas. Vista. Oído. Asimilación de

información. Atención y percepción. Memoria. Claustrofobia y acceso físico. Psicología social Responsabilidad: individual y de grupo. Motivación y desmotivación. Presión de los compañeros. Aspectos culturales. Trabajo en equipo. Dirección, supervisión y liderazgo. Factores que afectan al rendimiento Estado físico/salud. Estrés: doméstico y relacionado con el trabajo. Trabajo bajo presión y fechas límites. Carga de trabajo: sobrecarga, falta de trabajo. Sueño y fatiga, trabajo por turnos. Alcohol, medicación, abuso de drogas. Entorno físico. Ruido, humos y vapores tóxicos. Iluminación. Clima y temperatura. Movimiento y vibración. Entorno de trabajo. Tareas Trabajo físico. Tareas repetitivas. Inspección visual. Sistemas complejos. Comunicación dentro de un equipo y entre equipos. Grabaciones y anotaciones de trabajo. Error humano. Teorías y modelos de error. Tipos de errores en tareas de mantenimiento. Consecuencias de los errores (ejemplo: accidentes). Cómo evitar y controlar los errores. Riesgos laborales. Reconocimiento y forma de evitar los riesgos. Reacción ante emergencias.

## 11. Legislación aplicada al mantenimiento de la aeronave en línea

Marco regulado. Papel de la Organización de Aviación Civil Internacional. Papel de la Comisión Europea. Papel de la EASA. Papel de los Estados miembros y las autoridades nacionales de aviación. Personal certificador. Mantenimiento. Comprensión detallada de la Parte 66. Empresas de mantenimiento aprobadas. Comprensión detallada de la Parte 145 y de la Parte M, subparte F. Operaciones aéreas. Certificado de Operador Aéreo. Certificación de aeronaves, componentes y equipos a) Generalidades. Comprensión general de la Parte 21 y especificaciones de certificación de la EASA CS-23, 25, 27, 29. b) Documentos. Certificado de aeronavegabilidad. Certificados restringidos de aeronavegabilidad y autorización de vuelo. Certificado de matrícula. Certificado de niveles de ruido. Distribución del peso. Licencia y autorización de emisora de radio. Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de las disposiciones de la Parte 21 relativas al mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de la Parte M. Requisitos nacionales e internacionales aplicables para (si no son anulados por los requisitos de la UE): a) Programas de mantenimiento, inspecciones y comprobaciones de mantenimiento. Directivas de aeronavegabilidad. Boletines de servicio, información de servicio de fabricantes. Modificaciones y reparaciones. Documentación de mantenimiento: manuales de mantenimiento, manual de reparación estructural, catálogo ilustrado de componentes, entre otros. Únicamente para las licencias A y B2: Lista maestra de equipamiento mínimo, lista de equipamiento mínimo, lista de desviaciones de despacho. b) Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Equipamiento mínimo. Vuelos de prueba. Únicamente para las licencias B1 y B2: Requisitos de mantenimiento y despacho ETOPS.

### Parámetros de contexto de la formación:

#### Espacios e instalaciones:

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller. Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

**Perfil profesional del formador o formadora:**

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con el mantenimiento de la aeronave en línea, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

**MÓDULO FORMATIVO 4: MANTENIMIENTO/REPARACIÓN DE LOS COMPUTADORES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS/ELECTRÓNICOS Y DE AVIÓNICA EN TALLERES DE COMPONENTES**

**Nivel:** 3

**Código:** MF2544\_3

**Asociado a la UC:** Mantener/Reparar los computadores y equipos eléctricos/electrónicos y de aviónica en talleres de componentes

**Duración:** 450 horas

**Capacidades y criterios de evaluación:**

C1: Aplicar procesos de mantenimiento/repación a los equipos y elementos eléctricos y electrónicos de los sistemas aviónicos, comprobando su operatividad, realizando test operacionales y auto test, instalando el software operacional en los computadores y reparando siguiendo el Manual de mantenimiento de la aeronave y los documentos de trabajo editados.

*CE1.1 En un supuesto práctico de mantenimiento/repación de los sistemas aviónicos:*

- *Verificar visualmente los componentes de los sistemas aviónicos, equipos y elementos de sistemas de comunicaciones, navegación y vuelo automático de las aeronaves, transmisores y receptores de comunicaciones Ultra High Frequency (UHF), Very High Frequency (VHF), High Frequency (HF), micrófonos, equipos y estaciones de navegación Very High Frequency Omnidirectional Range (VOR), Instrument Landing System (ILS), Microwave Landing System (MLS), Automatic Direction Finding (ADF), Distance Measuring Equipment (DME), Optimized Method for Estimated Guidance Accuracy (OMEGA), sistemas de radar (meteorológico, radioaltímetro, de posición, secundario, de guiado), antenas, acopladores, guías de onda, líneas de transmisión, sistemas de navegación por satélite, Air Traffic Control (ATC) transponder, plataformas inerciales, acelerómetros, sistemas telefónicos e interfonos, sistemas de multiplexado de señales, convertidores analógicos-digitales, transductores de señales mecánicas a electrónicas, equipos y elementos del sistema de instrumentos, indicadores electromecánicos y electrónicos, pantallas de cristal líquido, Light Emitting Diode (LED), registradores de datos digitales y analógicos,*

*equipos y elementos eléctricos que constituyen los sistemas de generación y transformación de energía eléctrica, alternadores, rectificadores, inversores, baterías, contactores, computadores de control y gestión de Alternating Current/Direct Current (AC/DC), cuadros de mando, control y protección, los computadores y dispositivos de entrada y/o salida.*

*- Diagnosticarlos siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, realizando las pruebas operacionales descritas.*

*- Reparar los elementos que estén dentro de los márgenes de desgaste u operatividad.*

*- Sustituir los componentes del sistema que se encuentren deteriorados.*

*- Desechar los elementos y componentes inutilizados según las normas de los Manuales Técnicos para su seguimiento en la destrucción.*

*CE1.2 Describir procesos de comprobación de los equipos de los sistemas mecánicos, dispositivos de indicación (temperatura, presión, humedad, intensidad lumínica, intensidad sonora, vibración, resistencia), dispositivos de mando (regulación y control), dispositivos de medidas eléctricas (intensidad, voltaje, resistencia, capacidad), dispositivos electromagnéticos, circuitos de protección de instalaciones eléctricas (cableados, conectores, centros de distribución), bancos de presión hidráulicos, bancos de aire a alta presión, bancos de recarga de botellas de oxígeno, entre otros, interpretando los planos y esquemas eléctricos, utilizando bancos de prueba, diagnosticando averías, sustituyendo/ajustando los elementos, interpretando planos y esquemas eléctricos.*

C2: Aplicar procesos de mantenimiento/reparación a los equipos y elementos eléctricos y electrónicos de los sistemas aviónicos, comprobando su operatividad, realizando test operacionales y auto test, utilizando equipos de comprobación (polímetro, osciloscopio, fuentes de alimentación, entre otros), instalando el software operacional en los computadores y reparando siguiendo el Manual de mantenimiento de la aeronave y los documentos de trabajo editados para restaurar la funcionalidad de los equipos.

*CE2.1 En un supuesto práctico de mantenimiento/reparación de los equipos y elementos eléctricos que constituyen los sistemas de generación y transformación de energía eléctrica, alternadores, rectificadores, inversores, baterías, contactores, computadores de control y gestión de AC/DC, cuadros de mando, control y protección de la aeronave, se procede a:*

*- Verificar visualmente los componentes de los sistemas de aire, cuadros de mando, control y protección, se diagnostican comprobando con los equipos de prueba (voltímetro, óhmetro osciloscopio, frecuencímetros, entre otros), ajustando o sustituyendo las piezas dañadas por unas nuevas, para su puesta en servicio.*

*- Diagnosticarlos, realizando las pruebas operacionales descritas.*

*- Reparar los elementos que estén dentro de los márgenes de desgaste u operatividad.*

*- Sustituir los componentes del sistema que se encuentren deteriorados.*

- Desechar los elementos y componentes inutilizados según las normas para su seguimiento en la destrucción.

*CE2.2 En un supuesto práctico de mantenimiento/repación de los equipos y elementos de sistemas de comunicaciones, navegación y vuelo automático de las aeronaves, transmisores y receptores de comunicaciones (UHF, VHF, HF), micrófonos, equipos y estaciones de navegación (VOR, ILS, ADF, MLS, OMEGA), sistemas de radar (meteorológico, radioaltímetro, de posición, secundario, de guiado), antenas, acopladores, guías de onda, líneas de transmisión, sistemas de navegación por satélite, ATC transponder, plataformas inerciales, acelerómetros, sistemas telefónicos e interfonos, sistemas de multiplexado de señales, convertidores analógicos-digitales, transductores de señales mecánicas a electrónicas, se mantienen utilizando los equipos de comprobación (polímetro, osciloscopio, fuentes de alimentación, entre otros, proceder a:*

- Verificar visualmente los componentes de los sistemas, ajustando o sustituyendo las piezas dañadas por unas nuevas, para su puesta en servicio.

- Diagnosticarlos, realizando las pruebas operacionales descritas.

- Reparar los elementos que estén dentro de los márgenes de desgaste u operatividad.

- Sustituir los componentes del sistema que se encuentren deteriorados.

- Desechar los elementos y componentes inutilizados según las normas para su seguimiento en la destrucción.

*CE2.3 Describir los procesos de comprobación de los equipos y elementos del sistema de instrumentos, indicadores electromecánicos y electrónicos, pantallas de cristal líquido, LED, registradores de datos digitales y analógico, indicando los procesos de sustitución y posibles adaptaciones, siguiendo el Manual de Mantenimiento del fabricante.*

C3: Describir procesos de comprobación de los equipos de los sistemas mecánicos, dispositivos de indicación (temperatura, presión, humedad, intensidad lumínica, intensidad sonora, vibración, resistencia), dispositivos de mando (regulación y control), dispositivos de medidas eléctricas (intensidad, voltaje, resistencia, capacidad), dispositivos electromagnéticos, circuitos de protección de instalaciones eléctricas (cableados, conectores, centros de distribución), bancos de presión hidráulicos, bancos de aire a alta presión, bancos de recarga de botellas de oxígeno, entre otros, interpretando los planos y esquemas eléctricos, utilizando bancos de prueba, diagnosticando averías, sustituyendo/ajustando los elementos deteriorados.

*CE3.1 Diagnosticar los equipos y elementos de sistemas de aire acondicionado y presurización, luces exteriores, protección contra el hielo y la lluvia, protección contra incendios, oxígeno y agua y residuos, realizando un seguimiento visual del sistema e indicando posibles desperfectos y los métodos de desmontaje-montaje que hay que seguir para la reparación.*

*CE3.2 En un supuesto práctico de los equipos electrónicos de control y los componentes periféricos del motor y Auxiliary Power Unit (APU), Electronic Control Box (ECB), Full Authority Digital Engine Control (FADEC), Engine Interface Unit*

*(EIU), Vibratory Monitoring Unit (VMU), Electronic Control Unit (ECU), instrumentos de indicación, alimentación de combustible, sensores de presión, temperatura, flujo, transmisores de nivel, actuadores eléctricos, captadores de vibración, detectores de fuego y sus elementos de extinción, equipos y elementos de sistemas de combustible, hidráulico, neumático, y tren de aterrizaje:*

*- Verificar visualmente los componentes de los equipos electrónicos de control y los componentes periféricos del motor y APU, ECB, FADEC (EIU, VMU, ECU), instrumentos de indicación, alimentación de combustible, sensores de presión, temperatura, flujo, transmisores de nivel, actuadores eléctricos, captadores de vibración, detectores de fuego y sus elementos de extinción, equipos y elementos de sistemas de combustible, hidráulico, neumático, y tren de aterrizaje.*

*- Reparar los elementos que estén dentro de los márgenes de desgaste u operatividad.*

*- Sustituir los componentes del sistema que se encuentren deteriorados.*

*- Desechar los elementos y componentes inutilizados según las normas para su seguimiento en la destrucción.*

*CE3.3 Describir procesos de comprobación con los medios, equipos, utillajes específicos, bancos de prueba de los sistemas mecánicos, dispositivos de indicación (temperatura, presión, humedad, intensidad lumínica, intensidad sonora, vibración, resistencia), dispositivos de mando (regulación y control), dispositivos de medidas eléctricas (intensidad, voltaje, resistencia, capacidad), dispositivos electromagnéticos, circuitos de protección de instalaciones eléctricas (cableados, conectores, centros de distribución), bancos de presión hidráulicos, bancos de aire a alta presión, entre otros, interpretando los planos y esquemas eléctricos, diagnosticando averías, sustituyendo/ajustando los elementos necesarios, reparando el sistema sustituyendo los elementos deteriorados por unos nuevos.*

*CE3.4 Explicar los procesos de comprobación y reparación de los componentes de los sistemas mecánicos (agujas de altímetro, velocímetro, barómetro, entre otros), cambiando las piezas deterioradas por unas nuevas, siguiendo el plan de mantenimiento, dando respuesta a las averías detectadas y a las necesidades de actualización.*

*CE3.5 Cumplimentar un certificado de aptitud para un servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de una aeronave tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.*

**Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo:**

C1 completa; C2 completa; C3 completa.

Otras capacidades:

Demstrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Demstrar resistencia al estrés, estabilidad de ánimo y control de impulsos.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

Valorar el talento y el rendimiento profesional con independencia del sexo.

Promover la igualdad de trato entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

## Contenidos:

### **1. Herramientas, materiales y equipos para el mantenimiento de las instalaciones y equipos eléctricos, electrónicos y aviónicos dedicados a la confortabilidad en la cabina de pasaje de la aeronave**

Tipos comunes de herramientas manuales. Tipos comunes de herramientas mecánicas. Manejo y utilización de herramientas de medición de precisión. Equipos y métodos de lubricación. Funcionamiento, función y utilización de equipos de comprobaciones eléctricas generales. Materiales de aeronaves Ferrosos. Materiales de aeronaves No ferrosos. Materiales compuestos y no metálicos. Corrosión. Dispositivos de fijación. Tuberías y empalmes. Resortes. Cojinetes. Transmisiones. Cables de mando. Cables eléctricos y conectores.

### **2. Técnicas de mantenimiento de los sistemas aviónicos, elementos de sistemas de comunicaciones, navegación y vuelo automático**

Características, comprobación y reparación de los sistemas aviónicos.

Desmontaje y montaje de los elementos: transmisores y receptores de comunicaciones (UHF, VHF, HF).

Micrófonos, equipos y estaciones de navegación (VOR, ILS, ADF, MLS, OMEGA).

Sistemas de radar (meteorológico, radioaltímetro, de posición, secundario, de guiado).

Antenas, acopladores, guías de onda, líneas de transmisión, sistemas de navegación por satélite.

ATC transponder, plataformas inerciales, acelerómetros, sistemas telefónicos e interfonos.

Sistemas de multiplexado de señales, convertidores analógicos-digitales, transductores de señales mecánicas a electrónicas, sistema de instrumentos.

Indicadores electromecánicos y electrónicos, tubos de rayos catódicos.

Pantallas de cristal líquido, LED, registradores de datos digitales y analógicos.

### **3. Técnicas de mantenimiento de los sistemas de generación y transformación de energía**

Alternadores.

Rectificadores.

Inversores.

Baterías.

Contactores.

Computadores de control y gestión de AC/DC.

Cuadros de mando, control y protección.

### **4. Técnicas de mantenimiento de los sistemas eléctricos de los equipos mecánicos**

Instrumentos de indicación, alimentación de combustible, sensores de presión, temperatura, flujo, transmisores de nivel, actuadores eléctricos, captadores de vibración, detectores de fuego y sus elementos de extinción, los computadores y dispositivos de entrada y/o salida.

Auxiliary Power Uni (APU).

Electronic Control Box (ECB).

Full Authority Digital Engine Control FADEC (Engine Interface Unit EIU, Velocity of Minimum Unstick VMU, Electronic Control Unit ECU).

### **5. Técnicas digitales y sistemas de instrumentos electrónicos en aviónica**

Sistemas de instrumentos electrónicos: disposición de sistemas típicos de instrumentos electrónicos y distribución en la cabina de vuelo.

### **6. Sistemas de numeración**

Binario, octal y hexadecimal. Demostración de conversiones entre los sistemas decimal y el binario, el octal y el hexadecimal, y viceversa.

### **7. Conversión de datos. Microprocesadores. Multiplexación**

Datos analógicos, datos digitales. Operación y aplicación de conversores de analógico a digital y de digital a analógico, entradas, salidas y limitaciones de distintos tipos. Buses de datos: funcionamiento de buses de datos en sistemas de aeronaves, incluido el conocimiento de ARINC y otras especificaciones. Red/Ethernet de la aeronave. Circuitos lógicos: identificación de símbolos comunes de puertas lógicas, tablas y circuitos equivalentes. Aplicaciones utilizadas en sistemas de aeronaves, diagramas esquemáticos.

Interpretación de diagramas lógicos. Estructura básica de un ordenador: terminología informática. Funcionamiento, diseño e interconexión de los principales componentes de un microordenador, incluso sus sistemas de buses asociados. Información contenida en palabras de instrucción de una dirección y de varias direcciones. Términos relacionados con la memoria. Funcionamiento de dispositivos típicos de memoria. Funcionamiento, ventajas y desventajas de los distintos sistemas de almacenamiento de datos. Funciones realizadas y funcionamiento general de un microprocesador. Funcionamiento básico de cada uno de los siguientes elementos de un microprocesador: unidad de control y procesamiento, reloj, registro, unidad aritmética lógica. Circuitos integrados: funcionamiento y utilización de codificadores y decodificadores. Función de los tipos de codificadores. Utilización de la integración a media, gran y muy gran escala. Funcionamiento, aplicación e identificación en diagramas lógicos de multiplexadores.

#### **8. Física, matemáticas y factores humanos en el mantenimiento de los computadores, equipos eléctricos/electrónicos y de aviónica en talleres de componentes**

Mecánica. Estática. Cinética. Dinámica. Dinámica de fluidos. Termodinámica. Aritmética. Álgebra. Geometría. Generalidades. La necesidad de tener en cuenta los factores humanos. Incidentes imputables a factores humanos/errores humanos. Ley «de Murphy». Rendimiento y limitaciones humanas. Vista. Oído. Asimilación de información. Atención y percepción. Memoria. Claustrofobia y acceso físico. Psicología social Responsabilidad: individual y de grupo. Motivación y desmotivación. Presión de los compañeros. Aspectos culturales. Trabajo en equipo. Dirección, supervisión y liderazgo. Factores que afectan al rendimiento Estado físico/salud. Estrés: doméstico y relacionado con el trabajo. Trabajo bajo presión y fechas límites. Carga de trabajo: sobrecarga, falta de trabajo. Sueño y fatiga, trabajo por turnos. Alcohol, medicación, abuso de drogas. Entorno físico. Ruido, humos y vapores tóxicos. Iluminación. Clima y temperatura. Movimiento y vibración. Entorno de trabajo. Tareas Trabajo físico. Tareas repetitivas. Inspección visual. Sistemas complejos. Comunicación dentro de un equipo y entre equipos. Grabaciones y anotaciones de trabajo. Error humano. Teorías y modelos de error. Tipos de errores en tareas de mantenimiento. Consecuencias de los errores (ejemplo: accidentes). Cómo evitar y controlar los errores. Riesgos laborales. Reconocimiento y forma de evitar los riesgos. Reacción ante emergencias.

#### **9. Legislación aplicada al mantenimiento de los computadores, equipos eléctricos/electrónicos y de aviónica en talleres de componentes**

Marco regulado. Papel de la Organización de Aviación Civil Internacional. Papel de la Comisión Europea. Papel de la EASA. Papel de los Estados miembros y las autoridades nacionales de aviación. Personal certificador. Mantenimiento. Comprensión detallada de la Parte 66. Empresas de mantenimiento aprobadas. Comprensión detallada de la Parte 145 y de la Parte M, subparte F. Operaciones aéreas. Certificado de Operador Aéreo. Certificación de aeronaves, componentes y equipos a) Generalidades. Comprensión general de la Parte 21 y especificaciones de certificación de la EASA CS-23, 25, 27, 29. b) Documentos. Certificado de aeronavegabilidad. Certificados restringidos de aeronavegabilidad y autorización de vuelo. Certificado de matrícula. Certificado de niveles de ruido. Distribución del peso. Licencia y autorización de emisora de radio. Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de las disposiciones de la Parte 21 relativas al mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de la Parte M. Requisitos nacionales e internacionales aplicables para (si no son anulados por los requisitos de la UE): a) Programas de mantenimiento, inspecciones y comprobaciones de mantenimiento. Directivas de aeronavegabilidad. Boletines de servicio, información de servicio de fabricantes. Modificaciones y reparaciones. Documentación de mantenimiento: manuales de mantenimiento, manual de reparación estructural, catálogo ilustrado de componentes, entre otros. Únicamente para las licencias A y B2: Lista maestra de

equipamiento mínimo, lista de equipamiento mínimo, lista de desviaciones de despacho.  
b) Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Equipamiento mínimo. Vuelos de prueba. Únicamente para las licencias B1 y B2: Requisitos de mantenimiento y despacho ETOPS.

## 10. Dispositivos sensibles a cargas electrostáticas

Manipulación especial de componentes sensibles a descargas electrostáticas. Conocimiento de los riesgos y posibles daños, dispositivos de protección contra cargas electrostáticas para personas y componentes.

## 11. Control de gestión de software

Conocimiento de las restricciones, los requisitos de aeronavegabilidad y los posibles efectos catastróficos producidos por cambios no aprobados a programas de software.

## 12. Entorno electromagnético

Influencia de los siguientes fenómenos en las prácticas de mantenimiento de sistemas electrónicos EMC: Compatibilidad electromagnética.

EMI: Interferencia electromagnética. HIRF: Campo de radiación de alta intensidad. Rayos/ Protección contra rayos).

### Parámetros de contexto de la formación:

#### Espacios e instalaciones:

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller. Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

#### Perfil profesional del formador o formadora:

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con el mantenimiento/ reparación de los computadores y equipos eléctricos/electrónicos y de aviónica en talleres de componentes, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

## MÓDULO FORMATIVO 5: MONTAJE DE COMPONENTES Y ELEMENTOS DE LA AERONAVE EN LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN Y ENSAMBLAJE DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS, ELECTRÓNICOS Y DE AVIÓNICA

Nivel: 3

Código: MF2545\_3

Asociado a la UC: Instalar componentes y elementos de la aeronave en los procesos de fabricación y ensamblaje de los sistemas eléctricos, electrónicos y de aviónica

Duración: 450 horas

### Capacidades y criterios de evaluación:

C1: Aplicar técnicas de instalación/montaje en procesos de fabricación de elementos que componen sistemas aviónicos de navegación, vuelo automático, comunicaciones, instrumentación y generación eléctrica, realizando verificaciones mediante bite test y pruebas operacionales que pueden requerir simulaciones complejas o el uso de bancos de prueba externos, siguiendo las indicaciones del manual de mantenimiento de la aeronave.

*CE1.1 En un supuesto práctico de montaje/instalación de los sistemas aviónicos en los procesos de fabricación, equipos y componentes encargados de la navegación (Very High Frequency Omnidirectional Range (VOR), Instrument Landing System (ILS), Microwave Landing System (MLS), Automatic Direction Finding (ADF), Distance Measuring Equipment (DME), radar meteorológico Weather Radar System (WXR), transpondedor Air Traffic Control (ATC), Resolution Advisory (RA), antenas y guías de onda, sistemas de gestión y guiado de vuelo automático Flight Management System (FMS), sistemas de posicionamiento por satélite Global Navigation Satellite System (GNSS), (Global Positioning System (GPS), Global Navigation Satellite System (GLONAS), Europas Global Navigation Satellite System (GALILEO), datos de aire (sondas de pitot y estática), Angle Of Attack (AOA), Total Air Temperature (TAT), Central Air Data Computer (CADC), plataformas inerciales y acelerómetros Inertial Reference System (IRS), equipos y componentes del sistema de comunicaciones, transmisores y receptores ((Ultra High Frequency (UHF), Very High Frequency (VHF), High Frequency (HF), Satellite Communications (SATCOM)), antenas, acopladores, paneles de control, así como todos sus componentes periféricos, componentes electrónicos de gestión, control y operación de los mandos de vuelo, computadores y periféricos, FLY BY WIRE, elementos de actuación, así como los computadores y redes de datos del sistema de aviónica modular integrado Integrated Modular Avionics (IMA), componentes del sistema de instrumentación de la aeronave, transductores de presión, temperatura, revoluciones, posición y velocidad, entre otras, instrumentos giroscópicos y electromecánicos, instrumentos digitales, Electronic Flight Instrument System (EFIS), cristal líquido, Light Emitting Diode (LED), sistema de iluminación de cabina de vuelo, Cockpit Voice Recorder (CVR), Digital Flight Data Recorder (DFDR), Digital Aids Recorders (DAR), así como los sistemas centralizados de mantenimiento, Central Management System (CMS), Centralized Fault Display System (CFDS), componentes encargados de la generación y distribución de la potencia eléctrica, generadores y Generator Control Unit (GCU'S), inversores estáticos, dinamos, baterías y sus dispositivos de carga, transformadores rectificadores, elementos de distribución, contactores, Remote Control Circuit Breakers (RCCB), relés y disyuntores, así como la red de distribución eléctrica, computadores y dispositivos de entrada y/o salida, elementos eléctricos y electrónico, redes de cableado eléctrico, distribución de alimentación, buses de*

*transmisión/recepción de datos, cables coaxiales, fibra óptica, entre otras, y siguiendo el manual de Mantenimiento de la Aeronave se procede a:*

*- Comprobar el trabajo a realizar indicado en los boletines de ingeniería, interpretando los esquemas eléctricos.*

*- Inspeccionar la zona de trabajo, asegurando que no hay inconvenientes en el proceso.*

*- Preparar las herramientas y útiles requeridos, asegurando la calibración de las herramientas y utillaje.*

*- Comprobar la serviciabilidad de los equipos a instalar; certificados de operatividad (European Union Aviation Safety Agency (EASA) FORM 1, Federal Aviation Administration of the USA (FAA) 8130, Transport Canada Civil Aviation (TCCA), entre otras).*

*- Identificar puntos críticos de la instalación o montaje para no provocar un deterioro prematuro en la instalación.*

*- Realizar el montaje de las instalaciones eléctricas, instalando los soportes, bridas y atados, fijando los mazos de cableado eléctrico.*

*- Montar los equipos y computadores en la aeronave, siguiendo la normativa aplicable, asegurando que no sufren daños por descargas electrostáticas.*

*- Realizar las conexiones del cableado eléctrico en los puntos especificados, de acuerdo al manual *Electrical Standard Practices Manual (ESPM)*.*

*- Comprobar que el montaje realizado cumple las especificaciones funcionales y de calidad.*

*- Cumplimentar la documentación requerida por la trazabilidad, certificando la realización del trabajo según los procedimientos establecidos.*

*CE1.2 Explicar el funcionamiento de equipos de prueba y medida tales como osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros, interpretando los datos obtenidos y dando respuesta a los mismos.*

*CE1.3 Describir procesos de comprobación de medios, equipos, utillajes específicos, bancos de comprobación de sistemas eléctricos y electrónicos, dispositivos de indicación (temperatura, presión, humedad, intensidad lumínica, intensidad sonora, vibración, resistencia), dispositivos de mando (regulación y control), dispositivos de medidas eléctricas (intensidad, voltaje, resistencia, capacidad), dispositivos electromagnéticos, circuitos de protección de instalaciones eléctricas (cableados, conectores, centros de distribución), usados en los procesos de fabricación, verificando con los equipos de prueba (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), interpretando los planos y esquemas eléctricos, diagnosticando averías, sustituyendo/ajustando los elementos.*

**C2:** Aplicar técnicas de instalación/montaje en procesos de fabricación de los elementos que componen sistemas mecánicos de mandos de vuelo, potencia hidráulica, tren de

aterriaje, célula, neumático, combustible, oxígeno, agua potable y residual, protección contra el hielo/lluvia y luces en la aeronave, realizando verificaciones mediante bite test y pruebas operacionales que pueden requerir simulaciones complejas o el uso de bancos de prueba externos, según las instrucciones de los documentos editados.

*CE2.1 En un supuesto práctico de montaje/instalación de sistemas mecánicos en los procesos de fabricación, los equipos de control y componentes periféricos de los sistemas de aire acondicionado y presurización, luces exteriores, protección contra el hielo y la lluvia, protección contra incendios, oxígeno, agua y residuos, redes de cableado eléctrico, distribución de alimentación, buses de transmisión/recepción de datos, cables coaxiales, fibra óptica, entre otras, computadores y dispositivos de entrada y/o salida:*

*- Comprobar el trabajo a realizar indicado en los boletines de ingeniería, interpretando los esquemas eléctricos.*

*- Inspeccionar la zona de trabajo, asegurando que no hay inconvenientes en el proceso.*

*- Preparar las herramientas y útiles requeridos en el Manual de Mantenimiento de la aeronave, asegurando la calibración de las herramientas y utillaje.*

*- Comprobar la serviciabilidad de los equipos a instalar; certificados de operatividad (EASA FORM 1, FAA 8130, TCCA Form ONE, Administración Nacional de Aviación Civil Argentina (ANAC), Corporación Centroamericana de Servicios de Navegación Aérea (COCESNA), entre otras).*

*- Identificar puntos críticos de la instalación o montaje para no provocar un deterioro prematuro en la instalación.*

*- Realizar el montaje de las instalaciones eléctricas, instalando los soportes, bridas y atados, fijando los mazos de cableado eléctrico.*

*- Montar los equipos y computadores en la aeronave, siguiendo la normativa aplicable, asegurando que no sufren daños por descargas electrostáticas.*

*- Realizar las conexiones del cableado eléctrico en los puntos especificados, de acuerdo al Electrical Standard Practices Manual (ESPM).*

*- Comprobar que el montaje realizado cumple las especificaciones funcionales y de calidad.*

*- Complimentar la documentación requerida por la trazabilidad, certificando la realización del trabajo según los procedimientos establecidos.*

*CE2.2 Descripción de los diagnósticos de averías que aparecen en procesos de fabricación, buscando las causas que la producen, utilizando útiles específicos y siguiendo los pasos descritos en el Manual de mantenimiento de la aeronave.*

*CE2.3 Describir procesos de comprobación de los medios, equipos, utillajes específicos, bancos de comprobación de los sistemas eléctricos y electrónicos, dispositivos de indicación (temperatura, presión, humedad, intensidad lumínica,*

*intensidad sonora, vibración, resistencia), dispositivos de mando (regulación y control), dispositivos de medidas eléctricas (intensidad, voltaje, resistencia, capacidad), dispositivos electromagnéticos, circuitos de protección de instalaciones eléctricas (cableados, conectores, centros de distribución), usados en procesos de fabricación, verificando con los equipos de prueba (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), interpretando los planos y esquemas eléctricos, diagnosticando averías, sustituyendo/ajustando los elementos.*

C3: Aplicar técnicas de instalación/verificación en los procesos de fabricación de sistemas eléctricos y electrónicos de control e indicación de la planta de potencia, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales e instalando el software actualizado en computadores siguiendo las instrucciones de trabajo y los manuales asociados, para asegurar el rendimiento del conjunto motor.

*CE3.1 En un supuesto práctico de montaje/instalación de componentes eléctricos y electrónicos de la planta de potencia, equipos electrónicos de control y los componentes periféricos del motor Full Authority Digital Engine Control (FADEC), Engine Interface Unit (EIU), Vibratory Monitoring Unit (VMU), Electronic Control Unit (ECU), instrumentos de indicación, alimentación de combustible, sensores de presión, temperatura, flujo, transmisores de nivel, actuadores eléctricos, captadores de vibración, detectores de fuego y sus elementos de extinción, bombas y líneas de presión/recuperación de aceite, hidráulico y combustible, módulos de control de encendido y bujías, intercambiadores de calor, generadores eléctricos y Constant Speed Drive (CSD'S), Integrated Drive Generator (IDG'S) o dinamos, líneas de alimentación de combustible, fuel control, Fuel Control Unit (FCU), válvulas y actuadores, líneas de sangrado de aire de motor, sensores y detectores, redes de cableado eléctrico y de buses de transmisión/recepción de datos del motor, computadores y dispositivos de entrada y/o salida de motor, y siguiendo el manual de mantenimiento de la aeronave, se procede a:*

*- Comprobar el trabajo a realizar indicado en los boletines de ingeniería, interpretando los esquemas eléctricos.*

*- Inspeccionar la zona de trabajo, asegurando que no hay inconvenientes en el proceso.*

*- Preparar las herramientas y útiles requeridos en el Manual de mantenimiento de la aeronave, asegurando la calibración de las herramientas y utillaje.*

*- Comprobar la serviciabilidad de los equipos a instalar; certificados de operatividad (EASA FORM 1, FAA 8130, entre otras).*

*- Identificar puntos críticos de la instalación o montaje para no provocar un deterioro prematuro en la instalación.*

*- Realizar el montaje de las instalaciones eléctricas, instalando los soportes, bridas y atados, fijando los mazos de cableado eléctrico.*

*- Montar los equipos y computadores en la aeronave, siguiendo la normativa aplicable, asegurando que no sufren daños por descargas electrostáticas.*

- Realizar las conexiones del cableado eléctrico en los puntos especificados, de acuerdo al *Electrical Standard Practices Manual (ESPM)*.

- Comprobar que el montaje realizado cumple las especificaciones funcionales y de calidad.

- Cumplimentar la documentación requerida por la trazabilidad, certificando la realización del trabajo según los procedimientos establecidos.

*CE3.2 Describir diagnósticos de averías que aparecen en procesos de fabricación, buscando las causas que la producen, utilizando útiles específicos y siguiendo los pasos descritos en el Manual de mantenimiento de la aeronave.*

*CE3.3 Describir procesos de comprobación de medios, equipos, utillajes específicos, bancos de comprobación de sistemas eléctricos y electrónicos, dispositivos de indicación (temperatura, presión, humedad, intensidad lumínica, intensidad sonora, vibración, resistencia), dispositivos de mando (regulación y control), dispositivos de medidas eléctricas (intensidad, voltaje, resistencia, capacidad), dispositivos electromagnéticos, circuitos de protección de instalaciones eléctricas (cableados, conectores, centros de distribución), usados en los procesos de fabricación, verificando con los equipos de prueba (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), interpretando los planos y esquemas eléctricos, diagnosticando averías, sustituyendo/ajustando los elementos.*

*CE3.4 Cumplimentar un certificado de aptitud para un servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de una aeronave tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.*

### **Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo:**

C1 completa; C2 completa; C3 completa.

Otras capacidades:

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Demostrar resistencia al estrés, estabilidad de ánimo y control de impulsos.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

Valorar el talento y el rendimiento profesional con independencia del sexo.

Promover la igualdad de trato entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

## Contenidos:

### **1. Interpretación de documentación técnica y herramientas para instalación de sistemas y equipos de aeronaves**

Simbología, normalización, vistas, cortes, tolerancias, entre otros.

Planos de conjuntos, de montaje y de despieces.

Manejo de manuales y catálogos.

Tipos comunes de herramientas manuales.

Tipos comunes de herramientas mecánicas.

Manejo y utilización de herramientas de medición de precisión.

Funcionamiento, función y utilización de equipos de comprobaciones eléctricas generales.

### **2. Técnicas de montaje de circuitos neumáticos utilizados en aeronáutica**

Simbología y representación específica de los sistemas neumáticos.

Elementos neumáticos.

Estructura de circuitos neumáticos en aeronaves.

Tipos de mandos en circuitos neumáticos de aeronaves.

Circuitos hidráulicos y neumáticos secuenciales.

Montaje de los distintos elementos del circuito neumático en las aeronaves: depósitos, válvulas, actuadores, tuberías, acumuladores, entre otros.

### **3. Técnicas de montaje de circuitos hidráulicos utilizados en aeronáutica. Tuberías y empalmes**

Simbología y representación de los sistemas hidráulicos. Elementos hidráulicos. Identificación y tipos de tuberías rígidas y flexibles y sus empalmes, utilizadas en aeronaves. Empalmes estándar de tuberías del sistema hidráulico, de combustible, de aceite, neumático y del sistema de aire en aeronaves. Estructura de circuitos hidráulicos en aeronaves. Tipos de mandos en circuitos hidráulicos de aeronaves. Circuitos hidráulicos. Montaje de los distintos elementos del circuito en las aeronaves: depósitos, válvulas, actuadores, tuberías, entre otros.

#### **4. Técnicas de montaje, fijación y unión de mecanismos mecánicos y eléctricos utilizados en aeronáutica**

Montaje de: reductores, transformadores de movimiento lineal a circular y viceversa, embragues, frenos, trenes de engranajes, poleas, acopladores de ejes de transmisión, rodamientos, cojinetes, levas, resortes, elementos de unión, cables de mando, entre otros.

Superficies de deslizamiento: guías, columnas, casquillos, carros.

Juntas de estanqueidad.

Montaje de equipos o conjuntos mecánicos, eléctricos, hidráulicos, neumáticos, entre otros.

Instalación de mazos de cables.

Conexión de terminales y mazos de cables.

Técnicas de mecanizado manual y a máquina.

Frenado.

Lacrado.

Uniones entre tuberías tipo rígidas: Deutsch, Harrison, cónicos y bicónicos, entre otros.

Uniones entre tuberías tipo rígidas/flexibles.

Uniones entre tuberías flexibles.

Curvado y abocardado de tubos.

Colocación de terminales eléctricos.

Normalización e identificación específica de los elementos de unión: Military Specifications (MIL-SPEC), National Aerospace Standards (NAS), Aerospace Standard (AS), entre otras.

Tornillos, tuercas, bulones y pernos.

Arandelas y pasadores.

Bridas y broches.

Racores.

Separadores.

Terminales eléctricos.

Elementos de unión especiales: Heli&Coil, insertos Acres, protecciones Bonding Clamp, Turnlock, fastener, Dzus Fastener, Airloc Fastener, Camlock Fastener, entre otras.

#### **5. Técnicas de comprobación del funcionamiento y reglaje de los equipos montados en la estructura de la aeronave**

Medición de velocidades, rpm, par, potencia, tensiones, intensidades, vibraciones, presiones y caudales, esfuerzos dinámicos, temperatura de cojinetes.

Comprobación de continuidad eléctrica.

Reglaje de actuadores eléctricos y servosistemas.

Comprobación de no interferencias entre distintos sistemas y equipos.

## **6. Materiales, equipos y herramientas aplicados al montaje de componentes y elementos de la aeronave en los procesos de fabricación y ensamblaje de los sistemas eléctricos, electrónicos y de aviónica**

Materiales de aeronaves-ferrosos: Características, propiedades e identificación de aleaciones de acero utilizadas normalmente en aeronaves. Tratamientos por calor y aplicación de las aleaciones de acero. Ensayos de dureza, resistencia a la tracción, resistencia a la fatiga y resistencia al impacto de materiales ferrosos. Materiales de aeronaves-no ferrosos: Características, propiedades e identificación de materiales no ferrosos utilizados normalmente en aeronaves. Tratamientos por calor y aplicación de los materiales no ferrosos. Ensayos de dureza, resistencia a la tracción, resistencia a la fatiga y resistencia al impacto de materiales no ferrosos. Materiales de aeronaves-Materiales compuestos y no metálicos: Materiales compuestos y no metálicos distintos de la madera y los materiales textiles: Características, propiedades e identificación de materiales compuestos y no metálicos, distintos de la madera, de uso común en aeronaves. Sellantes y agentes adhesivos. Corrosión: Fundamentos químicos. Formación por proceso de galvanización, microbiológico y presión. Tipos de corrosión y su identificación. Causas de la corrosión. Tipos de materiales, susceptibilidad a la corrosión. Dispositivos de fijación: Roscas de tornillos. Nomenclatura de tornillos. Formas de roscas, dimensiones y tolerancias de roscas estándar utilizadas en aeronaves. Medida de las roscas de tornillos. Pernos, espárragos y tornillos: Tipos de pernos: especificaciones, identificación y marcas de pernos de aeronaves, normas internacionales. Tuercas: autoblocantes, de anclaje, tipos estándar. Tornillos para metales: especificaciones para aeronaves. Espárragos: tipos y utilización, inserción y extracción. Tornillos autorroscantes, pasadores. Dispositivos de cierre: Arandelas de lengüeta y de resorte, placas de bloqueo, pasadores de aletas, tuercas de cierre, bloqueo con alambre, dispositivos de aflojamiento rápido, chavetas, anillos de seguridad, chavetas de retén. Remaches de aeronaves: Tipos de remaches macizos y ciegos: especificaciones e identificación, tratamiento térmico. Tuberías y empalmes: Identificación y tipos de tuberías rígidas y flexibles y sus empalmes, utilizadas en aeronaves. Empalmes estándar de tuberías del sistema hidráulico, de combustible, de aceite, neumático y del sistema de aire en aeronaves. Resortes: Tipos de resortes, materiales, características y aplicaciones. Cojinetes: Función de los cojinetes, cargas, material y fabricación. Tipos de cojinetes y su aplicación. Transmisiones: Tipos de engranajes y sus aplicaciones. Relación de transmisión, sistemas de engranajes de reducción y multiplicación, engranajes conductores y conducidos, engranajes intermedios, formas de engranes. Correas y poleas, cadenas y ruedas dentadas. Cables de mando: Tipos de cables. Herrajes finales, tensores y dispositivos de compensación. Poleas y componentes del sistema de transmisión por cable. Cables tipo Bowden. Sistemas de mando flexible de aeronaves. Cables eléctricos y conectores: Tipos de cables, estructura y características. Cables de alta tensión y coaxiales. Engarzado a presión. Tipos de conectores, patillas, enchufes, casquillos, aislantes, intensidades y tensiones nominales, acoplamiento, códigos de identificación.

## **7. Materiales de aeronaves-ferrosos**

Características, propiedades e identificación de aleaciones de acero utilizadas normalmente en aeronaves. Tratamientos por calor y aplicación de las aleaciones de acero. Ensayos de dureza, resistencia a la tracción, resistencia a la fatiga y resistencia al impacto de materiales ferrosos. Materiales de aeronaves-no ferrosos: características, propiedades e

identificación de materiales no ferrosos utilizados normalmente en aeronaves. Tratamientos por calor y aplicación de los materiales no ferrosos. Ensayos de dureza, resistencia a la tracción, resistencia a la fatiga y resistencia al impacto de materiales no ferrosos.

## **8. Materiales de aeronaves-Materiales compuestos y no metálicos**

Materiales compuestos y no metálicos distintos de la madera y los materiales textiles (Características, propiedades e identificación de materiales compuestos y no metálicos, distintos de la madera, de uso común en aeronaves. Sellantes y agentes adhesivos).

Corrosión. Química. Formación por proceso de galvanización, microbiológico y presión. Tipos de corrosión y su identificación. Causas de la corrosión. Tipos de materiales, susceptibilidad a la corrosión.

## **9. Dispositivos de fijación. Cables de mando**

Roscas de tornillos. Nomenclatura de tornillos. Formas de roscas, dimensiones y tolerancias de roscas estándar utilizadas en aeronaves. Medida de las roscas de tornillos. Pernos, espárragos y tornillos (tipos de pernos, especificaciones, identificación y marcas de pernos de aeronaves, normas internacionales) Tuercas (autoblocantes, de anclaje, tipos estándar). Tornillos para metales (especificaciones para aeronaves) Espárragos (tipos y utilización, inserción y extracción) Tornillos autorroscantes, pasadores. Dispositivos de cierre: arandelas de lengüeta y de resorte, placas de bloqueo, pasadores de aletas, tuercas de cierre, bloqueo con alambre, dispositivos de aflojamiento rápido, chavetas, anillos de seguridad, chavetas de retén. Remaches de aeronaves: tipos de remaches macizos y ciegos: especificaciones e identificación, tratamiento térmico. Tipos de cables. Herrajes finales, tensores y dispositivos de compensación. Poleas y componentes del sistema de transmisión por cable. Cables tipo Bowden. Sistemas de mando flexible de aeronaves. Cables eléctricos y conectores: tipos de cables, estructura y características. Cables de alta tensión y coaxiales. Engarzado a presión. Tipos de conectores, patillas, enchufes, casquillos, aislantes, intensidades y tensiones nominales, acoplamiento, códigos de identificación.

## **10. Resortes**

Tipos de resortes, materiales, características y aplicaciones.

Cojinetes: función de los cojinetes, cargas, material y fabricación. Tipos de cojinetes y su aplicación.

Transmisiones: tipos de engranajes y sus aplicaciones. Relación de transmisión, sistemas de engranajes de reducción y multiplicación, engranajes conductores y conducidos, engranajes intermedios, formas de engranes. Correas y poleas, cadenas y ruedas dentadas.

## **11. Legislación aplicada al montaje de componentes y elementos de la aeronave en los procesos de fabricación y ensamblaje de los sistemas eléctricos, electrónicos y de aviónica**

Marco regulado. Papel de la Organización de Aviación Civil Internacional. Papel de la Comisión Europea. Papel de la EASA. Papel de los Estados miembros y las autoridades nacionales de aviación. Personal certificador. Mantenimiento. Comprensión detallada de la Parte 66. Empresas de mantenimiento aprobadas. Comprensión detallada de la Parte 145 y de la Parte M, subparte F. Operaciones aéreas. Certificado de Operador Aéreo. Certificación de aeronaves, componentes y equipos a) Generalidades. Comprensión

general de la Parte 21 y especificaciones de certificación de la EASA CS-23, 25, 27, 29. b) Documentos. Certificado de aeronavegabilidad. Certificados restringidos de aeronavegabilidad y autorización de vuelo. Certificado de matrícula. Certificado de niveles de ruido. Distribución del peso. Licencia y autorización de emisora de radio. Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de las disposiciones de la Parte 21 relativas al mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de la Parte M. Requisitos nacionales e internacionales aplicables para (si no son anulados por los requisitos de la UE): a) Programas de mantenimiento, inspecciones y comprobaciones de mantenimiento. Directivas de aeronavegabilidad. Boletines de servicio, información de servicio de fabricantes. Modificaciones y reparaciones. Documentación de mantenimiento: manuales de mantenimiento, manual de reparación estructural, catálogo ilustrado de componentes, entre otros. Únicamente para las licencias A y B2: Lista maestra de equipamiento mínimo, lista de equipamiento mínimo, lista de desviaciones de despacho. b) Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Equipamiento mínimo. Vuelos de prueba. Únicamente para las licencias B1 y B2: Requisitos de mantenimiento y despacho ETOPS.

## **12. Física, matemáticas y factores humanos, aplicados al montaje de componentes y elementos de la aeronave en los procesos de fabricación y ensamblaje de los sistemas eléctricos, electrónicos y de aviónica**

Mecánica. Estática. Cinética. Dinámica. Dinámica de fluidos. Termodinámica. Aritmética. Álgebra. Geometría. Generalidades. La necesidad de tener en cuenta los factores humanos. Incidentes imputables a factores humanos/errores humanos. Ley «de Murphy». Rendimiento y limitaciones humanas. Vista. Oído. Asimilación de información. Atención y percepción. Memoria. Claustrofobia y acceso físico. Psicología social Responsabilidad: individual y de grupo. Motivación y desmotivación. Presión de los compañeros. Aspectos culturales. Trabajo en equipo. Dirección, supervisión y liderazgo. Factores que afectan al rendimiento Estado físico/salud. Estrés: doméstico y relacionado con el trabajo. Trabajo bajo presión y fechas límites. Carga de trabajo: sobrecarga, falta de trabajo. Sueño y fatiga, trabajo por turnos. Alcohol, medicación, abuso de drogas. Entorno físico. Ruido, humos y vapores tóxicos. Iluminación. Clima y temperatura. Movimiento y vibración. Entorno de trabajo. Tareas Trabajo físico. Tareas repetitivas. Inspección visual. Sistemas complejos. Comunicación dentro de un equipo y entre equipos. Grabaciones y anotaciones de trabajo. Error humano. Teorías y modelos de error. Tipos de errores en tareas de mantenimiento. Consecuencias de los errores (ejemplo: accidentes). Cómo evitar y controlar los errores. Riesgos laborales. Reconocimiento y forma de evitar los riesgos. Reacción ante emergencias.

### **Parámetros de contexto de la formación:**

#### **Espacios e instalaciones:**

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller. Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

#### **Perfil profesional del formador o formadora:**

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con la instalación de componentes y elementos de la aeronave en los procesos de fabricación y ensamblaje de

los sistemas eléctricos, electrónicos y de aviónica, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.

- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

## **MÓDULO FORMATIVO 6: MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS Y LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS, ELECTRÓNICAS Y DE AVIÓNICA DE LOS SIMULADORES DE VUELO**

**Nivel: 3**

**Código: MF2546\_3**

**Asociado a la UC: Mantener los equipos y las instalaciones eléctricas, electrónicas y aviónicas de los simuladores de vuelo**

**Duración: 290 horas**

**Capacidades y criterios de evaluación:**

C1: Aplicar procesos de mantenimiento y reparación en las instalaciones, elementos eléctricos y computadores electrónicos en los simuladores de vuelo Flight Simulator (FS), dispositivos de entrenamiento de vuelo (Flight Training Device (FTD) o Flight Simulation Training Devices (FSTD)), dispositivos de formación a la aviación Aviation Training Devices (ATD) y simuladores de vuelo completo Full Flight Simulators (FFS), diagnosticando averías, realizando pruebas operacionales y auto test, instalando el software operacional en los computadores, y reparando o reemplazando los elementos defectuosos por otros operativos según indicaciones de los manuales técnicos de mantenimiento del simulador.

*CE1.1 Describir el proceso de mantenimiento y reparación de los simuladores de vuelo (FS), dispositivos de entrenamiento de vuelo (FTD o FSTD), dispositivos de formación a la aviación (ATD) y simuladores de vuelo completo (FFS), siguiendo el plan de mantenimiento, aplicando las instrucciones de trabajo recogidas en el manual técnico del simulador, utilizando software de análisis y documentos de trabajo asociados, dando respuesta a las averías detectadas, para obtener el resultado operacional.*

*CE1.2 En un supuesto práctico de verificación, de elementos y computadores encargados de la simulación de navegación Very High Frequency Omnidirectional Range (VOR), Instrument Landing System (ILS), Microwave Landing System (MLS), Automatic Direction Finding (ADF), Distance Measuring Equipment (DME), Optimized Method for Estimated Guidance Accuracy (OMEGA), radar meteorológico Weather Radar System (WXR), Radio Altimeter (RA), sistemas de guiado de vuelo automático Flight Management System (FMS), sistemas de posicionamiento por satélite Global Navigation Satellite System (GNSS), (Global Positioning System (GPS), Global Navigation Satellite System (GLONAS), Europe's Global Navigation Satellite System (GALILEO), señales de datos de aire, simulación de posición*

*Inertial Reference System (IRS), los elementos y computadores encargados de la transmisión y recepción de comunicaciones en los simuladores de vuelo Ultra High Frequency (UHF), Very High Frequency (VHF), High Frequency (HF), Satellite Communications (SATCOM), o la simulación de las mismas, paneles de control y sus componentes periféricos, los equipos y componentes encargados de la simulación del transpondedor y seguimiento del vuelo Air Traffic Control (ATC), los elementos encargados de la simulación de los sistemas generales de la aeronave, aire acondicionado, presurización, luces exteriores, protección contra el hielo y la lluvia, protección contra incendios, agua y residuos, oxígeno, combustible, potencia hidráulica, neumático, tren de aterrizaje, así como la simulación de la operación de motor, los equipos y componentes encargados de la simulación y presentación de los instrumentos principales y secundarios del Cockpit, transductores de presión, temperatura, revoluciones, posición y velocidad, instrumentos giroscópicos y electromecánicos, instrumentos digitales, Electronic Flight Instrument System (EFIS), proyectores de vídeo, pantallas de rayos catódicos, cristal líquido y Light Emitting Diode (LED), así como el sistema de iluminación del Cockpit, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, se procede a:*

- *Verificar visualmente los elementos que constituyen el sistema.*
- *Instalar el software operacional en los computadores.*
- *Ejecutar pruebas con los equipos de comprobación (polímetro, osciloscopio, analizadores digitales, entre otros).*
- *Realizar pruebas operacionales y auto test.*
- *Realizar Bite Test.*
- *Analizar los resultados obtenidos.*
- *Desmontar y montar los elementos que constituyen el sistema.*
- *Reparar los elementos que sean necesarios.*
- *Verificar el ajuste de los elementos reparados o sustituidos.*

*CE1.3 Describir el proceso de mantenimiento y reparación de los computadores y dispositivos de entrada y/o salida encargados de la gestión y control del simulado, diagnosticando fallos en los componentes, realizando test operacionales y auto test, actualizando sus funciones modificando el software operacional por medio de dispositivos de entrada de datos, adaptándolos a los nuevos requerimientos operativos, restaurando los elementos defectuosos por otros operativos o ajustando en cada caso.*

C2: Someter a comprobación las redes de cableado eléctrico, distribución de alimentación, transmisión/recepción de datos analógicos, señales discretas, transmisión/recepción de datos, líneas coaxiales, redes ethernet y fibra óptica, entre otras.

*CE2.1 Ejecutar pruebas con los equipos de comprobación (polímetro, osciloscopio, analizadores digitales, entre otros), pruebas operacionales y auto test, Bite Test, cotejando los resultados obtenidos (resistencia, tensión, intensidad, frecuencias,*

*entre otros), reparando las líneas que no superen las pruebas realizadas, o modificándolas de acuerdo a los boletines de trabajo editados, interpretando planos y esquemas eléctricos.*

*CE2.2 Ejecutar pruebas de diagnóstico de los computadores y dispositivos de entrada y/o salida encargados de la gestión y control del simulador, instalando software operacional por medio de dispositivos de entrada de datos, adaptando los sistemas a los nuevos requerimientos operativos.*

*CE2.3 Ejecutar pruebas de diagnóstico y análisis de averías de los elementos eléctricos y electrónicos, reemplazando los elementos defectuosos y utilizando los equipos de prueba y medida (polímetro, osciloscopio, analizadores digitales, entre otros).*

**C3:** Aplicar procesos de mantenimiento y reparación de las instalaciones de los elementos encargados del movimiento en los dispositivos de entrenamiento de vuelo (FTD o FSTD), dispositivos de formación a la aviación (ATD) y simuladores de vuelo completo (FFS), diagnosticando averías, realizando pruebas operacionales y auto test, instalando el software operacional en los computadores, y reparando o reemplazando los elementos defectuosos por otros operativos según indicaciones de los manuales técnicos de mantenimiento del simulador, recuperando sus capacidades operativas.

*CE3.1 Aplicar el mantenimiento y reparación de los dispositivos de entrenamiento de vuelo (FTD o FSTD), dispositivos de formación en aviación (ATD) y simuladores de vuelo completos (FFS), siguiendo un plan de mantenimiento, aplicando las instrucciones de trabajo recogidas en el manual técnico del simulador y los documentos de trabajo asociados, dando respuesta a potenciales averías, para obtener el resultado operacional requerido.*

*CE3.2 Verificar elementos encargados del movimiento de un simulador de vuelo, actuadores hidráulicos y/o neumáticos, válvulas de control y transmisores de presión, elementos mecánicos, utilizando equipos de comprobación (polímetro, analizadores digitales y manómetros de presión, entre otros), realizando auto test o pruebas operacionales que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos, restaurando los elementos defectuosos por otros operativos o ajustando en cada caso, según indicaciones de los manuales técnicos de mantenimiento del simulador, para recuperar la operatividad del control del movimiento en la simulación.*

*CE3.3 Aplicar el mantenimiento y reparación de los computadores y dispositivos de entrada y/o salida encargados de la gestión y control del simulador, realizando test operacionales y auto test, actualizando sus funciones, modificando el software operacional por medio de dispositivos de entrada de datos, adaptándolos a los nuevos requerimientos, restaurando los elementos defectuosos por otros operativos o ajustando en cada caso, según indicaciones de los manuales técnicos especializados, adaptándolos a los nuevos requerimientos operativos.*

*CE3.4 Cumplimentar un certificado de aptitud para un servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de una aeronave tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la*

*fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.*

**Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo:**

C1 completa; C2 completa; C3 completa.

Otras capacidades:

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Demostrar resistencia al estrés, estabilidad de ánimo y control de impulsos.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

Valorar el talento y el rendimiento profesional con independencia del sexo.

Promover la igualdad de trato entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

**Contenidos:**

**1. Tipos y características de los simuladores de vuelo**

Simuladores hardware-in-the-loop.

Simuladores in-flight simulators.

Sistemas del simulador:

Cockpit Procedures Trainer (CPT).

Aviation Training Device (ATD).

Basic Instrument Training Device (BITD).

Flight and Navigation Procedures Trainer (FNPT).

Full Flight Simulator (FFS).

Tipos de pantallas del simulador.

Cilíndrica o esférica.

Simuladores off-line.

Software-in-the-loop.

Sistemas aéreos no tripulados (Unmanned Aircraft System (UAS) o Remotely Piloted Aircraft System (RPAS)).

Sistemas aéreos tripulados (Flight Gear o el Flight Simulator).

Simuladores hardware-in-the-loop.

In-flight simulators. Cualidades de vuelo. Sistema de estabilidad aumentada (Stability Augmentation System (SAS) controlabilidad aumentada (Calibrated airspeed (CAS)), (Real Time Operating System (RTOS) sistema operativo de tiempo real.

## **2. Verificación y reparación de los simuladores de vuelo**

Planos de conjuntos, de montaje y de despieces de los simuladores.

Manejo de manuales de los simuladores.

Tipos comunes de herramientas manuales.

Tipos comunes de herramientas mecánicas.

Manejo y utilización de herramientas de medición de precisión.

Funcionamiento, función y utilización de equipos de comprobaciones eléctricas generales.

## **3. Técnicas de mantenimiento de los sistemas aviónicos, elementos de sistemas de comunicaciones, navegación y vuelo automático en simuladores de vuelo**

Características, comprobación y reparación de los sistemas aviónicos.

Desmontaje y montaje de los elementos: transmisores y receptores de comunicaciones (UHF, VHF, HF).

Micrófonos, equipos y estaciones de navegación (VOR, ILS, ADF, MLS, OMEGA).

Sistemas de radar (meteorológico, radioaltímetro, de posición, secundario, de guiado).

Antenas, acopladores, guías de onda, líneas de transmisión, sistemas de navegación por satélite.

ATC transponder, plataformas inerciales, acelerómetros, sistemas telefónicos e interfonos.

Sistemas de multiplexado de señales, convertidores analógicos-digitales, transductores de señales mecánicas a electrónicas, sistema de instrumentos.

Indicadores electromecánicos y electrónicos, tubos de rayos catódicos.

Pantallas de cristal líquido, LED, registradores de datos digitales y analógicos.

#### **4. Técnicas de reparación y mantenimiento del equipamiento y accesorios en simuladores de vuelo**

Requisitos en cuanto a equipos de emergencia. Asientos, arneses y cinturones.

Equipo de entretenimiento en cabina, equipos, instalación de accesorios, mobiliario en cabina, equipo de entretenimiento en cabina, cocinas.

Manipulación de carga y del equipo de sujeción. Escalera

#### **5. Técnicas de reparación y mantenimiento de los sistemas de cabina en simuladores de vuelo**

Características, funcionamiento y verificación del sistema central de cabina, comunicación de datos/radio, sistema de entretenimiento en vuelo, el servicio de red de cabina, sistema central de la cabina, sistema de comunicación externa, sistema de memoria masiva de la cabina, sistema de control de la cabina, otros sistemas de la cabina.

Características, funcionamiento y verificación de las unidades y componentes del sistema de entretenimiento de los pasajeros.

Características, funcionamiento y verificación de los sistemas de comunicación en el interior de la aeronave (Sistema de Intercomunicación de datos de cabina) y del interior de la cabina de la aeronave y las estaciones de tierra (servicio de red de cabina) las transmisiones de voz, datos, música y vídeo.

#### **6. Técnicas de reparación y mantenimiento de los sistemas de información en simuladores de vuelo**

Sistema de información general de la aeronave.

Sistema de información del puesto de pilotaje.

Sistema de información de mantenimiento.

Sistema de información de la cabina de pasajeros.

Otros sistemas de información.

#### **Parámetros de contexto de la formación:**

##### **Espacios e instalaciones:**

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller. Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

##### **Perfil profesional del formador o formadora:**

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con el mantenimiento de los equipos y las instalaciones eléctricas, electrónicas y aviónicas de los simuladores de vuelo, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.

- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

## ANEXO IV

### **Cualificación profesional: Mantenimiento aeromecánico de aviones con motor de turbina**

**Familia Profesional: Transporte y Mantenimiento de Vehículos**

**Nivel: 3**

**Código: TMV763\_3**

#### **Competencia general**

Realizar el mantenimiento programado y no programado en los aviones de motor de turbina de la planta de potencia, Auxiliary Power Unit (APU), los sistemas de la aeronave, sus componentes y estructura, en actividades de mantenimiento en línea, mantenimiento en base, fabricación, ensamblaje y talleres de componentes, interpretando los manuales de mantenimiento de la aeronave y componentes, documentación técnica, órdenes de trabajo, directivas de aeronavegabilidad y partes de vuelo, normativa indicada por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA), por las Autoridades de Aviación Civil y Militar, nacionales e internacionales, utilizando la lengua inglesa cuando proceda, cumpliendo el plan de prevención sobre riesgos laborales y medioambientales y, participando en la gestión del mismo, colaborando y/o controlando partes de su logística, decidiendo en ciertos casos sobre las condiciones de puesta en servicio de la aeronave en su conjunto, como de sus componentes; todo ello sin perjuicio de lo establecido en la normativa sectorial vigente.

#### **Unidades de competencia: tmv765**

**UC2547\_3:** Mantener/ reparar los motores de aviones con turbina de gas y sus sistemas auxiliares

**UC2535\_3:** Mantener/ reparar las hélices y sus sistemas de indicación

**UC2548\_3:** Mantener/ reparar la unidad de potencia auxiliar (APU) y componentes del sistema de combustible de los aviones con motor de turbina

**UC2549\_3:** Mantener/ reparar los sistemas hidráulicos y neumáticos y aire acondicionado de aviones con motor de turbina

**UC2550\_3:** Mantener/ reparar los mandos de vuelo y tren de aterrizaje de aviones con motor de turbina

**UC2551\_3:** Mantener/ reparar los sistemas de oxígeno, elementos del mobiliario, aguas y protección contra hielo y lluvia de aviones con motor de turbina

**UC2552\_3:** Mantener los sistemas eléctricos, de aviónica y a bordo de aviones con motor de turbina

**UC2539\_3:** Mantener/ reparar la estructura y la célula de aeronaves

## Entorno Profesional

### Ámbito Profesional

Desarrolla su actividad profesional en el área Aeronáutica, en el departamento de mantenimiento y reparación de aviones con motor a turbina, en entidades de naturaleza pública o privada, en empresas de cualquier tamaño, tanto por cuenta propia como ajena con independencia de su forma jurídica. Desarrolla su actividad dependiendo, en su caso, funcional y/o jerárquicamente de un superior. Puede tener personal a su cargo en ocasiones, por temporadas o de forma estable. Su actividad profesional está sometida a regulación. En el desarrollo de la actividad profesional se aplican los principios de accesibilidad universal y diseño universal o diseño para todas las personas de acuerdo con la normativa aplicable.

### Sectores Productivos

Se ubica en el sector productivo del transporte aéreo (personas y mercancías), tanto para la aviación general y militar, en el subsector de mantenimiento y reparación, construcción y ensamblaje de aeronaves.

### Ocupaciones y puestos de trabajo relevantes

*Los términos de la siguiente relación de ocupaciones y puestos de trabajo se utilizan con carácter genérico y omnicomprensivo de mujeres y hombres.*

Responsables de almacén y logística para el mantenimiento aeronáutico (con o sin licencia EASA parte 66)

Jefes de equipo de mantenimiento de base (hangar), mantenimiento de línea (rampa), motores, taller de accesorios o taller de ensayos no destructivos de avión con motor de turbina (con licencia EASA parte 66 con subcategoría b1.1 y certificador autorizado por la organización de mantenimiento parte 145, o sin licencia EASA parte 66)

Técnicos de mantenimiento aeronáutico (con licencia EASA parte 66 con subcategoría b1.1 y certificador autorizado por la organización de mantenimiento parte 145)

Técnicos de mantenimiento aeronáutico (con licencia EASA parte 66 con subcategoría b1.1 y sin capacidad certificadora)

Técnicos de mantenimiento aeronáutico (con licencia EASA parte 66 con subcategoría a1 y certificador autorizado por la organización de mantenimiento parte 145)

Técnicos de mantenimiento aeronáutico (sin licencia EASA parte 66)

Jefes de producción de mantenimiento de base (hangar), mantenimiento de línea (rampa), motores, taller de accesorios o taller de ensayos no destructivos de avión con motor de

turbina (con licencia EASA parte 66 con subcategoría b1.1 y certificadores autorizados por la organización de mantenimiento EASA parte 145)

## **Formación Asociada (2.400 horas)**

### **Módulos Formativos**

**MF2547\_3:** Mantenimiento/repación de los motores de aviones con turbina de gas y sus sistemas auxiliares (420 horas)

**MF2535\_3:** Mantenimiento/repación de las hélices y sus sistemas de indicación (240 horas)

**MF2548\_3:** Mantenimiento/repación de la unidad de potencia auxiliar (APU) y componentes del sistema de combustible de los aviones con motor de turbina (300 horas)

**MF2549\_3:** Mantenimiento/repación de los sistemas hidráulicos y neumáticos y aire acondicionado de aviones con motor de turbina (330 horas)

**MF2550\_3:** Mantenimiento/repación de los mandos de vuelo y tren de aterrizaje de aviones con motor de turbina (330 horas)

**MF2551\_3:** Mantenimiento/repación de los sistemas de oxígeno, elementos del mobiliario, aguas y protección contra hielo y lluvia de aviones con motor de turbina (240 horas)

**MF2552\_3:** Mantenimiento de los sistemas eléctricos, de aviónica y a bordo de aviones con motor de turbina (270 horas)

**MF2539\_3:** Mantenimiento/repación de la estructura y la célula de aeronaves (270 horas)

## **UNIDAD DE COMPETENCIA 1: MANTENER/REPARAR LOS MOTORES DE AVIONES CON TURBINA DE GAS Y SUS SISTEMAS AUXILIARES**

**Nivel: 3**

**Código: UC2547\_3**

### **Realizaciones profesionales y criterios de realización:**

RP1: Mantener el motor, conducciones de potencia y sistemas de indicación, realizando comprobaciones de aceite, compuertas, pruebas de generación eléctrica, entre otros, ajustando los elementos defectuosos para restaurar la aeronavegabilidad.

CR1.1 El nivel de aceite se verifica entre los 5 y 30 minutos después de apagar la aeronave (según el modelo) visualmente a través del visor del nivel, indicando FULL-LOW para los motores y para el Auxiliary Power Unit (APU) ON-OFF, rellenando de hidráulico para reponer el nivel en cada caso, observando en el interior de la cabina lo que indica el reloj, pantalla, entre otros, anotando los datos en el parte de vuelo y ajustando en cada caso, y asegurando la lubricación de los cojinetes de los ejes y caja de accesorios, entre otros.

CR1.2 Los capots, las compuertas de reversa (cierres y broches asegurados), la puerta del Ram Air Turbine (RAT) cerrada, las compuertas de acceso (correcta posición, cerradas y aseguradas), el mástil de drenaje de cada motor, se verifican visualmente (paneles sin corrosión, grietas, salidas de aire sin obstrucciones y broches de capot), observando holguras, controlando sus desajustes, los registros de los depósitos de aceite y validando los drenajes del pylon (sin obstrucción y sin evidencia de pérdidas), sustituyendo los elementos deteriorados con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), o limpiando los orificios de drenaje con desengrasante, asegurando el cierre y el drenaje de los motores.

CR1.3 La zona de entrada del motor el N1 y spinner, (álabes de los estatores de entrada y la primera etapa) se verifica, controlando su libre giro y la inexistencia de fisuras, suciedad, elementos sueltos, entre otras, reparando los alabes según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR1.4 Los elementos del pylon o engine mounts, revestimientos de nose cowl, paneles acústicos y sonda de P2/T2 se verifican visualmente (posibles remaches saltados y/o flojos/sujetadores/tornillos faltantes, entre otros), reponiendo aquellos que estén en mal estado, con los útiles de reposición (remachadoras, torquímetros, alicates específicos, entre otros).

CR1.5 La salida de fan (álabes, struts de salida y, compuertas de reversas) y salida de turbina de baja (alabes y tobera de escape) se comprueban, observando su estado general, verificando las salidas de aire sin obstrucciones, cierres de todas las tapas y broches de capot asegurados, apuntando los elementos que están en mal estado para su sustitución o reparación, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR1.6 El nivel de aceite del enfriador en el Integrated Drive Generator (IDG) # 1 y (IDG) # 2 se comprueba visualmente por el visor, rellenando por la boca de llenado rápido en cada caso, registrando posteriormente en el parte de vuelo.

CR1.7 El sistema de generación eléctrica de emergencia se comprueba, realizando una prueba operacional observando su funcionamiento.

CR1.8 Las válvulas que conforman el sistema de sangrado de motor High Pressure (HP), Pressure Reducing Valve (PRV), Intermediate Pressure (IP), Transferencia Temporal de Valores (TTV) se verifican, conectando la fuente de aire a la toma de tierra de presión de alta (High Pressure) e incrementando lentamente la presión hasta que esté estable a 30 psi, observando que no existen pérdidas de presión en el manómetro, ni escapes en los conductos de aire, las líneas sensitivas, las abrazaderas, las uniones y juntas flexibles.

RP2: Diagnosticar averías del motor, de la conducción de potencia y los sistemas de indicación, utilizando los equipos de prueba y medida (calibres, galgas, polímetros, entre otros), localizando el fallo, las causas que lo provocan en cada caso, para determinar el proceso de reparación, procediendo a su corrección, consultando el Manual de Mantenimiento de la Aeronave y garantizando su funcionamiento.

CR2.1 El compresor y la turbina de la primera etapa con sus álabes de alta y baja, los álabes de FAN de la primera etapa, las cámara de combustión, el rotor del compresor, la entrada en pérdida (stall), inyectores y caja de accesorios, entre

otros, se comprueban visualmente, detectando anomalías por suciedad o alta temperatura de Exhaust Gas Temperature (EGT) mediante inspección boroscópica, entre otras, buscando anomalías producidas por sobrecalentamiento, ingestión de objetos extraños, pájaros, entre otras, llevando a cabo su limpieza con el equipo de lavado, secándolo mediante un Dry Motoring, arrancándolo en modo automático y comprobando, mediante la pantalla Electronic Centralized Aircraft Monitor (ECAM), los parámetros de vibración, equilibrado, aceleración y potencia, entre otros, y las pérdidas exteriores por el mástil de drenaje de hidráulico, aceite o combustible.

CR2.2 La unidad de control de combustible, transmisor de flujo o bomba se verifica visualmente y con los equipos de prueba y medida (polímetro, llave de torque, entre otros), reemplazándolo en caso de pérdidas o mal funcionamiento, restaurando la operatividad de la unidad o elementos deteriorados.

CR2.3 El motor se reemplaza, asegurando que los depósitos y acumuladores hidráulicos están despresurizados de aire y que los circuitos breakers están saltados y asegurados, abriendo capots de FAN y de reversa, inhibiendo la reversa y quitando paneles de acceso de los mounts, desmontando los pernos y tuercas de sujeción y mediante la cuna de extracción proceder a la subida o bajada del motor.

CR2.4 La ECU del motor del sistema Full Authority Digital Engine Control (FADEC) se verifica, realizando un test funcional en ambos canales vía Multi Control Display Unit (MCDU), situada en cabina de pilotos, con los equipos de prueba y medida (polímetros y analizadores digitales, entre otros), realizando el test, diagnosticando avería y reparando en cada caso, abriendo los capots de fan para reemplazar la unidad de control electrónico Electric Control Unit (ECU), en cada caso, con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), restaurando la operatividad de la aeronave.

CR2.5 El sistema de encendido del motor (cable de encendido, bujías o excitador, entre otros), los termopares y la sonda de Exhaust Gas Temperature (EGT) se comprueban, verificando visualmente y con los equipos de prueba y medida (polímetros, equipos de diagnosis, entre otros), midiendo la resistencia y comprobando la ausencia de grietas, dobleces, daños o terminales flojos, reemplazando las Line-Replaceable Unit (LRU) afectadas en cada caso y los elementos que estén fuera de valores de medida de referencia contenidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR2.6 El empuje de motor se verifica, realizando un test operacional de la unidad de control, comprobando mediante el dinamómetro la fuerza necesaria para mover la palanca de control de empuje situada en el pedestal de la cabina del avión.

CR2.7 El estado de componentes de la reversa de empuje (actuadores, ejes flexibles, Control and Display Unit (CDU), válvula de presurización, válvula direccional, blocker doors, bisagras, entre otros) se verifican visualmente con los equipos de comprobación y medida (galgas, relojes comparadores, calibres, entre otros) por pérdidas, daños por corrosión, holgura de los capots y de los distintos sensores y actuadores, realizando una prueba funcional con presión del sistema neumático o hidráulico para comprobar el funcionamiento.

CR2.8 El arranque automático o manual del motor se realiza para verificar las partículas metálicas de la caja de accesorios, las pérdidas por el cambio del filtro de recuperación y la bomba del aceite, observando si hay fugas en el intercambiador de aceite-combustible, controlando la apertura y cierre de la válvula de puesta en marcha en cabina a través de las pantallas Electronic Centralized Aircraft Monitor (ECAM) y

por el visor el nivel de aceite, controlando el arranque de la aeronave, sustituyendo con el utillaje específico y universal (llaves de vaso, de codo, torquímetros, fijas, entre otras), la gearbox y el drive shaft en cada caso.

CR2.9 La bomba del hidráulico del motor se comprueba visualmente, observando que no tiene pérdidas de fluido hidráulico y que no tiene signos evidentes de mal funcionamiento (ruidos o roces, entre otros), remplazándola en cada caso, abriendo los capots de FAN y de reversa, quitando los conectores eléctricos y las tuberías del hidráulico, aflojando las tuercas, girando manualmente la bomba y sacándola de la caja de accesorios, montando la nueva y realizando un test operacional, observando en cabina mediante pantalla Electronic Centralized Aircraft Monitor (ECAM) que los sistemas de indicación operan con los valores de funcionamiento recomendados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

RP3: Reparar averías del motor sustituyendo alabes del Fan, eje, estator, rotor, cárter, entre otros, desmontando los elementos defectuosos y cambiándolos por unos nuevos con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otras) y el utillaje específico (bancos de prueba, plumas, extractores, entre otros), reacondicionando grupo propulsor.

CR3.1 Los alabes de la rueda de Fan se desmontan de forma ordenada por parejas opuestas, marcando su posición respecto al conjunto de la rueda de Fan, comprobando el peso y el momento de cada uno de ellos, lubricando el encastre de los alabes y verificando que no tienen daños por corrosión, abolladuras o deformidades.

CR3.2 El equilibrado de Fan se comprueba, utilizando los sistemas de monitorización propios de la aeronave o el equipo de diagnóstico, comprobando que con el motor girando a varios regímenes de velocidades que la suma de las fuerzas provocadas por el peso y momento de cada alabe estén dentro de los límites establecidos en el Manual de Mantenimiento del Motor.

CR3.3 La planta de potencia motor se desmonta de la aeronave, siguiendo las instrucciones de Manual de Mantenimiento del fabricante, comprobando que los puntos de anclaje delantero y trasero Pylon o Engine Mounts no tengan daño por corrosión, grietas, abolladuras o deformidades, sustituyendo el motor por otro ya reparado, overhauleado o verificado del banco de pruebas.

CR3.4 Los módulos que componen el motor, compresor de baja, compresor de alta, cámara de combustión, turbina de alta, turbina de baja, y caja de accesorio se desmontan, comprobando cada uno de los elementos que los componen, alabes de rotor, alabes de estator, cojinetes de apoyo, inyectores, bujías, actuadores, válvulas de control, ejes y engranajes, verificando y reparando cada uno de los elementos para que estén libres de daño por corrosión, grietas, abolladuras o deformidades, utilizando las herramientas y utillaje específicos (llaves de vaso, poleas, plumas de sujeción, torquímetro, entre otros), comprobando que están dentro de los límites del Manual de Mantenimiento del Motor.

CR3.5 La planta de potencia se comprueba en el banco de pruebas, verificando que el motor es capaz de suministrar el empuje necesario en cada uno de los hitos de control exigido, comprobando de cada uno de los parámetros, presión de descarga de compresor, presión de combustible, presión de aceite, velocidad de giro del eje de alta, velocidad de giro del eje de baja, temperatura de la turbina de alta y de

baja y que las vibraciones están dentro de los límites establecidos en el Manual de Mantenimiento del Motor.

CR3.6 La planta de potencia de motor instalada en la aeronave se verifica, realizando inspecciones boroscópicas a través de los puestos indicados, observando que los daños de la cámara de combustión, alabes de compresor y de turbina, comprobando que están dentro de los límites establecidos en el Manual de Mantenimiento del Motor.

CR3.7 La planta de potencia se arranca siguiendo las instrucciones y medidas de seguridad, comprobando que el motor no tiene evidencias de pérdidas de combustible, aceite o neumático que puedan causar un daño al motor, sustituyendo o reparando los elementos en los que se detectan las evidencias de pérdidas.

CR3.8 Los test y pruebas funcionales de los subsistemas que componen la planta de potencia se realizan, verificando el funcionamiento y que las protecciones del motor están operativas en cuanto a la sobre velocidad, alta temperatura de gases de escape, sistema de control de flujo de aire, sistema control de temperatura de aceite, sistema de control de inyección de combustible y sistema de inversión de empuje.

CR3.9 El certificado de aptitud para el servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de la aeronave se rellena tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

RP4: Realizar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas auxiliares del motor de turbina integrados en el sistema de aceite, protección contra incendio y antihielo del motor, verificando visualmente el nivel, valores de temperatura y presión, fugas en el circuito, fallo de humo y fuego, entre otros.

CR4.1 La IDG se verifica visualmente, observando que la temperatura registrada en la pantalla ECAM y los valores de referencia se ajustan a los marcados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, controlando la apertura manual de los broches rápidos situados en el motor, posibles pérdidas, grietas, golpes o corrosión en el filtro de aceite, la brida QAD, los arneses y que el indicador de POP OUT no esté saltado por obstrucción del filtro de aceite, que la cantidad de aceite está a nivel (observando el visor de nivel situado en la propia IDG), procediendo a su desconexión por sobret temperatura mediante el pulsador situado bajo guarda en el panel de sobrecabeza y volviendo a conectar la IDG en cada caso, tirando de la anilla que hay en el motor.

CR4.2 La temperatura y presión de aceite se comprueba en el sistema digital de control de combustible (FADEC), asegurando que están dentro de los valores referencia contenidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR4.3 Los filtros principales y filtros secundarios se verifican visualmente a través del aviso de la pantalla en cabina «CLOGGING Oil pressure low» o mediante un

tetón rojo que sobresale de su parte superior cuando están obstruidos, controlando que no contienen partículas metálicas derivadas de los desgastes, sustituyéndolos, aflojando el cartucho con la herramienta común (cinchos, cazoletas quitafiltros, entre otros), y renovándolos por unos nuevos, cambiando las empaquetaduras y las juntas tóricas en cada caso.

CR4.4 Los indicadores de temperatura, de baja y alta presión se comprueban accionando el botón de inicio Oil Qty Test, y verificando que la prueba del sistema está dentro de los valores recogidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR4.5 El sistema antihielo se diagnostica conectando el sistema (siempre que la temperatura sea inferior a 6°C y la humedad visible para que no se produzca acumulación de hielo en la entrada de motor), accionándolo en cabina y asegurando que los parámetros en la pantalla de control del «ice protection» y en los dos canales no aparece el fallo de «bleed leak», reemplazándolo, abriendo los capots de FAN y de reversa, desconectando el conector eléctrico, quitando la tubería de aire del sistema neumático, soltando las abrazaderas y tornillería en cada caso, sustituyéndola por una nueva.

CR4.6 La IDG se sustituye, desconectando las tuberías de aceite y los arneses eléctricos, quitando la QAD que une la IDG a la caja de accesorios y utilizando una cuna de izado, reemplazando la IDG y realizando un bite test del EPGS.

CR4.7 El sistema de emergencia (test de fallo humo y fuego) se comprueba, accionando el pulsador que está en la cabina, verificando que salta la luz de fallo MASTER CAUTION y la alarma sonora, para indicar la emergencia al piloto.

CR4.8 Los lazos para la detección de sobret temperatura, fuego del motor y de la APU se comprueban visualmente, observando posibles roturas, comprobando la resistencia eléctrica con un polímetro y realizando en cabina un test operacional mediante el pulsador, sustituyendo en cada caso.

RP5: Realizar la preservación y despreservación de motores de turbina por inactividad, desmontando y montando el motor y sus accesorios, realizando los ajustes y pruebas operacionales siguiendo las instrucciones de los Manuales de Mantenimiento de la Aeronave y del Motor.

CR5.1 El motor se preserva por 7 días, realizando un lavado previo de las secciones de turbina y compresores por desalinización, utilizando máquina de lavado y productos recomendados por el Manual de Mantenimiento del Motor y colocando las tapas de entrada y salida.

CR5.2 El motor se preserva hasta 28 días, realizando el procedimiento anterior y, además, colocando saquitos desecantes con indicador de humedad, sellando todas las aberturas con plásticos y precintos que permitan ver los indicadores de humedad, chequeando cada 2 semanas que la humedad relativa no supera el 40%, sustituyendo los sacos desecantes si el indicador pasa de azul a rosa.

CR5.3 El motor se preserva hasta 90 días, realizando el procedimiento anterior y, además, lavando el exterior del motor, realizando un lavado de desalinización y recuperación de performances, examinando el coating protector por corrosión o daños superficiales, reparando en caso de necesidad, lubricando todas las uniones y actuadores, desconectando las entradas de combustible al intercambiador de calor

«oil-to-fuel», conectando la adecuada entrada de suministro de aceite y taponando, desconectando la tubería del divisor de flujo de combustible permitiendo la entrada de aceite preservante, drenando el combustible remanente, realizando un arranque en frío, permitiendo que el aceite preservante se distribuya por todo el sistema de combustible, instalando tapones y tapas para prevenir la entrada de suciedad y humedad.

CR5.4 El motor se preserva por más de 90 días, realizando el procedimiento anterior y, además, cortando la válvula de suministro de combustible, desconectando el starter, drenando todo el aceite del motor haciendo girar el motor a muy bajas revoluciones y durante poco tiempo, retirando el filtro de aceite hasta que solo salgan 2 gotas por hora, rociando todo el motor con aceite preservante, lubricando solapas entre módulos, pernos, tornillería, entre otros, instalando tapones para prevenir entrada de suciedad y humedad, registrando la fecha de preservación en una tarjeta unida al motor, envolviendo el motor en plástico precintado que permita ver los indicadores de humedad.

CR5.5 El motor se preserva por más de un año, realizando el procedimiento anterior, desmontándolo de la aeronave mediante grúas, soltando mandos de control, cableado y tuberías, aflojando los pernos de los silentblocks y colocándolo en un contenedor adecuado.

CR5.6 El motor se despreserva realizando los puntos anteriores de forma inversa, rellenando el tanque de aceite, drenando el aceite preservante, conectando las líneas principales de combustible, rodando el motor 30 segundos hasta que salga combustible limpio del divisor de flujo, reconectándolo, examinando visualmente todo el motor por corrosión externa y realizando una inspección detallada con boroscopio del interior del motor (compresores, discos de turbina, estatores, cámara de combustión, caja de accesorios, entre otros), enviando el motor a overhaul en caso de corrosión excesiva siguiendo las indicaciones del Manual de Mantenimiento del Motor, rotando a mano la hélice o fan por ruidos extraños, sustituyendo filtros y realizando pruebas operacionales, chequeando fugas de combustible, partículas magnéticas en el chip detector y anotando parámetros de acuerdo con el Manual de Mantenimiento del Motor.

RP6: Aplicar revisión general (overhaul) del motor de turbina y sus accesorios, realizando el desmontaje, limpieza, reparación y sustituciones en cada caso, reensamblado y comprobando su funcionamiento, asegurando su completa conformidad con todas las tolerancias de servicio aplicables especificadas en las instrucciones del titular del certificado de tipo o del fabricante para la aeronavegabilidad continuada, siguiendo las instrucciones de los Manuales de Overhaul de Motor y Accesorios.

CR6.1 El desmontaje del motor se realiza colocándolo y asegurándolo sobre la bancada de motores, realizando el lavado preliminar del motor, utilizando desengrasantes y cepillos, drenando el aceite, para el acondicionamiento previo al desmontaje.

CR6.2 El cableado eléctrico y componentes eléctricos (igniter exciter, spark plugs, entre otros), el sistema de combustible (FCU, Bomba, divisores de flujo e inyectores, entre otros), intercambiadores de calor, bombas de aceite, generadores/arrancadores, entre otros, se desmontan, limpiándolos con desengrasantes aplicables a spray/cepillo, utilizando soluciones salinas y con productos abrasivos en cada caso, comprobando el tiempo de uso y su estado general, observando visualmente y con

los equipos de prueba y medida (calibres, polímetros, equipos de diagnóstico, entre otros) lo indicado en el Manual de Overhaul y de Componentes, sustituyéndolos en cada caso.

CR6.3 Las secciones o conjuntos principales, Caja de Accesorios, Sección de entrada, Sección de compresores, cámara de combustión, sección de turbinas y escape, entre otros, se desarman con la herramienta común y específica (llaves de vaso, llaves de racor, soportes de madera, prensa, entre otros), limpiándolas con desengrasantes aplicables a spray/cepillo, utilizando soluciones salinas y con productos abrasivos en cada caso, verificando los elementos del conjunto siguiendo el Manual de Overhaul y de Componentes, sustituyendo los que estén en mal estado, asegurando la funcionalidad del sistema.

CR6.4 Los elementos desmontados (discos y estatores de turbina, discos y estatores de compresor, cámaras de combustión, inyectores, engranajes, cases, rodamientos, entre otros), se someten a comprobaciones dimensionales y ensayos no destructivos, utilizando el método de Líquidos Penetrantes Fluorescentes en las piezas de aleación de aluminio y en las piezas ferromagnéticas el método de Partículas Magnéticas, verificando que no tienen daños superficiales y pérdida de coating, separando las piezas en serviciales, reparables y descartables, asegurando que los discos de turbina están equilibrados dinámicamente y que todos los elementos recuperados, cumplen las especificaciones del Manual de Overhaul y de Componentes.

CR6.5 La protección de las piezas de aluminio, ferrosas y de magnesio se realiza, aplicando Alodine/Bonderite 1200 o imprimación y pintura en cada caso, asegurando la protección de las piezas ante la corrosión, recuperando el coating de las piezas sometidas a alta temperatura y reparando de acuerdo al Manual de Overhaul.

CR6.6 El montaje del motor se realiza uniendo los elementos en orden inverso al desmontaje, utilizando tornillería, sellos y juntas nuevas, siguiendo las indicaciones del Manual de Overhaul y de Componentes, aplicado el apriete a las tuercas y tornillos con la llave dinamométrica.

CR6.7 El motor reacondicionado se comprueba, realizando la puesta en marcha en banco de pruebas, verificando que todos los parámetros (RPM de cada turbina, presión y temperatura de aceite, flujo de combustible, torque, entre otros), cumplen con las instrucciones marcadas en el Manual de Overhaul y de Componentes, certificando mediante Formato 1, chequeando previamente que se han aplicado todos los boletines de servicio y directivas de aeronavegabilidad.

### **Contexto profesional:**

### **Medios de producción:**

Motor de turbina y sus conjuntos o elementos mecánicos (difusores de entrada, compresores, cámaras, turbinas y tobera). Banco de pruebas de motores, analizadores de gases y banco de comprobación de inyectores electrónicos. Banco de pruebas eléctricas. Medios de elevación y transporte. Máquinas, herramientas fijas y portátiles, termómetros y utillaje específico. Equipos para la localización de defectos por ensayos no destructivos. Equipos de diagnóstico de averías. Analizador de ajuste del motor. Comprobador de inyectores de combustible. Equipos de medición de formas y máquinas de equilibrado. Equipo informático de control y gestión de la producción, del aprovisionamiento, del personal y de la operación.

**Productos y resultados:**

Mantenimiento del motor, de las conducciones de potencia y sistemas de indicación, realizado. Averías del motor, de la conducción de potencia y los sistemas de indicación, diagnosticadas. Averías del motor, sustituyendo alabes del Fan, eje, estator, rotor, cárter, entre otros, reparadas. Mantenimiento programado y no programado de los sistemas auxiliares del motor de turbina integrados en el sistema de aceite, protección contra incendio y antihielo del motor, entre otros, realizado. Preservación y despreservación de motores de turbina por inactividad, realizado. Revisión general (overhaul) del motor de turbina y sus accesorios, realizado.

**Información utilizada o generada:**

Manual de Mantenimiento de la Aeronave, Manual de Mantenimiento del Motor, Manual de Overhaul del Motor, documentación Air Transport Association (ATA) como referencia de aeronaves. Parte de Vuelo o Technical Log Book. Normativa aplicable ordenada por la entidad reguladora para la instalación de los componentes nuevos en la aeronave, órdenes de trabajo, esquemas, planos. Manuales técnicos de operación de equipos de pruebas. Normas y procedimientos de trabajo o de reparación. Tablas de equivalencias de materiales o componentes. Normas de calidad específicas del fabricante. Reglamentos aeronáuticos. Procedimientos aeroportuarios. Documentos oficiales de control. Sistemas informáticos para información de averías, de procedimientos o de programación y actuación. Documentos y procedimientos relacionados con los sistemas de calidad ordenada por la entidad reguladora. Normativa aplicable referente a la seguridad, prevención de riesgos laborales y gestión medioambiental. Diccionario de inglés técnico aeronáutico. Documentación técnica de la aeronave (Wiring Diagram Manual, Schematic Diagram Manual, Trouble Shooting Manual). Normativa de Seguridad en Plataforma (NSP).

**UNIDAD DE COMPETENCIA 2: MANTENER/REPARAR LAS HÉLICES Y SUS SISTEMAS DE INDICACIÓN****Nivel: 3****Código: UC2535\_3****Realizaciones profesionales y criterios de realización:**

RP1: Realizar el mantenimiento programado y no programado de la(-s) hélice(-s) del avión y sus componentes, realizando inspecciones, pruebas operacionales según horas de vuelo, reemplazando elementos defectuosos y aplicando la información recogida en la documentación técnica para mantener la aeronavegabilidad.

CR1.1 La pala se comprueba visualmente, midiendo la distancia al suelo y del disco de la hélice a la estructura, asegurando que no toca ninguna de esas zonas.

CR1.2 Las palas de la hélice y el spinner se inspeccionan visualmente, observando en ellas marcas de corrosión, muescas, erosión, rasguños, fisuras, dentelladas y depresiones, comprobando mediante tap coin, termografía, endoscopios, conductividad y utilizando los útiles de comprobación y medida (martillo de inspección, endoscopio, líquidos penetrantes, entre otros), reparando los deterioros, matizando y puliendo los posibles golpes, utilizando los productos de protección (imprimaciones, pintura y lacas), asegurando la resistencia estructural y la eficiencia aerodinámica de la(-s) hélice(-s) del avión.

CR1.3 El cubo y el cojinete se inspeccionan, verificando que no tengan fisuras en los taladros de los bulones de fijación, deterioro en las abrazaderas o haya restos de pérdidas de aceite y/o grasa en el área del cubo, reparando el cojinete, sustituyéndolo con los extractores o cambiando los elementos en mal estado, siguiendo las indicaciones marcadas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR1.4 Los contrapesos del cambio de paso sobre las abrazaderas de las palas se comprueban, observando la ausencia de daños, midiendo la holgura entre los contrapesos y el cono de la hélice, siguiendo los pasos marcados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR1.5 El sistema de bandera automática se comprueba, revisando en el interior de la cabina si los indicadores ARM, TEST y OFF están marcando fallo del motor.

CR1.6 Las hélices con protección contra hielo de tipo eléctrico se comprueban, quitando el spinner, verificando visualmente el desgaste de las escobillas y los anillos colectores, cambiando los elementos deteriorados en cada caso, observando en el amperímetro antihielo de cabina que el temporizador activa y desactiva las resistencias eléctricas e impidiendo la creación de hielo o que se sobrecalienten las palas.

CR1.7 Las hélices con protección contra hielo por fluido (alcohol y fosfatos) se comprueban visualmente, quitando el spinner, revisando el anillo colector y observando los tubos que van a cada pala no se hayan obstruido, soplando aire a presión por ellos, verificando que las gomas de antihielo (Anti-Ice Boots) conservan las acanaladuras de distribución de fluido, rellenando el depósito de fluido antes de cada vuelo e impidiendo la creación de hielo en las palas de hélice.

RP2: Realizar el mantenimiento programado y no programado de la(-s) hélice(-s) del avión y sus componentes, realizando pruebas operacionales de equilibrado y ajuste con los bancos de comprobación, añadiendo, ajustando o reparando en cada caso y aplicando la información recogida en el manual técnico para que las palas giren sin desequilibrios.

CR2.1 La hélice se equilibra en el banco de pruebas, comprobando su equilibrado dinámico, estático y su centrado, añadiendo o descartando contrapesos para corregir el desequilibrio en cada caso, evitando vibraciones.

CR2.2 Las vibraciones horizontales y verticales se aseguran con el vibrex (en las revisiones por horas de la aeronave), comprobando visualmente el desajuste y recogiendo los datos para cotejarlos con los parámetros del Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR2.3 Las hélices con regulación de paso en tierra se ajustan, aflojando sus pernos de apriete, graduando cada pala a la posición indicada y volviendo nuevamente a apretar los pernos con el torquímetro, obteniendo el rendimiento deseado en vuelo para aviones con este tipo de hélice.

CR2.4 Las hélices con regulación de paso manual en vuelo se inspeccionan visualmente, comprobando que la posición de las palas en mínimo, máximo y/o bandera coinciden entre ellas y con el mando de cabina, realizando los ajustes en el mando o en las palas en cada caso, quitando el spinner para comprobarlo visualmente y con los útiles específicos (dinamómetro, reloj comparador, calibres, entre otros), cotejando que el governor no presenta pérdidas de aceite, que los

contrapesos y su varillaje no tienen holguras o fricciones, cambiando los elementos defectuosos y midiendo con un dinamómetro o un manómetro (según el modelo de governor) la precarga del muelle de recuperación, obteniendo el mayor rendimiento en vuelo para aviones con este tipo de hélice.

CR2.5 Las hélices con regulación de paso automático se inspeccionan visualmente, comprobando que la posición de las palas en mínimo, máximo y/o bandera coinciden, regulando el ángulo de la pala si no lo hiciera, quitando el spinner, observando que el governor no presenta pérdidas de aceite, su varillaje no tiene holguras o fricciones con los útiles específicos (calibres, micrómetros, entre otros), midiendo con un dinamómetro o un manómetro, entre otros, la precarga del muelle de recuperación, cambiando los elementos defectuosos y obteniendo el mayor rendimiento en vuelo para aviones con este tipo de hélice.

CR2.6 Las sincronizaciones de múltiples hélices en aviones se comprueban, realizando una prueba operacional en todos los motores a la vez, garantizando que el/los governor(-s) esclavo(-s), se ajustan a las revoluciones del governor maestro, cambiando los elementos necesarios (actuadores, governors, captadores de Revoluciones Por Minuto (RPM) si fuera necesario, asegurando las mismas revoluciones en todas las hélices del avión y mejorando la comodidad acústica de la tripulación y pasajeros.

RP3: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas de indicación y control de las hélices, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales que pueden requerir simulaciones complejas o el uso de bancos de prueba externos, realizando medidas con equipos de comprobación y diagnóstico (polímetros, osciloscopios, analizadores discretos, entre otros), dando respuesta a los reportes de mantenimiento y reemplazando los elementos defectuosos que no superen las pruebas recogidas en el Manual de Mantenimiento y los documentos de ingeniería aplicados en el mantenimiento aeronáutico para restaurar la operatividad del sistema.

CR3.1 Los sistemas de indicación se mantienen/reparan, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, aplicando las instrucciones de trabajo, interpretando los documentos de ingeniería asociados y dando respuesta a las averías detectadas para asegurar la operatividad del conjunto impulsor/tractor.

CR3.2 Los componentes periféricos de los sistemas de control de paso, transmisores de posición, synchrophaser, actuadores eléctricos e hidráulicos, captadores de vibración, entre otros, se verifican con los dispositivos de prueba y medida (polímetros, osciloscopios, analizadores discretos, entre otros), ajustando, modificando o sustituyendo los elementos que no cumplan los parámetros técnicos recogidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, realizando bite test o pruebas operacionales complejas que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos.

CR3.3 Los computadores de control, así como los instrumentos instalados en el Cockpit de indicación de paso, synchrophaser, se comprueban realizando pruebas operacionales con equipos de prueba externos según instrucciones recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, y ajustando, modificando o desechando los elementos que no cumplan los requisitos técnicos operativos, para recuperar la fiabilidad de los controles e indicaciones en cabina.

CR3.4 Los sistemas de control y actuación de los sistemas anti-hielo, así como sus elementos periféricos se comprueban con los útiles de prueba y medida (polímetros, osciloscopios, analizadores discretos, entre otros), ajustando, sustituyendo o modificando los elementos que no cumplan los parámetros técnicos recogidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, realizando bite test o pruebas operacionales para asegurar su funcionamiento en vuelo.

CR3.5 Los componentes o elementos desmontados se inspeccionan visualmente, comprobando su funcionamiento, utilizando equipos de diagnosis (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros) y dependiendo del nivel de los daños observados, son desechados, reparados o enviados a talleres especializados para su recuperación según las indicaciones del manual del componente afectado.

CR3.6 Las redes de cableado eléctrico de los sistemas de control e indicación de las hélices se inspeccionan por daños según procedimientos de inspección Electrical Wiring Interconnect System (EWIS), verificándolos con equipos de prueba (voltímetro, amperímetro, óhmetro, espectrómetros, entre otros), realizando las reparaciones o modificaciones recogidas en los planes de mantenimiento, de acuerdo a los boletines de trabajo, interpretando planos y esquemas eléctricos para reparar o adaptar el cableado a nuevas funciones incorporadas.

CR3.7 Los bancos de prueba y equipos de comprobación de las hélices y sus sistemas de control, dispositivos de indicación de paso, synchrophaser, entre otros, dispositivos de mando (regulación y control), dispositivos de medidas eléctricas (intensidad, voltaje, resistencia y capacidad), dispositivos electromagnéticos, circuitos de protección de instalaciones eléctricas (cableados, conectores, centros de distribución) se verifican, comprobando con los equipos de prueba y medida (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), diagnosticando averías, interpretando planos y esquemas eléctricos, ajustando o sustituyendo por unos nuevos los elementos necesarios para su uso en las pruebas operativas realizadas a la aeronave.

CR3.8 El certificado de aptitud para el servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de la aeronave se rellena tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

RP4: Realizar la revisión general (overhaul) de la hélice, realizando el desmontaje, limpieza, inspección, reparación y sustituciones en cada caso, reensamblado y comprobando su funcionamiento, asegurando su completa conformidad con todas las tolerancias de servicio aplicables especificadas en las instrucciones del titular del certificado de tipo o del fabricante para la aeronavegabilidad continuada, siguiendo las instrucciones de los Manuales de Overhaul de Motor y Accesorios.

CR4.1 El conjunto de la hélice se verifica visualmente por daños evidentes, impactos contra el suelo, daños por un objeto extraño o corrosión severa/irreparable tanto en las palas como en el cubo, descalificando la hélice para el proceso de overhaul.

CR4.2 La hélice se desmonta colocándola y asegurándola sobre la bancada de hélices, realizando el lavado preliminar utilizando desengrasantes y cepillos, para el acondicionamiento previo al desmontaje.

CR4.3 Las palas, cojinetes, cubo, muelle, cilindro, low pitch stop, contrapesos, spiner dome, spiner adapter, entre otros, se limpian con desengrasantes aplicables a spray/cepillo, utilizando soluciones salinas, disolventes y con productos abrasivos en cada caso, comprobando visualmente el desgaste y su estado general, desechando las botas antihielo, partes de goma y tornillería.

CR4.4 Las palas y piezas se comprueban por daños y desgastes visualmente y con los equipos de prueba y medida (calibres pie de rey, relojes comparadores, calibres de interiores, entre otros), verificando anchos, espesores y controlando que están por encima de las dimensiones mínimas indicadas en el Manual de Overhaul, sustituyéndolas en cada caso.

CR4.5 Las palas y piezas (cubo, borde de ataque, entre otras) se restauran retirando la pintura, puliendo, eliminando corrosiones, restos de suciedad, muescas y abolladuras, utilizando limas, esmeriles u otros abrasivos, soluciones cáusticas, lavando y secando con aire, midiendo las que son de aluminio por segunda vez tras la restauración y reconstruyendo, reparando o sustituyendo las de material compuesto, realizando balance estático.

CR4.6 Las palas y el cubo se inspeccionan por grietas y corrosión mediante Ensayos No Destructivos, empleando las técnicas de Líquidos Penetrantes, Partículas Magnéticas y Corrientes Inducidas para las piezas metálicas, inspeccionando las de material compuesto por roturas de fibra o delaminaciones mediante Ultrasonidos o Rayos X.

CR4.7 Las palas de aluminio y el cubo se protegen superficialmente sometiéndolas a shot-peening mejorando su resistencia a fatiga, protegiéndolas de la corrosión aplicando Alodine/Bonderite, imprimación y pintura final.

CR4.8 El montaje de la hélice se realiza uniendo los elementos en orden inverso al desmontaje, utilizando tornillería, sellos, botas antihielo y juntas nuevas, siguiendo las indicaciones del Manual de Overhaul, aplicando el apriete a las tuercas y tornillos con la llave dinamométrica y efectuando todas las Directivas de Aeronavegabilidad y Boletines de Servicio aplicables, lubricando la hélice y comprobando que ambas palas pesan lo mismo realizando un balance estático.

CR4.9 La hélice reacondicionada, se comprueba mediante balance dinámico, reinstalándola en el avión, midiendo la vibración del conjunto motopropulsor utilizando equipos especializados (Vibrex 2000, entre otros) y colocando las masas necesarias en la posición indicada en el Manual de Overhaul de Motor, verificando la actuación del cambio de paso de acuerdo con los procedimientos de ajuste del Manual de mantenimiento de la aeronave, certificando mediante formato 1 del proceso de overhaul, chequeando previamente que se han aplicado todos los boletines de servicio y directivas de aeronavegabilidad.

**Contexto profesional:**

**Medios de producción:**

Palas (madera, acero, aluminio y material compuesto) y cubos de pala, sincronoscopio, banco de equilibrado, sensor óptico de comprobación, contrapesos de pala, regulador

de hélice, acumulador de hélice para asistencia de hélice de bandera, Banco de pruebas eléctricas. Medios de elevación y transporte. Máquinas, herramientas fijas y portátiles, termómetros y utillaje específico. Equipos de diagnóstico de averías. Equipos de medición de formas y máquinas de equilibrado. Equipo informático de control y gestión de la producción, del aprovisionamiento, del personal y de la operación.

#### **Productos y resultados:**

Mantenimiento programado y no programado de la(-s) hélice(-s) del avión y sus componentes, realizando inspecciones, pruebas operacionales según horas de vuelo, reemplazando elementos defectuosos, efectuado. Mantenimiento programado y no programado de la(-s) hélice(-s) del avión y sus componentes, realizando pruebas operacionales de equilibrado y ajuste con los bancos de comprobación, añadiendo, ajustando o reparando en cada caso, efectuado. Mantenimiento programado y no programado de los sistemas de indicación y control de las hélices, efectuado. Revisión general (overhaul) de la hélice, realizada.

#### **Información utilizada o generada:**

Manual de Mantenimiento de la Aeronave y Overhaul de Hélice y Componentes. Documentación técnica de la aeronave (Wiring Diagram Manual, Schematic Diagram Manual, Trouble Shooting Manual). Documentación técnica de los componentes. Parte de Vuelo (Technical Log Book). Normativa aplicable ordenada por la entidad reguladora para la instalación de los componentes nuevos en la aeronave, órdenes de trabajo, esquemas, planos. Manuales técnicos de operación de equipos de pruebas. Normas y procedimientos de trabajo o de reparación. Tablas de equivalencias de materiales o componentes. Normas de calidad específicas del fabricante. Reglamentos aeronáuticos. Procedimientos aeroportuarios. Documentos oficiales de control. Libro de bitácora del avión. Sistemas informáticos para información de averías, de procedimientos o de programación y actuación. Documentos y procedimientos relacionados con los sistemas de calidad ordenada por la entidad reguladora. Normativa aplicable referente a la seguridad, prevención de riesgos laborales y gestión medioambiental. Diccionario de inglés técnico aeronáutico. Normativa de Seguridad en Plataforma (NSP).

### **UNIDAD DE COMPETENCIA 3: MANTENER/REPARAR LA UNIDAD DE POTENCIA AUXILIAR (APU) Y COMPONENTES DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE DE LOS AVIONES CON MOTOR DE TURBINA**

**Nivel: 3**

**Código: UC2548\_3**

#### **Realizaciones profesionales y criterios de realización:**

RP1: Realizar el mantenimiento programado y no programado de la unidad de potencia auxiliar (APU), comprobando el aceite, las compuertas, realizando una prueba de generación eléctrica, entre otras, y garantizando su funcionamiento para la puesta en marcha del avión.

CR1.1 Los paneles de acceso y entrada de aire de la APU se verifican visualmente observando el estado general, los cierres, las gomas, entre otras, comprobando que no están dañados o deteriorados (golpes, óxidos, remaches saltados, entre otros) y que están asegurados, para proteger y refrigerar la unidad.

CR1.2 El estado del mástil de drenaje se comprueba verificando visualmente las pérdidas de aceite y combustible (manchas de fluido, oxidación, entre otras), anotando la anomalía para su reparación siguiendo el Manual de Reparaciones Estructurales o el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR1.3 El contenido del agente de extinción de incendios de la botella extintora se comprueba, observando la presencia de un testigo indicador de color rojo, indicando que la botella no ha sufrido sobrepresión y el gas está aún en su interior.

CR1.4 El cortafuego de la APU se verifica visualmente, observando que el disco rojo del indicador de descarga es visible, sustituyendo los elementos deteriorados en cada caso, asegurando que no ha sufrido daños por sobrecalentamiento.

CR1.5 Los cartuchos disparadores de la botella extintora del APU se comprueban observando la fecha de caducidad.

CR1.6 El sistema de detección y extinción de incendios de la APU se comprueba realizando test en la cabina de pilotos y en los propios elementos del sistema, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR1.7 El nivel de aceite del APU se comprueba por indicación directa y a través de un sistema remoto desde la cabina de pilotos, comprobando que el sistema está dentro de los límites establecidos por el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR1.8 La generación de potencia eléctrica del APU se comprueba, verificando la integridad de los terminales, cable de fase y generador, su integridad, corrosión y cualquier otro tipo de daño, observando que los parámetros suministrados por el generador están dentro de lo especificado en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR1.9 La fuente de suministro neumático del APU se comprueba, verificando la integridad, estanqueidad y el funcionamiento de las válvulas, sensores, observando que los parámetros de suministro del sistema están dentro de los límites del Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

RP2: Diagnosticar averías del APU y sus sistemas de indicación, localizando el fallo y las causas que lo provocan, reemplazando la APU o sus elementos deteriorados, corrigiéndolo y garantizando su funcionamiento.

CR2.1 La parada de emergencia en caso de incendio de la APU, se comprueba arrancándola y accionando el interruptor situado bajo guarda en la cabina de pilotos, comprobando que se para.

CR2.2 La APU se verifica mediante un test operacional de funcionamiento, comprobando visualmente en el display de la cabina los parámetros del arranque, velocidad, temperatura, funcionamiento del starter, tiempo de aceleración y consumo de aceite, entre otros, asegurando que los datos están dentro de los valores según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR2.3 La compuerta de entrada de aire de la APU se comprueba, verificando que abre y cierra cuando accionamos el pulsador situado en cabina para el encendido de la APU, sustituyéndolo en cada caso, quitando las tuercas, tornillos, conector

eléctrico y la masa estructural del actuador con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), reparando o sustituyendo los elementos deteriorados.

CR2.4 La APU se reemplaza, desconectando la fuente del sistema neumático, fuente de generación eléctrica del APU, y todos los sistemas de monitorización, despresurizando los sistemas hidráulicos, anotando las horas y ciclos mediante la MCDU situada en cabina, saltando y asegurando los breakers correspondientes, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

RP3: Realizar el mantenimiento programado y no programado del sistema de combustible, estructura de los depósitos, y generación de gas inerte, realizando inspecciones, pruebas operacionales, reemplazando elementos defectuosos y solucionando averías para mantener su aeronavegabilidad.

CR3.1 El depósito de combustible se verifica que esté exento de agua, tomando muestras por un sangrador o tapón de drenaje, utilizando un bote transparente, enviando esas muestras a analizar por posible presencia de bacterias y eliminando toda el agua acumulada, asegurando la calidad del combustible utilizado.

CR3.2 La estructura exterior del depósito, racores y posibles accesos se inspeccionan visualmente con el tanque lleno, comprobando que no existen fugas de combustible, sustituyéndolo si es desmontable o empleando sellantes resistentes a hidrocarburos para eliminar la fuga si es un tanque estructural, asegurando la contención del fluido en su interior.

CR3.3 Los depósitos estructurales se vacían de combustible por el tapón de drenaje y abriendo los accesos a su interior, usando ventilación forzada para ventilarlos en cada caso, siguiendo las normas de seguridad (Fuel Tank Safety), permitiendo acceder a su interior.

CR3.4 La estructura interior de los depósitos se comprueba, realizando inspecciones visuales, buscando defectos y fisuras de pernos, hi-lock, tornillos, herrajes, vigas, mamparos, larguerillos, y realizando su reparación, sustituyéndoles por unos nuevos o limpiando y sellando fisuras en cada caso, asegurando la integridad de la aeronave.

CR3.5 Los accesos de los depósitos estructurales se cierran, habiendo limpiado anteriormente los posibles residuos y contaminación encontrada en su interior, apretando los tornillos al torque indicado en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave y asegurando mediante un polímetro, que el acceso (tapa, puerta) y la estructura del avión tienen continuidad eléctrica, asegurando que el combustible queda contenido en el interior del depósito.

CR3.6 Los tubos de fibra, válvulas, separadores de oxígeno y bridas de unión del Sistema de Gas Inerte se verifican visualmente, sustituyendo los filtros por unos nuevos, realizando pruebas operacionales de las válvulas y utilizando un manómetro para comprobar que no existen fugas, asegurando su estanqueidad y que la explosividad del tanque sea reducida.

CR3.7 Las masas de todos los elementos del interior del depósito de combustible (estructural o de fibra) se comprueban, observando su integridad, dando continuidad y evitando arco eléctrico.

RP4: Realizar el mantenimiento programado y no programado de la medición e información del sistema de combustible, estanqueidad de tuberías hidráulicas, tubos de ventilación y de distribución, realizando inspecciones, pruebas operacionales, reemplazando elementos defectuosos y solucionando averías.

CR4.1 Los sistemas de medición de cantidad (varillas, aforadores, sondas capacitivas, compensadores), temperatura del combustible, su instalación eléctrica, aforadores y su varillaje se comprueban visualmente que no poseen defectos, que están en posición y moviéndose libremente en cada caso, asegurando una monitorización del combustible.

CR4.2 Los cables de masa del interior y exterior de los depósitos se comprueban visualmente que están con suficientes hilos trenzados, uniendo ambos terminales, cambiando los que estén defectuosos, evitando así posibles arcos eléctricos.

CR4.3 Las tuberías de sistemas hidráulicos que pasen por el interior de los depósitos estructurales de combustible se comprueban visualmente, observando su estanqueidad, revisando que no roce con los pasamuros de los mamparos, ni con otros tubos, asegurando que están fijados mediante bridas metálicas con gomas de aislamiento a la estructura, evitando roturas y contaminación de ambos fluidos.

CR4.4 Los tubos de ventilación de los depósitos se inspeccionan visualmente, comprobando la unión entre ellos, que las válvulas se mueven libremente evitando que se cuele combustible en su interior y que la rejilla del exterior del depósito se halla libre de obstrucción, asegurando un alivio de los gases generados en su interior.

CR4.5 Las tuberías, galerías de distribución de combustible, depósito, bombas reforzadoras, válvulas de carga, cierre y selectoras se inspeccionan visualmente en cada caso, observando que no tienen grietas o cuarteados, realizando pruebas operacionales y simulaciones con el depósito cerrado y lleno de combustible, comprobando que las líneas de combustible se presurizan, observando el indicador de presión de combustible en cabina, asegurando la alimentación del motor.

CR4.6 El sistema de indicación de obstrucción de filtro de combustible (Fuel Filter CLOG) se comprueba a través de su indicación en la pantalla del ECAM, comprobado el normal funcionamiento del sensor de presión diferencial que lo monitoriza.

RP5: Realizar el mantenimiento programado y no programado en el sistema neumático, acondicionamiento del aire, cambiador de calor, batería y mando de reversa del motor, entre otros, verificando manómetros, accionando/desactivando componentes.

CR5.1 Las fugas en el circuito neumático del APU se comprueban con el motor arrancado y accionando el interruptor de sangrado, observando que las revoluciones están al 95% del máximo, sustituyendo el tramo/tramos deteriorados, cumpliendo las especificaciones del Manual de Mantenimiento de la aeronave, asegurando el funcionamiento pleno del sistema y la inexistencia de pérdidas, suministrando aire procedente de las fuentes de aire neumático.

CR5.2 La presión del acondicionamiento del aire se verifica con la APU desactivada, pulsando el interruptor de encendido y comprobando en el manómetro que mantenemos los valores especificados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, asegurando la ausencia de fugas en el circuito.

CR5.3 El radiador del intercambiador de calor del motor se verifica visualmente, observando que está exento de abolladuras, arañazos y fugas, reparándolo o cambiándolo en cada caso, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros) para su desmontaje/montaje, desconectando las tuberías y extrayéndolo de su alojamiento, reacondicionando el sistema.

CR5.4 La alimentación de la batería, conexión auxiliar (APU), selector de encendido (ignición), cableado eléctrico, bujías y excitadores de encendido se verifican visualmente, observando que están convenientemente aislados y libres de humedad, aislamiento, en buen estado y que el cableado eléctrico esté con su funda metálica exterior para evitar interferencias en el sistema eléctrico/electrónico.

CR5.5 La puesta en marcha de la aeronave se realiza, comprobando la conexión a tierra del APU, la integridad de los elementos del sistema (válvula de puesta en marcha y los solenoides de control, entre otros) y la turbina de arranque y batería, renovando los elementos en cada caso, con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), soltando la tornillería de anclaje y extrayéndolos, cambiándolos por unos nuevos y montado el conjunto.

CR5.6 Las botellas de aire de servicio se comprueban, verificando la etiqueta que contiene la botella observando la fecha de revisión de los manómetros y cotejándolas con las indicadas para el cambio, sustituyéndolas en cada caso.

CR5.7 El agente extintor de las botellas se comprueba mediante la lectura de la indicación directa a través de un manómetro de presión, o de un sistema de control de presión por presostato, comprobado está dentro de los valores y límites establecidos por el fabricante en cada caso.

RP6: Realizar el abastecimiento y vaciado de combustible de la aeronave, realizando la conexión de la manguera de repostaje, utilizando los equipos de llenado, seleccionando el tipo de combustible, controlando los equipos de emergencia, desconectando la alimentación eléctrica, asegurando el llenado y/o drenaje de los tanques de carburante.

CR6.1 El combustible se selecciona en función del tipo de unidad de potencia utilizada en la aeronave, consultando el Manual de Mantenimiento de la aeronave asegurando el grado del producto.

CR6.2 Los extintores próximos a la zona de abastecimiento se comprueban antes de cada carga/descarga, verificando la tarjeta de identificación de extintores, tipo de extintor y categoría, pegatina de revisión y mirilla de estado (verde o rojo), asegurando el dispositivo de emergencia.

CR6.3 Las condiciones de seguridad de repostaje se controlan, evitando utilizar herramientas que puedan generar chispas o fuego y controlando acciones relativas a objetos que puedan emitir ondas o luz (teléfonos móviles, láser, entre otras), evitando el riesgo de explosión y/o fuego.

CR6.4 La batería se desconecta, calzando las ruedas en cada caso, observando que el interruptor de master está en off y la aeronave conectada a masa.

CR6.5 El abastecimiento de combustible se realiza con la aeronave aparcada en pista, en condiciones secas evitando la caída de agua dentro del depósito y/o rayos en el casco en cada caso, comprobando que la zona está libre de objetos (FOD), creando una zona de seguridad para el personal, que la manguera de suministro está completamente estirada en la superficie de la plataforma y el boquerel conectado, enganchando el cable de equilibrio de potencial de cargas electrostáticas o pinza en el lugar asignado en el Manual de Mantenimiento de la aeronave, controlando la presión diferencial observando los manómetros de presión del equipo de llenado, para mantener el control de la carga de carburante.

CR6.6 El contador de la bomba de suministro se resetea, introduciendo en el display la cantidad a repostar (litros o libras), pulsando el interruptor que permite la salida de combustible por el boquerel, quitando la manguera cuando hayamos concluido la operación, soltando el equipo de llenado del depósito y desconectando el cable de equilibrio de potencial.

CR6.7 La cuba (fija o móvil) y los depósitos de la aeronave se verifican, comprobando el combustible contenido a través de las pastillas de análisis y una jeringa, observando que está libre de agua, drenando en cada caso, liberándolos de agua e impurezas contenidas.

CR6.8 Los depósitos de combustible se descargan, utilizando el equipo de extracción (bomba de succión) o manualmente quitando el tapón de drenaje, utilizando una cisterna o barriles asignados a cada fluido concreto (gasolina, queroseno, diésel) identificados con la pegatina de homologación o almacenaje para su reciclaje, controlando la limpieza de carburante derramado en cada caso, asegurando que las zonas calientes y eléctricas no están contaminadas.

CR6.9 El certificado de aptitud para el servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de la aeronave se rellena tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

**Contexto profesional:****Medios de producción:**

Unidad de potencia auxiliar y sus conjuntos o elementos mecánicos (difusores de entrada, compresores, cámaras, turbinas y tobera). Motores de arranque del motor, unidad de potencia auxiliar (motores de arranque neumáticos, eléctricos, válvulas de control, controles de combustible, bombas de aceite, de combustible y de hidráulico, unidades de velocidad constante, generadores, entre otros). Banco de pruebas de motores, unidad de potencia auxiliar y de accesorios, analizadores de gases y banco de comprobación de inyectores electrónicos. Banco de pruebas eléctricas. Medios de elevación y transporte. Máquinas, herramientas fijas y portátiles, termómetros y utillaje específico. Equipos para la localización de defectos por ensayos no destructivos. Equipos de diagnóstico de averías. Analizador de ajuste del motor, unidad de potencia auxiliar. Comprobador de inyectores de combustible. Cableados eléctricos, sensores y controles electrónicos del APU. Inyectores,

depósitos. (flexibles, integrales. Válvulas de ventilación. Válvulas en general. Paneles de control de carga de combustible. Panel de control lanzamiento de combustible. Cambiador de calor. Módulo de separación de aire. Detectores (ionización, fotoeléctrico, CO). Bombonas de flujo. Cambiador de calor. Baterías. Mando de reversa del motor. Equipos de medición de formas y máquinas de equilibrado. Equipo informático de control y gestión de la producción, del aprovisionamiento, del personal y de la operación.

### Productos y resultados:

Mantenimiento programado y no programado de la unidad de potencia auxiliar (APU), realizado. Averías del APU y sus sistemas de indicación, diagnosticadas. Mantenimiento programado y no programado del sistema de combustible, estructura de los depósitos, y generación de gas inerte realizado. Mantenimiento programado y no programado de la medición e información del sistema de combustible, estanqueidad de tuberías hidráulicas, tubos de ventilación y de distribución, realizado. Mantenimiento programado y no programado en el sistema neumático, acondicionamiento del aire, cambiador de calor, batería y mando de reversa del motor, entre otros, realizado. Abastecimiento y vaciado de combustible de la aeronave, realizado.

### Información utilizada o generada:

Manual de Mantenimiento de la Aeronave, documentación Air Transport Association (ATA) como referencia de aeronaves. Normativa aplicable ordenada por la entidad reguladora para la instalación de los componentes nuevos en la aeronave, órdenes de trabajo, esquemas, planos. Manuales técnicos de operación de equipos de pruebas. Normas y procedimientos de trabajo o de reparación. Tablas de equivalencias de materiales o componentes. Normas de calidad específicas del fabricante. Reglamentos aeronáuticos. Procedimientos aeroportuarios. Documentos oficiales de control. Sistemas informáticos para información de averías, de procedimientos o de programación y actuación. Documentos y procedimientos relacionados con los sistemas de calidad ordenada por la entidad reguladora. Normativa aplicable referente a la seguridad, prevención de riesgos laborales y gestión medioambiental. Diccionario de inglés técnico aeronáutico. Documentación técnica de la aeronave (Wiring Diagram Manual, Schematic Diagram Manual, Trouble Shooting Manual). Documentación técnica de los componentes. Parte de Vuelo (Technical Log Book). Normativa de Seguridad en Plataforma (NSP).

## UNIDAD DE COMPETENCIA 4: MANTENER/REPARAR LOS SISTEMAS HIDRÁULICOS Y NEUMÁTICOS Y AIRE ACONDICIONADO DE AVIONES CON MOTOR DE TURBINA

Nivel: 3

Código: UC2549\_3

### Realizaciones profesionales y criterios de realización:

RP1: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas hidráulicos de la aeronave, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos para asegurar la aeronavegabilidad de la aeronave.

CR1.1 Los circuitos hidráulicos (dos o tres sistemas hidráulicos independientes, según aeronave) se comprueban, verificando visualmente que no hay pérdidas de aceite y que la presión en los diferentes circuitos es la que establece el Manual

de Mantenimiento de la Aeronave, utilizando los equipos de prueba y medida (manómetros, bancos de prueba externos, entre otros), y cambiando los elementos deteriorados por unos nuevos certificados, usando la herramienta común y específica (llave de racores, dinamométricas, entre otras).

CR1.2 El colector hidráulico se instala en los sistemas de alta High Pressure (HP) y baja Low Pressure (LP) presión, conectándolo a través de las tomas tipo bobina, suministrando fluido a presión para comprobar los elementos y canalizaciones del sistema, asegurando la circulación del aceite y la estanqueidad del sistema.

CR1.3 Las tuberías de hidráulico de alta presión (HP) y baja presión (LP) se verifican visualmente con los equipos de prueba y medida (manómetros, bancos de prueba externos, mulas hidráulicas, entre otros), observando que no hay pérdidas de fluido hidráulico (MIL-H- 83282, Skydrol, entre otros), cuarteados evidentes de los latiguitos, roturas, que las tuberías metálicas están conectadas a la masa de la aeronave y que la presión en los diferentes circuitos es la establecida para la instalación, cambiando las tuberías en cada caso.

CR1.4 Las bombas de potencia hidráulica principales se revisan, haciéndolas funcionar, arrancando la aeronave o con los bancos de prueba, conectándolos en los paneles de servicio para alimentar cada una de las líneas de potencia hidráulica, comprobando que los sistemas funcionan con normalidad y cotejando la lectura de los manómetros con los valores establecidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, asegurando la presión y caudal de fluido para el funcionamiento de los sistemas hidráulicos.

CR1.5 Las bombas eléctricas, bombas accionadas por una turbina de aire Ram Air Turbine (RAT) y bombas manuales se revisan haciéndolas funcionar, sometiéndolas a la extensión retracción de la RAT, la extensión automática de la turbina de aire RAM, la prueba operativa de extensión manual de RAT, la prueba operativa de la extensión automática de RAT, inspección del elemento filtrante por el aviso diferencia de presión, el ajuste del enclavamiento de la RAT (posición stowed), el ajuste de la turbina de aire RAM, entre otras, verificándolo con el banco de pruebas y observando en los manómetros que los valores están dentro de los márgenes establecidos y que el fluido circula por todo el sistema sin interrupciones, purgando el sistema, cambiando el filtro o desmontando la caja de engranajes de la turbina de aire RAM (RAT) y las palas de aluminio RAT para su sustitución en cada caso.

CR1.6 El accionamiento de las bombas del interior de cabina y el botón de FUEGO de la sobrecabeza del piloto se comprueban haciéndolos funcionar y con los equipos de diagnóstico digitales, observando que se ponen en funcionamiento y verificando la memoria de anomalías registradas en el sistema en cada caso, reparando los elementos deteriorados y sustituyéndolos por unos nuevos.

CR1.7 Las válvulas del sistema hidráulico (válvulas de retención, válvulas de prioridad, válvulas de alivio de presión, válvulas selectoras) que controlan el fluido, filtros que mantienen la limpieza del fluido, los colectores de retorno, interruptores de presión, transductores de presión, válvula de alivio y la válvula solenoide de medición de fugas en cada caso, se verifican visualmente y con los equipos de prueba y medida (colectores, manómetros, entre otros), comprobando que están exentas de signos de fuga hidráulica, para que los sistemas hidráulicos de la aeronave funcionen.

CR1.8 El sistema de presurización del depósito hidráulico con sangrado de motor o nitrógeno se comprueba, observando visualmente las pérdidas de aceite en

los elementos (válvulas, cierres, tuberías, entre otras) y con las herramientas de comprobación de vacío, observando su hermeticidad, siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave y asegurando la eliminación de burbujas de aire durante el vuelo en las diferentes condiciones de funcionamiento (temperatura y presión).

CR1.9 Las inspecciones y chequeos en línea se ejecutan, verificando visualmente y observando los indicadores en el interior de la cabina, la presión de carga de nitrógeno en acumuladores de energía hidráulica, los indicadores de obstrucción (POP-UP) de alta presión (HP), el retorno, el drenaje de la caja de la bomba impulsada por el motor (EDP), llenado del depósito y filtros de la unidad de presurización de aire, los indicadores de obstrucción del filtro del sistema hidráulico en el compartimento hidráulico y motores, colectores de alta y baja presión, paneles y colectores de servicio a tierra para detectar signos de fuga externa, asegurando la eficiencia del sistema para el siguiente vuelo.

RP2: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de elementos asociados a los sistemas hidráulicos, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales que pueden requerir uso de bancos de prueba externos, reemplazando los elementos defectuosos para restaurar los sistemas.

CR2.1 El depósito y sus elementos se verifican visualmente y con los equipos de comprobación (bombas de vacío y polímetros, entre otras) que estén exentos de daños (golpes, grietas, entre otras), que no pierda aceite por sus conexiones y que no pierda presión de presurización, reparando el sistema en cada caso siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, con la herramienta de mano (llaves de vaso, fijas, llaves de racor, dinamométricas, entre otras) y el utillaje específico (colectores, bancos de prueba, entre otros), asegurando su estanqueidad.

CR2.2 Los depósitos se presurizan y despresurizan en tierra comprobando su estanqueidad mediante bancos de prueba externos, comprobando la presión marcada en cada uno de los depósitos y la reflejada en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, vaciando el agua contenida por los separadores, reparando los elementos deteriorados en cada caso, para asegurar el fluido a la instalación hidráulica sin aire, refrigerado y sin impurezas.

CR2.3 Los tanques de drenaje se comprueban visualmente, verificando que no contienen aceite sobrante o de fuga, que las tuberías y mangueras rígidas no tienen signos de deterioro (rozaduras, grietas, entre otras), válvulas de alivio exentas de sedimentos, vaciando el depósito por el orificio de drenaje en cada caso.

CR2.4 Las fugas internas y la válvula solenoide de control de fugas se comprueban, aislando los sistemas hidráulicos a través de la válvula de aislamiento, accionando el interruptor del interior de la cabina de pilotos, controlando los diferentes tramos de tuberías hidráulicas, asegurando la estanqueidad, reparando los tramos afectados, y sustituyendo las tuberías, válvulas, reguladores de presión, entre otros, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR2.5 La bomba eléctrica, los sensores de salida de la bomba, los depósitos de los sistemas hidráulicos (sensor de caudal, presión y temperatura, entre otros), los sistemas de gestión y control (unidad electrónica de control, actuadores, entre otros) que gobiernan la activación/desactivación se verifican, sometidos a control de funcionamiento, observando que recibe la señal eléctrica para ponerse en

funcionamiento, utilizando los equipos de prueba y medida (analizadores digitales, polímetros, entre otros), comprobando que no tiene roturas, cambiando el sensor o sensores, entre otros, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR2.6 La Unidad de Monitoreo del Sistema Hidráulico se verifica visualmente y con los analizadores digitales comprobando que las funciones responden a los requerimientos del sistema, observando que avisa de las advertencias de «FALLO» activándose las señales auditivas, las luces «MASTER CAUT y MASTER WARN», sustituyendo el dispositivo en el caso de mal funcionamiento con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), verificando su instalación con el equipo de prueba.

CR2.7 El sistema de indicación de cantidad de fluido hidráulico (transmisores capacitivo, microinterruptores, entre otros) se verifica visualmente, comprobando que marca la cantidad de aceite contenido en el depósito, que los elementos eléctricos envían la señal adecuada en cada caso, utilizando los equipos de prueba y medida (analizadores digitales, polímetros, entre otros), observando los valores y cotejándolos con los contenidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, cambiando los elementos desgastados o deteriorados, para que el sistema pueda eliminar o agregar fluido al depósito que lo demande en cada caso.

RP3: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas neumáticos de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos (conductos, elementos de control de presurización, computadores y el interruptor del panel neumático manual «BLEED, AIR», válvulas antiretorno de presión baja o intermedia Low Pressure (LP) o Intermediate Pressure (IP), la válvula de alta presión High Pressure Valve (HPV), la válvula reguladora de presión Pressure Regulator Valve (PRV), entre otras, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave para restaurar los componentes afectados.

CR3.1 Los conductos del sistema neumático contenidos en el fuselaje, carenado del vientre de la aeronave y las alas se comprueban visualmente y mediante las computadoras de monitoreo de sangrado, observando que en los racores de conexión y a lo largo de las tuberías no hay restos de óxido, líquido refrigerante o deterioros evidentes, que las computadoras no indican anomalías permanentes, cambiando los tramos de tubería afectados siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR3.2 El servicio de control de presurización de la aeronave se comprueba, observando la presión diferencial de la cabina, simulando máxima presión, sellando exteriormente las puertas y ventanillas con tela de fibra y encima una lona de caucho, hermética, aplicando vacío sobre las lonas y comprobando que en el sensor de cabina no indica fugas en el interior, asegurando la integridad de la aeronave.

CR3.3 Los computadores y el interruptor del panel neumático manual (BLEED, AIR) que controlan el sistema de indicación de suministro de aire se verifican, realizando test de funcionamiento con los equipos de prueba y medida (autotest, analizadores digitales, entre otros), reparando el sistema, cambiando los elementos deteriorados en cada caso, con la herramienta común utilizada para el desmontaje y montaje de componentes (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), comprobando su instalación y restaurando la información a los pilotos del sistema neumático de la aeronave.

CR3.4 Los sistemas de acondicionamiento del aire se verifican con el motor de la aeronave o la Auxiliary Power Unit (APU) en funcionamiento o con el carro de tierra conectado, comprobando que el aire llega al interior de la cabina con la calidad deseada, observando visualmente los elementos mecánicos a la vista y los datos ofrecidos por el panel de control de la cabina del piloto, asegurando el oxígeno suficiente en vuelo, anti-hielo, sistema repelente de lluvia, entre otros.

CR3.5 Las válvulas antirretorno de presión baja o intermedia (IP o LP), la válvula de alta presión (HPV), la válvula reguladora de presión (PRV) y la válvula de sobrepresión Overpressure Valve (OPV) se verifican, comprobando que controlan el suministro de aire de sangrado, la presión neumática y la presión de agua, haciéndolas funcionar y con los equipos de prueba y medida (colectores, manómetros, entre otros), cambiando los elementos deteriorados en cada caso, desmontando las válvulas según las indicaciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR3.6 El intercambiador de calor de preenfriador (PRECOOLER), aire a aire (PCE, Precooler Heat-Exchanger), termostato de control de temperatura Temperature Thermostat Control (THC) se comprueba con los equipos de prueba y medida (manómetros, polímetros, analizadores digitales, entre otros), verificando que funcionan, analizando los datos recogidos con los contenidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

RP4: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas de suministro de aire de sangrado de motor, intercambiador de calor, microinterruptores, PRV y válvula de sobrepresión, entre otras, de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave para restaurar los componentes afectados.

CR4.1 Las válvulas de sangrado HP (high pressure) y antirretorno IP o LP (intermediate pressure; low pressure) y el solenoide de activación se comprueban con los equipos de prueba y medida (colectores, manómetros, polímetro, banco de pruebas, entre otros), verificando la apertura y cierre en diferentes condiciones de funcionamiento (presión de etapa HP debe ser superior a 36 psi e inferior a 105 psi y la presión de etapa LP o IP superior a 36 psi, si el solenoide de la válvula de sangrado de HP no está energizado), accionando el interruptor de botón Engine Bleed (ENG BLEED) (configuración OFF) en el panel de control AIR o BLEED para comprobar el cierre de la válvula de sangrado, reparando o cambiando con la herramienta de taller las piezas deterioradas en cada caso.

CR4.2 El Intercambiador de calor (PRECOOLER), la válvula de aire de Fan Air Valve (FAV), el termostato de control y la válvula de regulación de presión se verifican visualmente que están exentos de deterioros evidentes, comprobando con los equipos de prueba y medida (manómetros, polímetro, termómetro, banco de prueba, entre otros) el funcionamiento del sistema en su conjunto, observando que la temperatura y presión del sistema están ajustadas a lo reflejado en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR4.3 Los microinterruptores que monitorean las válvulas de FAN, PRV y HP se comprueban visualmente y con el banco de pruebas, verificando si informan de que las válvulas están completamente abiertas o cerradas, sustituyéndolos en cada caso con la herramienta común de taller (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), restaurando el sistema.

CR4.4 La válvula de presión regulada (PRV) se comprueba visualmente, haciéndola funcionar, pulsando el interruptor de botón ENG BLEED (configuración OFF) en el panel de control AIR o BLEED y con los equipos de prueba y medida (manómetros, polímetro, banco de pruebas, entre otros), verificando la apertura y cierre en diferentes condiciones de funcionamiento.

CR4.5 La válvula de sobrepresión OPV se comprueba visualmente, haciéndola funcionar con los equipos de prueba y medida (manómetros, polímetro, banco de pruebas, entre otros), verificando la apertura y cierre en diferentes condiciones de funcionamiento, sustituyendo o reparando en cada caso, siguiendo el procedimiento del Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR4.6 Los sistemas de sangrado de aire se comprueban, arrancando los motores, verificando con el equipo de diagnóstico que no hay errores memorizados en las unidades electrónicas de control, analizando errores y concretando los elementos deteriorados para la reparación o cambio en cada caso, organizando las intervenciones y el tiempo de reparación del sistema.

RP5: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas de suministro de aire de sangrado de APU y sistema de alimentación cruzada de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos, para restaurar los componentes afectados.

CR5.1 La válvula de alimentación cruzada que controla el suministro de aire de sangrado a los sistemas de aire izquierdo y derecho se comprueba, conectando el equipo de diagnóstico y verificando los datos ofrecidos por la unidad electrónica de control y los contenidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados por unos nuevos en cada caso.

CR5.2 Los elementos sensores y las válvulas del conducto de sangrado de aire de la APU y de las alas se comprueban realizando una puesta en marcha del suministro de aire de sangrado, accionando el interruptor APU BLEED entre otras pruebas posibles, comprobando que abre la válvula de sangrado, asegurando el funcionamiento del solenoide encargado de la apertura según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR5.3 La válvula y el relé de alimentación cruzada se verifican, pulsando el interruptor APU BLEED, comprobando que en la pantalla multifunción aparece el mensaje abierto y en color verde, encendiéndose las luces en ámbar y sonando un timbre en cabina de MASTER CAUT si no funcionan, quedando el sistema inoperativo en modo automático, reparando o sustituyendo los elementos defectuosos siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave para restaurar el sistema.

CR5.4 La presurización del sistema de aire de sangrado de APU y sistema de alimentación cruzada de la aeronave se verifica, conectando el carro de suministro de aire comprimido en tierra por el conector de alta presión (HP) y asegurando que no existen fugas en el sistema.

CR5.5 Los conductos neumáticos o de anticongelante se verifican visualmente con las puertas de alivio de presión de cada góndola del motor abiertas, controlando las fugas de refrigerante o aire, conectando el colector y comprobando los elementos deteriorados, reparando o sustituyendo con la herramienta común (llaves de vaso,

fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), restaurando el sistema de aire y/o anticongelante.

CR5.6 El sistema de detección de fugas se comprueba, verificando los sensores de sobrecalentamiento, entre otros, en la pantalla multifunción de sangrado del motor, individualmente con el multímetro o con analizadores digitales, observando que está dentro de los valores de referencia contenidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, para realizar el monitoreo de funcionamiento.

CR5.7 El sistema de detección de sobre-calentamiento se verifica, comprobando la resistencia del cable central de los bucles y fugas en todos los conductos de aire de sangrado y los componentes de los paquetes de aire acondicionado, observando la suciedad/humedad en los conectores y controlando que el sistema no tiene restos de daños, verificando la resistencia y conducción de corriente, realizando un wetting current (atravesar una corriente eléctrica en un elemento con oxidación o contaminación), cambiando los elementos deteriorados, usando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), y limpiando los conectores con un aislante eléctrico, para el buen funcionamiento del conjunto.

RP6: Efectuar el mantenimiento programado y no programado del sistema de aire acondicionado y presurización de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos, para restaurar los componentes afectados.

CR6.1 El sistema de obstrucción (clogging) se comprueba, utilizando el banco de pruebas y el polímetro, simulando situaciones positivas de obstrucción, cotejando valores con los recogidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave o el componente afectado, cambiando los elementos deteriorados en cada caso, utilizando la herramienta manual (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros) y restaurando la operatividad del sistema.

CR6.2 Los ventiladores de recirculación se verifican visualmente, conectando el sistema y observando que el motor se pone en funcionamiento, comprobando que se mueven los alabes para impulsar el aire, reparando o sustituyendo los elementos defectuosos por unos nuevos en cada caso, con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), para asegurar el funcionamiento de sistema.

CR6.3 Los interruptores térmicos se comprueban con el equipo de prueba y medida (polímetro, analizador, entre otros), verificando que la tensión está dentro de los parámetros establecidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, sustituyéndolos en cada caso y asegurando que el sistema al llegar a la máxima temperatura de diseño corta el suministro eléctrico al motor.

CR6.4 Las válvulas de recirculación se verifican visualmente, haciéndolas funcionar con la palanca mecánica, conectando el actuador para accionar la válvula de mariposa, comprobando con el equipo prueba y medida (polímetro, analizador digital, entre otros) que se activa o que los datos de medición coinciden con los marcados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, sustituyendo los elementos que no funcionan, para optimizar la aclimatación de la aeronave eficientemente.

CR6.5 Los filtros del sistema de recirculación se cambian cuando el sistema de aviso envía una señal de bloqueo al controlador/computador de ventilación o cuando se determine en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, sustituyendo el cartucho por uno nuevo.

CR6.6 El sistema eléctrico y protecciones de los ventiladores del sistema de fan se verifican con el analizador digital, conectándose a los componentes que constituyen el circuito, analizando su situación, cambiando los que estén en mal estado en cada caso.

CR6.7 Los elementos del sistema de control ambiental se limpian, utilizando trapos de algodón sin pelusa, limpiador no acuoso con base de petróleo, realizando pruebas con el banco de simulación de temperatura, controlando que los parámetros marcados están dentro del Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR6.8 Los elementos del Sistema de Enfriamiento del Aire Acondicionado, compresor, condensador, evaporador, válvulas y tuberías, se comprueban por fugas de gases fluorados mediante equipos de succión y limpieza, posicionando el mando de activación en modo manual y automático, comprobando que el compresor engancha la temperatura de salida con termómetros o sondas de temperatura.

RP7: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de ventilación de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos y siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave para restaurar los componentes afectados.

CR7.1 El sistema de aire acondicionado de la cabina de pilotos se verifica, comprobando los conductos de aireación, la temperatura y la presión diferencial, observando la salida de aire, del humo y la temperatura seleccionada, utilizando el termómetro digital y el generador de humo, siguiendo los pasos descritos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR7.2 El sistema de ventilación y recirculación del centro de control de vídeo o entretenimiento al pasaje se verifica, comprobando el flujo de aire acondicionado de los ventiladores del centro de control, conductos de cabina de pasaje, detectores de humo, entre otros, asegurando su funcionamiento, aislamiento y que el equipo de extinción está preparado en caso de emergencia, utilizando los equipos de prueba y medida (banco de pruebas, equipos de humo, polímetros, entre otros).

CR7.3 El sistema de ventilación de cocinas y lavabos se verifican visualmente, observando las salidas de aire individuales y las válvulas de corte, con el banco de prueba diferencial y manómetros la presión interna del sistema, asegurando la evacuación del aire viciado al exterior del avión a través de los tubos Venturi, que el aire fresco y las válvulas de corte no tienen pérdidas, para asegurar el aislamiento de ciertos departamentos que pueden generar humo en cabina.

CR7.4 El sistema de ventilación del compartimento del equipo de aire acondicionado se verifica, comprobando que los turboventiladores, tubos piccolo y sistema antifallos no están obstruidos o deteriorados, realizando la recirculación del aire a través de todos los componentes del sistema, para que no se supere los valores de temperatura máximos y mínimos de funcionamiento de la aeronave.

CR7.5 El turboventilador del sistema de refrigeración del compartimento de aire acondicionado y sus componentes asociados (la válvula de entrada de aire de sangrado, sensor de presión diferencial y el actuador de la compuerta de entrada aire, entre otros) se verifican, comprobando la presión, observando ruidos metálicos, utilizando los equipos de prueba y medida (banco de pruebas, polímetros, entre otros), y realizando pruebas funcionales según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR7.6 El sistema de ventilación del compartimento de equipos eléctricos/electrónicos se verifica, comprobando que los fans de ventilación introducen el aire en los racks de computadores con la presión y temperatura adecuadas según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, manipulando el manómetro, termómetro, realizando una prueba funcional de humo y utilizando los bancos de prueba, reparando los elementos afectados en cada caso (mazo de cables, pines, entre otros).

CR7.7 El sistema de extracción de aire del compartimento eléctrico/electrónico, del FAN de entrada, el de extracción a los racks, sistema de drenaje de agua, el de la válvula de extracción de aire por efecto Venturi se comprueban, verificando el efecto de vacío del sistema y observando que no hay obstrucción, que los actuadores abren y cierran, utilizando los equipos de prueba y medida (banco de pruebas, polímetros, entre otros), para asegurar el vacío y la corriente de aire frío, cambiando los elementos deteriorados siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

RP8: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de ventilación de compartimento de carga, el sistema de presurización y el sistema de calefacción del aire de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos para restaurar los componentes afectados.

CR8.1 El fan de ventilación se verifica, comprobando que no se oyen ruidos metálicos de roce entre las ruedas de alabes y la carcasa, conectando los manómetros de presión, observando los valores medidos y realizando comprobaciones a la mariposa de indicación, válvulas de control y corte, con los equipos de prueba y medida (banco de pruebas, polímetros, entre otros), sustituyendo o reparando los elementos deteriorados, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otras), siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR8.2 La comprobación funcional del sistema se verifica manualmente, activando y desactivando las válvulas o con los pulsadores en cabina, observando el funcionamiento del fan si tiene sobretensión el cierre de emergencia en caso de humo, utilizando los equipos de prueba y medida (banco de pruebas, polímetros, entre otros), la máquina simuladora de humo, asegurando la contención de incendios del sistema.

CR8.3 El sistema de control y monitoreo de presurización del avión se verifica, realizando prueba funcional del sistema, introduciendo aire a presión del sistema de aire acondicionado, presurizando la aeronave a través de los controles de cabina de ajuste de las válvulas outflow y llevándola a su límite alto y bajo de presurización, observando que el sistema es estanco verificando puertas y registros del avión.

CR8.4 El sistema de válvulas de control y alivio de sobrepresión se verifican, haciéndolos funcionar, comprobando ambos motores eléctricos que se posicionan

en los grados de apertura y cierre establecidos, que las luces en puertas del avión se encienden/apagan en cada situación, utilizando el banco de pruebas neumático, analizadores digitales y polímetros, entre otros, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados en cada caso, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR8.5 El sistema de cierre total de válvulas en condición de amerizaje se verifica, pulsando sobre conmutador de cierre de válvulas, verificando que todas las válvulas por debajo de la línea Water Line del avión están en posición cerrada, aplicando líquidos reveladores para comprobar que no existen sellos deteriorados que filtren agua al interior del avión, cumpliendo con las tolerancias de la aeronave según Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR8.6 El sistema de calefacción del aire se verifica, comprobando los sensores de control de temperatura y el termostato de seguridad por sobrettemperatura, posicionando el termostato de la zona en Maximum (MAX) o en máximos grados de escala, aplicando producto especial de enfriado, observando que el aire que sale de los conductos es caliente o que la superficie del calentador está muy caliente, comprobando con los equipos de prueba y medida (termómetro, analizador digital, polímetros, entre otros), sustituyendo los elementos deteriorados con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otras) según Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR8.7 El sistema de calefacción del compartimento de carga para transportar animales vivos se verifica visualmente, cerrando totalmente el compartimento de carga, seleccionando la temperatura máxima, aplicando producto especial refrigerante a los sensores, observando que la temperatura del calentador es muy alta o que ha subido rápidamente, comprobando con los equipos de prueba y medida (termómetro, analizador digital, polímetros, entre otros), sustituyendo los elementos deteriorados con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otras) según Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR8.8 El certificado de aptitud para el servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de la aeronave se rellena tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

**Contexto profesional:****Medios de producción:**

Banco de pruebas. Medios de elevación y transporte. Máquinas, herramientas fijas, portátiles y utillaje específico. Equipos para la localización de defectos por ensayos no destructivos. Equipos de diagnóstico de averías. Sistema de sangrado de aire del motor. Colector de pruebas hidráulicas. Bombas. Bootstrap, válvulas selectoras. Actuadores electro-hidroestático. Turbina de aire de impacto Ram Air Turbine (RAT). Compresores. Filtros. Calentadores. Aeronaves. Cambiadores de calor. Válvula termostática antihielo. Limitadores de flujo. Cableados eléctricos, sensores y controles electrónicos. Equipo

informático de control y gestión de la producción, del aprovisionamiento, del personal y de la operación. Unidad de acondicionamiento de aire. Módulo de secado. Ventiladores y elementos asociados al sistema. Elementos del sistema hidráulico, neumáticos. Elementos de sangrado del motor. Intercambiador de calor. Microinterruptores. PRV. Válvula de sobrepresión. Elementos del sistema de acondicionado y presurización. Elementos del sistema de ventilación, equipos de carga de gas de aire.

#### **Productos y resultados:**

Mantenimiento programado y no programado de los sistemas hidráulicos de la aeronave efectuado. Mantenimiento programado y no programado de elementos asociados a los sistemas hidráulicos, efectuado. Mantenimiento programado y no programado de los sistemas neumáticos de la aeronave en el hangar, efectuado. Mantenimiento programado y no programado de los sistemas de suministro de aire de sangrado de motor, intercambiador de calor, microinterruptores, PRV y válvula de sobrepresión, efectuado. Mantenimiento programado y no programado de los sistemas de suministro de aire de sangrado de APU y sistema de alimentación cruzada de la aeronave en el hangar, efectuado. Mantenimiento programado y no programado del sistema de aire acondicionado y presurización de la aeronave en el hangar, efectuado. Mantenimiento programado y no programado de ventilación de la aeronave en el hangar, efectuado. Mantenimiento programado y no programado de ventilación de compartimento de carga, el sistema de presurización y el sistema de calefacción del aire de la aeronave en el hangar, efectuado.

#### **Información utilizada o generada:**

Manual de Mantenimiento de la Aeronave, documentación Air Transport Association (ATA) como referencia de aeronaves. Normativa aplicable ordenada por la entidad reguladora para la instalación de los componentes nuevos en la aeronave, órdenes de trabajo, esquemas, planos. Manuales técnicos de operación de equipos de pruebas. Normas y procedimientos de trabajo o de reparación. Tablas de equivalencias de materiales o componentes. Normas de calidad específicas del fabricante. Reglamentos aeronáuticos. Procedimientos aeroportuarios. Documentos oficiales de control. Sistemas informáticos para información de averías, de procedimientos o de programación y actuación. Documentos y procedimientos relacionados con los sistemas de calidad ordenada por la entidad reguladora. Normativa aplicable referente a la seguridad, prevención de riesgos laborales y gestión medioambiental. Diccionario de inglés técnico aeronáutico. Documentación técnica de la aeronave (Wiring Diagram Manual, Schematic Diagram Manual, Trouble Shooting Manual). Documentación técnica de los componentes (Component Maintenance Manuals). Parte de Vuelo (Technical Log Book). Normativa de Seguridad en Plataforma (NSP).

### **UNIDAD DE COMPETENCIA 5: MANTENER/REPARAR LOS MANDOS DE VUELO Y TREN DE ATERRIZAJE DE AVIONES CON MOTOR DE TURBINA**

**Nivel: 3**

**Código: UC2550\_3**

#### **Realizaciones profesionales y criterios de realización:**

RP1: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de mandos de vuelo en sistemas de accionamiento manual directo, indirecto y sistemas energizados de apoyo hidráulicos, eléctricos o neumáticos en hangar o línea, diagnosticando averías, realizando

pruebas operacionales que pueden requerir simulaciones complejas o el uso de bancos de prueba externos y, reemplazando los elementos defectuosos que no superen las pruebas reflejadas en la documentación técnica para asegurar la funcionalidad de todas las superficies de control del vuelo.

CR1.1 El mantenimiento y reparación de los elementos que componen el sistema de mandos de vuelo se realiza siguiendo el plan de mantenimiento, aplicando las instrucciones de trabajo recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave y los documentos de trabajo asociados, dando respuesta a las averías detectadas para restaurar los sistemas afectados.

CR1.2 Los elementos de actuación del sistema de mandos de vuelo primarios, superficies móviles de actuación (alergones, timones de profundidad y dirección, elevones y flaperones, canard de control y sustentación, ruddervators, entre otros), así como sus aletas auxiliares y de control (tab) se verifican, comprobando daños estructurales producidos por esfuerzos o cargas excesivas, realizando pruebas operacionales que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos, ajustando o sustituyendo los elementos en cada caso según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave para obtener el resultado operacional de mando requerido.

CR1.3 Los elementos de actuación de los mandos de vuelo secundarios, superficies móviles de actuación (flaps, slats, spoilers, entre otros), con extensiones mediante carriles, barras articuladas y articulaciones de batimiento se inspeccionan, comprobando los daños estructurales producidos por esfuerzos o cargas excesivas, realizando pruebas operacionales que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos, ajustando o sustituyendo los elementos deteriorados según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, para conseguir la estabilidad y control a baja velocidad requerida.

CR1.4 Los componentes encargados de la transmisión del movimiento en los mandos de vuelo, controles de actuación en el Cockpit, cables de mando y poleas, barras de actuación, elementos de giro, elementos amortiguadores de movimiento, Pressure Control Unit (PCU), servo actuadores hidráulicos, eléctricos y neumáticos se inspeccionan, comprobando con el uso de útiles dinamométricos, bancos de presión hidráulica, neumática y equipos de comprobación eléctricos, realizando los chequeos operacionales reflejados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, ajustando o sustituyendo los elementos que no superen las pruebas realizadas para obtener el resultado operacional requerido.

CR1.5 Los elementos de control e indicación del movimiento de las superficies de actuación de los mandos de vuelo, transmisores de posición (lineales, rotatorios, magnéticos) y sus instrumentos de indicación, servo controles de actuación del sistema de vuelo automático, válvulas selectoras, check, solenoides de actuación, entre otros, se inspeccionan, comprobando su operatividad, realizando pruebas operacionales que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos, y ajustando o sustituyendo los elementos necesarios según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, para obtener el control en cada uno de sus ejes.

CR1.6 Los componentes o elementos desmontados del sistema de mandos de vuelo se inspeccionan (visualmente y con equipos de comprobación de daños estructurales) y dependiendo del nivel de los daños observados, son desechados, reparados o enviados a talleres especializados para su recuperación según las indicaciones del manual del componente afectado.

CR1.7 El diagnóstico y análisis de averías de los elementos eléctricos en el sistema de mandos de vuelo (sensores de proximidad, transmisores de posición, servoactuadores, Linear Variable Differential Transformer (LVDT), Rotary Variable Differential Transformer (RVDT), instalaciones eléctricas, instrumentos de indicación, entre otros) se realiza, usando equipos de prueba y medida (osciloscopios, frecuencímetros, polímetros, fuentes de alimentación, entre otros), siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave y reemplazando los elementos defectuosos para obtener un correcto control e indicación.

CR1.8 Las líneas de distribución hidráulicas, neumáticas del sistema de mandos de vuelo se inspeccionan visualmente, comprobando su presión y estanqueidad con los equipos de prueba y medida (manómetros, bancos de prueba, entre otros), y dependiendo del nivel de los daños observados, son desechados y sustituidos, o reparados según las indicaciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave para la actuación de las superficies de control.

CR1.9 Las superficies aerodinámicas de mandos de vuelo primarios (alergones, timones de profundidad y dirección, elevones y flaperones, canard de control y sustentación, ruddervators, entre otros), así como sus aletas auxiliares y de control (tab), los elementos de actuación de los mandos de vuelo secundarios (flaps y slats con extensiones mediante carriles, barras articuladas, articulaciones de batimiento y spoilers), cables de mando y poleas, barras de actuación, elementos de giro, elementos amortiguadores de movimiento, PCU, servo actuadores hidráulicos, eléctricos y neumáticos, instrumentos de indicación en el Cockpit se verifican visualmente en rampa/línea, dando respuesta a las averías reportadas por la tripulación técnica, realizando bite test o pruebas operacionales que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos, ajustando o sustituyendo los elementos que no superen los test realizados según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, recuperando la capacidad operacional del sistema de mandos de vuelo.

RP2: Efectuar el mantenimiento programado y no programado del sistema de mandos de vuelo, de aeronaves equipadas con sistemas de transmisión de mando por medios eléctricos (fly by wire) en hangar o línea, diagnosticando las averías reportadas, realizando pruebas operacionales que pueden requerir simulaciones complejas o el uso de bancos de prueba externos y reemplazando los elementos defectuosos que no superen las pruebas reflejadas en la documentación técnica asegurando la funcionalidad de todas las superficies de control.

CR2.1 El mantenimiento y reparación de los elementos que componen el sistema de mandos de vuelo se realiza, siguiendo el plan de mantenimiento, aplicando las instrucciones de trabajo recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave y los documentos de trabajo asociados y dando respuesta a las averías detectadas para restaurar los sistemas afectados.

CR2.2 Los elementos de actuación del sistema de mandos de vuelo primarios, superficies móviles de actuación (alergones, timones de profundidad y dirección, elevones y flaperones, canard de control y sustentación, ruddervators, entre otros), sus aletas auxiliares y de control (tab) se inspeccionan, comprobando los daños estructurales producidos por esfuerzos o cargas excesivas, realizando pruebas operacionales que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos y, ajustando o sustituyendo los elementos necesarios según los documentos de mantenimiento para obtener el resultado operacional de mando.

CR2.3 Los elementos de actuación de los mandos de vuelo secundarios, superficies móviles de actuación (flaps y slats, con extensiones mediante carriles, barras articuladas, articulaciones de batimiento y spoilers) se inspeccionan, comprobando los daños estructurales producidos por esfuerzos o cargas excesivas, realizando pruebas operacionales que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos y, ajustando o sustituyendo los elementos necesarios según los documentos de mantenimiento, para conseguir la estabilidad y control a baja velocidad.

CR2.4 Los componentes de actuación del sistema de mandos de vuelo eléctrico (fly by wire) PCU, servo actuadores y motores (eléctricos e hidráulicos), transmisiones de movimiento, válvulas eléctricas e hidráulicas, puntos de giro, amortiguadores de esfuerzos, entre otros, se inspeccionan, comprobando su funcionamiento con el uso de bancos de presión hidráulica, neumática y equipos de diagnóstico, realizando las pruebas operacionales reflejadas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, ajustando o sustituyendo los elementos que no superen las pruebas realizadas, para obtener el resultado operacional requerido.

CR2.5 Los elementos de control e indicación del sistema de mandos de vuelo eléctrico (fly by wire), Sidestick o volante de control, Pedal Feel and Trim Unit (PFTU), computadores de control y gestión de órdenes de mando, computadores de monitoreo, transmisores de posición (lineales, rotatorios, magnéticos, RVDT, LVDT, unidades de detección de asimetría, entre otros), solenoides de actuación, elementos de indicación en cabina, entre otros, se inspeccionan, realizando comprobaciones sencillas (resistencia, tensión, continuidad, entre otros) o colaborando en pruebas aviónicas complejas que pueden requerir equipos de comprobación externos y, ajustando o sustituyendo los elementos necesarios según los documentos de mantenimiento, para obtener el control de sus ejes.

CR2.6 Los elementos mecánicos de actuación desmontados del sistema de mandos de vuelo eléctrico (fly by wire) se comprueban, realizando bite test y pruebas operacionales que pueden requerir equipos y bancos de prueba externos, y dependiendo del nivel de los daños observados son desechados, reparados o enviados a talleres especializados para su recuperación según las indicaciones del manual del componente afectado.

CR2.7 Los elementos eléctricos en el sistema de mandos de vuelo eléctrico (fly by wire), sensores de proximidad, transmisores de posición, servoactuadores, LVDT, RVDT, líneas de cableado de transmisión de datos, señales discretas y alimentaciones eléctricas, instrumentos de indicación, entre otros, se verifican comprobando con los equipos de prueba y medida (polímetros, fuentes de alimentación, entre otros), y siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave, su funcionamiento, reemplazando los elementos defectuosos en cada caso utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, torquímetros, herramienta neumática, entre otros).

CR2.8 Las líneas de distribución hidráulicas y neumáticas del sistema de mandos de vuelo eléctrico (fly by wire) se inspeccionan visualmente, comprobando su presión y estanqueidad con los equipos de prueba y medida (manómetros, bancos de prueba, entre otros) y dependiendo del nivel de los daños observados, son desechados y sustituidos, o reparados según las indicaciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave para la actuación de las superficies de control.

RP3: Efectuar el mantenimiento programado y no programado del tren de aterrizaje de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos para restaurar los componentes afectados.

CR3.1 La aeronave se eleva en hangar, colocándola sobre tres gatos, apoyándolos sobre los puntos marcados como JACK-POINTS, comprobando que está nivelada longitudinalmente y transversalmente con plomadas y niveles de burbuja, asegurándola y comprobando que la altura libre al suelo permite la libre extensión y retracción del tren de aterrizaje de acuerdo con el manual de mantenimiento de la aeronave.

CR3.2 El eje del tren de aterrizaje se verifica visualmente que no está deteriorado, limpiando con un trapo de algodón que no deje pelusa y un limpiador no acuoso, observando que está libre de óxido o dañado y reparando en cada caso, aplicando el compuesto preventivo (anticorrosivo) con brocha y con las espátulas no metálicas para suavizar los bordes, verificando que el grosor no supera los límites máximos y que el color está igualado en toda la pieza.

CR3.3 El tren de aterrizaje principal se verifica visualmente, comprobando sus accesorios principales (pistón deslizante, viga del carretón, recortador de inclinación, sistema acortador del tren, conjunto de suspensión lateral, conjunto de pasadores de bloqueo, enlace de torque inferior, enlaces de articulación superior e inferior, actuador Lockstay), comprobando que no hay signos de corrosión, grietas, deterioro excesivo, golpes punzantes, abolladuras y rebabas en el cromo, utilizando la iluminación suficiente para detectar los daños y herramientas especiales (micrómetros, calibres, relojes comparadores, entre otros), reparando los elementos deteriorados siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR3.4 La carga de nitrógeno de los amortiguadores del tren principal se verifica, instalando el adaptador en la válvula de carga y su manómetro, midiendo la extensión, la temperatura de la superficie del pistón, usando un termómetro digital o laser y registrando los datos para cotejarlos con los marcados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, realizando la carga de nitrógeno necesario en cada caso, utilizando un equipo de carga de nitrógeno de alta presión, retirando los equipos y haciendo una prueba de fugas de la válvula de purga/inflado, utilizando el KIT de pérdidas.

CR3.5 El tren de aterrizaje se verifica, desmontando y montando el conjunto, quitando las tuercas y tornillos de los bulones de sujeción, desacoplándolo del avión, soltando y quitando líneas hidráulicas, eléctricas que lo unen a la aeronave, las ruedas y frenos, apoyándolo en la cuna de transporte, utilizando una plomada y cinta adhesiva para marcar las líneas de referencia, drenando los fluidos hidráulicos y nitrógeno del amortiguador, utilizando las herramientas de acortamiento del tren de aterrizaje, retirándolo del avión y montando la nueva unidad reacondicionada, según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR3.6 El amortiguador de tren principal se verifica visualmente, observando pérdidas de aceite por el vástago, cambiando la activación de la junta primaria a la junta secundaria en cada caso, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), revisando las pérdidas en días sucesivos de ciclos normales del avión, sustituyendo la junta primaria si se confirman fugas, para ajustar la estanqueidad del sistema.

CR3.7 El amortiguador de tren principal se sustituye, elevando la aeronave para librar el suelo con la extensión máxima del vástago del amortiguador, sujetándolo con eslingas, desmontando las ruedas, conjuntos de frenos y en su caso la viga del carretón, apoyándolo en la cuna de transporte, despresurizando el líquido hidráulico y el nitrógeno del interior de la camisa, desacoplándolo, desconectando las tuberías y cables, bajando el conjunto, montando de nuevo el amortiguador y reacondicionado el sistema siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR3.8 La viga del carretón se sustituye con el tren de aterrizaje suspendido y sujeto con eslingas, desmontando las ruedas y conjuntos de frenos, retirando los soportes de equipo adicional del carretón, desacoplando del amortiguador del tren y desconectando los conectores eléctricos e hidráulicos del tren de aterrizaje al carretón, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), y calzos de madera, montando el nuevo elemento en el orden inverso, dándole el apriete a los tornillos y tuercas con el torquímetro y utilizando el hidráulico asignado al circuito, renovando el sistema.

RP4: Efectuar el mantenimiento programado y no programado del tren de aterrizaje principal de la aeronave en el hangar, realizando sustituciones, diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos, para restaurar los componentes afectados.

CR4.1 El sistema de Bogie Alignment Pitch Trimmer (sistema de acortamiento y alineación del carretón) se verifica visualmente, comprobando el estado de sus componentes y los elementos adyacentes, sustituyéndolo en cada caso, quitándole presión al sistema hidráulico, al martinete de Pitch Trimmer, aflojando los tornillos y tuercas, soltando los ejes que lo sujetan con las llaves dinamométricas aplicables, sacándolo de su alojamiento y montándolo en el orden inverso al desmontaje, dándole el apriete a los tornillos y tuercas con el torquímetro y utilizando el hidráulico asignado al circuito, renovando el sistema.

CR4.2 El conjunto del soporte lateral del tren (Side Stay Assembly), el mantenedor de posición bloqueada (Lock Stay), el mantenedor de posición lateral (Side Stay), los resortes de bloqueo del Lock Stay (Lock Springs), los arneses eléctricos y tuberías hidráulicas se inspeccionan visualmente, comprobando que no existen daños estructurales o elementos sueltos, utilizando linterna de alta potencia lumínica, trapos de limpieza y limpiadores no acuosos para retirar la grasa, asegurando que no se produce retracción inadvertida del tren de aterrizaje.

CR4.3 Las compuertas de tren principal y de morro se verifican visualmente, posicionándolas en «modo mantenimiento en tierra», comprobando la ausencia de grasa en los elementos electrónicos (sensores de posición, actuadores, entre otros) y que los ajustes de las puertas están alineados, soltando las bisagras y regulando los rodillos, cables de accionamiento, entre otras, asegurando la aerodinámica del avión.

CR4.4 El tren de aterrizaje de morro se inspecciona visualmente después de un excesivo giro del tren, giro del tractor de arrastre o por el mal funcionamiento del sistema de dirección, observando los daños en la orejeta de enlace entre el torque inferior y la orejeta del amortiguador, el pasador de enlace de torque de horquilla de barra remolcadora, el accesorio y el pasador de enlace de torque superior de la manga giratoria del tren, el enlace de par superior e inferior y el pasador de vértice, los extremos del vástago y los pasadores de fijación de los actuadores de dirección

(martinetes) y la brida superior a los pasadores de fijación del accesorio principal, reemplazando las piezas que estén dañadas, sustituyéndolas por unas nuevas utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), transportadores de ángulo y los aceites minerales marcados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR4.5 La extensión y retracción del tren de aterrizaje se comprueba haciéndolos subir y bajar con el avión apoyado en gatos y equilibrado, accionando la palanca que actúa sobre el mecanismo, con el banco de prueba hidráulico de alta capacidad y los inerciales del avión, observando que el ciclo de cierre y apertura se realiza en el tiempo previsto y comprobando que la alineación de las compuertas sean las marcadas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR4.6 Las unidades de bloqueo del tren de aterrizaje, de la puerta y los rodillos se inspeccionan visualmente, limpiando con algodón sin pelusa textil humedecido con limpiador general no acuoso, con una fuente de luz de alta potencia y una lupa de vidrio con 0,5 aumentos de mínimo, observando daños, grietas, corrosión, desgastes excesivos, pérdidas de aceite por las conexiones, etiquetas colocadas en las cerraduras de los trenes y en las cerraduras de las puertas, reparando o sustituyendo en cada caso por unos nuevos, asegurando la fijación del tren.

CR4.7 Los sensores de proximidad, sensores de objetivo (targets) se comprueban visualmente que no tengan deterioros ni suciedad, limpiando con algodón sin pelusa textil humedecido con limpiador general no acuoso, reparando o sustituyendo los sistemas, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), asegurando la funcionalidad del sistema.

CR4.8 El computador de control de extensión/retracción se verifica visualmente, utilizando el analizador digital, realizando el chequeo del sistema y observando si hay algún fallo memorizado que persista una vez borrado, sustituyendo el elemento afectado con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), restaurando el sistema.

RP5: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas de caída libre del tren, ruedas y frenos de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos y utilizando el Manual de Mantenimiento de la Aeronave para restaurar los componentes afectados.

CR5.1 La caída libre del tren de aterrizaje se verifica con el avión montado sobre los gatos de elevación, configurado el avión en modo vuelo, tren de aterrizaje recogido, interruptores o palancas de extensión, abriéndose las puertas y desbloqueándose los trenes, observando que los ganchos de bloqueo estén completamente abiertos o llevándolos a la posición en cada caso, reseteando el sistema, comprobando los elementos que constituyen el sistema (cerrojos de compuertas, de tren, entre otros) y recogiendo de nuevo con el utillaje de retracción (banco hidráulico), para asegurar la salida del tren de aterrizaje en caso de emergencia.

CR5.2 El inflado de los neumáticos se ajusta, comprobando que la lectura de los manómetros de presión (dos diferentes con el mismo rango de medida) entren en los valores marcados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, medidos en el aeropuerto de salida y de llegada, aumentando o disminuyendo la cantidad de aire

en cada caso, con el inflador y observando si tiene pérdidas, cambiando el neumático en cada caso.

CR5.3 El eje de rueda y el casquillo del eje de los bujes se inspeccionan, comprobando el diámetro externo del eje y del diámetro interno del casquillo, observando que no hay grietas ni corrosión, mediante líquidos fluorescentes penetrantes, micrómetros, calibres y relojes comparadores, entre otros, reemplazando los elementos deteriorados, usando los equipos de extracción y la herramienta común (llaves de vaso, de codo, fijas, torquímetros, entre otros), restituyendo el sistema de rodaje.

CR5.4 Las ruedas de tren principal se cambian colocando el CHOCK WHEEL (calzo) en posición para las ruedas (tren de aterrizaje principal), elevando la aeronave, disminuyendo la presión de los neumáticos a aproximadamente 2 bar (29 Pressure per square inch (PSI)), retirando la tapa del cubo de frenos, el sensor de presión, entre otros, apoyándolas en la cuna de desmontaje, quitando la tornillería y utilizando el cono guía, extrayéndolas, utilizando un trapo de algodón sin pelusa y un limpiador general no acuoso para desengrasar las interfaces de los componentes, volviendo a lubricar con grasa tanto el eje como los rodamientos, montando el neumático en la aeronave siguiendo el orden inverso al desmontaje.

CR5.5 Los conjuntos de freno se inspeccionan visualmente, retirando el neumático, liberando la presión hidráulica, los conectores eléctricos, los racores de las tuberías, observando el estado del paquete de frenos por golpes, corrosión, o indicios de sobrecalentamiento y el límite de desgaste de pastillas y discos, sustituyendo el conjunto, soltando la tornillería con la herramienta común (llaves de vaso, de codo, fijas, torquímetros, entre otros), extrayendo el conjunto y cambiándolo por uno nuevo, para el frenado de la rueda.

CR5.6 El tacómetro de velocidad de la rueda se verifica con la herramienta de accionamiento (accionador de eje estriado) conectada a un motor de giro (taladro), haciéndolo girar para dar una velocidad de entre 900 y 1100 (RPM) y observando que los pistones de freno se retraen en cada una de las fases descritas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR5.7 El sistema de frenos se sangra, extrayendo el líquido de frenos y eliminando el aire contenido en el sistema, aflojando la válvula de purga y observando por el útil (manguera transparente y contenedor de reciclaje), que no salen burbujas del circuito, asegurando la eficacia y estabilidad de frenado.

CR5.8 El ordenador de control se verifica, realizando un bite test con el equipo de diagnóstico, comprobando errores memorizados en el sistema, borrando los errores y comprobando los elementos defectuosos (sensores y actuadores, entre otros) con los equipos de prueba y medida (polímetro, bancos digitales, entre otros), sustituyendo en cada caso.

RP6: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas asociados al frenado del avión, a la dirección y al sistema de indicación de presión de las ruedas en el hangar, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos y usando el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, para restaurar los componentes afectados.

CR6.1 El acumulador de frenos se verifica visualmente, instalando manómetros en la entrada del sistema y en los acumuladores de presión, accionando el freno de

estacionamiento, presurizando el sistema hidráulico y dejando que se establezca la temperatura, comprobando que la presión según la secuencia es la marcada en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR6.2 La temperatura de freno de estacionamiento se verifica con el termómetro de medida infrarroja y desactivando los sensores, observando la temperatura que hay 15 minutos después de soltarlo en la zona de la placa de presión entre los dos pistones superiores, tomando los datos y comprobando con el resto de paquetes, volviendo a medir en cada caso, sustituyendo los elementos (paquetes de frenos, pistones de presión, sensores, entre otros) deteriorados con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros).

CR6.3 El fan de ventilación de enfriamiento de los frenos se verifica visualmente, comprobando que no tiene deformaciones o rotura de las aspas y que el sensor de temperatura lo activa, utilizando un calentador de aire caliente para atemperarlo, reemplazando el sensor en cada caso, para asegurar el enfriamiento forzado de los frenos.

CR6.4 El sensor de presión de ruedas se verifica, utilizando un manómetro calibrado, observando la medida de todas las ruedas y comparándolas con los datos extraídos del Manual de Mantenimiento de la Aeronave, cambiando el sensor si la diferencia entre ruedas supera el 5%.

CR6.5 El sistema de dirección de tren de morro se verifica visualmente, observando el estado de los elementos (tuberías, cables, soportes, entre otras), reparando en cada caso y comprobando las medidas de los ángulos de giro, utilizando un cuadrante graduado en el tramo de giro, haciendo los giros y vuelta a la marcha recta según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, coincidiendo ruedas y cuadrante en 0°, asegurando la alineación entre el volante y la rueda.

CR6.6 Los sensores de indicación de ángulo de la dirección se verifican, instalando el banco de prueba y los útiles de acoplamiento en la cremallera metálica del amortiguador de dirección para comprobar su calibración y realizar movimientos, apuntando los datos obtenidos y comparando con los del Manual de Mantenimiento de la Aeronave, sustituyendo en cada caso y volviendo a realizar el proceso de recalibración del sistema.

CR6.7 El ángulo de dirección se verifica visualmente, colocando las ruedas sobre dos placas de metal, con la dirección centrada e instalando el cuadrante graduado, moviendo a través de la barra de remolque en el tren de dirección hasta que el objetivo (target) y el sensor de proximidad de sobreviraje (izquierdo y derecho) mande la señal a la pantalla y encienda las luces de advertencia de deslizamiento en el objetivo (target), reparando los sensores o target en cada caso, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR6.8 El tren de aterrizaje se verifica en tierra, comprobando los sensores de posición de tren de aterrizaje, sensores de proximidad o elementos que actúan con ellos, seleccionando en los activadores la posición de vuelo con tren recogido y puertas cerradas, observando el funcionamiento y sustituyendo los elementos deteriorados en cada caso, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR6.9 El certificado de aptitud para el servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de la aeronave se rellena tras la realización de actividades de mantenimiento,

comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

RP7: Aplicar el mantenimiento programado y no programado del sistema de tren de aterrizaje actuado electromecánicamente, realizando inspección visual, ajustes, chequeos de verificación, entre otros, reparando o sustituyendo elementos deteriorados o por límite de horas, ciclos o calendario, para asegurar el buen estado del tren y estructura de la aeronave.

CR7.1 La caja de engranajes, el motor eléctrico, switches y conexión de actuadores del tren de aterrizaje se inspecciona visualmente por fugas, desgaste, daños, fijación, ruidos extraños y utilizando el equipo de control y medida (equipos de diagnóstico, polímetros, entre otros), y chequeando el nivel de aceite.

CR7.2 Las llantas y neumáticos se inspeccionan por grietas, corrosión, desgaste e inflado de neumático y condición y desgaste de los cojinetes, sustituyendo en cada caso.

CR7.3 El tren de aterrizaje, sus componentes (SHOCK STRUT, SLIDING, DRAG BRACE, barras de retracción, entre otros), uniones de actuación, dirección y shimmy damper se inspeccionan visualmente y con ayuda de linternas y espejos, por grietas, amarre, fijación, presión y fugas de hidráulico.

CR7.4 El tren de aterrizaje se actúa con la ayuda de una fuente eléctrica externa, entregando y manteniendo  $28.25 \pm 0.25$  VDC, durante los ciclos de extensión y retracción del tren, comprobando que las compuertas, las luces del sistema de extensión/retracción, bocina de aviso, tensión del cable de bloqueo arriba, libre actuación de la manivela de extensión de emergencia y ajuste de los switches de seguridad y recorrido, asegurando la salida de las ruedas.

RP8: Realizar la revisión general (overhaul) del conjunto tren de aterrizaje (Landing Gear, Drag Brace, actuadores, llantas, frenos, Steering, caja de engranajes del tren, entre otros), realizando el desmontaje, limpieza, inspección, reparación y sustituciones en cada caso, reensamblado y comprobando su funcionamiento, asegurando su completa conformidad con todas las tolerancias de servicio aplicables especificadas en las instrucciones del titular del certificado de tipo o del fabricante para la aeronavegabilidad continuada, siguiendo las instrucciones de los Manuales de Overhaul de Motor y Accesorios.

CR8.1 Los elementos del tren de aterrizaje (amortiguadores, actuadores del tren de aterrizaje, paquetes de frenos, entre otros) se desmontan colocando cada subconjunto en una mesa de trabajo independiente, realizando el lavado preliminar utilizando desengrasantes y cepillos, para el acondicionamiento previo al desmontaje.

CR8.2 Los elementos del tren de aterrizaje se desmontan utilizando herramienta estándar y extractores específicos, desechando juntas, pasadores, casquillos, pastillas de frenos y tornillería, limpiando las piezas principales con desengrasantes

aplicables a spray/cepillo, utilizando soluciones salinas, disolventes, productos abrasivos, ultrasonidos, comprobando visualmente desgaste, corrosión y estado general.

CR8.3 Las piezas (actuadores, llantas, frenos, Steering, caja de engranajes del tren, entre otros) se comprueban por daños superficiales evidentes, grietas, corrosiones, sobret temperatura (en los paquetes de freno) y desgastes, visualmente y con los equipos de prueba y medida (calibres pie de rey, relojes comparadores, calibres de interiores, entre otros), verificando anchos, espesores y controlando que están por encima de las dimensiones mínimas indicadas en el Manual de Overhaul, sustituyéndolas en cada caso.

CR8.4 Las piezas (Strut, sliding, torque knees, drag braces, wheels, piston housigs, entre otras) se inspeccionan por grietas y corrosión mediante Ensayos No Destructivos, empleando las técnicas de Líquidos Penetrantes, Partículas Magnéticas y Corrientes Inducidas para las piezas metálicas, ensayando las sometidas a alta temperatura (paquetes de frenos) con durómetros (rockwell/brinell) e inspeccionando con sondas de conductividad eléctrica que sus cualidades de resistencia están dentro de los límites de diseño del fabricante.

CR8.5 Las piezas (Strut, sliding, torque knees, drag braces, wheels, piston housigs, entre otras) se restauran retirando la pintura con decapantes químicos y proyección de cáscara de nuez, puliendo, eliminando corrosiones, restos de suciedad, muescas y abolladuras, utilizando limas, esmeriles u otros abrasivos, soluciones cáusticas, lavando y secando con aire, midiendo por segunda vez tras la restauración.

CR8.6 Las piezas (Strut, sliding, torque knees, drag braces, wheels, piston housigs, entre otras) se protegen superficialmente, protegiéndolas de la corrosión aplicando Alodine/Bonderite, imprimación y pintura final y restaurando cromados y cadmiados.

CR8.7 El montaje de cada subconjunto del tren de aterrizaje se realiza uniendo los elementos en orden inverso al desmontaje, utilizando tornillería, sellos, discos, pastillas, cojinetes, casquillos, y juntas nuevas, siguiendo las indicaciones del Manual de Overhaul, aplicando el apriete a las tuercas y tornillos con la llave dinamométrica, lubricando y dando presión de nitrógeno en su caso y efectuando todas las Directivas de Aeronavegabilidad y Boletines de Servicio aplicables.

CR8.8 El amortiguador, actuadores del tren de aterrizaje, de los paquetes de frenos y la presión de las ruedas se comprueban observando fugas de hidráulico y utilizando el banco de prueba y medida, observando que el conjunto rotor gira libremente después de liberar la presión de los pistones, inflando los neumáticos con nitrógeno, equilibrando dinámicamente añadiendo contrapesos en cada caso, comprobando pérdidas de gas del neumático a las 24 horas, simulando el peso del tren y las cargas en vuelo y cotejando los datos obtenidos con los recogidos en el Manual de Mantenimiento de la aeronave, observando ruidos extraños y juego axial al girar el tornillo sin fin.

#### **Contexto profesional:**

#### **Medios de producción:**

Elementos de mandos de vuelo. Elementos del tren de aterrizaje. Elementos de dirección, frenos y ruedas. Banco de pruebas eléctricas. Medios de elevación y transporte. Máquinas, herramientas fijas y portátiles, termómetros y utillaje específico. Equipos para la

localización de defectos por ensayos no destructivos. Equipos de diagnóstico de averías. Cableados eléctricos, sensores y controles electrónicos. Equipos de medición de formas y máquinas de equilibrado. Equipo informático de control y gestión de la producción, del aprovisionamiento, del personal y de la operación.

#### **Productos y resultados:**

Mantenimiento programado y no programado de mandos de vuelo en sistemas de accionamiento manual directo, indirecto y sistemas energizados de apoyo hidráulicos, eléctricos o neumáticos en hangar o línea, efectuado. Mantenimiento programado y no programado del sistema de mandos de vuelo, de aeronaves equipadas con sistemas de transmisión de mando por medios eléctricos (fly by wire) en hangar o línea, efectuado. Mantenimiento programado y no programado del tren de aterrizaje de la aeronave en el hangar, efectuado. Mantenimiento programado y no programado del tren de aterrizaje principal de la aeronave en el hangar, efectuado. Mantenimiento programado y no programado de los sistemas de caída libre del tren, ruedas y frenos de la aeronave en el hangar, efectuado. Mantenimiento programado y no programado de los sistemas asociados al frenado del avión, a la dirección y al sistema de indicación de presión de las ruedas en el hangar, efectuado. Mantenimiento programado y no programado del sistema de tren de aterrizaje actuado electromecánicamente, aplicado. Revisión general (overhaul) del conjunto tren de aterrizaje (Landing Gear, Drag Brace, actuadores, llantas, frenos, Steering, caja de engranajes del tren, entre otros), realizado.

#### **Información utilizada o generada:**

Manual de Mantenimiento de la Aeronave, documentación Air Transport Association (ATA) como referencia de aeronaves. Normativa aplicable ordenada por la entidad reguladora para la instalación de los componentes nuevos en la aeronave, órdenes de trabajo, esquemas, planos. Manuales técnicos de operación de equipos de pruebas. Normas y procedimientos de trabajo o de reparación. Tablas de equivalencias de materiales o componentes. Normas de calidad específicas del fabricante. Reglamentos aeronáuticos. Procedimientos aeroportuarios. Documentos oficiales de control. Sistemas informáticos para información de averías, de procedimientos o de programación y actuación. Documentos y procedimientos relacionados con los sistemas de calidad ordenada por la entidad reguladora. Normativa aplicable referente a la seguridad, prevención de riesgos laborales y gestión medioambiental. Diccionario de inglés técnico aeronáutico. Documentación técnica de la aeronave (Wiring Diagram Manual, Schematic Diagram Manual, Trouble Shooting Manual). Documentación técnica de los componentes. Parte de Vuelo (Technical Log Book). Normativa de Seguridad en Plataforma (NSP).

#### **UNIDAD DE COMPETENCIA 6: MANTENER/REPARAR LOS SISTEMAS DE OXÍGENO, ELEMENTOS DEL MOBILIARIO, AGUAS Y PROTECCIÓN CONTRA HIELO Y LLUVIA DE AVIONES CON MOTOR DE TURBINA**

**Nivel: 3**

**Código: UC2551\_3**

#### **Realizaciones profesionales y criterios de realización:**

RP1: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas de oxígeno de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas

operacionales, reemplazando los elementos defectuosos para restaurar los componentes afectados.

CR1.1 Los sistemas de oxígeno se mantienen/reparan, aplicando las instrucciones de trabajo recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave y los documentos de trabajo asociados, dando respuesta a las averías detectadas.

CR1.2 Los equipos y componentes (botella de oxígeno, las válvulas, reguladores, tuberías de distribución y máscaras, entre otros) encargados del suministro de oxígeno a la tripulación técnica (sistema de almacenamiento, sistema de distribución y el sistema de control e indicación), a los pasajeros y al sistema portátil en las aeronaves se verifican, realizando pruebas operacionales que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos, utilizando la herramienta habilitada para trabajos en sistema oxígeno (torquímetros, llaves de vaso, fijas, entre otras), para la sustitución o ajuste de los elementos que no superen los test realizados, asegurando la aportación de oxígeno en el interior de la aeronave.

CR1.3 Los componentes del sistema de oxígeno de la tripulación técnica (botella de oxígeno, las válvulas, reguladores, tuberías de distribución y máscaras, entre otros) se verifican, realizando comprobaciones visuales, utilizando mezcla de agua y jabón neutro, observando que no existan pérdidas de oxígeno en las conexiones, tuberías o equipos de utilización final, utilizando la herramienta de comprobación y medida (manómetros, llaves fijas o equipo de comprobación de pérdidas) para sustitución o ajuste de los elementos que no superen los test realizados.

CR1.4 Los componentes del sistema de oxígeno de suministro a los pasajeros (botellas de oxígeno, compresor, válvulas, reguladores, tuberías de distribución, máscaras o contenedores químicos individuales), situados en todos los compartimentos del avión donde puede ir un pasajero (cabina del avión, lavabos, cocinas, áreas de trabajo de la tripulación auxiliar) se verifican, realizando pruebas operacionales que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos, utilizando la herramienta de comprobación y medida (manómetros, llaves fijas o equipo de comprobación de pérdidas) para sustitución o ajuste de los elementos que no superen los test realizados.

CR1.5 Los componentes del sistema de oxígeno portátil (botellas de oxígeno, equipo de respiración y protección Protective Breathing Equipment (PBE), compresor válvulas, reguladores, tuberías de distribución, equipos de respiración primera ayuda o contenedores químicos individuales, entre otros), se verifican visualmente y realizando pruebas operacionales que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos, utilizando la herramienta de comprobación y medida (manómetros, llaves fijas o equipo de comprobación de pérdidas) para sustitución o ajuste de los elementos que no superen los test realizados.

CR1.6 Las botellas de oxígeno metálicas y sus reguladores se desmontan e inspeccionan periódicamente por grietas y fugas tras ser sometidas a pruebas hidrostáticas mediante Ensayos No Destructivos e inspección visual, sustituyendo aquellos elementos deteriorados y desechando las juntas de goma, entre otros.

RP2: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de elementos del mobiliario, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales que pueden requerir uso de

bancos de prueba externos, reemplazando los elementos defectuosos utilizando el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, para restaurar los componentes afectados.

CR2.1 Los sistemas del equipo mobiliario y revestimiento de la cabina, las cocinas y sus equipos, los lavabos y sus equipos, el textil como cortinas, fundas de asiento y moqueta, las particiones de cabina, los asientos de tripulación técnica, auxiliar y pasajeros, los suelos de separación entre cabina y bodega-carga se verifican, realizando pruebas operacionales que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos, utilizando las herramientas de mantenimiento y útiles especiales de anclajes, para la sustitución o ajuste de los elementos que no superen los test realizados, reparando aquellos componentes no estructurales de composite, policarbonato y materiales Honeycomb Core con herramientas de reconformado (taladradoras angulares, abrasivos rotativos, entre otros), asegurando la confortabilidad, propiedades ignífugas y seguridad en el interior de la aeronave.

CR2.2 Los asientos de la tripulación se inspeccionan visualmente que están anclados al suelo, observando deterioros (anclajes flojos, oxidados, entre otros), comprobando el equipo de emergencia, anclajes del tripulante al propio asiento, ajustes de los brazos anatómicos, espumas de asientos y cojines, utilizando herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros) y útiles específicos marcados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, para asegurar la ergonomía, propiedades ignífugas y seguridad.

CR2.3 Los paneles de cabina, paneles calefactables, los dotados con mandos de actuación de la tripulación, decorativos, cortinas anti-sol, armarios y alfombras de cabina se verifican, garantizando que sus inscripciones son legibles, que lucen los luminosos integrales, reparando o sustituyendo en cada caso lo deteriorado sin perder sus propiedades ignífugas (vinilos, bombillas, led, paneles, entre otros).

CR2.4 Los asientos de los Tripulantes de Cabina Pasajeros (Commercial Aviation Services, CAS) se revisan visualmente, comprobando las espumas, cojines, anclaje al suelo, arneses del tripulante y su repliegue automático, reparando o sustituyendo los elementos que no superen las inspecciones, con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, de estrella, planas, torquímetro, entre otras) para validar su seguridad y asegurar la recogida del asiento dejando las puertas de emergencia libres y conservando sus propiedades ignífugas.

RP3: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de elementos del equipo de buffet, cocinas y lavabos, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales que pueden requerir uso de bancos de prueba externos, reemplazando los elementos defectuosos, restaurando la aeronavegabilidad.

CR3.1 Las cocinas (GALLEY) y buffet se comprueban, verificando visualmente los cierres, interruptores, Circuit Breakers, placas de calor, enfriadores, entre otros, comprobando la instalación eléctrica, compresor, tuberías, radiadores y elementos que conforman el sistema, utilizando los equipos de comprobación y medida (manómetros, milióhmetro, polímetros, entre otros), reparando o sustituyendo en cada caso con el utillaje establecido en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, para rearmar los sistemas evitando posibles deterioros de los alimentos.

CR3.2 Las cafeteras y hornos se comprueban visualmente, observando la estanqueidad de la instalación, evacuación de agua, aislamiento, funcionamiento eléctrico, Circuit Breakers, control de la temperatura exterior del horno, utilizando

polímetros, termómetros, herramienta común, entre otras, reparando o sustituyendo en cada caso, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR3.3 Las unidades enfriadoras (CHILLER) se verifican a través de los equipos de comprobación y medida (manómetros, termómetros, entre otras), observando el enfriamiento producido y la presión interna del circuito, reciclando y recargando el gas del sistema utilizando las estaciones de recarga, para asegurar el enfriamiento del sistema de refrigeración.

CR3.4 El panel luminoso con las indicaciones de control de la cocina para los diferentes servicios (cafeteras, hornos, unidades enfriadoras, entre otras) se verifican con los equipos de prueba y medida (polímetros, pinza amperimétrica, entre otros), los componentes, protecciones eléctricas (switches y circuit breakers) y el cableado eléctrico, sustituyendo el panel por uno nuevo, reestableciendo la información de funcionamiento de los sistemas y componentes.

CR3.5 Los baños de la aeronave (fijos o móviles) se verifican visualmente, observando que se encuentran unidos a los puntos de seguridad de la estructura primaria mediante sujeciones fijas o a los rieles de los asientos de pasajeros por su parte inferior y con tirantes de la parte superior de éste a la estructura primaria en cada caso, con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros).

CR3.6 Los baños se mantienen diariamente, comprobando visualmente la tapa de aleta del compartimento de residuos, el extintor, la puerta de entrada al lavabo, apertura de emergencia por el exterior, la puerta del contenedor de residuos, ajustando o sustituyendo los elementos en cada caso siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR3.7 Los elementos que constituyen el baño se revisan, observando visualmente la cubierta del inodoro, la instalación de espaciadores, bandeja del piso del baño, la puerta del lavabo, cubierta del lavabo y tornillería en general, entre otras, observando su ajuste, fisuras y óxidos, reparando con resinas epoxi, refuerzos de metal o material compuesto según lo indicado por el Manual de Reparaciones Estructurales del fabricante (SRM) o por la Organización de Diseño Aprobada (Design Organization Approval, DOA) en cada caso, restaurando los componentes del sistema.

CR3.8 El inversor de los lavabos que se utiliza para convertir el suministro eléctrico del avión a 115VAC/60Hz, el sistema de llamada y sistema de detección de humo se comprueba con un multímetro (el sistema eléctrico) y visualmente, introduciendo los productos especiales que simulan humo, observando que salta el aviso a la tripulación auxiliar, para mantener la información de lo que sucede en el baño.

RP4: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de elementos del equipo de emergencia y equipo en los compartimentos de carga, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales que pueden requerir uso de bancos de prueba externos, reemplazando los elementos defectuosos y utilizando el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, restaurando la aeronavegabilidad.

CR4.1 Los compartimentos de carga se revisan visualmente, observando cortes, torsiones, deshilachados, roces, desgaste, puntas rotas, patrones de cosido dañados en las inserciones de la red, abolladuras, corrosión en las partes metálicas, bucles y conectores metálicos sueltos, faltantes o dañados, comprobando el funcionamiento

de la sección telescópica y los accesorios finales, revisando que no están sueltas las etiquetas de identificación de las redes, reparando o sustituyendo en cada caso, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR4.2 Los revestimientos de los compartimientos de carga se revisan visualmente, observando que no existen fisuras o deterioros en las capas del revestimiento, en la tira ignífuga entre paneles, pestillos de los paneles de descompresión, reparando las zonas afectadas, utilizando productos bicomponentes de relleno o parches de acero inoxidable en cada caso, cambiando pestillos, entre otros, utilizando espátulas de plástico y herramientas común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros).

CR4.3 Los sistemas de ventilación, calefacción, sistema de carga manual o automático, sistema de drenaje, revestimientos de paredes y techos, sistema de seguridad de descompresión rápida, sistema de detección de humo, tiras de sellado, bandejas de drenaje, placas de protección sistema de extinción de incendios, sistema de iluminación para facilitar la estiba, los paneles del piso y las particiones fijas del compartimiento de carga, entre otros, se comprueban antes de cada vuelo visualmente, observando que son estancos que no tienen obstrucciones ni suciedad, reparando los elementos estancos, limpiando la suciedad y liberando las obstrucciones.

CR4.4 Los equipos de emergencia (instalaciones de cuerda de escape, equipo de primeros auxilios, equipo médico suplementario, Kit médico de emergencia avanzado, entre otros) se comprueban, garantizando que no están caducados ni manipulados, sustituyendo el equipo de emergencia en cada caso, asegurando el kit de supervivencia de la aeronave.

CR4.5 El mecanismo de acceso al paquete de supervivencia contenido en la estructura de la puerta se revisa, haciéndolo funcionar y observando su despliegue automático, comprobando que los componentes no se encuentran caducados, reparando el sistema, enviándolo al taller habilitado (WORKSHOP) para su reacondicionamiento y/o cambiando los elementos del kit en cada caso, asegurando que la puerta está operativa en caso de emergencia.

CR4.6 Las luces de guiado de emergencia del pasaje se comprueban, haciéndolas funcionar y observando que todas lucen, cambiándolas por unas nuevas siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave y sustituyendo todas las baterías de las linternas.

CR4.7 Los equipos de emergencia de primeros auxilios utilizados por los médicos y equipo desfibrilador se verifican, comprobando que se encuentran en el recipiente hermético cerrado y no manipulado, asegurando que la fecha de caducidad que viene marcada en la parte frontal del contenedor y del desfibrilador, no supera los cinco años desde su reposición.

CR4.8 Los equipos de emergencia del sistema por radiobaliza, los paquetes de baterías instalados en la carcasa de la Emergency Locator Transmitter (ELT), el sistema de satélite que transmite la señal de socorro, entre otros, se verifican, probando el funcionamiento del sistema de transmisor de localización de emergencia (ELT), sistema transmisor automático de localización, la baliza de localización submarina de baja frecuencia, comprobando que se activa el G-Switch y el Switch Remoto, reparando los elementos en mal estado con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, destornilladores,

entre otros), para el desmontaje y montaje, y cambiando las baterías cuando estén caducadas.

CR4.9 El equipo de supervivencia y flotabilidad (chalecos salvavidas y balsas de flotación), las botellas de CO2 de inflado rápido, las líneas de vida, las ayudas de embarque, tabletas purificadoras de agua, raciones de sacarosa y suplementos vitamínicos, la cuerda de amarre, kits de reparación de pinchazos para la balsa, tinte marcador de alta visibilidad para agua de mar, el ancla de mar, la cuerda de arrastre, silbato, bolsas o botellas de agua potable, paquetes de vendajes, el kit de supervivencia, linternas, balizas, bengalas y la bomba de mano, entre otras, se verifican, comprobando su caducidad o visualmente, observando el estado de los elementos, sustituyendo o reparando en cada caso, para asegurar la supervivencia de los ocupantes de la embarcación.

RP5: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de elementos del sistema de agua potable y residuos, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales que pueden requerir uso de bancos de prueba externos, reemplazando los elementos defectuosos y utilizando el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, restaurando la aeronavegabilidad.

CR5.1 El sistema de agua potable (tuberías, conexiones, grifos, filtros y sistemas de desagüe) se verifica, comprobando visualmente la presurización, despresurización, distribución, drenaje y purga del sistema, haciendo funcionar los equipos, limpiando la cal contenida, sustituyendo filtros, utilizando la herramienta común y la específica y desinfectando el agua del sistema utilizando peróxido de hidrógeno, hipoclorito, entre otros, asegurando la potabilidad del agua según lo indicado en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR5.2 Los depósitos de almacenamiento de agua se mantienen, realizando diagnóstico de averías, comprobando las válvulas de llenado y sobrellenado, utilizando equipos de presión con manómetros y polímetros o bancos de prueba para los sensores y actuadores que monitorizan el agua.

CR5.3 Las líneas y válvulas de distribución que suministran el agua potable de los tanques a los elementos del sistema se verifican visualmente y con los bancos de prueba externos en cada caso, realizando pruebas de estanqueidad y comprobando la llegada de suministro a todos los elementos, reparando o cambiando, la bomba, válvula, calentadores de agua, entre otros.

CR5.4 Los filtros de agua potable se verifican visualmente comprobando que no contienen impurezas en el agua y que no han superado el tiempo límite establecido, reparando los elementos deteriorados (llaves de paso, grifos, calentadores, entre otras) con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR5.5 La cantidad de agua potable se comprueba en el sistema de indicación e información de cabina (analógico o digital), verificando visualmente y con los medios de comprobación y medida (polímetros, analizadores digitales, entre otras), las válvulas de drenaje, el panel de servicio, entre otras, realizando autodiagnóstico y asegurando que la cantidad de agua es la contenida en los tanques, para su distribución en el vuelo.

CR5.6 Las válvulas de llenado/desbordamiento/drenaje de los tanques y las líneas principales se comprueban visualmente y con los equipos de prueba y medida (polímetros, micrómetros, relojes comparadores, entre otras), observando que funcionan, comprobando que cortan el suministro cuando han llegado al nivel.

CR5.7 Los sistemas de drenaje de aguas residuales se verifican visualmente, comprobando que las válvulas de los lavabos, las cocinas, los mástiles de drenaje calefactados, entre otros, no están obstruidos/deteriorados, estancando el agua, comprobándolos haciendo funcionar cada sistema, cambiando las válvulas, grifería, cisterna, entre otros, y limpiando la instalación con los productos indicados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave para la evacuación de los desechos generados durante el vuelo.

CR5.8 Los sistemas de lavabos se comprueban visualmente, revisando con los equipos de prueba y medida (polímetros, analizadores, herramienta común, entre otros) el módulo electrónico de control de descarga, los sensores, transmisores, diafragmas de aislamiento de residuos, separadores, válvulas, entre otras, comprobando el sistema, haciéndolo funcionar, cambiando los elementos deteriorados, restituyendo la funcionalidad del sistema.

CR5.9 Los mástiles de drenaje calefactados, los compresores, microinterruptores de presión diferencial del sistema de evacuación de las aguas residuales, se verifican visualmente y con los aparatos de prueba y medida (compresímetros, manómetros, polímetros, herramienta común, entre otros) por la parte inferior del avión, comprobando que evacuan el agua residual al exterior, observando que no existen fugas, que el aire sangrado de los motores principales o de la Unidad de Energía Auxiliar (Auxiliary Power Unit (APU)) suministra el aire para presurizar el sistema de agua potable, la presión del sistema de agua potable esta entre 25 Pressure per square inch (psi) y 30 psi, cambiando los elementos que no superen las pruebas realizadas siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

RP6: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de elementos del sistema de protección contra el hielo, del sistema de agua potable y residuos, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales que pueden requerir uso de bancos de prueba externos, reemplazando los elementos defectuosos utilizando el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, restaurando la aeronavegabilidad.

CR6.1 El sistema de protección contra el hielo de los tanques de desechos se comprueba visualmente y con los equipos de prueba y medida (polímetros, analizadores, herramienta común, entre otras), verificando las pérdidas en las tuberías, comprobando la instalación, las unidades de control, los sensores y actuadores, haciéndolos funcionar y sometidos a pruebas con los equipos de diagnóstico.

CR6.2 Los mástiles de drenaje de aguas residuales y unidades de control se comprueban con los equipos de prueba y medida (polímetros, analizadores, herramienta común, entre otras), verificando que se ponen en funcionamiento, previniendo que se congelen provocando la formación de hielo.

CR6.3 Los elementos de calentamiento y su gestión de funcionamiento se reparan, sustituyendo los elementos deteriorados con la herramienta común (crimpadoras, soldadores, llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática,

entre otras), siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, restaurando la funcionalidad del sistema.

CR6.4 El certificado de aptitud para el servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de la aeronave se rellena tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

**Contexto profesional:****Medios de producción:**

Elementos de los sistemas de oxígeno. Elementos del mobiliario. Elementos equipo de buffet, cocinas y lavabos. Elementos equipo de emergencia. Elementos agua potable y residuos. Banco de pruebas eléctricas. Medios de elevación y transporte. Máquinas, herramientas fijas y portátiles, termómetros y utillaje específico. Equipos para la localización de defectos por Ensayos No Destructivos (Non Destructive Testing N.D.T.). Equipos de diagnóstico de averías. Cableados eléctricos, sensores y controles electrónicos. Equipos de medición de formas y máquinas de equilibrado. Equipo informático de control y gestión de la producción, del aprovisionamiento, del personal y de la operación.

**Productos y resultados:**

Mantenimiento programado y no programado de los sistemas de oxígeno de la aeronave en el hangar, efectuado. Mantenimiento programado y no programado de elementos del mobiliario, efectuado. Mantenimiento programado y no programado de elementos del equipo de buffet, cocinas y lavabos, efectuado. Mantenimiento programado y no programado de elementos del equipo de emergencia y equipo en los compartimentos de carga, efectuado. Mantenimiento programado y no programado de elementos del sistema de agua potable y residuos, efectuado. Mantenimiento programado y no programado de elementos del sistema de protección contra el hielo, efectuado.

**Información utilizada o generada:**

Manual de Mantenimiento de la Aeronave, documentación Air Transport Association (ATA) como referencia de aeronaves. Normativa aplicable ordenada por la entidad reguladora para la instalación de los componentes nuevos en la aeronave, órdenes de trabajo, esquemas, planos. Manuales técnicos de operación de equipos de pruebas. Normas y procedimientos de trabajo o de reparación. Tablas de equivalencias de materiales o componentes. Normas de calidad específicas del fabricante. Reglamentos aeronáuticos. Procedimientos aeroportuarios. Documentos oficiales de control. Sistemas informáticos para información de averías, de procedimientos o de programación y actuación. Documentos y procedimientos relacionados con los sistemas de calidad ordenada por la entidad reguladora. Normativa aplicable referente a la seguridad, prevención de riesgos laborales y gestión medioambiental. Diccionario de inglés técnico aeronáutico. Documentación técnica de la aeronave (Wiring Diagram Manual, Schematic Diagram Manual, Trouble Shooting Manual). Documentación técnica de los componentes. Parte de Vuelo (Technical Log Book). Normativa de Seguridad en Plataforma (NSP).

## UNIDAD DE COMPETENCIA 7: MANTENER LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS, DE AVIÓNICA Y A BORDO DE AVIONES CON MOTOR DE TURBINA

Nivel: 3

Código: UC2552\_3

### Realizaciones profesionales y criterios de realización:

RP1: Realizar el mantenimiento programado y no programado de los equipos y componentes de los sistemas de navegación, vuelo automático y comunicaciones de las aeronaves, realizando comprobaciones operacionales, bite test y colaborar con equipo de aviónica realizando pruebas operacionales que pueden requerir simulaciones complejas o el uso de bancos de prueba externos, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave para dar respuesta a las averías detectadas, sustituyendo los equipos de posicionamiento inercial o por Global Positioning System (GPS), elementos de transmisión y recepción de radio navegación, comunicaciones por voz y datos en High Frequency (HF), Very High Frequency (VHF) y SATCOM, antenas emisoras y receptoras, reparando o sustituyendo los conectores y contactos de las líneas coaxiales de Radio Frequency (RF) de distribución y transmisión, líneas de cableado digitales y discretas para recuperar la capacidad Radio Navigation (RNAV) y la correcta transmisión de voz y datos.

CR1.1 Los equipos y componentes encargados de la navegación de la aeronave (Very High Frequency Omnidirectional Range (VOR), Instrument Landing System (ILS), Microwave Landing System (MLS), Automatic Direction Finding (ADF), Distance Measuring Equipment (DME), Optimized Method for Estimated Guidance Accuracy (OMEGA), radar meteorológico Weather Radar System (WXR), transpondedor Air Traffic Control (ATC), radioaltímetro Resolution Advisory (RA), antenas y guías de onda, sistemas de gestión y guiado de vuelo automático Flight Management System (FMS), sistemas de posicionamiento por satélite Global Navigation Satellite System (GNSS) (GPS), Global Navigation Satellite System (GLONAS), Europe's Global Navigation Satellite System (GALILEO), datos de aire (sondas de pitot y estática), Operator's Association (AOA), Total Air Temperature (TAT), Central Air Data Computer (CADC), plataformas inerciales y acelerómetros Inertial Reference System (IRS) se verifican, dando respuesta a las averías reportadas por la tripulación técnica en el Libro/Bitácora de a bordo, realizando pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas, usando controles de la aeronave, interruptores, pruebas Built In Tests (BITE), ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, observando los avisos de la prueba go-no go sin interpretación de valores, ajustando o sustituyendo los elementos que no cumplen los parámetros técnicos, para recuperar su funcionalidad operacional en vuelo.

CR1.2 Los equipos y componentes del sistema de comunicaciones, transmisores y receptores Ultra High Frequency (UHF), Very High Frequency (VHF), High Frequency (HF), Satellite Communications (SATCOM), antenas, acopladores, paneles de control, así como todos sus componentes periféricos se verifican en rampa/línea, dando respuesta a las averías reportadas por la tripulación técnica en el Libro/Bitácora de a bordo, realizando pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas, usando controles de la aeronave, interruptores, pruebas Built-In Test Equipment (BITE), ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, observando los avisos de la prueba go-no go sin interpretación de valores, ajustando o sustituyendo los elementos que no cumplen los parámetros técnicos para garantizar la transmisión/recepción de voz y datos.

CR1.3 Las redes de cableado de transmisión/recepción de datos, señales discretas, líneas coaxiales y fibra óptica, entre otras, se verifican visualmente siguiendo los criterios de inspección de cableado Electrical Wiring Interconnection System (EWIS), comprobando que no hay daños en los mazos de cableado por sobretensión o contaminación química, por pérdida de fluidos, roces o daños en su aislamiento, daños en su fijación, entre otros, con los equipos de diagnóstico (polímetro, megóhmetro, milióhmetro, espectrómetros, analizadores ópticos y digitales, entre otros) e interpretando planos, esquemas eléctricos, Electrical Wiring Diagram Manual (E.W.D.M.) e instrucciones de ingeniería para reparar o sustituir las líneas de cableado que no superen las pruebas realizadas.

CR1.4 El diagnóstico y análisis de averías de los elementos eléctricos y electrónicos se realiza usando equipos de prueba y medida (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave y el de diagramas de cableado eléctrico (Electrical Wiring Diagram Manual, E.W.D.M.) reemplazando los elementos defectuosos, restaurando la operatividad de los sistemas afectados.

RP2: Realizar el mantenimiento programado y no programado de los equipos y componentes encargados del control e indicación de la planta de potencia, generación eléctrica e instrumentación en las aeronaves, realizando pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas, usando controles de la aeronave, interruptores, pruebas Built-In Test Equipment (BITE) ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, observando los avisos de la prueba go-no go sin interpretación de valores, según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave para dar respuesta a las averías detectadas, sustituyendo los equipos de generación y distribución de Alternative Current (AC) y Direct Current (DC), (generadores y dinamos, baterías, Tip-Sleeve (TR), inversores estáticos, entre otros, dispositivos de supervisión eléctrica Generator Control Unit (GCU), Electronic Control Motor Unit (ECMU), dispositivos electromagnéticos de protección Circuit Breakers (CB), Remote Control Circuit Breakers (RCCB'S) y dispositivos de control de motor Full Authority Digital Engine Control (FADEC), Engine Control Unit (ECU), Electronic Interface Unit (EIU), Earned Value Management System (EVMU), sensores de temperatura, presión, vibración, entre otros, así como sus indicaciones en el Cockpit restaurando la operatividad de la aeronave.

CR2.1 Los equipos electrónicos de control y los componentes periféricos del motor, Full Authority Digital Engine Control-FADEC (Electronic Interface Unit-EIU, Vibratory Monitoring Unit (VMU), Engine Control Unit- ECU), instrumentos de indicación, alimentación de combustible, sensores de presión, temperatura, flujo, transmisores de nivel, actuadores eléctricos, captadores de vibración, detectores de fuego y sus elementos de extinción se verifican visualmente, realizando comprobaciones con los equipos de medida (polímetro, megóhmetro, milióhmetro, espectrómetros, analizadores ópticos y digitales, entre otros), realizando pruebas básicas que no requieran resolución de problemas, que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos y de acuerdo a los planes de mantenimiento, ajustando o sustituyendo los módulos de control, tramos de cableados deteriorados o sueltos así como todos los elementos que no cumplen los parámetros técnicos para recuperar la funcionalidad operacional en vuelo.

CR2.2 Los componentes encargados de la generación y distribución de la potencia eléctrica, generadores de Alternative Current (AC) y dinamos, Generator Control Unit (GCU), inversores estáticos, baterías y sus dispositivos de carga, transformadores rectificadores, equipos de distribución Electronic Control Motor Unit (ECMU), contactores, Remote Control Circuit Breakers (RCCB), relés y Circuit Breakers (CB),

así como la red de distribución eléctrica se comprueban con los equipos de prueba y medida (voltímetro, óhmetro osciloscopio, frecuencímetros, entre otros), realizando pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas, que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos y de acuerdo a los planes de mantenimiento, ajustando o sustituyendo los módulos de control, tramos de cableados deteriorados o sueltos que no cumplen los parámetros técnicos para recuperar la funcionalidad operacional en vuelo.

CR2.3 Los componentes del sistema de instrumentación de la aeronave, transductores de presión, temperatura, revoluciones, posición y velocidad, entre otros, instrumentos giroscópicos y electromecánicos, instrumentos digitales, Electronic Flight Instrument System (EFIS), pantallas de rayos catódicos, cristal líquido, Light Emitting Diode (LED), sistema de iluminación de cabina de vuelo, Cabin Voice Recorder (CVR), Digital Flight Data Recorder (DFDR), Dynamic Aircraft Route (DAR), así como los sistemas centralizados de mantenimiento, Cabin Management System (CMS), Centralised Fault Display System (CFDS), entre otros, se verifican realizando pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas, pruebas BITE, usando el ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, sin interpretación de valores, ajustando o sustituyendo los elementos que no superen los test realizados según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, recuperando la capacidad operacional de los sistemas afectados.

CR2.4 Las redes de cableado de transmisión/recepción de datos, señales discretas, líneas coaxiales y fibra óptica, entre otras, se verifican visualmente siguiendo los criterios de inspección de cableado Electrical Wiring Interconnection System (EWIS), comprobando que no hay daños en los mazos de cableado por sobretensión o contaminación química, por pérdida de fluidos, roces o daños en su aislamiento, daños en su fijación, entre otros, con los equipos de diagnóstico (polímetro, megóhmetro, milióhmetro, espectrómetros, analizadores ópticos y digitales, entre otros), e interpretando planos, esquemas eléctricos e instrucciones de ingeniería, reparando o sustituyendo las líneas de cableado que no superen las pruebas realizadas, de acuerdo a lo indicado en el Electrical Wiring Diagram Manual (EWDMM).

CR2.5 El diagnóstico y análisis de averías de los elementos eléctricos y electrónicos se realiza usando equipos de prueba y medida (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave, reemplazando los elementos defectuosos, restaurando la operatividad de los sistemas afectados.

RP3: Realizar el mantenimiento programado y no programado de los equipos y componentes encargados del control e indicación de los sistemas mecánicos de mandos de vuelo, potencia hidráulica, tren de aterrizaje, célula, neumático, combustible, oxígeno, aguas, protección contra el hielo/lluvia y luces en la aeronave, realizando pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas, usando controles de la aeronave, interruptores, pruebas Built-In Test Equipment (BITE), ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, observando los avisos de la prueba go-no go sin interpretación de valores, según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave para dar respuesta a las averías detectadas, sustituyendo los computadores de control de los diferentes sistemas mecánicos e instrumentos de indicación en el Cockpit y obteniendo una correcta operatividad de la aeronave en su conjunto.

CR3.1 Los equipos de control y componentes periféricos de los sistemas de aire acondicionado y presurización, luces exteriores, protección contra el hielo y la lluvia, protección contra incendios, agua y residuos y oxígeno se verifican realizando

pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas, pruebas BITE, usando el ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, sin interpretación de valores, ajustando o sustituyendo los elementos necesarios para obtener el resultado operacional requerido.

CR3.2 Los equipos de control y componentes periféricos de los sistemas de combustible, hidráulico, neumático, y tren de aterrizaje se verifican realizando pruebas Built-In Test Equipment (BITE), usando el ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, sin interpretación de valores, ajustando o sustituyendo los elementos necesarios, restaurando la operatividad de los sistemas en vuelo.

CR3.3 Las instalaciones eléctricas y los componentes del sistema de combustible, sensores de temperatura, sondas de cantidad, densímetros, compensadores de nivel, concentradores de datos, computadores de gestión, panel de repostado e instrumentos de indicación se verifican usando equipos de prueba (osciloscopio, frecuencímetro, analizadores digitales, espectrómetro y milióhmetro, entre otros), y siguiendo las normas de seguridad en cada caso, accediendo al interior de los tanques de combustible, usando los Equipos de Protección Individual (EPI) para la realización de los trabajos con seguridad y sustituyendo los elementos que no cumplen los requerimientos operativos.

CR3.4 Los componentes electrónicos de gestión, control y operación de los mandos de vuelo, computadores y periféricos del sistema FLY BY WIRE, así como sus elementos de actuación se comprueban dando respuesta a las averías detectadas, realizando pruebas Built-In Test Equipment (BITE), usando el ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, sin interpretación de valores, ajustando o sustituyendo los elementos que no superen los test realizados según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave o los documentos de trabajo asociados.

CR3.5 Los componentes o elementos desmontados se inspeccionan visualmente, usando equipos de prueba (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), y dependiendo del nivel de los daños observados, son desechados, reparados o enviados a talleres especializados para su recuperación según las indicaciones de los Manuales de Mantenimiento y Overhaul.

CR3.6 Las redes de cableado eléctrico, distribución de alimentación, transmisión/recepción de datos analógicos, señales discretas, transmisión/recepción de datos, líneas coaxiales y fibra óptica, entre otras, se verifican con los equipos de prueba (polímetro, megóhmetro, milióhmetro, espectrómetros, analizadores ópticos y digitales, bancos/equipos de comprobación externos, entre otros), siguiendo los procedimientos Electrical Wiring Interconnection System (EWIS), reparando las líneas que no superen las pruebas realizadas de acuerdo al Manual de Mantenimiento de la Aeronave y a lo indicado en el Electrical Wiring Diagram Manual (EWDm), interpretando planos y esquemas eléctricos para adaptar las redes de cableado a las nuevas funciones incorporadas.

CR3.7 El diagnóstico y análisis de averías de los elementos eléctricos en los sistemas mecánicos se realiza usando equipos de prueba y medida (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave, reemplazando los elementos defectuosos para restaurar la operatividad de los sistemas afectados.

RP4: Realizar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas eléctricos y electrónicos de información, entretenimiento y confortabilidad interior de la aeronave, realizando pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas, usando controles de la aeronave, interruptores, pruebas BITE, ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, observando los avisos de la prueba go-no go sin interpretación de valores, reemplazando los elementos defectuosos y usando el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, restaurando la operatividad de los sistemas.

CR4.1 Los equipos y elementos del sistema de entretenimiento In-Flight Entertainment System (IFES), computadores de gestión, redes inalámbricas internas, equipos de distribución Enhanced Area Distribution Box (EADB), Task Unit (TU), redes multiplexadas, token ring, ethernet, elementos de control de butacas, pantallas Liquid Crystal Display (LCD), Pressurisation Control Unit (PCU), Seat Electronics Box (SEB), entre otras, se verifican realizando pruebas Built-In Test Equipment (BITE), usando el ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, sin interpretación de valores, ajustando o sustituyendo los elementos que no cumplen los parámetros técnicos requeridos, recuperando su funcionalidad operacional.

CR4.2 Los equipos y elementos del sistema de gestión y control de cabina de pasaje, computadores de gestión, equipos de distribución Distribution Aircraft Unit (DEU), iluminación normal y de emergencia, paneles de información y control Final Approach Point (FAP), Aeronautical Information Publication (AIP), anunciadores Navigation System (NS), Flight Standardization Board (FSB), Release To Service (RTS), teléfonos de intercomunicación de cabina y altavoces, entre otros, se verifican realizando pruebas Built-In Test Equipment (BITE), usando el ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, sin interpretación de valores, ajustando o sustituyendo los elementos deteriorados en cada caso.

CR4.3 Los equipos y elementos de las redes inalámbricas internas de telefonía y datos móvil, equipos de gestión de redes, antenas y paneles de control se verifican realizando pruebas Built-In Test Equipment (BITE), usando el ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, sin interpretación de valores, enviando los dispositivos que no superen las comprobaciones a talleres especializados para su reparación, modificación o actualización.

CR4.4 Las redes de cableado eléctrico, distribución de alimentación, buses de transmisión/recepción de datos, cables coaxiales, fibra óptica, entre otras, se verifican con los equipos de prueba (polímetro, megóhmetro, milióhmetro, espectrómetros, analizadores ópticos y digitales, entre otros), siguiendo los procedimientos EWIS, modificándolos de acuerdo a los boletines de trabajo en cada caso, interpretando los planos y esquemas eléctricos para adaptar el cableado a las nuevas funciones incorporadas.

CR4.5 El diagnóstico y análisis de averías de los elementos eléctricos en los sistemas del interior de cabina, se identifican observando las causas que las producen, determinando el proceso de reparación en los tiempos operativos previstos, usando equipos de prueba (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), aplicando las técnicas adecuadas para medir distintos parámetros de funcionamiento (líneas digitales, tensión, intensidad, resistencia, frecuencia y estados lógicos, entre otros), aplicando las técnicas de

trouble shooting (acorralamiento de avería) dadas por el Manual de Mantenimiento, mediante las sustitución de equipos operativos, restaurando la operatividad de los sistemas afectados.

CR4.6 El certificado de aptitud para el servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de la aeronave se rellena tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

**Contexto profesional:****Medios de producción:**

Baterías, generadores de corriente continua y alterna, unidades de control de generación, faros de aterrizaje, luces de navegación, anticollisión, sensores, actuadores, motores eléctricos, pantallas, parabrisas, motores de turbina, radiadores, compresores, entre otras. Estroboscópicas y unidades de potencia de suministro. Máquinas, herramientas fijas y portátiles. Máquinas para cables. Polímetros. Multímetros. Megóhmetro, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, capacitímetros y osciloscopios. Bancos de pruebas de equipos, tarjetas y componentes electrónicos. Fuentes de alimentación. Circuitos de protección eléctrica. Equipos e instrumentos patrón para comprobación y reglaje de instrumentos de medida. Ordenadores e impresoras. Equipos para limpieza.

**Productos y resultados:**

Mantenimiento programado y no programado de los equipos y componentes de los sistemas de navegación, vuelo automático y comunicaciones de las aeronaves, realizado. Mantenimiento programado y no programado de los equipos y componentes encargados del control e indicación de la planta de potencia, generación eléctrica e instrumentación en las aeronaves, realizado. Mantenimiento programado y no programado de los equipos y componentes encargados del control e indicación de los sistemas mecánicos de mandos de vuelo, potencia hidráulica, tren de aterrizaje, célula, neumático, combustible, oxígeno, aguas, protección contra el hielo/lluvia y luces en la aeronave, realizado. Mantenimiento programado y no programado de los sistemas eléctricos y electrónicos de información, entretenimiento y confortabilidad interior de la aeronave, realizado.

**Información utilizada o generada:**

Manual de Mantenimiento de la Aeronave, documentación Air Transport Association (ATA) como referencia de aeronaves. Normativa aplicable ordenada por la entidad reguladora para la instalación de los componentes nuevos en la aeronave, órdenes de trabajo, esquemas, planos. Manuales técnicos de operación de equipos de pruebas. Normas y procedimientos de trabajo o de reparación. Tablas de equivalencias de materiales o componentes. Normas de calidad específicas del fabricante. Reglamentos aeronáuticos. Procedimientos aeroportuarios. Documentos oficiales de control. Sistemas informáticos para información de averías, de procedimientos o de programación y actuación. Documentos y procedimientos relacionados con los sistemas de calidad ordenada por la entidad reguladora. Normativa aplicable referente a la seguridad, prevención de riesgos laborales y gestión medioambiental. Diccionario de inglés técnico aeronáutico.

Documentación técnica de la aeronave (Wiring Diagram Manual, Schematic Diagram Manual, Trouble Shooting Manual). Documentación técnica de los componentes. Parte de Vuelo (Technical Log Book). Normativa de Seguridad en Plataforma (NSP).

## **UNIDAD DE COMPETENCIA 8: MANTENER/REPARAR LA ESTRUCTURA Y LA CÉLULA DE AERONAVES**

**Nivel: 3**

**Código: UC2539\_3**

### **Realizaciones profesionales y criterios de realización:**

RP1: Realizar el mantenimiento programado de la estructura primaria y secundaria de la aeronave, verificando visualmente a través de una General Visual Inspection (GVI), el revestimiento, cuadernas y largueros, sujeciones, bordes de aperturas de registros, carenados, puertas de acceso, alojamientos y compuertas del tren, sus herrajes de sujeción, compartimento electrónico, el radome, carenados, las alas y sus elementos móviles (slats, flaps, spoilers y alerones), registros de tanque de combustible, pylons o engine mounts, góndolas y carenados, los Wing tips, bordes de ataque y salida de alas, puertas, paneles de inspección, compuertas de servicio, estructura interna y externa, herrajes de los estabilizadores, tirantes de refuerzo, las fijaciones, registros de mantenimiento, cajón de estabilizadores vertical y horizontal, entre otros, realizando reparaciones y aplicando la protección indicada en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave y el Manual de Reparaciones Estructurales (S.R.M.) con la ayuda de la herramienta, utillaje y medios (herramientas de medición, calibres, micrómetros, plataformas elevadoras, iluminación, entre otros) para asegurar la integridad estructural de las aeronaves.

CR1.1 Las plataformas móviles, arneses de seguridad y equipos de iluminación, entre otros, se seleccionan, preparando las tareas de inspección, ajustando las condiciones de trabajo al procedimiento establecido en materia de seguridad e higiene.

CR1.2 La estructura externa e interna se limpia, procurando accesos, inspeccionando visualmente que no ha sufrido ningún deterioro, siguiendo las tareas estándar recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave e instrucciones de la empresa de mantenimiento responsable.

CR1.3 Las estructuras se verifican, realizando una inspección general visual (GVI), detectando abolladuras, arañazos, delaminaciones, pliegues, grietas, corrosión, holguras, desgastes, fugas de combustible, entre otros, sustituyendo o reparando en cada caso, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave y el Structural Repair Manual.

CR1.4 Los daños encontrados en la inspección y que no estén controlados en el mapa de daños de la aeronave se identifican, ubicándolos y midiéndolos, reparando o sustituyendo, siguiendo el Structural Repair Manual (S.R.M.).

CR1.5 Los daños estructurales se valoran, determinando su reparación o no, según las tolerancias marcadas en el Structural Repair Manual (S.R.M.).

CR1.6 Los accesos para las reparaciones se realizan, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, utilizando los medios de seguridad e higiene, garantizando la integridad de los componentes estructurales adyacentes.

CR1.7 Los materiales utilizados en las reparaciones del fuselaje se preparan, asegurando que están normalizados todos los componentes (láminas metálicas, materiales compuestos, fijaciones, sellantes, entre otros), aplicando los productos de reparación siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, restaurando las propiedades estructurales de las zonas afectadas.

CR1.8 La estructura de la aeronave reparada se aísla de la corrosión con los productos de protección (imprimaciones, pinturas de acabado, inhibidores de corrosión, entre otros) indicados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, siguiendo las instrucciones de trabajo recogidas en las fichas de los productos aplicados, asegurando la durabilidad de la intervención y generando el documento de trazabilidad de la intervención.

RP2: Realizar reparación de daños (abolladuras, arañazos, hendiduras, grietas, perforaciones, corrosiones, delaminaciones, entre otros), en estructuras de aluminio, acero y materiales compuestos en aeronaves, identificando daños visualmente, evaluando los componentes siguiendo las indicaciones del Manual de Reparaciones Estructurales (S.R.M.) o instrucciones de reparación aprobadas por una Organización de Diseño (DOA), reparándolas con la ayuda de herramientas de corte, limas, abrasivos, remachadoras, soldadoras, sellantes, fibra, adhesivos, calibres, galgas, entre otros.

CR2.1 Los daños en el revestimiento, abolladuras, arañazos o hendiduras se clasifican como menores de acuerdo a sus dimensiones de profundidad y extensión dadas en el Manual de Reparaciones Estructurales (S.R.M.), rellenando con masilla aerodinámica suave con espátula en el contorno circundante de la piel de la aeronave sin cubrir la parte superior de los elementos de fijación, pintando la zona reparada de acuerdo a las prácticas estándar del Manual de Mantenimiento.

CR2.2 Los daños mayores en el revestimiento de aleación de aluminio, abolladuras, arañazos, hendiduras, corrosiones, grietas o perforaciones, entre otros, se clasifican de acuerdo a sus dimensiones de profundidad y extensión dadas en el Manual de Reparaciones Estructurales (S.R.M.), reparándolos cortando/eliminando la/s zona/s dañada/s, utilizando discos de corte y redondeando las esquinas con un radio de 0,5 pulgadas, añadiendo un refuerzo de una Galga superior al revestimiento dañado, presentándolo sobre la estructura y sujetándolo con el utillaje de fijación (clecos, pinza, entre otras), realizando las filas de remaches de unión recomendados en el S.R.M., tratando las zonas reparadas añadiendo Alodine/Bonderite superficialmente y aplicando imprimación y pintura de acuerdo a las prácticas estándar del Manual de Mantenimiento.

CR2.3 Los daños en estructuras de fibra de vidrio se reparan, lijando, taladrando o saneando, limpiando con disolventes, agregando capas de fibra para igualar el grosor de las capas dañadas en cada caso impregnando adhesivo y siguiendo el patrón dado en el S.R.M para su curación y acabado.

CR2.4 Los daños en estructuras de fibra de carbono se reparan saneando la zona dañada y colocando telas de fibra de carbono preimpregnada, alternando la dirección de la fibra de cada capa, aplicando presión sobre las capas y colocando una bolsa de vacío y una lámpara incandescente, aplicando el curado y procedimiento de

reparación descrito en el S.R.M. o en el documento aprobado por la DOA, controlando los tiempos de succión y temperatura.

CR2.5 Los daños en estructuras de honeycomb se reparan recortando la zona dañada en forma de cilindro, colocando adhesivo en el fondo y laterales del hueco cilíndrico y rellenando el hueco con un cilindro de honeycomb nuevo y cubriendo la superficie con adhesivo de acuerdo con el S.R.M. o reparación aprobada por DOA.

CR2.6 Las reparaciones estructurales se certifican rellenando el certificado de puesta en Servicio (Release to Service Certificate), de acuerdo a documentación aprobada, S.R.M., EASA CS-STAND (basadas en AC 43-13), reparaciones provenientes de Organizaciones de Diseño Aprobadas (DOA) o el propio fabricante.

RP3: Realizar el mantenimiento programado de la estructura terciaria de la aeronave, visualmente a través de una inspección general visual (GVI), las butacas, mobiliario interior, paneles de revestimiento, entre otros, realizando reparaciones y aplicando la protección indicada en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave con la ayuda de la herramienta, utillaje y medios (herramientas de medición, calibres, micrómetros, plataformas elevadoras, iluminación, entre otros) para asegurar sus características de diseño original.

CR3.1 Las escaleras, plataformas, arneses de seguridad y equipos de iluminación, entre otras, se preparan para las tareas de inspección, ajustando las condiciones de trabajo al procedimiento establecido en materia de seguridad e higiene.

CR3.2 La estructura externa e interna se limpia, procurando accesos, inspeccionando visualmente que no ha sufrido ningún deterioro, siguiendo las tareas estándar recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave e instrucciones de la empresa de mantenimiento responsable.

CR3.3 El mobiliario, paneles de embellecimiento, carenados, estructura externa e interna, entre otras, se inspeccionan, comprobando visualmente su integridad realizando una inspección general visual (GVI), detectando abolladuras, grietas, corrosión, holguras, entre otros, sustituyendo o reparando en cada caso siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR3.4 Los elementos dañados y desmontados del sistema se verifican, realizando comprobaciones operacionales que pueden requerir equipos y bancos de prueba externos, y dependiendo del nivel de los daños observados son desechados, reparados o enviados a talleres especializados para su recuperación según las indicaciones del manual del componente afectado.

CR3.5 Los elementos dañados se adecuan, reparándolos, restaurándolos o sustituyéndolos por otros nuevos, conservando su función aerodinámica y estética de la aeronave.

RP4: Realizar cálculos para controlar el peso y el balance de la aeronave, asegurando que se encuentra dentro de los valores de la gráfica de la envolvente, que el centro de gravedad no ha variado con carga, entre otras, situándola según las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR4.1 Los datos de peso básico en vacío, límites de peso (peso máximo al despegue, peso máximo al aterrizaje), capacidad de combustible, número de pasajeros y zonas

de carga (bodegas), brazos del centro de gravedad por estaciones y posición de los asientos de pasajeros según tablas, se obtienen en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave para tener la referencia de los valores establecidos.

CR4.2 La aeronave se pesa asegurando que se cumplen las especificaciones del fabricante en el intervalo cuando sufre una modificación en la estructura y/o equipamiento, realizando un pesado básico en vacío (BEW) calculando la suma del peso de la estructura los componentes, los fluidos de operación y combustible no utilizable.

CR4.3 El peso del modelo específico de la aeronave se anota extrayéndolo del Manual de Mantenimiento de la Aeronave, pesando la aeronave y recogiendo los datos de la pesada en seco (peso básico + tripulación y equipaje + equipos de emergencia, comidas y bebidas + equipos de servicios de abordaje) pesada sin combustible (peso seco + pasajeros + equipaje y carga), calculando el peso máximo de despegue dentro de los límites operativos indicados.

CR4.4 La aeronave se pesa dentro del hangar, sobre ruedas, empleando básculas de plataforma o sobre gatos (Jack points), empleando sondas de pesaje calibradas y certificadas, conectándolas a una maleta con ordenador para realizar los cálculos, drenando el combustible, comprobando que el aceite de los motores está al máximo, chequeando que los equipos instalados están en su sitio y corresponden con la lista de equipamiento de la aeronave, que la aeronave está elevada y nivelada, el peso básico en vacío y determinando el momento a partir de las lecturas de la báscula, restando los artículos que no forman parte de la aeronave vacía, teniendo en cuenta el combustible y aceite no usables emitiendo un certificado de peso y centrado, teniendo en cuenta las correcciones de los certificados de calibración de las sondas de pesaje y de acuerdo con lo indicado en el Manual de Vuelo y el Manual de Mantenimiento.

CR4.5 La envolvente de la aeronave se calcula, utilizando las gráficas contenidas en el manual de mantenimiento o manual de vuelo de la aeronave (ofreciendo rangos máximos del centro de gravedad (inches) y el peso (libras), informándonos de los límites de peso y balance para controlar la carga máxima admitida.

CR4.6 Los límites de la gráfica se comprueban, utilizando el peso total (pounds) y momento total (pounds-inches), comprobando que estamos dentro de la envolvente del centro de gravedad, asegurando en la referencia de la gráfica de porcentaje, que el resultado de la media cuerda aritmética se obtiene de la posición del centro de gravedad en % de MAC y el peso, redistribuyendo la carga, moviéndola o quitando peso en cada caso.

CR4.7 El centro de gravedad de la carga se comprueba (si existen dudas en el control del centro de gravedad), realizando la división de la distancia que se mueve el peso, multiplicado por el peso a ser movido, dividiéndolo entre el peso total obteniendo el dato de cambio del centro de gravedad.

CR4.8 La carga se asegura que está bien amarrada, fijando los trinquetes de las cintas y ganchos, entre otros, para que no se mueva en ninguna de las situaciones del vuelo, asegurando la integridad de la aeronave.

RP5: Verificar la aeronave después de la caída de un rayo observando los elementos aviónicos, de radio, estructura y hélices, utilizando los equipos de comprobación y medida

(polímetros, banco de pruebas, entre otros), reparando o sustituyendo los elementos deteriorados (hélices, batería, relés, fusibles, circuit breakers, cableado eléctrico, entre otros), utilizando la herramienta común (llaves de vaso, de codo, torquímetros, pelacables, alicate de electricista, entre otros) para restaurar la operatividad de la aeronave.

CR5.1 La batería, relés, fusibles, circuit breakers, cableado eléctrico, entre otros, se verifican visualmente por posibles daños (desperfectos o cortes) producidos por la caída del rayo, comprobando con el equipos de prueba y medida (polímetros, banco de pruebas, entre otros) daños por calentamiento y valores de conductividad diferentes de las masas en diferentes puntos, reparando o sustituyendo el cableado o elementos dañados, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, de codo, torquímetros, pelacables, alicate de electricista, entre otros), siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR5.2 La estructura primaria y secundaria se verifica, comprobando visualmente si pasa o no pasa luz en algún punto, utilizando un espejo y una luz fría, anotando daños y reportándolo al departamento de calidad para su valoración.

CR5.3 Las hélices de la aeronave se verifican visualmente, comprobando toda la superficie desde el encastrado a la punta de pala, observando que no se encuentran en mal estado, utilizando el tapping testing o ultrasonidos escuchando o visualizando anomalías en el sistema, sustituyendo o reparando siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR5.4 La brújula eléctrica, brújula magnética, GPS, radar meteorológico, entre otros, se verifican visualmente en cabina con el equipo de diagnóstico, conectándose con los componentes aviónicos, observando que no tienen anomalías, reparando o sustituyendo siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR5.5 El sistema de fuel (combustible), sistema de oil (aceite), sistemas hid (hidráulico) y motores (engines) se comprueban realizando una revisión de tipo prevuelo y de los sistemas de mandos, haciéndolos funcionar y observando su estado, reparando o sustituyendo los sistemas deteriorados siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR5.6 La aeronave se verifica realizando un vuelo de revisión, observando operativamente que arranca sin visualizar averías y que el vuelo supera la prueba sin incidencias, asegurando el buen funcionamiento en vuelo.

RP6: Verificar la aeronave después de operar en condiciones que requieren mantenimiento no programado, parada súbita de motor, operación en áreas polvorosas, áreas muy húmedas, terreno blando e irregular, aterrizaje forzoso, vuelo turbulento, áreas volcánicas, entre otros, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, utilizando la herramienta común (gatos, llaves de vaso, de codo, torquímetros, extractores, entre otros) para restaurar la operatividad de la aeronave.

CR6.1 La hélice, el governor, el motor y el fuselaje se inspeccionan visualmente tras parada súbita del motor por posibles daños, realizando overhaul o sustitución de governor y hélice y enviando el motor a centro autorizado, reparando posibles arrugas, grietas y deformaciones del fuselaje, siguiendo indicaciones de los manuales de mantenimiento de célula, motor y hélice y manual de reparaciones estructurales.

CR6.2 El amortiguador del tren de morro, los filtros de instrumentos y las líneas de pitot y estática, tras operar en áreas polvorientas, se limpian de suciedad, se sustituyen y se soplan, siguiendo las indicaciones del manual de mantenimiento de aeronave.

CR6.3 La estructura bajo el piso de cabina, cono de cola, registros de ala, empenage, entre otros, tras operar en áreas muy húmedas, se inspeccionan por corrosión en su posterior revisión programada, siguiendo las indicaciones del programa de control de corrosiones del manual de mantenimiento de aeronave.

CR6.4 Los neumáticos, llantas, frenos, pozos del tren y amortiguadores, entre otros, tras operar en terrenos blandos e irregulares, se inspeccionan por cortes, pérdida de presión de amortiguadores, pérdida de hidráulico, desgastes, grietas, corrosiones, sobret temperatura, deformaciones en los discos, holguras en los actuadores, deformaciones estructurales, entre otros, limpiándolos, dándolos servicio, reparándolos o sustituyendo, siguiendo las indicaciones del manual de mantenimiento de aeronave.

CR6.5 La aeronave se inspecciona en un primer nivel, visualmente de forma general por daños externos que evidencien posibles daños estructurales (grietas en las llantas, fugas de hidráulico, paneles arrugados, grietas en los soportes de motor, ventanillas agrietadas, deformaciones de largueros, entre otros) tras un aterrizaje forzoso, toma dura, o vuelo turbulento, en un segundo nivel, de forma más detallada colocando la aeronave en gatos y desmontando trenes de aterrizaje, llantas, uniones ala-fuselaje, pernos de ala, engine mounts, entre otros, para inspección por ensayos no destructivos, siguiendo las indicaciones del manual de mantenimiento de aeronave.

CR6.6 La aeronave se inspecciona visualmente por acumulación de cenizas volcánicas, retirándolas con cepillos y aspirador, limpiando el tren de aterrizaje, sustituyendo filtros de instrumentos, inspeccionando y limpiando las líneas de pitot y estática, chequeando los equipos de aviónica, inspeccionando por condición, erosiones y obstrucciones el exterior de la aeronave, realizando una carta completa de lubricación y reparando daños estructurales, siguiendo las indicaciones del manual de mantenimiento de aeronave, manual de reparaciones estructurales y recomendaciones específicas del fabricante.

RP7: Realizar las operaciones de estacionamiento de la aeronave, procedimientos de deshielo, asegurando la integridad de la estructura y de los elementos que conforman la unidad, realizando movimientos con el equipo tractor y los útiles de transporte para posicionarla en el lugar indicado, protegiéndola de la intemperie en cada caso y certificando su conservación.

CR7.1 La aeronave es anclada a tierra si va a pasar más de 14 días aparcada y se esperan vientos superiores a los máximos permitidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, utilizando cadenas y enganchándolas a argollas, apagando todos los sistemas que consuman corriente, aparcándola en el hangar en situaciones que se prevean de rachas de viento que superen los máximos previstos.

CR7.2 La aeronave se remolca o empuja con el equipo tractor, realizando la operación, enganchando la barra de remolque al tren de aterrizaje de morro o con horquilla de remolque en tren principal en cada caso a través del enganche rápido, asegurando el movimiento en línea recta en los últimos metros de la maniobra, evitando daños

por sobreesfuerzo a las ruedas, por giro excesivo a la dirección y al tren de aterrizaje, dejando la aeronave en el sitio establecido.

CR7.3 Las palas de la hélice se frenan y amarran con el equipo de fijación (eslinga y argolla), sujetándolas al suelo, protegiendo el tubo pitot, puertos de estática y cualquier elemento de la aeronave por donde pueda entrar un objeto extraño con las fundas indicadas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR7.4 Los bordes de las puertas, cristales y puerto de ventilación, entre otros, se protegen siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave, preservando los equipos del interior del sol y los órganos mecánicos internos de objetos extraños, asegurando la conservación de la aeronave y señalizando con banderas rojas con la inscripción «REMOVE BEFORE FLIGHT».

CR7.5 La aeronave se rearma comprobando visualmente que tenemos quitadas y guardadas las fundas de las hélices, calzos retirados, fundas de Pitot y estáticas, puertas con el film de protección retirado y todas las tomas exteriores libres de obstáculos, conectando el APU y/o la batería en cada caso, abriendo compuertas de acceso a la unidad de potencia, arrancando según indicaciones del piloto, chequeando que no hay fugas de fluido, humos o ruidos extraños y que las hélices comienzan a girar, asegurando el funcionamiento de la unidad de potencia de la aeronave.

CR7.6 La aeronave se protege contra el hielo, siguiendo el protocolo previsto en el Manual de Mantenimiento de la aeronave y entre otros:

- La aeronave se somete al proceso de protección contra el hielo aplicando fluido depresor (tipo I o tipo II), con el equipo de presión, asegurando la cobertura de toda superficie para generar una capa protectora de fluido disminuyendo el punto de congelación del agua.

- El sistema antihielo de la aeronave se comprueba visualmente, pulsando el botón situado en el pedestal, para la comprobación de la resistencia en el sistema antihielo, observando que el indicador de temperatura de gases de escape aumenta en unos 20°C (dependiendo de la aeronave) y al apagarlo vuelve a reducir la temperatura.

- El sistema de desempañado de cristales se comprueba visualmente, accionando el sistema de calefacción de la aeronave, moviendo la palanca o pulsando el botón del sistema comprobando que funciona de manera suave y sin fricción, reparando o sustituyendo el mecanismo, comprobando con los útiles de prueba y medida (dinamómetro, polímetros, entre otros) los valores de medición, con los recogidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

- Las entradas de aire del motor de la aeronave y el radiador de enfriamiento de aceite se verifican visualmente, comprobando que no contienen hielo y nieve, limpiando con glicol utilizando un trapo limpio o un pulverizador, para asegurar la circulación de entrada de aire en el motor.

CR7.7 El certificado de aptitud para el servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de la aeronave se rellena tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado,

rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

**Contexto profesional:****Medios de producción:**

Materiales preimpregnados, materiales auxiliares, disolventes, desmoldeantes, utillajes, máquinas de corte manuales y semiautomáticas, remachadoras manuales y neumáticas, fijaciones temporales (clecos, pinzas), máquinas de conformado, aparatos de transporte y elevadores, instrumentos de medida, instalaciones climatizadas, instalaciones de almacenamiento, estufas, neveras, autoclaves, sicotevas, volteadores, dosificadores y mezcladores. Equipos manuales de detección de fugas de vacío. Conectores eléctricos (termopares). Equipo de Protección Individual (EPI). Herramientas de corte manual. Cinta de fijación autoadhesiva. Sistemas informáticos. Crimpadoras. Taladros. Pistolas aerográficas. Equipos de lijado. Banco de pruebas eléctricas. Medios de elevación y transporte. Máquinas, herramientas fijas y portátiles, termómetros y utillaje específico. Equipos para la localización de defectos por ensayos no destructivos. Equipos de diagnóstico de averías. Cableados eléctricos, sensores y controles electrónicos. Equipos de medición de formas y máquinas de equilibrado. Equipo tractor. Equipo de presión de fluido. Equipo informático de control y gestión de la producción, del aprovisionamiento, del personal y de la operación. Certificado del procedimiento de mantenimiento.

**Productos y resultados:**

Mantenimiento programado de la estructura primaria y secundaria de la aeronave, realizado. Reparación de daños (abolladuras, arañazos, hendiduras, grietas, perforaciones, corrosiones, delaminaciones, entre otros), en estructuras de aluminio, acero y materiales compuestos en aeronaves, realizado. Mantenimiento programado de la estructura terciaria de la aeronave, realizado. Toma de datos, ejecución de cálculos para controlar el peso y el balance de la aeronave, realizado. Verificación de la aeronave después de la caída de un rayo, realizado. Verificación de la aeronave después de operar en condiciones que requieren mantenimiento no programado, parada súbita de motor, operación en áreas polvorosas, áreas muy húmedas, terreno blando e irregular, aterrizaje forzoso, vuelo turbulento, áreas volcánicas, entre otros, realizado. Realización de las operaciones de estacionamiento de la aeronave, procedimientos de deshielo, realizado.

**Información utilizada o generada:**

Manual de Mantenimiento de la Aeronave. Documentación técnica de la aeronave (Wiring Diagram Manual, Schematic Diagram Manual, Trouble Shooting Manual). Documentación técnica de los componentes. Parte de Vuelo (Technical Log Book). Normativa aplicable ordenada por la entidad reguladora para la instalación de los componentes nuevos en la aeronave, órdenes de trabajo, esquemas, planos. Manuales técnicos de operación de equipos de pruebas. Normas y procedimientos de trabajo o de reparación. Tablas de equivalencias de materiales o componentes. Normas de calidad específicas del fabricante. Reglamentos aeronáuticos. Procedimientos aeroportuarios. Documentos oficiales de control. Libro de bitácora de la aeronave. Sistemas informáticos para información de averías, de procedimientos o de programación y actuación. Documentos y procedimientos relacionados con los sistemas de calidad ordenada por la entidad reguladora. Normativa aplicable referente a la seguridad, prevención de riesgos laborales y gestión medioambiental.

Diccionario de inglés técnico aeronáutico. Normativa de Seguridad en Plataforma (NSP).  
Manual de Reparación Estructural (SRM).

## **MÓDULO FORMATIVO 1: MANTENIMIENTO/REPARACIÓN DE LOS MOTORES DE AVIONES CON TURBINA DE GAS Y SUS SISTEMAS AUXILIARES**

**Nivel: 3**

**Código: MF2547\_3**

**Asociado a la UC: Mantener/ reparar los motores de aviones con turbina de gas y sus sistemas auxiliares**

**Duración: 420 horas**

### **Capacidades y criterios de evaluación:**

C1: Aplicar procesos de mantenimiento programado del motor, conducción de potencia y sistemas de indicación, comprobaciones de aceite, compuertas, pruebas de generación eléctrica, entre otras, ajustando los elementos defectuosos y usando la documentación técnica.

*CE1.1 Explicar el proceso de revisión para verificar la cantidad de aceite del motor asegurando la que necesita para estar bien lubricado.*

*CE1.2 En un supuesto práctico de revisión de paneles, salidas de aire, broches de capot, compuertas de FAN, puerta del Remote Administration Tool (RAT), elementos del PYLON, entre otros, asegurando la apertura, cierre y ajuste de los elementos:*

*- Realizar verificación visual de los paneles, salidas de aire, broches de capot, controlando su holgura y pérdidas del depósito de aceite, asegurando el funcionamiento del conjunto de propulsión.*

*- Realizar el proceso de comprobación del fan de reversa y el cierre de la puerta Ram Air Turbine (RAT), asegurando su estanqueidad cuando esté cerrada y apertura cuando se acciona el sistema.*

*- Realizar el proceso de verificación de las compuertas de acceso del motor, el mástil de drenaje y los drenajes del pylon, asegurando la lubricación y cierre del motor.*

*- Realizar el proceso de verificación de la zona de entrada del motor y el spinner, comprobando que no hay suciedad o elementos que puedan comprometer la funcionalidad.*

*- Realizar el proceso de verificación de los elementos del pylon o engine mounts, revestimiento del nose cowl, paneles acústicos y sonda P2/T2, asegurando que todo está dentro de los parámetros marcados por el fabricante de la aeronave.*

*- Realizar el proceso de verificación de la salida de fan (álabes, struts de salida, y compuertas de reversas) y salida de turbina de baja (alabes y tobera de escape), asegurando el giro libre de los álabes.*

*CE1.3 Aplicar métodos de comprobación del nivel y recarga de aceite en los Integrated Drive Generator (IDG) #1y2, para ajustarlo a la medida óptima de lubricación.*

*CE1.4 Aplicar pruebas operacionales del sistema de Generación Eléctrica de Emergencia, explicando los resultados.*

*CE1.5 Explicar los métodos de comprobación de las válvulas del sistema de sangrado de motor High Pressure (HP), Pressure Reducing Valve (PRV), Intermediate Pressure (IP), Transferencia Temporal de Valores (TTV) para el control de la sobrepresión.*

C2: Aplicar procesos de diagnóstico de averías del motor, conducción de potencia y sistemas de indicación, localizando el fallo, las causas que lo provocan en cada caso y determinando el proceso de reparación.

*CE2.1 Aplicar inspección boroscópica, limpieza del compresor, los álabes de la turbina, la cámara de combustión, entrada en pérdida, inyectores y cajas de accesorios, entre otros, observando anomalías producidas por sobrecalentamiento, ingestión de objetos extraños, pájaros, entre otros, utilizando Dry Motoring, explicando la limpieza del motor para prevenir sobrecalentamiento por suciedad de la Exhaust Gas Temperature (EGT), arrancándolo en modo automático mediante la pantalla Electronic Centralized Aircraft Monitor (ECAM), observando parámetros de vibración, equilibrado, aceleración, potencia, entre otros, y las pérdidas exteriores por el mástil de drenaje de hidráulico, aceite o combustible.*

*CE2.2 Aplicar procedimientos de verificación de la unidad de control de combustible, transmisor de flujo o bomba, reemplazando los elementos y reparando el sistema.*

*CE2.3 Describir el proceso de desmontaje-montaje del motor de la aeronave, siguiendo los pasos descritos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave:*

*- Despresurizar los depósitos y acumuladores hidráulicos.*

*- Soltar los breakers y asegurarlos.*

*- Abrir los capots del FAN y de reversa.*

*- Quitar los paneles de acceso de los mounts.*

*- Soltar los pernos y las tuercas de sujeción.*

*- Bajar el motor con la cuna de extracción.*

*CE2.4 En un supuesto práctico de diagnóstico de un sistema de indicación para chequear los sistemas de la aeronave:*

*- Realizar la verificación de la unidad de control de combustible, transmisor de flujo y bomba, sustituyendo los elementos deteriorados, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*- Realizar test funcional de ambos canales de la unidad de control electrónico de motor Electric Control Unit (ECU), del sistema Full Authority Digital Engine Control*

*(FADEC) vía Multi Control Display Unit (MCDU), con los equipos específicos y analizadores digitales.*

*- Realizar la comprobación y sustitución del sistema de encendido del motor y las LRU correspondiente en cada caso, comprobando el funcionamiento óptimo del motor.*

*- Realizar un test operacional de la unidad de control de empuje de motor, comprobando mediante el dinamómetro la fuerza necesaria para mover la palanca de control de empuje situada en el pedestal de la cabina del avión*

*CE2.5 Aplicar test operacional a la unidad de control de empuje de motor, comprobando la fuerza necesaria para mover la palanca de control de empuje situada en el pedestal de la cabina.*

*CE2.6 Aplicar métodos de verificación de los componentes de la reversa de empuje con los equipos específicos considerando su actualización, restaurando los sistemas y realizando pruebas funcionales.*

*CE2.7 Describir el proceso de arranque automático del motor observando pérdidas por el cambio de filtro y la bomba de aceite, controlando la apertura y cierre de la válvula de puesta en marcha en cabina a través de las pantallas Electronic Centralized Aircraft Monitor (ECAM) y por el visor el nivel de aceite, controlando el arranque de la aeronave.*

*CE2.8 Aplicar métodos de comprobación de la bomba hidráulica del motor, revisando pérdidas de fluido y reparando el circuito en cada caso.*

**C3:** Aplicar procesos de reparación del motor, sustituyendo alabes del fan, eje, estator, rotor, cárter, entre otros, desmontando los elementos defectuosos y cambiándolos por unos nuevos con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros) y el utillaje específico (bancos de prueba, plumas, extractores, entre otros), reacondicionando grupo propulsor.

*CE3.1 Aplicar el proceso de desmontaje de los alabes de la rueda de Fan, desmontando de forma ordenada por parejas opuestas, marcando su posición respecto al conjunto de la rueda de Fan, comprobando el peso y el momento de cada uno de ellos, lubricando el encastre de los alabes y verificando que no tienen daños por corrosión, abolladuras o deformidades.*

*CE3.2 Aplicar el procedimiento de equilibrado de Fan, utilizando los sistemas de monitorización propios de la aeronave o el equipo de diagnóstico, comprobando que con el motor girando a varios regímenes de velocidades que la suma de las fuerzas provocadas por el peso y momento de cada alabe estén dentro de los límites establecidos en el Manual de Mantenimiento del Motor.*

*CE3.3 Explicar el proceso de desmontaje de la planta de potencia motor, siguiendo las instrucciones de Manual de Mantenimiento del fabricante, comprobando que los puntos de anclaje delantero y trasero Pylon o Engine Mounts, no tengan daño por corrosión, grietas, abolladuras o deformidades, sustituyendo el motor por otro ya reparado, overhauled o verificado del banco de pruebas.*

*CE3.4 En un supuesto práctico de desmontaje de los módulos que conforman el motor:*

- *Desmontar el compresor de alta y baja.*
- *Desmontar turbina de alta y baja.*
- *Desmontar caja de accesorios.*
- *Comprobar alabes de rotor, alabes de estator, cojinetes de apoyo, inyectores, bujías, actuadores, válvulas de control, ejes y engranajes.*
- *Verificar y reparar cada uno de los elementos observando que estén libres de daño por corrosión, grietas, abolladuras o deformidades.*

*CE3.5 Explicar el proceso de comprobación de la planta de potencia verificando que el motor es capaz de suministrar el empuje necesario en cada uno de los hitos de control exigido, comprobando de cada uno de los parámetros, presión de descarga de compresor, presión de combustible, presión de aceite, velocidad de giro del eje de alta, velocidad de giro del eje de baja, temperatura de la turbina de alta y de baja, vibraciones se encuentran dentro de los límites establecidos en el Manual de Mantenimiento del Motor.*

*CE3.6 Aplicar el procedimiento de revisión boroscópica a la planta de potencia de motor, comprobando la cámara de combustión, los alabes de compresor y de turbina, observando que los daños se encuentran dentro de los límites establecidos en el Manual de Mantenimiento del Motor.*

*CE3.7 Aplicar la comprobación funcional de la planta de potencia comprobando que el motor no tiene evidencias de pérdidas de combustible, aceite o neumático que puedan causar un daño al motor, sustituyendo o reparando los elementos en los que se detectan las evidencias de pérdidas.*

*CE3.8 Aplicar test y pruebas funcionales a los subsistemas que componen la planta de potencia, verificando el funcionamiento y que las protecciones del motor están operativas en cuanto sobre velocidad, alta temperatura de gases de escape, sistema de control de flujo de aire, sistema control de temperatura de aceite, sistema de control de inyección de combustible, sistema de inversión de empuje.*

*CE3.9 Cumplimentar un certificado de aptitud para un servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de una aeronave tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.*

C4: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas auxiliares del motor de turbina integrados en el sistema de aceite, protección contra incendio y antihielo

del motor, entre otros, verificando visualmente el nivel, valores de temperatura y presión, fugas en el circuito, fallo de humo y fuego, entre otros.

*CE4.1 Aplicar el proceso de verificación visual de la IDG, observando que la temperatura en la pantalla ECAM y los valores de referencia se ajustan a los marcados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE4.2 Aplicar la comprobación de la temperatura y la presión de aceite en el sistema digital de control de combustible (FADEC) correspondientes al proceso.*

*CE4.3 Verificar visualmente los filtros principales y filtros secundarios a través del aviso de la pantalla en cabina «CLOGGING Oil pressure low» o mediante un tetón rojo que sobresale de su parte superior cuando están obstruidos.*

*CE4.4 Comprobar los indicadores de temperatura, de baja y alta presión, accionando el botón de inicio Oil Qty Test.*

*CE4.5 Aplicar el diagnóstico del sistema antihielo, conectando el sistema, accionándolo en cabina y asegurando que los parámetros en la pantalla de control del «ice protection» y en los dos canales no aparece el fallo de «bleed leak».*

*CE4.6 Sustituir la IDG, desconectando las tuberías de aceite y los arneses eléctricos, quitando la QAD que une la IDG a la caja de accesorios y utilizando una cuna de izado, reemplazando la IDG y realizando un bite test del EPGS.*

*CE4.7 Aplicar la comprobación del sistema de emergencia (test de fallo humo y fuego), accionando el pulsador que se encuentra en la cabina, verificando que salta la luz de fallo MASTER CAUTION y la alarma sonora, para indicar la emergencia al piloto.*

*CE4.8 Comprobar visualmente los lazos para la detección de sobret temperatura, fuego del motor y de la APU.*

C5: Aplicar la preservación y despreservación de motores de turbina por inactividad, desmontando y montando el motor y sus accesorios, realizando los ajustes y pruebas operacionales siguiendo las instrucciones de los Manuales de Mantenimiento de la Aeronave y del Motor.

*CE5.1 En un supuesto práctico de preservar el motor, seguir las siguientes indicaciones:*

*- Por 7 días, realizar un lavado previo de las secciones de turbina y compresores por desalinización y colocando las tapas de entrada y salida.*

*- Hasta 28 días, realizar un lavado previo, colocando saquitos desecantes con indicador de humedad, sellando todas las aberturas con plásticos y precintos que permitan ver los indicadores de humedad.*

*- Hasta 90 días, realizar un lavado previo, exterior del motor y de desalinización y recuperación de performances, examinando el coating protector por corrosión o daños superficiales, reparando en cada caso, lubricando todas las uniones y actuadores, desconectando las entradas de combustible al intercambiador de calor*

*oil-to-fuel, conectando la adecuada entrada de suministro de aceite y taponando, desconectando la tubería del divisor de flujo de combustible permitiendo la entrada de aceite preservante, drenando el combustible remanente, realizando un arranque en frío permitiendo que el aceite preservante se distribuya por todo el sistema de combustible, instalando tapones y tapas previniendo la entrada de suciedad y humedad.*

*- Por más de 90 días, realizando el procedimiento de hasta 90 días y cortando la válvula de suministro de combustible, desconectando el starter, drenando todo el aceite del motor haciendo girar el motor a muy bajas revoluciones y durante poco tiempo, retirando el filtro de aceite hasta que solo salgan 2 gotas por hora, rociando todo el motor con aceite preservante, lubricando solapas entre módulos, pernos, tornillería, entre otros, instalando tapones previniendo la entrada de suciedad y humedad, registrando la fecha de preservación en una tarjeta unida al motor, envolviendo el motor en plástico precintado que permita ver los indicadores de humedad.*

*- Por más de 1 año, realizando el procedimiento de preservación de más de 90 días y desmontándolo de la aeronave mediante grúas, soltando mandos de control, cableado y tuberías, aflojando los pernos de los silentblocks y colocándolo en un contenedor adecuado.*

*CE5.2 Aplicar la despreservación realizando los puntos de preservación para 7 y 28 días, de forma inversa con las excepciones operacionales correspondientes al proceso.*

*CE5.3 Aplicar la despreservación realizando los puntos de preservación para 90, más de 90 días y por un año, de forma inversa con las excepciones operacionales correspondientes al proceso.*

C6: Aplicar revisión general (overhaul) del motor de turbina y sus accesorios, reensamblado y comprobando su funcionamiento, asegurando su completa conformidad con todas las tolerancias de servicio aplicables especificadas en las instrucciones del titular del certificado de tipo o del fabricante para la aeronavegabilidad continuada, siguiendo las instrucciones de los Manuales de Overhaul de Motor y Accesorios.

*CE6.1 En un supuesto práctico de desmontaje del motor y sus accesorios, realizar:*

*- Colocación de la unidad sobre la bancada de motores, realizando el lavado preliminar del motor.*

*- Desmontaje y limpieza del cableado eléctrico y componentes eléctricos, el sistema de combustible, intercambiadores de calor, bombas de aceite, generadores/arrancadores, entre otros.*

*- Desarme y limpieza de las secciones o conjuntos principales, caja de accesorios, sección de entrada, sección de compresores, cámara de combustión, sección de turbinas y escape, entre otros.*

*- Sometimiento de los elementos desmontados a comprobaciones dimensionales y ensayos no destructivos, verificando que no tienen daños superficiales y pérdida de coating.*

- Protección de las piezas de aluminio, ferrosas y de magnesio, aplicando Alodine/ Bonderite 1200 o imprimación y pintura en cada caso.

*CE6.2 Aplicar el montaje del motor uniendo los elementos en orden inverso al desmontaje, siguiendo las indicaciones del Manual de Overhaul y de Componentes.*

*CE6.3 Aplicar la comprobación del motor reacondicionado realizando la puesta en marcha en banco de pruebas, verificando que todos los parámetros cumplen con las instrucciones marcadas en el Manual de Overhaul y de Componentes, certificando mediante formato 1, chequeando previamente que se han aplicado todos los boletines de servicio y directivas de aeronavegabilidad.*

### **Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo:**

C1 completa; C2 completa; C3 completa; C4 completa; C5 completa; C6 completa.

Otras capacidades:

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Demostrar resistencia al estrés, estabilidad de ánimo y control de impulsos.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

Valorar el talento y el rendimiento profesional con independencia del sexo.

Promover la igualdad de trato entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

### **Contenidos:**

#### **1. Herramientas, materiales y equipos para los motores de aviones con turbina de gas**

Tipos comunes de herramientas manuales. Tipos comunes de herramientas mecánicas. Manejo y utilización de herramientas de medición de precisión. Equipos y métodos de lubricación. Funcionamiento, función y utilización de equipos de comprobaciones eléctricas generales. Materiales de aeronaves Ferrosos. Materiales de aeronaves No ferrosos. Materiales compuestos y no metálicos. Corrosión. Dispositivos de fijación. Tuberías y empalmes. Resortes. Cojinetes. Transmisiones. Cables de mando. Cables eléctricos y conectores.

## 2. Física, matemáticas y factores humanos en el mantenimiento de motores de aviones con turbina de gas

Mecánica. Estática. Cinética. Dinámica. Dinámica de fluidos. Termodinámica. Aritmética. Álgebra. Geometría. Generalidades. La necesidad de tener en cuenta los factores humanos. Incidentes imputables a factores humanos/errores humanos. Ley «de Murphy». Rendimiento y limitaciones humanas Vista. Oído. Asimilación de información. Atención y percepción. Memoria. Claustrofobia y acceso físico. Psicología social. Responsabilidad: individual y de grupo. Motivación y desmotivación. Presión de los compañeros. Aspectos culturales. Trabajo en equipo. Dirección, supervisión y liderazgo. Factores que afectan al rendimiento Estado físico/salud. Estrés: doméstico y relacionado con el trabajo. Trabajo bajo presión y fechas límites. Carga de trabajo: sobrecarga, falta de trabajo. Sueño y fatiga, trabajo por turnos. Alcohol, medicación, abuso de drogas. Entorno físico. Ruido, humos y vapores tóxicos. Iluminación. Clima y temperatura. Movimiento y vibración. Entorno de trabajo. Tareas Trabajo físico. Tareas repetitivas. Inspección visual. Sistemas complejos. Comunicación dentro de un equipo y entre equipos. Grabaciones y anotaciones de trabajo. Error humano. Teorías y modelos de error. Tipos de errores en tareas de mantenimiento. Consecuencias de los errores (ejemplo: accidentes). Cómo evitar y controlar los errores. Riesgos laborales. Reconocimiento y forma de evitar los riesgos. Reacción ante emergencias.

## 3. Legislación aplicada al mantenimiento de las hélices y sus sistemas de indicación

Marco regulador. Papel de la Organización de Aviación Civil Internacional. Papel de la Comisión Europea. Papel de la EASA. Papel de los Estados miembros y las autoridades nacionales de aviación. Personal certificador. Mantenimiento. Comprensión detallada de la Parte 66. Empresas de mantenimiento aprobadas. Comprensión detallada de la Parte 145 y de la Parte M, subparte F. Operaciones aéreas. Certificado de Operador Aéreo. Certificación de aeronaves, componentes y equipos a) Generalidades. Comprensión general de la Parte 21 y especificaciones de certificación de la EASA CS-23, 25, 27, 29. b) Documentos. Certificado de aeronavegabilidad. Certificados restringidos de aeronavegabilidad y autorización de vuelo. Certificado de matrícula. Certificado de niveles de ruido. Distribución del peso. Licencia y autorización de emisora de radio. Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de las disposiciones de la Parte 21 relativas al mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de la Parte M. Requisitos nacionales e internacionales aplicables para (si no son anulados por los requisitos de la UE): a) Programas de mantenimiento, inspecciones y comprobaciones de mantenimiento. Directivas de aeronavegabilidad. Boletines de servicio, información de servicio de fabricantes. Modificaciones y reparaciones. Documentación de mantenimiento: manuales de mantenimiento, manual de reparación estructural, catálogo ilustrado de componentes, entre otros. Únicamente para las licencias A y B2: Lista maestra de equipamiento mínimo, lista de equipamiento mínimo, lista de desviaciones de despacho. b) Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Equipamiento mínimo. Vuelos de prueba. Únicamente para las licencias B1 y B2: Requisitos de mantenimiento y despacho ETOPS.

## 4. Motores de turbina

Energía potencial, energía cinética, leyes del movimiento de Newton, ciclo de Brayton. Relación entre fuerza, trabajo, potencia, energía, velocidad y aceleración. Disposición estructural y funcionamiento de motores turboreactores, turbofan, turboejes y turbohélices. Rendimiento del motor Empuje total y neto, empuje con tobera obstruida, distribución del empuje, empuje resultante, empuje en caballos, potencia equivalente al eje, consumo específico de combustible. Rendimiento del motor. Relación de derivación y relación de presiones del motor. Presión, temperatura y velocidad del caudal de gas. Valores nominales

del motor, empuje estático, influencia de la velocidad, la altitud y las altas temperaturas, valores nominales a temperatura constante del gas de escape, limitaciones.

## **5. Admisión (ATA 72-20) y compresores (ATA 72-30)**

Conductos de admisión al compresor. Efectos de diversas configuraciones de admisión. Protección antihielo. De tipo axial y centrífugo. Características de fabricación y aplicaciones y principios de funcionamiento. Equilibrado del ventilador. Funcionamiento. Causas y efectos de la entrada en pérdida y la sobrecarga del compresor. Métodos de control de flujo de aire: válvulas de sangrado, álabes guía variables de entrada, álabes variables de estator, álabes gítorios del estator. Relación de compresión.

## **6. Sección de combustión (ATA 72-40) y Escape (ATA 78-00)**

Características de fabricación y principios de funcionamiento. Características de fabricación y principios de funcionamiento. Toberas convergentes, divergentes y de área variable. Reducción del ruido de los motores. Inversores de empuje.

## **7. Sección de turbina (ATA 72-50)**

Funcionamiento y características de los diferentes tipos de álabes de turbina. Encastre del álabes al disco. Álabes guía de tobera. Causas y efectos del esfuerzo y la termofluencia en los álabes de la turbina.

## **8. Cojinetes y juntas**

Características de fabricación y principios de funcionamiento.

## **9. Sistemas de lubricación (ATA 79)**

Lubricantes y combustibles. Propiedades y especificaciones. Aditivos del combustible. Precauciones de seguridad. Funcionamiento, descripción y componentes del sistema. Descripción del sistema y sus componentes.

## **10. Sistemas de combustible del motor (ATA 73)**

Funcionamiento de los sistemas de control del motor y medición del combustible, incluido el control electrónico del motor (FADEC). Descripción del sistema y sus componentes.

## **11. Sistemas de aire (ATA 75)**

Funcionamiento de los sistemas de distribución de aire del motor y antihielo, incluso los servicios de enfriamiento interno, sellado y de aire exterior.

## **12. Almacenamiento y conservación de motores. Sistemas de arranque y encendido (ATA 80)**

Funcionamiento y componentes de los sistemas de arranque del motor. Sistemas de encendido y sus componentes. Requisitos de seguridad de mantenimiento. Conservación de motores, accesorios y sistemas. Energía potencial, energía cinética, leyes del movimiento de Newton, ciclo de Brayton. Relación entre fuerza, trabajo, potencia, energía, velocidad y aceleración.

## **13. Sistemas de aumento de potencia (ATA 84)**

Funcionamiento y aplicaciones. Inyección de agua, agua/metanol. Sistemas de poscombustión. Motores turbohélice. Turbina libre/acoplada por gas y turbinas acopladas por engranajes. Engranajes reductores. Controles integrados del motor y de la hélice. Dispositivos de seguridad contra sobrevelocidad. Motores turboeje (disposiciones, sistemas

de transmisión, engranajes reductores, acoplamientos, sistemas de control). Instalaciones de grupos motopropulsores. Configuración de mamparos cortafuegos, carenados, paneles acústicos, bancadas de motor, bancadas antivibración, tubos flexibles, tuberías, conductos de alimentación, conectores, mazos de cables, cables y varillas de mando, puntos de izado y drenaje). Sistemas de protección contra incendios (funcionamiento de los sistemas de detección y extinción). Supervisión de motores y operación en tierra: procedimientos de arranque y calentamiento en tierra. Interpretación de los parámetros y la potencia útil del motor. Análisis de tendencias (incluso el análisis del aceite, de vibraciones y el análisis mediante boroscopio). Inspección de motores y componentes respecto a los criterios, tolerancias y datos especificados por el fabricante del motor. Limpieza y lavado de compresores. Daños causados por objetos extraños.

#### **14. Sistemas de interconexión de cableado eléctrico (EWIS) en el motor de turbina de gas**

Manuales de Cableado. Inspección del Cableado. Mantenimiento y Limpieza. Conductores y Cables. Métodos de Conexión.

##### **Parámetros de contexto de la formación:**

##### **Espacios e instalaciones:**

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller. Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

##### **Perfil profesional del formador o formadora:**

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con la aplicación de operaciones de mantenimiento/reparación de los motores de aviones con turbina de gas y sus sistemas auxiliares, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

#### **MÓDULO FORMATIVO 2: MANTENIMIENTO/REPARACIÓN DE LAS HÉLICES Y SUS SISTEMAS DE INDICACIÓN**

**Nivel: 3**

**Código: MF2535\_3**

**Asociado a la UC: Mantener/ reparar las hélices y sus sistemas de indicación**

**Duración: 240 horas**

**Capacidades y criterios de evaluación:**

C1: Aplicar procesos de mantenimiento programado y no programado de la(-s) hélice(-s) del avión y sus componentes, realizando inspecciones, pruebas operacionales según horas de vuelo, reemplazando elementos defectuosos y aplicando la información recogida en la documentación técnica.

*CE1.1 En un supuesto práctico de comprobación y verificación del ajuste y estado estructural de la hélice para asegurar la propulsión:*

- *Comprobar las distancias mínimas de la pala al suelo y la distancia mínima del disco de la hélice a la estructura.*

- *Verificar el equilibrado estático, dinámico y centrado de la hélice en un banco de pruebas, corrigiendo los posibles desequilibrios mediante la adición o descarte de contrapesos.*

- *Analizar el estado estructural de las palas y el spinner mediante técnicas de inspección visual, ultrasonidos, tap coin, termografía, endoscopios, conductividad y partículas magnéticas, detectando marcas de corrosión, muescas, erosión, rasguños, fisuras, dentelladas y depresiones, reparando los deterioros, matizando y puliendo los posibles golpes que se encuentren, utilizando los productos de protección (imprimaciones, pintura y lacas), asegurando con ello la resistencia estructural y la eficiencia aerodinámica de la(-s) hélice(-s) de la aeronave.*

- *Inspeccionar el cubo y el cojinete verificando que no tengan fisuras en los taladros de los bulones de fijación, abrazaderas o pérdidas de aceite y/o grasa en el área del cubo, reparando el cojinete, sustituyéndolo con los extractores o sustituyendo los elementos en mal estado, siguiendo las indicaciones marcadas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

- *Comprobar los contrapesos del cambio de paso sobre las abrazaderas de las palas, observando la ausencia de daños, midiendo la holgura entre los contrapesos y el cono de la hélice, siguiendo los pasos marcados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

- *Verificar el sistema de bandera automática, revisando en el interior de la cabina si los indicadores ARM, TEST y OFF están marcando fallo del motor.*

*CE1.2 En un supuesto práctico de comprobación y verificación del sistema antihielo de tipo eléctrico de la hélice asegurando la no congelación:*

- *Retirar el spinner.*

- *Comprobar visualmente el desgaste de las escobillas y los anillos colectores.*

- *Cambiar los elementos deteriorados en cada caso.*

- Observar en el amperímetro antihielo de cabina, comprobando que se activa y desactiva las resistencias eléctricas, impidiendo la creación de hielo o que se sobrecalienten las palas.

*CE1.3 En un supuesto práctico de comprobación y verificación del sistema antihielo por fluido (alcohol y fosfatos) de la hélice asegurando la no congelación:*

- Retirar el spinner en los sistemas de protección contra hielo por fluido.

- Verificar que el anillo colector y los tubos que van a cada pala no se hayan obstruidos, soplando aire a presión por ellos en cada caso, y que las gomas de antihielo (Anti-Ice Boots) conservan las acanaladuras de distribución de fluido.

- Rellenar el depósito de fluido antes de cada vuelo.

C2: Aplicar medidas de mantenimiento programado y no programado de la(-s) hélice(-s) del avión y sus componentes, efectuando las correspondientes pruebas operacionales de equilibrado y ajuste con los bancos de comprobación, ajustando o reparando en cada caso y aplicando la información recogida en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave para que las palas giren sin desequilibrios.

*CE2.1 En un supuesto práctico de equilibrado completo de la hélice:*

- Comprobar el equilibrado estático, dinámico y centrado, corrigiendo mediante la adición o sustracción de contrapesos, los posibles desequilibrios que pudieran detectarse.

- Determinar las vibraciones horizontales y verticales mediante la instrumentación adecuada (Vibrex) y cotejar los datos obtenidos con los parámetros del fabricante.

*CE2.2 En un supuesto práctico de verificación y/o ajuste del paso de hélice con regulación de paso en tierra asegurando su posicionamiento de vuelo:*

- Regular el paso en tierra.

- Aflojar los pernos de apriete.

- Graduar cada pala a la posición indicada.

- Apretar nuevamente los pernos, asegurándolos.

*CE2.3 En un supuesto práctico de verificación y/o ajuste del paso de hélice con regulación de paso manual en vuelo, asegurando su posicionamiento de vuelo:*

- Regular el paso manual en vuelo.

- Comprobar visualmente que la posición de las palas en mínimo, máximo y/o bandera coinciden entre ellas y con el mando de cabina seleccionado.

- Realizar los ajustes en el mando o en las palas en cada caso, quitando el spinner, comprobando visualmente y con los útiles específicos (dinamómetro, reloj comparador, calibres, entre otros).

- Verificar que el governor no presenta pérdidas de aceite y que los contrapesos y su varillaje no tienen holguras o fricciones.

- Cambiar los elementos defectuosos y medir con un dinamómetro o un manómetro (según el modelo de governor) la precarga del muelle de recuperación.

*CE2.4 En un supuesto práctico de verificación y/o ajuste de paso, asegurando su posicionamiento de vuelo:*

- Regular el paso automático.

- Comprobar visualmente que la posición de las palas en mínimo, máximo y/o bandera coinciden.

- Verificar que el governor no presenta pérdidas de aceite.

- Comprobar que el varillaje no tiene holguras o fricciones.

- Cambiar los elementos defectuosos y verificar siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

*CE2.5 Comprobar la sincronización de múltiples hélices, realizando una prueba operacional en todos los motores de la aeronave a la vez, comprobando que el/ los governor (-s) esclavo (-s) se ajustan a las revoluciones del governor maestro, cambiando los elementos necesarios (actuadores, governors, captadores de Revoluciones Por Minuto (RPM), si procede, asegurando las mismas revoluciones en todas las hélices del avión y mejorando la comodidad acústica de la tripulación y pasajeros.*

C3: Aplicar procesos del mantenimiento programado y no programado de los sistemas de indicación y control de las hélices, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales que pueden requerir simulaciones complejas o el uso de bancos de prueba externos, realizando medidas con equipos de comprobación y diagnóstico (polímetros, osciloscopios, analizadores discretos, entre otros), dando respuesta a los reportes de mantenimiento y reemplazando los elementos defectuosos que no superen las pruebas recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave y los documentos de ingeniería aplicados en el mantenimiento aeronáutico, restaurando la operatividad del sistema.

*CE3.1 Aplicar procesos de mantenimiento a los sistemas de indicación, aplicando las instrucciones de trabajo e interpretando los documentos de ingeniería asociados, dando respuesta a las averías detectadas para asegurar la operatividad del conjunto impulsor/tractor.*

*CE3.2 Utilizar dispositivos de prueba y medida (polímetros, osciloscopios, analizadores discretos, entre otros), aplicando procedimientos de comprobación a los componentes periféricos de los sistemas de control de paso, transmisores de posición, synchrophaser, actuadores eléctricos e hidráulicos, captadores de vibración, entre otros, ajustando, modificando o sustituyendo los elementos que*

*no cumplan los parámetros técnicos recogidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, realizando bite test o pruebas operacionales complejas que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos.*

*CE3.3 Aplicar pruebas operacionales a los computadores de control, así como los instrumentos instalados en el Cockpit de indicación de paso, synchrophaser, ajustando, modificando o desechando los elementos que no cumplan los requisitos técnicos operativos.*

*CE3.4 Comprobar los sistemas de control y actuación de los sistemas anti-hielo, utilizando polímetros, osciloscopios, analizadores discretos, entre otros, ajustando, sustituyendo o modificando los elementos que no cumplan los parámetros técnicos.*

*CE3.5 Explicar el método de inspección visual de los componentes o elementos desmontados, comprobando con equipos de diagnosis (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), y dependiendo del nivel de los daños observados, son desechados, reparados o enviados a talleres especializados para su recuperación según las indicaciones del manual del componente fallado.*

*CE3.6 Aplicar inspecciones a las redes de cableado eléctrico de los sistemas de control e indicación de las hélices según procedimientos de inspección Electrical Wiring Interconnect System (EWIS), verificando con equipos de prueba (voltímetro, amperímetro, óhmetro, espectrómetros, entre otros), realizando las reparaciones o modificaciones recogidas en los planes de mantenimiento.*

*CE3.7 Aplicar verificaciones a los bancos de prueba y los equipos de comprobación de las hélices y sus sistemas de control, dispositivos de indicación de paso, synchrophaser, entre otros, dispositivos de mando (regulación y control), dispositivos de medidas eléctricas (intensidad, voltaje, resistencia, capacidad), dispositivos electromagnéticos, circuitos de protección de instalaciones eléctricas (cableados, conectores, centros de distribución), usando equipos de prueba (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), diagnosticando averías, interpretando planos y esquemas eléctricos, ajustando o sustituyendo por unos nuevos los elementos necesarios para su uso en las pruebas operativas realizadas a la aeronave.*

*CE3.8 Cumplimentar un certificado de aptitud para un servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de una aeronave tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.*

C4: Aplicar la revisión general (overhaul) de la hélice, realizando el desmontaje, limpieza, inspección, reparación y sustituciones en cada caso, reensamblado y comprobando su funcionamiento, asegurando su completa conformidad con todas las tolerancias de servicio aplicables especificadas en las instrucciones del titular del certificado de tipo o

del fabricante para la aeronavegabilidad continuada, siguiendo las instrucciones de los Manuales de Overhaul de Motor y Accesorios.

*CE4.1 Explicar la verificación visual del conjunto de la hélice por daños evidentes, impactos contra el suelo, daños por un objeto extraño o corrosión severa/irreparable tanto en las palas como en el cubo, descalificando la hélice para el proceso de overhaul.*

*CE4.2 Describir el desmontaje de la hélice colocándola y asegurándola sobre la bancada de hélices, realizando el lavado preliminar utilizando desengrasantes y cepillos, para el acondicionamiento previo al desmontaje.*

*CE4.3 Aplicar la limpieza de las palas, cojinetes, cubo, muelle, cilindro, low pitch stop, contrapesos, spiner dome, spiner adapter, entre otros, con desengrasantes aplicables a spray/cepillo, utilizando soluciones salinas, disolventes y con productos abrasivos en cada caso, comprobando visualmente el desgaste y su estado general, desechando las botas antihielo, partes de goma y tornillería.*

*CE4.4 Comprobar visualmente por daños y desgastes las palas y piezas, con los equipos de prueba y medida (calibres pie de rey, relojes comparadores, calibres de interiores, entre otros), verificando anchos, espesores y controlando que están por encima de las dimensiones mínimas indicadas en el Manual de Overhaul, sustituyéndolas en cada caso.*

*CE4.5 Describir la técnica de restauración de las palas y piezas (cubo, borde de ataque, entre otras), retirando la pintura, puliendo, eliminando corrosiones, restos de suciedad, muescas y abolladuras, utilizando limas, esmeriles u otros abrasivos, soluciones cáusticas, lavando y secando con aire, midiendo las que son de aluminio por segunda vez tras la restauración y reconstruyendo, reparando o sustituyendo las de material compuesto, realizando balance estático.*

*CE4.6 Inspeccionar por grietas y corrosión las palas y el cubo mediante ensayos No destructivos, empleando las técnicas de Líquidos Penetrantes, Partículas Magnéticas y Corrientes Inducidas para las piezas metálicas, inspeccionando las de material compuesto por roturas de fibra o delaminaciones mediante Ultrasonidos o Rayos X.*

*CE4.7 Proteger superficialmente las palas de aluminio y el cubo, sometiéndolas a shot-peening mejorando su resistencia a fatiga, protegiéndolas de la corrosión aplicando Alodine/Bonderite, imprimación y pintura final.*

*CE4.8 Realizar el montaje de la hélice uniendo los elementos en orden inverso al desmontaje, utilizando tornillería, sellos, botas antihielo y juntas nuevas, siguiendo las indicaciones del Manual de Overhaul, aplicando el apriete a las tuercas y tornillos con la llave dinamométrica y efectuando todas las Directivas de Aeronavegabilidad y Boletines de Servicio aplicables, lubricando la hélice y comprobando que ambas palas pesan lo mismo realizando un balance estático.*

*CE4.9 Describir el método de comprobación de la hélice reacondicionada mediante balance dinámico, reinstalándola en el avión, midiendo la vibración del conjunto motopropulsor utilizando equipos especializados (Vibrex 2000, entre otros) y colocando las masas necesarias en la posición indicada en el Manual de Overhaul de Motor, verificando la actuación del cambio de paso de acuerdo con los procedimientos de ajuste del Manual de mantenimiento de la aeronave, certificando*

*mediante formato 1 del proceso de overhaul, chequeando previamente que se han aplicado todos los boletines de servicio y directivas de aeronavegabilidad.*

**Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo:**

C1 completa; C2 completa; C3 completa; C4 completa.

Otras capacidades:

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Demostrar resistencia al estrés, estabilidad de ánimo y control de impulsos.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

Valorar el talento y el rendimiento profesional con independencia del sexo.

Promover la igualdad de trato entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

**Contenidos:**

**1. Herramientas, materiales y equipos para las hélices y sus sistemas de indicación**

Tipos comunes de herramientas manuales. Tipos comunes de herramientas mecánicas. Manejo y utilización de herramientas de medición de precisión. Equipos y métodos de lubricación. Funcionamiento, función y utilización de equipos de comprobaciones eléctricas generales. Materiales de aeronaves Ferrosos. Materiales de aeronaves No ferrosos. Materiales compuestos y no metálicos. Corrosión. Dispositivos de fijación. Tuberías y empalmes. Resortes. Cojinetes. Transmisiones. Cables de mando. Cables eléctricos y conectores.

**2. Física y matemáticas en el mantenimiento de las hélices y sus sistemas de indicación**

Aritmética. Álgebra. Geometría. Mecánica. Fuerzas, momentos y pares, representación como vectores. Centro de gravedad. Elementos de teoría de esfuerzos, deformaciones y elasticidad, tensión, compresión, esfuerzo cortante y torsión. Naturaleza y propiedades de los sólidos, los líquidos y los gases. Presión y flotabilidad en líquidos (barómetros). Movimiento rectilíneo: movimiento rectilíneo uniforme, movimiento uniformemente acelerado (movimiento sometido a la gravedad). Movimiento giratorio: movimiento circular uniforme (fuerzas centrífugas y centrípetas). Movimiento periódico: movimiento pendular. Teoría sencilla de la vibración, los armónicos y la resonancia. Relación de velocidades,

brazo de palanca y rendimiento mecánico. Dinámica. Dinámica de fluidos. Peso específico y densidad. Viscosidad, resistencia fluida, efectos de las formas aerodinámicas. Termodinámica. Movimiento ondulatorio y sonido.

### 3. Legislación aplicada al mantenimiento de las hélices y sus sistemas de indicación

Marco regulado. Papel de la Organización de Aviación Civil Internacional. Papel de la Comisión Europea. Papel de la EASA. Papel de los Estados miembros y las autoridades nacionales de aviación. Personal certificador. Mantenimiento. Comprensión detallada de la Parte 66. Empresas de mantenimiento aprobadas. Comprensión detallada de la Parte 145 y de la Parte M, subparte F. Operaciones aéreas. Certificado de Operador Aéreo. Certificación de aeronaves, componentes y equipos a) Generalidades. Comprensión general de la Parte 21 y especificaciones de certificación de la EASA CS-23, 25, 27, 29. b) Documentos. Certificado de aeronavegabilidad. Certificados restringidos de aeronavegabilidad y autorización de vuelo. Certificado de matrícula. Certificado de niveles de ruido. Distribución del peso. Licencia y autorización de emisora de radio. Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de las disposiciones de la Parte 21 relativas al mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de la Parte M. Requisitos nacionales e internacionales aplicables para (si no son anulados por los requisitos de la UE): a) Programas de mantenimiento, inspecciones y comprobaciones de mantenimiento. Directivas de aeronavegabilidad. Boletines de servicio, información de servicio de fabricantes. Modificaciones y reparaciones. Documentación de mantenimiento: manuales de mantenimiento, manual de reparación estructural, catálogo ilustrado de componentes, entre otros. Únicamente para las licencias A y B2: Lista maestra de equipamiento mínimo, lista de equipamiento mínimo, lista de desviaciones de despacho. b) Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Equipamiento mínimo. Vuelos de prueba. Únicamente para las licencias B1 y B2: Requisitos de mantenimiento y despacho ETOPS.

### 4. La hélice y estructura de la hélice (ATA 61)

Teoría del elemento de pala. Ángulo de pala bajo alto, ángulo inverso, ángulo de ataque, velocidad de giro. Resbalamiento de la hélice. Fuerzas aerodinámicas, centrífugas y de empuje. Par motor. Flujo de aire relativo en el ángulo de ataque de la pala. Vibraciones y resonancia. Métodos de fabricación y materiales usados en hélices de madera, metálicas y de materiales compuestos. Sección transversal de la pala, cara de la pala, caña de la pala, conjunto de la raíz de la pala y el cubo de la pala. Paso fijo, paso variable, hélice de velocidad constante. Instalación de buje de la hélice.

### 5. Control del paso de la hélice, sincronización de la hélice y mantenimiento de la hélice (ATA 61)

Métodos de control de la velocidad y el cambio de paso: mecánicos y eléctricos/electrónicos. Puesta en bandera e inversión del paso. Protección contra sobrevelocidad. Equipo de sincronización y sincrofase. Protección antihielo de la hélice: sistemas de deshielo eléctrico y mediante fluidos. Equilibrado estático y dinámico. Reglaje de palas. Evaluación de daños, erosión, corrosión, daños por impacto y delaminación de las palas. Soluciones de tratamiento y reparación de hélices. Funcionamiento del motor de la hélice. Almacenamiento y conservación de hélices. Conservación de hélices. Protección antihielo de la hélice. Sistemas de deshielo eléctricos y mediante fluidos.

#### Parámetros de contexto de la formación:

#### Espacios e instalaciones:

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo

en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller. Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

**Perfil profesional del formador o formadora:**

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con la aplicación de operaciones de mantenimiento/repación de las hélices y sus sistemas de indicación, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

**MÓDULO FORMATIVO 3: MANTENIMIENTO/REPARACIÓN DE LA UNIDAD DE POTENCIA AUXILIAR (APU) Y COMPONENTES DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE DE LOS AVIONES CON MOTOR DE TURBINA**

**Nivel: 3**

**Código: MF2548\_3**

**Asociado a la UC: Mantener/repación la Unidad de Potencia Auxiliar (APU) y componentes del sistema de combustible de los aviones con motor de turbina**

**Duración: 300 horas**

**Capacidades y criterios de evaluación:**

C1: Aplicar el mantenimiento programado en la Unidad de Potencia Auxiliar (APU) comprobando el aceite, las compuertas, realizando una prueba generación eléctrica, entre otras, garantizando su funcionamiento.

*CE1.1 Aplicar verificación visual a los paneles de acceso y entrada de aire de la APU comprobando que no están dañados o deteriorados (golpes, óxidos, remaches saltados, entre otras) y asegurados, para proteger y refrigerar la unidad.*

*CE1.2 En un supuesto práctico de verificación del nivel de aceite y pérdidas, revisar:*

- *Las pérdidas en el mástil de drenaje y escape de la APU.*
- *El nivel marcado en el sistema remoto de la cabina de pilotos, entre otros.*

- *El estado general del sistema.*

*CE1.3 En un supuesto práctico de cortafuego de la APU y cartuchos disparadores, revisar:*

- *El contenido del agente de extinción de incendios de la botella extintora.*

- *Los cartuchos disparadores de la botella extintora de la APU según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

- *El sistema de detección y extinción de incendios realizando test en la cabina de pilotos y en los propios elementos.*

*CE1.4 Aplicar comprobación de la generación de potencia eléctrica del APU verificando la integridad de los terminales, cable de fase y generador, su integridad, corrosión y cualquier otro tipo de daño, observando que los parámetros suministrado por el generador están dentro de lo especificado en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE1.5 Aplicar comprobaciones de la fuente de suministro neumático del APU verificando la integridad, estanqueidad y el funcionamiento de las válvulas, sensores, observando que los parámetros de suministro del sistema se encuentran dentro de los límites del Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

**C2:** Aplicar diagnóstico de averías del APU y sus sistemas de indicación, localizando el fallo y las causas que lo provocan, reemplazando la APU o sus elementos deteriorados, corrigiéndolos y garantizando su funcionamiento.

*CE2.1 Explicar el proceso de identificación del pulsador de parada de emergencia situado bajo guarda en cabina, arrancar la APU y accionarlo, verificando que se para.*

*CE2.2 Aplicar técnicas de comprobación de arranque, velocidad, temperatura, funcionamiento del starter, tiempo de aceleración y consumo de aceite, entre otros, en el display de cabina.*

*CE2.3 Aplicar técnicas de comprobación de las pérdidas de aceite por el drenaje del APU, sustituyendo los elementos deteriorados, restaurando la estanqueidad.*

*CE2.4 En un supuesto práctico de sustitución del APU, renovando la unidad:*

- *Desconectar terminales para anular su alimentación eléctrica.*

- *Desconectar las uniones del APU al motor de la aeronave para independizar el motor del sistema de arranque.*

- *Desconectar las líneas de combustible asegurando la independencia del sistema de combustible con respecto al motor.*

- *Quitar los tornillos de los mounts para ir separando la unidad de la estructura.*

- Utilizar los útiles de extracción para su bajada con las herramientas de izado (dispositivo grúa, pluma, entre otros) asegurando la sujeción del APU.

- Subir el motor con las herramientas de izado y montar el APU, siguiendo el orden inverso, restaurando el sistema y configurándolo para asegurar el sistema de arranque.

C3: Aplicar el mantenimiento programado y no programado del sistema de combustible estructura de los depósitos, y generación de gas inerte, realizando inspecciones, pruebas operacionales, reemplazando elementos defectuosos y solucionando averías manteniendo su aeronavegabilidad.

*CE3.1 Explicar el procedimiento de verificación del depósito de combustible que esté exento de agua, tomando muestras por un sangrador o tapón de drenaje, utilizando un bote transparente, enviando esas muestras a analizar por posible presencia de bacterias y eliminando toda el agua acumulada, asegurando la calidad del combustible utilizado.*

*CE3.2 Aplicar proceso de inspección visual con el tanque lleno de la estructura exterior del depósito, racores y posibles accesos, comprobando que no existen fugas de combustible, sustituyéndolo si es desmontable o empleando sellantes resistentes a hidrocarburos eliminando la fuga si es un tanque estructural, asegurando la contención del fluido en su interior.*

*CE3.3 Aplicar proceso de vaciado de combustible de los depósitos estructurales por el tapón de drenaje abriendo los accesos a su interior, usando ventilación forzada para ventilarlos en cada caso, siguiendo las normas de seguridad (Fuel Tank Safety), permitiendo acceder a su interior.*

*CE3.4 Realizar la comprobación de la estructura interior de los depósitos, realizando inspecciones visuales, buscando defectos y fisuras de pernos, hi-lock, tornillos, herrajes, vigas, mamparos, larguerillos, y realizando su reparación, sustituyéndoles por unos nuevos o limpiando y sellando fisuras en cada caso, asegurando la integridad de la aeronave.*

*CE3.5 Explicar el procedimiento de cierre de los accesos de los depósitos estructurales, habiendo limpiado anteriormente los posibles residuos y contaminación encontrada en su interior, apretando los tornillos al torque indicado en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave y verificando mediante un polímetro, que el acceso (tapa, puerta) y la estructura del avión tienen continuidad eléctrica, asegurando que el combustible queda contenido en el interior del depósito.*

*CE3.6 Explicar el proceso de verificación visual de los tubos de fibra, válvulas, separadores de oxígeno y bridas de unión del Sistema de Gas Inerte, sustituyendo los filtros por unos nuevos, realizando pruebas operacionales de las válvulas y utilizando un manómetro para comprobar que no existen fugas, asegurando su estanqueidad y que la explosividad del tanque sea reducida.*

*CE3.7 Aplicar comprobaciones de las masas de todos los elementos del interior del depósito de combustible (estructural o de fibra), observando su integridad, dando continuidad y evitar arco eléctrico.*

C4: Aplicar el abastecimiento y vaciado de combustible de la aeronave, realizando la conexión de la manguera de repostaje, utilizando los equipos de llenado, seleccionando el tipo de combustible, controlando los equipos de emergencia, desconectando la alimentación eléctrica, asegurando el llenado y/o drenaje de los tanques de carburante.

*CE4.1 En un supuesto práctico de abastecimiento y vaciado de combustible de la aeronave:*

*- Seleccionar el combustible en función del tipo de unidad de potencia utilizada en la aeronave (motor de explosión o de combustión), consultando el Manual de Mantenimiento de la aeronave asegurando el grado del producto.*

*- Comprobar los extintores próximos a la zona de abastecimiento antes de cada carga/descarga, verificando la tarjeta de identificación de extintores, tipo de extintor y categoría, pegatina de revisión y mirilla de estado (verde o rojo), asegurando el dispositivo de emergencia.*

*- Controlar las condiciones de seguridad de repostaje, evitando utilizar herramientas que puedan generar chispas o fuego y controlando acciones relativas a objetos que puedan emitir ondas o luz (teléfonos móviles, láser, entre otras), evitando el riesgo de explosión y/o fuego.*

*- Desconectar la batería, calzando las ruedas en cada caso, observando que el interruptor de master se encuentra en off y la aeronave conectada a masa.*

*- Realizar el abastecimiento de combustible con la aeronave aparcada en pista, en condiciones secas evitando la caída de agua dentro del depósito y/o rayos en el casco en cada caso, comprobando que la zona está libre de objetos (FOD), creando una zona de seguridad para el personal, que la manguera de suministro está completamente estirada en la superficie de la plataforma y el boquerel conectado, enganchando el cable de equilibrio de potencial de cargas electrostáticas o pinza en el lugar asignado en el Manual de Mantenimiento de la aeronave, controlando la presión diferencial observando los manómetros de presión del equipo de llenado, para mantener el control de la carga de carburante.*

*- Resetear el contador de la bomba de suministro, introduciendo en el display la cantidad a repostar (litros o libras), pulsando el interruptor que permite la salida de combustible por el boquerel, quitando la manguera cuando hayamos concluido la operación, soltando el equipo de llenado del depósito y desconectando el cable de equilibrio de potencial.*

*- Verificar la cuba (fija o móvil) y los depósitos de la aeronave, comprobando el combustible contenido a través de las pastillas de análisis y una jeringa, observando que está libre de agua, drenando en cada caso, liberándolos de agua e impurezas contenidas.*

*- Descargar los depósitos de combustible, utilizando el equipo de extracción (bomba de succión) o manualmente quitando el tapón de drenaje, utilizando una cisterna o barriles asignados a cada fluido concreto (gasolina, queroseno, diésel) identificados con la pegatina de homologación o almacenaje para su reciclaje, controlando la limpieza de carburante derramado en cada caso, asegurando que las zonas calientes y eléctricas no están contaminadas.*

*CE4.2 Cumplimentar un certificado de aptitud para un servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de una aeronave tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.*

C5: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de la medición e información del sistema de combustible, estanqueidad de tuberías hidráulicas, tubos de ventilación y de distribución, realizando inspecciones, pruebas operacionales, reemplazando elementos defectuosos y solucionando averías, usando el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

*CE5.1 En un supuesto práctico de verificación visual del sistema para asegurar la alimentación y el control de combustible de la aeronave:*

*- Revisar los sistemas de medición de cantidad (varillas, aforadores, sondas capacitivas, compensadores), temperatura del combustible, su instalación eléctrica, aforadores y su varillaje, comprobando que no poseen defectos, que se encuentran en posición y que se mueven libremente en cada caso, asegurando una monitorización del combustible.*

*- Revisar los cables de masa del interior y exterior de los depósitos que se encuentran con suficientes hilos trenzados, uniendo ambos terminales, cambiando las que se encuentren defectuosas, evitando así posibles arcos eléctricos.*

*- Revisar las tuberías de sistemas hidráulicos que pasen por el interior de los depósitos estructurales de combustible, comprobando su estanqueidad, que no rocen con los pasamuros de los mamparos, ni con otros tubos que se encuentren fijados mediante bridas metálicas con gomas de aislamiento a la estructura, para evitar roturas y contaminación de ambos fluidos.*

*- Comprobar visualmente los tubos de ventilación de los depósitos, observando la unión entre ellos, que las válvulas se mueven libremente evitando que se cuele combustible en su interior y que la rejilla del exterior del depósito se haya libre de obstrucción, asegurando un alivio de los gases generados en su interior.*

*- Comprobar que las tuberías, galerías de distribución de combustible, depósito, bombas reforzadoras, válvulas de carga, cierre y selectoras no tienen grietas o cuarteados, realizando pruebas operacionales y simulaciones con el depósito cerrado y lleno de combustible, comprobando que las líneas de combustible se presurizan, observando el indicador de presión de combustible en cabina, asegurando la alimentación del motor.*

*- Comprobar el sistema de indicación de obstrucción de filtro de combustible (Fuel Filter CLOG) a través de la pantalla ECAM, comprobando el normal funcionamiento del sensor de presión diferencial que lo monitoriza.*

*CE5.2 Aplicar la comprobación de las tuberías, galerías de distribución de combustible, depósito, bombas reforzadoras, válvulas de carga, cierre y selectoras*

*no tienen grietas o cuarteados, realizando pruebas operacionales y simulaciones con el depósito cerrado y lleno de combustible, comprobando que las líneas de combustible se presurizan, observando el indicador de presión de combustible en cabina, asegurando la alimentación del motor.*

*CE5.3 Explicar la comprobación del sistema de indicación de obstrucción de filtro de combustible (Fuel Filter CLOG) a través de la pantalla ECAM, comprobando el normal funcionamiento del sensor de presión diferencial que lo monitoriza.*

C6: Aplicar mantenimiento programado y no programado de sistemas auxiliares del motor de turbina integrados en el sistema neumático, acondicionamiento del aire, cambiador de calor, batería y mando de reversa del motor, entre otros, verificando manómetros, accionando/desactivando componentes.

*CE6.1 Describir la comprobación de las fugas del circuito neumático de la APU, con el motor arrancado y accionando el interruptor de sangrado, observando que las revoluciones se encuentran al 95% del máximo, sustituyendo el tramo/tramos deteriorados, cumpliendo las especificaciones del Manual de Mantenimiento de la aeronave, asegurando el funcionamiento pleno del sistema y la inexistencia de pérdidas, suministrando aire procedente de las fuentes de aire neumático.*

*CE6.2 Verificar la presión del acondicionamiento del aire con la APU desactivada, pulsando el interruptor de encendido y comprobando en el manómetro que mantenemos los valores especificados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, asegurando la ausencia de fugas en el circuito.*

*CE6.3 Describir la comprobación del radiador del intercambiador de calor del motor, observando abolladuras, arañazos y fugas.*

*CE6.4 Aplicar comprobaciones a la batería, conexión auxiliar (APU), selector de encendido (ignición), cableado eléctrico, bujías y excitadores de encendido, observando que se encuentran convenientemente aislados y libres de humedad, aislamiento, en buen estado y que el cableado eléctrico esté con su funda metálica exterior.*

*CE6.5 Realizar la puesta en marcha de la aeronave comprobando la conexión a tierra del APU la integridad de los elementos del sistema (válvula de puesta en marcha y los solenoides de control, entre otros) y la turbina de arranque y batería, renovando los elementos en cada caso, con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), soltando la tornillería de anclaje y extrayéndolos, cambiándolos por unos nuevos y montado el conjunto.*

*CE6.6 Describir el proceso de cambio de las botellas de aire de servicio, verificando la etiqueta que contiene la botella observando la fecha de revisión de los manómetros y cotejándolas con las indicadas para el cambio, sustituyéndolas en cada caso.*

*CE6.7 Comprobar el agente extintor de las botellas mediante la lectura de la indicación directa a través de un manómetro de presión, o de un sistema de control de presión por presostato, comprobado que se encuentra dentro de los valores y límites establecidos por el fabricante en cada caso.*

**Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo:**

C1 completa; C2 completa; C3 completa; C4 completa; C5 completa; C6 completa.

Otras capacidades:

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Demostrar resistencia al estrés, estabilidad de ánimo y control de impulsos.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

Valorar el talento y el rendimiento profesional con independencia del sexo.

Promover la igualdad de trato entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

## Contenidos:

### **1. Herramientas, materiales y equipos para la Unidad de Potencia Auxiliar (APU), componentes del sistema de combustible y sistemas auxiliares de aviones con motor de turbina**

Tipos comunes de herramientas manuales. Tipos comunes de herramientas mecánicas. Manejo y utilización de herramientas de medición de precisión. Equipos y métodos de lubricación. Funcionamiento, función y utilización de equipos de comprobaciones eléctricas generales. Materiales de aeronaves Ferrosos. Materiales de aeronaves No ferrosos. Materiales compuestos y no metálicos. Corrosión. Dispositivos de fijación. Tuberías y empalmes. Resortes. Cojinetes. Transmisiones. Cables de mando. Cables eléctricos y conectores.

### **2. Física y matemáticas aplicadas en el en el mantenimiento del APU, de los componentes del sistema de combustible y sistemas auxiliares de aviones con motor a turbina**

Aritmética. Álgebra. Geometría. Mecánica. Fuerzas, momentos y pares, representación como vectores. Centro de gravedad. Elementos de teoría de esfuerzos, deformaciones y elasticidad, tensión, compresión, esfuerzo cortante y torsión. Naturaleza y propiedades de los sólidos, los líquidos y los gases. Presión y flotabilidad en líquidos (barómetros). Movimiento rectilíneo: movimiento rectilíneo uniforme, movimiento uniformemente acelerado (movimiento sometido a la gravedad). Movimiento giratorio: movimiento circular uniforme (fuerzas centrífugas y centrípetas). Movimiento periódico: movimiento pendular. Teoría sencilla de la vibración, los armónicos y la resonancia. Relación de velocidades, brazo de palanca y rendimiento mecánico. Dinámica. Dinámica de fluidos. Termodinámica. Movimiento ondulatorio y sonido.

### **3. Legislación aplicada en el mantenimiento de los componentes del sistema de APU, combustible y sistemas auxiliares de aviones con motor a turbina**

Marco regulador. Papel de la Organización de Aviación Civil Internacional. Papel de la Comisión Europea. Papel de la EASA. Papel de los Estados miembros y las autoridades nacionales de aviación. Personal certificador. Mantenimiento. Comprensión detallada de la Parte 66. Empresas de mantenimiento aprobadas. Comprensión detallada de la Parte 145 y de la Parte M, subparte F. Operaciones aéreas. Certificado de Operador Aéreo. Certificación de aeronaves, componentes y equipos a) Generalidades. Comprensión general de la Parte 21 y especificaciones de certificación de la EASA CS-23, 25, 27, 29. b) Documentos. Certificado de aeronavegabilidad. Certificados restringidos de aeronavegabilidad y autorización de vuelo. Certificado de matrícula. Certificado de niveles de ruido. Distribución del peso. Licencia y autorización de emisora de radio. Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de las disposiciones de la Parte 21 relativas al mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de la Parte M. Requisitos nacionales e internacionales aplicables para (si no son anulados por los requisitos de la UE): a) Programas de mantenimiento, inspecciones y comprobaciones de mantenimiento. Directivas de aeronavegabilidad. Boletines de servicio, información de servicio de fabricantes. Modificaciones y reparaciones. Documentación de mantenimiento: manuales de mantenimiento, manual de reparación estructural, catálogo ilustrado de componentes, entre otros. Únicamente para las licencias A y B2: Lista maestra de equipamiento mínimo, lista de equipamiento mínimo, lista de desviaciones de despacho. b) Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Equipamiento mínimo. Vuelos de prueba. Únicamente para las licencias B1 y B2: Requisitos de mantenimiento y despacho ETOPS.

### **4. Sistemas de combustible (ATA 28)**

Funcionamiento de los sistemas de control del motor y medición del combustible, incluido el control electrónico del motor (FADEC). Descripción del sistema. Depósitos de combustible. Sistemas de suministro. Vaciado, purga y drenaje. Alimentación cruzada y transferencia. Indicaciones y avisos. Reabastecimiento y vaciado de combustible. Sistemas de combustible de equilibrado longitudinal. Descripción del sistema y sus componentes.

### **5. Lubricantes, combustibles y sistemas de lubricación**

Funcionamiento. Propiedades y especificaciones. Aditivos del combustible. Precauciones de seguridad. Descripción y componentes del sistema.

### **6. Unidades de potencia auxiliar (APU) (ATA 49)**

Función, funcionamiento y sistemas de protección.

### **7. Sistemas de arranque y encendido (ATA 80). Sistemas de interconexión de cableado eléctrico (EWIS) en la APU, componentes del sistema de combustible y sistemas auxiliares de los aviones con motor de turbina**

Funcionamiento de los sistemas de control del motor y medición del combustible, incluido el control electrónico del motor (FADEC). Descripción del sistema y sus componentes. Funcionamiento y componentes de los sistemas de arranque del motor. Sistemas de encendido y sus componentes. Requisitos de seguridad de mantenimiento.

**Parámetros de contexto de la formación:****Espacios e instalaciones:**

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller. Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

**Perfil profesional del formador o formadora:**

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con la aplicación del mantenimiento/reparación de la Unidad de Potencia Auxiliar (APU) y componentes del sistema de combustible de los aviones con motor de turbina, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

**MÓDULO FORMATIVO 4: MANTENIMIENTO/REPARACIÓN DE LOS SISTEMAS HIDRÁULICOS Y NEUMÁTICOS Y AIRE ACONDICIONADO DE AVIONES CON MOTOR DE TURBINA**

**Nivel: 3**

**Código: MF2549\_3**

**Asociado a la UC: Mantener/ reparar los sistemas hidráulicos y neumáticos y aire acondicionado de aviones con motor de turbina**

**Duración: 330 horas**

**Capacidades y criterios de evaluación:**

C1: Aplicar mantenimiento programado y no programado de los sistemas hidráulicos de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales y reemplazando los elementos defectuosos, asegurando la aeronavegabilidad de la aeronave.

*CE1.1 Realizar comprobaciones visuales en los circuitos hidráulicos, comprobando pérdidas de aceite y que la presión en los diferentes circuitos es la que establece el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, cambiando elementos.*

*CE1.2 Conectar el colector hidráulico al sistema de alta y de baja presión comprobando los elementos y canalizaciones del sistema.*

*CE1.3 Diagnosticar las tuberías de hidráulico de alta presión (HP) y baja presión (LP) verificándolas visualmente con los equipos de prueba y medida (manómetros, bancos de prueba externos, mulas hidráulicas, entre otros), observando que no hay pérdidas de fluido hidráulico (MIL-H- 83282, Skydrol, entre otros), cuarteados evidentes de los latiguitos, roturas, que las tuberías metálicas están conectadas a la masa de la aeronave y que la presión en los diferentes circuitos es la establecida para la instalación, cambiando las tuberías en cada caso.*

*CE1.4 Aplicar la revisión de las bombas de potencia hidráulica principales, haciéndolas funcionar, arrancando la aeronave o con los bancos de prueba, conectándolos en los paneles de servicio para alimentar cada una de las líneas de potencia hidráulica, comprobando que los sistemas funcionan con normalidad y cotejando la lectura de los manómetros con los valores establecidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE1.5 Diagnosticar las bombas eléctricas, bombas accionadas por una turbina de aire Ram Air Turbine (RAT) y bombas manuales, haciéndolas funcionar, sometiendo a la extensión retracción de la RAT, la extensión automática de la turbina de aire RAM, la prueba operativa de extensión manual de RAT, la prueba operativa de la extensión automática de RAT, inspección del elemento filtrante por el aviso diferencia de presión, el ajuste del enclavamiento de la RAT (posición stowed), el ajuste de la turbina de aire RAM, entre otras, verificándolo con el banco de pruebas y observando en los manómetros que los valores se encuentran dentro de los márgenes establecidos y que el fluido circula por todo el sistema sin interrupciones, purgando el sistema, cambiando el filtro o desmontando la caja de engranajes de la turbina de aire RAM (RAT) y las palas de aluminio RAT para su sustitución en cada caso.*

*CE1.6 Comprobar el accionamiento de las bombas del interior de cabina y el botón de -FUEGO- de la sobrecabeza del piloto, reparando los elementos deteriorados del conjunto.*

*CE1.7 Realizar verificación visual de las válvulas del sistema hidráulico (válvulas de retención, válvulas de prioridad, válvulas de alivio de presión, válvulas selectoras) que controlan el fluido, los filtros que mantienen la limpieza del fluido, los colectores de retorno, interruptores de presión, transductores de presión, válvula de alivio y la válvula solenoide de medición de fugas, comprobando que no tienen fugas de aceite hidráulico.*

*CE1.8 Aplicar vacío al sistema de presurización del depósito hidráulico con sangrado de motor o nitrógeno, observando pérdidas de fluido en los elementos (válvulas, cierres, tuberías, entre otras) y asegurando la eliminación de burbujas de aire durante el vuelo en las diferentes condiciones de funcionamiento (temperatura y presión).*

*CE1.9 Aplicar diagnóstico visual en línea de la presión de carga de nitrógeno en acumuladores de energía hidráulica, los indicadores de obstrucción (POP-UP) de alta presión High Pressure (HP), el retorno, el drenaje de la caja de la bomba impulsada por el motor (EDP) y comprobando fugas externas.*

C2: Aplicar mantenimiento programado y no programado de elementos asociados a sistemas hidráulicos, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales

que pueden requerir uso de bancos de prueba externos, reemplazando los elementos defectuosos para restaurar los sistemas.

*CE2.1 Aplicar verificaciones al depósito y sus elementos, utilizando los equipos de comprobación (bombas de vacío, llaves de racor, polímetros, entre otras), observando que no pierde aceite por sus conexiones y que no pierde presión de presurización y reparando el sistema en cada caso, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE2.2 Explicar el proceso de la presurización de los depósitos con el banco de pruebas externo, observando que la presión medida en cada uno de los depósitos y sus elementos es la reflejada en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE2.3 En un supuesto práctico relacionado con los tanques de drenaje hidráulico para asegurar la estanqueidad del conjunto a verificar:*

- Los depósitos, comprobando que no contienen aceite sobrante o de fuga.
- Las tuberías y mangueras rígidas comprobando que están exentas de rozaduras, grietas o deterioros.
- Las válvulas de alivio, comprobando que están exentas de sedimentos.
- La válvula solenoide de control de fugas, siguiendo el protocolo establecido en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.
- El drenaje de los residuos, sacando el tapón de drenaje.

*CE2.4 Explicar el proceso de comprobación y cambio de la bomba eléctrica, los sensores de salida de la bomba, los depósitos de los sistemas hidráulicos (sensor de caudal, presión y temperatura, entre otros), los sistemas de gestión y control (unidad electrónica de control, actuadores, entre otros) que gobiernan la activación/desactivación, utilizando los analizadores digitales, polímetros, entre otros.*

*CE2.5 Explicar la verificación de la unidad de monitoreo del sistema hidráulico, siguiendo el protocolo del Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE2.6 Explicar el sistema de indicación de cantidad de fluido hidráulico (transmisores capacitivos, microinterruptores, entre otros), y sus procesos de verificación, comprobando que marca la cantidad de aceite contenido en el depósito, que los elementos eléctricos envían la señal adecuada en cada caso, utilizando los equipos de prueba y medida (analizadores digitales, polímetros, entre otros).*

C3: Aplicar mantenimiento programado y no programado de los sistemas neumáticos de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos (conductos, elementos de control de presurización, computadores y el interruptor del panel neumático manual BLEED, AIR, válvulas antiretorno de presión baja o intermedia Intermediate Pressure (IP) o Low Pressure (LP), la válvula de alta presión High Pressure Valve (HPV), la válvula reguladora de presión Pressure Regulator Valve (PRV), entre otras.

*CE3.1 Explicar el proceso de comprobación de los conductos del sistema neumático contenidos en el fuselaje, carenado del vientre de la aeronave y las alas para revisar pérdidas.*

*CE3.2 Aplicar diagnóstico de presurización de la aeronave, comprobando la presión diferencial de la cabina, simulando máxima presión, sellando exteriormente las puertas y ventanillas con tela de fibra y encima una lona de caucho, hermética, aplicando vacío sobre las lonas y comprobando que en el sensor de cabina no indica fugas en el interior.*

*CE3.3 Explicar el proceso de comprobación y sustitución de los computadores y el interruptor del panel neumático manual (BLEED, AIR) que controlan el sistema de indicación de suministro de aire.*

*CE3.4 Explicar el proceso de comprobación de la llegada de aire a la cabina, para el anti-hielo y el sistema repelente de lluvia, entre otros, comprobando los sistemas de acondicionamiento (elementos mecánicos a la vista y datos ofrecidos en el panel de control de la cabina del piloto) con el motor de la aeronave en marcha o con el carro de tierra conectado.*

*CE3.5 Explicar el proceso de comprobación y reparación de válvulas antiretorno de presión baja o intermedia (IP o LP), la válvula de alta presión (HPV), la válvula reguladora de presión (PRV) y la válvula de sobrepresión Overpressure Valve (OPV) con los equipos de prueba y medida (colectores, manómetros, entre otros).*

*CE3.6 Explicar el proceso de comprobación y reparación del intercambiador de calor de preenfriador (PRECOOLER), aire a aire (PCE, Precooler Heat-Exchanger), termostato de control de temperatura Temperature Thermostat Control (THC) utilizando los equipos de prueba y medida (manómetros, polímetros, analizadores digitales, entre otros).*

C4: Explicar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas de suministro de aire de sangrado de motor, intercambiador de calor, microinterruptores, PRV y válvula de sobrepresión, entre otras, de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

*CE4.1 Describir el proceso de comprobación de las válvulas de sangrado HP (high pressure) y antiretorno IP o LP (intermediate pressure; low pressure) y el solenoide de activación con los equipos de prueba y medida (colectores, manómetros, polímetro, banco de pruebas, entre otros), explicando la apertura y cierre en diferentes condiciones de funcionamiento.*

*CE4.2 Explicar el procedimiento de comprobación de los elementos del intercambiador de calor (PRECOOLER), la válvula de aire de Fan Air Valve (FAV), el termostato de control y la válvula de regulación de presión con los equipos de prueba y medida (manómetros, polímetro, termómetro, banco de prueba, entre otros).*

*CE4.3 Explicar el principio de funcionamiento, comprobaciones y procesos de sustitución o reparación de los microinterruptores que monitorean las válvulas de FAN, PRV y HP.*

*CE4.4 En un supuesto práctico de comprobación y sustitución de la válvula de presión regulada (PRV) y la válvula de sobrepresión (OPV):*

*-Accionarlas para comprobar su funcionamiento.*

*-Verificar la apertura y cierre en diferentes condiciones de funcionamiento.*

*-Desmontaje/montaje siguiendo el orden establecido en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE4.5 Explicar el proceso de comprobación de los sistemas de sangrado de aire, arrancando motores y verificando con el analizador digital.*

C5: Explicar el proceso de mantenimiento programado y no programado de los sistemas de suministro de aire de sangrado de Auxiliary Power Unit (APU) y sistema de alimentación cruzada de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos.

*CE5.1 Aplicar diagnóstico a la válvula de alimentación cruzada que controla el suministro de aire de sangrado a los sistemas de aire izquierdo y derecho, conectando el equipo de diagnosis y verificando los datos ofrecidos por la unidad electrónica de control y los contenidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE5.2 Explicar el proceso de comprobación de los elementos sensores y las válvulas del conducto de sangrado de aire de la APU y de las alas, haciéndolos funcionar.*

*CE5.3 Explicar el proceso de comprobación de la válvula y el relé de alimentación cruzada, pulsando el interruptor APU BLEED.*

*CE5.4 En un supuesto práctico de comprobación y reparación del sistema de aire de sangrado, sus conductos neumáticos y el sistema de verificación de fugas:*

*- Abrir las puertas de cada góndola del motor.*

*- Conectar el carro de suministro o colector de aire comprimido.*

*- Verificar pérdidas de presión en el sistema observando los manómetros.*

*- Comprobar los sensores de sobrecalentamiento con el analizador digital, comprobando su estado.*

*- Seleccionar la herramienta de desmontaje/montaje.*

*- Sustituir los elementos deteriorados del sistema.*

*CE5.5 Explicar el proceso de comprobación de la resistencia del cable central de los bucles del sistema de detección de sobrecalentamiento y fugas en el sistema de sangrado y la sustitución de sus elementos.*

C6: Aplicar mantenimiento programado y no programado del sistema de aire acondicionado y presurización de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos.

*CE6.1 Explicar el proceso de comprobación y cambio de los elementos del sistema de obstrucción (clogging) con el banco de pruebas y el polímetro, simulando las situaciones positivas de obstrucción.*

*CE6.2 Explicar el proceso de comprobación y cambio de los ventiladores de recirculación, conectando el sistema y observando que el motor se pone en funcionamiento, comprobando que se mueven los alabes para impulsar el aire, reparando o sustituyendo los elementos defectuosos por unos nuevos en cada caso, con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), para asegurar el funcionamiento de sistema.*

*CE6.3 Explicar el proceso de comprobación, de los interruptores térmicos comprobando con el equipo de prueba y medida (polímetro, analizador, entre otros), verificando que la tensión está dentro de los parámetros establecidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, sustituyéndolos en cada caso y asegurando que el sistema al llegar a la máxima temperatura de diseño corta el suministro eléctrico al motor.*

*CE6.4 Explicar el proceso de comprobación y cambio de las válvulas de recirculación, haciéndolas funcionar con la palanca mecánica, conectando el actuador para accionar la válvula de mariposa y utilizando el equipo de prueba y medida.*

*CE6.5 Aplicar el mantenimiento del sistema de recirculación, cambiando los filtros y observando en el computador el aviso de bloqueo.*

*CE6.6 Explicar el sistema de verificación con el analizador digital del sistema eléctrico y protecciones de los ventiladores del sistema de fan, conectándose a los componentes que constituyen el circuito, analizando su situación, cambiando los que estén en mal estado en cada caso.*

*CE6.7 Aplicar un proceso de limpieza y control de la temperatura al Sistema de Control Ambiental asegurando el acondicionamiento del aire.*

*CE6.8 Aplicar la comprobación de los elementos del Sistema de Enfriamiento del Aire Acondicionado, compresor, condensador, evaporador, válvulas y tuberías, observando fugas de gases fluorados mediante equipos de succión y limpieza, posicionando el mando de activación en modo manual y automático, comprobando que el compresor engancha la temperatura de salida con termómetros o sondas de temperatura.*

**C7:** Explicar el proceso de mantenimiento programado y no programado de ventilación de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos y siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

*CE7.1 Ejecutar comprobación del sistema de aire acondicionado de la cabina de pilotos, observando los conductos de aireación, la temperatura y la presión diferencial.*

*CE7.2 Ejecutar comprobación del sistema de ventilación y recirculación del centro de control de vídeo o entretenimiento al pasaje, utilizando banco de pruebas, equipos de humo y polímetros, entre otros.*

*CE7.3 Explicar el proceso de verificación del sistema de ventilación de cocinas y lavabos con el banco de prueba diferencial comprobando el funcionamiento del sistema.*

*CE7.4 Aplicar comprobación al sistema de ventilación del compartimento del equipo de aire acondicionado asegurando la refrigeración de los equipos.*

*CE7.5 Explicar la verificación del sistema de refrigeración del compartimento de aire acondicionado, sus componentes asociados (la válvula de entrada de aire de sangrado, sensor de presión diferencial y el actuador de la compuerta de entrada aire, entre otros) y al turboventilador, utilizando banco de pruebas, polímetros, entre otros.*

*CE7.6 Ejecutar reparación y comprobación del sistema de ventilación del compartimento de equipos eléctricos/electrónicos, utilizando el manómetro, termómetro, realizando una prueba funcional de humo y utilizando los bancos de prueba.*

*CE7.7 Aplicar comprobación al sistema de extracción de aire, del compartimento eléctrico/electrónico, del Fan Air Valve (FAV) de entrada, el de extracción a los racks, sistema de drenaje de agua, el de la válvula de extracción de aire por efecto Venturi, utilizando banco de pruebas, polímetros, entre otros.*

**C8:** Explicar el proceso de mantenimiento programado y no programado de ventilación de compartimento de carga, el sistema de presurización y el sistema de calefacción del aire de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos, para restaurar los componentes afectados.

*CE8.1 Aplicar proceso de reparación y comprobación al fan de ventilación, utilizando banco de pruebas, polímetros, entre otros.*

*CE8.2 Explicar proceso de comprobación con la máquina simuladora de humo, utilizando banco de pruebas y polímetros.*

*CE8.3 Explicar proceso de comprobación del sistema de control y monitoreo de presurización del avión, introduciendo aire a presión.*

*CE8.4 Explicar proceso de comprobación y cambio de elementos de los sistemas de válvulas de control y alivio de sobrepresión de la aeronave, utilizando analizadores digitales y polímetros, entre otros.*

*CE8.5 Explicar proceso de comprobación del sistema de cierre total de válvulas en condición de amerizaje, utilizando líquidos reveladores.*

*CE8.6 Ejecutar reparación y diagnóstico de los sistemas de calefacción del aire con los equipos de prueba y medida (termómetro, analizador digital, polímetros, entre otros).*

*CE8.7 Ejecutar reparación y diagnóstico del sistema de calefacción del compartimento de carga para transportar animales vivos, utilizando los equipos de prueba y medida (termómetro, analizador digital, polímetros, entre otros).*

*CE8.8 Cumplimentar un certificado de aptitud para un servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de una aeronave tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el*

*personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.*

### **Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo:**

C1 completa; C2 completa; C3 completa; C4 completa; C5 completa; C6 completa; C7 completa; C8 completa.

Otras capacidades:

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Demostrar resistencia al estrés, estabilidad de ánimo y control de impulsos.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

Valorar el talento y el rendimiento profesional con independencia del sexo.

Promover la igualdad de trato entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

### **Contenidos:**

#### **1. Herramientas, materiales y equipos en sistemas hidráulicos y neumáticos y aire acondicionado de aviones con motor de turbina**

Tipos comunes de herramientas manuales. Tipos comunes de herramientas mecánicas. Manejo y utilización de herramientas de medición de precisión. Equipos y métodos de lubricación. Funcionamiento, función y utilización de equipos de comprobaciones eléctricas generales. Materiales de aeronaves Ferrosos. Materiales de aeronaves No ferrosos. Materiales compuestos y no metálicos. Corrosión. Dispositivos de fijación. Tuberías y empalmes. Resortes. Cojinetes. Transmisiones. Cables de mando. Cables eléctricos y conectores.

#### **2. Física, matemáticas y factores humanos en sistemas hidráulicos y neumáticos y aire acondicionado de aviones con motor de turbina**

Mecánica. Estática. Cinética. Dinámica. Dinámica de fluidos. Termodinámica. Generalidades. La necesidad de tener en cuenta los factores humanos. Incidentes

imputables a factores humanos/errores humanos. Ley «de Murphy». Rendimiento y limitaciones humanas. Vista. Oído. Asimilación de información. Atención y percepción. Memoria. Claustrofobia y acceso físico. Psicología social Responsabilidad: individual y de grupo. Motivación y desmotivación. Presión de los compañeros. Aspectos culturales. Trabajo en equipo. Dirección, supervisión y liderazgo. Factores que afectan al rendimiento Estado físico/salud. Estrés: doméstico y relacionado con el trabajo. Trabajo bajo presión y fechas límites. Carga de trabajo: sobrecarga, falta de trabajo. Sueño y fatiga, trabajo por turnos. Alcohol, medicación, abuso de drogas. Entorno físico. Ruido, humos y vapores tóxicos. Iluminación. Clima y temperatura. Movimiento y vibración. Entorno de trabajo. Tareas. Trabajo físico. Tareas repetitivas. Inspección visual. Sistemas complejos. Comunicación dentro de un equipo y entre equipos. Grabaciones y anotaciones de trabajo. Error humano. Teorías y modelos de error. Tipos de errores en tareas de mantenimiento. Consecuencias de los errores (ejemplo: accidentes). Cómo evitar y controlar los errores. Riesgos laborales. Reconocimiento y forma de evitar los riesgos. Reacción ante emergencias.

### **3. Legislación aplicada al mantenimiento en sistemas hidráulicos y neumáticos y aire acondicionado de aviones con motor de turbina**

Marco regulador. Papel de la Organización de Aviación Civil Internacional. Papel de la Comisión Europea. Papel de la EASA. Papel de los Estados miembros y las autoridades nacionales de aviación. Personal certificador. Mantenimiento. Comprensión detallada de la Parte 66. Empresas de mantenimiento aprobadas. Comprensión detallada de la Parte 145 y de la Parte M, subparte F. Operaciones aéreas. Certificado de Operador Aéreo. Certificación de aeronaves, componentes y equipos a) Generalidades. Comprensión general de la Parte 21 y especificaciones de certificación de la EASA CS-23, 25, 27, 29. b) Documentos. Certificado de aeronavegabilidad. Certificados restringidos de aeronavegabilidad y autorización de vuelo. Certificado de matrícula. Certificado de niveles de ruido. Distribución del peso. Licencia y autorización de emisora de radio. Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de las disposiciones de la Parte 21 relativas al mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de la Parte M. Requisitos nacionales e internacionales aplicables para (si no son anulados por los requisitos de la UE): a) Programas de mantenimiento, inspecciones y comprobaciones de mantenimiento. Directivas de aeronavegabilidad. Boletines de servicio, información de servicio de fabricantes. Modificaciones y reparaciones. Documentación de mantenimiento: manuales de mantenimiento, manual de reparación estructural, catálogo ilustrado de componentes, entre otros. Únicamente para las licencias A y B2: Lista maestra de equipamiento mínimo, lista de equipamiento mínimo, lista de desviaciones de despacho. b) Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Equipamiento mínimo. Vuelos de prueba. Únicamente para las licencias B1 y B2: Requisitos de mantenimiento y despacho ETOPS.

### **4. Tuberías y empalmes**

Identificación y tipos de tuberías rígidas y flexibles y sus empalmes, utilizadas en aeronaves. Empalmes estándar de tuberías del sistema hidráulico, de combustible, de aceite, neumático y del sistema de aire en aeronaves.

### **5. Tren de aterrizaje (ATA 32)**

Estructura, amortiguación. Sistemas de extensión y retracción: normales y de emergencia. Indicaciones y avisos. Ruedas, frenos, sistemas antideslizamiento y de frenado automático. Neumáticos. Dirección. Dispositivo de detección de toma de tierra.

**6. Sistemas de combustible (ATA 28)**

Descripción del sistema. Depósitos de combustible. Sistemas de suministro. Vaciado, purga y drenaje. Alimentación cruzada y transferencia. Indicaciones y avisos. Reabastecimiento y vaciado de combustible. Sistemas de combustible de equilibrado longitudinal.

**7. Potencia hidráulica (ATA 29)**

Descripción del sistema. Fluidos hidráulicos. Depósitos y acumuladores hidráulicos. Generación de presión: eléctrica, mecánica, neumática. Generación de presión de emergencia. Filtros. Regulación de presión. Distribución de potencia. Sistemas de indicación y aviso. Interfaz con otros sistemas.

**8. Aire acondicionado y presurización de cabina (ATA 21)**

Suministro de aire. Fuentes de suministro de aire, incluidos el sangrado del motor, la APU y grupos de tierra. Aire acondicionado. Sistemas de aire acondicionado. Máquinas de ciclo de aire y de vapor. Sistemas de distribución. Sistemas de control del caudal, la temperatura y la humedad. Presurización. Sistemas de presurización. Control e indicación, incluidas las válvulas de regulación y seguridad. Reguladores de la presión en cabina. Dispositivos de seguridad y alerta. Dispositivos de protección y alerta.

**9. Sistemas neumáticos y de vacío (ATA 36)**

Descripción del sistema. Fuentes: motor/APU, compresores, depósitos, suministro en tierra. Regulación de la presión. Distribución. Indicaciones y avisos. Interfaz con otros sistemas.

**Parámetros de contexto de la formación:****Espacios e instalaciones:**

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller. Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

**Perfil profesional del formador o formadora:**

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con la aplicación del mantenimiento/reparación de los sistemas hidráulicos y neumáticos y aire acondicionado de aviones con motor de turbina, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

## **MÓDULO FORMATIVO 5: MANTENIMIENTO/REPARACIÓN DE LOS MANDOS DE VUELO Y TREN DE ATERRIZAJE DE AVIONES CON MOTOR DE TURBINA**

**Nivel: 3**

**Código: MF2550\_3**

**Asociado a la UC: Mantener/reparar los mandos de vuelo y tren de aterrizaje de aviones con motor de turbina**

**Duración: 330 horas**

### **Capacidades y criterios de evaluación:**

C1: Aplicar mantenimiento programado y no programado de mandos de vuelo en sistemas de accionamiento manual directo, indirecto y sistemas energizados de apoyo hidráulicos, eléctricos o neumáticos en hangar o línea, diagnosticando averías, realizando pruebas operacionales que pueden requerir simulaciones complejas o el uso de bancos de prueba externos, y reemplazando los elementos defectuosos que no superen las pruebas reflejadas en la documentación técnica, asegurando la funcionalidad de todas las superficies de control del vuelo.

*CE1.1 En un supuesto práctico de mantenimiento y reparación de los elementos que componen el sistema de mandos de vuelo para controlar la gobernanza de la aeronave:*

*- Seleccionar la sección de mandos de vuelo en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave para anotar los datos de comprobación.*

*- Anotar los trabajos de mantenimiento a realizar para el mantenimiento de los mandos de vuelo.*

*- Realizar un chequeo del sistema visualmente y con el analizador digital, anotando los elementos en mal estado.*

*- Rellenar ficha de trabajo para tener una trazabilidad de mantenimiento.*

*CE1.2 Aplicar ajustes, comprobaciones y sustituciones de los elementos de actuación del sistema de mandos de vuelo primarios, superficies móviles de actuación (alerones, timones de profundidad y dirección, elevones y flaperones, canard de control y sustentación, ruddervators, entre otros), así como sus aletas auxiliares y de control (tab).*

*CE1.3 Aplicar ajustes, comprobaciones y sustituciones de los elementos de actuación del sistema de mandos de vuelo secundarios, superficies móviles de actuación (flaps, slats, spoilers, entre otros), con extensiones mediante carriles, barras articuladas y articulaciones de batimiento.*

*CE1.4 Aplicar ajustes, comprobaciones y sustituciones a los componentes encargados de la transmisión del movimiento en los mandos de vuelo, controles de actuación en el Cockpit, cables de mando y poleas, barras de actuación, elementos de giro, elementos amortiguadores de movimiento, Pressure Control Unit (PCU), servo actuadores hidráulicos, eléctricos y neumáticos, utilizando útiles dinamométricos, bancos de presión hidráulica, neumática y equipos de comprobación eléctrica.*

*CE1.5 Aplicar ajustes, comprobaciones y sustituciones a los elementos de control e indicación del movimiento de las superficies de actuación de los mandos de vuelo, transmisores de posición (lineales, rotatorios, magnéticos) y sus instrumentos de indicación, servo controles de actuación del sistema de vuelo automático, válvulas selectoras, check, solenoides de actuación, entre otros, utilizando equipos o bancos de prueba externos y realizando pruebas operacionales.*

*CE1.6 Someter a inspección visual y con equipos de comprobación de daños estructurales a los componentes o elementos desmontados del sistema de mandos de vuelo.*

*CE1.7 Diagnosticar averías de los elementos eléctricos en el sistema de mandos de vuelo (sensores de proximidad, transmisores de posición, servoactuadores, Linear Variable Differential Transformer (LVDT), Rotary Variable Differential Transformer (RVDT), instalaciones eléctricas, instrumentos de indicación, entre otros), usando equipos de prueba y medida.*

*CE1.8 Aplicar técnicas de comprobación de las líneas de distribución hidráulicas, neumáticas del sistema de mandos de vuelo y controlando las presiones de trabajo y estanqueidad con los equipos de prueba y medida (manómetros, bancos de prueba, entre otros).*

*CE1.9 Explicar el proceso de comprobación en rampa de las superficies aerodinámicas de mandos de vuelo primarios (alergones, timones de profundidad y dirección, elevones y flaperones, canard de control y sustentación, ruddervators, entre otros), así como sus aletas auxiliares y de control (tab), los elementos de actuación de los mandos de vuelo secundarios (flaps y slats con extensiones mediante carriles, barras articuladas, articulaciones de batimiento y spoilers), cables de mando y poleas, barras de actuación, elementos de giro, elementos amortiguadores de movimiento, PCU, servo actuadores hidráulicos, eléctricos y neumáticos, instrumentos de indicación en el Cockpit de la aeronave.*

**C2:** Aplicar el mantenimiento programado y no programado del sistema de mandos de vuelo, de aeronaves equipadas con sistemas de transmisión de mando por medios eléctricos (flybywire) en hangar o línea, diagnosticando las averías reportadas, realizando pruebas operacionales que pueden requerir simulaciones complejas o el uso de bancos de prueba externos y reemplazando los elementos defectuosos que no superen las pruebas reflejadas en la documentación técnica, asegurando la funcionalidad de todas las superficies de control.

*CE2.1 Aplicar técnicas de mantenimiento y reparación de los elementos que componen el sistema de mandos de vuelo siguiendo el plan de mantenimiento.*

*CE2.2 Aplicar técnicas de mantenimiento, ajuste y reparación de los elementos de actuación del sistema de mandos de vuelo primarios, superficies móviles de actuación (alergones, timones de profundidad y dirección, elevones y flaperones, canard de*

*control y sustentación, ruddervators, entre otros), realizando pruebas operacionales que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos.*

*CE2.3 Aplicar técnicas de mantenimiento, ajuste y reparación de los elementos de actuación de los mandos de vuelo secundarios, superficies móviles de actuación (flaps y slats, con extensiones mediante carriles, barras articuladas, articulaciones de batimiento y spoilers), realizando pruebas operacionales que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos.*

*CE2.4 Aplicar técnicas de mantenimiento, ajuste y reparación de los componentes de actuación del sistema de mandos de vuelo eléctrico (flybywire), PCU, servo actuadores y motores (eléctricos e hidráulicos), transmisiones de movimiento, válvulas eléctricas e hidráulicas, puntos de giro, amortiguadores de esfuerzos, entre otros, usando bancos de presión hidráulica, neumática y equipos de diagnóstico.*

*CE2.5 Aplicar técnicas de mantenimiento, ajuste y reparación de los elementos de control e indicación del sistema de mandos de vuelo eléctrico (flybywire), Sidestick o volante de control, Pedal Feel and TrimUnit (PFTU), computadores de control y gestión de órdenes de mando, computadores de monitoreo, transmisores de posición (lineales, rotatorios, magnéticos, RVDT, LVDT, unidades de detección de asimetría, entre otros), solenoides de actuación, elementos de indicación en cabina, entre otros, realizando comprobaciones sencillas (resistencia, tensión, continuidad, entre otros).*

*CE2.6 Aplicar bite test y pruebas operacionales a los elementos mecánicos de actuación desmontados del sistema de mandos de vuelo eléctrico (flybywire).*

*CE2.7 Aplicar técnicas de verificación de los elementos eléctricos en el sistema de mandos de vuelo eléctrico (fly by wire), sensores de proximidad, transmisores de posición, servoactuadores, LVDT, RVDT, líneas de cableado de transmisión de datos, señales discretas y alimentaciones eléctricas, instrumentos de indicación, entre otros, comprobando previamente con los equipos de prueba y medida (polímetros, fuentes de alimentación, entre otros), y siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE2.8 Aplicar técnicas de mantenimiento y reparación de las líneas de distribución hidráulicas y neumáticas del sistema de mandos de vuelo eléctrico (flybywire), utilizando manómetros, bancos de prueba, entre otros.*

**C3:** Aplicar el mantenimiento programado y no programado del tren de aterrizaje de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos, restaurando los componentes afectados.

*CE3.1 Elevar la aeronave colocándola sobre tres gatos, apoyándolos sobre los puntos marcados como JACK-POINTS, comprobando que está nivelada longitudinalmente y transversalmente con plomadas y niveles de burbuja, asegurándola y comprobando que la altura libre al suelo permite la libre extensión y retracción del tren de aterrizaje de acuerdo con el manual de mantenimiento de la aeronave.*

*CE3.2 En un supuesto práctico de verificación del tren de aterrizaje, comprobar:*

*- El eje del tren de aterrizaje no está deteriorado, limpiando con un trapo de algodón que no deje pelusa y un limpiador no acuoso, observando que está libre de óxido o*

dañado y reparando en cada caso, aplicando el compuesto preventivo (anticorrosivo) con brocha y con las espátulas no metálicas para suavizar los bordes, verificando que el grosor no supera los límites máximos y que el color está igualado en toda la pieza.

- El tren de aterrizaje principal, comprobando sus accesorios principales (pistón deslizante, viga del carretón, recortador de inclinación, sistema acortador del tren, conjunto de suspensión lateral, conjunto de pasadores de bloqueo, enlace de torque inferior, enlaces de articulación superior e inferior, actuador Lockstay), comprobando que no hay signos de corrosión, grietas, deterioro excesivo, golpes punzantes, abolladuras y rebabas en el cromo, utilizando la iluminación suficiente para detectar los daños y herramientas especiales (micrómetros, calibres, relojes comparadores, entre otros), reparando los elementos deteriorados siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

- La carga de nitrógeno de los amortiguadores del tren principal, instalando el adaptador en la válvula de carga y su manómetro, midiendo la extensión, la temperatura de la superficie del pistón, usando un termómetro digital o laser y registrando los datos para cotejarlos con los marcados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, realizando la carga de nitrógeno necesario en cada caso, utilizando un equipo de carga de nitrógeno de alta presión, retirando los equipos y haciendo una prueba de fugas de la válvula de purga/inflado, utilizando el KIT de pérdidas.

- El amortiguador del tren principal, observando pérdidas de aceite por el vástago, cambiando la activación de la junta primaria a la junta secundaria en cada caso, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), revisando las pérdidas en días sucesivos de ciclos normales del avión, sustituyendo la junta primaria si se confirman fugas, para ajustar la estanqueidad del sistema.

CE3.3 Aplicar montaje y desmontaje al conjunto, quitando las tuercas y tornillos de los bulones de sujeción, desacoplándolo del avión, soltando y quitando líneas hidráulicas, eléctricas que lo unen a la aeronave, las ruedas y frenos, apoyándolo en la cuna de transporte, utilizando una plomada y cinta adhesiva para marcar las líneas de referencia, drenando los fluidos hidráulicos y nitrógeno del amortiguador, utilizando las herramientas de acortamiento del tren de aterrizaje, retirándolo del avión y montando la nueva unidad reacondicionada, según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CE3.4 Explicar el proceso de sustitución de la viga del carretón del tren de aterrizaje principal manteniendo los elementos del tren de aterrizaje.

CE3.5 Aplicar desmontaje y montaje de la viga del carretón, con el tren de aterrizaje suspendido y sujeto con eslingas, desmontando las ruedas y conjuntos de frenos, retirando los soportes de equipo adicional del carretón, desacoplando del amortiguador del tren y desconectando los conectores eléctricos e hidráulicos del tren de aterrizaje al carretón, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), y calzos de madera, montando el nuevo elemento en el orden inverso, dándole el apriete a los tornillos y tuercas con el torquímetro y utilizando el hidráulico asignado al circuito.

C4: Aplicar operaciones de mantenimiento programado y no programado del tren de aterrizaje principal de la aeronave en el hangar, realizando sustituciones, diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales y reemplazando los elementos defectuosos.

*CE4.1 Aplicar técnicas de comprobación del sistema de Bogie Alignment Pitch Trimmer (sistema de acortamiento y alineación del carretón) y sus componentes y los elementos adyacentes.*

*CE4.2 Realizar operaciones de comprobación del conjunto del soporte lateral del tren (Side Stay Assembly), el mantenedor de posición bloqueada (Lock Stay), el mantenedor de posición lateral (Side Stay), los resortes de bloqueo del Lock Stay (Lock Springs), los arneses eléctricos y tuberías hidráulicas.*

*CE4.3 Explicar el proceso de comprobación y regulación de las compuertas del tren principal y del morro, ajustando las puertas y regulando los rodillos, cables de accionamiento, entre otras.*

*CE4.4 Explicar el proceso de verificación y mantenimiento de un tren de aterrizaje después de un excesivo giro del tren, giro del tractor de arrastre o por el mal funcionamiento del sistema de dirección.*

*CE4.5 Aplicar proceso de comprobación del tren de aterrizaje, utilizando el banco de prueba hidráulico de alta capacidad y los inerciales del avión.*

*CE4.6 Realizar inspecciones visuales y reparaciones a las unidades de bloqueo del tren de aterrizaje, de la puerta y los rodillos, observando daños, grietas, corrosión, desgastes excesivos, pérdidas de aceite por las conexiones, etiquetas colocadas en las cerraduras de los trenes y en las cerraduras de las puertas.*

*CE4.7 Realizar comprobaciones de sensores de proximidad, sensores de objetivo (targets), entre otros y sustituirlos.*

*CE4.8 Realizar análisis y sustitución del computador de control de extensión/retracción con el analizador digital y sus elementos asociados, chequeando el sistema o sustituyendo el componente deteriorado.*

C5: Aplicar operaciones de mantenimiento programado y no programado de los sistemas de caída libre del tren, ruedas y frenos de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos y utilizando el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

*CE5.1 En un supuesto práctico de verificación de la caída libre del tren de aterrizaje para confirmar su salida:*

- Subir el avión con los gatos de elevación.
- Configurar el avión en modo vuelo.
- Recoger el tren de aterrizaje.
- Abrir las puertas.

- *Desbloquear trenes.*
- *Verificar los elementos.*
- *Aflojar las tuercas del eje y extraerlo para la sustitución de elementos.*
- *Montar en orden inverso siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*
- *Recoger el tren con el banco hidráulico.*

*CE5.2 Aplicar técnicas de proceso de inflado de los neumáticos, utilizando el equipo de hinchado y control de presión, tomando lectura de los manómetros.*

*CE5.3 Explicar el proceso de comprobación del eje de rueda y el casquillo del eje de los bujes, comprobando el diámetro externo del eje y del diámetro interno del casquillo, observando que no hay grietas ni corrosión, mediante líquidos fluorescentes penetrantes, micrómetros, calibres y relojes comparadores, entre otros, reemplazando los elementos deteriorados, usando los equipos de extracción y la herramienta común (llaves de vaso, de codo, fijas, torquímetros, entre otros), restituyendo el sistema de rodaje.*

*CE5.4 Aplicar técnicas de cambio de ruedas del tren principal colocando el CHOCK-WHEEL (calzo) en posición para las ruedas (tren de aterrizaje principal), elevando la aeronave.*

*CE5.5 Aplicar técnicas de proceso de verificación y cambio del conjunto de freno, retirando el neumático, liberando la presión hidráulica, los conectores eléctricos, los racores de las tuberías, observando el estado del paquete de frenos y su límite de desgaste, sustituyendo el conjunto.*

*CE5.6 Explicar el proceso de comprobación del tacómetro de velocidad de la rueda, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE5.7 Explicar el proceso de sangrado del sistema de frenos asegurando la eficacia y eficiencia de frenado.*

*CE5.8 Explicar el proceso bite test para la verificación del ordenador de control, comprobando las averías del sistema y tomando decisiones de reparación.*

**C6:** Aplicar operaciones de mantenimiento programado y no programado de los sistemas asociados al frenado del avión, a la dirección y al sistema de indicación de presión de las ruedas en el hangar, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos y usando el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

*CE6.1 Explicar el proceso de verificación del acumulador de frenos, instalando manómetros en la entrada del sistema y en los acumuladores de presión y siguiendo el Manual de mantenimiento de la Aeronave.*

*CE6.2 Realizar procesos de verificación y sustitución del freno de estacionamiento, observando la temperatura y sustituyendo los paquetes de frenos.*

*CE6.3 Explicar el proceso de verificación y reparación del fan de ventilación de enfriamiento de los frenos.*

*CE6.4 Explicar el proceso de cambio y verificación del sensor de presión de ruedas asegurando el hinchado del neumático.*

*CE6.5 Explicar el proceso de reparación y comprobación del sistema de dirección de tren de morro, utilizando un cuadrante graduado en el tramo de giro y siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE6.6 Explicar el proceso de sustitución y comprobación del ángulo de la dirección y sus sensores de indicación, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE6.7 Explicar el proceso de comprobación de los sensores de proximidad y sus elementos asociados, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE6.8 Cumplimentar un certificado de aptitud para un servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de una aeronave tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.*

**C7:** Aplicar el mantenimiento programado y no programado del sistema de tren de aterrizaje actuado electromecánicamente, realizando inspección visual, ajustes, chequeos de verificación, entre otros, reparando o sustituyendo elementos deteriorados o por límite de horas, ciclos o calendario, asegurando el buen estado del tren y estructura de la aeronave.

*CE7.1 En un supuesto práctico de inspección visual del tren de aterrizaje, comprobar:*

*- La caja de engranajes, el motor eléctrico, switches y conexión de actuadores, observando fugas, desgaste, daños, fijación, ruidos extraños y utilizando el equipo de control y medida (equipos de diagnóstico, polímetros, entre otros), y chequeando el nivel de aceite.*

*- Las llantas y neumáticos por grietas, corrosión, desgaste e inflado de neumático y condición y desgaste de los cojinetes, sustituyendo en cada caso.*

*- Los componentes (SHOCK STRUT, SLIDING, DRAG BRACE, barras de retracción, entre otros), uniones de actuación, dirección y shimmy damper, con la ayuda de linternas y espejos, por grietas, amarre, fijación, presión y fugas de hidráulico.*

*CE7.2 Aplicar puesta en marcha del tren de aterrizaje con la ayuda de una fuente eléctrica externa entregando y manteniendo  $28.25 \pm 0.25$  VDC, durante los ciclos de extensión y retracción del tren, comprobando las compuertas, las luces del sistema de extensión/retracción, bocina de aviso, tensión del cable de bloqueo arriba, libre actuación de la manivela de extensión de emergencia y ajuste de los switches de seguridad y recorrido, asegurando la salida de las ruedas.*

C8: Aplicar la revisión general (overhaul) del conjunto tren de aterrizaje (Landing Gear, Drag Brace, actuadores, llantas, frenos, Steering, caja de engranajes del tren, entre otros), realizando el desmontaje, limpieza, inspección, reparación y sustituciones en cada caso, reensamblado y comprobando su funcionamiento, asegurando su completa conformidad con todas las tolerancias de servicio aplicables especificadas en las instrucciones del titular del certificado de tipo o del fabricante para la aeronavegabilidad continuada, siguiendo las instrucciones de los Manuales de Overhaul de Motor y Accesorios.

*CE8.1 En un supuesto práctico de revisión overhaul de los elementos del tren de aterrizaje (amortiguadores, actuadores del tren de aterrizaje, paquetes de frenos, entre otros), desmontar:*

*- Los elementos del tren de aterrizaje utilizando herramienta estándar y extractores específicos, desechando juntas, pasadores, casquillos, pastillas de frenos y tornillería, limpiando las piezas principales con desengrasantes aplicables a spray/cepillo, utilizando soluciones salinas, disolventes, productos abrasivos, ultrasonidos, comprobando visualmente desgaste, corrosión y estado general.*

*- Cada subconjunto del tren de aterrizaje, colocándolo en una mesa de trabajo independiente, realizando el lavado preliminar utilizando desengrasantes y cepillos, para el acondicionamiento previo al desmontaje.*

*CE8.2 En un supuesto práctico de revisión overhaul de los elementos del tren de aterrizaje (amortiguadores, actuadores del tren de aterrizaje, paquetes de frenos, entre otros), comprobar:*

*- Las piezas (actuadores, llantas, frenos, Steering, caja de engranajes del tren, entre otros) por daños superficiales evidentes, grietas, corrosiones, sobretemperatura (en los paquetes de freno) y desgastes, visualmente y con los equipos de prueba y medida (calibres pie de rey, relojes comparadores, calibres de interiores, entre otros), verificando anchos, espesores y controlando que están por encima de las dimensiones mínimas indicadas en el Manual de Overhaul, sustituyéndolas en cada caso.*

*- Las piezas (Strut, sliding, torque knees, drag braces, wheels, piston housings, entre otras) por grietas y corrosión mediante Ensayos No Destructivos, empleando las técnicas de Líquidos Penetrantes, Partículas Magnéticas y Corrientes Inducidas para las piezas metálicas, ensayando las sometidas a alta temperatura (paquetes de frenos) con durómetros (rockwell/brinell) e inspeccionando con sondas de conductividad eléctrica que sus cualidades de resistencia están dentro de los límites de diseño del fabricante.*

*CE8.3 En un supuesto práctico de restauración y protección de los Strut, sliding, torque knees, drag braces, wheels, piston housings, entre otras:*

*- Retirar la pintura con decapantes químicos y proyección de cáscara de nuez, puliendo, eliminando corrosiones, restos de suciedad, muescas y abolladuras, utilizando limas, esmeriles u otros abrasivos, soluciones cáusticas, lavando y secando con aire, midiendo por segunda vez tras la restauración.*

*- Protegerla superficialmente de la corrosión aplicando Alodine/Bonderite, imprimación y pintura final y restaurando cromados y cadmiados.*

*CE8.4 Explicar el montaje de cada subconjunto del tren de aterrizaje, la unión de los elementos en orden inverso al desmontaje y siguiendo las indicaciones del Manual de Overhaul, el par de apriete dado a las tuercas y tornillos con la llave dinamométrica, lubricación y presión de nitrógeno al sistema.*

**Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo:**

C1 completa; C2 completa; C3 completa; C4 completa; C5 completa; C6 completa; C7 completa; C8 completa.

Otras capacidades:

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Demostrar resistencia al estrés, estabilidad de ánimo y control de impulsos.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

Valorar el talento y el rendimiento profesional con independencia del sexo.

Promover la igualdad de trato entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

**Contenidos:**

**1. Herramientas, materiales y equipos de los mandos de vuelo y tren de aterrizaje de aviones con motor de turbina**

Tipos comunes de herramientas manuales. Tipos comunes de herramientas mecánicas. Manejo y utilización de herramientas de medición de precisión. Equipos y métodos de lubricación. Funcionamiento, función y utilización de equipos de comprobaciones eléctricas generales. Materiales de aeronaves. Ferrosos. Materiales de aeronaves No ferrosos. Materiales compuestos y no metálicos. Corrosión. Dispositivos de fijación. Tuberías y empalmes. Resortes. Cojinetes. Transmisiones. Cables de mando. Cables eléctricos y conectores.

**2. Física, matemáticas y factores humanos aplicada a los mandos de vuelo y tren de aterrizaje de aviones con motor de turbina**

Mecánica. Estática. Cinética. Dinámica. Dinámica de fluidos. Termodinámica. Generalidades. La necesidad de tener en cuenta los factores humanos. Incidentes imputables a factores humanos/errores humanos. Ley «de Murphy». Rendimiento y limitaciones humanas. Vista. Oído. Asimilación de información. Atención y percepción.

Memoria. Claustrofobia y acceso físico. Psicología social Responsabilidad: individual y de grupo. Motivación y desmotivación. Presión de los compañeros. Aspectos culturales. Trabajo en equipo. Dirección, supervisión y liderazgo. Factores que afectan al rendimiento Estado físico/salud. Estrés: doméstico y relacionado con el trabajo. Trabajo bajo presión y fechas límites. Carga de trabajo: sobrecarga, falta de trabajo. Sueño y fatiga, trabajo por turnos. Alcohol, medicación, abuso de drogas. Entorno físico Ruido, humos y vapores tóxicos. Iluminación. Clima y temperatura. Movimiento y vibración. Entorno de trabajo. Tareas Trabajo físico. Tareas repetitivas. Inspección visual. Sistemas complejos. Comunicación dentro de un equipo y entre equipos. Grabaciones y anotaciones de trabajo. Error humano Teorías y modelos de error. Tipos de errores en tareas de mantenimiento. Consecuencias de los errores (ejemplo: accidentes). Cómo evitar y controlar los errores. Riesgos laborales Reconocimiento y forma de evitar los riesgos. Reacción ante emergencias.

### **3. Legislación aplicada al mantenimiento de los mandos de vuelo y tren de aterrizaje de aviones con motor de turbina**

Marco regulador. Papel de la Organización de Aviación Civil Internacional. Papel de la Comisión Europea. Papel de la EASA. Papel de los Estados miembros y las autoridades nacionales de aviación. Personal certificador. Mantenimiento. Comprensión detallada de la Parte 66. Empresas de mantenimiento aprobadas. Comprensión detallada de la Parte 145 y de la Parte M, subparte F. Operaciones aéreas. Certificado de Operador Aéreo. Certificación de aeronaves, componentes y equipos a) Generalidades. Comprensión general de la Parte 21 y especificaciones de certificación de la EASA CS-23, 25, 27, 29. b) Documentos. Certificado de aeronavegabilidad. Certificados restringidos de aeronavegabilidad y autorización de vuelo. Certificado de matrícula. Certificado de niveles de ruido. Distribución del peso. Licencia y autorización de emisora de radio. Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de las disposiciones de la Parte 21 relativas al mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de la Parte M. Requisitos nacionales e internacionales aplicables para (si no son anulados por los requisitos de la UE): a) Programas de mantenimiento, inspecciones y comprobaciones de mantenimiento. Directivas de aeronavegabilidad. Boletines de servicio, información de servicio de fabricantes. Modificaciones y reparaciones. Documentación de mantenimiento: manuales de mantenimiento, manual de reparación estructural, catálogo ilustrado de componentes, entre otros. Únicamente para las licencias A y B2: Lista maestra de equipamiento mínimo, lista de equipamiento mínimo, lista de desviaciones de despacho. b) Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Equipamiento mínimo. Vuelos de prueba. Únicamente para las licencias B1 y B2: Requisitos de mantenimiento y despacho ETOPS.

### **4. Tren de aterrizaje (ATA 32). Resortes**

Estructura, amortiguación. Sistemas de extensión y retracción: normales y de emergencia. Indicaciones y avisos. Ruedas, frenos, sistemas antideslizamiento y de frenado automático. Neumáticos. Dirección. Dispositivo de detección de toma de tierra. Tipos de resortes, materiales, características y aplicaciones. Cojinetes: función de los cojinetes, cargas, material y fabricación. Tipos de cojinetes y su aplicación.

### **5. Transmisiones**

Tipos de engranajes y sus aplicaciones. Relación de transmisión, sistemas de engranajes de reducción y multiplicación, engranajes conductores y conducidos, engranajes intermedios, formas de engranes. Correas y poleas, cadenas y ruedas dentadas.

## 6. Cables de mando

Tipos de cables. Herrajes finales, tensores y dispositivos de compensación. Poleas y componentes del sistema de transmisión por cable. Cables tipo Bowden. Sistemas de mando flexible de aeronaves.

## 7. Cables eléctricos y conectores. Sistemas de interconexión de cableado eléctrico (EWIS)

Tipos de cables, estructura y características. Cables de alta tensión y coaxiales. Engarzado a presión. Tipos de conectores, patillas, enchufes, casquillos, aislantes, intensidades y tensiones nominales, acoplamiento, códigos de identificación. Manuales de Cableado. Inspección del Cableado. Mantenimiento y Limpieza. Conductores y Cables. Métodos de Conexión.

## 8. Alabeo y cabeceo

Aerodinámica del avión y mandos de vuelo: mando de alabeo: alerones y spoilers. Mando de cabeceo: timón de profundidad, estabilizadores, estabilizadores de incidencia variable y mando delantero (canard). Mando de guiñada y limitadores de timón de dirección. Control mediante elevones y timón de profundidad y dirección. Dispositivos hipersustentadores: ranuras (slots), aletas de ranura (slats), flaps, flaperones. Elementos que aumentan la resistencia: spoilers, amortiguadores de sustentación, frenos aerodinámicos. Efectos de los «wingfences» y los bordes de ataque de diente de sierra. Control de la capa límite mediante el uso de generadores de torbellinos, cuñas de pérdida o dispositivos de borde de ataque. Funcionamiento y efecto de las aletas compensadoras, aletas de equilibrio y desequilibrio (ataque), servoaletas, aletas de resorte, centrado de masa, desviación de superficies de mando, paneles de equilibrio aerodinámico.

## 9. Vuelo a alta velocidad

Velocidad del sonido, vuelo subsónico, vuelo transónico y vuelo supersónico. Número de Mach, número de Mach crítico, sacudida por compresibilidad, onda de choque, calentamiento aerodinámico y regla del área: factores que afectan al flujo de aire en la admisión del motor en aeronaves a alta velocidad. Efectos de la flecha en el número de Mach crítico.

## 10. Mandos de vuelo (ATA27)

Mandos principales: alerones, timón de profundidad, timón de dirección, spoilers. Control de compensación. Control de carga activa. Dispositivos hipersustentadores. Amortiguador de sustentación, frenos aerodinámicos. Funcionamiento del sistema: manual, hidráulico, neumático, eléctrico, mando electrónico. Sensación artificial, amortiguador de guiñada, compensación de Mach, limitador del timón de dirección, sistemas de bloqueo contra ráfagas. Equilibrado y reglaje. Sistema de protección y alerta de entrada en pérdida.

### Parámetros de contexto de la formación:

### Espacios e instalaciones:

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales,

accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller. Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

#### **Perfil profesional del formador o formadora:**

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con la aplicación de operaciones de mantenimiento/reparación de los mandos de vuelo y tren de aterrizaje de aviones con motor de turbina, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

#### **MÓDULO FORMATIVO 6: MANTENIMIENTO/REPARACIÓN DE LOS SISTEMAS DE OXÍGENO, ELEMENTOS DEL MOBILIARIO, AGUAS Y PROTECCIÓN CONTRA HIELO Y LLUVIA DE AVIONES CON MOTOR DE TURBINA**

**Nivel: 3**

**Código: MF2551\_3**

**Asociado a la UC: Mantener/ reparar los sistemas de oxígeno, elementos del mobiliario, aguas y protección contra hielo y lluvia de aviones con motor de turbina**

**Duración: 240 horas**

#### **Capacidades y criterios de evaluación:**

C1: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas de oxígeno de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos.

*CE1.1 Explicar el mantenimiento o reparación de los sistemas de oxígeno, aplicando las instrucciones de trabajo recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave y los documentos de trabajo asociados.*

*CE1.2 Explicar los procesos de comprobación y sustitución de los sistemas de suministro de oxígeno, equipos y componentes, realizando pruebas operacionales que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos.*

*CE1.3 En un supuesto práctico de mantenimiento de los equipos y componentes (botella de oxígeno, válvulas, reguladores, tuberías de distribución y máscaras, entre otros) de la tripulación técnica, pasajeros y sistema de oxígeno portátil:*

- *Comprobar visualmente, asegurando su estado.*

- Aplicar agua y jabón, observando si existen pompas de jabón.

- Verificar el funcionamiento de los sistemas con los equipos o bancos de prueba externos.

- Sustituir los elementos deteriorados restaurando los elementos.

*CE1.4 Explicar la verificación de las botellas de oxígeno metálicas y sus reguladores, sometiéndolas a pruebas hidrostáticas mediante Ensayos No Destructivos e inspección visual, desmontando e inspeccionando periódicamente por grietas y fugas, sustituyendo los elementos deteriorados en cada caso y desechando las juntas de goma, entre otros.*

C2: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de elementos del mobiliario, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales que pueden requerir uso de bancos de prueba externos, reemplazando los elementos defectuosos, utilizando el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

*CE2.1 Realizar procesos de verificación y reparación de los sistemas del equipo y mobiliario, revestimiento de la cabina, las cocinas y sus equipos, los lavabos y sus equipos, el textil como cortinas, fundas de asiento y moqueta, las particiones de cabina, los asientos de tripulación técnica, auxiliar y pasajeros, los suelos de separación entre cabina y bodega-carga, realizando pruebas operacionales con bancos de prueba externos, utilizando las herramientas de mantenimiento y útiles especiales de anclajes para la sustitución o ajuste, utilizando los compuestos de reparación estructurales de composite, policarbonato y materiales Honeycomb Core con herramientas de reconformado (taladradoras angulares, abrasivos rotativos, entre otros).*

*CE2.2 Explicar los procesos de inspección de los asientos de la tripulación asegurando la posición y el control de los dispositivos al cargo.*

*CE2.3 Explicar el proceso de comprobación de las inscripciones de los paneles de cabina, paneles calefactables, los dotados con mandos de actuación de la tripulación, decorativos, cortinas anti-sol, armarios y alfombras de cabina asegurando el control de las zonas marcadas.*

*CE2.4 Explicar los procesos de inspección de los asientos de los Tripulantes de Cabina Pasajeros Commercial Aviation Services (CAS) asegurando la posición y el control de los dispositivos al cargo.*

C3: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de elementos del equipo de buffet, cocinas y lavabos, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales que pueden requerir uso de bancos de prueba externos, reemplazando los elementos defectuosos.

*CE3.1 Aplicar comprobaciones visuales y con los equipos de prueba y medida (manómetros, milióhmetros, polímetros, entre otros), y sustituyendo o reparando los elementos que constituyen los sistemas de las cocinas (GALLEY) y buffet.*

*CE3.2 Aplicar reparaciones o sustituciones de los elementos que constituyen los sistemas de las cafeteras y hornos, comprobando con los equipos de prueba y medida (manómetros, milióhmetros, polímetros, entre otros), y reparando o sustituyendo elementos.*

*CE3.3 Aplicar comprobaciones con los equipos de prueba y medida (manómetros, termómetros, entre otras) a las unidades enfriadoras (CHILLER) y restituyendo el sistema con las estaciones de recarga.*

*CE3.4 Aplicar comprobaciones del panel luminoso con las indicaciones de control de la cocina para los diferentes servicios (cafeteras, hornos, unidades enfriadoras, entre otras) con los equipos de prueba y medida (polímetros, pinza amperimétrica, equipo de diagnóstico, entre otros), para tener el control de la puesta en marcha de cada uno de ellos.*

*CE3.5 Explicar el proceso de verificación y sustitución de los baños de la aeronave (fijos o móviles) y sus elementos asegurando la zona de aseo.*

*CE3.6 Explicar el proceso de comprobación diaria de los baños (tapa de aleta del compartimiento de residuos, el extintor, la puerta de entrada al lavabo, apertura de emergencia por el exterior, la puerta del contenedor de residuos) asegurando la limpieza de los mismos.*

*CE3.7 Explicar el proceso de comprobación y sustitución de los elementos que constituyen el baño (cubierta del inodoro, la instalación de espaciadores, bandeja del piso del baño, la puerta del lavabo, cubierta del lavabo y tornillería en general, entre otras), asegurando el funcionamiento de los elementos que constituyen los baños, según lo indicado por el Manual de Reparaciones Estructurales del fabricante (SRM) o por la Organización de Diseño Aprobada (Desing Organization Approval, DOA).*

*CE3.8 Aplicar la comprobación al inversor de los lavabos que se utiliza para convertir el suministro eléctrico del avión a 115VAC/60Hz, el sistema de llamada y sistema de detección de humo, visualmente y con un multímetro, anotando los defectos encontrados.*

C4: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de elementos del equipo de emergencia y equipo en los compartimentos de carga, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales que pueden requerir uso de bancos de prueba externos, reemplazando los elementos defectuosos y utilizando el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

*CE4.1 Explicar el procedimiento de verificación que se realiza en compartimentos de carga según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE4.2 Explicar el procedimiento de verificación que se realiza en revestimientos de los compartimentos de carga según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE4.3 Explicar el procedimiento de verificación y limpieza de los sistemas de ventilación, calefacción, sistema de carga manual o automático, sistema de drenaje, revestimientos de paredes y techos, sistema de seguridad de descompresión rápida, sistema de detección de humo, tiras de sellado, bandejas de drenaje, placas de protección, sistema de extinción de incendios, sistema de iluminación para facilitar la*

*estiba, los paneles del piso y las particiones fijas del compartimiento de carga, entre otros, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE4.4 Realizar el proceso de verificación de los equipos de emergencia (instalaciones de cuerda de escape, equipo de primeros auxilios, equipo médico suplementario, Kit médico de emergencia avanzado, entre otros), chequeando su caducidad y manipulación.*

*CE4.5 Explicar el proceso de verificación del mecanismo de acceso al paquete de supervivencia contenido en la estructura de la puerta, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE4.6 Explicar el proceso de verificación de las luces de guiado de emergencia del pasaje, asegurando la visualización del pasillo.*

*CE4.7 Explicar el proceso de verificación de los equipos de emergencia de primeros auxilios para utilizarlos en caso de emergencia.*

*CE4.8 Explicar el proceso de verificación de los equipos de emergencia del sistema por radiobaliza, los paquetes de baterías instalados en la carcasa de la Emergency Locator Transmitter (ELT), el sistema de satélite que transmite la señal de socorro, entre otros.*

*CE4.9 Explicar el proceso de verificación del equipo de supervivencia y flotabilidad (chalecos salvavidas y balsas de flotación), las botellas de CO2 de inflado rápido, las líneas de vida, las ayudas de embarque, tabletas purificadoras de agua, raciones de sacarosa y suplementos vitamínicos, la cuerda de amarre, kits de reparación de pinchazos para la balsa, tinte marcador de alta visibilidad para agua de mar, el ancla de mar, la cuerda de arrastre, silbato, bolsas o botellas de agua potable, paquetes de vendajes, el kit de supervivencia, linternas, balizas, bengalas y la bomba de mano, entre otras, asegurando la supervivencia en el agua.*

C5: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de elementos del sistema de agua potable y residuos, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales que pueden requerir uso de bancos de prueba externos, reemplazando los elementos defectuosos y utilizando el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

*CE5.1 Explicar la verificación del sistema de agua potable (tuberías, conexiones, grifos, filtros y sistemas de desagüe), comprobando visualmente la presurización, despresurización, distribución, drenaje y purga del sistema, haciendo funcionar los equipos, limpiando la cal contenida, sustituyendo filtros, utilizando la herramienta común y la específica y desinfectando el agua del sistema utilizando peróxido de hidrógeno, hipoclorito, entre otros, asegurando la potabilidad del agua según lo indicado en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE5.2 En un supuesto práctico de verificación del sistema de agua potable para la utilización en la aeronave:*

*- Hacer acopio del utillaje de verificación (equipos de presión con manómetros, polímetros o bancos de prueba).*

*- Revisar las líneas y válvulas de distribución, sustituyéndolas en cada caso.*

- Revisar y sustituir los filtros de agua potable, asegurando su mantenimiento.

- Revisar la cantidad de agua potable en el sistema de indicación de cabina, controlando si funciona el indicador.

*CE5.3 Explicar el procedimiento de verificación de los sistemas de drenaje de aguas residuales, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE5.4 Explicar el procedimiento de verificación de los sistemas de lavabos, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE5.5 Aplicar procedimientos de verificación, ajuste y reparación del sistema de evacuación de las aguas residuales en los mástiles de drenaje calefactados, los compresores, microinterruptores de presión diferencial, asegurando el vaciado.*

C6: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de elementos del sistema de protección contra el hielo, del sistema de agua potable y residuos, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales que pueden requerir uso de bancos de prueba externos, reemplazando los elementos defectuosos, utilizando el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

*CE6.1 Aplicar procedimientos de verificación, ajuste y reparación en el sistema de protección contra el hielo de los tanques de desechos, asegurado su estanqueidad.*

*CE6.2 Aplicar procedimientos de comprobación de los mástiles de drenaje de aguas residuales y unidades de control, asegurando evacuación.*

*CE6.3 Explicar los procesos de sustitución de los elementos de calentamiento y de los que gestionan su funcionamiento, asegurando la protección contra el hielo.*

*CE6.4 Cumplimentar un certificado de aptitud para un servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de una aeronave tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.*

### **Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo:**

C1 completa; C2 completa; C3 completa; C4 completa; C5 completa; C6 completa.

Otras capacidades:

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Demostrar resistencia al estrés, estabilidad de ánimo y control de impulsos.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

Valorar el talento y el rendimiento profesional con independencia del sexo.

Promover la igualdad de trato entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

#### **Contenidos:**

#### **1. Herramientas, materiales y equipos de los sistemas de oxígeno, elementos del mobiliario, aguas y protección de aviones con motor de turbina**

Tipos comunes de herramientas manuales. Tipos comunes de herramientas mecánicas. Manejo y utilización de herramientas de medición de precisión. Equipos y métodos de lubricación. Funcionamiento, función y utilización de equipos de comprobaciones eléctricas generales. Materiales de aeronaves. Ferrosos. Materiales de aeronaves No ferrosos. Materiales compuestos y no metálicos. Corrosión. Dispositivos de fijación. Tuberías y empalmes. Resortes. Cojinetes. Transmisiones. Cables de mando. Cables eléctricos y conectores.

#### **2. Física, matemáticas y factores humanos aplicada a los sistemas de oxígeno, elementos del mobiliario, aguas y protección de aviones con motor de turbina**

Mecánica. Estática. Cinética. Dinámica. Dinámica de fluidos. Termodinámica. Generalidades. La necesidad de tener en cuenta los factores humanos. Incidentes imputables a factores humanos/errores humanos. Ley «de Murphy». Rendimiento y limitaciones humanas. Vista. Oído. Asimilación de información. Atención y percepción. Memoria. Claustrofobia y acceso físico. Psicología social. Responsabilidad: individual y de grupo. Motivación y desmotivación. Presión de los compañeros. Aspectos culturales. Trabajo en equipo. Dirección, supervisión y liderazgo. Factores que afectan al rendimiento Estado físico/salud. Estrés: doméstico y relacionado con el trabajo. Trabajo bajo presión y fechas límites. Carga de trabajo: sobrecarga, falta de trabajo. Sueño y fatiga, trabajo por turnos. Alcohol, medicación, abuso de drogas. Entorno físico. Ruido, humos y vapores tóxicos. Iluminación. Clima y temperatura. Movimiento y vibración. Entorno de trabajo. Tareas Trabajo físico. Tareas repetitivas. Inspección visual. Sistemas complejos. Comunicación dentro de un equipo y entre equipos. Grabaciones y anotaciones de trabajo. Error humano. Teorías y modelos de error. Tipos de errores en tareas de mantenimiento. Consecuencias de los errores (ejemplo: accidentes). Cómo evitar y controlar los errores. Riesgos laborales. Reconocimiento y forma de evitar los riesgos. Reacción ante emergencias.

#### **3. Legislación aplicada al mantenimiento de los sistemas de oxígeno, elementos del mobiliario, aguas y protección de aviones con motor de turbina**

Marco regulador. Papel de la Organización de Aviación Civil Internacional. Papel de la Comisión Europea. Papel de la EASA. Papel de los Estados miembros y las autoridades

nacionales de aviación. Personal certificador. Mantenimiento. Comprensión detallada de la Parte 66. Empresas de mantenimiento aprobadas. Comprensión detallada de la Parte 145 y de la Parte M, subparte F. Operaciones aéreas. Certificado de Operador Aéreo. Certificación de aeronaves, componentes y equipos a) Generalidades. Comprensión general de la Parte 21 y especificaciones de certificación de la EASA CS-23, 25, 27, 29. b) Documentos. Certificado de aeronavegabilidad. Certificados restringidos de aeronavegabilidad y autorización de vuelo. Certificado de matrícula. Certificado de niveles de ruido. Distribución del peso. Licencia y autorización de emisora de radio. Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de las disposiciones de la Parte 21 relativas al mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de la Parte M. Requisitos nacionales e internacionales aplicables para (si no son anulados por los requisitos de la UE): a) Programas de mantenimiento, inspecciones y comprobaciones de mantenimiento. Directivas de aeronavegabilidad. Boletines de servicio, información de servicio de fabricantes. Modificaciones y reparaciones. Documentación de mantenimiento: manuales de mantenimiento, manual de reparación estructural, catálogo ilustrado de componentes, entre otros. Únicamente para las licencias A y B2: Lista maestra de equipamiento mínimo, lista de equipamiento mínimo, lista de desviaciones de despacho. b) Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Equipamiento mínimo. Vuelos de prueba. Únicamente para las licencias B1 y B2: Requisitos de mantenimiento y despacho ETOPS.

#### **4. Oxígeno (ATA 35). Protección contra incendios (ATA 26). Protección contra el hielo y la lluvia (ATA 30). Agua/aguas residuales (ATA 38). Equipamiento y accesorios (ATA 25). Luces (ATA 33)**

Descripción del sistema: cabina de vuelo, cabina de pasajeros. Fuentes de suministro, almacenamiento, carga y distribución. Regulación del suministro. Indicaciones y avisos. Sistemas de detección y alerta de incendio y humo: sistemas de extinción de incendios. Comprobaciones del sistema. Extintores portátiles. Formación de hielo, clasificación y detección. Sistemas antihielo: eléctricos, de aire caliente y químicos. Sistemas de deshielo: eléctricos, de aire caliente, neumáticos y químicos. Repelentes de lluvia. Calentamiento de sondas y drenajes. Sistemas limpiaparabrisas. Descripción del sistema de agua; suministro, distribución, mantenimiento y desagüe. Descripción del sistema de aseo; limpieza y mantenimiento. Aspectos sobre la corrosión. Requisitos en cuanto a equipos de emergencia: asientos, arneses y cinturones. Disposición en cabina: disposición de los equipos. Instalación de accesorios y mobiliario en cabina. Equipo de entretenimiento en cabina. Instalación de cocinas. Manipulación de carga y del equipo de sujeción. Escaleras. Luces exteriores: navegación, anticollisión, aterrizaje, rodadura, hielo. Interiores: cabina de pasajeros, cabina de vuelo, compartimento de carga. Emergencia.

#### **5. Sistemas neumáticos y de vacío (ATA 36)**

Descripción del sistema. Fuentes: motor/APU, compresores, depósitos, suministro en tierra. Regulación de la presión. Distribución.

#### **6. Sistemas de mantenimiento a bordo (ATA 45) Aviónica modular integrada. (ATA 42). Sistemas de cabina (ATA 44) y sistemas de información (ATA 46). Sistemas de interconexión de cableado eléctrico (EWIS)**

Las unidades y componentes que proporcionan un medio de entretenimiento para los pasajeros y que permiten la comunicación dentro de la aeronave (Sistema de Intercomunicación de Datos de Cabina) y entre la cabina de la aeronave y las estaciones de tierra (servicio de red de cabina). Incluye las transmisiones de voz, datos, música y vídeo. Manuales de Cableado. Inspección del Cableado. Mantenimiento y Limpieza. Conductores y Cables. Métodos de Conexión.

**Parámetros de contexto de la formación:****Espacios e instalaciones:**

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller. Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

**Perfil profesional del formador o formadora:**

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con la aplicación de operaciones de mantenimiento/repación de los sistemas de oxígeno, elementos del mobiliario, aguas y protección contra hielo y lluvia de aviones con motor de turbina, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

**MÓDULO FORMATIVO 7: MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS, DE AVIÓNICA Y A BORDO DE AVIONES CON MOTOR DE TURBINA****Nivel: 3****Código: MF2552\_3****Asociado a la UC: Mantener los sistemas eléctricos, de aviónica y a bordo de aviones con motor de turbina****Duración: 270 horas****Capacidades y criterios de evaluación:**

C1: Aplicar técnicas de mantenimiento programado y no programado de los equipos y componentes de los sistemas de navegación, vuelo automático y comunicaciones de las aeronaves sustituyendo los equipos de posicionamiento inercial o por Global Positioning System (GPS), elementos de transmisión y recepción de radio navegación, comunicaciones por voz y datos en High Frequency (HF), Very High Frequency (VHF) y Satellite Communications (SATCOM), antenas emisoras y receptoras, reparando o sustituyendo los conectores y contactos de las líneas coaxiales de Radio Frequency (RF) de distribución y transmisión, líneas de cableado digitales y discretas, recuperando la capacidad Radio Navigation (RNAV) y la correcta transmisión de voz y datos.

*CE1.1 Aplicar procesos de comprobación, sustitución y reparación a los equipos y componentes encargados de la navegación de la aeronave Very High Frequency Omnidirectional Range (VOR), Instrument Landing System (ILS), Microwave Landing System (MLS), Automatic Direction Finding (ADF), Distance Measuring Equipment (DME), Very Low Frequency/Navigation System (VLF/Omega), radar meteorológico Weather Radar System (WXR), transpondedor Air Traffic Control (ATC), radioaltímetro Resolution Advisory (RA), antenas y guías de onda, sistemas de gestión y guiado de vuelo automático (FMS), sistemas de posicionamiento por satélite Global Navigation Satellite System (GNSS) (GPS), Global Navigation Satellite System (GLONAS), Europas Global Navigation Satellite System (GALILEO), datos de aire (sondas de pitot y estática), Angle Of Attack (AOA), Total Air Temperature (TAT), Central Air Data Computer (CADC), plataformas inerciales y acelerómetros Inertial Reference System (IRS).*

*CE1.2 Aplicar procesos de comprobación, sustitución y reparación a los equipos y componentes del sistema de comunicaciones, transmisores y receptores Ultra High Frequency (UHF), Very High Frequency (VHF), High Frequency (HF), Satellite Communications (SATCOM), antenas, acopladores, paneles de control, así como todos sus componentes periféricos.*

*CE1.3 Aplicar procesos de comprobación, sustitución y reparación de las redes de cableado de transmisión/recepción de datos, señales discretas, líneas coaxiales y fibra óptica, entre otras.*

*CE1.4 Aplicar procesos de comprobación, sustitución y reparación de elementos eléctricos y electrónicos de equipos, componentes, sistemas de navegación, vuelo automático y comunicaciones de las aeronaves.*

C2: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de los equipos y componentes encargados del control e indicación de la planta de potencia, generación eléctrica e instrumentación en las aeronaves, realizando pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas, usando controles de la aeronave, interruptores, pruebas Built In Tests (BITE), ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo, observando los avisos de la prueba "go-no go" sin interpretación de valores, según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, sustituyendo los equipos de generación y distribución de Alternative Current (AC) y Direct Current (DC), generadores y dinamos, baterías, Tip-Sleeve TR's, inversores estáticos, entre otros, dispositivos de supervisión eléctrica Generator Control Unit (GCU'S), Electronic Control Motor Unit (ECMU), dispositivos electromagnéticos de protección (Circuit Breakers (CB's), Remote Control Circuit Breakers (RCCB'S), y dispositivos de control de motor Full Authority Digital Engine Control (FADEC), Engine Control Unit (ECU), Electronic Interface Unit (EIU), Earned Value Management System (EVMU), sensores de temperatura, presión, vibración, entre otros, así como sus indicaciones en el Cockpit.

*CE2.1 En un supuesto práctico de verificación de los equipos electrónicos de control y los componentes periféricos del motor, Full Authority Digital Engine Control-FADEC (Electronic Interface Unit-EIU, Vibratory Monitoring Unit (VMU), Engine Control Unit- ECU), instrumentos de indicación, alimentación de combustible, sensores de presión, temperatura, flujo, transmisores de nivel, actuadores eléctricos, captadores de vibración, detectores de fuego y sus elementos de extinción, los componentes encargados de la generación y distribución de la potencia eléctrica, generadores de Alternative Current (AC) y dinamos, Generator Control Unit (GCU'S), inversores estáticos, baterías y sus dispositivos de carga, transformadores rectificadores, equipos de distribución Electronic Control Motor Unit (ECMU), contactores, Remote Control Circuit Breakers (RCCB'S), relés y Circuit Breakers (CB's), así como la*

*red de distribución eléctrica, se comprueban con los equipos de prueba y medida (voltímetro, óhmetro osciloscopio, frecuencímetros, entre otros), los componentes del sistema de instrumentación de la aeronave, transductores de presión, temperatura, revoluciones, posición y velocidad, entre otras, instrumentos giroscópicos y electromecánicos, instrumentos digitales, Electronic Flight Instrument System (EFIS), pantallas de rayos catódicos, cristal líquido, Light Emitting Diode (LED), sistema de iluminación de cabina de vuelo, Cabin Voice Recorder (CVR), Digital Flight Data Recorder (DFDR), Dynamic Aircraft Route (DAR), así como los sistemas centralizados de mantenimiento, Cabin Management System (CMS), Centralised Fault Display System (CFDS), entre otros, realizar:*

- *Pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas.*
- *Pruebas Built-In Test Equipment (BITE).*
- *Comprobaciones con el ordenador central de mantenimiento.*
- *Verificaciones con equipos de prueba externo sin interpretación de valores.*
- *Comprobaciones básicas (resistencia, intensidad y tensión) con equipos de prueba y medida (voltímetro, óhmetro, osciloscopio, frecuencímetros, entre otros).*

*CE2.2 Comprobar las redes de cableado eléctrico y buses de transmisión/recepción de datos con los equipos de prueba (voltímetro, amperímetro, óhmetro, espectrofotómetros, analizadores digitales, entre otros), siguiendo los procedimientos Electrical Wiring Interconnection System (EWIS), modificando de acuerdo a los boletines de trabajo, interpretando planos, esquemas eléctricos y reparando o sustituyendo las líneas de cableado que no superen las pruebas realizadas.*

*CE2.3 Aplicar diagnóstico y análisis de averías de los elementos eléctricos y electrónicos, usando equipos de prueba y medida (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave y reemplazando elementos defectuosos.*

C3: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de los equipos y componentes encargados del control e indicación de los sistemas mecánicos de mandos de vuelo, potencia hidráulica, tren de aterrizaje, célula, neumático, combustible, oxígeno, aguas, protección contra el hielo/llovizna y luces en la aeronave, realizando pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas, usando controles de la aeronave, interruptores, pruebas Built-In Test Equipment BITE, ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, observando los avisos de la prueba "go-no go" sin interpretación de valores, según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, sustituyendo los computadores de control de los diferentes sistemas mecánicos e instrumentos de indicación en el Cockpit.

*CE3.1 En un supuesto práctico de verificación de equipos de control y componentes periféricos de los sistemas de aire acondicionado y presurización, luces exteriores, protección contra el hielo y la lluvia, protección contra incendios, agua y residuos, oxígeno, sistemas de combustible, hidráulico, neumático, tren de aterrizaje, componentes electrónicos de gestión, control y operación de los mandos de vuelo,*

*computadores y periféricos del sistema FLY BY WIRE, así como sus elementos de actuación, realizar:*

- *Pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas.*
- *Pruebas Built-In Test Equipment (BITE).*
- *Comprobaciones con el ordenador central de mantenimiento.*
- *Verificaciones con equipos de prueba externo sin interpretación de valores.*
- *Comprobaciones básicas (resistencia, intensidad y tensión) con equipos de prueba y medida (voltímetro, óhmetro, osciloscopio, frecuencímetros, entre otros).*

*CE3.2 Aplicar comprobación y mantenimiento a las instalaciones eléctricas y los componentes del sistema de combustible, sensores de temperatura, sondas de cantidad, densitómetros, compensadores de nivel, concentradores de datos, computadores de gestión, panel de repostado e instrumentos de indicación, utilizando equipos de prueba y medida (osciloscopio, frecuencímetro, analizadores digitales, espectrómetro y milióhmetro, entre otros), y controlando valores (resistencia, tensión, intensidad, entre otras), cambiando los elementos del sistema.*

*CE3.3 Aplicar comprobaciones (resistencia, intensidad, frecuencia, entre otras) a los componentes o elementos desmontados, con equipos de prueba y medida (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros).*

*CE3.4 Aplicar comprobaciones (resistencia, intensidad, frecuencia, entre otras) a las redes de cableado eléctrico, distribución de alimentación, transmisión/recepción de datos analógicos, señales discretas, transmisión/recepción de datos, líneas coaxiales y fibra óptica, entre otras, con los equipos de prueba (polímetro, megóhmetro, milióhmetro, espectrómetros, analizadores ópticos y digitales, bancos/equipos de comprobación externos, entre otros).*

*CE3.5 Aplicar diagnósticos, análisis y reparaciones a los elementos eléctricos de los sistemas mecánicos, usando equipos de prueba y medida (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

**C4:** Aplicar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas eléctricos y electrónicos de información, entretenimiento y confortabilidad interior de la aeronave, realizando pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas, usando controles de la aeronave, interruptores, pruebas BITE, ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, observando los avisos de la prueba "go-no go" sin interpretación de valores, reemplazando los elementos defectuosos y usando el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

*CE4.1 En un supuesto práctico de verificación de equipos y elementos del sistema de gestión y control de cabina de pasaje, computadores de gestión, equipos de distribución Distribution Aircraft Unit (DEU), iluminación normal y de emergencia, paneles de información y control Final Approach Point (FAP), Aeronautical Information Publication (AIP), anunciadores Navigation System (NS), Flight Standardization*

*Board (FSB), Release To Service (RTS), teléfonos de intercomunicación de cabina, altavoces, equipos y elementos de las redes inalámbricas internas de telefonía y datos móvil, equipos de gestión de redes, antenas y paneles de control, realizar:*

- *Pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas.*
- *Pruebas Built-In Test Equipment (BITE).*
- *Comprobaciones con el ordenador central de mantenimiento.*
- *Verificaciones con equipos de prueba externo sin interpretación de valores.*
- *Comprobaciones básicas (resistencia, intensidad y tensión) con equipos de prueba y medida (voltímetro, óhmetro osciloscopio, frecuencímetros, entre otros).*

*CE4.2 Aplicar comprobaciones (resistencia, intensidad, frecuencia, entre otras) a las redes de cableado eléctrico, buses de transmisión/recepción de datos, cables coaxiales, fibra óptica, entre otras, con los equipos de prueba (polímetro, megóhmetro, milióhmetro, espectrómetros, analizadores ópticos y digitales, bancos/equipos de comprobación externos, entre otros), siguiendo los procedimientos Electrical Wiring Interconnection System (EWIS) y adaptando diferentes funciones a los sistemas.*

*CE4.3 Aplicar diagnósticos, análisis y reparaciones a los elementos eléctricos de los sistemas del interior de cabina, identificando las causas que las producen, determinando el proceso de reparación en los tiempos operativos previstos, usando equipos de prueba y medida (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE4.4 Cumplimentar un certificado de aptitud para un servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de una aeronave tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.*

**Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo:**

C1 completa; C2 completa; C3 completa; C4 completa.

Otras capacidades:

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Demostrar resistencia al estrés, estabilidad de ánimo y control de impulsos.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

Valorar el talento y el rendimiento profesional con independencia del sexo.

Promover la igualdad de trato entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

## Contenidos:

### **1. Herramientas, materiales y equipos de los sistemas eléctricos, de aviónica y a bordo de las aeronaves**

Tipos comunes de herramientas manuales. Tipos comunes de herramientas mecánicas. Manejo y utilización de herramientas de medición de precisión. Equipos y métodos de lubricación. Funcionamiento, función y utilización de equipos de comprobaciones eléctricas generales. Materiales de aeronaves Ferrosos. Materiales de aeronaves No Ferrosos. Materiales compuestos y no metálicos. Corrosión. Dispositivos de fijación. Tuberías y empalmes. Resortes. Cojinetes. Transmisiones. Cables de mando. Cables eléctricos y conectores.

### **2. Física, matemáticas y factores humanos aplicadas a los sistemas eléctricos, de aviónica y a bordo de las aeronaves**

Generalidades. La necesidad de tener en cuenta los factores humanos. Incidentes imputables a factores humanos/errores humanos. Ley «de Murphy». Rendimiento y limitaciones humanas. Vista. Oído. Asimilación de información. Atención y percepción. Memoria. Claustrofobia y acceso físico. Psicología social. Responsabilidad: individual y de grupo. Motivación y desmotivación. Presión de los compañeros. Aspectos culturales. Trabajo en equipo. Dirección, supervisión y liderazgo. Factores que afectan al rendimiento. Estado físico/salud. Estrés: doméstico y relacionado con el trabajo. Trabajo bajo presión y fechas límites. Carga de trabajo: sobrecarga, falta de trabajo. Sueño y fatiga, trabajo por turnos. Alcohol, medicación, abuso de drogas. Entorno físico. Ruido, humos y vapores tóxicos. Iluminación. Clima y temperatura. Movimiento y vibración. Entorno de trabajo. Tareas. Trabajo físico. Tareas repetitivas. Inspección visual. Sistemas complejos. Comunicación dentro de un equipo y entre equipos. Grabaciones y anotaciones de trabajo. Error humano. Teorías y modelos de error. Tipos de errores en tareas de mantenimiento. Consecuencias de los errores (ejemplo: accidentes). Cómo evitar y controlar los errores. Riesgos laborales. Reconocimiento y forma de evitar los riesgos. Reacción ante emergencias.

### **3. Legislación aplicada al mantenimiento de los sistemas eléctricos, de aviónica y a bordo de las aeronaves**

Marco regulador. Papel de la Organización de Aviación Civil Internacional. Papel de la Comisión Europea. Papel de la EASA. Papel de los Estados miembros y las autoridades nacionales de aviación. Personal certificador. Mantenimiento. Comprensión detallada de la Parte 66. Empresas de mantenimiento aprobadas. Comprensión detallada de la Parte 145 y de la Parte M, subparte F. Operaciones aéreas. Certificado de Operador Aéreo.

Certificación de aeronaves, componentes y equipos a) Generalidades. Comprensión general de la Parte 21 y especificaciones de certificación de la EASA CS-23, 25, 27, 29. b) Documentos. Certificado de aeronavegabilidad. Certificados restringidos de aeronavegabilidad y autorización de vuelo. Certificado de matrícula. Certificado de niveles de ruido. Distribución del peso. Licencia y autorización de emisora de radio. Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de las disposiciones de la Parte 21 relativas al mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de la Parte M. Requisitos nacionales e internacionales aplicables para (si no son anulados por los requisitos de la UE): a) Programas de mantenimiento, inspecciones y comprobaciones de mantenimiento. Directivas de aeronavegabilidad. Boletines de servicio, información de servicio de fabricantes. Modificaciones y reparaciones. Documentación de mantenimiento: manuales de mantenimiento, manual de reparación estructural, catálogo ilustrado de componentes, entre otros. Únicamente para las licencias A y B2: Lista maestra de equipamiento mínimo, lista de equipamiento mínimo, lista de desviaciones de despacho. b) Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Equipamiento mínimo. Vuelos de prueba. Únicamente para las licencias B1 y B2: Requisitos de mantenimiento y despacho ETOPS.

#### **4. Teoría de los electrones. Electricidad estática y conducción. Generación de electricidad**

Estructura y distribución de las cargas eléctricas dentro de: átomos, moléculas, iones, compuestos. Estructura molecular de los conductores, los semiconductores y los aislantes.

Teoría de los electrones: estructura y distribución de las cargas eléctricas dentro de: átomos, moléculas, iones, compuestos. Estructura molecular de los conductores, los semiconductores y los aislantes. Electricidad estática y distribución de las cargas electrostáticas. Leyes electrostáticas de atracción y repulsión. Unidades de carga, Ley del Coulomb. Conducción de la electricidad en sólidos, líquidos, gases y en el vacío. Producción de electricidad por los siguientes métodos: luz, calor, fricción, presión, acción química, magnetismo y movimiento. Terminología eléctrica, sus unidades y los factores que los afectan: diferencia de potencial, fuerza electromotriz, tensión, intensidad de la corriente, resistencia, conductancia, carga, flujo de corriente convencional, flujo de electrones. Fuentes de corriente continua: estructura y reacciones químicas básicas de pilas primarias, pilas secundarias, pilas de plomo-ácido, pilas de níquel-cadmio y otras pilas alcalinas. Conexión de pilas en serie y en paralelo. Resistencia interna y su efecto sobre una batería. Estructura, materiales y funcionamiento de los termopares. Funcionamiento de las células fotoeléctricas. Circuitos de corriente continua: Ley de Ohm, Leyes de Kirchhoff sobre tensión e intensidad. Cálculos realizados usando las leyes anteriores para hallar la resistencia, la tensión y la intensidad. Importancia de la resistencia interna de una fuente de alimentación. Resistencia y resistores: resistencia y factores que la afectan. Resistencia específica. Código de colores de resistores, valores y tolerancias, valores nominales preferidos, especificaciones de potencia. Resistores en serie y en paralelo. Cálculo de la resistencia total usando resistores en serie, en paralelo y combinaciones en serie y en paralelo. Funcionamiento y utilización de potenciómetros y reóstatos. Funcionamiento del puente de Wheatstone. Conductancia con coeficiente de temperatura positivo o negativo: resistores fijos, estabilidad, tolerancia y limitaciones, métodos de fabricación. Resistores variables, termistores, resistores dependientes de la tensión. Estructura de los potenciómetros y reóstatos. Estructura de los puentes de Wheatstone. Potencia: potencia, trabajo y energía (cinética y potencial). Disipación de potencia por un resistor. Fórmula de la potencia. Cálculos con potencia, trabajo y energía. Capacidad y condensadores: funcionamiento y función de un condensador. Factores que afectan a la capacidad: área de las placas, distancia entre placas; número de placas; dieléctrico y constante del dieléctrico, tensión de funcionamiento y tensión nominal. Tipos de condensadores, estructura y función. Código de colores para condensadores. Cálculo de la capacidad y la tensión en circuitos serie y paralelo. Carga y descarga exponencial de

un condensador, constantes de tiempo. Comprobaciones de condensadores. Magnetismo: propiedades de un imán. Acción de un imán inmerso en el campo magnético terrestre. Magnetización y desmagnetización. Blindaje magnético. Tipos de materiales magnéticos. Principios de funcionamiento y fabricación de electroimanes. Regla de la mano derecha para determinar el campo magnético alrededor de un conductor que transporta corriente eléctrica. Fuerza magnetomotriz, intensidad de campo magnético, densidad del flujo magnético, permeabilidad, ciclo de histéresis, magnetismo remanente, fuerza coercitiva, reluctancia, punto de saturación, corrientes parásitas. Precauciones en el manejo y almacenamiento de imanes. Inductancia e inductores. Ley de Faraday. Inducción de una tensión en un conductor en movimiento dentro de un campo magnético. Principios de la inducción. Efectos de los siguientes factores sobre la magnitud de una tensión inducida: intensidad del campo magnético, velocidad de cambio del flujo, número de espiras del conductor. Inducción mutua. Efecto que tiene la velocidad de cambio de la corriente primaria y la inductancia mutua sobre la tensión inducida. Factores que afectan a la inductancia mutua: número de espiras de la bobina, tamaño físico de la bobina, permeabilidad de la bobina, posición de las bobinas entre sí. Ley de Lenz y reglas para determinar la polaridad. Fuerza contra electromotriz, autoinducción. Punto de saturación. Principales usos de los inductores. Motor/generador de corriente continua: teoría básica de motores y generadores. Fabricación y función de los componentes de un generador de corriente continua. Funcionamiento y factores que afectan a la magnitud y la dirección del flujo de corriente en generadores de corriente continua. Funcionamiento y factores que afectan a la potencia de salida, el par, la velocidad y el sentido de giro de los motores de corriente continua. Motores con excitación en serie, motores con excitación en paralelo y motores con excitación mixta. Estructura de un generador de arranque. Corriente alterna: Forma de onda sinusoidal (fase, período, frecuencia, ciclo). Valores de la intensidad de corriente instantánea, media, eficaz, pico, de pico a pico y cálculos de estos valores en relación con la tensión, la intensidad de corriente y la potencia. Ondas triangulares/cuadradas. Corriente monofásica y la trifásica. Circuitos resistivos (R), capacitivos (C) e inductivos (L): relación de fase de la tensión y la intensidad de corriente en circuitos L, C y R, en paralelo, en serie y en serie y paralelo. Disipación de potencia en circuitos L, C, R. Impedancia, ángulo de fase, factor de potencia y cálculos de la corriente eléctrica. Cálculos de la potencia eficaz, aparente y reactiva.

Transformadores: funcionamiento y estructura de un transformador. Pérdidas de transformador y métodos para corregirlas. Comportamiento de los transformadores con y sin carga. Transferencia de potencia, rendimiento, marcas de la polaridad. Cálculo de las tensiones e intensidades de línea y de fase. Cálculo de la potencia en un sistema trifásico. Intensidad y tensión primaria y secundaria, relación de espiras, potencia, rendimiento. Autotransformadores. Filtros: funcionamiento, aplicaciones y utilización de los siguientes filtros (de paso bajo, de paso alto, de paso de banda y eliminador de banda) Generadores de corriente alterna: rotación de una espira en un campo magnético y forma de onda generada. Funcionamiento y estructura de generadores de corriente alterna de inducido y campo giratorios. Alternadores monofásicos, bifásicos y trifásicos. Ventajas y utilización de las conexiones trifásicas en triángulo y en estrella. Generadores de imán permanente. Motores de corriente alterna: estructura, de funcionamiento y características de: motores síncronos y de inducción de corriente alterna, monofásicos y polifásicos. Métodos de control de la velocidad y el sentido de giro. Métodos para producir un campo giratorio: condensador, inductor, polo, dividido o blindado.

## 5. Motores de corriente alterna

Estructura, principios de funcionamiento y características de: motores síncronos y de inducción de corriente alterna, monofásicos y polifásicos. Métodos de control de la velocidad y el sentido de giro. Métodos para producir un campo giratorio: condensador, inductor, polo, dividido o blindado. Caracterización de las leyes eléctricas y magnéticas.

Cálculo de circuitos de corriente continua y alterna. Cálculo y dimensionamiento de baterías en carga y descarga. Diagnóstico de averías eléctricas. Diagnóstico de averías en máquinas eléctricas. Procesos de montaje y desmontaje de máquinas eléctricas. Proceso de ajuste y sustitución de equipos eléctricos y electrónicos. Procesos de reemplazo, recarga e instalaciones de baterías. Interpretación y manejo de documentación técnica. Comprobación de circuitos con resistencias en serie y en paralelo. Cálculo de corrientes y tensiones en circuitos eléctricos de corriente alterna y continua. Comprobación de carga y descarga de condensadores. Realización de actividades relacionadas con el control de automatismos con relés en circuitos monofásicos. Interpretación de las leyes eléctricas y magnéticas aplicadas sobre máquinas eléctricas. Funcionamiento e inspección de máquinas eléctricas de corriente alterna y continua. Comprobación de un generador de corriente alterna. Funcionamiento e inspección de baterías. Diodos: símbolos de diodos. Características y propiedades de los diodos. Diodos en serie y en paralelo. Principales características y utilización de rectificadores controlados por silicio (tiristores), diodos de emisión de luz, diodos fotoconductores, resistencias variables, diodos rectificadores. Ensayos de funcionamiento de diodos Transistores: símbolos de transistores. Descripción y orientación de los componentes. Características y propiedades los transistores.

## 6. Circuitos integrados. Servomecanismos

Descripción y funcionamiento de circuitos lógicos y circuitos lineales/amplificadores operacionales. Placas de circuitos impresos. Descripción y utilización de placas de circuitos impresión Comprensión de los siguientes términos: sistemas de bucle abierto y bucle cerrado, retroalimentación, seguimiento, transductores analógicos. Principios de funcionamiento y utilización de los siguientes componentes y características de un sistema síncrono: reductores, diferencial, regulación y par, transformadores, transmisores de inductancia y capacitancia.

## 7. Sistemas de instrumentos electrónicos

Disposición de sistemas típicos de instrumentos electrónicos y distribución en la cabina de vuelo.

Sistemas de numeración: sistemas de numeración: binario, octal y hexadecimal. Demostración de conversiones entre los sistemas decimal y el binario, el octal y el hexadecimal, y viceversa.

Conversión de datos: datos analógicos, datos digitales. Operación y aplicación de analógico a digital, conversores de digital a analógico, entradas y salidas, limitaciones de distintos tipos.

Buses de datos: funcionamiento de buses de datos en sistemas de aeronaves, incluido el conocimiento de ARINC y otras especificaciones. Red/Ethernet de la aeronave.

Circuitos lógicos: identificación de símbolos comunes de puertas lógicas, tablas y circuitos equivalentes. Aplicaciones utilizadas en sistemas de aeronaves, diagramas esquemáticos.

Estructura básica de un ordenador: terminología informática (como bit, byte, software, hardware, CPU, circuito integrado y diferentes dispositivos de memoria, como RAM, ROM y PROM). Tecnología informática aplicada a sistemas de aeronaves.

Fibra óptica: ventajas y desventajas de la transmisión de datos por fibra óptica respecto a la transmisión por cable eléctrico. Bus de datos de fibra óptica. Términos relacionados con la fibra óptica. Terminaciones. Acopladores, terminales de control, terminales remotos. Aplicación de la fibra óptica en sistemas de aeronaves.

Indicadores visuales electrónicos: principios de funcionamiento de tipos comunes de indicadores visuales usados en aeronaves modernas, como: tubos de rayos catódicos, diodos emisores de luz y pantallas de cristal líquido. Dispositivos sensibles a cargas electrostáticas: manipulación especial de componentes sensibles a descargas electrostáticas. Conocimiento de los riesgos y posibles daños, dispositivos de protección contra cargas electrostáticas para personas y componentes.

Control de gestión de software: conocimiento de las restricciones, los requisitos de aeronavegabilidad y los posibles efectos catastróficos producidos por cambios no aprobados a programas de software.

Entorno electromagnético: influencia de los siguientes fenómenos en las prácticas de mantenimiento de sistemas electrónicos EMC: compatibilidad electromagnética. EMI: interferencia electromagnética.

HIRF: campo de radiación de alta intensidad. Rayos/Protección contra rayos.

Sistemas típicos electrónicos/digitales en aeronaves: disposición general de los sistemas típicos electrónicos/digitales de aeronaves y sus equipos asociados (BITE), (ACARS-ARINC Communication and Addressing and Reporting System (Sistema de notificación, dirección y comunicación de ARINC). EICAS -Engine Indication and Crew Alerting System (Sistema de indicación de los motores y de alerta a la tripulación). FMS-Flight Management System (Sistema de gestión del vuelo). IRS -Inertial Reference System (Sistema de referencia inercial). ECAM -Electronic Centralised Aircraft Monitoring (Supervisión centralizada electrónica de aeronaves). EFIS -Electronic Flight Instrument System (Sistema de instrumentos electrónicos de vuelo). GPS -Global Positioning System (Sistema de posicionamiento global). TCAS -Traffic Alert Collision Avoidance System (Sistema de alerta de tráfico aéreo para la prevención de colisiones). Aviónica modular integrada (IMA). Sistemas de cabina. Sistemas de información.

## **8. Sistemas de instrumentación/aviónica. Suministro eléctrico (ATA 24). Sistemas de interconexión de cableado eléctrico (EWIS)**

Sistemas de instrumentación (ATA 31). Pitot estático: altímetro, anemómetro, variómetro. Giroscópicos: horizonte artificial, director de posición de vuelo, indicador de dirección, indicador de situación horizontal, indicador de viraje y deslizamiento, coordinador de virajes. Brújulas: de lectura directa, de lectura a distancia. Sistemas de indicación de vibración - HUMS. Cabina de vuelo de cristal. Otros indicadores de sistemas de la aeronave. Sistemas de aviónica: piloto automático (ATA 22). Comunicaciones (ATA 23). Sistemas de navegación (ATA 34). Suministro eléctrico (ATA 24): Instalación y funcionamiento de baterías. Generación de corriente continua, generación de corriente alterna. Generación de suministro de emergencia. Protección contra incendios (ATA 26) Instalación y funcionamiento de baterías. Generación de suministro de corriente continua. Regulación de la tensión. Distribución de potencia. Protección de circuitos. Inversores, transformadores. Manuales de Cableado. Inspección del Cableado. Mantenimiento y Limpieza. Conductores y Cables. Métodos de Conexión.

### **Parámetros de contexto de la formación:**

### **Espacios e instalaciones:**

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales,

accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller. Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

### **Perfil profesional del formador o formadora:**

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con la aplicación de operaciones de mantenimiento de los sistemas eléctricos, de aviónica y a bordo de aviones con motor de turbina, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

## **MÓDULO FORMATIVO 8: MANTENIMIENTO/REPARACIÓN DE LA ESTRUCTURA Y LA CÉLULA DE AERONAVES**

**Nivel: 3**

**Código: MF2539\_3**

**Asociado a la UC: Mantener/ reparar la estructura y la célula de aeronaves**

**Duración: 270 horas**

### **Capacidades y criterios de evaluación:**

C1: Aplicar operaciones de mantenimiento programado de la estructura primaria y secundaria de la aeronave, verificando visualmente a través de una General Visual Inspection (GVI), el revestimiento, cuadernas y largueros, sujeciones, bordes de aperturas de registros, carenados, puertas de acceso, alojamientos y compuertas del tren, sus herrajes de sujeción, compartimento electrónico, el radome, carenados, las alas y sus elementos móviles (slats, flaps, spoilers y alerones), registros de tanque de combustible, pylons o engine mounts, góndolas y carenados, los Wing tips, bordes de ataque y salida de alas, puertas, paneles de inspección, compuertas de servicio, estructura interna y externa, herrajes de los estabilizadores, tirantes de refuerzo, las fijaciones, registros de mantenimiento, cajón de estabilizadores vertical y horizontal, entre otros, realizando reparaciones y aplicando la protección indicada en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave y el Manual de Reparaciones Estructurales (S.R.M.) con la ayuda de la herramienta, utillaje y medios (herramientas de medición, calibres, micrómetros, plataformas elevadoras, iluminación, entre otros), asegurando la integridad estructural de las aeronaves.

*CE1.1 Explicar el proceso de selección de plataformas móviles, arneses de seguridad y equipos de iluminación, entre otros, preparando las tareas de inspección, ajustando*

*las condiciones de trabajo al procedimiento establecido en materia de seguridad e higiene.*

*CE1.2 Describir la limpieza de la estructura externa e interna, procurando accesos, inspeccionando visualmente que no ha sufrido ningún deterioro, siguiendo las tareas estándar recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave e instrucciones de la empresa de mantenimiento responsable.*

*CE1.3 Realizar la verificación de la estructura exterior e interior, realizando una inspección general visual (GVI), detectando abolladuras, grietas, corrosión, holguras, desgastes, entre otros, en el revestimiento, cuadernas y largueros, sujeciones, bordes de aperturas de registros de mantenimiento, carenados, puertas de acceso, alojamiento de tren delantero, sus herrajes de sujeción, compartimento electrónico, entre otras, asegurando el estado del fuselaje delantero de la aeronave.*

*CE1.4 Describir la identificación de los daños encontrados en la inspección y que no estén controlados en el mapa de daños de la aeronave, ubicándolos y midiéndolos, reparando o sustituyendo, siguiendo el Structural Repair Manual (S.R.M).*

*CE1.5 Explicar la valoración de los daños estructurales, determinando su reparación o no, según las tolerancias marcadas en el S.R.M. (Structural Repair Manual).*

*CE1.6 Realizar los accesos para las reparaciones, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, utilizando los medios de seguridad e higiene, garantizando la integridad de los componentes estructurales adyacentes.*

*CE1.7 Preparar los materiales utilizados en las reparaciones del fuselaje, asegurando que están normalizados todos los componentes (láminas metálicas, materiales compuestos, fijaciones, sellantes, entre otros), aplicando los productos de reparación siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE1.8 Describir la aplicación de aislantes en la estructura de la aeronave reparada, aislando de la corrosión con los productos de protección (imprimaciones, pinturas de acabado, inhibidores de corrosión, entre otros) indicados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, siguiendo las instrucciones de trabajo recogidas en las fichas de los productos aplicados, asegurando la durabilidad de la intervención y generando el documento de trazabilidad de la intervención.*

**C2:** Aplicar procedimiento de reparación de daños (abolladuras, arañazos, hendiduras, grietas, perforaciones, corrosiones, delaminaciones, entre otros), en estructuras de aluminio, acero y materiales compuestos en aeronaves, identificando daños visualmente, evaluando los componentes siguiendo las indicaciones del Manual de Reparaciones Estructurales (S.R.M.) o instrucciones de reparación aprobadas por una Organización de Diseño (DOA), reparándolas con la ayuda de herramientas de corte, limas, abrasivos, remachadoras, soldadoras, sellantes, fibra, adhesivos, calibres, galgas, entre otros.

*CE2.1 Clasificar como menores de acuerdo a sus dimensiones de profundidad y extensión dadas en el Manual de Reparaciones Estructurales (S.R.M.), los daños en el revestimiento, abolladuras, arañazos o hendiduras, rellenando con masilla aerodinámica suave con espátula en el contorno circundante de la piel de la aeronave sin cubrir la parte superior de los elementos de fijación, pintando la zona reparada de acuerdo a las prácticas estándar del Manual de Mantenimiento.*

*CE2.2 Clasificar de acuerdo a sus dimensiones de profundidad y extensión dadas en el Manual de Reparaciones Estructurales (S.R.M.), los daños mayores en el revestimiento de aleación de aluminio, abolladuras, arañazos, hendiduras, corrosiones, grietas o perforaciones, entre otros, reparándolos cortando/eliminando la/s zona/s dañada/s, utilizando discos de corte y redondeando las esquinas con un radio de 0,5 pulgadas, añadiendo un refuerzo de una Galga superior al revestimiento dañado, presentándolo sobre la estructura y sujetándolo con el utillaje de fijación (clecos, pinza, entre otras), realizando las filas de remaches de unión recomendados en el S.R.M., tratando las zonas reparadas añadiendo Alodine/Bonderite superficialmente y aplicando imprimación y pintura de acuerdo a las prácticas estándar del Manual de Mantenimiento.*

*CE2.3 Realizar la reparación de los daños en estructuras de fibra de vidrio, lijando, taladrando o saneando, limpiando con disolventes, agregando capas de fibra para igualar el grosor de las capas dañadas en cada caso, impregnando adhesivo y siguiendo el patrón dado en el S.R.M para su curación y acabado.*

*CE2.4 Realizar la reparación de los daños en estructuras de fibra de carbono, saneando la zona dañada y colocando telas de fibra de carbono preimpregnada, alternando la dirección de la fibra de cada capa, aplicando presión sobre las capas y colocando una bolsa de vacío y una lámpara incandescente, aplicando el curado y procedimiento de reparación descrito en el S.R.M. o en el documento aprobado por la DOA, controlando los tiempos de succión y temperatura.*

*CE2.5 Aplicar la reparación de los daños en estructuras de honeycomb, recortando la zona dañada en forma de cilindro, colocando adhesivo en el fondo y laterales del hueco cilíndrico y rellenando el hueco con un cilindro de honeycomb nuevo y cubriendo la superficie con adhesivo de acuerdo con el S.R.M. o reparación aprobada por DOA.*

*CE2.6 Describir el procedimiento de certificación de las reparaciones estructurales, rellenando el certificado de puesta en Servicio (Release to Service Certificate), de acuerdo a documentación aprobada, S.R.M., EASA CS-STAND (basadas en AC 43-13), reparaciones provenientes de Organizaciones de Diseño Aprobadas (DOA) o el propio fabricante.*

**C3:** Aplicar operaciones de mantenimiento programado de la estructura terciaria de la aeronave, visualmente a través de una inspección general, General Visual Inspection (GVI) las butacas, mobiliario interior, paneles de revestimiento, entre otros, realizando reparaciones y aplicando la protección indicada en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave con la ayuda de la herramienta, utillaje y medios (herramientas de medición, calibres, micrómetros, plataformas elevadoras, iluminación, entre otros), asegurando sus características de diseño original.

*CE3.1 Explicar el proceso de selección de las escaleras, plataformas, arneses de seguridad y equipos de iluminación para las tareas de inspección, ajustando las condiciones de trabajo al procedimiento establecido en materia de seguridad e higiene.*

*CE3.2 Describir la limpieza de la estructura externa e interna, procurando accesos, inspeccionando visualmente que no ha sufrido ningún deterioro, siguiendo las tareas estándar recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave e instrucciones de la empresa de mantenimiento responsable.*

*CE3.3 Realizar la inspección del mobiliario, paneles de embellecimiento, carenados, estructura externa e interna, comprobando visualmente su integridad realizando una inspección general visual (GVI), detectando abolladuras, grietas, corrosión, holguras, entre otros, sustituyendo o reparando en cada caso siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE3.4 Verificar los elementos dañados y desmontados del sistema, realizando comprobaciones operacionales que pueden requerir equipos y bancos de prueba externos, y dependiendo del nivel de los daños observados son desechados, reparados o enviados a talleres especializados para su recuperación según las indicaciones del manual del componente afectado.*

*CE3.5 Adecuar los elementos dañados, reparándolos, restaurándolos o sustituyéndolos por otros nuevos, conservando su función aerodinámica y estética de la aeronave.*

C4: Calcular el peso y el balance de la aeronave, asegurando que se encuentra dentro de los valores de la gráfica de la envolvente, que el centro de gravedad no ha variado con carga, entre otras, situándola según las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

*CE4.1 Exponer como se extraen los datos de peso básico en vacío, límites de peso (peso máximo al despegue, peso máximo al aterrizaje), capacidad de combustible, número de pasajeros y zonas de carga (bodegas), brazos del centro de gravedad por estaciones y posición de los asientos de pasajeros según tablas, que se obtienen en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE4.2 Exponer el procedimiento de pesado de la aeronave, asegurando que se cumplen las especificaciones del fabricante en el intervalo cuando sufre una modificación en la estructura y/o equipamiento, realizando un pesado básico en vacío (BEW) calculando la suma del peso de la estructura los componentes, los fluidos de operación y combustible no utilizable.*

*CE4.3 Indicar el peso del modelo específico de la aeronave, extrayéndolo del Manual de Mantenimiento de la Aeronave, pesando la aeronave y recogiendo los datos de la pesada en seco (peso básico + tripulación y equipaje + equipos de emergencia, comidas y bebidas + equipos de servicios de abordaje) pesada sin combustible (peso seco + pasajeros + equipaje y carga), calculando el peso máximo de despegue dentro de los límites operativos indicados.*

*CE4.4 Explicar el método de pesaje de la aeronave, dentro del hangar, sobre ruedas, empleando básculas de plataforma o sobre gatos (Jack points), empleando sondas de pesaje calibradas y certificadas, conectándolas a una maleta con ordenador para realizar los cálculos, drenando el combustible, comprobando que el aceite de los motores está al máximo, chequeando que los equipos instalados están en su sitio y corresponden con la lista de equipamiento de la aeronave, que la aeronave está elevada y nivelada, el peso básico en vacío y determinando el momento a partir de las lecturas de la báscula, restando los artículos que no forman parte de la aeronave vacía, teniendo en cuenta el combustible y aceite no usables emitiendo un certificado de peso y centrado, teniendo en cuenta las correcciones de los certificados de calibración de las sondas de pesaje y de acuerdo con lo indicado en el Manual de Vuelo y el Manual de Mantenimiento.*

*CE4.5 Exponer el cálculo de la envolvente de la aeronave, utilizando las gráficas contenidas en el manual de mantenimiento o manual de vuelo de la aeronave (ofreciendo rangos máximos del centro de gravedad (inches) y el peso (libras), informándonos de los límites de peso y balance, controlando la carga máxima admitida.*

*CE4.6 Explicar la comprobación de los límites de la gráfica, utilizando el peso total (pounds) y momento total (pounds-inches), comprobando que estamos dentro de la envolvente del centro de gravedad, asegurando en la referencia de la gráfica de porcentaje, que el resultado de la media cuerda aritmética se obtiene de la posición del centro de gravedad en % de MAC y el peso, redistribuyendo la carga, moviéndola o quitando peso en cada caso.*

*CE4.7 Explicar la comprobación del centro de gravedad de la carga (si existen dudas en el control del centro de gravedad), realizando la división de la distancia que se mueve el peso, multiplicado por el peso a ser movido, dividiéndolo entre el peso total obteniendo el dato de cambio del centro de gravedad.*

*CE4.8 Asegurar que la carga está bien amarrada, fijando los trinquetes de las cintas y ganchos, entre otros, para que no se mueva en ninguna de las situaciones del vuelo, asegurando la integridad de la aeronave.*

**C5:** Aplicar comprobaciones a la aeronave después de la caída de un rayo, observando los elementos aviónicos, de radio, estructura y hélices, utilizando los equipos de comprobación y medida (polímetros, banco de pruebas, entre otros), reparando o sustituyendo los elementos deteriorados (palas, hélices, batería, relés, fusibles, circuitos de breakers, cableado eléctrico, entre otros), utilizando la herramienta común (llaves de vaso, de codo, torquímetros, pelacables, alicate de electricista, entre otros), restaurando la operatividad de la aeronave.

*CE5.1 Aplicar comprobaciones a las batería, relés, fusibles, circuit breakers, cableado eléctrico utilizando equipos de prueba y medida (polímetros, banco de pruebas, entre otros), simulando la situación de la caída de un rayo, observando daños por calentamiento y valores de conductividad diferentes de las masas en diferentes puntos, reparando o sustituyendo el cableado o elementos dañados, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, de codo, torquímetros, pelacables, alicate de electricista, entre otros), siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE5.2 Aplicar comprobaciones a la estructura primaria y secundaria, verificando visualmente si pasa o no pasa luz en algún punto, utilizando un espejo y una luz fría, anotando daños.*

*CE5.3 Explicar el procedimiento de verificación visual de las hélices de la aeronave, verificando visualmente toda la superficie desde el encastre a la punta de pala, observando que no se encuentran en mal estado, utilizando el tapping testing o ultrasonidos escuchando o visualizando anomalías en el sistema.*

*CE5.4 Aplicar diagnóstico a la brújula eléctrica, brújula magnética, GPS, radar meteorológico, entre otros, verificando con el equipo de diagnóstico que no tienen anomalías.*

*CE5.5 Explicar el procedimiento de comprobación del sistema de fuel (combustible), sistema de oíl (aceite), sistemas hyd (hidráulico) y motores (engines), realizando una*

*revisión de tipo prevuelo y de los sistemas de mandos (cíclico, colectivo y pedales), haciéndolos funcionar y observando su estado.*

*CE5.6 Explicar el procedimiento de verificación de la aeronave, realizando un vuelo y anotando anomalías para su reparación o sustitución en cada caso.*

C6: Aplicar la verificación de la aeronave después de operar en condiciones que requieren mantenimiento no programado, parada súbita de motor, operación en áreas polvorientas, áreas muy húmedas, terreno blando e irregular, aterrizaje forzoso, vuelo turbulento, áreas volcánicas, entre otros, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, utilizando la herramienta común (gatos, llaves de vaso, de codo, torquímetros, extractores, entre otros), restaurando la operatividad de la aeronave.

*CE6.1 Explicar la inspección visual de la hélice, el governor, el motor y el fuselaje tras parada súbita del motor por posibles daños, realizando overhaul o sustitución de governor y hélice y enviando el motor a centro autorizado, reparando posibles arrugas, grietas y deformaciones del fuselaje, siguiendo indicaciones de los manuales de mantenimiento de célula, motor y hélice y manual de reparaciones estructurales.*

*CE6.2 Aplicar procedimiento de limpieza o sustitución del amortiguador del tren de morro, los filtros de instrumentos y las líneas de pitot y estática, tras operar en áreas polvorientas, siguiendo las indicaciones del manual de mantenimiento de aeronave.*

*CE6.3 Describir la inspección de la estructura bajo el piso de cabina, cono de cola, registros de ala, empenage, entre otros, tras operar en áreas muy húmedas, siguiendo las indicaciones del programa de control de corrosiones del manual de mantenimiento de aeronave.*

*CE6.4 Inspeccionar los neumáticos, llantas, frenos, pozos del tren y amortiguadores, entre otros, tras operar en terrenos blandos e irregulares, por cortes, pérdida de presión de amortiguadores, pérdida de hidráulico, desgastes, grietas, corrosiones, sobret temperatura, deformaciones en los discos, holguras en los actuadores, deformaciones estructurales, entre otros, dando servicio, reparando o sustituyendo, siguiendo las indicaciones del manual de mantenimiento de aeronave.*

*CE6.5 Aplicar la inspección a la aeronave en un primer nivel, visualmente de forma general por daños externos que evidencien posibles daños estructurales, (grietas en las llantas, fugas de hidráulico, paneles arrugados, grietas en los soportes de motor, ventanillas agrietadas, deformaciones de largueros, entre otros) tras un aterrizaje forzoso, toma dura, o vuelo turbulento, en un segundo nivel, de forma más detallada colocando la aeronave en gatos y desmontando trenes de aterrizaje, llantas, uniones ala-fuselaje, pernos de ala, engine mounts, entre otros, siguiendo las indicaciones del manual de mantenimiento de aeronave.*

*CE6.6 Describir la inspección visual de la aeronave por acumulación de cenizas volcánicas, retirándolas con cepillos y aspirador, limpiando el tren de aterrizaje, sustituyendo filtros de instrumentos, inspeccionando y limpiando las líneas de pitot y estática, chequeando los equipos de aviónica, inspeccionando por condición, erosiones y obstrucciones el exterior de la aeronave, realizando una carta completa de lubricación y reparando daños estructurales, siguiendo las indicaciones del manual de mantenimiento de aeronave, manual de reparaciones estructurales y recomendaciones específicas del fabricante.*

C7: Aplicar las operaciones de estacionamiento de la aeronave, procedimientos de deshielo, asegurando la integridad de la estructura y de los elementos que conforman la unidad, realizando movimientos con el equipo tractor y los útiles de transporte, posicionándola en el lugar indicado, protegiéndola de la intemperie en cada caso, y certificando su conservación.

*CE7.1 Aplicar procedimiento de anclaje a tierra de la aeronave, utilizando cadenas y enganchándolas a argollas, apagando todos los sistemas que consuman corriente.*

*CE7.2 Ejecutar operaciones de remolque o empuje de la aeronave con el equipo tractor, realizando la operación, enganchando la barra de remolque al tren de aterrizaje de morro o con horquilla de remolque en tren principal en cada caso a través del enganche rápido, asegurando el movimiento en línea recta en los últimos metros de la maniobra, evitando daños por sobreesfuerzo a las ruedas, por giro excesivo a la dirección y al tren de aterrizaje, dejando la aeronave en el sitio establecido.*

*CE7.3 Aplicar procedimiento de frenado y amarre de las palas de la hélice con el equipo de fijación (eslinga y argolla), sujetándolas al suelo, protegiendo el tubo pitot, puertos de estática y cualquier elemento de la aeronave por donde pueda entrar un objeto extraño con las fundas indicadas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE7.4 Describir el procedimiento de protección de la aeronave estacionada, controlando la estanqueidad de los bordes de las puertas, protección de cristales y puerto de ventilación, entre otros, siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE7.5 Explicar el procedimiento de rearme de la aeronave, comprobando visualmente que tenemos quitadas y guardadas las fundas de las hélices, calzos retirados, fundas de Pitot y estáticas, puertas con el film de protección retirado y todas las tomas exteriores libres de obstáculos, conectando el APU y/o la batería en cada caso, abriendo compuertas de acceso a la unidad de potencia, arrancando según indicaciones del piloto, chequeando que no hay fugas de fluido, humos o ruidos extraños y que las hélices comienzan a girar.*

*CE7.6 Explicar procedimiento de protección contra el hielo, siguiendo el protocolo previsto en el Manual de Mantenimiento de la aeronave y entre otros:*

*- Explicar el procedimiento de protección contra el hielo aplicando fluido depresor (tipo I o tipo II), con el equipo de presión, asegurando la cobertura de toda superficie, generando una capa protectora de fluido, disminuyendo el punto de congelación del agua.*

*- Describir el procedimiento de verificación de la resistencia en el sistema antihielo, pulsando el botón situado en el pedestal, observando que el indicador de temperatura de gases de escape aumenta en unos 20°C (dependiendo de la aeronave) y al apagarlo vuelve a reducir la temperatura.*

*- Describir el procedimiento de verificación del sistema de desempañado de cristales, accionando el sistema de calefacción de la aeronave, moviendo la palanca o pulsando el botón del sistema, comprobando que funciona de manera suave y sin fricción, reparando o sustituyendo el mecanismo, comprobando con los útiles de*

*prueba y medida (dinamómetro, polímetros, entre otros) los valores de medición, con los recogidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*- Explicar el procedimiento de verificación visual de las entradas de aire del motor de la aeronave y el radiador de enfriamiento de aceite en motores, comprobando que no contienen hielo y nieve, limpiando con glicol utilizando un trapo limpio o un pulverizador, asegurando la circulación de entrada de aire en el motor.*

*CE7.7 Cumplimentar un certificado de aptitud para un servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de una aeronave tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.*

#### **Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo:**

C1 completa; C2 completa; C3 completa; C4 completa; C5 completa; C6 completa; C7 completa.

Otras capacidades:

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Demostrar resistencia al estrés, estabilidad de ánimo y control de impulsos.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

Valorar el talento y el rendimiento profesional con independencia del sexo.

Promover la igualdad de trato entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

#### **Contenidos:**

##### **1. Herramientas, materiales y equipos para la estructura y la célula de aeronaves**

Tipos comunes de herramientas manuales. Tipos comunes de herramientas mecánicas. Manejo y utilización de herramientas de medición de precisión. Equipos y métodos de

lubricación. Funcionamiento, función y utilización de equipos de comprobaciones eléctricas generales. Materiales de aeronaves ferrosos. Materiales de aeronaves no ferrosos. Materiales compuestos y no metálicos. Corrosión. Dispositivos de fijación. Tuberías y empalmes. Resortes. Cojinetes. Transmisiones. Cables de mando. Cables eléctricos y conectores.

## **2. Física y matemáticas aplicadas a la estructura y la célula de aeronaves**

Aritmética. Álgebra. Geometría. Mecánica. Fuerzas, momentos y pares, representación como vectores. Centro de gravedad. Elementos de teoría de esfuerzos, deformaciones y elasticidad, tensión, compresión, esfuerzo cortante y torsión. Naturaleza y propiedades de los sólidos, los líquidos y los gases. Presión y flotabilidad en líquidos (barómetros). Fuerzas, momentos y pares, representación como vectores. Centro de gravedad. Elementos de teoría de esfuerzos, deformaciones y elasticidad, tensión, compresión, esfuerzo cortante y torsión. Naturaleza y propiedades de los sólidos, los líquidos y los gases. Presión y flotabilidad en líquidos (barómetros). Movimiento rectilíneo: movimiento rectilíneo uniforme, movimiento uniformemente acelerado (movimiento sometido a la gravedad). Movimiento giratorio: movimiento circular uniforme (fuerzas centrífugas y centrípetas). Movimiento periódico: movimiento pendular. Teoría sencilla de la vibración, los armónicos y la resonancia. Relación de velocidades, brazo de palanca y rendimiento mecánico. Dinámica. Dinámica de fluidos. Termodinámica. Movimiento ondulatorio y sonido.

## **3. Legislación aplicada al mantenimiento de la estructura y la célula de aeronaves**

Marco regulador. Papel de la Organización de Aviación Civil Internacional. Papel de la Comisión Europea. Papel de la EASA. Papel de los Estados miembros y las autoridades nacionales de aviación. Personal certificador. Mantenimiento. Comprensión detallada de la Parte 66. Empresas de mantenimiento aprobadas. Comprensión detallada de la Parte 145 y de la Parte M, subparte F. Operaciones aéreas. Certificado de Operador Aéreo. Certificación de aeronaves, componentes y equipos a) Generalidades. Comprensión general de la Parte 21 y especificaciones de certificación de la EASA CS-23, 25, 27, 29. b) Documentos. Certificado de aeronavegabilidad. Certificados restringidos de aeronavegabilidad y autorización de vuelo. Certificado de matrícula. Certificado de niveles de ruido. Distribución del peso. Licencia y autorización de emisora de radio. Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de las disposiciones de la Parte 21 relativas al mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de la Parte M. Requisitos nacionales e internacionales aplicables para (si no son anulados por los requisitos de la UE): a) Programas de mantenimiento, inspecciones y comprobaciones de mantenimiento. Directivas de aeronavegabilidad. Boletines de servicio, información de servicio de fabricantes. Modificaciones y reparaciones. Documentación de mantenimiento: manuales de mantenimiento, manual de reparación estructural, catálogo ilustrado de componentes, entre otros. Únicamente para las licencias A y B2: Lista maestra de equipamiento mínimo, lista de equipamiento mínimo, lista de desviaciones de despacho. b) Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Equipamiento mínimo. Vuelos de prueba. Únicamente para las licencias B1 y B2: Requisitos de mantenimiento y despacho ETOPS.

## **4. Materiales de aeronaves-Ferrosos y No ferrosos. Corrosión**

Características, propiedades e identificación de aleaciones de acero utilizadas normalmente en aeronaves. Tratamientos por calor y aplicación de las aleaciones de acero. Ensayos de dureza, resistencia a la tracción, resistencia a la fatiga y resistencia al impacto. Materiales de aeronaves-no ferrosos: características, propiedades e identificación de materiales no ferrosos utilizados normalmente en aeronaves. Tratamientos por calor y aplicación de los materiales no ferrosos. Ensayos de dureza, resistencia a la tracción, resistencia a la fatiga y resistencia al impacto de materiales no ferrosos. Fundamentos químicos. Formación por

proceso de galvanización, microbiológico y presión. Tipos de corrosión y su identificación. Causas de la corrosión. Tipos de materiales, susceptibilidad a la corrosión.

#### **5. Materiales de aeronaves-Materiales compuestos y no metálicos**

Materiales compuestos y no metálicos distintos de la madera y los materiales textiles: estructuras de madera. Métodos de construcción de estructuras de célula de madera. Características, propiedades y tipos de madera y pegamentos usados en aeronaves. Conservación y mantenimiento de una estructura de madera. Tipos de defectos en materiales y estructuras de madera. La detección de defectos en una estructura de madera. Reparación de estructuras de madera.

#### **6. Dispositivos de fijación**

Roscas de tornillos. Nomenclatura de tornillos. Formas de roscas, dimensiones y tolerancias de roscas estándar utilizadas en aeronaves. Medida de las roscas de tornillos. Pernos, espárragos y tornillos: tipos de pernos (especificaciones, identificación y marcas de pernos de aeronaves, normas internacionales). Tuercas (autoblocantes, de anclaje, tipos estándar). Tornillos para metales (especificaciones para aeronaves). Espárragos (tipos y utilización, inserción y extracción). Tornillos autorroscantes, pasadores. Dispositivos de cierre: arandelas de lengüeta y de resorte, placas de bloqueo, pasadores de aletas, tuercas de cierre, bloqueo con alambre, dispositivos de aflojamiento rápido, chavetas, anillos de seguridad, chavetas de retén. Remaches de aeronaves: Tipos de remaches macizos y ciegos: especificaciones e identificación, tratamiento térmico.

#### **7. Aerodinámica. Vuelo**

Flujo del aire alrededor de un cuerpo. Capa límite, flujo laminar y turbulento, flujo de una corriente libre, flujo de aire reactivo, deflexión del flujo hacia arriba y hacia abajo, torbellinos, remansos. Terminología: curvatura, cuerda, cuerda media aerodinámica, resistencia (parásita) del perfil, resistencia inducida, centro de presión, ángulo de ataque, alabeo positivo y negativo, fineza, forma del ala y alargamiento. Empuje, peso, resultante aerodinámica. Generación de sustentación y resistencia: ángulo de ataque, coeficiente de sustentación, coeficiente de resistencia, curva polar, entrada en pérdida. Contaminación de superficies aerodinámicas por hielo, nieve y escarcha. Relación entre sustentación, peso, empuje y resistencia. Relación de planeo. Vuelo estabilizado, actuaciones. Teoría de la rotación. Influencia del factor de carga: entrada en pérdida, envolvente de vuelo y limitaciones estructurales. Aumento de la sustentación. Estabilidad y dinámica de vuelo. Estabilidad longitudinal, lateral y direccional (activa y pasiva). Vuelo a alta velocidad 1 Velocidad del sonido, vuelo subsónico, vuelo transónico, vuelo supersónico. Número de Mach, número de Mach crítico, sacudida por compresibilidad, onda de choque, calentamiento aerodinámico, regla del área. Factores que afectan al flujo de aire en la admisión del motor en aeronaves a alta velocidad. Efectos de la flecha en el número de Mach crítico.

#### **8. Estructura de la célula-Aeronaves. Métodos de construcción. Mayordomía y hangaraje de aeronaves**

Fuselaje (A.T.A. 52/53/56): fabricación y sellado de la presurización. Anclajes de alas, estabilizadores, voladizos y tren de aterrizaje. Instalación de asientos y sistemas de carga de mercancía. Puertas y salidas de emergencia: estructura, mecanismos, funcionamiento y dispositivos de seguridad. Estructura y mecanismos de las ventanas y parabrisas. Alas (A.T.A. 57): estructura. Almacenamiento de combustible. Anclajes de tren de aterrizaje, voladizos, superficies de mando y elementos hipersustentadores y aumento de resistencia. Estabilizadores (A.T.A. 55): estructura. Anclajes de las superficies de mando. Superficies

de mando de vuelo (A.T.A. 55/57): estructura y anclajes. Equilibrado: masa y aerodinámica. Gondolas/voladizos (A.T.A. 54): estructura. Mamparos cortafuegos. Bancadas de motor. Clasificación de estructuras: primaria, secundaria y terciaria. Requisitos de aeronavegabilidad para resistencia estructural. Concepto de «a prueba de fallos», vida segura y tolerancia al daño. Sistemas de identificación de zonas y secciones transversales. Esfuerzo, deformación, flexión, compresión, esfuerzo cortante, torsión, tensión, esfuerzo circunferencial, fatiga. Instalaciones de desagüe y ventilación. Instalaciones de sistemas. Instalaciones de protección contra rayos. Puesta a tierra de la aeronave. Equipamiento y accesorios (ATA 25). Fuselaje con revestimiento sometido a esfuerzos, conformadores, larguerillos, largueros, mamparos, cuadernas, chapas de refuerzo, montantes, anclajes, vigas, estructuras del piso, refuerzos, métodos de revestimiento, protección anticorrosión, alas, empenaje y anclajes de motores. Técnicas de montaje y reparación de estructuras: remachado, empernado, unión con adhesivos. Métodos de protección superficial: cromado, anodizado, pintura. Limpieza de superficies. Simetría de la célula: métodos de alineación y comprobación de la simetría. Soldadura autógena, soldadura fuerte, soldadura blanda y unión mediante adhesivo. Rodadura/remolcado de aeronaves y precauciones de seguridad pertinentes. Izado de aeronaves, bloqueo mediante calzos, amarre y precauciones de seguridad pertinentes. Métodos de hangaraje de aeronaves. Procedimientos de reabastecimiento y vaciado de combustible. Efectos de las condiciones ambientales en la mayordomía y la operación de aeronaves. Hechos anormales. Inspecciones después de la caída de un rayo y la exposición a radiaciones de alta intensidad (HIRF). Inspecciones realizadas después de hechos anormales, como aterrizajes problemáticos y vuelo con turbulencias.

### **9. Sistemas de interconexión de cableado eléctrico (EWIS) en la estructura y la célula de aeronaves**

Manuales de Cableado. Inspección del Cableado. Mantenimiento y Limpieza. Conductores y Cables. Métodos de Conexión.

#### **Parámetros de contexto de la formación:**

#### **Espacios e instalaciones:**

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller. Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

#### **Perfil profesional del formador o formadora:**

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con la aplicación de operaciones de mantenimiento/reparación de la estructura y la célula de aeronaves, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

## ANEXO V

**Cualificación profesional: Mantenimiento aeromecánico de helicópteros con motor de pistón**

**Familia Profesional: Transporte y Mantenimiento de Vehículos**

**Nivel: 3**

**Código: TMV764\_3**

### Competencia general

Realizar el mantenimiento programado, no programado en los helicópteros con motor de pistón, planta de potencia, palas, de los distintos sistemas (hidráulicos, neumáticos, mecánicos y eléctricos de aeromecánica), así como, de los elementos estructurales, revestimientos, interior y mobiliario del helicóptero, en actividades de mantenimiento en línea, mantenimiento en base, fabricación, ensamblaje y talleres de componentes, interpretando los manuales de mantenimiento de la aeronave y componentes, documentación técnica, ordenes de trabajo, directivas de aeronavegabilidad y partes de vuelo, aplicando la normativa aplicable emitida por las Autoridades de Aviación Civil y Militar, nacionales e internacionales, la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA), utilizando la lengua inglesa cuando proceda, cumpliendo el plan de prevención de riesgos laborales y medioambientales y, participando en la gestión del mismo, colaborando y/o controlando partes de su logística, decidiendo en ciertos casos sobre las condiciones de puesta en servicio tanto de la aeronave en su conjunto, como de sus componentes; todo ello sin perjuicio de lo establecido en la normativa sectorial vigente.

### Unidades de competencia

**UC2534\_3:** Mantener/reparar los motores de pistón de aeronaves y sus sistemas de indicación

**UC2553\_3:** Mantener/reparar palas, rotores y sistemas de indicación de helicópteros

**UC2554\_3:** Mantener/reparar los componentes del sistema de combustible y sistemas auxiliares de helicópteros con motor de pistón

**UC2537\_3:** Mantener/reparar los sistemas hidráulicos, neumáticos y aire acondicionado en aeronaves con motor de pistón

**UC2555\_3:** Mantener/reparar los mandos de vuelo y tren de aterrizaje de helicópteros

**UC2540\_3:** Mantener los sistemas eléctricos, de aviónica y a bordo de las aeronaves

**UC2539\_3:** Mantener/reparar la estructura y la célula de aeronaves

### Entorno Profesional

#### Ámbito Profesional

Desarrolla su actividad profesional en el área Aeronáutica, en el departamento de mantenimiento y reparación de helicópteros con motor de pistón, en entidades de naturaleza pública o privada, en empresas de cualquier tamaño, tanto por cuenta propia

como ajena con independencia de su forma jurídica. Desarrolla su actividad dependiendo, en su caso, funcional y/o jerárquicamente de un superior. Puede tener personal a su cargo en ocasiones, por temporadas o de forma estable. Su actividad profesional está sometida a regulación. En el desarrollo de la actividad profesional se aplican los principios de accesibilidad universal y diseño universal o diseño para todas las personas de acuerdo con la normativa aplicable.

## Sectores Productivos

Se ubica en el sector productivo del transporte aéreo (personas y mercancías), tanto para la aviación general y militar, en el subsector de mantenimiento y reparación, construcción y ensamblaje de aeronaves.

## Ocupaciones y puestos de trabajo relevantes

*Los términos de la siguiente relación de ocupaciones y puestos de trabajo se utilizan con carácter genérico y omnicomprensivo de mujeres y hombres.*

Técnicos de mantenimiento aeronáutico (con licencia EASA parte 66 con subcategoría b1.4 y certificador autorizado por la organización de mantenimiento parte 145)

Técnicos de mantenimiento aeronáutico (con licencia EASA parte 66 con subcategoría b1.4 y sin capacidad certificadora)

Técnicos de mantenimiento aeronáutico (con licencia EASA parte 66 con subcategoría a4 y certificador autorizado por la organización de mantenimiento parte 145)

Responsables de almacén y logística para el mantenimiento aeronáutico (con o sin licencia EASA parte 66)

Jefes de equipo de mantenimiento de base (hangar), mantenimiento de línea (rampa), motores, taller de accesorios o taller de ensayos no destructivos de helicópteros con motor de pistón (con licencia EASA parte 66 con subcategoría b1.4 y certificador autorizado por la organización de mantenimiento parte 145, o sin licencia EASA parte 66)

Jefes de producción de mantenimiento de base (hangar), mantenimiento de línea (rampa), motores, taller de accesorios o taller de ensayos no destructivos de helicópteros con motor de pistón (con licencia EASA parte 66 con subcategoría b1.4 y certificadores autorizados por la organización de mantenimiento EASA parte 145)

Técnicos de mantenimiento aeronáutico (sin licencia EASA parte 66)

## Formación Asociada (2.400 horas)

### Módulos Formativos

**MF2534\_3:** Mantenimiento/reparación de los motores de pistón de aeronaves y sus sistemas de indicación (490 horas)

**MF2553\_3:** Mantenimiento/reparación de las palas, rotores y sistemas de indicación de helicópteros (300 horas)

**MF2554\_3:** Mantenimiento/reparación de los componentes del sistema de combustible y sistemas auxiliares de helicópteros con motor de pistón (360 horas)

**MF2537\_3:** Mantenimiento/repación de los sistemas hidráulicos, neumáticos y aire acondicionado en aeronaves con motor de pistón (390 horas)

**MF2555\_3:** Mantenimiento/repación de los mandos de vuelo y tren de aterrizaje de helicópteros (360 horas)

**MF2540\_3:** Mantenimiento de los sistemas eléctricos, de aviónica y a bordo de las aeronaves (230 horas)

**MF2539\_3:** Mantenimiento/repación de la estructura y la célula de aeronaves (270 horas)

## **UNIDAD DE COMPETENCIA 1: MANTENER/REPARAR LOS MOTORES DE PISTÓN DE AERONAVES Y SUS SISTEMAS DE INDICACIÓN**

**Nivel: 3**

**Código: UC2534\_3**

### **Realizaciones profesionales y criterios de realización:**

RP1: Realizar el mantenimiento programado del motor de pistón de la aeronave, conducción de potencia, indicadores, computas, realizando comprobación de niveles, inspecciones y pruebas operacionales según horas de vuelo, calendario de reemplazo o sustitución de elementos defectuosos, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave y rellenando el certificado del procedimiento de mantenimiento en las operaciones con la aeronave.

CR1.1 Los capots (cowlings), mamparos (bulkheads, baffle seals), trampillas (cow flaps) y diversos accesos al motor se abren, asegurándolos en la posición en la que tengamos acceso a la unidad, verificando visualmente que su estructura no esté defectuosa (deformaciones, golpes, grietas, pérdida de remaches, entre otros), comprobando holguras, desalineaciones y asegurado con los equipos y accesorios (latches, tornillos de media vuelta, dinamómetro, galgas, calibre, entre otras), siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave, ajustándolas, reparándolas o sustituyéndolas en cada caso, para garantizar la posición y la ventilación del motor en vuelo.

CR1.2 La cantidad de aceite del motor se verifica, comprobando que se encuentra dentro de los límites indicados en el visor, asegurando con la mano el tapón de llenado y observando que la bandeja de pérdidas no tiene restos de fluido hidráulico, asegurando la lubricación del grupo propulsor.

CR1.3 El aceite del motor se sustituye, quitando el tapón de vaciado, drenándolo y verificando el color y la existencia de posibles partículas mediante la apertura del filtro de aceite, reponiendo el tapón y junta apretando con un torquímetro, rellenando de nuevo e instalando un nuevo filtro de aceite, asegurando el engrase de las piezas móviles del motor.

CR1.4 Los herrajes, pernos, tuercas y frenos y/o sistema anti-vibración (silent-block) que componen la estructura que sujeta el motor a la aeronave (pylon, engine mount) se comprueba visualmente, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave, observando ausencia de grietas, golpes, fricciones, corrosiones, entre

otros, sustituyendo los que se encuentran en mal estado, asegurando la fijación del motor a la aeronave.

CR1.5 El pylon o engine mount, se verifica visualmente por grietas, rozaduras, marcas o indicios de corrosión, observando que sus drenajes no están obstruidos, limpiando o sustituyendo en cada caso, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR1.6 Los filtros de aire de la unidad se verifican visualmente, observando que están exentos de suciedad excesiva, soplando y limpiando en cada caso, sustituyendo por tiempo o deterioro prematuro, siguiendo las instrucciones marcadas en el Manual de Mantenimiento del fabricante.

CR1.7 El alternador se verifica visualmente, comprobando el cableado, la fijación al motor, posibles rozaduras y ruidos inusuales, abriéndolo para sustituir los cojinetes y escobillas por tiempo o deterioro prematuro, siguiendo las instrucciones marcadas en el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR1.8 La puesta en marcha (Starter) se verifica visualmente, comprobando que el cableado no se encuentra suelto o rozado, que el piñón y la corona dentada no estén dañados y asegurando la continuidad eléctrica del relé, siguiendo las instrucciones marcadas en el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR1.9 El sistema de escape se verifica visualmente, comprobando que esté sujeto, sin grietas ni fugas, con todas sus tuercas y abrazaderas y comprobando con un pie de rey que el espesor de los tubos se encuentra dentro de los límites dados por el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

RP2: Realizar el mantenimiento programado y no programado de los cárteres y cilindros de la aeronave, realizando inspecciones y pruebas operacionales según horas de vuelo, calendario de reemplazo o sustitución de elementos defectuosos, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR2.1 Los cárteres y cilindros, sus alojamientos e insertos se limpian de residuos de carbonilla, utilizando un cepillo de alambres y producto desengrasante (PD), secando con aire comprimido y verificando grietas, desgastes, entre otras, reparando o sustituyendo en cada caso.

CR2.2 Los cárteres se verifican comprobando su planitud, utilizando los equipos de prueba y medida (bancada, calas, mármol, equipo de diagnóstico infrarrojos, entre otros), comprobando las diferencias de altura en los ejes X/Y/Z, controlando que las desviaciones del equipo de infrarrojos o de la aguja del reloj comparador no sobrepasen las marcadas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, planificándolos en cada caso para mantener el acoplamiento del motor, de acuerdo al Manual de Mantenimiento del Motor.

CR2.3 Las canalizaciones internas de los cárteres se comprueban visualmente con los equipos de comprobación (boroscopio o equipo de ultrasonidos), observando que no hay grietas, fisuras, erosiones, corrosión, entre otras, valorando los límites de desgaste, reparando o cambiando en cada caso.

CR2.4 Las guías de válvula, los asientos del árbol de levas, entre otras, se verifican con los útiles de prueba y medida (micrómetros de exteriores, interiores, reloj comparador, alexómetro, entre otros), observando el ovalamiento, conicidad y desgastes producidos por rozamiento, falta de lubricación o alta temperatura, rectificando, cambiando o sustituyendo los elementos o cilindros completos.

CR2.5 El acoplamiento de cada cilindro con el cárter se verifica visualmente, comprobando que no tiene fugas de aceite, daños, grietas o deterioro físico producidos por las elevadas temperaturas y presiones (diferencias de tono, poros, entre otros), observando manchas, pérdidas de aire de hermetización y sonidos irregulares por el sello, sustituyendo en cada caso los elementos deteriorados, utilizando herramienta común (llave de vaso, llaves fijas, de codo, torquímetro, entre otras) y extractores, lubricando el nuevo y montándolo en su alojamiento, comprobando la compresión del motor.

CR2.6 Los cilindros se montan en los semicárteres cambiando las tuercas o los tornillos de unión en cada caso, engrasándolos y apretándolos según el par y secuencia de apriete indicado en el manual de Mantenimiento de la aeronave, utilizando torquímetros, entre otros, asegurando la hermeticidad del conjunto.

RP3: Realizar el mantenimiento programado y no programado de las válvulas del motor de pistón de la aeronave, realizando inspecciones y pruebas operacionales según horas de vuelo, calendario de reemplazo o sustitución de elementos defectuosos, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR3.1 Las válvulas se limpian con aceite viscoso volátil (WD40) que protege frente a la humedad y un cepillo de alambres, quitando la carbonilla bituminosa, examinando visualmente daños de abrasión o corrosión, rectificando o sustituyendo en cada caso siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR3.2 Las válvulas de admisión y escape se verifican visualmente y con los útiles de prueba y medida (micrómetro, reloj comparador, calibre, entre otras), observando el desgaste de la cola de válvula y el asiento, rectificando con la pasta de esmeril o sustituyendo en cada caso, asegurando la estanqueidad en el orificio de entrada y salida de gases.

CR3.3 Los muelles de válvula se verifican, comprobando el diámetro de las espiras, longitud y elasticidad, utilizando el comprobador de muelles, calibre, micrómetro, regla, entre otras, asegurando la subida y bajada, sustituyendo en cada caso.

CR3.4 Las ranuras de las escotaduras de las válvulas se verifican, observando que no tienen rebabas y están exentas de daños, asegurando la cazoleta y el muelle a la cola de válvula.

CR3.5 Los asientos de válvula se verifican con el test de depresión, observando fugas, esmerilando el apoyo en caso de pérdida, utilizando pasta de esmeril y una ventosa con mango.

RP4: Realizar el mantenimiento programado y no programado de pistones, cilindros, balancines, segmentos, y tuberías del motor, realizando inspecciones, pruebas

operacionales según horas de vuelo, calendario de reemplazo o sustitución de elementos defectuosos, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR4.1 Los segmentos del pistón se verifican, midiendo su desgaste en las zonas que indique el Manual de Mantenimiento de la aeronave, utilizando los equipos de prueba y medida (galgas, micrómetro, reloj comparador y calibres), sustituyendo por paquetes completos y en función de la camisa del pistón utilizando el alicate de instalación para montarlos, asegurando la compresión y el engrase del cilindro.

CR4.2 Los pistones y bielas se verifican, observando desgastes (ovalamiento y conicidad) de la cabeza, falda, bulón, casquillos de cabeza y pie de biela, entre otros, utilizando los equipos de prueba y medida (galgas, micrómetro, reloj comparador, alexómetro y calibres), sustituyendo los elementos deteriorados teniendo en cuenta las marcas de color en la base de los cilindros (naranja cromado o azul nitrurado), para asegurar el funcionamiento del motor.

CR4.3 Los balancines se verifican, comprobando que los ejes no tienen juego axial y el diámetro de los orificios no están desgastados, utilizando las galgas de espesores, micrómetros de exteriores e interiores, entre otros, observando los orificios de lubricación, asegurando la apertura y cierre de la válvula.

CR4.4 Los empujadores o taqués se verifican visualmente, observando el desgaste midiendo las zonas y elementos de rozamiento (discos, bola, placa, entre otros), utilizando una luz e iluminando las superficies, observando el desgaste del asiento, realizando comprobaciones en profundidad (medidas con micrómetro o galgas de espesores, entre otras), siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave, asegurando la sincronía de válvulas.

CR4.5 Los cilindros se verifican visualmente, observando que las Aletas de refrigeración no tienen grietas, no se encuentran dobladas, curvadas o rotas y que el cordón de silicona de aviso de mal funcionamiento no se encuentra deteriorado, sustituyendo en cada caso.

CR4.6 El interior de los cilindros del motor de pistón se revisa, controlando desgastes en la camisa del émbolo, utilizando el equipo de prueba y medida (micrómetro, alexómetro, calibre, reloj comparador, entre otros), midiendo el ovalamiento y la conicidad del orificio a lo largo de la carrera del pistón, comparando los datos con los recogidos en el Manual de Mantenimiento de la aeronave y reparándolo, enviándolo al taller de Overhaul para su rectificación o cambiándolo por uno nuevo en cada caso, asegurando la compresión del motor.

CR4.7 El cigüeñal del motor se revisa, controlando el desgaste del eje y la muñequilla, utilizando el equipo de prueba y medida (micrómetro, calibre, reloj comparador, calas y mármol, entre otros), midiendo el desgaste y comparando los datos con los recogidos en el Manual de Mantenimiento de la aeronave, observando que los orificios de engrase no se encuentran obstruidos y reparando enviándolo al taller de Overhaul para rectificación y E.N.D. o cambiándolo por uno nuevo en cada caso, asegurando el movimiento de los cilindros.

RP5: Realizar el mantenimiento programado y no programado del sistema de encendido y sistema de refrigeración del motor de pistón de la aeronave, realizando inspecciones

o pruebas operacionales según horas de vuelo, calendario de reemplazo o elementos defectuosos, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR5.1 El cableado y el revestimiento ignífugo del sistema de encendido se comprueba visualmente, observando que el cableado se encuentra aislado, sin fisuras ni deterioros en las capas del revestimiento, reparando o sustituyendo el cableado deteriorado por uno nuevo, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR5.2 Los paneles del sistema eléctrico se verifican visualmente, observando que no tienen signos de deterioro (óxidos, roturas o desajustes), sustituyendo o reparando en cada caso, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR5.3 Los elementos del sistema de encendido (batería (-s), cables, bujías, reforzadores de chispa, calentadores, entre otros) se verifican, comprobando visualmente y/o usando un polímetro entre otros, verificando la ausencia de corrosión en los electrodos de la batería, rozamiento en los cables, que los electrodos de las bujías no están gastados y que la corriente circula en el sistema, asegurando la alimentación eléctrica del motor.

CR5.4 Los platinos de las magnetos se inspeccionan visualmente, observando el desgaste en sus contactos con los útiles adecuados (galgas de espesores, micrómetro o calibre), cambiándolos si superan los límites establecidos en el manual de la aeronave o cada ciertas horas de vuelo, realizando un reglaje de engranajes interno y sobre el motor, usando un timing-light según las marcas del plato del motor, comprobando operacionalmente que con el motor funcionando, las revoluciones del motor bajan por igual en ambas magnetos individualmente y aumentan cuando seleccionamos ambas a la vez, asegurando la energía necesaria para la ignición durante el vuelo.

CR5.5 Las magnetos BOTH se encienden a través de los interruptores, comprobando que al pasar de LEFT o RIGHT no se produce una caída superior a 200 r.p.m. (según el Manual de Mantenimiento de la aeronave) y que la diferencia de una y otra magneto no es superior a 50 r.p.m., reparando o sustituyendo las magnetos en cada caso, para asegurar el salto de la chispa.

CR5.6 El radiador del motor y/o del aceite se comprueba visualmente, verificando que las aletas refrigerantes no tienen deformaciones ni fugas de fluido (líquido refrigerante o aceite), utilizando un comprobador de estanqueidad para encontrar las fugas si las tuviera, cambiando el radiador si la reparación no fuese posible con sellantes o soldadura, asegurando la refrigeración del motor.

CR5.7 Las bujías de gran capacidad se verifican visualmente, observando que no tienen daños y que están marcadas con pintura de verificación (amarilla o naranja) en las aletas de la culata, entre la bujía y la caja de balancines, asegurando el salto de la chispa, sustituyendo en cada caso por deterioro o tiempo.

RP6: Realizar la preservación y despreservación de motores por inactividad, desmontando y montando el motor y sus accesorios, realizando los ajustes y pruebas operacionales siguiendo las instrucciones de los Manuales de Mantenimiento de la Aeronave y del Motor.

CR6.1 El motor se preserva drenando el aceite y sustituyéndolo por aceite preservante, protegiéndolo de la corrosión y el deterioro.

CR6.2 Las bujías de ignición, los motores y sus accesorios se protegen de la humedad sustituyéndolas por bujías de sales desecantes y con saquitos de sales desecantes para evitar la corrosión de los elementos.

CR6.3 El motor se desmonta de la aeronave con la ayuda de una grúa, desmontando la hélice, desconectando todo el cableado eléctrico, transmisores de torque, de rpm, temperatura y soltando los pernos que lo unen a la estructura de soporte en la aeronave, siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la aeronave y Motor.

CR6.4 El motor se monta en la aeronave con la ayuda de una grúa, sustituyendo pernos y silent blocks, comprobándolos dimensionalmente mediante pie de rey y por grietas mediante Ensayos No Destructivos, observando que el estado de la estructura está libre de daños por desgaste, grietas, golpes o corrosión, aplicando el par de apriete y comprobando la continuidad del cableado eléctrico, instalando la hélice, spinner y governors, siguiendo las indicaciones de los manuales de los fabricantes de aeronave y motor.

CR6.5 El motor se despreserva drenando el aceite preservante, quitando las bujías de sales y retirando los saquitos desecantes, añadiendo el aceite recomendado para el rodaje y reponiendo las bujías de ignición.

CR6.6 El sistema de ignición se ajusta mediante el calado de las magnetos, comprobando fugas de aceite y combustible, ajustando las palancas de control del governor, del acelerador, de la mezcla y del control de la calefacción del carburador, realizando pruebas operacionales, siguiendo las indicaciones de los Manuales de Mantenimiento de Aeronave, Motor y Hélice.

RP7: Realizar el mantenimiento programado y no programado de los inyectores, carburadores, rampa, tuberías, reguladores de presión, entre otros, realizando inspecciones y pruebas operacionales, reemplazando elementos defectuosos y reparando averías, siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la aeronave, para aportar combustible al motor durante el vuelo.

CR7.1 Los sistemas de alimentación del motor de inyección (bomba, tuberías de distribución, inyectores, entre otros), y los racores que los unen, se inspeccionan visualmente y con los equipos de comprobación de inyectores, observando la ausencia de fugas y/o carbonilla y la cantidad de combustible inyectado, sustituyendo el inyector afectado y el filtro de combustible en cada caso, siguiendo el manual de la aeronave, asegurando la alimentación continua de los cilindros.

CR7.2 Las tuberías de sistemas hidráulicos se comprueban visualmente observando su estanqueidad, revisando que no rozan con los pasamuros de los mamparos, ni con otros tubos, que están fijados con bridas metálicas y con las gomas de aislamiento a la estructura, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados utilizando la herramienta común (llaves de vaso, de codo, planas, torquímetro, destornilladores, entre otros) asegurando los anclajes.

CR7.3 El sistema de alimentación del motor por carburador se comprueba verificando la posición de la mariposa respecto a la palanca de gases, que el mando de la calefacción del carburador se mueve libremente y que con el motor arrancado caen las revoluciones de motor comprobando con los útiles de prueba y medida (galgas de espesores, calibre, entre otros) ajustándolo en cada caso, moviendo la mariposa,

la palanca o ambas, apretando o aflojando el tornillo riqueza de mezcla ralenti y de vuelo (con respecto al mando de cabina), asegurando la alimentación del motor en todo momento.

CR7.4 Los sistemas de admisión, compresión (compresor, turbo), enfriamiento del aire (intercooler), escape, los tubos que componen el circuito y sus uniones al motor (herrajes, tornillos, tuercas) se inspeccionan visualmente comprobando la ausencia de grietas golpes o daños, la efectividad del turbo/compresor con la indicación de presión de cabina según revoluciones del motor y siguiendo los datos del manual de la aeronave cambiándolo en cada caso, asegurando la entrega de potencia en todos los regímenes del vuelo.

CR7.5 Los sistemas de alimentación diésel (bombas, inyectores, reguladores de presión, entre otros), se verifican realizando pruebas de funcionamiento y utilizando los equipos de prueba y medida (equipos de diagnóstico, micrómetros, relojes comparadores, calibres, entre otras), observando la lectura de datos y realizando reparaciones, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave, asegurando la llegada de combustible al interior de los cilindros.

CR7.6 El filtro principal del sistema de combustible de motor se sustituye periódicamente como parte del programa de mantenimiento de la aeronave, comprobando la integridad del mismo por deterioro y obstrucción, comprobando la naturaleza y cantidad de las partículas encontradas, sustituyendo juntas y elementos de naturaleza desechable, siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

RP8: Efectuar revisión general (overhaul) del motor de pistón y sus accesorios, realizando el desmontaje, limpieza, reparación y sustituciones en cada caso, reensamblado y comprobando su funcionamiento, asegurando su completa conformidad con todas las tolerancias de servicio aplicables especificadas en las instrucciones del titular del certificado de tipo o del fabricante para la aeronavegabilidad continuada, siguiendo las instrucciones de los Manuales de Overhaul de Motor y Accesorios.

CR8.1 El desmontaje del motor se realiza colocándolo y asegurándolo sobre la bancada de motores, realizando el lavado preliminar del motor, utilizando desengrasantes y cepillos, drenando el aceite, para el acondicionamiento previo al desmontaje.

CR8.2 El sistema de ignición, la caja de conexión de accesorios y magnetos, cables de bujías, soportes, cables de alta tensión, el sistema de tuberías de admisión, turbocompresores, el cárter del aceite, el radiador de aceite, alternador, conjunto de Starter y adaptador, filtros y cajas de conexión, la unidad de aceleración, bomba de combustible, inyectores, carburadores en cada caso, se desmontan, limpiándolas con desengrasantes aplicables a spray/cepillo, utilizando soluciones salinas y con productos abrasivos en cada caso, comprobando el tiempo de uso y su estado general, observando visualmente y con los equipos de prueba y medida (calibres, polímetros, equipos de diagnóstico, entre otros) lo indicado en el Manual de Overhaul y de Componentes, sustituyéndolos en cada caso.

CR8.3 Las ruedas dentadas, árbol de levas, bomba de aceite, cilindros, pistones, segmentos, cigüeñal, bielas, tuberías, ejes, muelles de válvula, entre otros, se desarmen con la herramienta común y específica (llaves de vaso, llaves de racor, soportes de madera, puntero de latón, prensa, entre otros) limpiándolas con

desengrasantes aplicables a spray/cepillo, utilizando soluciones salinas y con productos abrasivos en cada caso, verificando los elementos del conjunto siguiendo el Manual de Overhaul y de Componentes, sustituyendo los que estén en mal estado, asegurando la funcionalidad del sistema.

CR8.4 Los elementos desmontados se someten a comprobaciones dimensionales y ensayos no destructivos, utilizando el método de Líquidos Penetrantes Fluorescentes en las piezas de aleación de aluminio y en las piezas ferromagnéticas el método de Partículas Magnéticas, verificando que no tienen daños superficiales y pérdida de coating, separando las piezas en serviciales, reparables y descartables, asegurando que los elementos recuperados, cumplen las especificaciones del Manual de Overhaul y de Componentes.

CR8.5 Las roscas y espárragos se revisan visualmente y con galga de roscas, observando que la cabeza esté libre de deformaciones, el vástago no está estirado y que el paso no está deformado, sustituyendo los espárragos por unos nuevos utilizando el equipo extractor y utilizando desgripantes en cada caso, reconformando las roscas utilizando machos de roscar y/o utilizando HELICAL COIL, lubricándolas según el manual de Overhaul y de Componentes, para asegurar el cierre y agarre de los elementos que componen la unidad de potencia.

CR8.6 El sistema de refrigeración, se revisa visualmente y con el equipo de prueba y medida (manómetros de presión, calibres, entre otros), observando que el sistema es estanco y que las aletas de los cilindros no están dobladas más de un 10%, reparando o sustituyendo las piezas dañadas siguiendo el manual de Overhaul.

CR8.7 Los casquillos de apoyo de los elementos de rotación se sustituyen por desgaste, renovándolos por unos nuevos, lubricándolos con aceite de motor, asegurando la lubricación entre el casquillo y su asiento.

CR8.8 La protección de las piezas de aluminio, ferrosas y de magnesio se realiza, aplicando Alodine/Bonderite 1200 o imprimación y pintura en cada caso, asegurando la protección de las piezas ante la corrosión.

CR8.9 El montaje del motor se realiza uniendo los elementos en orden inverso al desmontaje, utilizando tornillería, sellos y juntas nuevas, siguiendo las indicaciones del Manual de Overhaul y de Componentes, aplicado el apriete a las tuercas y tornillos con la llave dinamométrica.

CR8.10 El motor reacondicionado se comprueba realizando la puesta en marcha en banco de pruebas o montado en la aeronave, verificando RPM, presión y temperatura de aceite, temperatura de cabeza de todos los cilindros, amperímetro, presión de retorno de aceite, presión de combustible, caudal de combustible, presión de aceite al governor, entre otros, siguiendo las instrucciones marcadas en el Manual de Overhaul y de Componentes, certificando mediante Formato 1, chequeando previamente que se han aplicado todos los boletines de servicio y directivas de aeronavegabilidad.

RP9: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas de indicación de los motores (potencia, temperatura y temperatura de entrada del Turbo), realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales que pueden requerir el uso de bancos de prueba externos, realizando medidas con equipos de comprobación y diagnóstico (polímetros, osciloscopios, analizadores discretos, entre otros), dando respuesta a los reportes de mantenimiento y reemplazando los elementos defectuosos que no superen

las pruebas recogidas en el Manual de Mantenimiento y los documentos de ingeniería aplicados en el mantenimiento aeronáutico para restaurar la operatividad del sistema.

CR9.1 Los sistemas de indicación se mantienen/reparan, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, aplicando las instrucciones de trabajo, interpretando los documentos de ingeniería asociados y dando respuesta a las averías detectadas para asegurar la operatividad del motor.

CR9.2 Los componentes periféricos de los sistemas de ajuste de Revoluciones Por Minuto (RPM), elementos de alimentación de combustible, transmisores de posición, presión, temperatura, flujo, nivel, actuadores eléctricos e hidráulicos, captadores de vibración, entre otros, se verifican con los dispositivos de prueba y medida (polímetros, osciloscopios, analizadores discretos, entre otros), ajustando, modificando o sustituyendo los elementos que no cumplan los parámetros técnicos recogidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, realizando bite test o pruebas operacionales complejas que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos y debidamente calibrados.

CR9.3 Los computadores de control, así como los instrumentos de indicación de Revoluciones Por Minuto (RPM), vibración, Manifold Absolute Pressure (MAP), Temperatura de entrada al turbo, instalados en el Cockpit, se comprueban por medio de bite test o realizando pruebas operacionales con equipos de prueba externos según instrucciones recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, y ajustando, modificando o desechando los elementos que no cumplan los requisitos técnicos operativos, para recuperar la fiabilidad de los controles e indicaciones en cabina.

CR9.4 Los componentes o elementos desmontados se inspeccionan visualmente, comprobando su funcionamiento, utilizando equipos de diagnosis (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), y dependiendo del nivel de los daños observados, son desechados, reparados o enviados a talleres especializados para su recuperación según las indicaciones del manual del componente afectado.

CR9.5 Las redes de cableado eléctrico de los sistemas de control e indicación de las hélices se inspeccionan por daños según procedimientos de inspección Electrical Wiring Interconnect System (EWIS), verificándolos con equipos de prueba (voltímetro, amperímetro, óhmetro, espectrómetros, entre otros), realizando las reparaciones o modificaciones recogidas en los planes de mantenimiento, de acuerdo a los boletines de trabajo, interpretando planos y esquemas eléctricos para reparar o adaptar el cableado a nuevas funciones incorporadas.

CR9.6 Los bancos de prueba y equipos de comprobación de los motores y sus sistemas de control, dispositivos de indicación (temperatura, presión, vibración, resistencia, Revoluciones Por Minuto (RPM), entre otros), dispositivos de mando (regulación y control), dispositivos de medidas eléctricas (intensidad, voltaje, resistencia, capacidad), dispositivos electromagnéticos, circuitos de protección de instalaciones eléctricas (cableados, conectores, centros de distribución) se verifican, usando equipos de prueba (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), diagnosticando averías, interpretando planos y esquemas eléctricos, ajustando o sustituyendo por unos nuevos los elementos necesarios para su uso en las pruebas operativas realizadas a la aeronave.

CR9.7 El certificado de aptitud para el servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de la aeronave se rellena tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

**Contexto profesional:****Medios de producción:**

Motor de pistón (bóxer, lineales, rotativos, radial, cilindros opuestos, en «V»). Elementos que los componen (pistones, camisas, cilindros, entre otros). Banco de pruebas de motores, analizadores de gases y banco de comprobación de inyectores electrónicos. Banco de pruebas eléctricas. Medios de elevación y transporte. Máquinas, herramientas fijas y portátiles, termómetros y utillaje específico. Equipos para la localización. Equipos de diagnóstico de averías. Analizador de ajuste del motor. Comprobador de inyectores de combustible. Equipos de medición de formas y máquinas de equilibrado. Equipo informático de control y gestión de la producción, del aprovisionamiento, del personal y de la operación. Carburadores. Inyectores. Bombas diésel.

**Productos y resultados:**

Mantenimiento programado del motor de pistón de la aeronave, conducción de potencia, indicadores, compuertas, realizado. Mantenimiento programado y no programado de los cárteres y cilindros del motor de pistón de la aeronave, realizado. Mantenimiento programado y no programado de las válvulas del motor de pistón de la aeronave, realizado. Mantenimiento programado y no programado de pistones, cilindros, balancines, segmentos, y tuberías del motor, realizado. Mantenimiento programado y no programado del sistema de encendido y sistema de refrigeración del motor de pistón de la aeronave, realizado. Preservación y despreservación de motores por inactividad, realizada. Mantenimiento programado y no programado de los inyectores, carburadores, rampa, tuberías y los reguladores de presión, realizado. Revisión general (overhaul) del motor de pistón y sus accesorios, realizado. Mantenimiento programado y no programado de los sistemas de indicación de los motores (potencia, temperatura y temperatura de entrada del Turbo), realizado.

**Información utilizada o generada:**

Manuales de Mantenimiento de la Aeronave, del Motor y de Overhaul de Motor. Documentación técnica de la aeronave (Wiring Diagram Manual, Schematic Diagram Manual, Trouble Shooting Manual). Parte de Vuelo (Technical Log Book). Normativa aplicable ordenada por la entidad reguladora para la instalación de los componentes nuevos en la aeronave, órdenes de trabajo, esquemas, planos. Manuales técnicos de operación de equipos de pruebas. Normas y procedimientos de trabajo o de reparación. Tablas de equivalencias de materiales o componentes. Normas de calidad específicas del fabricante. Reglamentos aeronáuticos. Procedimientos aeroportuarios. Documentos oficiales de control. Sistemas informáticos para información de averías, de procedimientos o de programación y actuación. Documentos y procedimientos relacionados con los sistemas de calidad ordenada por la entidad reguladora. Normativa aplicable referente a

la seguridad, prevención de riesgos laborales y gestión medioambiental. Diccionario de inglés técnico aeronáutico. Normativa de Seguridad en Plataforma (NSP).

## **UNIDAD DE COMPETENCIA 2: MANTENER/REPARAR PALAS, ROTORES Y SISTEMAS DE INDICACIÓN DE HELICÓPTEROS**

**Nivel: 3**

**Código: UC2553\_3**

### **Realizaciones profesionales y criterios de realización:**

RP1: Realizar el mantenimiento programado y no programado de las palas del helicóptero y sus componentes, realizando inspecciones, pruebas operacionales según horas de vuelo, reemplazando elementos defectuosos y aplicando las instrucciones recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, asegurando el vuelo.

CR1.1 El helicóptero una vez que está parado y estacionado se asegura, fijando con el gancho pala, protegiendo el rotor de cola y las palas de rotor principal, instalando las fundas desde la punta de pala (TIP) hasta el encastre en el fuselaje de la célula del helicóptero.

CR1.2 Las palas del rotor se inspeccionan visualmente por daños evidentes (erosiones, desgastes, melladuras, inicios de corrosión, entre otros), mediante Tap Coin (golpeando con una moneda o martillo de inspección), por delaminaciones en palas de material compuesto, o mediante inspecciones especiales o Ensayos No Destructivos (N.D.T., Non Destructive Testing) y termografías, observando que no hay daños por corrosión, muescas, erosión, rasguños, fisuras, dentelladas, delaminaciones de material compuesto, y depresiones, cambiando las palas con la herramienta común y específica (llave de vaso, llaves fijas, de codo, torquímetro, entre otras), matizando y puliendo los posibles golpes que se encuentren según los procedimientos y límites establecidos en el Manual de Mantenimiento de la aeronave y el Manual de Reparaciones Estructurales, aplicando los productos de protección superficial contra la corrosión (anodizados, Alodine/Bonderite, ácido crómico), asegurando la resistencia estructural y la eficiencia aerodinámica de las palas del helicóptero.

CR1.3 Los contrapesos de las palas del cambio de paso sobre las abrazaderas de las palas se revisan en el banco de pruebas, verificando que no están golpeados o deteriorados, ajustando el equilibrado en cada caso, añadiendo o quitando contrapesos según demanda, evitando vibraciones.

CR1.4 Las vibraciones horizontales y verticales (en las revisiones por horas de la aeronave) se verifican con el banco de prueba (vibrex), observando que las oscilaciones están dentro de los parámetros del Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR1.5 La posición de palas se verifica visualmente, comprobando que coinciden con el brazo de arrastre, aflojando sus pernos de apriete y graduando cada pala a la posición indicada en cada caso, apretando los pernos con el torquímetro, dando los pares de apriete según el Manual de Mantenimiento y asegurándolos con pasadores en su tuerca de retención y con alambre de frenado en la cabeza del perno.

CR1.6 Las palas se inspeccionan visualmente y con los útiles específicos (dinamómetro, reloj comparador, calibres, entre otros), comprobando que la posición en mínimo, máximo y/o bandera coinciden entre ellas y con el mando de cabina, que el governor no presenta pérdidas de aceite, que los contrapesos y su varillaje no tienen holguras o fricciones, realizando ajustes en cada caso, cambiando los elementos defectuosos con la herramienta común y específica (llave de vaso, llaves fijas, de codo, torquímetro, entre otras), y midiendo con un dinamómetro o un manómetro (según el modelo de governor) la precarga del muelle de recuperación, obteniendo el mayor rendimiento en vuelo.

CR1.7 La cantidad de aceite de la caja reductora o transmisión principal del rotor se inspeccionan visualmente por el dispositivo de nivel (ojo de buey, varilla, ventana, entre otros), verificando que la cantidad de aceite está dentro de los valores establecidos, añadiendo por el tapón de llenado en cada caso, realizando pruebas operacionales para observar que el governor de paso del rotor y alimentación del motor están sincronizados, asegurando la transmisión de potencia y minimizando los daños en caso de parada de motor.

CR1.8 El tramo del rotor de cola y de la transmisión principal a la caja reductora se verifican visualmente y desde la cabina a través del switch del test de partículas sólidas, observando la ausencia de daños, corrosión y comprobando que no existen daños en la tornillería, abrazaderas y puntos de sujeción al puro y que el chip detector no tiene partículas metálicas, midiéndolas si las hubiere para realizar un cambio de aceite o sustitución de la caja reductora.

RP2: Realizar el mantenimiento programado y no programado, diagnosis de averías y reparación de la cabeza de rotor principal, antipar y las palas del helicóptero, sustituyendo elementos para garantizar su operatividad, utilizando el Manual de Mantenimiento de la Aeronave y los equipos necesarios para su realización (báscula de precisión, galgas, bancadas, entre otras).

CR2.1 El revestimiento de las palas de rotor principal y auxiliar se comprueba visualmente en busca de deformaciones, golpes, daños en el borde de salida, borde de ataque y todos sus elementos tabs, casquillos de fijación, entre otros.

CR2.2 El intradós y extradós se comprueban mediante verificación visual, comprobando que no existen daños, siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR2.3 Las palas, los elementos de reglaje de las palas (flechas de batimiento y arrastre, entre otros), los anti-hielo, se revisan visualmente, mediante un test de funcionalidad y midiendo el peso, verificando las medidas con las dadas por el manual de Mantenimiento de la Aeronave, a través del botón de autodiagnóstico que se encuentra en el interior de la cabina, con una báscula de precisión y a través del polímetro, midiendo resistencias eléctricas en los sensores y actuadores, asegurando el giro equilibrado y seguro.

CR2.4 La cabeza y mástil del rotor principal y anti-par se revisan visualmente, observando la ausencia de grietas, fricciones, deformaciones, entre conjuntos de batimiento y arrastre de palas, cojinetes, ejes, fijaciones, entre otros, reparando los elementos deteriorados, sustituyéndolos por unos nuevos en cada caso, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, torquímetros, entre otras), asegurando la integridad del conjunto del rotor.

CR2.5 Los diferentes sub-conjuntos, la cabeza de rotor, barras de suspensión, bieletas de mando, conjuntos muñón mangueta, entre otros, se revisan visualmente, observando fallos de los elementos (grietas, cuarteados, deformados y rasgados), reparando los deteriorados, sustituyéndolos por unos nuevos en cada caso, desmontando las uniones (tornillos, abrazaderas, entre otros), utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, alicates, de codo, torquímetros, entre otras).

CR2.6 Los puntos críticos de los rotores, cabezas de rotor, muñones, manguetas, cojinetes, entre otros, se engrasan, asegurando la renovación de la grasa y comprobando visualmente el estado de los retenes, cambiándolos en cada caso para tener la menor fricción posible entre elementos.

CR2.7 La cabeza de rotor anti-par se verifica a través de una diagnosis, utilizando los equipos de prueba y medida (galgas, calibres, bancadas, entre otros), y realizando pruebas funcionales recogidas en el Manual de Mantenimiento la Aeronave, reparando las averías, cambiando por unos nuevos elementos (cabezas de rotor anti-par, muñones, manguetas, cojinetes, entre otros) y haciendo el mantenimiento correctivo, asegurando el funcionamiento del conjunto del sistema.

CR2.8 El árbol de transmisión, su sujeción y su estado se comprueba visualmente, entre la caja de engranajes principal y el motor, comprobando la ausencia de deformaciones, grietas, entre otras, reparándolas, siguiendo las instrucciones recogidas en el Manual de Mantenimiento de la aeronave y el Manual de Reparaciones Estructurales.

RP3: Realizar el mantenimiento programado y no programado, diagnosis de averías y reparación del sistema de transmisión del helicóptero, comprobando la caja principal, intermedia y de cola, los retenes o juntas, los alambres que aseguran los tornillos, los sensores y el cableado, entre otras, observando visualmente y con los equipos de prueba y medida (polímetro y equipo de diagnóstico) sus elementos, realizando ajustes o sustituyendo por unos nuevos, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, para transmitir la potencia del motor al sistema.

CR3.1 Las cajas del sistema de transmisión principal, intermedia y de cola se comprueban, realizando diagnósticos visuales, pruebas con los útiles de medida (galgas, torques, entre otras), utilizando bancos de trabajo, ejecutando ajustes, desmontajes, montajes, en cada caso, reparando los elementos afectados, siguiendo los pasos marcados por el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR3.2 El nivel de aceite, saturación del filtro y el tapón de llenado de la transmisión principal y transmisión intermedia se verifica visualmente, observando a través de la mirilla de nivel que el fluido se encuentra entre el máximo y mínimo, cotejando que está cerrada la boca de llenado, la cadena del tapón en estado de uso y el taladro sobrepresión no está obstruido, rellenando de aceite fluido hidráulico en cada caso.

CR3.3 El movimiento del eje de transmisión al rotor de cola se verifica, haciéndolo girar en un sentido y comprobando que en el otro no gira, observando si hay rozamientos, arañazos, golpes, abolladuras, gap entre abrazaderas, posibles pérdidas de grasa de los coupling, instalación de los bulones (cabeza en el sentido de giro), entre otras, cotejando con la mano su anclaje a la estructura y el apriete con el torquímetro, asegurando el anclaje de la transmisión al rotor.

CR3.4 Los retenes o juntas de todos los elementos conectados a la caja de transmisión principal (generadores, bombas de hidráulicas, sondas termostáticas, manocontactores de presión, entre otros) se verifican visualmente, observando su fijación y ausencia de fugas, cambiándolos por unos nuevos en cada caso, utilizando los útiles necesarios (extractores, guías, insertores, entre otros), siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR3.5 Los flectores o cardan del tramo de transmisión que se encuentran entre la caja de engranajes principal y la de cola se verifican visualmente, buscando desgastes, deformaciones, sobreesfuerzos, entre otros, sustituyendo los que se encuentren en mal estado, desmontando las uniones (tornillos, tuercas, pasadores, entre otros) con la herramienta manual común (llaves de vaso, fijas, de codo, torquímetros, entre otras), montando unos nuevos, reapretando el conjunto, impidiendo roturas y vibraciones.

CR3.6 El cableado de todos los elementos conectados a ambas cajas de engranajes se revisan visualmente y testean con los equipos de comprobación (polímetros, equipo de pruebas, entre otros), reparando, crimpando o cambiando los tramos afectados, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave para asegurar la comunicación eléctrica entre los elementos.

CR3.7 Los alambres que aseguran los tornillos de las cajas de engranajes, las luces del sensor de transmisión principal e intermedia se verifican visualmente que no están rotos o sobretensionados, y comprobando a través del pulsador de chequeo que la luz de test procede a su encendido, asegurando el estado del breaker correspondiente en cada caso, para advertir del excesivo desgaste del sistema o sobretorque.

CR3.8 El sensor de desgaste del sistema de transmisión se comprueba visualmente, desmontando el conector, comprobando que no existen partículas metálicas excesivas en la zona del imán, limpiándolo con un trapo de algodón y volviéndolo a montar en cada caso, para decidir si intervenir en el sistema por desgaste o sobretorque.

CR3.9 Los dientes interiores del coupling se comprueban visualmente, observando la huella de desgaste y las holguras entre engranajes, utilizando la herramienta manual (llaves de vaso, destornilladores, entre otras) para su desmontaje, inspeccionando por grietas y corrosión, mediante Ensayos No Destructivos (Líquidos Penetrantes) y mediante reloj comparador, galgas, linterna y lupa, entre otros, cambiando los elementos deteriorados, en cada caso.

RP4: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas de indicación y control de los rotores y las cajas de engranajes, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales que pueden requerir simulaciones complejas o el uso de bancos de prueba externos, tomando medidas con equipos de comprobación y diagnóstico (polímetros, osciloscopios, analizadores discretos, entre otros), dando respuesta a los reportes de mantenimiento y reemplazando los elementos defectuosos que no superen las pruebas recogidas en el Manual de Mantenimiento y los documentos de ingeniería aplicados en el mantenimiento aeronáutico para restaurar la operatividad del sistema.

CR4.1 Los sistemas de indicación, instrumentos de presión y temperatura de las cajas de engranajes principal, intermedia y de cola, indicador de torque y el doble instrumento de RPM motor/rotor se mantienen/reparan, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, aplicando las instrucciones de trabajo, interpretando

los documentos de ingeniería asociados y dando respuesta a las averías detectadas para asegurar la operatividad del conjunto motor/es, cajas reductoras y rotores.

CR4.2 Los componentes periféricos de los sistemas de control de paso, transmisores de posición, actuadores eléctricos e hidráulicos, captadores de vibración, entre otros, se verifican con los dispositivos de prueba y medida (polímetros, osciloscopios, analizadores discretos, entre otros), ajustando, modificando o sustituyendo los elementos que no cumplan los parámetros técnicos recogidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, realizando bite test o pruebas operacionales complejas que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos.

CR4.3 Los computadores de control, así como los instrumentos instalados en el Cockpit de indicación de paso, presión, temperatura, torque, RPMs, se comprueban, realizando pruebas operacionales con equipos de prueba externos según instrucciones recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, y ajustando, modificando o desechando los elementos que no cumplan los requisitos técnicos operativos, para recuperar la fiabilidad de los controles e indicaciones en cabina.

CR4.4 Los componentes o elementos desmontados se inspeccionan visualmente, comprobando su funcionamiento, utilizando equipos de diagnóstico (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), y dependiendo del nivel de los daños observados, son desechados, reparados o enviados a talleres especializados para su recuperación según las indicaciones del manual del componente afectado.

CR4.5 Las redes de cableado eléctrico de los sistemas de control e indicación de los rotores y cajas de engranajes se inspeccionan por daños según procedimientos de inspección Electrical Wiring Interconnect System (EWIS), verificándolos con equipos de prueba (voltímetro, amperímetro, óhmetro, espectrómetros, entre otros), realizando las reparaciones o modificaciones recogidas en los planes de mantenimiento, de acuerdo a los boletines de trabajo, interpretando planos y esquemas eléctricos para reparar o adaptar el cableado a nuevas funciones incorporadas.

CR4.6 Los bancos de prueba y equipos de comprobación de instrumentos de presión y temperatura de las cajas de engranajes principal, intermedia y de cola, indicador de torque y el doble instrumento de RPM motor/rotor, dispositivos de mando (regulación y control), dispositivos de medidas eléctricas (intensidad, voltaje, resistencia, capacidad), dispositivos electromagnéticos, circuitos de protección de instalaciones eléctricas (cableados, conectores, centros de distribución) se verifican, usando equipos de prueba (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), diagnosticando averías, interpretando planos y esquemas eléctricos, ajustando o sustituyendo por unos nuevos los elementos necesarios para su uso en las pruebas operativas realizadas a la aeronave.

CR4.7 El certificado de aptitud para el servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de la aeronave se rellena tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

**Contexto profesional:****Medios de producción:**

Palas (madera, acero, aluminio y material compuesto) y cubos de pala, sincronoscopio, banco de equilibrado, sensor óptico de comprobación, sistemas de transmisión del helicóptero, contrapesos de pala, governor, cabeza de rotor anti-par, cabezas de rotor, muñones, manguetas, cojinetes, analizadores de gases. Banco de comprobación de instrumentos de rotores y cajas de engranajes. Medios de elevación y transporte. Máquinas, herramientas fijas y portátiles, termómetros y utillaje específico. Equipos de diagnóstico de averías. Analizador de la unidad de potencia auxiliar. Equipos de medición de formas y máquinas de equilibrado. Equipo informático de control y gestión de la producción, del aprovisionamiento, del personal y de la operación.

**Productos y resultados:**

Mantenimiento programado y no programado de las palas del helicóptero y sus componentes, realizado. Mantenimiento programado y no programado, diagnosis de averías y reparación de la cabeza de rotor principal, antipar y las palas del helicóptero, realizado. Mantenimiento programado y no programado, diagnosis de averías y reparación del sistema de transmisión del helicóptero, realizado. Mantenimiento programado y no programado de los sistemas de indicación y control de los rotores y las cajas de engranajes del helicóptero, efectuado.

**Información utilizada o generada:**

Manual de Mantenimiento de la Aeronave. Documentación técnica de la aeronave (Wiring Diagram Manual, Schematic Diagram Manual, Trouble Shooting Manual). Documentación técnica de los componentes. Parte de Vuelo (Technical Log Book). Normativa aplicable ordenada por la entidad reguladora para la instalación de los componentes nuevos en la aeronave, órdenes de trabajo, esquemas, planos. Manuales técnicos de operación de equipos de pruebas. Normas y procedimientos de trabajo o de reparación. Tablas de equivalencias de materiales o componentes. Normas de calidad específicas del fabricante. Reglamentos aeronáuticos. Procedimientos aeroportuarios. Documentos oficiales de control. Sistemas informáticos para información de averías, de procedimientos o de programación y actuación. Documentos y procedimientos relacionados con los sistemas de calidad ordenada por la entidad reguladora. Normativa aplicable referente a la seguridad, prevención de riesgos laborales y gestión medioambiental. Diccionario de inglés técnico aeronáutico. Normativa de Seguridad en Plataforma (NSP).

**UNIDAD DE COMPETENCIA 3: MANTENER/REPARAR LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE Y SISTEMAS AUXILIARES DE HELICÓPTEROS CON MOTOR DE PISTÓN****Nivel: 3****Código: UC2554\_3****Realizaciones profesionales y criterios de realización:**

RP1: Realizar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas de carga del helicóptero, pedestal del piloto, autotest de la baliza, cartuchos explosivos, ventilación de cabina, balizas de emergencia, piloto automático, corta-cable, realizando

verificación visual o comprobaciones con los equipos de prueba y medida (equipos de diagnóstico, multímetro o polímetro), observando su funcionalidad siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, asegurando la funcionalidad de los sistemas auxiliares.

CR1.1 El indicador de carga se ajusta, situando el interruptor en posición CLOSED y configurando manualmente el peso (Kg o Lb, en cada caso), presionando el botón de test durante varios segundos, reseteando la indicación 0 en el display y comprobando errores memorizados, desmontándolo con un destornillador o llaves de vaso en cada caso, desconectando el terminal y ajustando el potenciómetro, según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR1.2 El autotest de la baliza de emergencia se comprueba, observando que el piloto de la unidad de control se enciende brevemente, apagándolo y volviéndolo a encender durante 3 segundos, siguiendo el procedimiento de comprobación, asegurando manualmente el interruptor del transmisor y pasando de ON, ARMED, RESET TEST situándolo en ARMED, el transmisor localizador de emergencia posicionándolo en ARM, presionando durante tres segundos el interruptor reset test.

CR1.3 Los cartuchos explosivos de los extintores de los motores y la bobina de encendido se verifican, observando que la fecha de los detonadores está dentro de los límites de caducidad y que el rango de resistencias entre los terminales está dentro de los límites contenidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, utilizando el equipo de prueba y medida (multímetro o polímetro), sustituyendo los cartuchos en cada caso.

CR1.4 El sistema de altavoces, megafonía, micrófono, sirena y pulsador de control se comprueban visualmente, observando que no están deteriorados, que están anclados fijos al fuselaje y que al conectar el interruptor que los controla en «ON» hay consumo de energía en el amperímetro, sustituyendo los elementos deteriorados por unos nuevos, utilizando herramienta común (llaves de vaso, fijas, torquímetros, entre otras).

CR1.5 Los corta-cables de la cabina se verifican visualmente, observando que no hay deterioros evidentes en sus cuchillas (corrosión, falta de material, entre otras), reapretando los tornillos de unión al fuselaje con torquímetros, sustituyéndolo con herramienta común (llaves de vaso, fijas, torquímetros, entre otras), renovando el elemento.

RP2: Realizar el mantenimiento programado y no programado de ventilación de cabina, bombona de descarga de aire, detectores de humo, mandos eléctricos, indicador de posición de la computadora del piloto automático y pedestal del piloto, realizando la verificación visual o comprobaciones con los equipos de prueba y medida (equipos de diagnóstico, multímetro o polímetro), observando su funcionalidad siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, asegurando la funcionalidad de los sistemas auxiliares.

CR2.1 La ventilación de cabina se verifica, observando que suministra aire desde su parte superior, distribuyéndose en el interior sin obstrucción, observando que con el interruptor de cabina en la posición 1 (flap cerrado), circula el aire de tripulación y pasajeros y en la posición 2 (flap abierto) entra aire en el interior de la cabina por su parte superior, asegurando la ventilación de la misma.

CR2.2 La bombona de descarga de aire se verifica, accionando la válvula de seguridad y con sus fijaciones, observando por la mirilla incorporada que el color que se visualiza es verde o rojo, recargando de aire en cada caso (verde ok; rojo recargar).

CR2.3 Los mandos eléctricos y el indicador de posición de la computadora del piloto automático se verifican, accionándolos y observando que el actuador del motor extiende o retrae los eslabones y que el indicador lineal ofrece una posición relativa en cada caso, realizando diagnóstico básico con el equipo de prueba y medidas (equipo de diagnóstico, polímetro, entre otros), reparando o sustituyendo siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR2.4 El interruptor del gancho (HOIST) de corte de emergencia de grúa de rescate situado en el pedestal del piloto se verifica visualmente, comprobando que se encuentra desactivado y con la caperuza protectora (la guarda) puesta y el hilo de cobre de seguridad sin romper en cada caso, activando el interruptor de suelta de carga y comprobando su funcionamiento.

CR2.5 Los detectores de humo (ionización, fotoeléctrico, CO, entre otros) se verifican, realizando una prueba funcional desde cabina, pulsando el interruptor y observando que la luz del amplificador pasa de intermitente hasta hacerse fija en aviso rojo «Fire detector», reparando o sustituyendo en cada caso.

RP3: Realizar el mantenimiento programado y no programado del sistema antihielo y lluvia, cuna o cesta, espejos exteriores, cartuchos explosivos de extinción fuego motor, realizando verificación visual o comprobaciones con los equipos de prueba y medida (equipos de diagnóstico, multímetro o polímetro), observando su funcionalidad siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, asegurando la funcionalidad de los sistemas auxiliares.

CR3.1 El sistema antihielo (indicador de temperatura de gases de escape, interruptor de la calefacción de cabina y palanca para desempañar los cristales) se verifica visualmente y con los equipos de prueba y medida (equipo de diagnóstico, polímetro, entre otros), haciéndolos funcionar o analizando las señales eléctricas siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, comprobando con el motor arrancado que se aumenta la temperatura 20°C (según aeronave) y cae al apagarlo, observando que al accionar el interruptor de calefacción se activa la calefacción y que la palanca para desempañar los cristales se mueve suavemente sin fricción.

CR3.2 Los espejos exteriores se verifican visualmente, comprobando las uniones al fuselaje y los cristales, verificando que no hay signos de corrosión o tornillos flojos, reparando o reapretando en cada caso, con el torquímetro y siguiendo los procesos de reacondicionamiento, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR3.3 La cuna o cesta se verifica visualmente, observando que donde se aloja el bambi bucket para las descargas de agua del helicóptero están sin daños, grietas o golpes, comprobando que los tirantes de la primera estén dentro de los alojamientos del fuselaje, y que sus pernos de sujeción tienen su par de apriete y su lacrado, reparando o sustituyendo los elementos en cada caso con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, torquímetros, entre otras).

CR3.4 Las luces de aterrizaje y búsqueda se verifican, haciéndolas funcionar, presionando el interruptor de cuatro posiciones en el mando colectivo y comprobando

que hacen los movimientos de retracción y extensión, elevación y giro, que se encienden y apagan, sustituyendo por bombillas de igual potencia en cada caso, utilizando herramienta común (llaves de vaso, fijas, torquímetros, entre otras), asegurando la visualización de la Aeronave en la noche.

CR3.5 El agujero del gancho de carga se inspecciona visualmente, comprobando la ausencia de signos de corrosión, que la goma no está despegada, que el gancho abre y cierra con la mano, garantizando que el conector no esté dañado, sustituyendo la goma, limpiando y desengrasando la zona, matizando con scotch brite y aplicando adhesivo o reparando en cada caso.

CR3.6 Las grúas laterales de elevación y sus elementos (guarda de cables, cables, gancho, árbol giratorio y torno) se verifican, comprobando que no tienen roturas, cables deshinchados, marcas de excesivo desgaste, corrosión, entre otras, haciéndolas funcionar, accionando el interruptor de cabina y observando que el cable se extiende/se retrae hasta llegar a su final de carrera y que pivotan según posicionamiento del mando del operador de grúa, sustituyendo o reparando los elementos, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR3.7 Los limpiaparabrisas se verifican visualmente y haciéndolos funcionar, realizando limpieza con un trapo limpio y comprobando la ausencia de grietas o roturas de la goma, accionando el interruptor «WIPERS» en sus diferentes posiciones PARK, OFF, LOW, MED y HIGH, y volver a OFF, observando el movimiento, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, desmontándolos con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, torquímetros, destornilladores, entre otras), analizando las señales eléctricas (resistencia, tensión e intensidad), restaurando el sistema, para asegurar el barrido del agua del cristal delantero.

CR3.8 El tubo Pitot se verifica visualmente, comprobando que no tenga daños y que su calefacción funciona, accionando el interruptor del interior de la cabina, y observando que cae ligeramente el voltaje de la batería y los amperios, tocando el tubo con las manos y contrastando que sube la temperatura, desmontándolo con un destornillador y realizando pruebas de medida eléctrica (tensión y resistencia), sustituyéndolo por uno nuevo en cada caso.

RP4: Realizar el mantenimiento programado y no programado del sistema de combustible, estructura de los depósitos, su ventilación y distribución, realizando inspecciones, pruebas operacionales, reemplazando elementos defectuosos y reparando averías, siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la aeronave, para aportar combustible al motor durante el vuelo.

CR4.1 El indicador de combustible, temperatura, presión (alta y baja), interruptores de las bombas, selección de depósito, xfeed (para el fallo de las bombas) se verifican visualmente, haciéndolos funcionar, comprobando que indican los datos de los depósitos y que se activan los seleccionados en cada opción (left, right o total), desmontando, reparando o sustituyendo, los elementos que estén en mal estado, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, de codo, planas, torquímetro, destornilladores, entre otros), y con el polímetro para comprobaciones básicas eléctricas (resistencia, tensión e intensidad), para obtener toda la información del sistema de combustible.

CR4.2 El indicador (FUEL QUANTITY) de cantidad de combustible, las tuberías, galerías de distribución de combustible, depósito, bombas reforzadoras, válvulas

de carga, cierre y selectoras se verifican visualmente por roturas o arañazos, asegurando que se indique la cantidad real de combustible en el depósito, que no tienen grietas o cuarteados, realizando pruebas operacionales y simulaciones con el depósito cerrado y lleno, comprobando que las líneas se presurizan viendo el Indicador de Presión en cabina, asegurando la alimentación del motor, sustituyendo los elementos deteriorados, siguiendo el Manual de Mantenimiento del fabricante.

CR4.3 El depósito se verifica que está exento de agua, analizando el combustible, con el switch en off y tomando muestras por el sangrador o tapón de drenaje, utilizando un bote transparente, observando hasta que salga combustible limpio, enviando las muestras a analizar, asegurando la calidad del combustible.

CR4.4 La bomba, válvula de drenaje, de vaciado, flaper, interruptor del flotador y de flujo, tornillos y juntas se verifican visualmente, comprobando que no hay signos de deterioro (corrosión, roces, elementos sueltos, entre otros), sustituyéndolos por unos nuevos, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, de codo, planas, torquímetro, destornilladores, entre otros), cambiando las juntas y observando que los tornillos de los registros están apretados, asegurando la estanqueidad y reparto del combustible.

CR4.5 Los sistemas de medición de cantidad (varillas, aforadores, sondas capacitivas, compensadores), temperatura del combustible, aforadores y su varillaje, la válvula de alimentación cruzada y el transductor de presión de combustible se verifican visualmente, comprobando que se encuentran en posición y que se mueven libremente, que está exenta de agua, bombeando combustible hasta drenar en cada caso, y que llega información al display, reparando o sustituyendo, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR4.6 La estructura exterior del depósito, racores, posibles accesos, intercambiador de calor (calentador de combustible) se inspeccionan visualmente y con un trapo por posibles fugas en las tuberías de entrada y salida de combustible y aceite, sustituyendo el conjunto completo si es desmontable o empleando sellantes resistentes a hidrocarburos para eliminar fugas si es un tanque estructural, siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave, asegurando la contención y el calentamiento del fluido.

CR4.7 Las zonas centrales del tanque de combustible, estructura exterior (tanque de fibra de carbono) y los cables de masa del interior y exterior se comprueban visualmente, observando que no tiene rozaduras o arañazos profundos que dañen el barniz antifugas (vapor barrier), burbujas, daños en la malla de bronce, suficientes hilos trenzados uniendo ambos terminales, evitando fugas de combustible, sustituyendo el depósito en cada caso.

CR4.8 Los tubos de ventilación, las válvulas y la rejilla del exterior del depósito se inspeccionan visualmente, comprobando la unión entre ellos, que se mueven libremente, evitando que se cuele combustible y que están libres de obstrucciones, limpiando o sustituyendo los elementos según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, asegurando un alivio de los gases generados en su interior.

RP5: Realizar el abastecimiento y vaciado de combustible de la aeronave, realizando la conexión de la manguera de repostaje, utilizando los equipos de llenado, seleccionando

el tipo de combustible, controlando los equipos de emergencia, desconectando la alimentación eléctrica, asegurando el llenado y/o drenaje de los tanques de carburante.

CR5.1 El combustible se selecciona en función del tipo de unidad de potencia utilizada en la aeronave, consultando el Manual de Mantenimiento de la aeronave, asegurando el grado del producto.

CR5.2 Los extintores próximos a la zona de abastecimiento se comprueban antes de cada carga/descarga, verificando la tarjeta de identificación de extintores, tipo de extintor y categoría, pegatina de revisión y mirilla de estado (verde o rojo), asegurando el dispositivo de emergencia.

CR5.3 Las condiciones de seguridad de repostaje se controlan, evitando utilizar herramientas que puedan generar chispas o fuego y controlando acciones relativas a objetos que puedan emitir ondas o luz (teléfonos móviles, laser, entre otras), evitando el riesgo de explosión y/o fuego.

CR5.4 La batería se desconecta simultáneamente al calzado de las ruedas en cada caso, observando que el interruptor de master se encuentra en «off», que las palas de rotor de cola están ancladas y la aeronave conectada a masa.

CR5.5 El abastecimiento de combustible se realiza con la aeronave aparcada en pista, en condiciones secas, evitando la caída de agua dentro del depósito y/o rayos en cada caso, comprobando que la zona está libre de objetos (FOD), creando una zona de seguridad para el personal, que la manguera de suministro está completamente estirada en la superficie de la plataforma y el boquerel conectado, enganchando el cable de equilibrio de potencial de cargas electrostáticas o pinza en el lugar asignado en el Manual de Mantenimiento de la aeronave, controlando la presión diferencial, observando los manómetros de presión del equipo de llenado, para mantener el control de la carga de carburante.

CR5.6 El contador de la bomba de suministro se resetea, introduciendo en el display la cantidad a repostar (litros o libras), pulsando el interruptor que permite la salida de combustible por el boquerel, quitando la manguera, cuando hayamos concluido la operación, soltando el equipo de llenado del depósito y desconectando el cable de equilibrio de potencial.

CR5.7 La cuba (fija o móvil) y los depósitos de la aeronave se verifican, comprobando el combustible contenido a través de las pastillas de análisis y una jeringa, observando que está libre de agua, drenando en cada caso, liberándolos de agua e impurezas contenidas.

CR5.8 Los depósitos de combustible se descargan, utilizando el equipo de extracción (bomba succión) o manualmente, quitando el tapón de drenaje, utilizando una cisterna o barril asignados a cada fluido concreto (queroseno) identificados con la pegatina de homologación o almacenaje para su reciclaje, controlando la limpieza de carburante derramado en cada caso, asegurando que las zonas calientes y eléctricas no están contaminadas.

CR5.9 El certificado de aptitud para el servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de la aeronave se rellena tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales

del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

**Contexto profesional:****Medios de producción:**

Medios de elevación y transporte. Máquinas, herramientas fijas y portátiles, termómetros y utillaje específico. Generadores. Paneles de control de carga de combustible. Panel de control lanzamiento de combustible. Cambiador de calor. Módulo de separación de aire. Detectores de humo/gases (ionización, fotoeléctrico, CO). Bombonas de flujo. Cambiador de calor. Baterías. Mangueras con boquerel de carga de combustible, manómetros de presión, depósitos de combustible. Válvulas, bombas de presión, limitadores de presión, entre otros. Tubo pitot. Mandos eléctricos. Luces de aterrizaje. Indicador de posición de la computadora del piloto automático. Pedestal del piloto.

**Productos y resultados:**

Mantenimiento programado y no programado de los sistemas de carga del helicóptero, pedestal del piloto, autotest de la baliza, cartuchos explosivos, ventilación de cabina, balizas de emergencia, piloto automático y corta-cable, realizado. Mantenimiento programado y no programado de ventilación de cabina, bombona de descarga de aire, detectores de humo, mandos eléctricos, indicador de posición de la computadora del piloto automático y pedestal del piloto, realizado. Mantenimiento programado y no programado del sistema antihielo y lluvia, cuna o cesta, espejos exteriores, cartuchos explosivos de extinción fuego motor, realizado. Mantenimiento programado y no programado del sistema de combustible, estructura de los depósitos, su ventilación y distribución, realizado. Abastecimiento y vaciado de combustible de la aeronave, realizado.

**Información utilizada o generada:**

Manual de Mantenimiento de la Aeronave, documentación Air Transport Association (ATA) como referencia de aeronaves. Normativa aplicable ordenada por la entidad reguladora para la instalación de los componentes nuevos en la aeronave, órdenes de trabajo, esquemas, planos. Manuales técnicos de operación de equipos de pruebas. Normas y procedimientos de trabajo o de reparación. Tablas de equivalencias de materiales o componentes. Normas de calidad específicas del fabricante. Reglamentos aeronáuticos. Procedimientos aeroportuarios. Documentos oficiales de control. Sistemas informáticos para información de averías, de procedimientos o de programación y actuación. Documentos y procedimientos relacionados con los sistemas de calidad ordenada por la entidad reguladora. Normativa aplicable referente a la seguridad, prevención de riesgos laborales y gestión medioambiental. Diccionario de inglés técnico aeronáutico. Documentación técnica de la aeronave (Wiring Diagram Manual, Schematic Diagram Manual, Trouble Shooting Manual). Documentación técnica de los componentes. Parte de Vuelo (Technical Log Book). Normativa de Seguridad en Plataforma (NSP).

## UNIDAD DE COMPETENCIA 4: MANTENER/REPARAR LOS SISTEMAS HIDRÁULICOS, NEUMÁTICOS Y AIRE ACONDICIONADO EN AERONAVES CON MOTOR DE PISTÓN

Nivel: 3

Código: UC2537\_3

### Realizaciones profesionales y criterios de realización:

RP1: Comprobar los sistemas hidráulicos y sus sistemas de seguridad e indicación, utilizando los equipos de prueba (manómetros de presión, caudal, calibres, micrómetros, entre otros), controlando los movimientos de los accionamientos y los datos de caudal/presión, anotando los elementos deteriorados, para su reparación o sustitución.

CR1.1 El interruptor de emergencia y la calidad del hidráulico se comprueban, verificando visualmente que el interruptor de HYD EMERGENCY está en off y tiene instalada su guarda, que la viscosidad del fluido no ha perdido propiedades, controlándolo con una probeta, para asegurar el sistema de seguridad y las propiedades del aceite en la instalación.

CR1.2 Las pegatinas de identificación de las tuberías del sistema hidráulico se verifican, observando visualmente que aparecen los códigos de colores y la fecha de caducidad reflejada en la tubería, para identificar la zona de trabajo (presión o retorno y sentido de circulación), sustituyéndolas por unas nuevas en cada caso.

CR1.3 La fecha de fabricación de las tuberías se comprueba, observando que la misma coincide con el tiempo de uso, asegurando la integridad del elemento.

CR1.4 El circuito hidráulico se comprueba cuando se cambian las válvulas, tuberías, cilindros, entre otras circunstancias, utilizando el banco de comprobación o mecánicamente, conectándolo a la entrada del sistema o actuando sobre los mandos que provocan movimiento hidráulico, comprobando visualmente a través de los manómetros de presión que contiene el caudal y la presión, anotando los valores y verificando con los anotados en el Manual de Mantenimiento de la aeronave o moviendo las palancas observando que se mueven sin agarrotamientos y el recorrido de los sistemas de martinets, servos y válvulas, entre otras, asegurando que está libre de fugas y evitando aire en el sistema.

RP2: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas hidráulicos de la aeronave, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos, para asegurar la aeronavegabilidad de la aeronave.

CR2.1 Los circuitos hidráulicos se comprueban, verificando visualmente que no hay pérdidas de aceite y que la presión en los diferentes circuitos es la que establece el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, utilizando los equipos de prueba y medida (manómetros, bancos de prueba externos, entre otros), y cambiando los elementos deteriorados por unos nuevos certificados, usando la herramienta común y específica (llave de racores, dinamométricas, entre otras).

CR2.2 El colector hidráulico se instala en los sistemas de alta (HP) y baja (LP) presión, conectándolo a través de las tomas tipo bobina, suministrando fluido a presión para

comprobar los elementos y canalizaciones del sistema, asegurando la circulación del aceite y la estanqueidad del sistema.

CR2.3 Las tuberías de hidráulico de alta presión (HP) y baja presión (LP) se verifican visualmente con los equipos de prueba y medida (manómetros, bancos de prueba externos, mulas hidráulicas, entre otros), observando que no hay pérdidas de fluido hidráulico (MIL-H- 83282, Skydrol, entre otros), cuarteados evidentes de los latiguillos, roturas, que las tuberías metálicas están conectadas a la masa de la aeronave y que la presión en los diferentes circuitos es la establecida para la instalación, cambiando las tuberías en cada caso.

CR2.4 Las bombas de potencia hidráulica principales se revisan, haciéndolas funcionar, arrancando la aeronave o con los bancos de prueba, conectándolos en los paneles de servicio para alimentar cada una de las líneas de potencia hidráulica, comprobando que los sistemas funcionan con normalidad y cotejando la lectura de los manómetros con los valores establecidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, asegurando la presión y caudal de fluido para el funcionamiento de los sistemas hidráulicos.

CR2.5 Las válvulas del sistema hidráulico (válvulas de retención, válvulas de prioridad, válvulas de alivio de presión, válvulas selectoras) que controlan el fluido, filtros que mantienen la limpieza del fluido, los colectores de retorno, interruptores de presión, transductores de presión, válvula de alivio y la válvula solenoide de medición de fugas en cada caso, se verifican visualmente y con los equipos de prueba y medida (colectores, manómetros, entre otros), comprobando que están exentas de signos de fuga hidráulica.

CR2.6 Las inspecciones y chequeos en línea se ejecutan, verificando visualmente y observando los indicadores en el interior de la cabina, la presión de carga de nitrógeno en acumuladores de energía hidráulica, los indicadores de obstrucción (POP-UP) de alta presión (HP), el retorno, el drenaje de la caja de la bomba impulsada por el motor (EDP), llenado del depósito y filtros de la unidad de presurización de aire, los indicadores de obstrucción del filtro del sistema hidráulico en el compartimento hidráulico y motores, colectores de alta y baja presión, paneles y colectores de servicio a tierra para detectar signos de fuga externa, asegurando la eficiencia del sistema para el siguiente vuelo.

RP3: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de elementos asociados a los sistemas hidráulicos, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales que pueden requerir uso de bancos de prueba externos, reemplazando los elementos defectuosos, para restaurar los sistemas.

CR3.1 El depósito y sus elementos se verifican visualmente y con los equipos de comprobación (bombas de vacío, llaves de racor, polímetros, entre otras) que estén exentas de daños (golpes, grietas, entre otras), que no haya fuga de aceite por sus conexiones y que no pierda presión de presurización, reparando el sistema en cada caso siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, con la herramienta de mano (llaves de vaso, fijas, dinamométricas, entre otras) y el utillaje específico (colectores, bancos de prueba, entre otros), asegurando su estanqueidad.

CR3.2 Los depósitos se presurizan y despresurizan en tierra, comprobando su estanqueidad mediante bancos de prueba externos, comprobando la presión marcada en cada uno de los depósitos y la reflejada en el Manual de Mantenimiento

de la Aeronave, vaciando el agua contenida por los separadores de agua, reparando los elementos deteriorados en cada caso, para asegurar el fluido a la instalación hidráulica sin aire, refrigerado y sin impurezas.

CR3.3 Las fugas internas y la válvula solenoide de control de fugas se comprueban, aislando los sistemas hidráulicos a través de la válvula de aislamiento, accionando el interruptor del interior de la cabina del piloto, controlando los diferentes tramos de tuberías hidráulicas, asegurando la estanqueidad, reparando los tramos afectados, y sustituyendo las tuberías, válvulas, reguladores de presión, entre otros, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR3.4 La bomba eléctrica, los sensores de salida de la bomba, los depósitos de los sistemas hidráulicos (sensor de caudal, presión y temperatura, entre otros), los sistemas de gestión y control (unidad electrónica de control, actuadores, entre otros) que gobiernan la activación/desactivación se verifican, sometiéndolos a control de funcionamiento, observando que recibe la señal eléctrica para ponerse en funcionamiento, utilizando los equipos de prueba y medida (analizadores digitales, polímetros, entre otros), comprobando que no tiene roturas, cambiando el sensor o sensores, entre otros, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR3.5 La Unidad de Monitoreo del Sistema Hidráulico se verifica visualmente y con los analizadores digitales que las funciones responden a los requerimientos del sistema, observando que avisa de las advertencias de «FALLO» activándose las señales auditivas, las luces «MASTER CAUT y MASTER WARN», sustituyendo el dispositivo en el caso de mal funcionamiento con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), verificando su instalación con el equipo de prueba.

CR3.6 Los indicadores de obstrucción de filtros del sistema hidráulico (alta presión, retorno y carcasa de la EDP) se comprueban visualmente a través del testigo indicador de color rojo tipo POP OUT, sustituyendo el elemento filtrante en cada caso.

CR3.7 El sistema de indicación de cantidad de fluido hidráulico (transmisores capacitivos, microinterruptores, entre otros), se verifica visualmente, comprobando que marca la cantidad de aceite contenido en el depósito, que los elementos eléctricos envían la señal adecuada en cada caso, utilizando los equipos de prueba y medida (analizadores digitales, polímetros, entre otros), observando los valores y cotejándolos con los contenidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, cambiando los elementos desgastados o deteriorados, para que el sistema pueda eliminar o agregar fluido al depósito que lo demande en cada caso.

RP4: Efectuar el mantenimiento programado y no programado del sistema de aire acondicionado y presurización de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos, para restaurar los componentes afectados.

CR4.1 El sistema de obstrucción (clogging) se comprueba, utilizando el banco de pruebas y el polímetro simulando situaciones positivas de obstrucción, cotejando valores con los recogidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave o el componente afectado, cambiando los elementos deteriorados en cada caso, utilizando la herramienta manual (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), y restaurando la operatividad del sistema.

CR4.2 Los ventiladores de recirculación se verifican visualmente, conectando el sistema y observando que el motor se pone en funcionamiento, comprobando que se mueven los alabes para impulsar el aire, reparando o sustituyendo los elementos defectuosos por unos nuevos en cada caso, con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), para asegurar el funcionamiento de sistema.

CR4.3 Los interruptores térmicos se comprueban con el equipo de prueba y medida (polímetro, analizador, entre otros), verificando que la tensión está dentro de los parámetros establecidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, sustituyéndolos en cada caso y asegurando que el sistema al llegar la máxima temperatura de diseño corta el suministro eléctrico al motor.

CR4.4 Las válvulas de recirculación se verifican visualmente, haciéndolas funcionar con la palanca mecánica, conectando el actuador para accionar la válvula de mariposa, comprobando con el equipo prueba y medida (polímetro, analizador digital, entre otros) que se activa o que los datos de medición coinciden con los marcados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, sustituyendo los elementos que no funcionan, para optimizar la aclimatación de la aeronave eficientemente.

CR4.5 Los filtros del sistema de recirculación se cambian cuando el sistema de aviso envía una señal de bloqueo al controlador/computador de ventilación o cuando esté determinado en el Manual de Mantenimiento de la aeronave, sustituyendo el cartucho por uno nuevo.

CR4.6 El sistema eléctrico y protecciones de los ventiladores del sistema de fan se verifican con el analizador digital, conectándose a los componentes que constituyen el circuito, analizando su situación, cambiando los que estén en mal estado en cada caso.

CR4.7 Los elementos del Sistema de Control Ambiental se limpian, utilizando trapos de algodón sin pelusa, limpiador no acuoso con base de petróleo, realizando pruebas con el banco de simulación de temperatura, controlando que los parámetros marcados están dentro del Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR4.8 El aire acondicionado se comprueba observando los elementos del sistema compresor, condensador, evaporador, válvulas y tuberías, actuando el mando en modo manual y automático, comprobando que el compresor engancha, y que la temperatura de salida medida con termómetros o sondas es la indicada en el Manual de Mantenimiento del fabricante, verificando fugas de gases fluorados mediante equipos de succión y limpieza.

RP5: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de ventilación de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos y siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, restaurando los componentes afectados.

CR5.1 El sistema de aire acondicionado de la cabina de pilotos se verifica, comprobando los conductos de aireación, la temperatura y la presión diferencial, observando la salida de aire, del humo y la temperatura seleccionada, utilizando el termómetro digital y el generador de humo, siguiendo los pasos descritos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR5.2 El sistema de ventilación del compartimento del equipo de aire acondicionado se verifica, comprobando que los turboventiladores, tubos piccolo y sistema antifallos no están obstruidos o deteriorados, realizando la recirculación del aire a través de todos los componentes del sistema, para que no se supere los valores de temperatura máximos y mínimos de funcionamiento de la aeronave.

CR5.3 El turboventilador del sistema de refrigeración del compartimento de aire acondicionado y sus componentes asociados (válvula de entrada de aire de sangrado, sensor de presión diferencial y actuador de la compuerta de entrada de aire, entre otros) se verifican, comprobando la presión, observando ruidos metálicos, utilizando los equipos de prueba y medida (banco de pruebas, polímetros, entre otros), y realizando pruebas funcionales según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR5.4 El sistema de ventilación del compartimento de equipos eléctricos/electrónicos se verifica, comprobando que los fanes de ventilación introducen el aire en los racks de computadores con la presión y temperatura adecuadas según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, manipulando el manómetro, termómetro, realizando una prueba funcional de humo y utilizando los bancos de prueba, reparando los elementos afectados en cada caso (mazo de cables, pines, entre otros).

RP6: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de ventilación en el sistema de presurización y el sistema de calefacción del aire de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos, para restaurar los componentes afectados.

CR6.1 La comprobación funcional del sistema se verifica manualmente, activando y desactivando las válvulas o con los pulsadores en cabina, observando el funcionamiento del fan si tiene sobretensión el cierre de emergencia en caso de humo, utilizando los equipos de prueba y medida (banco de pruebas, polímetros, entre otros), la maquina simuladora de humo, asegurando la contención de incendios del sistema.

CR6.2 El sistema de válvulas de control y alivio de sobrepresión se verifican, haciéndolas funcionar, comprobando motores eléctricos observando que se posicionan en los grados de apertura y cierre establecidos, que las luces en puertas de la aeronave se encienden/apagan en cada situación, que los sellos neumáticos de puertas de acceso y ventanillas de emergencia mantienen la presión, utilizando el banco de pruebas neumático, analizadores digitales y polímetros, entre otros, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados en cada caso, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR6.3 El sistema de calefacción del aire se verifica, comprobando los sensores de control de temperatura y el termostato de seguridad por sobretemperatura, posicionando el termostato de la zona en MAX o en máximos grados de escala, aplicando producto especial de enfriado, observando que el aire que sale de los conductos es caliente o que la superficie del calentador está muy caliente, comprobando con los equipos de prueba y medida (termómetro, analizador digital, polímetros, entre otros), sustituyendo los elementos deteriorados con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otras) según Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR6.4 El certificado de aptitud para el servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de la aeronave se rellena tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

**Contexto profesional:****Medios de producción:**

Banco de pruebas. Medios de elevación y transporte. Máquinas, herramientas fijas, portátiles y utillaje específico. Equipos para la localización de defectos por ensayos no destructivos. Entrenadores hidráulicos y neumáticos. Equipos de diagnóstico de averías. Colector de pruebas hidráulicas. Bombas. Bootstrap, válvulas selectoras. Actuadores electro-hidrostático. Turbina de aire de impacto Ram Air Turbine (RAT). Compresores. Bombas de succión de gases fluorados. Filtros. Calentadores. Aeronaves. Cambiadores de calor. Válvula termostática antihielo. Limitadores de flujo. Cableados eléctricos, sensores y controles electrónicos. Unidad de acondicionamiento de aire. Módulo de secado. Ventiladores y elementos asociados al sistema. Elementos del sistema hidráulico. Intercambiador de calor. Microinterruptores. Válvulas de sobrepresión. Elementos del sistema de acondicionado y presurización. Elementos del sistema de ventilación.

**Productos y resultados:**

Comprobación de los sistemas hidráulicos y sus sistemas de seguridad e indicación, realizados. Mantenimiento programado y no programado de los sistemas hidráulicos de la aeronave, realizado. Mantenimiento programado y no programado de elementos asociados a los sistemas hidráulicos, realizado. Mantenimiento programado y no programado del sistema de aire acondicionado y presurización de la aeronave en el hangar, realizado. Mantenimiento programado y no programado de ventilación de la aeronave en el hangar, realizado. Mantenimiento programado y no programado de ventilación en el sistema de presurización y el sistema de calefacción del aire de la aeronave en el hangar, realizado.

**Información utilizada o generada:**

Manual de Mantenimiento de la Aeronave, documentación Air Transport Association (ATA) como referencia de aeronaves. Normativa aplicable ordenada por la entidad reguladora para la instalación de los componentes nuevos en la aeronave, órdenes de trabajo, esquemas, planos. Manuales técnicos de operación de equipos de pruebas. Normas y procedimientos de trabajo o de reparación. Tablas de equivalencias de materiales o componentes. Normas de calidad específicas del fabricante. Reglamentos aeronáuticos. Procedimientos aeroportuarios. Documentos oficiales de control. Sistemas informáticos para información de averías, de procedimientos o de programación y actuación. Documentos y procedimientos relacionados con los sistemas de calidad ordenada por la entidad reguladora. Normativa aplicable referente a la seguridad, prevención de riesgos laborales y gestión medioambiental. Diccionario de inglés técnico aeronáutico. Documentación técnica de la aeronave (Wiring Diagram Manual, Schematic Diagram Manual, Trouble Shooting Manual). Documentación técnica de los componentes. Parte de Vuelo (Technical Log Book). Normativa de Seguridad en Plataforma (NSP).

## UNIDAD DE COMPETENCIA 5: MANTENER/REPARAR LOS MANDOS DE VUELO Y TREN DE ATERRIZAJE DE HELICÓPTEROS

Nivel: 3

Código: UC2555\_3

### Realizaciones profesionales y criterios de realización:

RP1: Aplicar el mantenimiento programado y no programado del tren de aterrizaje fijo (tren clásico de patines y travesaños) del helicóptero, realizando inspección visual, mediciones laser, chequeos de verificación, entre otros, reparando o sustituyendo elementos deteriorados para asegurar el estado del tren y estructura de la aeronave y tren de rodadura.

CR1.1 Los patines y travesaños se revisan visualmente, observando que el estado de las zapatas no tiene deformaciones, reparando o sustituyendo los patines siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, asegurando el apoyo equilibrado de la aeronave en el suelo.

CR1.2 El amarre de los patines y travesaños a la estructura se comprueban visualmente, observando el lacrado de los bulones, cabeza de tornillos dañados y los silentblock agrietados, reparando, sustituyendo o reapretando los elementos deteriorados o los que necesiten sustitución programada por horas de vuelo en el sistema o calendario, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otras), reacondicionado la base de apoyo de la aeronave.

CR1.3 La estructura del sistema y las zapatas se verifican en el hangar visualmente con la aeronave montada en cuatro puntos de apoyo equilibrados, a través del dispositivo de medición por infrarrojos o con la cinta métrica en cada caso la desalineación de los largueros, sustituyendo los elementos deteriorados (bulones, silentblock, entre otros) con la herramienta universal de mano (llaves de vaso, codo, fijas, torquímetro, entre otros) y reponiendo el material deslizante en cada caso.

CR1.4 El patín de cola se revisa visualmente, observando ausencia de arañazos, golpes, abolladuras, grietas en la unión al puro de cola, estado de la zapata, daños en los tornillos o corrosión, entre otras, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, apoyando la aeronave en el puro de cola para poder intervenir, asegurando el apoyo equilibrado de la aeronave en el suelo.

RP2: Aplicar el mantenimiento programado y no programado del tren de aterrizaje hidráulico y tren de rodadura del helicóptero, realizando inspección visual, mediciones laser, chequeos de verificación, entre otros, reparando o sustituyendo elementos deteriorados para asegurar el buen estado del tren y estructura de la aeronave.

CR2.1 Los neumáticos del tren de aterrizaje se verifican visualmente, comprobando la presión, el dibujo y estado general, utilizando los útiles de prueba y medida (manómetro de presión, calibre de profundidad, entre otros), sustituyéndolos con los equipos de reparación (desmontadora, equilibradora, entre otras), asegurando el apoyo y la adherencia de la aeronave en tierra.

CR2.2 Las tuberías rígidas de presión , válvulas, accionamientos hidráulicos, mangueras flexibles, retornos de los tres sistemas de hidráulico, bombas y acumuladores, se comprueban visualmente y con los equipos de comprobación y medida ( colectores, bancos de prueba, manómetros, entre otros), verificando la ausencia de fugas de aceite, deterioros evidentes y pérdidas de presión, sustituyendo los elementos deteriorados con la herramienta específica y universal (llave de racores, dinamométricas, llaves de vaso, fijas, entre otras), restaurando el sistema y asegurando el funcionamiento de la subida y bajada de las ruedas.

CR2.3 La horquilla, bisagras de costado y brazo de amarre se inspeccionan visualmente que no hay signos de corrosión, falta de material, arañazos o marcas, reparando, lijando o suavizando, limpiando y aplicando tratamiento anticorrosión (Alodine/Bonderite) y embellecimiento (cromados, cadmiados, pintura final, entre otros) o sustituyendo los elementos deteriorados en cada caso.

CR2.4 Las compuertas del tren de aterrizaje se verifican visualmente, observando que están exentos de arañazos, hendiduras, marcas, corrosión, seguros de costado en mal estado, ausencia de hidráulico, entre otras, lijando, limpiando, aplicando tratamiento anticorrosión (Alodine/Bonderite) y embelleciendo la zona deteriorada (cromados, cadmiados, pintura final, entre otros) para reacondicionar la pieza y su protección superficial.

CR2.5 Los switch de bombas de hidráulico del tren de aterrizaje y bomba auxiliar se comprueban visualmente, verificando que el actuador de bloqueo y desbloqueo y los indicadores de presión y cantidad de hidráulico funcionan, para asegurar la alimentación hidráulica de la aeronave.

CR2.6 La extensión y retracción del tren de aterrizaje se comprueba, haciéndolos subir y bajar con el helicóptero apoyado en gatos y equilibrado, accionando la palanca que actúa sobre el mecanismo, observando que el ciclo de cierre y apertura se realiza en el tiempo previsto y comprobando que la alineación de las compuertas sean las marcadas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR2.7 Los sistemas de freno se revisan visualmente y con los equipos de prueba y medida (micrómetros, calibres, manómetros de presión, entre otras) que los discos metálicos, pastillas y bombas de hidráulico están dentro de los valores de referencia especificados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave y que el aviso de parking brake en cabina no está encendido, sangrando frenos en cada caso y situación, observando por el útil (manguera transparente y contenedor de reciclaje), que no salen burbujas del circuito, asegurando la eficacia y estabilidad de frenada.

CR2.8 Las luces del sistema en el interior de la cabina se comprueban visualmente, sometiéndolas a las diferentes condiciones de funcionamiento: tren extendido y bloqueado, luz verde; no extendido o no bloqueado, luz roja, observando que el breaker correspondiente que apaga o enciende el aviso en el master caution (o panel de aviso) se encuentra en buen estado, verificándolo con los equipos de prueba y medida (polímetro o analizadores digitales) sustituyendo los elementos deteriorados, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otras).

CR2.9 El computador de control de extensión/retracción, se verifica visualmente, utilizando el analizador digital, realizando el chequeo del sistema y observando si hay algún fallo memorizado que persista una vez borrado, sustituyendo el elemento

afectado con la herramienta de mano (llaves fijas, de vaso, torquímetros, entre otras), restaurando el/los elementos deteriorados, la pantalla en cada caso o la unidad.

RP3: Realizar el mantenimiento programado y no programado de los elementos mecánicos de los mandos de vuelo y control del helicóptero, realizando inspecciones, pruebas operacionales según horas de vuelo y reemplazando elementos defectuosos, utilizando el Manual de Mantenimiento de la aeronave para mantener la aeronavegabilidad.

CR3.1 Los mandos de vuelo se comprueban visualmente, observando que se mueven libremente con la aeronave en modo vuelo y que los indicadores de instrumentación concuerdan con el movimiento de las palancas, asegurando la guiavilidad de la aeronave.

CR3.2 El mantenimiento y reparación de los elementos que componen el sistema de mandos de vuelo se realiza, siguiendo el programa de mantenimiento, aplicando las instrucciones de trabajo recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave y los documentos de trabajo asociados, dando respuesta a las averías detectadas y restaurando los sistemas afectados.

CR3.3 Las superficies de control (aleta, estabilizador, plato oscilante, entre otras) se inspeccionan visualmente, comprobando que no tienen fisuras, golpes o deformaciones por haberse despegado el honeycomb que puedan afectar a la aerodinámica, reparando los daños encontrados siguiendo indicaciones del Manual de Reparaciones Estructurales (Structural Repair Manual, S.R.M.) o sustituyendo los elementos afectados en cada caso, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otras), desmontando y montando de nuevo según Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR3.4 Las poleas, barriletes de tensión, topes de movimiento, cuadrantes, varillas, puntos de giro, rodillos, tracks o barras de transmisión, se inspeccionan visualmente y/o con un calibre, midiendo desgastes, sustituyéndolos si encontráramos daños, excesivo desgaste u holguras, asegurando un movimiento uniforme de las superficies de control primarias y secundarias.

CR3.5 Los cables metálicos trenzados se inspeccionan, pasando un trapo de tela a lo largo de su recorrido, observando si se engancha, buscando hilos metálicos deteriorados o girando el contrario del trenzado, observando que interiormente está libre de corrosión, aflojando los barriletes y cambiando el tramo afectado, tensándolo con los barriletes correspondientes, midiendo la tensión del cable con un tensiómetro y un termómetro, dándole la tensión requerida teniendo en cuenta la temperatura del hangar, asegurando un control preciso de la aeronave.

CR3.6 Los elementos mecánicos de actuación desmontados del sistema de mandos de vuelo eléctrico se comprueban, realizando bite test y pruebas operacionales que pueden requerir equipos y bancos de prueba externos, y dependiendo del nivel de los daños observados son desechados, reparados o enviados a talleres especializados para su recuperación según las indicaciones del manual del componente afectado.

CR3.7 Los límites de recorrido y las posiciones neutrales de las superficies de vuelo primario y secundario se verifican, usando una regla, calibre, galgas y/o pines pasa/no pasa, ajustándolos en cada caso, a la posición de los mandos en la cabina, extendiendo o retrayendo las varillas de ajuste en unos casos o ajustando la longitud

del brazo de los servoactuadores en otro, asegurando un control preciso de la aeronave.

CR3.8 Las poleas, puntos de giro, varillaje, cables metálicos trenzados, cojinetes, rodillos, zonas de rozamiento de los tracks y el husillo se engrasan, siguiendo las recomendaciones del fabricante de la aeronave, asegurando un movimiento fluido y protegiéndolos de la corrosión.

RP4: Realizar el mantenimiento programado y no programado de los elementos hidráulicos, neumáticos y eléctricos de los mandos de vuelo y control del helicóptero, realizando inspecciones, pruebas operacionales según horas de vuelo y reemplazando elementos defectuosos, utilizando el Manual de Mantenimiento de la aeronave para mantener la aeronavegabilidad.

CR4.1 Los elementos de control e indicación del sistema de mandos de vuelo eléctrico, Sidestick o volante de control, PFTUS, computadores de control y gestión de órdenes de mando, computadores de monitoreo, transmisores de posición (lineales, rotatorios, magnéticos, RVDTs, LVDTs, unidades de detección de asimetría, entre otros), solenoides de actuación, elementos de indicación en cabina, entre otros se inspeccionan, realizando comprobaciones sencillas (resistencia, tensión, continuidad, entre otros) o colaborando en pruebas aviónicas complejas que pueden requerir equipos de comprobación externos, y ajustando o sustituyendo los elementos necesarios según los documentos de mantenimiento, obteniendo el control de sus ejes.

CR4.2 Los elementos eléctricos en el sistema de mandos de vuelo eléctrico, sensores de proximidad, transmisores de posición, servoactuadores, LVDTs, RVDTs, líneas de cableado de transmisión de datos, señales discretas y alimentaciones eléctricas, instrumentos de indicación, entre otros, se verifican, comprobando con los equipos de prueba y medida (polímetros, fuentes de alimentación, entre otros), y siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave, su funcionamiento, reemplazando los elementos defectuosos en cada caso, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, torquímetros, de codo, entre otras).

CR4.3 Las líneas de distribución hidráulicas y neumáticas del sistema de mandos de vuelo eléctrico se inspeccionan visualmente, comprobando su presión y estanqueidad con los equipos de prueba y medida (manómetros, bancos de prueba, entre otros), y dependiendo del nivel de los daños observados, son desechados y sustituidos, o reparados según las indicaciones del Manual de Mantenimiento de la aeronave para la actuación de las superficies de control.

CR4.4 Los sistemas hidráulicos de asistencia al movimiento de los mandos de vuelo y sus sistemas auxiliares (válvulas de sobrepresión, limitadores de torque, frenos, entre otros) se inspeccionan visualmente, observando la ausencia de fugas de líquido hidráulico en su estructura y racores, y comprobando el nivel, calidad y limpieza de filtros del sistema hidráulico, rellenándolo si no está a nivel o sustituyendo líquido y filtros por suciedad o pérdida de propiedades, asegurando que los mandos de vuelos se mueven libremente.

CR4.5 El certificado de aptitud para el servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de la aeronave se rellena tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales

del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

RP5: Realizar la revisión general (overhaul) del conjunto tren de aterrizaje y rodadura hidráulico (Landing Gear, Drag Brace, actuadores, llantas, frenos, Steering, caja de engranajes del tren, entre otros) y del tren de aterrizaje fijo (tren clásico de patines y travesaños), realizando el desmontaje, limpieza, inspección, reparación y sustituciones en cada caso, reensamblado y comprobando su funcionamiento, asegurando su completa conformidad con todas las tolerancias de servicio aplicables especificadas en las instrucciones del titular del certificado de tipo o del fabricante para la aeronavegabilidad continuada, siguiendo las instrucciones de los Manuales de Overhaul de Motor y Mantenimiento de Componentes.

CR5.1 Los elementos del tren de aterrizaje (patines y travesaños, amortiguadores, actuadores del tren de aterrizaje, paquetes de frenos, entre otros) se desmontan, colocando cada subconjunto en una mesa de trabajo independiente, realizando el lavado preliminar utilizando desengrasantes y cepillos, para el acondicionamiento previo al desmontaje.

CR5.2 Los elementos del tren de aterrizaje se desmontan, utilizando herramienta estándar y extractores específicos, desechando juntas, pasadores, casquillos, pastillas de frenos y tornillería, limpiando las piezas principales con desengrasantes aplicables a spray/cepillo, utilizando soluciones salinas, disolventes, productos abrasivos, ultrasonidos, comprobando visualmente desgaste, corrosión y estado general.

CR5.3 Las piezas (actuadores, llantas, frenos, Steering, caja de engranajes del tren, entre otros) se comprueban por daños superficiales evidentes, grietas, corrosiones, sobretensión (en los paquetes de freno) y desgastes, visualmente y con los equipos de prueba y medida (calibres pie de rey, relojes comparadores, calibres de interiores, entre otros), verificando anchos, espesores y controlando que están por encima de las dimensiones mínimas indicadas en el Manual de Overhaul, sustituyéndolas en cada caso.

CR5.4 Las piezas (patines y travesaños, Strut, sliding, torque knees, drag braces, wheels, piston housings, entre otras) se inspeccionan por grietas y corrosión mediante Ensayos No Destructivos, empleando las técnicas de Líquidos Penetrantes, Partículas Magnéticas y Corrientes Inducidas para las piezas metálicas, ensayando las sometidas a alta temperatura (paquetes de frenos) con durómetros (rockwell/brinell) e inspeccionando con sondas de conductividad eléctrica que sus cualidades de resistencia están dentro de los límites de diseño del fabricante.

CR5.5 Las piezas (patines y travesaños, Strut, sliding, torque knees, drag braces, wheels, piston housings, entre otras) se restauran, retirando la pintura con decapantes químicos y proyección de cáscara de nuez, puliendo, eliminando corrosiones, restos de suciedad, muescas y abolladuras, utilizando limas, esmeriles u otros abrasivos, soluciones cáusticas, lavando y secando con aire, midiendo por segunda vez tras la restauración.

CR5.6 Las piezas (patines y travesaños, Strut, sliding, torque knees, drag braces, wheels, piston housings, entre otras), se protegen superficialmente, protegiéndolas de la corrosión, aplicando Alodine/Bonderite, imprimación y pintura final y restaurando cromados y cadmiados.

CR5.7 El montaje de cada subconjunto del tren de aterrizaje se realiza uniendo los elementos en orden inverso al desmontaje, utilizando tornillería, sellos, discos, pastillas, cojinetes, casquillos, y juntas nuevas, siguiendo las indicaciones del Manual de Overhaul, aplicando el apriete a las tuercas y tornillos con la llave dinamométrica, lubricando y dando presión de nitrógeno en su caso y efectuando todas las Directivas de Aeronavegabilidad y Boletines de Servicio aplicables.

CR5.8 El amortiguador, actuadores del tren de aterrizaje, de los paquetes de frenos y la presión de las ruedas se comprueban, observando fugas de hidráulico y utilizando el banco de prueba y medida, observando que el conjunto rotor gira libremente después de liberar la presión de los pistones, inflando los neumáticos con nitrógeno, equilibrando dinámicamente añadiendo contrapesos en cada caso, comprobando pérdidas de gas del neumático a las 24 horas, simulando el peso del tren y las cargas en vuelo y cotejando los datos obtenidos con los recogidos en el Manual de Mantenimiento de la aeronave, observando ruidos extraños y juego axial al girar el tornillo sin fin.

**Contexto profesional:****Medios de producción:**

Elementos de mandos de vuelo. Computador de control de extensión/retracción. Sistemas de freno tren de aterrizaje, neumáticos. Estructura del sistema y las zapatas. Válvulas de sobrepresión. Mandos de vuelo eléctrico, Sidestick o volante de control, PFTUS, computadores de control y gestión de órdenes de mando, computadores de monitoreo, transmisores de posición (lineales, rotatorios, magnéticos, RVDTs, LVDTs, unidades de detección de asimetría, entre otros), solenoides de actuación, elementos de indicación en cabina. Elementos del tren de aterrizaje. Elementos de dirección, frenos y ruedas. Banco de pruebas eléctricas. Medios de elevación y transporte. Superficies de control (aleta, estabilizador, plato oscilante, entre otras). Máquinas, herramientas fijas y portátiles, termómetros y utillaje específico. Equipos para la localización de defectos por ensayos no destructivos. Equipos de diagnóstico de averías. Cableados eléctricos, sensores y controles electrónicos. Equipos de medición de formas y máquinas de equilibrado. Equipo informático de control y gestión de la producción, del aprovisionamiento, del personal y de la operación.

**Productos y resultados:**

Mantenimiento programado y no programado del tren de aterrizaje fijo del helicóptero, realizado. Mantenimiento programado y no programado del tren de aterrizaje hidráulico y tren de rodadura del helicóptero, realizado. Mantenimiento programado y no programado de los elementos mecánicos de los mandos de vuelo y control del helicóptero, realizado. Mantenimiento programado y no programado de los elementos hidráulicos, neumáticos y eléctricos de los mandos de vuelo y control del helicóptero, realizado. Revisión general (overhaul) del conjunto tren de aterrizaje (Landing Gear, Drag Brace, actuadores, llantas, frenos, Steering, caja de engranajes del tren, entre otros), realizado.

**Información utilizada o generada:**

Manual de Mantenimiento de la Aeronave, documentación Air Transport Association (ATA) como referencia de aeronaves. Normativa aplicable ordenada por la entidad reguladora para la instalación de los componentes nuevos en la aeronave, órdenes de trabajo, esquemas, planos. Manuales técnicos de operación de equipos de pruebas. Normas y procedimientos de trabajo o de reparación. Tablas de equivalencias de materiales o componentes. Normas de calidad específicas del fabricante. Reglamentos aeronáuticos. Procedimientos aeroportuarios. Documentos oficiales de control. Sistemas informáticos para información de averías, de procedimientos o de programación y actuación. Documentos y procedimientos relacionados con los sistemas de calidad ordenada por la entidad reguladora. Normativa aplicable referente a la seguridad, prevención de riesgos laborales y gestión medioambiental. Diccionario de inglés técnico aeronáutico. Documentación técnica de la aeronave (Wiring Diagram Manual, Schematic Diagram Manual, Trouble Shooting Manual). Documentación técnica de los componentes. Parte de Vuelo (Technical Log Book). Normativa de Seguridad en Plataforma (NSP).

**UNIDAD DE COMPETENCIA 6: MANTENER LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS, DE AVIÓNICA Y A BORDO DE LAS AERONAVES****Nivel: 3****Código: UC2540\_3****Realizaciones profesionales y criterios de realización:**

RP1: Realizar revisión en línea del sistema eléctrico (batería, breaker, relays, generador de corriente continua o alterna, paneles de sistema eléctrico, entre otras) de la aeronave para garantizar su operatividad, utilizando el Manual de Mantenimiento de la aeronave y los equipos de prueba y medida para su comprobación.

CR1.1 La batería se inspecciona visualmente y con los equipos de prueba y medida (banco de pruebas, polímetros, densímetro, entre otros), comprobando que los vasos están llenos (marca de nivel en la medida establecida), los tiempos de descarga, ciclos de carga y descarga, tensión individual, voltaje mínimo (24 voltios en caso de arranque con APU), conectando la puesta en marcha y midiendo que la demanda de consumo no cae por debajo de la tensión mínima, cambiándola por una nueva si su capacidad está por debajo del 80%, asegurando la alimentación eléctrica de la aeronave.

CR1.2 Los breakers y las conexiones de los elementos eléctricos se verifican visualmente, comprobando que no tienen cortes que provoquen restricciones de corriente, sustituyendo por unos nuevos en cada caso.

CR1.3 Los relays, contactores, transformadores, rectificadores, entre otros, se verifican visualmente que no están agrietados, oxidados o deteriorados, realizando pruebas de funcionamiento, haciéndolos funcionar con una fuente de alimentación o banco de trabajo específico, comprobando la tensión, intensidad o resistencia, siguiendo las indicaciones del Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR1.4 El generador de corriente continua o alterna de la aeronave, se comprueba visualmente, observando signos de calentamiento, desgaste, corrosión, pérdidas de

refrigerante, entre otras y con el banco de comprobación la tensión, intensidad y frecuencia, sustituyendo en cada caso, con la herramienta común (destornilladores, llaves de vaso, de codo, entre otras), restaurando la alimentación eléctrica en la aeronave.

CR1.5 Los elementos eléctricos y electrónicos (bobinado, placa base, entre otros) se verifican, poniendo el motor en marcha, realizando pruebas funcionales, observando su funcionamiento y obteniendo datos con el dispositivo de diagnóstico, detectando y corrigiendo posibles averías, siguiendo el manual de mantenimiento de la aeronave.

CR1.6 Los mazos de cables se inspeccionan visualmente, observando que las camisas y fundas no están agrietadas, raspadas o quemadas, profundizando en las áreas críticas (pasamuros, fijaciones de bridas, cintas, entre otras), reparándolas crimpando, o cambiando los tramos afectados, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR1.7 Los paneles del sistema eléctrico y todos sus elementos se comprueban visualmente su sujeción y conexión, reparando o cambiando el componente afectado siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR1.8 Las observaciones formuladas en el libro de la aeronave (mal funcionamiento, incidentes, sensaciones, entre otras) se verifican, ejecutando la diagnosis correspondiente a cada caso y condición.

RP2: Realizar revisión/repación en línea del sistema de iluminación, mazos de cable, generadores de corriente alterna de la aeronave para garantizar su operatividad, utilizando la documentación técnica y los equipos necesarios para su realización.

CR2.1 Las luces de puesto de pilotaje (luz de techo ambiente, lámpara portátil de lectura y luces de lectura) se verifican, sometiéndolas a una prueba funcional, observando que lucen o realizando una prueba de diagnóstico con el multímetro en cada caso, siguiendo el troubleshooting del manual, asegurando la iluminación en momentos de poca visibilidad.

CR2.2 Las luces de iluminación de cabina de carga, iluminación ambiente e iluminación de emergencia se verifican visualmente, observando que lucen todas o realizando una prueba de diagnóstico con el multímetro en cada caso siguiendo el troubleshooting del manual.

CR2.3 Las luces de iluminación exterior, luces de posición, luz anticollisión o estroboscópica y luz de landig o faro principal, se inspeccionan visualmente y a través de una prueba funcional, detectando posibles daños antes y después de cada vuelo (rotura del cristal, suciedad, entre otras), asegurando su funcionamiento siguiendo pautas marcadas por el manual de mantenimiento de la aeronave.

CR2.4 Las averías y el mantenimiento en el sistema de iluminación de la aeronave se diagnostican, siguiendo los pasos marcados por el Manual de Mantenimiento de la aeronave (comprobaciones, pruebas funcionales, esquemas de cableado, entre otras) y con los útiles de prueba y medida (polímetros, osciloscopios, crimpadoras, entre otras), con los elementos montados en la aeronave o desmontando y comprobándolos en los bancos de trabajo.

CR2.5 Las luces de aviso FIRE, RPM y MASTER CAUTION se comprueban, pulsando el botón que enciende las luces de aviso y poniendo el selector en reset, y comprobando la luz del pedestal, reponiendo la luz, presionando con el dedo para sacarla y sustituirla.

CR2.6 La prueba de apantallamiento de los cables se realiza con el equipo de pruebas e inspeccionando los mazos visualmente que no hay cortes, no sufren daños las mallas protectoras, comprobando que no estén ni muy tensos ni muy sueltos, asegurando que los radios de curvatura de los cables no están doblados para evitar dañar el núcleo.

RP3: Realizar el mantenimiento programado y no programado de los equipos y componentes de los sistemas de navegación, vuelo automático y comunicaciones de las aeronaves, realizando comprobaciones operacionales, bite test y colaborando con el equipo de aviónica, realizando pruebas operacionales que pueden requerir simulaciones complejas o el uso de bancos de prueba externos, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave para dar respuesta a las averías detectadas, sustituyendo los equipos de posicionamiento inercial o por GPS, elementos de transmisión y recepción de radio navegación, comunicaciones por voz y datos en HF, VHF y SATCOM, antenas emisoras y receptoras, reparando o sustituyendo los conectores y contactos de las líneas coaxiales de RF de distribución y transmisión, líneas de cableado digitales y discretas para recuperar la capacidad RNAV y la transmisión de voz y datos.

CR3.1 Los equipos y componentes encargados de la navegación de la aeronave (VOR, ILS, MLS, ADF, DME, OMEGA), radar meteorológico (WXR), transpondedor (ATC), radioaltímetro (RA), antenas y guías de onda, sistemas de gestión y guiado de vuelo automático (FMS), o sistema automático de control del vuelo (AFCS), sistemas de posicionamiento por satélite GNSS (GPS, GLONAS, GALILEO), datos de aire (sondas de pitot y estática, AOA, TAT, CADC), plataformas inerciales y acelerómetros (IRS) se verifican, dando respuesta a las averías reportadas por la tripulación técnica en el Libro/Bitácora de a bordo, realizando pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas, usando controles de la aeronave, interruptores, pruebas BITE, ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, observando los avisos de la prueba go-no-go sin interpretación de valores, ajustando o sustituyendo los elementos que no cumplen los parámetros técnicos, para recuperar su funcionalidad operacional en vuelo.

CR3.2 Los equipos y componentes del sistema de comunicaciones, transmisores y receptores (UHF, VHF, HF, SATCOM), antenas, acopladores, paneles de control, así como todos sus componentes periféricos, se verifican en rampa/línea, dando respuesta a las averías reportadas por la tripulación técnica en el Libro/Bitácora de a bordo, realizando pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas, usando controles de la aeronave, interruptores, pruebas BITE, ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, observando los avisos de la prueba go-no go sin interpretación de valores, ajustando o sustituyendo los elementos que no cumplen los parámetros técnicos para garantizar la transmisión/recepción de voz y datos.

CR3.3 Las redes de cableado de transmisión/recepción de datos, señales discretas de líneas coaxiales y fibra óptica, entre otras, se verifican visualmente siguiendo los criterios de inspección de cableado EWIS, comprobando que no hay daños en los mazos de cableado por sobretensión o contaminación química por pérdida de fluidos, roces o daños en su aislamiento, daños en su fijación, entre otros, con los equipos de diagnóstico (polímetro, megóhmetro, milióhmetro, espectrómetros,

analizadores ópticos y digitales, entre otros) e interpretando planos, esquemas eléctricos e instrucciones de ingeniería para reparar o sustituir las líneas de cableado que no superen las pruebas realizadas.

CR3.4 El diagnóstico y análisis de averías de los elementos eléctricos y electrónicos se realiza, usando equipos de prueba y medida (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), siguiendo las instrucciones de los Manuales de Mantenimiento, reemplazando los elementos defectuosos, restaurando la operatividad de los sistemas afectados.

RP4: Realizar el mantenimiento programado y no programado de los equipos y componentes encargados del control e indicación de la planta de potencia, generación eléctrica e instrumentación en las aeronaves, realizando pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas, usando controles de la aeronave, interruptores, pruebas BITE, ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, observando los avisos de la prueba «go-no-go» sin interpretación de valores, según el Manual de Mantenimiento de la aeronave para dar respuesta a las averías detectadas, sustituyendo los equipos de generación y distribución de AC y DC (generadores y dinamos, baterías, TRs, Inversores estáticos, entre otros), dispositivos de supervisión eléctrica (GCU, ECMU), dispositivos electromagnéticos de protección (CBs, RCCBs,) y dispositivos de control de motor FADEC (ECU, EIU, EVMU, sensores de temperatura, presión, vibración, entre otros), así como sus indicaciones en el Cockpit, restaurando la operatividad de la aeronave.

CR4.1 Los equipos electrónicos de control y los componentes periféricos del motor, FADEC (EIU, VMU, ECU), instrumentos de indicación, alimentación de combustible, sensores de presión, temperatura, flujo, transmisores de nivel, actuadores eléctricos, captadores de vibración, detectores de fuego y sus elementos de extinción, se verifican visualmente, realizando comprobaciones con los equipos de medida (polímetro, megóhmetro, milióhmetro, espectrómetros, analizadores ópticos y digitales, entre otros), ejecutando pruebas básicas que no requieran resolución de problemas, que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos y de acuerdo a los planes de mantenimiento, ajustando o sustituyendo los módulos de control, tramos de cableados deteriorados o sueltos así como todos los elementos que no cumplen los parámetros técnicos para recuperar la funcionalidad operacional en vuelo.

CR4.2 Los componentes encargados de la generación y distribución de la potencia eléctrica, generadores de AC y dinamos, GCUS, inversores estáticos, baterías y sus dispositivos de carga, transformadores rectificadores, equipos de distribución ECMU, contactores, RCCBS, relés y CBs, así como la red de distribución eléctrica, se comprueban con los equipos de prueba y medida (voltímetro, óhmetro osciloscopio, frecuencímetros, entre otros), realizando pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas, que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos y de acuerdo a los planes de mantenimiento, ajustando o sustituyendo los módulos de control, tramos de cableados deteriorados o sueltos que no cumplen los parámetros técnicos para recuperar la funcionalidad operacional en vuelo.

CR4.3 Los componentes del sistema de instrumentación de la aeronave, transductores de presión, temperatura, revoluciones, posición y velocidad, entre otras, instrumentos giroscópicos y electromecánicos, instrumentos digitales, EFIS, pantallas de rayos catódicos, cristal líquido, LED, sistema de iluminación de cabina de vuelo, CVR, DFDR, DAR, así como los sistemas centralizados de mantenimiento, CMS, CFDS, entre otros, se verifican, realizando pruebas sencillas que no requieran resolución de

problemas, pruebas BITE, usando el ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, sin interpretación de valores, ajustando o sustituyendo los elementos que no superen los test realizados según el Manual de Mantenimiento de la aeronave, recuperando la capacidad operacional de los sistemas afectados.

CR4.4 Las redes de cableado de transmisión/recepción de datos, señales discretas líneas coaxiales y fibra óptica, entre otras, se verifican visualmente siguiendo los criterios de inspección de cableado EWIS, comprobando que no hay daños en los mazos de cableado por sobretemperatura o contaminación química por pérdida de fluidos, roces o daños en su aislamiento, daños en su fijación, entre otros, con los equipos de diagnóstico (polímetro, megóhmetro, milióhmetro, espectrómetros, analizadores ópticos y digitales, entre otros) e interpretando planos, esquemas eléctricos e instrucciones de ingeniería reparar o sustituir las líneas de cableado que no superen las pruebas realizadas.

CR4.5 El diagnóstico y análisis de averías de los elementos eléctricos y electrónicos, se realiza, usando equipos de prueba y medida (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la aeronave, reemplazando los elementos defectuosos, restaurando la operatividad de los sistemas afectados.

RP5: Realizar el mantenimiento programado y no programado de los equipos y componentes encargados del control e indicación de los sistemas mecánicos de mandos de vuelo, potencia hidráulica, tren de aterrizaje, célula, neumático, combustible, oxígeno, aguas, protección contra el hielo/lluvia y luces en la aeronave, realizando pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas, usando controles de la aeronave, interruptores, pruebas BITE, ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, observando los avisos de la prueba «go-no-go» sin interpretación de valores, según el Manual de Mantenimiento de la aeronave para dar respuesta a las averías detectadas, sustituyendo los computadores de control de los diferentes sistemas mecánicos e instrumentos de indicación en el Cockpit y obtener la operatividad de la aeronave en su conjunto.

CR5.1 Los equipos de control y componentes periféricos de los sistemas de aire acondicionado y presurización, luces exteriores, protección contra el hielo y la lluvia, protección contra incendios, agua y residuos y oxígeno, se verifican, realizando pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas, pruebas BITE, usando el ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, sin interpretación de valores, ajustando o sustituyendo los elementos necesarios para obtener el resultado operacional requerido.

CR5.2 Los equipos de control y componentes periféricos de los sistemas de combustible, hidráulico, neumático, y tren de aterrizaje, se verifican, realizando pruebas BITE, usando el ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, sin interpretación de valores, ajustando o sustituyendo los elementos necesarios, restaurando la operatividad de los sistemas en vuelo.

CR5.3 Las instalaciones eléctricas y los componentes del sistema de combustible, sensores de temperatura, sondas de cantidad, densímetros, compensadores de nivel, concentradores de datos, computadores de gestión, panel de repostado e instrumentos de indicación, se verifican, usando equipos de prueba, (osciloscopio,

frecuencímetro, analizadores digitales, espectrómetro y milióhmetro, entre otros), y siguiendo las normas de seguridad en cada caso, acceder al interior de los tanques de combustible, usando los equipos de protección individual para la realización de los trabajos con seguridad y sustituir los elementos que no cumplen los requerimientos operativos.

CR5.4 Los componentes electrónicos de gestión, control y operación de los mandos de vuelo, computadores y periféricos del sistema, así como sus elementos de actuación son comprobados dando respuesta a las averías detectadas, realizando pruebas BITE, usando el ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, sin interpretación de valores, ajustando o sustituyendo los elementos que no superen los test realizados según el Manual de Mantenimiento o los documentos de trabajo asociados.

CR5.5 Los componentes o elementos desmontados se inspeccionan visualmente, usando equipos de prueba (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros) y dependiendo del nivel de los daños observados, son desechados, reparados o enviados a talleres especializados para su recuperación según las indicaciones del manual del componente afectado.

CR5.6 Las redes de cableado eléctrico, distribución de alimentación, transmisión/recepción de datos analógicos, señales discretas, transmisión/recepción de datos, líneas coaxiales y fibra óptica entre otras, se verifican con los equipos de prueba (polímetro, megóhmetro, milióhmetro, espectrómetros, analizadores ópticos y digitales, bancos/equipos de comprobación externos entre otros) siguiendo los procedimientos EWIS, reparando las líneas que no superen las pruebas realizadas de acuerdo al Manual de Mantenimiento de la aeronave, interpretando planos y esquemas eléctricos para adaptar las redes de cableado a las nuevas funciones incorporadas.

CR5.7 El diagnóstico y análisis de averías de los elementos eléctricos en los sistemas mecánicos, se realiza, usando equipos de prueba y medida (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la aeronave, reemplazando los elementos defectuosos para restaurar la operatividad de los sistemas afectados.

RP6: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas eléctricos y electrónicos de información, entretenimiento y confortabilidad interior de la aeronave y E.L.T. (Emergency Locator Transmitter), realizando pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas, usando controles de la aeronave, interruptores, pruebas BITE, ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, observando los avisos de la prueba «go-no-go» sin interpretación de valores, reemplazando los elementos defectuosos y usando el Manual de Mantenimiento de la aeronave, restaurando la operatividad de los sistemas.

CR6.1 Los equipos y elementos del sistema de entretenimiento IFES, computadores de gestión, redes inalámbricas internas, equipos de distribución EADB, TU, redes multiplexadas, token ring, ethernet, elementos de control de butacas, pantallas LCD, PCU, SEB, entre otras, se verifican, realizando pruebas BITE, usando el ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, sin interpretación de valores, ajustando o sustituyendo los elementos

que no cumplen los parámetros técnicos requeridos, recuperando su funcionalidad operacional.

CR6.2 Los equipos y elementos del sistema de gestión y control de cabina de pasaje, computadores de gestión, equipos de distribución DEU, iluminación normal y de emergencia, paneles de información y control FAP, AIP, anunciadores (NS, FSB, RTS,), teléfonos de intercomunicación de cabina y altavoces, entre otros, se verifican, realizando pruebas BITE, usando el ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, sin interpretación de valores, ajustando o sustituyendo los elementos deteriorados en cada caso.

CR6.3 Los equipos y elementos de las redes inalámbricas internas de telefonía y datos móvil, equipos de gestión de redes, antenas y paneles de control, se verifican, realizando pruebas BITE, usando el ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, sin interpretación de valores, enviando los dispositivos que no superen las comprobaciones a talleres especializados para su reparación, modificación o actualización.

CR6.4 Las redes de cableado eléctrico, distribución de alimentación, buses de transmisión/recepción de datos, cables coaxiales, fibra óptica, entre otras, se verifican con los equipos de prueba (polímetro, megóhmetro, milióhmetro, espectrómetros, analizadores ópticos y digitales, entre otros), siguiendo los procedimientos EWIS, o modificándolos de acuerdo a los boletines de trabajo, interpretando los planos y esquemas eléctricos para adaptar el cableado a las nuevas funciones incorporadas.

CR6.5 El diagnóstico y análisis de averías de los elementos eléctricos en los sistemas del interior de cabina, se identifican, observando las causas que las producen, determinando el proceso de reparación en los tiempos operativos previstos, usando equipos de prueba (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), aplicando las técnicas adecuadas para medir distintos parámetros de funcionamiento, (líneas digitales, tensión, intensidad, resistencia, frecuencia y estados lógicos, entre otros), restaurar la operatividad de los sistemas afectados.

CR6.6 La E.L.T. (Emergency Locator Transmitter) se comprueba visualmente y realizando un diagnóstico autotest, activando el switch remoto y la antena, observando las placas identificativas y moviendo bruscamente el conjunto E.L.T., comprobando que se activa el G-Switch, sustituyendo la batería de la E.L.T. en cada caso, registrando en el Certificado de Puesta en Servicio la fecha de sustitución siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR6.7 El certificado de aptitud para el servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de la aeronave se rellena tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

**Contexto profesional:****Medios de producción:**

Baterías, generadores de corriente continua y alterna, unidades de control de generación, faros de aterrizaje, luces de navegación, anticolisión, sensores, actuadores, motores eléctricos, pantallas, parabrisas, relays, contactores, transformadores, rectificadores, inversores de corriente alterna, reguladores de tensión. Estroboscópicas y unidades de potencia de suministro. Máquinas, herramientas fijas y portátiles. Máquinas para cables (pelacables, crimpadoras). Polímetros. Multímetros. Megóhmetros, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, capacitímetros y osciloscopios. Bancos de pruebas de equipos, tarjetas y componentes electrónicos. Fuentes de alimentación. Circuitos de protección eléctrica. Equipos e instrumentos patrón para comprobación y reglaje de instrumentos de medida. Ordenadores e impresoras. Equipos para limpieza.

**Productos y resultados:**

Revisión en línea del sistema eléctrico de la aeronave, realizado. Revisión/repación en línea del sistema de iluminación, mazos de cable, generadores de corriente alterna de la aeronave, realizado. Mantenimiento programado y no programado de los equipos y componentes de los sistemas de navegación, vuelo automático y comunicaciones de las aeronaves, realizado. Mantenimiento programado y no programado de los equipos y componentes encargados del control e indicación de la planta de potencia, generación eléctrica e instrumentación en las aeronaves, realizado. Mantenimiento programado y no programado de los equipos y componentes encargados del control e indicación de los sistemas mecánicos de mandos de vuelo, potencia hidráulica, tren de aterrizaje, célula, neumático, combustible, oxígeno, aguas, protección contra el hielo/lluvia y luces en la aeronave, realizado. Mantenimiento programado y no programado de los sistemas eléctricos y electrónicos de información, entretenimiento y confortabilidad interior de la aeronave y E.L.T. (Emergency Locator Transmitter), realizado.

**Información utilizada o generada:**

Manual de Mantenimiento de la Aeronave. Documentación técnica de la aeronave (Wiring Diagram Manual, Schematic Diagram Manual, Trouble Shooting Manual). Documentación técnica de los componentes. Parte de Vuelo (Technical Log Book). Normativa aplicable ordenada por la entidad reguladora para la instalación de los componentes nuevos en la aeronave, órdenes de trabajo, esquemas, planos. Manuales técnicos de operación de equipos de pruebas. Normas y procedimientos de trabajo o de reparación. Tablas de equivalencias de materiales o componentes. Normas de calidad específicas del fabricante. Reglamentos aeronáuticos. Procedimientos aeroportuarios. Documentos oficiales de control. Sistemas informáticos para información de averías, de procedimientos o de programación y actuación. Documentos y procedimientos relacionados con los sistemas de calidad ordenada por la entidad reguladora. Normativa aplicable referente a la seguridad, prevención de riesgos laborales y gestión medioambiental. Diccionario de inglés técnico aeronáutico. Normativa de Seguridad en Plataforma (NSP). Standard Practices Manual (SPM).

## UNIDAD DE COMPETENCIA 7: MANTENER/REPARAR LA ESTRUCTURA Y LA CÉLULA DE AERONAVES

Nivel: 3

Código: UC2539\_3

### Realizaciones profesionales y criterios de realización:

RP1: Realizar el mantenimiento programado de la estructura primaria y secundaria de la aeronave, verificando visualmente a través de una General Visual Inspection (GVI), el revestimiento, cuadernas y largueros, sujeciones, bordes de aperturas de registros, carenados, puertas de acceso, alojamientos y compuertas del tren, sus herrajes de sujeción, compartimento electrónico, el radome, carenados, las alas y sus elementos móviles (slats, flaps, spoilers y alerones), registros de tanque de combustible, pylons o engine mounts, góndolas y carenados, los Wing tips, bordes de ataque y salida de alas, puertas, paneles de inspección, compuertas de servicio, estructura interna y externa, herrajes de los estabilizadores, tirantes de refuerzo, las fijaciones, registros de mantenimiento, cajón de estabilizadores vertical y horizontal, entre otros, realizando reparaciones y aplicando la protección indicada en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave y el Manual de Reparaciones Estructurales (S.R.M.) con la ayuda de la herramienta, utillaje y medios (herramientas de medición, calibres, micrómetros, plataformas elevadoras, iluminación, entre otros) para asegurar la integridad estructural de las aeronaves.

CR1.1 Las plataformas móviles, arneses de seguridad y equipos de iluminación, entre otros, se seleccionan, preparando las tareas de inspección, ajustando las condiciones de trabajo al procedimiento establecido en materia de seguridad e higiene.

CR1.2 La estructura externa e interna se limpia, procurando accesos, inspeccionando visualmente que no ha sufrido ningún deterioro, siguiendo las tareas estándar recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave e instrucciones de la empresa de mantenimiento responsable.

CR1.3 Las estructuras se verifican, realizando una inspección general visual (GVI), detectando abolladuras, arañazos, delaminaciones, pliegues, grietas, corrosión, holguras, desgastes, fugas de combustible, entre otros, sustituyendo o reparando en cada caso, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave y el Structural Repair Manual.

CR1.4 Los daños encontrados en la inspección y que no estén controlados en el mapa de daños de la aeronave se identifican, ubicándolos y midiéndolos, reparando o sustituyendo, siguiendo el Structural Repair Manual (S.R.M.).

CR1.5 Los daños estructurales se valoran, determinando su reparación o no, según las tolerancias marcadas en el Structural Repair Manual (S.R.M.).

CR1.6 Los accesos para las reparaciones se realizan, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, utilizando los medios de seguridad e higiene, garantizando la integridad de los componentes estructurales adyacentes.

CR1.7 Los materiales utilizados en las reparaciones del fuselaje se preparan, asegurando que están normalizados todos los componentes (láminas metálicas,

materiales compuestos, fijaciones, sellantes, entre otros), aplicando los productos de reparación siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, restaurando las propiedades estructurales de las zonas afectadas.

CR1.8 La estructura de la aeronave reparada se aísla de la corrosión con los productos de protección (imprimaciones, pinturas de acabado, inhibidores de corrosión, entre otros) indicados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, siguiendo las instrucciones de trabajo recogidas en las fichas de los productos aplicados, asegurando la durabilidad de la intervención y generando el documento de trazabilidad de la intervención.

RP2: Realizar reparación de daños (abolladuras, arañazos, hendiduras, grietas, perforaciones, corrosiones, delaminaciones, entre otros), en estructuras de aluminio, acero y materiales compuestos en aeronaves, identificando daños visualmente, evaluando los componentes siguiendo las indicaciones del Manual de Reparaciones Estructurales (S.R.M.) o instrucciones de reparación aprobadas por una Organización de Diseño (DOA), reparándolas con la ayuda de herramientas de corte, limas, abrasivos, remachadoras, soldadoras, sellantes, fibra, adhesivos, calibres, galgas, entre otros.

CR2.1 Los daños en el revestimiento, abolladuras, arañazos o hendiduras se clasifican como menores de acuerdo a sus dimensiones de profundidad y extensión dadas en el Manual de Reparaciones Estructurales (S.R.M.), rellenando con masilla aerodinámica suave con espátula en el contorno circundante de la piel de la aeronave sin cubrir la parte superior de los elementos de fijación, pintando la zona reparada de acuerdo a las prácticas estándar del Manual de Mantenimiento.

CR2.2 Los daños mayores en el revestimiento de aleación de aluminio, abolladuras, arañazos, hendiduras, corrosiones, grietas o perforaciones, entre otros, se clasifican de acuerdo a sus dimensiones de profundidad y extensión dadas en el Manual de Reparaciones Estructurales (S.R.M.), reparándolos cortando/eliminando la/s zona/s dañada/s, utilizando discos de corte y redondeando las esquinas con un radio de 0,5 pulgadas, añadiendo un refuerzo de una Galga superior al revestimiento dañado, presentándolo sobre la estructura y sujetándolo con el utilaje de fijación (clecos, pinza, entre otras), realizando las filas de remaches de unión recomendados en el S.R.M., tratando las zonas reparadas añadiendo Alodine/Bonderite superficialmente y aplicando imprimación y pintura de acuerdo a las prácticas estándar del Manual de Mantenimiento.

CR2.3 Los daños en estructuras de fibra de vidrio se reparan, lijando, taladrando o saneando, limpiando con disolventes, agregando capas de fibra para igualar el grosor de las capas dañadas en cada caso impregnando adhesivo y siguiendo el patrón dado en el S.R.M para su curación y acabado.

CR2.4 Los daños en estructuras de fibra de carbono se reparan saneando la zona dañada y colocando telas de fibra de carbono preimpregnada, alternando la dirección de la fibra de cada capa, aplicando presión sobre las capas y colocando una bolsa de vacío y una lámpara incandescente, aplicando el curado y procedimiento de reparación descrito en el S.R.M. o en el documento aprobado por la DOA, controlando los tiempos de succión y temperatura.

CR2.5 Los daños en estructuras de honeycomb se reparan recortando la zona dañada en forma de cilindro, colocando adhesivo en el fondo y laterales del hueco

cilíndrico y rellenando el hueco con un cilindro de honeycomb nuevo y cubriendo la superficie con adhesivo de acuerdo con el S.R.M. o reparación aprobada por DOA.

CR2.6 Las reparaciones estructurales se certifican rellenando el certificado de puesta en Servicio (Release to Service Certificate), de acuerdo a documentación aprobada, S.R.M., EASA CS-STAND (basadas en AC 43-13), reparaciones provenientes de Organizaciones de Diseño Aprobadas (DOA) o el propio fabricante.

RP3: Realizar el mantenimiento programado de la estructura terciaria de la aeronave, visualmente a través de una inspección general visual (GVI), las butacas, mobiliario interior, paneles de revestimiento, entre otros, realizando reparaciones y aplicando la protección indicada en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave con la ayuda de la herramienta, utillaje y medios (herramientas de medición, calibres, micrómetros, plataformas elevadoras, iluminación, entre otros) para asegurar sus características de diseño original.

CR3.1 Las escaleras, plataformas, arneses de seguridad y equipos de iluminación, entre otras, se preparan para las tareas de inspección, ajustando las condiciones de trabajo al procedimiento establecido en materia de seguridad e higiene.

CR3.2 La estructura externa e interna se limpia, procurando accesos, inspeccionando visualmente que no ha sufrido ningún deterioro, siguiendo las tareas estándar recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave e instrucciones de la empresa de mantenimiento responsable.

CR3.3 El mobiliario, paneles de embellecimiento, carenados, estructura externa e interna, entre otras, se inspeccionan, comprobando visualmente su integridad realizando una inspección general visual (GVI), detectando abolladuras, grietas, corrosión, holguras, entre otros, sustituyendo o reparando en cada caso siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR3.4 Los elementos dañados y desmontados del sistema se verifican, realizando comprobaciones operacionales que pueden requerir equipos y bancos de prueba externos, y dependiendo del nivel de los daños observados son desechados, reparados o enviados a talleres especializados para su recuperación según las indicaciones del manual del componente afectado.

CR3.5 Los elementos dañados se adecuan, reparándolos, restaurándolos o sustituyéndolos por otros nuevos, conservando su función aerodinámica y estética de la aeronave.

RP4: Realizar cálculos para controlar el peso y el balance de la aeronave, asegurando que se encuentra dentro de los valores de la gráfica de la envolvente, que el centro de gravedad no ha variado con carga, entre otras, situándola según las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR4.1 Los datos de peso básico en vacío, límites de peso (peso máximo al despegue, peso máximo al aterrizaje), capacidad de combustible, número de pasajeros y zonas de carga (bodegas), brazos del centro de gravedad por estaciones y posición de los asientos de pasajeros según tablas, se obtienen en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave para tener la referencia de los valores establecidos.

CR4.2 La aeronave se pesa asegurando que se cumplen las especificaciones del fabricante en el intervalo cuando sufre una modificación en la estructura y/o equipamiento, realizando un pesado básico en vacío (BEW) calculando la suma del peso de la estructura los componentes, los fluidos de operación y combustible no utilizable.

CR4.3 El peso del modelo específico de la aeronave se anota extrayéndolo del Manual de Mantenimiento de la Aeronave, pesando la aeronave y recogiendo los datos de la pesada en seco (peso básico + tripulación y equipaje + equipos de emergencia, comidas y bebidas + equipos de servicios de abordaje) pesada sin combustible (peso seco + pasajeros + equipaje y carga), calculando el peso máximo de despegue dentro de los límites operativos indicados.

CR4.4 La aeronave se pesa dentro del hangar, sobre ruedas, empleando básculas de plataforma o sobre gatos (Jack points), empleando sondas de pesaje calibradas y certificadas, conectándolas a una maleta con ordenador para realizar los cálculos, drenando el combustible, comprobando que el aceite de los motores está al máximo, chequeando que los equipos instalados están en su sitio y corresponden con la lista de equipamiento de la aeronave, que la aeronave está elevada y nivelada, el peso básico en vacío y determinando el momento a partir de las lecturas de la báscula, restando los artículos que no forman parte de la aeronave vacía, teniendo en cuenta el combustible y aceite no usables emitiendo un certificado de peso y centrado, teniendo en cuenta las correcciones de los certificados de calibración de las sondas de pesaje y de acuerdo con lo indicado en el Manual de Vuelo y el Manual de Mantenimiento.

CR4.5 La envolvente de la aeronave se calcula, utilizando las gráficas contenidas en el manual de mantenimiento o manual de vuelo de la aeronave (ofreciendo rangos máximos del centro de gravedad (inches) y el peso (libras), informándonos de los límites de peso y balance para controlar la carga máxima admitida.

CR4.6 Los límites de la gráfica se comprueban, utilizando el peso total (pounds) y momento total (pounds-inches), comprobando que estamos dentro de la envolvente del centro de gravedad, asegurando en la referencia de la gráfica de porcentaje, que el resultado de la media cuerda aritmética se obtiene de la posición del centro de gravedad en % de MAC y el peso, redistribuyendo la carga, moviéndola o quitando peso en cada caso.

CR4.7 El centro de gravedad de la carga se comprueba (si existen dudas en el control del centro de gravedad), realizando la división de la distancia que se mueve el peso, multiplicado por el peso a ser movido, dividiéndolo entre el peso total obteniendo el dato de cambio del centro de gravedad.

CR4.8 La carga se asegura que está bien amarrada, fijando los trinquetes de las cintas y ganchos, entre otros, para que no se mueva en ninguna de las situaciones del vuelo, asegurando la integridad de la aeronave.

RP5: Verificar la aeronave después de la caída de un rayo observando los elementos aviónicos, de radio, estructura y hélices, utilizando los equipos de comprobación y medida (polímetros, banco de pruebas, entre otros), reparando o sustituyendo los elementos deteriorados (hélices, batería, relés, fusibles, circuit breakers, cableado eléctrico, entre otros), utilizando la herramienta común (llaves de vaso, de codo, torquímetros, pelacables, alicate de electricista, entre otros) para restaurar la operatividad de la aeronave.

CR5.1 La batería, relés, fusibles, circuit breakers, cableado eléctrico, entre otros, se verifican visualmente por posibles daños (desperfectos o cortes) producidos por la caída del rayo, comprobando con el equipos de prueba y medida (polímetros, banco de pruebas, entre otros) daños por calentamiento y valores de conductividad diferentes de las masas en diferentes puntos, reparando o sustituyendo el cableado o elementos dañados, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, de codo, torquímetros, pelacables, alicate de electricista, entre otros), siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR5.2 La estructura primaria y secundaria se verifica, comprobando visualmente si pasa o no pasa luz en algún punto, utilizando un espejo y una luz fría, anotando daños y reportándolo al departamento de calidad para su valoración.

CR5.3 Las hélices de la aeronave se verifican visualmente, comprobando toda la superficie desde el encastrado a la punta de pala, observando que no se encuentran en mal estado, utilizando el tapping testing o ultrasonidos escuchando o visualizando anomalías en el sistema, sustituyendo o reparando siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR5.4 La brújula eléctrica, brújula magnética, GPS, radar meteorológico, entre otros, se verifican visualmente en cabina con el equipo de diagnóstico, conectándose con los componentes aviónicos, observando que no tienen anomalías, reparando o sustituyendo siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR5.5 El sistema de fuel (combustible), sistema de oil (aceite), sistemas hid (hidráulico) y motores (engines) se comprueban realizando una revisión de tipo prevuelo y de los sistemas de mandos, haciéndolos funcionar y observando su estado, reparando o sustituyendo los sistemas deteriorados siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR5.6 La aeronave se verifica realizando un vuelo de revisión, observando operativamente que arranca sin visualizar averías y que el vuelo supera la prueba sin incidencias, asegurando el buen funcionamiento en vuelo.

RP6: Verificar la aeronave después de operar en condiciones que requieren mantenimiento no programado, parada súbita de motor, operación en áreas polvorientas, áreas muy húmedas, terreno blando e irregular, aterrizaje forzoso, vuelo turbulento, áreas volcánicas, entre otros, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, utilizando la herramienta común (gatos, llaves de vaso, de codo, torquímetros, extractores, entre otros) para restaurar la operatividad de la aeronave.

CR6.1 La hélice, el governor, el motor y el fuselaje se inspeccionan visualmente tras parada súbita del motor por posibles daños, realizando overhaul o sustitución de governor y hélice y enviando el motor a centro autorizado, reparando posibles arrugas, grietas y deformaciones del fuselaje, siguiendo indicaciones de los manuales de mantenimiento de célula, motor y hélice y manual de reparaciones estructurales.

CR6.2 El amortiguador del tren de morro, los filtros de instrumentos y las líneas de pitot y estática, tras operar en áreas polvorientas, se limpian de suciedad, se sustituyen y se soplan, siguiendo las indicaciones del manual de mantenimiento de aeronave.

CR6.3 La estructura bajo el piso de cabina, cono de cola, registros de ala, empenaje, entre otros, tras operar en áreas muy húmedas, se inspeccionan por corrosión en su posterior revisión programada, siguiendo las indicaciones del programa de control de corrosiones del manual de mantenimiento de aeronave.

CR6.4 Los neumáticos, llantas, frenos, pozos del tren y amortiguadores, entre otros, tras operar en terrenos blandos e irregulares, se inspeccionan por cortes, pérdida de presión de amortiguadores, pérdida de hidráulico, desgastes, grietas, corrosiones, sobret temperatura, deformaciones en los discos, holguras en los actuadores, deformaciones estructurales, entre otros, limpiándolos, dándolos servicio, reparándolos o sustituyendo, siguiendo las indicaciones del manual de mantenimiento de aeronave.

CR6.5 La aeronave se inspecciona en un primer nivel, visualmente de forma general por daños externos que evidencien posibles daños estructurales (grietas en las llantas, fugas de hidráulico, paneles arrugados, grietas en los soportes de motor, ventanillas agrietadas, deformaciones de largueros, entre otros) tras un aterrizaje forzoso, toma dura, o vuelo turbulento, en un segundo nivel, de forma más detallada colocando la aeronave en gatos y desmontando trenes de aterrizaje, llantas, uniones ala-fuselaje, pernos de ala, engine mounts, entre otros, para inspección por ensayos no destructivos, siguiendo las indicaciones del manual de mantenimiento de aeronave.

CR6.6 La aeronave se inspecciona visualmente por acumulación de cenizas volcánicas, retirándolas con cepillos y aspirador, limpiando el tren de aterrizaje, sustituyendo filtros de instrumentos, inspeccionando y limpiando las líneas de pitot y estática, chequeando los equipos de aviónica, inspeccionando por condición, erosiones y obstrucciones el exterior de la aeronave, realizando una carta completa de lubricación y reparando daños estructurales, siguiendo las indicaciones del manual de mantenimiento de aeronave, manual de reparaciones estructurales y recomendaciones específicas del fabricante.

RP7: Realizar las operaciones de estacionamiento de la aeronave, procedimientos de deshielo, asegurando la integridad de la estructura y de los elementos que conforman la unidad, realizando movimientos con el equipo tractor y los útiles de transporte para posicionarla en el lugar indicado, protegiéndola de la intemperie en cada caso y certificando su conservación.

CR7.1 La aeronave es anclada a tierra si va a pasar más de 14 días aparcada y se esperan vientos superiores a los máximos permitidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, utilizando cadenas y enganchándolas a argollas, apagando todos los sistemas que consuman corriente, aparcándola en el hangar en situaciones que se prevean de rachas de viento que superen los máximos previstos.

CR7.2 La aeronave se remolca o empuja con el equipo tractor, realizando la operación, enganchando la barra de remolque al tren de aterrizaje de morro o con horquilla de remolque en tren principal en cada caso a través del enganche rápido, asegurando el movimiento en línea recta en los últimos metros de la maniobra, evitando daños por sobreesfuerzo a las ruedas, por giro excesivo a la dirección y al tren de aterrizaje, dejando la aeronave en el sitio establecido.

CR7.3 Las palas de la hélice se frenan y amarran con el equipo de fijación (eslinga y argolla), sujetándolas al suelo, protegiendo el tubo pitot, puertos de estática y

cualquier elemento de la aeronave por donde pueda entrar un objeto extraño con las fundas indicadas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR7.4 Los bordes de las puertas, cristales y puerto de ventilación, entre otros, se protegen siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave, preservando los equipos del interior del sol y los órganos mecánicos internos de objetos extraños, asegurando la conservación de la aeronave y señalizando con banderas rojas con la inscripción «REMOVE BEFORE FLIGHT».

CR7.5 La aeronave se rearma comprobando visualmente que tenemos quitadas y guardadas las fundas de las hélices, calzos retirados, fundas de Pitot y estáticas, puertas con el film de protección retirado y todas las tomas exteriores libres de obstáculos, conectando el APU y/o la batería en cada caso, abriendo compuertas de acceso a la unidad de potencia, arrancando según indicaciones del piloto, chequeando que no hay fugas de fluido, humos o ruidos extraños y que las hélices comienzan a girar, asegurando el funcionamiento de la unidad de potencia de la aeronave.

CR7.6 La aeronave se protege contra el hielo, siguiendo el protocolo previsto en el Manual de Mantenimiento de la aeronave y entre otros:

- La aeronave se somete al proceso de protección contra el hielo aplicando fluido depresor (tipo I o tipo II), con el equipo de presión, asegurando la cubrición de toda superficie para generar una capa protectora de fluido disminuyendo el punto de congelación del agua.

- El sistema antihielo de la aeronave se comprueba visualmente, pulsando el botón situado en el pedestal, para la comprobación de la resistencia en el sistema antihielo, observando que el indicador de temperatura de gases de escape aumenta en unos 20°C (dependiendo de la aeronave) y al apagarlo vuelve a reducir la temperatura.

- El sistema de desempañado de cristales se comprueba visualmente, accionando el sistema de calefacción de la aeronave, moviendo la palanca o pulsando el botón del sistema comprobando que funciona de manera suave y sin fricción, reparando o sustituyendo el mecanismo, comprobando con los útiles de prueba y medida (dinamómetro, polímetros, entre otros) los valores de medición, con los recogidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

- Las entradas de aire del motor de la aeronave y el radiador de enfriamiento de aceite se verifican visualmente, comprobando que no contienen hielo y nieve, limpiando con glicol utilizando un trapo limpio o un pulverizador, para asegurar la circulación de entrada de aire en el motor.

CR7.7 El certificado de aptitud para el servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de la aeronave se rellena tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

**Contexto profesional:****Medios de producción:**

Materiales preimpregnados, materiales auxiliares, disolventes, desmoldeantes, utillajes, máquinas de corte manuales y semiautomáticas, remachadoras manuales y neumáticas, fijaciones temporales (clecos, pinzas), máquinas de conformado, aparatos de transporte y elevadores, instrumentos de medida, instalaciones climatizadas, instalaciones de almacenamiento, estufas, neveras, autoclaves, sicotevas, volteadores, dosificadores y mezcladores. Equipos manuales de detección de fugas de vacío. Conectores eléctricos (termopares). Equipo de Protección Individual (EPI). Herramientas de corte manual. Cinta de fijación autoadhesiva. Sistemas informáticos. Crimpadoras. Taladros. Pistolas aerográficas. Equipos de lijado. Banco de pruebas eléctricas. Medios de elevación y transporte. Máquinas, herramientas fijas y portátiles, termómetros y utillaje específico. Equipos para la localización de defectos por ensayos no destructivos. Equipos de diagnóstico de averías. Cableados eléctricos, sensores y controles electrónicos. Equipos de medición de formas y máquinas de equilibrado. Equipo tractor. Equipo de presión de fluido. Equipo informático de control y gestión de la producción, del aprovisionamiento, del personal y de la operación. Certificado del procedimiento de mantenimiento.

**Productos y resultados:**

Mantenimiento programado de la estructura primaria y secundaria de la aeronave, realizado. Reparación de daños (abolladuras, arañazos, hendiduras, grietas, perforaciones, corrosiones, delaminaciones, entre otros), en estructuras de aluminio, acero y materiales compuestos en aeronaves, realizado. Mantenimiento programado de la estructura terciaria de la aeronave, realizado. Toma de datos, ejecución de cálculos para controlar el peso y el balance de la aeronave, realizado. Verificación de la aeronave después de la caída de un rayo, realizado. Verificación de la aeronave después de operar en condiciones que requieren mantenimiento no programado, parada súbita de motor, operación en áreas polvorientas, áreas muy húmedas, terreno blando e irregular, aterrizaje forzoso, vuelo turbulento, áreas volcánicas, entre otros, realizado. Realización de las operaciones de estacionamiento de la aeronave, procedimientos de deshielo, realizado.

**Información utilizada o generada:**

Manual de Mantenimiento de la Aeronave. Documentación técnica de la aeronave (Wiring Diagram Manual, Schematic Diagram Manual, Trouble Shooting Manual). Documentación técnica de los componentes. Parte de Vuelo (Technical Log Book). Normativa aplicable ordenada por la entidad reguladora para la instalación de los componentes nuevos en la aeronave, órdenes de trabajo, esquemas, planos. Manuales técnicos de operación de equipos de pruebas. Normas y procedimientos de trabajo o de reparación. Tablas de equivalencias de materiales o componentes. Normas de calidad específicas del fabricante. Reglamentos aeronáuticos. Procedimientos aeroportuarios. Documentos oficiales de control. Libro de bitácora de la aeronave. Sistemas informáticos para información de averías, de procedimientos o de programación y actuación. Documentos y procedimientos relacionados con los sistemas de calidad ordenada por la entidad reguladora. Normativa aplicable referente a la seguridad, prevención de riesgos laborales y gestión medioambiental. Diccionario de inglés técnico aeronáutico. Normativa de Seguridad en Plataforma (NSP). Manual de Reparación Estructural (SRM).

## MÓDULO FORMATIVO 1: MANTENIMIENTO/REPARACIÓN DE LOS MOTORES DE PISTÓN DE AERONAVES Y SUS SISTEMAS DE INDICACIÓN

Nivel: 3

Código: MF2534\_3

Asociado a la UC: Mantener/ reparar los motores de pistón de aeronaves y sus sistemas de indicación

Duración: 490 horas

Capacidades y criterios de evaluación:

C1: Aplicar el mantenimiento programado del motor de pistón de la aeronave, conducción de potencia, indicadores, compuertas, realizando comprobación de niveles, inspecciones y pruebas operacionales según horas de vuelo, calendario de remplazando o elementos defectuosos, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

*CE1.1 Explicar la técnica de apertura de los capots (cowlings), mamparos (bulkheads, baffle seals), trampillas (cow flaps) y diversos accesos al motor, asegurándolos en la posición en la que tengamos acceso a la unidad, verificando visualmente que su estructura no esté defectuosa (deformaciones, golpes, grietas, pérdida de remaches, entre otros), comprobando holguras, desalineaciones y asegurado con los equipos y accesorios (latches, tornillos de media vuelta, dinamómetro, galgas, calibre, entre otras) siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave, ajustándolas, reparándolas o sustituyéndolas en cada caso, garantizando la posición y la ventilación del motor en vuelo.*

*CE1.2 Explicar la técnica de verificación de la cantidad de aceite del motor, comprobando que se encuentra dentro de los límites indicados en el visor, asegurando con la mano el tapón de llenado y observando que la bandeja de pérdidas no tiene restos de fluido hidráulico, asegurando la lubricación del grupo propulsor.*

*CE1.3 Exponer el proceso de sustitución del aceite del motor, quitando el tapón de vaciado, drenándolo y verificando el color y la existencia de posibles partículas mediante la apertura del filtro de aceite, reponiendo el tapón y junta, apretando con un torquímetro, rellenando de nuevo e instalando un nuevo filtro de aceite, asegurando el engrase de las piezas móviles del motor.*

*CE1.4 Describir el método de comprobación visual de los herrajes, pernos, tuercas y frenos y/o sistema antivibración (silent-block) que componen la estructura que sujeta el motor a la aeronave (pylon engine mount), siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave, observando ausencia de grietas, golpes, fricciones, entre otros, sustituyendo los que se encuentran en mal estado, asegurando la fijación del motor a la aeronave.*

*CE1.5 Explicar la técnica de verificación visual de los drenajes del pylon o engine mount, por grietas, rozaduras, marcas o indicios de corrosión, limpiando o sustituyendo en cada caso, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.*

*CE1.6 Describir el proceso de verificación visual de los filtros de aire de la unidad, observando que están exentos de suciedad excesiva, soplando y limpiando en cada*

caso, sustituyendo por tiempo o deterioro prematuro, siguiendo las instrucciones marcadas en el Manual de Mantenimiento del fabricante.

*CE1.7 Aplicar mantenimiento al alternador, comprobando el cableado, la fijación al motor, posibles rozaduras y ruidos inusuales, abriéndolo para sustituir los cojinetes y escobillas por tiempo o deterioro prematuro, siguiendo las instrucciones marcadas en el Manual de Mantenimiento del fabricante.*

*CE1.8 Aplicar mantenimiento de la puesta en marcha (Starter), comprobando el cableado, el piñón y la corona dentada y asegurando la continuidad eléctrica del relé, siguiendo las instrucciones marcadas en el Manual de Mantenimiento del fabricante.*

*CE1.9 Explicar la verificación visual del sistema de escape, control de la sujeción, grietas y fugas, aplicando control del espesor de los tubos con un pie de rey, verificando que está dentro de los límites dados por el Manual de Mantenimiento del fabricante.*

C2: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de los cárteres y cilindros de la aeronave, realizando inspecciones y pruebas operacionales según horas de vuelo, calendario de reemplazo o elementos defectuosos, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

*CE2.1 Describir la técnica de limpieza de residuos de carbonilla de los cárteres y cilindros, sus alojamientos e insertos, utilizando un cepillo de alambres y producto desengrasante (PD), secando con aire comprimido y verificando grietas, desgastes, entre otras, reparando o sustituyendo en cada caso.*

*CE2.2 Explicar el método de verificación de los cárteres, comprobando su planitud, utilizando los equipos de prueba y medida, comprobando las diferencias de altura en los ejes X/Y/Z, controlando que las desviaciones del equipo de infrarrojos o de la aguja del reloj comparador no sobrepasen las marcadas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, planificándolos en cada caso manteniendo el acoplamiento del motor, de acuerdo al Manual de Mantenimiento del Motor.*

*CE2.3 Exponer el proceso de comprobación visual de las canalizaciones internas de los cárteres con los equipos de comprobación, observando que no hay grietas, fisuras, erosiones, corrosión, entre otras, valorando los límites de desgaste, reparando o cambiando en cada caso.*

*CE2.4 Explicar la técnica de verificación de la guía de válvula, los asientos del árbol de levas, entre otras, con los útiles de prueba y medida (micrómetros de exteriores, interiores, reloj comparador, flexómetro, entre otras), observando el ovalamiento, conicidad y desgastes producidos por rozamiento, falta de lubricación o alta temperatura, rectificando, cambiando o sustituyendo los elementos o cilindros completos.*

*CE2.5 Explicar el método de verificación visual del acoplamiento de cada cilindro con el cárter, comprobando que no tiene fugas de aceite, daños, grietas o deterioro físico producidos por las elevadas temperaturas y presiones (diferencias de tono, poros, entre otros), observando manchas, pérdidas de aire de hermetización y sonidos irregulares por el sello, sustituyendo en cada caso los elementos deteriorados, utilizando herramienta común (llave de vaso, llaves fijas, de codo, torquímetro,*

*entre otras) y extractores, lubricando el nuevo y montándolo en su alojamiento, comprobando la compresión del motor.*

*CE2.6 Aplicar el montaje de los cilindros en los semicárteres, cambiando los tornillos de unión en cada caso, engrasándolos y apretándolos según el par y secuencia de apriete indicado en el manual de Mantenimiento de la aeronave, utilizando torquímetros.*

C3: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de las válvulas del motor de pistón de la aeronave, realizando inspecciones y pruebas operacionales según horas de vuelo, calendario de reemplazo o elementos defectuosos, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

*CE3.1 Explicar el proceso de limpieza de las válvulas con aceite viscoso volátil (WD40) y un cepillo de alambres, quitando la carbonilla bituminosa, examinando visualmente daños de abrasión o corrosión, rectificando o sustituyendo en cada caso siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.*

*CE3.2 Aplicar ajustes de las válvulas de admisión y escape con los útiles de prueba y medida (micrómetro, reloj comparador, calibre, entre otras), observando el desgaste de la cola de válvula y el asiento, rectificando con la pasta de esmeril o sustituyendo en cada caso, asegurando la estanqueidad en el orificio de entrada y salida de gases.*

*CE3.3 Exponer el método de verificación de los muelles de válvula, comprobando el diámetro de las espiras, longitud y elasticidad, utilizando el comprobador de muelles, calibre, micrómetro, regla, entre otras, asegurando la subida y bajada, sustituyendo en cada caso.*

*CE3.4 Explicar la técnica de verificación de las ranuras de las escotaduras de las válvulas, observando que no tienen rebabas y están exentas de daños, asegurando la cazoleta y el muelle a la cola de válvula.*

*CE3.5 Exponer el método de verificación de los asientos de válvula con el test de depresión, observando fugas, esmerilando el apoyo en caso de pérdida, utilizando pasta de esmeril y una ventosa con mango.*

C4: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de pistones, cilindros, balancines, segmentos, y tuberías del motor, realizando inspecciones, pruebas operacionales según horas de vuelo, calendario de reemplazo o elementos defectuosos, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

*CE4.1 Aplicar pruebas de verificación a los segmentos del pistón, midiendo su desgaste en las zonas que indique el Manual de Mantenimiento de la aeronave, utilizando los equipos de prueba y medida (galgas, micrómetro, reloj comparador y calibres), sustituyendo por paquetes completos y en función de la camisa del pistón utilizando el alicate de instalación para montarlos, asegurando la compresión y el engrase del cilindro.*

*CE4.2 Aplicar pruebas de verificación a los pistones y bielas, observando desgastes (ovalamiento y conicidad) de la cabeza, falda, bulón, casquillos de cabeza y pie de biela, entre otros, utilizando los equipos de prueba y medida (galgas, micrómetro, reloj comparador, alexómetro y calibres), sustituyendo los elementos deteriorados*

*teniendo en cuenta las marcas de color en la base de los cilindros (naranja cromado o azul nitrurado), asegurando el funcionamiento del motor.*

*CE4.3 Aplicar pruebas de verificación a los balancines, comprobando que los ejes no tienen juego axial y el diámetro de los orificios no están desgastados, utilizando las galgas de espesores, micrómetros de exteriores e interiores, entre otros, observando los orificios de lubricación, asegurando la apertura y cierre de la válvula.*

*CE4.4 Aplicar verificación a empujadores o taqués, observando el desgaste midiendo las zonas y elementos de rozamiento (discos, bola, placa, entre otros), utilizando una luz e iluminando las superficies, comprobando el desgaste del asiento, realizando comprobaciones en profundidad (medidas con micrómetro o galgas de espesores, entre otras), siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave, asegurando la sincronía de válvulas.*

*CE4.5 Aplicar pruebas de verificación a los cilindros, observando que las aletas de refrigeración no tienen grietas, no se encuentran dobladas, curvadas o rotas y que el cordón de silicona de aviso de mal funcionamiento no se encuentra deteriorado.*

*CE4.6 Aplicar pruebas de verificación al interior de los cilindros del motor de pistón, controlando desgastes en la camisa del émbolo, utilizando el equipo de prueba y medida (micrómetro, alexómetro, calibre, reloj comparador, entre otros), midiendo el ovalamiento y la conicidad del orificio a lo largo de la carrera del pistón, comparando los datos con los recogidos en el Manual de Mantenimiento de la aeronave y reparándolo, enviándolo al taller de Overhaul para su rectificación o cambiándolo por uno nuevo en cada caso, asegurando la compresión del motor.*

*CE4.7 Aplicar pruebas de verificación al cigüeñal del motor, controlando el desgaste del eje y la muñequilla, utilizando el equipo de prueba y medida (micrómetro, calibre, reloj comparador, calas y mármol, entre otros), midiendo el desgaste y comparando los datos con los recogidos en el Manual de Mantenimiento de la aeronave, observando que los orificios de engrase no se encuentran obstruidos y reparándolo, enviándolo al taller de Overhaul para su rectificación y E.N.D. o cambiándolo por uno nuevo en cada caso, asegurando el movimiento de los cilindros.*

**C5:** Aplicar el mantenimiento programado y no programado del sistema de encendido y sistema de refrigeración del motor de pistón de la aeronave, realizando inspecciones, pruebas operacionales según horas de vuelo, calendario de reemplazando o elementos defectuosos, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

*CE5.1 Explicar la técnica de comprobación visual del cableado y el revestimiento ignífugo del sistema de encendido, observando que el cableado se encuentra aislado, sin fisuras ni deterioros en las capas del revestimiento, reparando o sustituyendo el cableado deteriorado por uno nuevo siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.*

*CE5.2 Describir la técnica de verificación visual de los paneles del sistema eléctrico, observando que no tienen signos de deterioro (óxidos, roturas o desajustes), sustituyendo o reparando en cada caso, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.*

*CE5.3 En un supuesto práctico de verificación del sistema de encendido, observar:*

*- La batería (-s), cables, bujías, reforzadores de chispa, calentadores, entre otros, comprobando visualmente y/o usando un polímetro entre otros, la ausencia de corrosión en los electrodos de la batería y rozamiento en los cables.*

*- Los electrodos de las bujías, observando la distancia entre masa y electrodo con el equipo de prueba y medida (galgas de espesores, entre otros).*

*- Los platinos de las magnetos, observando el desgaste en sus contactos con el equipo de prueba y medida (galgas de espesores, entre otros), cambiándolos si superan los límites establecidos en el manual de la aeronave o cada ciertas horas de vuelo, realizando un reglaje de engranajes interno y sobre el motor usando un timing-light según las marcas del plato.*

*CE5.4 Explicar el método de encendido de las magnetos BOTH a través de los interruptores, comprobando que al pasar de LEFT o RIGHT no se produce una caída superior a 200 rpm (según el Manual de Mantenimiento de la aeronave) y que la diferencia de una y otra magneto no es superior a 50 rpm, reparando o sustituyendo las magnetos en cada caso, asegurando el salto de la chispa.*

*CE5.5 Describir el proceso de comprobación visual del radiador del motor y/o del aceite, verificando que las aletas refrigerantes no tienen deformaciones ni fugas de fluido (líquido refrigerante o aceite), utilizando un comprobador de estanqueidad para encontrar las fugas si las tuviera, cambiando el radiador si la reparación (sellantes, soldadura) no fuese posible, asegurando la refrigeración del motor.*

*CE5.6 Exponer el método de verificación visual de las bujías de gran capacidad, observando que no tienen daños y que están marcadas con pintura de verificación (amarilla o naranja) en las aletas de la culata, entre la bujía y la caja de balancines, asegurando el salto de la chispa, sustituyendo en cada caso por deterioro o tiempo.*

**C6:** Realizar la preservación y despreservación de motores por inactividad, así como el desmontaje y montaje del motor y sus accesorios, realizando los ajustes y pruebas operacionales siguiendo las instrucciones de los Manuales de Mantenimiento de la Aeronave y del Motor.

*CE6.1 Realizar la preservación del motor drenando el aceite y sustituyéndolo por aceite preservante, protegiéndolo de la corrosión y el deterioro.*

*CE6.2 Cambiar las bujías de ignición por bujías de sales desecantes, evitando la corrosión de los elementos.*

*CE6.3 Aplicar el desmontaje del motor de la aeronave con la ayuda de una grúa, desmontando la hélice, desconectando todo el cableado eléctrico, transmisores de torque, de rpm, temperatura y soltando los pernos que lo unen a la estructura de soporte en la aeronave, siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la aeronave y Motor.*

*CE6.4 Aplicar el montaje del motor en la aeronave con la ayuda de una grúa, sustituyendo pernos y silent blocks, comprobándolos dimensionalmente mediante pie de rey y por grietas mediante Ensayos No Destructivo, observando que el*

*estado de la estructura está libre de daños por desgaste, grietas, golpes o corrosión, aplicando el par de apriete y comprobando la continuidad del cableado eléctrico, instalando la hélice, spinner y governors, siguiendo las indicaciones de los manuales de los fabricantes de aeronave y motor.*

*CE6.5 Describir el procedimiento de despreservación del motor, drenando el aceite preservante, quitando las bujías de sales y retirando los saquitos desecantes, añadiendo el aceite recomendado para el rodaje y reponiendo las bujías de ignición.*

*CE6.6 Aplicar ajuste del sistema de ignición mediante el calado de las magnetos, comprobando fugas de aceite y combustible, ajustando las palancas de control del governor, del acelerador, de la mezcla y del control de la calefacción del carburador, realizando pruebas operacionales siguiendo las indicaciones de los Manuales de Mantenimiento de Aeronave, Motor y Hélice.*

C7: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de los inyectores, carburadores, rampa, tuberías, reguladores de presión, entre otros, realizando inspecciones y pruebas operacionales, reemplazando elementos defectuosos y reparando averías, siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la aeronave, aportando combustible al motor durante el vuelo.

*CE7.1 Explicar la técnica de inspección visual de los sistemas de alimentación del motor de inyección (bomba, tuberías de distribución, inyectores, entre otros) y los racores que los unen, sustituyendo los inyectores y el filtro de combustible en cada caso.*

*CE7.2 Describir el proceso de comprobación visual de las tuberías de sistemas hidráulicos, observando su estanqueidad.*

*CE7.3 Aplicar comprobación al sistema de alimentación del motor por carburador, verificando la posición de la mariposa respecto a la palanca de gases, que el mando de la calefacción del carburador se mueve libremente y que con el motor arrancado caen las revoluciones de motor comprobando con los útiles de prueba y medida (galgas de espesores, calibre, entre otros) ajustándolo en cada caso, moviendo la mariposa, la palanca o ambas, apretando o aflojando el tornillo riqueza de mezcla ralenti y de vuelo (con respecto al mando de cabina).*

*CE7.4 Describir el método de inspección visual de los sistemas de admisión, compresión (compresor, turbo), enfriamiento del aire (intercooler), escape, los tubos que componen el circuito y sus uniones al motor (herrajes, tornillos, tuercas).*

*CE7.5 Aplicar proceso de verificación de los sistemas de alimentación diésel (bombas, inyectores, reguladores de presión, entre otros), realizando pruebas de funcionamiento y utilizando los equipos de prueba y medida (equipos de diagnóstico, micrómetros, relojes comparadores, calibres, entre otras), comprobando datos y reparando, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.*

*CE7.6 Aplicar el proceso de sustitución periódica del filtro principal del sistema de combustible de motor, siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

C8: Aplicar revisión general (overhaul) del motor de pistón y sus accesorios, realizando el desmontaje, limpieza, reparación y sustituciones en cada caso, reensamblado y comprobando su funcionamiento, asegurando su completa conformidad con todas las tolerancias de servicio aplicables especificadas en las instrucciones del titular del certificado de tipo o del fabricante para la aeronavegabilidad continuada, siguiendo las instrucciones de los Manuales de Overhaul de Motor y Accesorios.

*CE8.1 Explicar el proceso de desmontaje del motor colocándolo y asegurándolo sobre la bancada de motores, realizando el lavado preliminar del motor, utilizando desengrasantes y cepillos, drenando el aceite, para el acondicionamiento previo al desmontaje.*

*CE8.2 Exponer la técnica de desmontaje del sistema de ignición, la caja de conexión de accesorios y magnetos, cables de bujías, soportes, cables de alta tensión, el sistema de tuberías de admisión, turbocompresores, el cárter del aceite, el radiador de aceite, alternador, conjunto de Starter y adaptador, filtros y cajas de conexión, la unidad de aceleración, bomba de combustible, inyectores, carburadores en cada caso, limpiándolas con desengrasantes aplicables a spray/cepillo, utilizando soluciones salinas y con productos abrasivos en cada caso, comprobando el tiempo de uso y su estado general, observando visualmente y con los equipos de prueba y medida (calibres, polímetros, equipos de diagnóstico, entre otros) lo indicado en el Manual de Overhaul y de Componentes, sustituyéndolos en cada caso.*

*CE8.3 Aplicar desmontaje de las ruedas dentadas, árbol de levas, bomba de aceite, cilindros, pistones, segmentos, cigüeñal, bielas, tuberías, ejes, muelles de válvula, entre otros, verificando los elementos del conjunto siguiendo el Manual de Overhaul y de Componentes, sustituyendo los que estén en mal estado.*

*CE8.4 Explicar la comprobación de elementos desmontados, utilizando el método de Líquidos Penetrantes Fluorescentes en las piezas de aleación de aluminio y en las piezas ferromagnéticas el método de Partículas Magnéticas, verificando que no tienen daños superficiales y pérdida de coating.*

*CE8.5 Revisar visualmente y con galgas de roscas, las roscas y espárragos, observando que la cabeza esté libre de deformaciones, el vástago no está estirado y que el paso no está deformado, sustituyendo los espárragos por unos nuevos, utilizando el equipo extractor y desgripantes en cada caso, reconformando las roscas con machos de roscar y/o HELICAL COIL, lubricándolas según el manual de Overhaul y de Componentes.*

*CE8.6 Explicar el proceso de revisión del sistema de refrigeración utilizando el equipo de prueba y medida (manómetros de presión, calibres, entre otros), observando que el sistema es estanco y que las aletas de los cilindros no están dobladas más de un 10%, reparando o sustituyendo las piezas dañadas siguiendo el manual de Overhaul.*

*CE8.7 Explicar el proceso de sustitución por desgaste de los casquillos de apoyo de los elementos de rotación, renovándolos por unos nuevos, lubricándolos con aceite de motor asegurando la lubricación entre el casquillo y su asiento.*

*CE8.8 Aplicar protección a piezas de aluminio, ferrosas y de magnesio, aplicando Alodine/Bonderite 1200 o imprimación y pintura en cada caso, asegurando la protección de las piezas ante la corrosión.*

*CE8.9 Aplicar procedimiento de montaje del motor, uniendo los elementos en orden inverso al desmontaje, utilizando tornillería, sellos y juntas nuevas, siguiendo las indicaciones del Manual de Overhaul y de Componentes, aplicado el apriete a las tuercas y tornillos con la llave dinamométrica.*

*CE8.10 Describir el método de comprobación del motor reacondicionado, realizando la puesta en marcha en banco de pruebas o montado en la aeronave, verificando RPM, presión y temperatura de aceite, temperatura de cabeza de todos los cilindros, amperímetro, presión de retorno de aceite, presión de combustible, caudal de combustible, presión de aceite al governor, entre otros, siguiendo las instrucciones marcadas en el Manual de Overhaul y de Componentes, certificando mediante formato 1, chequeando previamente que se han aplicado todos los boletines de servicio y directivas de aeronavegabilidad.*

C9: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas de indicación de los motores (potencia, temperatura y temperatura de entrada del Turbo), realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales que pueden requerir el uso de bancos de prueba externos, realizando medidas con equipos de comprobación y diagnóstico (polímetros, osciloscopios, analizadores discretos, entre otros), dando respuesta a los reportes de mantenimiento y reemplazando los elementos defectuosos que no superen las pruebas recogidas en el Manual de Mantenimiento y los documentos de ingeniería aplicados en el mantenimiento aeronáutico para restaurar la operatividad del sistema.

*CE9.1 Exponer el mantenimiento/repelación de los sistemas de indicación, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, aplicando las instrucciones de trabajo, interpretando los documentos de ingeniería asociados y dando respuesta a las averías detectadas para asegurar la operatividad del motor.*

*CE9.2 Realizar la verificación de los componentes periféricos de los sistemas de ajuste de Revoluciones Por Minuto (RPM), elementos de alimentación de combustible, transmisores de posición, presión, temperatura, flujo, nivel, actuadores eléctricos e hidráulicos, captadores de vibración, entre otros, con los dispositivos de prueba y medida (polímetros, osciloscopios, analizadores discretos, entre otros), ajustando, modificando o sustituyendo los elementos que no cumplan los parámetros técnicos recogidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, realizando bite test o pruebas operacionales complejas que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos y debidamente calibrados.*

*CE9.3 Exponer el método de comprobación de los computadores de control, así como los instrumentos de indicación de Revoluciones Por Minuto (RPM), vibración, Manifold Absolute Pressure (MAP), Temperatura de entrada al turbo, instalados en el Cockpit por medio de bite test o realizando pruebas operacionales con equipos de prueba externos según instrucciones recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, ajustando, modificando o desechando los elementos que no cumplan los requisitos técnicos operativos.*

*CE9.4 Describir la inspección visual de los componentes o elementos desmontados, comprobando su funcionamiento, utilizando equipos de diagnosis (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros) y dependiendo del nivel de los daños observados, son desechados, reparados o enviados a talleres especializados para su recuperación según las indicaciones del manual del componente afectado.*

*CE9.5 Describir la inspección por daños según procedimientos de inspección Electrical Wiring Interconnect System (EWIS), de las redes de cableado eléctrico de los sistemas de control e indicación de las hélices, verificándolos con equipos de prueba (voltímetro, amperímetro, óhmetro, espectrómetros, entre otros), realizando las reparaciones o modificaciones recogidas en los planes de mantenimiento, de acuerdo a los boletines de trabajo, interpretando planos y esquemas eléctricos para reparar o adaptar el cableado a nuevas funciones incorporadas.*

*CE9.6 Explicar la verificación de los sistemas de control, dispositivos de indicación (temperatura, presión, vibración, resistencia), Revoluciones Por Minuto (RPM), dispositivos de mando (regulación y control), dispositivos de medidas eléctricas (intensidad, voltaje, resistencia, capacidad), dispositivos electromagnéticos, circuitos de protección de instalaciones eléctricas (cableados, conectores, centros de distribución) de los motores usando equipos de prueba y medida (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), diagnosticando averías, interpretando planos y esquemas eléctricos, ajustando o sustituyendo por unos nuevos los elementos necesarios para su uso en las pruebas operativas realizadas a la aeronave.*

*CE9.7 Cumplimentar un certificado de aptitud para un servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de una aeronave tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.*

**Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo:**

C1 completa; C2 completa; C3 completa; C4 completa; C5 completa; C6 completa; C7 completa; C8 completa; C9 completa.

Otras capacidades:

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Demostrar resistencia al estrés, estabilidad de ánimo y control de impulsos.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

Valorar el talento y el rendimiento profesional con independencia del sexo.

Promover la igualdad de trato entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

## Contenidos:

### 1. Herramientas, materiales y equipos de los motores de pistón de aeronaves y sus sistemas de indicación

Tipos comunes de herramientas manuales. Tipos comunes de herramientas mecánicas. Manejo y utilización de herramientas de medición de precisión. Equipos y métodos de lubricación. Funcionamiento, función y utilización de equipos de comprobaciones eléctricas generales. Materiales de aeronaves Ferrosos. Materiales de aeronaves No ferrosos. Materiales compuestos y no metálicos. Corrosión. Dispositivos de fijación. Tuberías y empalmes. Resortes. Cojinetes. Transmisiones. Cables de mando. Cables eléctricos y conectores.

### 2. Física y matemáticas aplicadas en el mantenimiento del motor a pistón

Aritmética. Álgebra. Geometría. Mecánica. Fuerzas, momentos y pares, representación como vectores. Centro de gravedad. Elementos de teoría de esfuerzos, deformaciones y elasticidad, tensión, compresión, esfuerzo cortante y torsión. Naturaleza y propiedades de los sólidos, los líquidos y los gases. Presión y flotabilidad en líquidos (barómetros). Movimiento rectilíneo: movimiento rectilíneo uniforme, movimiento uniformemente acelerado (movimiento sometido a la gravedad). Movimiento giratorio: movimiento circular uniforme (fuerzas centrífugas y centrípetas). Movimiento periódico: movimiento pendular. Teoría sencilla de la vibración, los armónicos y la resonancia. Relación de velocidades, brazo de palanca y rendimiento mecánico. Dinámica. Dinámica de fluidos. Termodinámica. Movimiento ondulatorio y sonido.

### 3. Legislación aplicada al mantenimiento del motor a pistón

Marco regulador. Papel de la Organización de Aviación Civil Internacional. Papel de la Comisión Europea. Papel de la EASA. Papel de los Estados miembros y las autoridades nacionales de aviación. Personal certificador. Mantenimiento. Comprensión detallada de la Parte 66. Empresas de mantenimiento aprobadas. Comprensión detallada de la Parte 145 y de la Parte M, subparte F. Operaciones aéreas. Certificado de Operador Aéreo. Certificación de aeronaves, componentes y equipos. Generalidades. Comprensión general de la Parte 21 y especificaciones de certificación de la EASA CS-23, 25, 27, 29. Documentos. Certificado de aeronavegabilidad. Certificados restringidos de aeronavegabilidad y autorización de vuelo. Certificado de matrícula. Certificado de niveles de ruido. Distribución del peso. Licencia y autorización de emisora de radio. Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de las disposiciones de la Parte 21 relativas al mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de la Parte M. Requisitos nacionales e internacionales aplicables para (si no son anulados por los requisitos de la UE): a) Programas de mantenimiento, inspecciones y comprobaciones de mantenimiento. Directivas de aeronavegabilidad. Boletines de servicio, información de servicio de fabricantes. Modificaciones y reparaciones. Documentación de mantenimiento: manuales de mantenimiento, manual de reparación estructural, catálogo ilustrado de componentes, entre otros. Únicamente para las licencias A y B2: Lista maestra de equipamiento mínimo, lista de equipamiento mínimo, lista de desviaciones de despacho. b) Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Equipamiento mínimo. Vuelos de prueba. Únicamente para las licencias B1 y B2: Requisitos de mantenimiento y despacho ETOPS.

#### **4. Motores de pistón. Rendimiento y Fabricación del motor**

Rendimiento mecánico, térmico y volumétrico. Funcionamiento del motor de 2 tiempos, 4 tiempos, Otto y Diésel. Cilindrada y relación de compresión. Configuración del motor y orden de encendido. Cálculo y medición de la potencia. Factores que afectan a la potencia del motor. Mezclas/empobrecimiento, preencendido. Carter, cigüeñal. Árbol de levas, colectores. Caja de engranajes de los accesorios. Conjuntos de cilindros y pistones. Bielas, colectores de admisión y escape. Mecanismos de válvulas. Cajas de engranajes reductores de la hélice. Sistemas de lubricación. (descripción y componentes del sistema).

#### **5. Sistemas de arranque (ATA 80) y encendido (ATA 74)**

Sistemas de arranque, sistemas de precalentamiento. Tipos de magnetos, fabricación y principios de funcionamiento. Cables de encendido, bujías. Sistemas de baja y alta tensión.

#### **6. Sistemas de inducción (ATA 71), escape (ATA 78) y de enfriamiento (ATAs 71, 79)**

Estructura y funcionamiento (sistemas de inducción, incluidos los sistemas de aire alternativos). Sistemas de escape y sistemas de enfriamiento del motor, por aire y por líquido.

#### **7. Instalación de grupos motopropulsores y supervisión de motores y operación en tierra**

Configuración de mamparos cortafuegos, carenados, paneles acústicos, bancadas de motor, bancadas antivibración, tubos flexibles, tuberías, conductos de alimentación, conectores, mazos de cables, cables y varillas de mando, puntos de izado, drenajes. Procedimientos de arranque y calentamiento en tierra. Interpretación de los parámetros y la potencia útil del motor. Inspección de motores y componentes: criterios, tolerancias y datos especificados por el fabricante del motor.

#### **8. Almacenamiento y conservación de motores (ATA 70)**

Conservación de motores, accesorios y sistemas.

#### **9. Lubricantes (ATA 79) combustibles (ATA 73) e indicación (ATA 77)**

Propiedades y especificaciones. Aditivos del combustible. Precauciones de seguridad. Sistemas de lubricación: Funcionamiento, descripción y componentes del sistema.

Sistemas de indicación del motor. Velocidad del motor. Temperatura de la culata del cilindro. Temperatura del refrigerante. Temperatura y presión de aceite. Temperatura de los gases de escape. Presión y caudal de combustible. Presión de admisión.

#### **10. Sobrealimentación/Turboalimentación (ATA 81)**

Principios y función de la sobrealimentación y sus efectos en los parámetros del motor. Fabricación y funcionamiento de sistemas sobrealimentados/turboalimentados. Terminología del sistema. Sistemas de control. Protección del sistema.

#### **11. Sistemas de alimentación (ATA 73)**

Carburadores. Tipos, fabricación y principios de funcionamiento. Engelamiento y calentamiento. Sistemas de inyección de combustible. Tipos, fabricación y principios de funcionamiento. Control electrónico del motor.

**12. Sistemas de indicación (ATA 71)**

Temperatura de los gases de escape/temperatura entre etapas de la turbina. Indicación del empuje del motor: relación de presión del motor, presión de descarga de la turbina del motor o sistemas de presión del turbo inyector. Temperatura y presión del aire. Presión y caudal de combustible. Velocidad del motor. Medición e indicación de la vibración. Par motor. Potencia. Sistemas de indicación del motor. Velocidad del motor. Temperatura de la culata del cilindro. Temperatura del refrigerante. Temperatura y presión de aceite. Temperatura de los gases de escape. Presión y caudal de combustible. Presión de admisión.

**13. Sistemas de combustible del motor (ATA 73)**

Carburadores. Tipos, fabricación y principios de funcionamiento. Engelamiento y calentamiento. Sistemas de inyección de combustible. Tipos, fabricación y principios de funcionamiento. Control electrónico del motor. Funcionamiento de los sistemas de control del motor y medición del combustible, incluido el control electrónico del motor (FADEC). Descripción del sistema y sus componentes. Sistemas de inyección de combustible.

**14. Sistemas de interconexión de cableado eléctrico (EWIS) en los motores a pistón (ATA 74)**

Manuales de Cableado. Inspección del Cableado. Mantenimiento y Limpieza. Conductores y Cables. Métodos de Conexión.

**Parámetros de contexto de la formación:****Espacios e instalaciones:**

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller. Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

**Perfil profesional del formador o formadora:**

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con el mantenimiento/ reparación de los motores de pistón de aeronaves y sus sistemas de indicación, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

## **MÓDULO FORMATIVO 2: MANTENIMIENTO/REPARACIÓN DE LAS PALAS, ROTORES Y SISTEMAS DE INDICACIÓN DE HELICÓPTEROS**

**Nivel: 3**

**Código: MF2553\_3**

**Asociado a la UC: Mantener/ reparar palas, rotores y sistemas de indicación de helicópteros**

**Duración: 300 horas**

### **Capacidades y criterios de evaluación:**

C1: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de las palas del helicóptero y sus componentes, realizando inspecciones, pruebas operacionales según horas de vuelo, reemplazando elementos defectuosos e instrucciones recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, asegurando el vuelo.

*CE1.1 Describir el proceso de aseguramiento e instalación de fundas del helicóptero una vez que está parado y estacionado.*

*CE1.2 Describir el proceso de la técnica de inspección visual de las palas del rotor, por daños evidentes mediante Tap coin (golpeando con una moneda o con un martillo de inspección), por delaminaciones en palas de material compuesto mediante inspecciones especiales o ensayos no destructivos (N.D.T., Non Destructive Testing) y termografías, observando que no hay daños, cambiando las palas, matizando y puliendo, protegiendo y asegurando la resistencia estructural y la eficiencia aerodinámica de las palas del helicóptero.*

*CE1.3 Explicar la técnica de verificación de las vibraciones horizontales y verticales (en las revisiones por horas de la aeronave) con el banco de prueba (vibrex), observando que las oscilaciones están dentro de los parámetros contemplados en el Manual de Mantenimiento de la aeronave.*

*CE1.4 Explicar el proceso de ajuste de las palas, aflojando los pernos de apriete y graduando cada pala a la posición y reapretando con el torquímetro.*

*CE1.5 Explicar el proceso de inspección visual de las palas con los útiles específicos (dinamómetro, reloj comparador, calibres, entre otros), realizando ajustes en cada caso, cambiando los elementos defectuosos con la herramienta común y específica (llave de vaso, llaves fijas, de codo, torquímetro, entre otras) y midiendo con un dinamómetro o un manómetro (según el modelo de gobernador) la precarga del muelle de recuperación, obteniendo el mayor rendimiento en vuelo.*

*CE1.6 Describir la técnica de inspección visual de la cantidad de aceite de la caja reductora o transmisión principal del rotor por el dispositivo de nivel (ojo de buey, varilla, ventana, entre otros), verificando que la cantidad de aceite está dentro de los valores establecidos.*

*CE1.7 Explicar la técnica de verificación visual del tramo del rotor de cola y de la transmisión principal a la caja reductora.*

C2: Aplicar el mantenimiento programado y no programado, diagnosis de averías y reparación de la cabeza de rotor principal, antipar y las palas del helicóptero, sustituyendo elementos para garantizar su operatividad, utilizando el Manual de Mantenimiento de la Aeronave y los equipos necesarios para su realización (báscula de precisión, galgas, bancadas, entre otras).

*CE2.1 Describir la técnica de comprobación visual del revestimiento de las palas de rotor principal y auxiliar, buscando deformaciones, golpes, daños en el borde de salida, borde de ataque y todos sus elementos tabs, casquillos de fijación, entre otros.*

*CE2.2 Describir el método de comprobación visual del intradós y extradós, verificando que no existen daños, siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE2.3 Explicar el sistema de revisión de las palas, los elementos de reglaje de las palas (flechas de batimiento y arrastre, entre otros), los anti-hielo, mediante un test de funcionalidad y midiendo el peso, verificando las medidas con las dadas por el manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE2.4 Explicar la técnica de revisión visual de la cabeza y mástil del rotor principal y anti-par, reparando los elementos deteriorados sustituyéndolos por unos nuevos en cada caso, asegurando la integridad del conjunto del rotor.*

*CE2.5 Describir la técnica de revisión visual de los diferentes sub-conjuntos, la cabeza de rotor, barras de suspensión, bieletas de mando, conjuntos muñón mangueta, entre otros, observando fallos de los elementos (grietas, cuarteados, deformados y rasgados).*

*CE2.6 Explicar el método de engrasado de los puntos críticos de los rotores, cabezas de rotor, muñones, manguetas, cojinetes, entre otros, asegurando renovación de la grasa y comprobando visualmente el estado de los retenes cambiándolos en cada caso para tener la menor fricción posible entre elementos.*

*CE2.7 Aplicar diagnóstico de la cabeza de rotor anti-par, utilizando los equipos de prueba y medida (galgas, calibres, bancadas, entre otros) y realizando pruebas funcionales recogidas en el Manual de Mantenimiento la Aeronave, asegurando el funcionamiento del conjunto del sistema.*

*CE2.8 Explicar el método de comprobación visual del árbol de transmisión, su sujeción y su estado, entre la caja de engranajes principal y el motor, comprobando la ausencia de deformaciones, grietas, entre otras, siguiendo las instrucciones recogidas en el Manual de Mantenimiento de la aeronave y el Manual de Reparaciones Estructurales.*

C3: Aplicar el mantenimiento programado y no programado, diagnosis de averías y reparación del sistemas de transmisión del helicóptero, comprobando las cajas principal, intermedia y de cola, los retenes o juntas, los alambres que aseguran los tornillos, los sensores y el cableado, entre otras, comprobándolo visualmente y con los equipos de prueba y medida (polímetro y equipo de diagnóstico) sus elementos, realizando ajustes

o sustituyendo por unos nuevos, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, para transmitir la potencia del motor al sistema.

*CE3.1 Aplicar métodos de comprobación de las cajas del sistema de transmisión principal, intermedia y de cola, realizando diagnósticos visuales, pruebas con los útiles de medida (galgas, torques, entre otras) en cada caso, reparando los elementos afectados, siguiendo los pasos marcados por el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE3.2 Describir la técnica de verificación visual del nivel de aceite, saturación del filtro y el tapón de llenado de la transmisión principal y transmisión intermedia, observando a través de la mirilla de nivel que el fluido se encuentra entre el máximo y mínimo, rellenando de aceite fluido hidráulico en cada caso.*

*CE3.3 Describir el método de verificación del movimiento del eje de transmisión al rotor de cola haciéndolo girar en un sentido y comprobando que en el otro no gira, comprobando con la mano su anclaje a la estructura y el apriete con el torquímetro, asegurando el anclaje de la transmisión al rotor.*

*CE3.4 Explicar el método de verificación visual de los retenes o juntas de todos los elementos conectados a la caja de transmisión principal (generadores, bombas de hidráulicas, sondas termostáticas, manocontactores de presión, entre otros), observando su fijación y ausencia de fugas, cambiándolos por unos nuevos en cada caso, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE3.5 Explicar la técnica de verificación visual en los fletores o cardan del tramo de transmisión que se encuentran entre la caja de engranajes principal y la de cola, buscando desgastes, deformaciones, sobreesfuerzos, entre otros, sustituyendo los que se encuentren en mal estado.*

*CE3.6 Describir el proceso de revisión visual del cableado de todos los elementos conectados a ambas cajas de engranajes, testeando con los equipos de comprobación (polímetros, equipo de pruebas, entre otros), siguiendo el manual técnico de la aeronave.*

*CE3.7 Explicar la técnica de verificación visual de los alambres que aseguran los tornillos de las cajas de engranajes, las luces del sensor de transmisión principal e intermedia.*

*CE3.8 Explicar el método de comprobación del sensor de desgaste del sistema de transmisión, desmontando el conector y comprobando que no existen partículas metálicas excesivas en la zona del imán.*

*CE3.9 Explicar el método de comprobación de los dientes interiores del coupling, observando la huella de desgaste y las holguras entre engranajes, desmontando e inspeccionando por grietas y corrosión, cambiando los elementos deteriorados en cada caso.*

C4: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas de indicación y control de los rotores y las cajas de engranajes, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales que pueden requerir simulaciones complejas o el uso de bancos de prueba externos, efectuando medidas con equipos de comprobación y diagnóstico

(polímetros, osciloscopios, analizadores discretos, entre otros), dando respuesta a los reportes de mantenimiento y reemplazando los elementos defectuosos que no superen las pruebas recogidas en el Manual de Mantenimiento y los documentos de ingeniería aplicados en el mantenimiento aeronáutico para restaurar la operatividad del sistema.

*CE4.1 Aplicar el mantenimiento/repación de los sistemas de indicación, instrumentos de presión y temperatura de las cajas de engranajes principal, intermedia y de cola, indicador de torque y el doble instrumento de RPM motor/rotor, dando respuesta a las averías detectadas, asegurando la operatividad del conjunto motor/es, cajas reductoras y rotores.*

*CE4.2 Exponer la verificación de los componentes periféricos de los sistemas de control de paso, transmisores de posición, actuadores eléctricos e hidráulicos, captadores de vibración, entre otros, ajustando, modificando o sustituyendo los elementos que no cumplan los parámetros técnicos.*

*CE4.3 Aplicar comprobación de los computadores de control, así como los instrumentos instalados en el Cockpit de indicación de paso, presión, temperatura, torque, RPMs, realizando pruebas operacionales y ajustando, modificando o desechando los elementos que no cumplan los requisitos técnicos operativos, recuperando la fiabilidad de los controles e indicaciones en cabina.*

*CE4.4 Explicar la inspección visual de los componentes o elementos desmontados, comprobando su funcionamiento, y dependiendo del nivel de los daños observados, son desechados, reparados o enviados a talleres especializados para su recuperación.*

*CE4.5 Describir la inspección por daños de las redes de cableado eléctrico de los sistemas de control e indicación de los rotores y cajas de engranajes, según procedimientos de inspección Electrical Wiring Interconnect System (EWIS).*

*CE4.6 Aplicar la verificación de los bancos de prueba y equipos de comprobación de instrumentos de presión y temperatura de las cajas de engranajes principal, intermedia y de cola, indicador de torque y el doble instrumento de RPM motor/rotor, dispositivos de mando, dispositivos de medidas eléctricas, dispositivos electromagnéticos, circuitos de protección de instalaciones eléctricas, para su uso en las pruebas operativas realizadas a la aeronave.*

*CE4.7 Cumplimentar un certificado de aptitud para un servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de una aeronave tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.*

**Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo:**

C1 completa; C2 completa; C3 completa; C4 completa.

Otras capacidades:

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Demostrar resistencia al estrés, estabilidad de ánimo y control de impulsos.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

Valorar el talento y el rendimiento profesional con independencia del sexo.

Promover la igualdad de trato entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

**Contenidos:****1. Herramientas, materiales y equipos para las palas, rotores y sistemas de indicación de helicópteros**

Tipos comunes de herramientas manuales. Tipos comunes de herramientas mecánicas. Manejo y utilización de herramientas de medición de precisión. Equipos y métodos de lubricación. Funcionamiento, función y utilización de equipos de comprobaciones eléctricas generales. Materiales de aeronaves Ferrosos. Materiales de aeronaves No ferrosos. Materiales compuestos y no metálicos. Corrosión. Dispositivos de fijación. Tuberías y empalmes. Resortes. Cojinetes. Transmisiones. Cables de mando. Cables eléctricos y conectores.

**2. Física y matemáticas en el mantenimiento de las palas, rotores y sistemas de indicación de helicópteros**

Aritmética. Álgebra. Geometría. Mecánica. Fuerzas, momentos y pares, representación como vectores. Centro de gravedad. Elementos de teoría de esfuerzos, deformaciones y elasticidad, tensión, compresión, esfuerzo cortante y torsión. Naturaleza y propiedades de los sólidos, los líquidos y los gases. Presión y flotabilidad en líquidos (barómetros). Movimiento rectilíneo: movimiento rectilíneo uniforme, movimiento uniformemente acelerado (movimiento sometido a la gravedad). Movimiento giratorio: movimiento circular uniforme (fuerzas centrífugas y centrípetas). Movimiento periódico: movimiento pendular. Teoría sencilla de la vibración, los armónicos y la resonancia. Relación de velocidades, brazo de palanca y rendimiento mecánico. Dinámica. Dinámica de fluidos. Peso específico

y densidad. Viscosidad, resistencia fluida, efectos de las formas aerodinámicas. Termodinámica. Movimiento ondulatorio y sonido.

### **3. Legislación aplicada al mantenimiento de las palas, rotores y sistemas de indicación de helicópteros**

Marco regulado. Papel de la Organización de Aviación Civil Internacional. Papel de la Comisión Europea. Papel de la EASA. Papel de los Estados miembros y las autoridades nacionales de aviación. Personal certificador. Mantenimiento. Comprensión detallada de la Parte 66. Empresas de mantenimiento aprobadas. Comprensión detallada de la Parte 145 y de la Parte M, subparte F. Operaciones aéreas. Certificado de Operador Aéreo. Certificación de aeronaves, componentes y equipos a) Generalidades. Comprensión general de la Parte 21 y especificaciones de certificación de la EASA CS-23, 25, 27, 29. b) Documentos. Certificado de aeronavegabilidad. Certificados restringidos de aeronavegabilidad y autorización de vuelo. Certificado de matrícula. Certificado de niveles de ruido. Distribución del peso. Licencia y autorización de emisora de radio. Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de las disposiciones de la Parte 21 relativas al mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de la Parte M. Requisitos nacionales e internacionales aplicables para (si no son anulados por los requisitos de la UE): a) Programas de mantenimiento, inspecciones y comprobaciones de mantenimiento. Directivas de aeronavegabilidad. Boletines de servicio, información de servicio de fabricantes. Modificaciones y reparaciones. Documentación de mantenimiento: manuales de mantenimiento, manual de reparación estructural, catálogo ilustrado de componentes, entre otros. Únicamente para las licencias A y B2: Lista maestra de equipamiento mínimo, lista de equipamiento mínimo, lista de desviaciones de despacho. b) Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Equipamiento mínimo. Vuelos de prueba. Únicamente para las licencias B1 y B2: Requisitos de mantenimiento y despacho ETOPS.

### **4. Transmisiones (ATA 65). Teoría del vuelo, aerodinámica del ala giratoria. Reglaje de la pala y análisis de la vibración (ATA 18)**

Cajas de engranajes de los rotores principal y de cola. Embragues, unidades de rueda libre y frenos de rotor. Transmisiones del rotor de cola, acoplamiento elástico, cojinetes, amortiguadores de vibraciones y soportes de cojinetes. Angulo de ataque de la pala. Vibraciones y resonancia. Inspección de engranajes, holguras entre dientes. Inspección de correas y poleas, cadenas y ruedas dentadas. Inspección de gatos de tornillo, aparatos de palanca, sistemas de varilla de doble efecto. Tipos de engranajes y sus aplicaciones. Relación de transmisión, sistemas de engranajes de reducción y multiplicación, engranajes conductores y conducidos, engranajes intermedios, formas de engranes. Correas y poleas, cadenas y ruedas dentadas. Alineación del rotor. Reglaje del rotor principal y del rotor de cola. Equilibrado estático y dinámico. Tipos de vibración y métodos para reducirla. Resonancia en tierra. Terminología. Efectos de la precesión giroscópica. Par de reacción y control direccional. Disimetría de la sustentación, entrada en pérdida de la punta de la pala. Tendencia a la traslación y su corrección. Efecto de Coriolis y compensación. Anillo turbillonario, asentamiento con potencia, exceso de ángulo de paso. Autorrotación. Efecto suelo.

### **5. Sistemas de indicación (ATA 31). Sistemas de mando de vuelo (ATA 67)**

Temperatura de los gases de escape/temperatura entre etapas de la turbina.

Indicación del empuje del motor: relación de presión del motor, presión de descarga de la turbina del motor o sistemas de presión del turbo inyector. Temperatura y presión del aire. Presión y caudal de combustible. Velocidad del motor. Medición e indicación de la vibración. Par motor. Potencia. Palanca del paso cíclico. Palanca del paso colectivo. Plato oscilante.

Control de guiñada: control antipar, rotor de cola, aire de sangrado. Cabeza del rotor principal: diseño y características de funcionamiento. Amortiguadores de palas: función y estructura. Palas del rotor: estructura y encastrado de las palas del rotor principal y del rotor de cola. Mando de compensación, estabilizadores fijos y variables. Funcionamiento del sistema: manual, hidráulico, eléctrico, mando electrónico. Sensación artificial. Equilibrado y reglaje.

#### **Parámetros de contexto de la formación:**

#### **Espacios e instalaciones:**

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller. Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

#### **Perfil profesional del formador o formadora:**

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con el mantenimiento/reparación de las palas, rotores y sistemas de indicación de helicópteros, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

### **MÓDULO FORMATIVO 3: MANTENIMIENTO/REPARACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE Y SISTEMAS AUXILIARES DE HELICÓPTEROS CON MOTOR DE PISTÓN**

**Nivel: 3**

**Código: MF2554\_3**

**Asociado a la UC: Mantener/reparar los componentes del sistema de combustible y sistemas auxiliares de helicópteros con motor de pistón**

**Duración: 360 horas**

#### **Capacidades y criterios de evaluación:**

C1: Aplicar mantenimiento programado y no programado de sistemas de carga del helicóptero, pedestal del piloto, autotest de la baliza, cartuchos explosivos, ventilación

de cabina, balizas de emergencia, piloto automático, corta-cable, realizando verificación visual o comprobaciones con los equipos de prueba y medida (equipos de diagnóstico, multímetro o polímetro), observando su funcionalidad siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, asegurando la funcionalidad de los sistemas auxiliares.

*CE1.1 Describir el método de ajuste del indicador de carga, situando el interruptor en posición CLOSED y configurando manualmente el peso (Kg o Lb, en cada caso), presionando el botón de test durante varios segundos, reseteando la indicación 0 en el display y comprobando errores memorizados, desmontándolo con un destornillador o llaves de vaso en cada caso, desconectando el terminal y ajustando el potenciómetro, según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE1.2 Aplicar procesos de comprobación del autotest de la baliza de emergencia, realizando el proceso de control establecido en el manual de Mantenimiento de la aeronave.*

*CE1.3 Explicar técnicas de verificación de los cartuchos explosivos de los extintores de los motores y la bobina de encendido, observando que la fecha de los detonadores está dentro de los límites de caducidad y que el rango de resistencias entre los terminales está dentro de los límites contenidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, utilizando el equipo de prueba y medida (multímetro o polímetro).*

*CE1.4 Sustituir elementos deteriorados por unos nuevos, utilizando herramienta común (llaves de vaso, fijas, torquímetros, entre otras), comprobando que están anclados fijos al fuselaje y que al conectar el interruptor que los controla en «ON» hay consumo de energía en el amperímetro.*

*CE1.5 Describir la técnica de verificación visual de los corta-cables de la cabina, observando que no hay deterioros evidentes en sus cuchillas (corrosión, falta de material, entre otras), reapretando los tornillos de unión al fuselaje con el torquímetro, sustituyéndolo con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, torquímetros, entre otras), renovando el elemento.*

C2: Aplicar mantenimiento programado y no programado de ventilación de cabina, bombona de descarga de aire, detectores de humo, mandos eléctricos, indicador de posición de la computadora del piloto automático y pedestal del piloto, realizando verificación visual o comprobaciones con los equipos de prueba y medida (equipos de diagnóstico, multímetro o polímetro), observando su funcionalidad siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, asegurando la funcionalidad de los sistemas auxiliares.

*CE2.1 Explicar técnicas de verificación de la ventilación de cabina, garantizando su funcionamiento.*

*CE2.2 Describir procesos de verificación de la bombona de descarga de aire, accionando la válvula de seguridad y con sus fijaciones, observando por la mirilla incorporada que el color que se visualiza es verde o rojo, recargando de aire en cada caso (verde ok; rojo recargar).*

*CE2.3 Exponer técnicas de verificación/reparación de los mandos eléctricos y el indicador de posición de la computadora del piloto automático, accionándolos y observando que el actuador del motor extiende o retrae los eslabones y que el*

*indicador lineal ofrece una posición relativa en cada caso, realizando diagnóstico básico con el equipo de prueba y medidas (equipo de diagnóstico, polímetro, entre otros).*

*CE2.4 Explicar métodos de verificación visual del interruptor del gancho (HOIST) de corte de emergencia de grúa de rescate situado en el pedestal del piloto, observando que se encuentra desactivado y con la caperuza protectora (la guarda) puesta y el hilo de cobre de seguridad sin romper en cada caso, activando el interruptor de suelta de carga y comprobando su funcionamiento.*

*CE2.5 Explicar el proceso de verificación de los detectores de humo, comprobando su funcionamiento.*

C3: Aplicar el mantenimiento programado y no programado del sistema antihielo y lluvia, cuna o cesta, espejos exteriores, cartuchos explosivos de extinción fuego motor, realizando verificación visual o comprobaciones con los equipos de prueba y medida (equipos de diagnóstico, multímetro o polímetro), observando su funcionalidad siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, asegurando la funcionalidad de los sistemas auxiliares.

*CE3.1 Aplicar métodos de comprobación del sistema antihielo y con los equipos de prueba y medida (equipo de diagnóstico, polímetro, entre otros), haciéndolos funcionar o analizando las señales eléctricas siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE3.2 Describir procedimientos de verificación visual de los espejos exteriores, comprobando las uniones al fuselaje y los cristales, verificando que no hay signos de corrosión o tornillos flojos, reparando o reapretando en cada caso, con el torquímetro y siguiendo los procesos de reacondicionamiento siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.*

*CE3.3 Exponer procesos de verificación visual de la cuna o cesta, observando que la cuna o cesta donde se aloja el bambi bucket para las descargas de agua del helicóptero se encuentra sin daños, grietas o golpes, comprobando que los tirantes de la cuna estén dentro de los alojamientos del fuselaje, y que sus pernos de sujeción tienen su par de apriete y su lacrado, reparando o sustituyendo los elementos en cada caso con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, torquímetros, entre otras).*

*CE3.4 Explicar técnicas de verificación de las luces de aterrizaje y búsqueda, comprobando que hacen los movimientos de retracción y extensión, elevación y giro, que se encienden y apagan, sustituyendo por bombillas de igual potencia en cada caso, utilizando herramienta común (llaves de vaso, fijas, torquímetros, entre otras), asegurando la visualización de la aeronave en la noche.*

*CE3.5 Describir métodos de inspección visual del agujero del gancho de carga, sustituyendo la goma, limpiando y desengrasando la zona, matizando con scotch brite y aplicando adhesivo o reparando en cada caso.*

*CE3.6 Exponer métodos de verificación de las grúas laterales de elevación y sus elementos (guarda de cables, cables, gancho, árbol giratorio y torno), comprobando que no tienen roturas, cables deshinchados, marcas de excesivo desgaste, corrosión, entre otras, haciéndolas funcionar, accionando el interruptor de cabina y observando que el cable se extiende/se retrae hasta llegar a su final de carrera y que pivotan*

*según posicionamiento del mando del operador de grúa, sustituyendo o reparando los elementos, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE3.7 Explicar procesos de verificación visual de los limpiaparabrisas, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, desmontándolos con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, torquímetros, destornilladores, entre otras), analizando las señales eléctricas (resistencia, tensión e intensidad), restaurando el sistema.*

*CE3.8 Describir técnicas de verificación visual del tubo Pitot, comprobando que no tenga daños y que su calefacción funciona, accionando el interruptor del interior de la cabina, y observando que cae ligeramente el voltaje de la batería y los amperios, tocando el tubo con las manos y contrastando que sube la temperatura, desmontándolo con un destornillador y realizando pruebas de medida eléctrica (tensión y resistencia), sustituyéndolo por uno nuevo en cada caso.*

C4: Aplicar mantenimiento programado y no programado del sistema de combustible, estructura de los depósitos, su ventilación y distribución, realizando inspecciones, pruebas operacionales, reemplazando elementos defectuosos y reparando averías, siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento del helicóptero.

*CE4.1 Aplicar pruebas de verificación del indicador de combustible, temperatura, presión (alta y baja), interruptores de las bombas, selección de depósito, xfeed (para el fallo de las bombas), haciéndolos funcionar, comprobando que indican los datos de los depósitos y que se activan los seleccionados en cada opción (left, right o total), desmontando, reparando o sustituyendo los elementos que estén en mal estado, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, de codo, planas, torquímetro, destornilladores, entre otros) y con el polímetro para comprobaciones básicas eléctricas (resistencia, tensión e intensidad), obteniendo toda la información del sistema de combustible.*

*CE4.2 Aplicar pruebas de verificación del indicador (FUEL QUANTITY) de cantidad de combustible, las tuberías, galerías de distribución de combustible, depósito, bombas reforzadoras, válvulas de carga, cierre y selectoras, asegurando que se indique la cantidad real de combustible en el depósito, que no tienen grietas o cuarteados, realizando pruebas operacionales y simulaciones con el depósito cerrado y lleno, comprobando que las líneas se presurizan viendo el Indicador de Presión en cabina, asegurando la alimentación del motor, sustituyendo los elementos deteriorados siguiendo el Manual de Mantenimiento del fabricante.*

*CE4.3 Explicar procesos de verificación, comprobando que el depósito está exento de agua, analizando el combustible.*

*CE4.4 Aplicar métodos de verificación de la bomba, válvula de drenaje, de vaciado, flapper, interruptor del flotador y de flujo, tornillos y juntas, comprobando que no hay signos de deterioro (corrosión, roces, elementos sueltos, entre otros), sustituyéndolos por unos nuevos, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, de codo, planas, torquímetro, destornilladores, entre otros), cambiando las juntas y observando que los tornillos de los registros están apretados, asegurando la estanqueidad y reparto del combustible.*

*CE4.5 Describir procesos de inspección/reparación de los sistemas de medición de cantidad (varillas, aforadores, sondas capacitivas, compensadores), temperatura*

*del combustible, aforadores y su varillaje, la válvula de alimentación cruzada y el transductor de presión de combustible.*

*CE4.6 Exponer métodos de inspección/repación de la estructura exterior del depósito, racores, posibles accesos e intercambiador de calor (calentador de combustible).*

*CE4.7 Describir métodos de inspección/repación de las zonas centrales del tanque de combustible, estructura exterior (tanque de fibra de carbono) y los cables de masa del interior y exterior.*

*CE4.8 Describir métodos de inspección/repación de los tubos de ventilación, las válvulas y la rejilla del exterior del depósito, garantizando su funcionamiento.*

C5: Aplicar procesos de abastecimiento y vaciado de combustible de la aeronave, realizando la conexión de la manguera de repostaje, utilizando los equipos de llenado, seleccionando el tipo de combustible, controlando los equipos de emergencia, desconectando la alimentación eléctrica, asegurando el llenado y/o drenaje de los tanques de carburante.

*CE5.1 Aplicar criterios de selección del combustible en función del tipo de unidad de potencia utilizada en la aeronave, consultando el Manual de Mantenimiento de la aeronave, asegurando el grado del producto.*

*CE5.2 Explicar procedimientos de comprobación antes de cada carga/descarga, verificando la tarjeta de identificación de extintores, tipo de extintor y categoría, pegatina de revisión y mirilla de estado (verde o rojo), asegurando el dispositivo de emergencia.*

*CE5.3 Ejecutar operaciones de seguridad de repostaje, evitando utilizar herramientas que puedan generar chispas o fuego y controlando acciones relativas a objetos que puedan emitir ondas o luz (teléfonos móviles, laser, entre otras), evitando el riesgo de explosión y/o fuego.*

*CE5.4 Aplicar técnicas de desconexión de la batería y calzado de las ruedas, observando que el interruptor de master se encuentra en «off», que las palas de rotor de cola están ancladas y la aeronave conectada a masa.*

*CE5.5 Simular un abastecimiento de combustible, comprobando que la zona está libre de objetos (FOD), creando una zona de seguridad para el personal, que la manguera de suministro está completamente estirada en la superficie de la plataforma y el boquerel conectado, enganchando el cable de equilibrio de potencial de cargas electrostáticas o pinza en el lugar asignado en el Manual de Mantenimiento de la aeronave y explicando el control de la presión diferencial con los manómetros de presión del equipo de llenado, manteniendo el control de la carga de carburante.*

*CE5.6 Aplicar operaciones de reseteo del contador de la bomba de suministro, introduciendo en el display la cantidad a repostar (litros o libras), pulsando el interruptor que permite la salida de combustible por el boquerel, quitando la manguera cuando hayamos concluido la operación, soltando el equipo de llenado del depósito y desconectando el cable de equilibrio de potencial.*

*CE5.7 Aplicar el procedimiento de comprobación de la cuba (fija o móvil) y los depósitos de la aeronave, comprobando el combustible contenido a través de las pastillas de análisis y una jeringa, observando que está libre de agua, drenando en cada caso, liberándolos de agua e impurezas contenidas.*

*CE5.8 Aplicar técnicas de descarga de depósitos de combustible, utilizando el equipo de extracción (bomba de succión) o manualmente, quitando el tapón de drenaje, utilizando una cisterna o barriles asignados a cada fluido concreto (gasolina, queroseno, diésel) identificados con la pegatina de homologación o almacenaje para su reciclaje, controlando la limpieza de carburante derramado en cada caso, asegurando que las zonas calientes y eléctricas no están contaminadas.*

*CE5.9 Cumplimentar un certificado de aptitud para un servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de una aeronave tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.*

### **Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo:**

C1 completa; C2 completa; C3 completa; C4 completa; C5 completa.

Otras capacidades:

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Demostrar resistencia al estrés, estabilidad de ánimo y control de impulsos.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

Valorar el talento y el rendimiento profesional con independencia del sexo.

Promover la igualdad de trato entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

**Contenidos:****1. Herramientas, materiales y equipos para los componentes del sistema de combustible y sistemas auxiliares de helicópteros con motor de pistón**

Descripción del sistema. Depósitos de combustible. Sistemas de suministro. Vaciado, purga y drenaje. Alimentación cruzada y transferencia. Indicaciones y avisos.

**2. Física y matemáticas aplicadas en los componentes del sistema de combustible y sistemas auxiliares de helicópteros con motor de pistón**

Aritmética. Álgebra. Geometría. Mecánica. Fuerzas, momentos y pares, representación como vectores. Centro de gravedad. Elementos de teoría de esfuerzos, deformaciones y elasticidad, tensión, compresión, esfuerzo cortante y torsión. Naturaleza y propiedades de los sólidos, los líquidos y los gases. Presión y flotabilidad en líquidos (barómetros). Movimiento rectilíneo: movimiento rectilíneo uniforme, movimiento uniformemente acelerado (movimiento sometido a la gravedad). Movimiento giratorio: movimiento circular uniforme (fuerzas centrífugas y centrípetas). Movimiento periódico: movimiento pendular. Teoría sencilla de la vibración, los armónicos y la resonancia. Relación de velocidades, brazo de palanca y rendimiento mecánico. Dinámica. Dinámica de fluidos. Termodinámica. Movimiento ondulatorio y sonido.

**3. Legislación aplicada en el mantenimiento del sistema de combustible y sistemas auxiliares de helicópteros con motor a pistón**

Marco regulador. Papel de la Organización de Aviación Civil Internacional. Papel de la Comisión Europea. Papel de la EASA. Papel de los Estados miembros y las autoridades nacionales de aviación. Personal certificador. Mantenimiento. Comprensión detallada de la Parte 66. Empresas de mantenimiento aprobadas. Comprensión detallada de la Parte 145 y de la Parte M, subparte F. Operaciones aéreas. Certificado de Operador Aéreo. Certificación de aeronaves, componentes y equipos a) Generalidades. Comprensión general de la Parte 21 y especificaciones de certificación de la EASA CS-23, 25, 27, 29. b) Documentos. Certificado de aeronavegabilidad. Certificados restringidos de aeronavegabilidad y autorización de vuelo. Certificado de matrícula. Certificado de niveles de ruido. Distribución del peso. Licencia y autorización de emisora de radio. Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de las disposiciones de la Parte 21 relativas al mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de la Parte M. Requisitos nacionales e internacionales aplicables para (si no son anulados por los requisitos de la UE): a) Programas de mantenimiento, inspecciones y comprobaciones de mantenimiento. Directivas de aeronavegabilidad. Boletines de servicio, información de servicio de fabricantes. Modificaciones y reparaciones. Documentación de mantenimiento: manuales de mantenimiento, manual de reparación estructural, catálogo ilustrado de componentes, entre otros. Únicamente para las licencias A y B2: Lista maestra de equipamiento mínimo, lista de equipamiento mínimo, lista de desviaciones de despacho. b) Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Equipamiento mínimo. Vuelos de prueba. Únicamente para las licencias B1 y B2: Requisitos de mantenimiento y despacho ETOPS.

**4. Sistemas de combustible (ATA 28)**

Descripción del sistema. Depósitos de combustible. Sistemas de suministro. Vaciado, purga y drenaje. Alimentación cruzada y transferencia. Indicaciones y avisos. Reabastecimiento y vaciado de combustible. Sistemas de combustible de equilibrado longitudinal. Funcionamiento de los sistemas de control del motor y medición del combustible, incluido el control electrónico del motor (FADEC). Descripción del sistema y sus componentes.

## 5. Lubricantes, combustibles y sistemas de lubricación (ATA 12)

Funcionamiento. Propiedades y especificaciones. Aditivos del combustible. Precauciones de seguridad. Descripción y componentes del sistema.

## 6. Luces (ATA 33)

Exteriores: navegación, anticolisión, aterrizaje, rodadura, hielo. Interiores: cabina de pasajeros, cabina de vuelo, compartimento de carga. Emergencia.

## 7. Protección contra incendios, hielo y la lluvia. (ATA 30). Sistemas de interconexión de cableado eléctrico (EWIS) los componentes del sistema de combustible (ATA 28) y sistemas auxiliares de los helicópteros con motor de pistón

Formación de hielo, clasificación y detección. Sistemas antihielo y de deshielo: eléctricos, de aire caliente y químicos. Repelentes y eliminación de la lluvia. Calentamiento de sondas y drenajes. Sistema limpiaparabrisas. Sistemas de detección y alerta de incendio y humo. Sistemas de extinción de incendios. Comprobaciones de los sistemas. Funcionamiento de los sistemas de control del motor y medición del combustible, incluido el control electrónico del motor (FADEC). Descripción del sistema y sus componentes. Funcionamiento y componentes de los sistemas de arranque del motor. Sistemas de encendido y sus componentes. Requisitos de seguridad de mantenimiento.

### Parámetros de contexto de la formación:

#### Espacios e instalaciones:

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller. Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

#### Perfil profesional del formador o formadora:

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con el mantenimiento/ reparación de los componentes del sistema de combustible y sistemas auxiliares de los helicópteros con motor de pistón, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

## MÓDULO FORMATIVO 4: MANTENIMIENTO/REPARACIÓN DE LOS SISTEMAS HIDRÁULICOS, NEUMÁTICOS Y AIRE ACONDICIONADO EN AERONAVES CON MOTOR DE PISTÓN

Nivel: 3

Código: MF2537\_3

Asociado a la UC: Mantener/ reparar los sistemas hidráulicos, neumáticos y aire acondicionado en aeronaves con motor de pistón

Duración: 390 horas

### Capacidades y criterios de evaluación:

C1: Aplicar técnicas de comprobación de los sistemas hidráulicos y sus sistemas de seguridad e indicación, utilizando los equipos de prueba (manómetros de presión, caudal, calibres, micrómetros, entre otros), controlando los movimientos de los accionamientos y los datos de caudal/presión, anotando los elementos deteriorados, reparándolos o sustituyendo.

*CE1.1 Explicar la técnica de comprobación del interruptor de emergencia y la calidad del hidráulico, verificando visualmente que el interruptor de HYD EMERGENCY está en off y tiene instalada su guarda, que la viscosidad del fluido no ha perdido propiedades, controlándolo con una probeta.*

*CE1.2 Describir la verificación visual de las pegatinas de identificación de las tuberías del sistema hidráulico, observando que aparecen los códigos de colores y la fecha de caducidad reflejada en la tubería, para identificar la zona de trabajo (presión o retorno y sentido de circulación), sustituyéndolas por unas nuevas en cada caso.*

*CE1.3 Explicar el método de comprobación de la fecha de fabricación de las tuberías, observando que la misma coincide con el tiempo de uso, asegurando la integridad del elemento.*

*CE1.4 Explicar la técnica de comprobación del circuito hidráulico, cuando se cambian las válvulas, tuberías, cilindros, entre otras circunstancias, utilizando el banco de comprobación o mecánicamente, conectándolo a la entrada del sistema o actuando sobre los mandos que provocan movimiento hidráulico, comprobando visualmente a través de los manómetros de presión que contiene el caudal y la presión, anotando los valores y verificando con los anotados en el Manual de Mantenimiento de la aeronave o moviendo las palancas, observando que se mueven sin agarrotamientos y el recorrido de los sistemas de martinets, servos y válvulas, entre otras, asegurando que está libre de fugas y evitando aire en el sistema.*

C2: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas de hidráulicos de la aeronave, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos, asegurando la aeronavegabilidad de la aeronave.

*CE2.1 Describir la técnica de comprobación visual de los circuitos hidráulicos (dos o tres sistemas hidráulicos independientes, según aeronave), verificando que no hay*

*pérdidas de aceite y que la presión en los diferentes circuitos es la que establece el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, utilizando los equipos de prueba y medida (manómetros, bancos de prueba externos, entre otros), y cambiando los elementos deteriorados por unos nuevos certificados, usando la herramienta común y específica (llave de racores, dinamométricas, entre otras).*

*CE2.2 Instalar el colector hidráulico en los sistemas de alta (HP) y baja (LP) presión, conectándolo a través de las tomas tipo bobina, suministrando fluido a presión para comprobar los elementos y canalizaciones del sistema, asegurando la circulación del aceite y la estanqueidad del sistema.*

*CE2.3 Explicar el método de verificación visual de las tuberías de hidráulico de alta presión (HP) y baja presión (LP), con los equipos de prueba y medida (manómetros, bancos de prueba externos, mulas hidráulicas, entre otros), observando que no hay pérdidas de fluido hidráulico (MIL-H- 83282, Skydrol, entre otros), cuarteados evidentes de los latiguitos, roturas, que las tuberías metálicas están conectadas a la masa de la aeronave y que la presión en los diferentes circuitos es la establecida para la instalación, cambiando las tuberías en cada caso.*

*CE2.4 Describir el método de revisión de las bombas de potencia hidráulica principales, haciéndolas funcionar, arrancando la aeronave o con los bancos de prueba, conectándolos en los paneles de servicio para alimentar cada una de las líneas de potencia hidráulica, comprobando que los sistemas funcionan con normalidad y cotejando la lectura de los manómetros con los valores establecidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, asegurando la presión y caudal de fluido para el funcionamiento de los sistemas hidráulicos.*

*CE2.5 Aplicar verificación de las válvulas del sistema hidráulico (válvulas de retención, válvulas de prioridad, válvulas de alivio de presión, válvulas selectoras) que controlan el fluido, filtros que mantienen la limpieza del fluido, los colectores de retorno, interruptores de presión, transductores de presión, válvula de alivio y la válvula solenoide de medición de fugas en cada caso, con los equipos de prueba y medida (colectores, manómetros, entre otros), comprobando que están exentas de signos de fuga hidráulica.*

*CE2.6 Explicar la técnica de ejecución de las inspecciones y chequeos en línea, verificando visualmente y observando los indicadores en el interior de la cabina, la presión de carga de nitrógeno en acumuladores de energía hidráulica, los indicadores de obstrucción (POP-UP) de alta presión (HP), el retorno, el drenaje de la caja de la bomba impulsada por el motor (EDP), llenado del depósito y filtros de la unidad de presurización de aire, los indicadores de obstrucción del filtro del sistema hidráulico en el compartimento hidráulico y motores, colectores de alta y baja presión, paneles y colectores de servicio a tierra para detectar signos de fuga externa, asegurando la eficiencia del sistema para el siguiente vuelo.*

**C3:** Aplicar el mantenimiento programado y no programado de elementos asociados a los sistemas hidráulicos, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales que pueden requerir uso de bancos de prueba externos, reemplazando los elementos defectuosos, restaurando los sistemas.

*CE3.1 Describir la técnica de verificación visual del depósito y sus elementos, con los equipos de comprobación (bombas de vacío, llaves de racor, polímetros, entre otras) que estén exentas de daños (golpes, grietas, entre otras), que no haya fuga*

*aceite por sus conexiones y que no pierde presión de presurización, reparando el sistema en cada caso siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, con la herramienta de mano (llaves de vaso, fijas, dinamométricas, entre otras) y el utillaje específico (colectores, bancos de prueba, entre otros), asegurando su estanqueidad.*

*CE3.2 Explicar el método de presurización y despresurización de los depósitos en tierra comprobando, su estanqueidad mediante bancos de prueba externos, comprobando la presión marcada en cada uno de los depósitos y la reflejada en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, vaciando el agua contenida por los separadores de agua, reparando los elementos deteriorados en cada caso, asegurando el fluido a la instalación hidráulica sin aire, refrigerado y sin impurezas.*

*CE3.3 Explicar el proceso de comprobación de las fugas internas y la válvula solenoide de control de fugas, aislando los sistemas hidráulicos a través de la válvula de aislamiento, accionando el interruptor del interior de la cabina del piloto, controlando los diferentes tramos de tuberías hidráulicas, asegurando la estanqueidad, reparando los tramos afectados, y sustituyendo las tuberías, válvulas, reguladores de presión, entre otros, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE3.4 Aplicar verificación a la bomba eléctrica, los sensores de salida de la bomba, los depósitos de los sistemas hidráulicos, los sistemas de gestión y control que gobiernan la activación/desactivación, sometiéndolos a control de funcionamiento, observando que recibe la señal eléctrica para ponerse en funcionamiento, utilizando los equipos de prueba y medida (analizadores digitales, polímetros, entre otros), comprobando que no tiene roturas, cambiando el sensor o sensores, entre otros, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE3.5 Explicar el proceso de verificación visual de la Unidad de Monitoreo del Sistema Hidráulico con los analizadores digitales que las funciones responden a los requerimientos del sistema, observando que avisa de las advertencias de «FALLO» activándose las señales auditivas, las luces «MASTER CAUT y MASTER WARN», sustituyendo el dispositivo en el caso de mal funcionamiento con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), verificando su instalación con el equipo de prueba.*

*CE3.6 Aplicar comprobación visual a los indicadores de obstrucción de filtros del sistema hidráulico (alta presión, retorno y carcasa de la EDP) a través del testigo indicador de color rojo tipo POP OUT, sustituyendo el elemento filtrante en cada caso.*

*CE3.7 Aplicar verificación del sistema de indicación de cantidad fluido hidráulico, comprobando que marca la cantidad de aceite contenido en el depósito, que los elementos eléctricos envían la señal adecuada en cada caso, utilizando los equipos de prueba y medida (analizadores digitales, polímetros, entre otros), observando los valores y cotejándolos con los contenidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, cambiando los elementos desgastados o deteriorados, para que el sistema pueda eliminar o agregar fluido al depósito que lo demande en cada caso.*

**C4:** Aplicar el mantenimiento programado y no programado del sistema de aire acondicionado y presurización de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos, para restaurar los componentes afectados.

*CE4.1 Aplicar comprobación del sistema de obstrucción (clogging), utilizando el banco de pruebas y el polímetro, simulando situaciones positivas de obstrucción,*

*cotejando valores con los recogidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave o el componente afectado, cambiando los elementos deteriorados en cada caso, utilizando la herramienta manual (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros) y restaurando la operatividad del sistema.*

*CE4.2 Describir la técnica de verificación visual de los ventiladores de recirculación, conectando el sistema y observando que el motor se pone en funcionamiento, comprobando que se mueven los alabes para impulsar el aire, reparando o sustituyendo los elementos defectuosos por unos nuevos en cada caso, con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), asegurando el funcionamiento del sistema.*

*CE4.3 Aplicar comprobación de los interruptores térmicos, con el equipo de prueba y medida (polímetro, analizador, entre otros), verificando que la tensión está dentro de los parámetros establecidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, sustituyéndolos en cada caso y asegurando que el sistema al llegar la máxima temperatura de diseño corta el suministro eléctrico al motor.*

*CE4.4 Describir la técnica de verificación visual de las válvulas de recirculación, haciéndolas funcionar con la palanca mecánica, comprobando con el de equipo prueba y medida (polímetro, analizador digital, entre otros) que se activa o que los datos de medición coinciden con los marcados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, sustituyendo los elementos que no funcionan.*

*CE4.5 Aplicar cambios de filtros del sistema de recirculación cuando el sistema de aviso envía una señal de bloqueo al controlador/computador de ventilación o cuando se determine en el Manual de Mantenimiento de la aeronave, sustituyendo el cartucho por uno nuevo.*

*CE4.6 Describir el método de verificación del sistema eléctrico y protecciones de los ventiladores del sistema de fan, verificando con el analizador digital, conectándose a los componentes que constituyen el circuito, analizando su situación.*

*CE4.7 Aplicar procesos de limpieza de los elementos del Sistema de Control Ambiental, utilizando trapos de algodón sin pelusa, limpiador no acuoso con base de petróleo, realizando pruebas con el banco de simulación de temperatura, controlando que los parámetros marcados están dentro del Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE4.8 Comprobar el aire acondicionado observando los elementos del sistema compresor, condensador, evaporador, válvulas y tuberías, actuando el mando en modo manual y automático, comprobando que el compresor engancha, y que la temperatura de salida medida con termómetros o sondas es la indicada en el Manual de Mantenimiento del fabricante, verificando fugas de gases fluorados mediante equipos de succión y limpieza.*

**C5:** Aplicar el mantenimiento programado y no programado de ventilación de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos y siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, restaurando los componentes afectados.

*CE5.1 Explicar el proceso de verificación del sistema de aire acondicionado de la cabina de pilotos, comprobando los conductos de aireación, la temperatura*

*y la presión diferencial, observando la salida de aire, del humo y la temperatura seleccionada, utilizando el termómetro digital y el generador de humo, siguiendo los pasos descritos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE5.2 Describir la técnica de verificación del sistema de ventilación del compartimento del equipo de aire acondicionado, comprobando que los turboventiladores, tubos piccolo y sistema antifallos no están obstruidos o deteriorados, para que no se supere los valores de temperatura máximos y mínimos de funcionamiento de la aeronave.*

*CE5.3 Aplicar el método de verificación del turboventilador del sistema de refrigeración del compartimento de aire acondicionado y sus componentes asociados (válvula de entrada de aire de sangrado, sensor de presión diferencial y actuador de la compuerta de entrada de aire, entre otros), comprobando la presión, observando ruidos metálicos, utilizando los equipos de prueba y medida (banco de pruebas, polímetros, entre otros), y realizando pruebas funcionales según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE5.4 Aplicar el proceso de verificación del sistema de ventilación del compartimento de equipos eléctricos/electrónicos, comprobando que los fanes de ventilación introducen el aire en los racks de computadores con la presión y temperatura adecuadas según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, manipulando el manómetro, termómetro, realizando una prueba funcional de humo y utilizando los bancos de prueba, reparando los elementos afectados en cada caso (mazo de cables, pines, entre otros).*

**C6:** Aplicar el mantenimiento programado y no programado de ventilación en el sistema de presurización y el sistema de calefacción del aire de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos, restaurando los componentes afectados.

*CE6.1 Aplicar procedimiento de verificación manual del sistema activando y desactivando las válvulas o con los pulsadores en cabina, utilizando los equipos de prueba y medida (banco de pruebas, polímetros, entre otros).*

*CE6.2 Describir la técnica de verificación del sistema de válvulas de control y alivio de sobrepresión, haciéndolas funcionar, comprobando motores eléctricos observando que se posicionan en los grados de apertura y cierre establecidos, que las luces en puertas de la aeronave se encienden/apagan en cada situación, que los sellos neumáticos de puertas de acceso y ventanillas de emergencia mantienen la presión, utilizando el banco de pruebas neumático, analizadores digitales y polímetros, entre otros, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados en cada caso, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE6.3 Aplicar verificación del sistema de calefacción del aire, comprobando los sensores de control de temperatura y el termostato de seguridad por sobret temperatura, comprobando con los equipos de prueba y medida (termómetro, analizador digital, polímetros, entre otros), sustituyendo los elementos deteriorados con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otras) según Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE6.4 Cumplimentar un certificado de aptitud para un servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de una aeronave tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el*

*personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.*

**Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo:**

C1 completa; C2 completa; C3 completa; C4 completa; C5 completa; C6 completa.

Otras capacidades:

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Demostrar resistencia al estrés, estabilidad de ánimo y control de impulsos.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

Valorar el talento y el rendimiento profesional con independencia del sexo.

Promover la igualdad de trato entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

**Contenidos:**

**1. Herramientas, materiales y equipos para los sistemas hidráulicos, neumáticos y Aire Acondicionado**

Tipos comunes de herramientas manuales. Tipos comunes de herramientas mecánicas. Manejo y utilización de herramientas de medición de precisión. Equipos y métodos de lubricación. Funcionamiento, función y utilización de equipos de comprobaciones eléctricas generales. Materiales de aeronaves Ferrosos. Materiales de aeronaves No ferrosos. Materiales compuestos y no metálicos. Corrosión. Dispositivos de fijación. Tuberías y empalmes. Resortes. Cojinetes. Transmisiones. Cables de mando. Cables eléctricos y conectores.

**2. Física y matemáticas aplicadas en el mantenimiento del sistema hidráulico, neumático y aire acondicionado**

Aritmética. Álgebra. Geometría. Mecánica. Fuerzas, momentos y pares, representación como vectores. Centro de gravedad. Elementos de teoría de esfuerzos, deformaciones

y elasticidad, tensión, compresión, esfuerzo cortante y torsión. Naturaleza y propiedades de los sólidos, los líquidos y los gases. Presión y flotabilidad en líquidos (barómetros). Movimiento rectilíneo: movimiento rectilíneo uniforme, movimiento uniformemente acelerado (movimiento sometido a la gravedad). Movimiento giratorio: movimiento circular uniforme (fuerzas centrífugas y centrípetas). Movimiento periódico: movimiento pendular. Teoría sencilla de la vibración, los armónicos y la resonancia. Relación de velocidades, brazo de palanca y rendimiento mecánico. Dinámica. Dinámica de fluidos. Termodinámica. Movimiento ondulatorio y sonido.

### **3. Legislación aplicada al sistema hidráulico, neumático y aire acondicionado**

Marco regulador. Papel de la Organización de Aviación Civil Internacional. Papel de la Comisión Europea. Papel de la EASA. Papel de los Estados miembros y las autoridades nacionales de aviación. Personal certificador Mantenimiento. Comprensión detallada de la Parte 66. Empresas de mantenimiento aprobadas. Comprensión detallada de la Parte 145 y de la Parte M, subparte F. Operaciones aéreas. Certificado de Operador Aéreo. Certificación de aeronaves, componentes y equipos a) Generalidades. Comprensión general de la Parte 21 y especificaciones de certificación de la EASA CS-23, 25, 27, 29. b) Documentos. Certificado de aeronavegabilidad. Certificados restringidos de aeronavegabilidad y autorización de vuelo. Certificado de matrícula. Certificado de niveles de ruido. Distribución del peso. Licencia y autorización de emisora de radio. Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de las disposiciones de la Parte 21 relativas al mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de la Parte M. Requisitos nacionales e internacionales aplicables para (si no son anulados por los requisitos de la UE): a) Programas de mantenimiento, inspecciones y comprobaciones de mantenimiento. Directivas de aeronavegabilidad. Boletines de servicio, información de servicio de fabricantes. Modificaciones y reparaciones. Documentación de mantenimiento: manuales de mantenimiento, manual de reparación estructural, catálogo ilustrado de componentes, entre otros. Únicamente para las licencias A y B2: Lista maestra de equipamiento mínimo, lista de equipamiento mínimo, lista de desviaciones de despacho. b) Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Equipamiento mínimo. Vuelos de prueba. Únicamente para las licencias B1 y B2: Requisitos de mantenimiento y despacho ETOPS.

### **4. Tuberías y empalmes**

Identificación y tipos de tuberías rígidas y flexibles y sus empalmes, utilizadas en aeronaves. Empalmes estándar de tuberías del sistema hidráulico, de combustible, de aceite, neumático y del sistema de aire en aeronaves. Doblado y acampanado/abocinado de tuberías de aeronaves. Inspección y comprobación de tuberías y tubos flexibles de aeronaves. Instalación y anclaje de tuberías. Tuberías y tubos flexibles. Doblado y acampanado/abocinado de tuberías de aeronaves. Inspección y comprobación de tuberías y tubos flexibles de aeronaves. Instalación y anclaje de tuberías.

### **5. Potencia hidráulica (ATA 29)**

Descripción del sistema. Fluidos hidráulicos. Depósitos y acumuladores hidráulicos. Generación de presión: eléctrica, mecánica, neumática. Generación de presión de emergencia. Filtros. Regulación de presión. Distribución de potencia. Sistemas de indicación y aviso. Interfaz con otros sistemas.

### **6. Aire acondicionado y presurización de cabina (ATA 21)**

Suministro de aire. Fuentes de suministro de aire, incluidos el sangrado del motor y grupos de tierra. Aire acondicionado. Sistemas de aire acondicionado. Máquinas de ciclo de aire y de vapor. Sistemas de distribución. Sistemas de control del caudal, la temperatura y la

humedad. Presurización. Sistemas de presurización. Control e indicación, incluidas las válvulas de regulación y seguridad. Reguladores de la presión en cabina. Dispositivos de seguridad y alerta. Dispositivos de protección y alerta.

## **7. Sistemas neumáticos y de vacío (ATA 36)**

Descripción del sistema. Fuentes: motor/APU, compresores, depósitos, suministro en tierra. Regulación de la presión. Distribución. Indicaciones y avisos. Interfaz con otros sistemas.

## **8. Planos, diagramas y normas**

Tipos de planos y diagramas, sus símbolos, dimensiones, tolerancias y proyecciones. Información del cajetín de un plano.

## **9. Sistemas de interconexión de cableado eléctrico (EWIS) en los sistemas hidráulicos, neumáticos y Aire Acondicionado**

Manuales de Cableado. Inspección del Cableado. Mantenimiento y Limpieza. Conductores y Cables. Métodos de Conexión.

### **Parámetros de contexto de la formación:**

#### **Espacios e instalaciones:**

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller. Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

#### **Perfil profesional del formador o formadora:**

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con el mantenimiento/ reparación de los sistemas hidráulicos, neumáticos y aire acondicionado en aeronaves con motor de pistón, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

## MÓDULO FORMATIVO 5: MANTENIMIENTO/REPARACIÓN DE LOS MANDOS DE VUELO Y TREN DE ATERRIZAJE DE HELICÓPTEROS

Nivel: 3

Código: MF2555\_3

Asociado a la UC: Mantener/ reparar los mandos de vuelo y tren de aterrizaje de helicópteros

Duración: 360 horas

### Capacidades y criterios de evaluación:

C1: Aplicar el mantenimiento programado y no programado del tren de aterrizaje fijo (tren clásico de patines y travesaños) del helicóptero, realizando inspección visual, mediciones laser, chequeos de verificación, entre otros, reparando o sustituyendo elementos deteriorados, asegurando el estado de uso del tren y estructura de la aeronave y tren de rodadura.

*CE1.1 Describir el proceso de revisión visual de los patines y travesaños, observando que el estado de las zapatas no tiene deformaciones, reparando o sustituyendo los patines, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, asegurando el apoyo equilibrado de la aeronave en el suelo.*

*CE1.2 Explicar el proceso de comprobación visual del amarre de los patines y travesaños a la estructura, observando el lacrado de los bulones, cabeza de tornillos dañados y los silentblock agrietados, reparando, sustituyendo o reapretando los elementos deteriorados o los que necesiten sustitución programada por horas de vuelo en el sistema o calendario, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otras).*

*CE1.3 Explicar la técnica de verificación visual de la estructura del sistema y las zapatas, con la aeronave en el hangar montada en cuatro puntos de apoyo equilibrados, a través del dispositivo de medición por infrarrojos o con la cinta métrica en cada caso la desalineación de los largueros, sustituyendo los elementos deteriorados (bulones, silentblock, entre otros) con la herramienta universal de mano (llaves de vaso, codo, fijas, torquímetro, entre otros) y reponiendo el material deslizante en cada caso.*

*CE1.4 Describir la técnica de revisión visual del patín de cola, observando ausencia de araños, golpes, abolladuras, grietas en la unión al puro de cola, estado de la zapata, daños en los tornillos o corrosión, entre otras, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, apoyando la aeronave en el puro de cola para poder intervenir, asegurando el apoyo equilibrado de la aeronave en el suelo.*

C2: Aplicar el mantenimiento programado y no programado del tren de aterrizaje hidráulico y tren de rodadura del helicóptero, realizando inspección visual, mediciones laser, chequeos de verificación, entre otros, reparando o sustituyendo elementos deteriorados, asegurando el buen estado del tren y estructura de la aeronave.

*CE2.1 Explicar la técnica de verificación visual de los neumáticos del tren de aterrizaje, comprobando la presión, el dibujo y estado general, utilizando los útiles*

de prueba y medida (manómetro de presión, calibre de profundidad, entre otros), sustituyéndolos con los equipos de reparación (desmontadora, equilibradora, entre otras), asegurando el apoyo y la adherencia de la aeronave en tierra.

CE2.2 Describir el proceso de comprobación visual de las tuberías rígidas de presión, válvulas, accionamientos hidráulicos, mangueras flexibles, retornos de los tres sistemas de hidráulico, bombas y acumuladores, con los equipos de comprobación y medida (colectores, bancos de prueba, manómetros, entre otros), verificando la ausencia de fugas de aceite, deterioros evidentes y pérdidas de presión, sustituyendo los elementos deteriorados con la herramienta específica y universal (llave de racores, dinamométricas, llaves de vaso, fijas, entre otras), restaurando el sistema y asegurando el funcionamiento de la subida y bajada de las ruedas.

CE2.3 Explicar la técnica de inspección visual de la horquilla, bisagras de costado y brazo de amarre, observando que no hay signos de corrosión, falta de material, arañazos o marcas, reparando, lijando o suavizando, limpiando y aplicando tratamiento anticorrosión (Alodine/Bonderite) y embellecimiento (cromados, cadmiados, pintura final, entre otros) o sustituyendo los elementos deteriorados en cada caso.

CE2.4 Describir la técnica de verificación visual de las compuertas del tren de aterrizaje, observando que están exentos de arañazos, hendiduras, marcas, corrosión, seguros de costado en mal estado, ausencia de hidráulico, entre otras, lijando, limpiando, aplicando tratamiento anticorrosión (Alodine/Bonderite) y embelleciendo la zona deteriorada (cromados, cadmiados, pintura final, entre otros) para reacondicionar la pieza y su protección superficial.

CE2.5 Explicar el proceso de comprobación visual de los switch de bombas de hidráulico del tren de aterrizaje y bomba auxiliar, verificando que el actuador de bloqueo y desbloqueo y los indicadores de presión y cantidad de hidráulico funcionan, asegurando la alimentación hidráulica de la aeronave.

CE2.6 Aplicar el método de comprobación de la extensión y retracción del tren de aterrizaje, haciéndolos subir y bajar con el helicóptero apoyado en gatos y equilibrado y comprobando que la alineación de las compuertas sean las marcadas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CE2.7 Aplicar proceso de revisión visual de los sistemas de freno, con los equipos de prueba y medida (micrómetros, calibres, manómetros de presión, entre otras) que los discos metálicos, pastillas y bombas de hidráulico están dentro de los valores de referencia especificados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave y que el aviso de «parking brake» en cabina no está encendido, sangrando frenos en cada caso y situación, observando por el útil (manguera transparente y contenedor de reciclaje), que no salen burbujas del circuito, asegurando la eficacia y estabilidad de frenada.

CE2.8 Exponer la técnica de comprobación visual de las luces del sistema en el interior de la cabina, sometiéndolas a las diferentes condiciones de funcionamiento tren extendido y bloqueado, luz verde; no extendido o no bloqueado, luz roja, observando que el breaker correspondiente que apaga o enciende el aviso en el master caution (o panel de aviso) se encuentra en buen estado, verificándolo con los equipos de prueba y medida (polímetro o analizadores digitales) sustituyendo los elementos deteriorados, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otras).

*CE2.9 Describir la técnica de verificación visual del computador de control de extensión/retracción, utilizando el analizador digital, realizando el chequeo del sistema y observando si hay algún fallo memorizado que persista una vez borrado, sustituyendo el elemento afectado con la herramienta de mano (llaves fijas, de vaso, torquímetros, entre otras), restaurando el/los elementos deteriorados, la pantalla en cada caso o la unidad.*

C3: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de los elementos mecánicos de los mandos de vuelo y control del helicóptero, realizando inspecciones, pruebas operacionales según horas de vuelo y reemplazando elementos defectuosos, utilizando el Manual de Mantenimiento de la aeronave para mantener la aeronavegabilidad.

*CE3.1 Aplicar la revisión de los mandos de vuelo, observando que se mueven libremente con la aeronave en modo vuelo y que los indicadores de instrumentación concuerdan con el movimiento de las palancas, asegurando la guiavilidad de la aeronave.*

*CE3.2 Explicar el proceso de realización del mantenimiento y reparación de los elementos que componen el sistema de mandos de vuelo, siguiendo el plan de mantenimiento, aplicando las instrucciones de trabajo recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave y los documentos de trabajo asociados, dando respuesta a las averías detectadas y restaurando los sistemas afectados.*

*CE3.3 Describir la técnica de inspección visual de las superficies de control (aleta, estabilizador, plato oscilante, entre otras), comprobando que no tienen fisuras, golpes o deformaciones, reparando los daños encontrados siguiendo indicaciones del Manual de Reparaciones Estructurales (Structural Repair Manual, S.R.M.) o sustituyendo los elementos afectados en cada caso, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otras), desmontando y montando de nuevo según Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE3.4 Aplicar el proceso de inspección visual y/o con un calibre, de las poleas, barriletes de tensión, topes de movimiento, cuadrantes, varillas, puntos de giro, rodillos, tracks o barras de transmisión, midiendo desgastes, sustituyéndolos si encontráramos daños, excesivo desgaste u holguras, asegurando un movimiento uniforme de las superficies de control primarias y secundarias.*

*CE3.5 Explicar la técnica de inspección de los cables metálicos trenzados, pasando un trapo de tela a lo largo de su recorrido, observando si se engancha, buscando hilos metálicos deteriorados o girando el contrario del trenzado, midiendo la tensión del cable con un tensiómetro y un termómetro, asegurando un control preciso de la aeronave.*

*CE3.6 Aplicar el proceso de comprobación de los elementos mecánicos de actuación desmontados del sistema de mandos de vuelo eléctrico, realizando bite test y pruebas operacionales que pueden requerir equipos y bancos de prueba externos, y dependiendo del nivel de los daños observados son desechados, reparados o enviados a talleres especializados para su recuperación según las indicaciones del manual del componente afectado.*

*CE3.7 Aplicar el método de verificación de los límites de recorrido y las posiciones neutrales de las superficies de vuelo primario y secundario, usando una regla, calibre, galgas y/o pines pasa/no pasa, ajustándolos en cada caso, a la posición de*

los mandos en la cabina, extendiendo o retrayendo las varillas de ajuste en unos casos o ajustando la longitud del brazo de los servoactuadores en otro, asegurando un control preciso de la aeronave.

*CE3.8 Explicar la técnica de engrasado de las poleas, puntos de giro, varillaje, cables metálicos trenzados, cojinetes, rodillos, zonas de rozamiento de los tracks y el husillo, siguiendo las recomendaciones del fabricante de la aeronave, asegurando un movimiento fluido y protegiéndolos de la corrosión.*

C4: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de los elementos hidráulicos, neumáticos y eléctricos de los mandos de vuelo y control del helicóptero, realizando inspecciones, pruebas operacionales según horas de vuelo y reemplazando elementos defectuosos, utilizando el Manual de Mantenimiento de la aeronave para mantener la aeronavegabilidad.

*CE4.1 Aplicar técnicas de inspección de los elementos de control e indicación del sistema de mandos de vuelo eléctrico, sidestick o volante de control, PFTUS, computadores de control y gestión de órdenes de mando, computadores de monitoreo, transmisores de posición (lineales, rotatorios, magnéticos, RVDTs, LVDTs, unidades de detección de asimetría, entre otros), solenoides de actuación, elementos de indicación en cabina, entre otros, realizando comprobaciones sencillas (resistencia, tensión, continuidad, entre otros) o colaborando en pruebas aviónicas complejas que pueden requerir equipos de comprobación externos, y ajustando o sustituyendo los elementos necesarios según los documentos de mantenimiento, obteniendo el control de sus ejes.*

*CE4.2 Aplicar procesos de comprobación de los elementos eléctricos en el sistema de mandos de vuelo eléctrico, sensores de proximidad, transmisores de posición, servoactuadores, LVDTs, RVDTs, líneas de cableado de transmisión de datos, señales discretas y alimentaciones eléctricas, instrumentos de indicación, entre otros, comprobando con los equipos de prueba y medida (polímetros, fuentes de alimentación, entre otros), y siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave, su funcionamiento, reemplazando los elementos defectuosos en cada caso, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, torquímetros, de codo, entre otras).*

*CE4.3 Describir técnicas de inspección visual de las líneas de distribución hidráulicas y neumáticas del sistema de mandos de vuelo eléctrico, comprobando su presión y estanqueidad con los equipos de prueba y medida (manómetros, bancos de prueba, entre otros), y dependiendo del nivel de los daños observados, son desechados y sustituidos, o reparados según las indicaciones del Manual de Mantenimiento de la aeronave para la actuación de las superficies de control.*

*CE4.4 Explicar técnicas de inspección visual de los sistemas hidráulicos de asistencia al movimiento de los mandos de vuelo y sus sistemas auxiliares (válvulas de sobrepresión, limitadores de torque, frenos, entre otros), observando la ausencia de fugas de líquido hidráulico en su estructura y racores, y comprobando el nivel, calidad y limpieza de filtros del sistema hidráulico, rellenándolo si no está a nivel o sustituyendo líquido y filtros por suciedad o pérdida de propiedades, asegurando que los mandos de vuelos se mueven libremente.*

*CE4.5 Cumplimentar un certificado de aptitud para un servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de una aeronave tras la realización de actividades de mantenimiento,*

*comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.*

C5: Aplicar la revisión general (overhaul) del conjunto tren de aterrizaje y rodadura hidráulico (Landing Gear, Drag Brace, actuadores, llantas, frenos, Steering, caja de engranajes del tren, entre otros) y del tren de aterrizaje fijo (tren clásico de patines y travesaños), realizando el desmontaje, limpieza, inspección, reparación y sustituciones en cada caso, reensamblado y comprobando su funcionamiento, asegurando su completa conformidad con todas las tolerancias de servicio aplicables especificadas en las instrucciones del titular del certificado de tipo o del fabricante para la aeronavegabilidad continuada, siguiendo las instrucciones de los Manuales de Overhaul de Motor y Mantenimiento de Componentes.

*CE5.1 Explicar el desmontaje de los elementos del tren de aterrizaje (patines y travesaños, amortiguadores, actuadores del tren de aterrizaje, paquetes de frenos, entre otros), realizando el lavado preliminar, para el acondicionamiento previo al desmontaje.*

*CE5.2 Describir el desmontaje de los elementos del tren de aterrizaje, utilizando herramienta estándar y extractores específicos, comprobando visualmente desgaste, corrosión y estado general.*

*CE5.3 Aplicar la comprobación de las piezas (actuadores, llantas, frenos, Steering, caja de engranajes del tren, entre otros) por daños superficiales evidentes, grietas, corrosiones, sobret temperatura (en los paquetes de freno) y desgastes, verificando anchos y espesores mínimos.*

*CE5.4 En un supuesto práctico de mantenimiento de las piezas (patines y travesaños, Strut, sliding, torque knees, drag braces, wheels, piston housings, entre otras) tener en cuenta:*

*- Realizar la inspección por grietas y corrosión, comprobando que sus cualidades de resistencia están dentro de los límites de diseño del fabricante.*

*- Aplicar la restauración midiendo por segunda vez tras la restauración.*

*- Aplicar la protección superficial para la corrosión.*

*CE5.5 Aplicar el montaje de cada subconjunto del tren de aterrizaje, uniendo los elementos en orden inverso al desmontaje, siguiendo las indicaciones del Manual de Overhaul y efectuando todas las Directivas de Aeronavegabilidad y Boletines de Servicio aplicables.*

*CE5.6 Explicar la comprobación del amortiguador, actuadores del tren de aterrizaje, de los paquetes de frenos y la presión de las ruedas, realizando observaciones y medidas y cotejando los datos obtenidos con los recogidos en el Manual de Mantenimiento de la aeronave.*

**Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo:**

C1 completa; C2 completa; C3 completa; C4 completa; C5 completa.

Otras capacidades:

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Demostrar resistencia al estrés, estabilidad de ánimo y control de impulsos.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

Valorar el talento y el rendimiento profesional con independencia del sexo.

Promover la igualdad de trato entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

**Contenidos:****1. Herramientas, materiales y equipos para los mandos de vuelo y tren de aterrizaje**

Tipos comunes de herramientas manuales. Tipos comunes de herramientas mecánicas. Manejo y utilización de herramientas de medición de precisión. Equipos y métodos de lubricación. Funcionamiento, función y utilización de equipos de comprobaciones eléctricas generales. Materiales de aeronaves Ferrosos. Materiales de aeronaves No ferrosos. Materiales compuestos y no metálicos. Corrosión. Dispositivos de fijación. Tuberías y empalmes. Resortes. Cojinetes. Transmisiones. Cables de mando. Cables eléctricos y conectores.

**2. Física, matemáticas y Factores humanos aplicadas a los mandos de vuelo y tren de aterrizaje en el mantenimiento de los mandos de vuelo y tren de aterrizaje**

Aritmética. Álgebra. Geometría. Mecánica. Fuerzas, momentos y pares, representación como vectores. Centro de gravedad. Elementos de teoría de esfuerzos, deformaciones y elasticidad, tensión, compresión, esfuerzo cortante y torsión. Naturaleza y propiedades de los sólidos, los líquidos y los gases. Presión y flotabilidad en líquidos (barómetros). Movimiento rectilíneo: movimiento rectilíneo uniforme, movimiento uniformemente acelerado (movimiento sometido a la gravedad). Movimiento giratorio: movimiento circular uniforme (fuerzas centrífugas y centrípetas). Movimiento periódico: movimiento pendular. Teoría sencilla de la vibración, los armónicos y la resonancia. Relación de velocidades, brazo de palanca y rendimiento mecánico. Dinámica. Dinámica de fluidos. Termodinámica. Movimiento ondulatorio y sonido.

### 3. Legislación aplicada al mantenimiento de los mandos de vuelo y tren de aterrizaje

Marco regulador. Papel de la Organización de Aviación Civil Internacional. Papel de la Comisión Europea. Papel de la EASA. Papel de los Estados miembros y las autoridades nacionales de aviación. Personal certificador. Mantenimiento. Comprensión detallada de la Parte 66. Empresas de mantenimiento aprobadas. Comprensión detallada de la Parte 145 y de la Parte M, subparte F. Operaciones aéreas. Certificado de Operador Aéreo. Certificación de aeronaves, componentes y equipos a) Generalidades. Comprensión general de la Parte 21 y especificaciones de certificación de la EASA CS-23, 25, 27, 29. b) Documentos. Certificado de aeronavegabilidad. Certificados restringidos de aeronavegabilidad y autorización de vuelo. Certificado de matrícula. Certificado de niveles de ruido. Distribución del peso. Licencia y autorización de emisora de radio. Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de las disposiciones de la Parte 21 relativas al mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de la Parte M. Requisitos nacionales e internacionales aplicables para (si no son anulados por los requisitos de la UE): a) Programas de mantenimiento, inspecciones y comprobaciones de mantenimiento. Directivas de aeronavegabilidad. Boletines de servicio, información de servicio de fabricantes. Modificaciones y reparaciones. Documentación de mantenimiento: manuales de mantenimiento, manual de reparación estructural, catálogo ilustrado de componentes, entre otros. Únicamente para las licencias A y B2: Lista maestra de equipamiento mínimo, lista de equipamiento mínimo, lista de desviaciones de despacho. b) Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Equipamiento mínimo. Vuelos de prueba. Únicamente para las licencias B1 y B2: Requisitos de mantenimiento y despacho ETOPS.

### 4. Resortes y transmisiones

Tipos de resortes, materiales, características y aplicaciones. Cojinetes: función de los cojinetes, cargas, material y fabricación. Tipos de cojinetes y su aplicación. Tipos de engranajes y sus aplicaciones. Relación de transmisión, sistemas de engranajes de reducción y multiplicación, engranajes conductores y conducidos, engranajes intermedios, formas de engranes. Correas y poleas, cadenas y ruedas dentadas.

### 5. Cables de mando (ATA 27)

Tipos de cables. Herrajes finales, tensores y dispositivos de compensación. Poleas y componentes del sistema de transmisión por cable. Cables tipo Bowden. Sistemas de mando flexible de aeronaves.

### 6. Tren de aterrizaje (ATA 32)

Estructura, amortiguación. Sistemas de extensión y retracción: normales y de emergencia. Indicaciones y avisos. Ruedas, frenos, sistemas antideslizamiento y de frenado automático. Neumáticos. Dirección. Dispositivo de detección de toma de tierra. Patines, flotadores.

### 7. Mandos de vuelo (ATA27)

Mandos principales (alergones, timón de profundidad, timón de dirección, spoilers). Control de compensación. Control de carga activa. Dispositivos hipersustentadores. Amortiguador de sustentación, frenos aerodinámicos. Funcionamiento del sistema: manual, hidráulico, neumático, eléctrico, mando electrónico. Sensación artificial, amortiguador de guiñada, compensación de Mach, limitador del timón de dirección, sistemas de bloqueo contra ráfagas. Equilibrado y reglaje. Sistema de protección y alerta de entrada en pérdida.

**8. Cables eléctricos y conectores (ATA 24)**

Cables de alta tensión y coaxiales. Engarzado a presión. Tipos de conectores, patillas, enchufes, casquillos, aislantes, intensidades y tensiones nominales, acoplamiento, códigos de identificación.

**9. Tipos de planos y diagramas, sus símbolos, dimensiones, tolerancias y proyecciones. Información del cajetín de un plano**

Tipos de planos y diagramas, sus símbolos, dimensiones, tolerancias y proyecciones. Información del cajetín de un plano. Microfilmación, microfichas y presentaciones por ordenador. Especificación 100 de la Asociación de Transporte Aéreo de EE.UU. (ATA). Normas aeronáuticas y otras aplicables, como ISO, AN, MS, NAS y MIL. Diagramas de cableado y diagramas esquemáticos.

**10. Sistemas de interconexión de cableado eléctrico (EWIS) en mandos de vuelo y tren de aterrizaje**

Manuales de Cableado. Inspección del Cableado. Mantenimiento y Limpieza. Conductores y Cables. Métodos de Conexión.

**Parámetros de contexto de la formación:****Espacios e instalaciones:**

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller. Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

**Perfil profesional del formador o formadora:**

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con el mantenimiento/ reparación de los mandos de vuelo y tren de aterrizaje de helicópteros, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

## MÓDULO FORMATIVO 6: MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS, DE AVIÓNICA Y A BORDO DE LAS AERONAVES

Nivel: 3

Código: MF2540\_3

Asociado a la UC: Mantener los sistemas eléctricos, de aviónica y a bordo de las aeronaves

Duración: 230 horas

### Capacidades y criterios de evaluación:

C1: Aplicar técnicas de revisión en línea del sistema eléctrico (batería, breaker, relays, generador de corriente continua o alterna, paneles de sistema eléctrico, entre otras) de la aeronave, garantizando su operatividad, utilizando el Manual de Mantenimiento de la aeronave y los equipos de prueba y medida.

*CE1.1 Aplicar la verificación a la batería con los equipos de prueba y medida (banco de pruebas, polímetros, densímetro, entre otros), comprobando que los vasos están llenos (marca de nivel en la medida establecida), los tiempos de descarga, ciclos de carga y descarga, tensión individual, voltaje mínimo (24 voltios en caso de arranque con APU), conectando la puesta en marcha y midiendo que la demanda de consumo no cae por debajo de la tensión mínima, cambiándola por una nueva si su capacidad está por debajo del 80%, asegurando la alimentación eléctrica de la aeronave.*

*CE1.2 Explicar procesos de diagnóstico de los breaker y las conexiones de los elementos eléctricos, comprobando que no tienen cortes que provoquen restricciones de corriente, sustituyendo por unos nuevos en cada caso.*

*CE1.3 Aplicar procedimiento de control a los relays, contactores, transformadores, rectificadores, entre otros, observando que no están agrietados, oxidados o deteriorados, realizando pruebas de funcionamiento con una fuente de alimentación o banco de trabajo específico, comprobando la tensión, intensidad o resistencia, siguiendo las indicaciones del Manual de Mantenimiento de la aeronave.*

*CE1.4 Aplicar procedimiento de diagnóstico del generador de corriente continua o alterna de la aeronave, observando signos de calentamiento, desgaste, corrosión, pérdidas de refrigerante, entre otras, y con el banco de comprobación la tensión, intensidad y frecuencia, sustituyendo en cada caso, con la herramienta común (destornilladores, llaves de vaso, de codo, entre otras), restaurando la alimentación eléctrica en la aeronave.*

*CE1.5 Describir el método de verificación de los elementos eléctricos y electrónicos (bobinado, placa base, entre otros), poniendo el motor en marcha realizando pruebas funcionales, observando su funcionamiento y obteniendo datos con el dispositivo de diagnóstico, detectando y corrigiendo posibles averías siguiendo el manual de mantenimiento de la aeronave.*

*CE1.6 Explicar técnicas de inspección de los mazos de cables, observando que las camisas y fundas no se encuentran agrietadas, raspadas o quemadas, profundizando en las áreas críticas (pasamuros, fijaciones de bridas, cintas, entre*

*otras), reparándolas, crimpando, o cambiando los tramos afectados, siguiendo el manual técnico de la aeronave.*

*CE1.7 Explicar el método de comprobación visual de los paneles del sistema eléctrico y todos sus elementos su sujeción y conexión, reparando o cambiando el componente afectado, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.*

*CE1.8 Describir el proceso de verificación de las observaciones formuladas en el libro de la aeronave (mal funcionamiento, incidentes, sensaciones, entre otras), ejecutando la diagnosis correspondiente a cada caso y condición.*

C2: Aplicar técnicas de revisión/reparación en línea del sistema de iluminación, mazos de cable, generadores de corriente alterna de la aeronave para garantizar su operatividad, utilizando la documentación técnica y los equipos necesarios.

*CE2.1 Explicar el proceso de verificación de las luces de puesto de pilotaje (luz de techo ambiente, lámpara portátil de lectura y luces de lectura), sometiéndolas a una prueba funcional, observando que lucen o realizando a una prueba de diagnóstico con el multímetro en cada caso, siguiendo el troubleshooting del manual, asegurando la iluminación en momentos de poca visibilidad.*

*CE2.2 Describir la técnica de verificación visual de las luces de iluminación de cabina de carga, ambiente y emergencia, observando que lucen todas o realizando una prueba de diagnóstico con el multímetro en cada caso, siguiendo el troubleshooting del manual.*

*CE2.3 Explicar la técnica de inspección visual de las luces de iluminación exterior, luces de posición, luz anticollisión o estroboscópica y luz de landig o faro principal, y a través de una prueba funcional, detectando posibles daños antes y después de cada vuelo (rotura del cristal, suciedad, entre otras), asegurando su funcionamiento, siguiendo pautas marcadas por el manual de mantenimiento de la aeronave.*

*CE2.4 Describir el diagnóstico de las averías y el mantenimiento en el sistema de iluminación de la aeronave, siguiendo los pasos marcados por el Manual de Mantenimiento de la aeronave (comprobaciones, pruebas funcionales, esquemas de cableado, entre otras), y con los útiles de prueba y medida (polímetros, osciloscopios, crimpadoras, entre otras), con los elementos montados en la aeronave o desmontando y comprobándolos en los bancos de trabajo.*

*CE2.5 Explicar el método de comprobación de las luces de aviso FIRE, RPM y MASTER CAUTION, pulsando el botón que enciende las luces de aviso y poniendo el selector en reset, y comprobando la luz del pedestal, reponiendo la luz, presionando con el dedo para sacarla y sustituirla.*

*CE2.6 Describir la inspección visual de la prueba de apantallamiento de los cables con el equipo de pruebas los mazos, observando que no hay cortes y no sufren daños las mallas protectoras, comprobando que no estén ni muy tensos ni muy sueltos, asegurando que los radios de curvatura de los cables no están doblados, evitando dañar el núcleo.*

C3: Aplicar técnicas de mantenimiento programado y no programado de los equipos y componentes de los sistemas de navegación, vuelo automático y comunicaciones de las

aeronaves, sustituyendo los equipos de posicionamiento inercial Global Positioning System (GPS), elementos de transmisión y recepción de radio navegación, comunicaciones por voz y datos en HF, VHF y Satellite Communications (SATCOM), antenas emisoras y receptoras, reparando o sustituyendo los conectores y contactos de las líneas coaxiales de RF de distribución y transmisión, líneas de cableado digitales y discretas para recuperar la capacidad radio navigation (RNAV) y la transmisión de voz y datos.

*CE3.1 Aplicar procesos de comprobación, sustitución y reparación a los equipos y componentes encargados de la navegación de la aeronave (Very High Frequency Omnidirectional Range (VOR), Instrument Landing System (ILS), Microwave Landing System (MLS), Automatic Direction Finding (ADF), Distance Measuring Equipment (DME), Very Low Frequency/Navigation System (VLF/Omega), radar meteorológico (WXR), transpondedor (ATC), radioaltímetro (RA), antenas y guías de onda, sistemas de gestión y guiado de vuelo automático (FMS), sistema automático de control del vuelo (AFCS), sistemas de posicionamiento por satélite GNSS (GPS, GLONAS, GALILEO), datos de aire (sondas de pitot y estática, Angle Of Attack AOA, Total Air Temperature (TAT), Central Air Data Computer (CADC), plataformas inerciales y acelerómetros (IRS).*

*CE3.2 Aplicar procesos de comprobación, sustitución y reparación a los equipos y componentes del sistema de comunicaciones, transmisores y receptores (UHF, VHF, HF, SATCOM), antenas, acopladores, paneles de control, así como todos sus componentes periféricos.*

*CE3.3 Aplicar procesos de comprobación, sustitución y reparación de redes de cableado de transmisión/recepción de datos, señales discretas de líneas coaxiales y fibra óptica, entre otras.*

*CE3.4 Aplicar procesos de comprobación, sustitución y reparación de elementos eléctricos y electrónicos de equipos, componentes, sistemas de navegación, vuelo automático y comunicaciones de las aeronaves.*

C4: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de los equipos y componentes encargados del control e indicación de la planta de potencia, generación eléctrica e instrumentación en las aeronaves, realizando pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas, usando controles de la aeronave, interruptores, pruebas BITE, ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo, observando los avisos de la prueba «go-no-go» sin interpretación de valores, según el Manual de Mantenimiento de la aeronave, sustituyendo los equipos de generación y distribución de AC y DC (generadores y dinamos, baterías, TRs, inversores estáticos, entre otros), dispositivos de supervisión eléctrica (GCU, ECMU), dispositivos electromagnéticos de protección (CBs, RCCBs,) y dispositivos de control de motor FADEC (ECU, EIU, EVMU), sensores de temperatura, presión, vibración, entre otros), así como sus indicaciones en el Cockpit.

*CE4.1 En un supuesto práctico de verificación de los equipos electrónicos de control y los componentes periféricos del motor, FADEC (EIU, VMU, ECU), instrumentos de indicación, alimentación de combustible, sensores de presión, temperatura, flujo, transmisores de nivel, actuadores eléctricos, captadores de vibración, detectores de fuego y sus elementos de extinción, los componentes encargados de la generación y distribución de la potencia eléctrica, generadores de AC y dinamos, GCUS, inversores estáticos, baterías y sus dispositivos de carga, transformadores rectificadores, equipos de distribución ECMU, contactores, RCCBS, relés y CBs, así como la red de distribución eléctrica, se comprueban con los equipos de prueba*

*y medida (voltímetro, óhmetro osciloscopio, frecuencímetros, entre otros), los componentes del sistema de instrumentación de la aeronave, transductores de presión, temperatura, revoluciones, posición y velocidad, entre otras, instrumentos giroscópicos y electromecánicos, instrumentos digitales, EFIS, pantallas de rayos catódicos, cristal líquido, LED, sistema de iluminación de cabina de vuelo, CVR, DFDR, DAR, así como los sistemas centralizados de mantenimiento, CMS, CFDS, entre otros, realizar:*

- Pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas.*
- Pruebas BITE.*
- Comprobaciones con el ordenador central de mantenimiento.*
- Verificaciones con equipos de prueba externo sin interpretación de valores.*
- Comprobaciones básicas (resistencia, intensidad y tensión) con equipos de prueba y medida (voltímetro, óhmetro osciloscopio, frecuencímetros, entre otros).*

*CE4.2 Comprobar redes de cableado eléctrico y buses de transmisión/recepción de datos con los equipos de prueba (voltímetro, amperímetro, óhmetro, espectrofotómetros, analizadores digitales, entre otros), siguiendo los procedimientos EWIS, modificando de acuerdo a los boletines de trabajo, interpretando planos, esquemas eléctricos y reparando o sustituyendo las líneas de cableado que no superen las pruebas realizadas.*

*CE4.3 Aplicar diagnóstico y análisis de averías de los elementos eléctricos y electrónicos, usando equipos de prueba y medida (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la aeronave y reemplazar elementos defectuosos.*

C5: Aplicar técnicas de mantenimiento programado y no programado de los equipos y componentes encargados del control e indicación de los sistemas mecánicos de mandos de vuelo, potencia hidráulica, tren de aterrizaje, célula, neumático, combustible, oxígeno, aguas, protección contra el hielo/lluvia y luces en la aeronave, realizando pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas, usando controles de la aeronave, interruptores, pruebas BITE, ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, observando los avisos de la prueba «go-no-go», sin interpretación de valores, según el Manual de Mantenimiento de la aeronave y sustituyendo los computadores de control de los diferentes sistemas mecánicos e instrumentos de indicación en el Cockpit.

*CE5.1 En un supuesto práctico de verificación de equipos de control y componentes periféricos de los sistemas de aire acondicionado y presurización, luces exteriores, protección contra el hielo y la lluvia, protección contra incendios, agua y residuos, oxígeno, sistemas de combustible, hidráulico, neumático, tren de aterrizaje componentes electrónicos de gestión, control y operación de los mandos de vuelo, computadores y periféricos del sistema FLY BY WIRE así como sus como sus elementos de actuación, realizar:*

- Pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas.*

- Pruebas BITE.
- Comprobaciones con el ordenador central de mantenimiento.
- Verificaciones con equipos de prueba externo sin interpretación de valores.
- Comprobaciones básicas (resistencia, intensidad y tensión) con equipos de prueba y medida (voltímetro, óhmetro osciloscopio, frecuencímetros, entre otros).

*CE5.2 Aplicar comprobación y mantenimiento a las instalaciones eléctricas y los componentes del sistema de combustible, sensores de temperatura, sondas de cantidad, densitómetros, compensadores de nivel, concentradores de datos, computadores de gestión, panel de repostado e instrumentos de indicación utilizando equipos de prueba y medida (osciloscopio, frecuencímetro, analizadores digitales, espectrómetro y milióhmetro, entre otros) y controlando valores (resistencia, tensión, intensidad, entre otras), cambiando los elementos del sistema.*

*CE5.3 Aplicar comprobaciones (resistencia, intensidad, frecuencia, entre otras) a los componentes o elementos desmontados, con equipos de prueba y medida (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros).*

*CE5.4 Aplicar comprobaciones (resistencia, intensidad, frecuencia, entre otras) a las redes de cableado eléctrico, distribución de alimentación, transmisión/recepción de datos analógicos, señales discretas, transmisión/recepción de datos, líneas coaxiales y fibra óptica, entre otras, con los equipos de prueba (polímetro, megóhmetro, milióhmetro, espectrómetros, analizadores ópticos y digitales, bancos/equipos de comprobación externos, entre otros).*

*CE5.5 Aplicar técnicas de diagnóstico, análisis y reparación de elementos eléctricos de los sistemas mecánicos, usando equipos de prueba y medida (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la aeronave.*

C6: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas eléctricos y electrónicos de información, entretenimiento y confortabilidad interior de la aeronave y E.L.T. (Emergency Locator Transmitter), realizando pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas, usando controles de la aeronave, interruptores, pruebas BITE, ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, observando los avisos de la prueba «go-no-go» sin interpretación de valores y reemplazando los elementos defectuosos y usando el Manual de Mantenimiento de la aeronave, restaurando la operatividad de los sistemas.

*CE6.1 En un supuesto práctico de verificación de equipos y elementos del sistema de gestión y control de cabina de pasaje, computadores de gestión, equipos de distribución DEU, iluminación normal y de emergencia, paneles de información y control FAP, AIP, anunciadores (NS, FSB, RTS), teléfonos de intercomunicación de cabina, altavoces, equipos y elementos de las redes inalámbricas internas de telefonía y datos móvil, equipos de gestión de redes, antenas y paneles de control, realizar:*

- Pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas.

- Pruebas BITE.
- Comprobaciones con el ordenador central de mantenimiento.
- Verificaciones con equipos de prueba externo sin interpretación de valores.
- Comprobaciones básicas (resistencia, intensidad y tensión) con equipos de prueba y medida (voltímetro, óhmetro osciloscopio, frecuencímetros, entre otros).

*CE6.2 Aplicar comprobaciones (resistencia, intensidad, frecuencia, entre otras) a las redes de cableado eléctrico, buses de transmisión/recepción de datos, cables coaxiales, fibra óptica, entre otras, con los equipos de prueba (polímetro, megóhmetro, milióhmetro, espectrómetros, analizadores ópticos y digitales, bancos/equipos de comprobación externos, entre otros), siguiendo los procedimientos EWIS y adaptando funciones a los sistemas.*

*CE6.3 Aplicar técnicas de diagnóstico, análisis y reparación a los elementos eléctricos de los sistemas del interior de cabina, causas que las producen, determinando el proceso de reparación en los tiempos operativos previstos, usando equipos de prueba y medida (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la aeronave.*

*CE6.4 Aplicar comprobación visual de la E.L.T. (Emergency Locator Transmitter), realizando un diagnóstico autotest, activando el switch remoto y la antena, observando las placas identificativas y moviendo bruscamente el conjunto E.L.T, comprobando que se activa el G-Switec, sustituyendo la batería de la E.L.T. en cada caso, registrando en el Certificado de Puesta en Servicio la fecha de sustitución, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.*

*CE6.5 Cumplimentar un certificado de aptitud para un servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de una aeronave tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.*

### **Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo:**

C1 completa; C2 completa; C3 completa; C4 completa; C5 completa; C6 completa.

Otras capacidades:

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Demostrar resistencia al estrés, estabilidad de ánimo y control de impulsos.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

Valorar el talento y el rendimiento profesional con independencia del sexo.

Promover la igualdad de trato entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

## Contenidos:

### 1. Herramientas y equipos de los sistemas eléctricos, de aviónica y a bordo de las aeronaves

Tipos comunes de herramientas manuales. Tipos comunes de herramientas mecánicas. Manejo y utilización de herramientas de medición de precisión. Equipos y métodos de lubricación. Funcionamiento, función y utilización de equipos de comprobaciones eléctricas generales. Corrosión. Dispositivos de fijación. Tuberías y empalmes. Resortes. Cojinetes. Transmisiones. Cables de mando. Cables eléctricos y conectores.

### 2. Física y matemáticas aplicadas a la generación de electricidad

Producción de electricidad por los siguientes métodos: luz, calor, fricción, presión, acción química, magnetismo y movimiento. Terminología eléctrica, sus unidades y los factores que los afectan: diferencia de potencial, fuerza electromotriz, tensión, intensidad de la corriente, resistencia, conductancia, carga, flujo de corriente convencional, flujo de electrones.

Fuentes de corriente continua: estructura y reacciones químicas básicas de pilas primarias, pilas secundarias, pilas de plomo-ácido, pilas de níquel-cadmio y otras pilas alcalinas. Conexión de pilas en serie y en paralelo. Resistencia interna y su efecto sobre una batería. Estructura, materiales y funcionamiento de los termopares. Funcionamiento de las células fotoeléctricas.

Circuitos de corriente continua: Ley de Ohm, Leyes de Kirchhoff sobre tensión e intensidad. Cálculos realizados usando las leyes anteriores para hallar la resistencia, la tensión y la intensidad. Importancia de la resistencia interna de una fuente de alimentación.

Resistencia y resistores: resistencia y factores que la afectan. Resistencia específica. Código de colores de resistores, valores y tolerancias, valores nominales preferidos, especificaciones de potencia. Resistores en serie y en paralelo. Cálculo de la resistencia total usando resistores en serie, en paralelo y combinaciones en serie y en paralelo. Funcionamiento y utilización de potenciómetros y reóstatos. Funcionamiento del puente de Wheatstone.

Conductancia con coeficiente de temperatura positivo o negativo: resistores fijos, estabilidad, tolerancia y limitaciones, métodos de fabricación. Resistores variables, termistores, resistores dependientes de la tensión. Estructura de los potenciómetros y reóstatos. Estructura de los puentes de Wheatstone.

Potencia: potencia, trabajo y energía (cinética y potencial). Disipación de potencia por un resistor. Fórmula de la potencia. Cálculos con potencia, trabajo y energía.

Capacidad y condensadores: funcionamiento y función de un condensador. Factores que afectan a la capacidad: área de las placas, distancia entre placas; número de placas; dieléctrico y constante del dieléctrico, tensión de funcionamiento y tensión nominal. Tipos de condensadores, estructura y función. Código de colores para condensadores. Cálculo de la capacidad y la tensión en circuitos serie y paralelo. Carga y descarga exponencial de un condensador, constantes de tiempo. Comprobaciones de condensadores.

Magnetismo: propiedades de un imán. Acción de un imán inmerso en el campo magnético terrestre. Magnetización y desmagnetización. Blindaje magnético. Tipos de materiales magnéticos. Principios de funcionamiento y fabricación de electroimanes. Regla de la mano derecha para determinar el campo magnético alrededor de un conductor que transporta corriente eléctrica. Fuerza magnetomotriz, intensidad de campo magnético, densidad del flujo magnético, permeabilidad, ciclo de histéresis, magnetismo remanente, fuerza coercitiva, reluctancia, punto de saturación, corrientes parásitas. Precauciones en el manejo y almacenamiento de imanes. Inductancia e inductores. Ley de Faraday. Inducción de una tensión en un conductor en movimiento dentro de un campo magnético. Principios de la inducción. Efectos de los siguientes factores sobre la magnitud de una tensión inducida: intensidad del campo magnético, velocidad de cambio del flujo, número de espiras del conductor. Inducción mutua. Efecto que tiene la velocidad de cambio de la corriente primaria y la inductancia mutua sobre la tensión inducida. Factores que afectan a la inductancia mutua: número de espiras de la bobina, tamaño físico de la bobina, permeabilidad de la bobina, posición de las bobinas entre sí. Ley de Lenz y reglas para determinar la polaridad. Fuerza contra electromotriz, autoinducción. Punto de saturación. Principales usos de los inductores.

Motor/generador de corriente continua: teoría básica de motores y generadores. Fabricación y función de los componentes de un generador de corriente continua. Funcionamiento y factores que afectan a la magnitud y la dirección del flujo de corriente en generadores de corriente continua. Funcionamiento y factores que afectan a la potencia de salida, el par, la velocidad y el sentido de giro de los motores de corriente continua. Motores con excitación en serie, motores con excitación en paralelo y motores con excitación mixta. Estructura de un generador de arranque.

Corriente alterna:

Forma de onda sinusoidal (fase, período, frecuencia, ciclo). Valores de la intensidad de corriente instantánea, media, eficaz, pico, de pico a pico y cálculos de estos valores en relación con la tensión, la intensidad de corriente y la potencia. Ondas triangulares/cuadradas. Corriente monofásica y la trifásica.

Circuitos resistivos (R), capacitivos (C) e inductivos (L): relación de fase de la tensión y la intensidad de corriente en circuitos L, C y R, en paralelo, en serie y en serie y paralelo. Disipación de potencia en circuitos L, C, R. Impedancia, ángulo de fase, factor de potencia y cálculos de la corriente eléctrica. Cálculos de la potencia eficaz, aparente y reactiva.

Transformadores: funcionamiento y estructura de un transformador. Pérdidas de transformador y métodos para corregirlas. Comportamiento de los transformadores con y sin carga. Transferencia de potencia, rendimiento, marcas de la polaridad. Cálculo de las tensiones e intensidades de línea y de fase. Cálculo de la potencia en un sistema trifásico. Intensidad y tensión primaria y secundaria, relación de espiras, potencia, rendimiento. Autotransformadores.

Filtros: funcionamiento, aplicaciones y utilización de los siguientes filtros (de paso bajo, de paso alto, de paso de banda y eliminador de banda).

Generadores de corriente alterna: rotación de una espira en un campo magnético y forma de onda generada. Funcionamiento y estructura de generadores de corriente alterna de inducido y campo giratorios. Alternadores monofásicos, bifásicos y trifásicos. Ventajas y utilización de las conexiones trifásicas en triángulo y en estrella. Generadores de imán permanente.

Motores de corriente alterna: estructura, de funcionamiento y características de: motores síncronos y de inducción de corriente alterna, monofásicos y polifásicos. Métodos de control de la velocidad y el sentido de giro. Métodos para producir un campo giratorio: condensador, inductor, polo, dividido o blindado.

### **3. Legislación aplicada al mantenimiento de los sistemas eléctricos, de aviónica y a bordo de las aeronaves**

Marco regulador. Papel de la Organización de Aviación Civil Internacional. Papel de la Comisión Europea. Papel de la EASA. Papel de los Estados miembros y las autoridades nacionales de aviación. Personal certificador. Mantenimiento. Comprensión detallada de la Parte 66. Empresas de mantenimiento aprobadas. Comprensión detallada de la Parte 145 y de la Parte M, subparte F. Operaciones aéreas. Certificado de Operador Aéreo. Certificación de aeronaves, componentes y equipos a) Generalidades. Comprensión general de la Parte 21 y especificaciones de certificación de la EASA CS-23, 25, 27, 29. b) Documentos. Certificado de aeronavegabilidad. Certificados restringidos de aeronavegabilidad y autorización de vuelo. Certificado de matrícula. Certificado de niveles de ruido. Distribución del peso. Licencia y autorización de emisora de radio. Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de las disposiciones de la Parte 21 relativas al mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de la Parte M. Requisitos nacionales e internacionales aplicables para (si no son anulados por los requisitos de la UE): a) Programas de mantenimiento, inspecciones y comprobaciones de mantenimiento. Directivas de aeronavegabilidad. Boletines de servicio, información de servicio de fabricantes. Modificaciones y reparaciones. Documentación de mantenimiento: manuales de mantenimiento, manual de reparación estructural, catálogo ilustrado de componentes, entre otros. Únicamente para las licencias A y B2: Lista maestra de equipamiento mínimo, lista de equipamiento mínimo, lista de desviaciones de despacho. b) Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Equipamiento mínimo. Vuelos de prueba. Únicamente para las licencias B1 y B2: Requisitos de mantenimiento y despacho ETOPS.

### **4. Motores de corriente alterna**

Estructura, principios de funcionamiento y características de: motores síncronos y de inducción de corriente alterna, monofásicos y polifásicos. Métodos de control de la velocidad y el sentido de giro.

Métodos para producir un campo giratorio: condensador, inductor, polo, dividido o blindado. Caracterización de las leyes eléctricas y magnéticas. Cálculo de circuitos de corriente continua y alterna. Cálculo y dimensionamiento de baterías en carga y descarga. Diagnóstico de averías eléctricas. Diagnóstico de averías en máquinas eléctricas. Procesos de montaje y desmontaje de máquinas eléctricas. Proceso de ajuste y sustitución de equipos eléctricos y electrónicos. Procesos de reemplazo, recarga e instalaciones de baterías. Interpretación y manejo de documentación técnica. Comprobación de circuitos con resistencias en serie y en paralelo. Cálculo de corrientes y tensiones en circuitos eléctricos de corriente alterna y continua. Comprobación de carga y descarga de condensadores. Realización de actividades relacionadas con el control de automatismos con relés en

circuitos monofásicos. Interpretación de las leyes eléctricas y magnéticas aplicadas sobre máquinas eléctricas. Funcionamiento e inspección de máquinas eléctricas de corriente alterna y continua. Comprobación de un generador de corriente alterna. Funcionamiento e inspección de baterías.

Diodos: símbolos de diodos. Características y propiedades de los diodos. Diodos en serie y en paralelo. Principales características y utilización de rectificadores controlados por silicio (tiristores), diodos de emisión de luz, diodos fotoconductores, resistencias variables, diodos rectificadores. Ensayos de funcionamiento de diodos

Transistores: símbolos de transistores. Descripción y orientación de los componentes. Características y propiedades los transistores.

## 5. Circuitos integrados. Servomecanismos

Descripción y funcionamiento de circuitos lógicos y circuitos lineales/amplificadores operacionales. Placas de circuitos impresos. Descripción y utilización de placas de circuitos impresión Comprensión de los siguientes términos: sistemas de bucle abierto y bucle cerrado, retroalimentación, seguimiento, transductores analógicos. Principios de funcionamiento y utilización de los siguientes componentes y características de un sistema síncrono: reductores, diferencial, regulación y par, transformadores, transmisores de inductancia y capacitancia.

## 6. Teoría de los electrones. Electricidad estática y conducción

Estructura y distribución de las cargas eléctricas dentro de: átomos, moléculas, iones, compuestos. Estructura molecular de los conductores, los semiconductores y los aislantes. Teoría de los electrones: estructura y distribución de las cargas eléctricas dentro de: átomos, moléculas, iones, compuestos. Estructura molecular de los conductores, los semiconductores y los aislantes. Electricidad estática y distribución de las cargas electrostáticas. Leyes electrostáticas de atracción y repulsión. Unidades de carga, Ley del Coulomb. Conducción de la electricidad en sólidos, líquidos, gases y en el vacío.

Conductores, los semiconductores y los aislantes.

## 7. Sistemas de instrumentos electrónicos

Disposición de sistemas típicos de instrumentos electrónicos y distribución en la cabina de vuelo. Sistemas de numeración: sistemas de numeración: binario, octal y hexadecimal. Demostración de conversiones entre los sistemas decimal y el binario, el octal y el hexadecimal, y viceversa. Conversión de datos: datos analógicos, datos digitales. Operación y aplicación de analógico a digital, conversores de digital a analógico, entradas y salidas, limitaciones de distintos tipos. Buses de datos: funcionamiento de buses de datos en sistemas de aeronaves, incluido el conocimiento de ARINC y otras especificaciones. Red/Ethernet de la aeronave. Circuitos lógicos: identificación de símbolos comunes de puertas lógicas, tablas y circuitos equivalentes. Aplicaciones utilizadas en sistemas de aeronaves, diagramas esquemáticos. Estructura básica de un ordenador: terminología informática (como bit, byte, software, hardware, CPU, circuito integrado y diferentes dispositivos de memoria, como RAM, ROM y PROM). Tecnología informática aplicada a sistemas de aeronaves. Fibra óptica: ventajas y desventajas de la transmisión de datos por fibra óptica respecto a la transmisión por cable eléctrico. Bus de datos de fibra óptica. Términos relacionados con la fibra óptica. Terminaciones. Acopladores, terminales de control, terminales remotos. Aplicación de la fibra óptica en sistemas de aeronaves. Indicadores visuales electrónicos: principios de funcionamiento de tipos comunes de indicadores visuales usados en aeronaves modernas, como: tubos

de rayos catódicos, diodos emisores de luz y pantallas de cristal líquido. Dispositivos sensibles a cargas electrostáticas: manipulación especial de componentes sensibles a descargas electrostáticas. Conocimiento de los riesgos y posibles daños, dispositivos de protección contra cargas electrostáticas para personas y componentes. Control de gestión de software: conocimiento de las restricciones, los requisitos de aeronavegabilidad y los posibles efectos catastróficos producidos por cambios no aprobados a programas de software. Entorno electromagnético: influencia de los siguientes fenómenos en las prácticas de mantenimiento de sistemas electrónicos EMC: compatibilidad electromagnética. EMI: interferencia electromagnética. HIRF: campo de radiación de alta intensidad. Rayos/ Protección contra rayos. Sistemas típicos electrónicos/digitales en aeronaves: disposición general de los sistemas típicos electrónicos/digitales de aeronaves y sus equipos asociados (BITE), (ACARS-ARINC Communication and Addressing and Reporting System (Sistema de notificación, dirección y comunicación de ARINC). EICAS -Engine Indication and Crew Alerting System (Sistema de indicación de los motores y de alerta a la tripulación). FMS-Flight Management System (Sistema de gestión del vuelo). IRS -Inertial Reference System (Sistema de referencia inercial). ECAM -Electronic Centralised Aircraft Monitoring (Supervisión centralizada electrónica de aeronaves). EFIS -Electronic Flight Instrument System (Sistema de instrumentos electrónicos de vuelo). GPS -Global Positioning System (Sistema de posicionamiento global). TCAS -Traffic Alert Collision Avoidance System (Sistema de alerta de tráfico aéreo para la prevención de colisiones). Aviónica modular integrada (IMA). Sistemas de cabina. Sistemas de información. Protección contra el hielo y la lluvia (ATA 30) 1 Formación de hielo, clasificación y detección. Sistemas antihielo: eléctricos, de aire caliente y químicos. Sistemas de deshielo: eléctricos, de aire caliente, neumáticos y químicos. Repelentes de lluvia. Procedimientos de deshielo y antihielo. Suministro eléctrico, hidráulico y neumático en tierra.

#### **8. Sistemas de instrumentación/aviónica. Suministro eléctrico (ATA 24). Sistemas de interconexión de cableado eléctrico (EWIS)**

Sistemas de instrumentación (ATA 31). Pitot estático: altímetro, anemómetro, variómetro. Giroscópicos: horizonte artificial, director de posición de vuelo, indicador de dirección, indicador de situación horizontal, indicador de viraje y deslizamiento, coordinador de virajes. Brújulas: de lectura directa, de lectura a distancia. Sistemas de indicación de vibración - HUMS. Cabina de vuelo de cristal. Otros indicadores de sistemas de la aeronave. Sistemas de aviónica: piloto automático (ATA 22). Comunicaciones (ATA 23). Sistemas de navegación (ATA 34). Suministro eléctrico (ATA 24): Instalación y funcionamiento de baterías. Generación de corriente continua, generación de corriente alterna. Generación de suministro de emergencia. Protección contra incendios (ATA 26) Instalación y funcionamiento de baterías. Generación de suministro de corriente continua. Regulación de la tensión. Distribución de potencia. Protección de circuitos. Inversores, transformadores. Manuales de Cableado. Inspección del Cableado. Mantenimiento y Limpieza. Conductores y Cables. Métodos de Conexión.

#### **Parámetros de contexto de la formación:**

#### **Espacios e instalaciones:**

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller. Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación.

- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

**Perfil profesional del formador o formadora:**

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con el mantenimiento de los sistemas eléctricos, de aviónica y a bordo de las aeronaves, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.

- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

**MÓDULO FORMATIVO 7: MANTENIMIENTO/REPARACIÓN DE LA ESTRUCTURA Y LA CÉLULA DE AERONAVES****Nivel: 3****Código: MF2539\_3****Asociado a la UC: Mantener/ reparar la estructura y la célula de aeronaves****Duración: 270 horas****Capacidades y criterios de evaluación:**

C1: Aplicar operaciones de mantenimiento programado de la estructura primaria y secundaria de la aeronave, verificando visualmente a través de una General Visual Inspection (GVI), el revestimiento, cuadernas y largueros, sujeciones, bordes de aperturas de registros, carenados, puertas de acceso, alojamientos y compuertas del tren, sus herrajes de sujeción, compartimento electrónico, el radome, carenados, las alas y sus elementos móviles (slats, flaps, spoilers y alerones), registros de tanque de combustible, pylons o engine mounts, góndolas y carenados, los Wing tips, bordes de ataque y salida de alas, puertas, paneles de inspección, compuertas de servicio, estructura interna y externa, herrajes de los estabilizadores, tirantes de refuerzo, las fijaciones, registros de mantenimiento, cajón de estabilizadores vertical y horizontal, entre otros, realizando reparaciones y aplicando la protección indicada en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave y el Manual de Reparaciones Estructurales (S.R.M.) con la ayuda de la herramienta, utillaje y medios (herramientas de medición, calibres, micrómetros, plataformas elevadoras, iluminación, entre otros), asegurando la integridad estructural de las aeronaves.

*CE1.1 Explicar el proceso de selección de plataformas móviles, arneses de seguridad y equipos de iluminación, entre otros, preparando las tareas de inspección, ajustando las condiciones de trabajo al procedimiento establecido en materia de seguridad e higiene.*

*CE1.2 Describir la limpieza de la estructura externa e interna, procurando accesos, inspeccionando visualmente que no ha sufrido ningún deterioro, siguiendo las tareas*

*estándar recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave e instrucciones de la empresa de mantenimiento responsable.*

*CE1.3 Realizar la verificación de la estructura exterior e interior, realizando una inspección general visual (GVI), detectando abolladuras, grietas, corrosión, holguras, desgastes, entre otros, en el revestimiento, cuadernas y largueros, sujeciones, bordes de aperturas de registros de mantenimiento, carenados, puertas de acceso, alojamiento de tren delantero, sus herrajes de sujeción, compartimento electrónico, entre otras, asegurando el estado del fuselaje delantero de la aeronave.*

*CE1.4 Describir la identificación de los daños encontrados en la inspección y que no estén controlados en el mapa de daños de la aeronave, ubicándolos y midiéndolos, reparando o sustituyendo, siguiendo el Structural Repair Manual (S.R.M).*

*CE1.5 Explicar la valoración de los daños estructurales, determinando su reparación o no, según las tolerancias marcadas en el S.R.M. (Structural Repair Manual).*

*CE1.6 Realizar los accesos para las reparaciones, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, utilizando los medios de seguridad e higiene, garantizando la integridad de los componentes estructurales adyacentes.*

*CE1.7 Preparar los materiales utilizados en las reparaciones del fuselaje, asegurando que están normalizados todos los componentes (láminas metálicas, materiales compuestos, fijaciones, sellantes, entre otros), aplicando los productos de reparación siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE1.8 Describir la aplicación de aislantes en la estructura de la aeronave reparada, aislando de la corrosión con los productos de protección (imprimaciones, pinturas de acabado, inhibidores de corrosión, entre otros) indicados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, siguiendo las instrucciones de trabajo recogidas en las fichas de los productos aplicados, asegurando la durabilidad de la intervención y generando el documento de trazabilidad de la intervención.*

C2: Aplicar procedimiento de reparación de daños (abolladuras, arañazos, hendiduras, grietas, perforaciones, corrosiones, delaminaciones, entre otros), en estructuras de aluminio, acero y materiales compuestos en aeronaves, identificando daños visualmente, evaluando los componentes siguiendo las indicaciones del Manual de Reparaciones Estructurales (S.R.M.) o instrucciones de reparación aprobadas por una Organización de Diseño (DOA), reparándolas con la ayuda de herramientas de corte, limas, abrasivos, remachadoras, soldadoras, sellantes, fibra, adhesivos, calibres, galgas, entre otros.

*CE2.1 Clasificar como menores de acuerdo a sus dimensiones de profundidad y extensión dadas en el Manual de Reparaciones Estructurales (S.R.M.), los daños en el revestimiento, abolladuras, arañazos o hendiduras, rellenando con masilla aerodinámica suave con espátula en el contorno circundante de la piel de la aeronave sin cubrir la parte superior de los elementos de fijación, pintando la zona reparada de acuerdo a las prácticas estándar del Manual de Mantenimiento.*

*CE2.2 Clasificar de acuerdo a sus dimensiones de profundidad y extensión dadas en el Manual de Reparaciones Estructurales (S.R.M.), los daños mayores en el revestimiento de aleación de aluminio, abolladuras, arañazos, hendiduras, corrosiones, grietas o perforaciones, entre otros, reparándolos cortando/eliminando la/s zona/s dañada/s, utilizando discos de corte y redondeando las esquinas con un radio de 0,5*

*pulgadas, añadiendo un refuerzo de una Galga superior al revestimiento dañado, presentándolo sobre la estructura y sujetándolo con el utillaje de fijación (clecos, pinza, entre otras), realizando las filas de remaches de unión recomendados en el S.R.M., tratando las zonas reparadas añadiendo Alodine/Bonderite superficialmente y aplicando imprimación y pintura de acuerdo a las prácticas estándar del Manual de Mantenimiento.*

*CE2.3 Realizar la reparación de los daños en estructuras de fibra de vidrio, lijando, taladrando o saneando, limpiando con disolventes, agregando capas de fibra para igualar el grosor de las capas dañadas en cada caso, impregnando adhesivo y siguiendo el patrón dado en el S.R.M para su curación y acabado.*

*CE2.4 Realizar la reparación de los daños en estructuras de fibra de carbono, saneando la zona dañada y colocando telas de fibra de carbono preimpregnada, alternando la dirección de la fibra de cada capa, aplicando presión sobre las capas y colocando una bolsa de vacío y una lámpara incandescente, aplicando el curado y procedimiento de reparación descrito en el S.R.M. o en el documento aprobado por la DOA, controlando los tiempos de succión y temperatura.*

*CE2.5 Aplicar la reparación de los daños en estructuras de honeycomb, recortando la zona dañada en forma de cilindro, colocando adhesivo en el fondo y laterales del hueco cilíndrico y rellenando el hueco con un cilindro de honeycomb nuevo y cubriendo la superficie con adhesivo de acuerdo con el S.R.M. o reparación aprobada por DOA.*

*CE2.6 Describir el procedimiento de certificación de las reparaciones estructurales, rellenando el certificado de puesta en Servicio (Release to Service Certificate), de acuerdo a documentación aprobada, S.R.M., EASA CS-STAND (basadas en AC 43-13), reparaciones provenientes de Organizaciones de Diseño Aprobadas (DOA) o el propio fabricante.*

**C3:** Aplicar operaciones de mantenimiento programado de la estructura terciaria de la aeronave, visualmente a través de una inspección general, General Visual Inspection (GVI) las butacas, mobiliario interior, paneles de revestimiento, entre otros, realizando reparaciones y aplicando la protección indicada en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave con la ayuda de la herramienta, utillaje y medios (herramientas de medición, calibres, micrómetros, plataformas elevadoras, iluminación, entre otros), asegurando sus características de diseño original.

*CE3.1 Explicar el proceso de selección de las escaleras, plataformas, arneses de seguridad y equipos de iluminación para las tareas de inspección, ajustando las condiciones de trabajo al procedimiento establecido en materia de seguridad e higiene.*

*CE3.2 Describir la limpieza de la estructura externa e interna, procurando accesos, inspeccionando visualmente que no ha sufrido ningún deterioro, siguiendo las tareas estándar recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave e instrucciones de la empresa de mantenimiento responsable.*

*CE3.3 Realizar la inspección del mobiliario, paneles de embellecimiento, carenados, estructura externa e interna, comprobando visualmente su integridad realizando una inspección general visual (GVI), detectando abolladuras, grietas, corrosión,*

*holguras, entre otros, sustituyendo o reparando en cada caso siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE3.4 Verificar los elementos dañados y desmontados del sistema, realizando comprobaciones operacionales que pueden requerir equipos y bancos de prueba externos, y dependiendo del nivel de los daños observados son desechados, reparados o enviados a talleres especializados para su recuperación según las indicaciones del manual del componente afectado.*

*CE3.5 Adecuar los elementos dañados, reparándolos, restaurándolos o sustituyéndolos por otros nuevos, conservando su función aerodinámica y estética de la aeronave.*

C4: Calcular el peso y el balance de la aeronave, asegurando que se encuentra dentro de los valores de la gráfica de la envolvente, que el centro de gravedad no ha variado con carga, entre otras, situándola según las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

*CE4.1 Exponer como se extraen los datos de peso básico en vacío, límites de peso (peso máximo al despegue, peso máximo al aterrizaje), capacidad de combustible, número de pasajeros y zonas de carga (bodegas), brazos del centro de gravedad por estaciones y posición de los asientos de pasajeros según tablas, que se obtienen en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE4.2 Exponer el procedimiento de pesado de la aeronave, asegurando que se cumplen las especificaciones del fabricante en el intervalo cuando sufre una modificación en la estructura y/o equipamiento, realizando un pesado básico en vacío (BEW) calculando la suma del peso de la estructura los componentes, los fluidos de operación y combustible no utilizable.*

*CE4.3 Indicar el peso del modelo específico de la aeronave, extrayéndolo del Manual de Mantenimiento de la Aeronave, pesando la aeronave y recogiendo los datos de la pesada en seco (peso básico + tripulación y equipaje + equipos de emergencia, comidas y bebidas + equipos de servicios de abordaje) pesada sin combustible (peso seco + pasajeros + equipaje y carga), calculando el peso máximo de despegue dentro de los límites operativos indicados.*

*CE4.4 Explicar el método de pesaje de la aeronave, dentro del hangar, sobre ruedas, empleando básculas de plataforma o sobre gatos (Jack points), utilizando sondas de pesaje calibradas y certificadas, conectándolas a una maleta con ordenador para realizar los cálculos, drenando el combustible, comprobando que el aceite de los motores está al máximo, chequeando que los equipos instalados están en su sitio y corresponden con la lista de equipamiento de la aeronave, que la aeronave está elevada y nivelada, el peso básico en vacío y determinando el momento a partir de las lecturas de la báscula, restando los artículos que no forman parte de la aeronave vacía, teniendo en cuenta el combustible y aceite no usables emitiendo un certificado de peso y centrado, teniendo en cuenta las correcciones de los certificados de calibración de las sondas de pesaje y de acuerdo con lo indicado en el Manual de Vuelo y el Manual de Mantenimiento.*

*CE4.5 Exponer el cálculo de la envolvente de la aeronave, utilizando las gráficas contenidas en el manual de mantenimiento o manual de vuelo de la aeronave (ofreciendo rangos máximos del centro de gravedad (inches) y el peso (libras),*

*informándonos de los límites de peso y balance, controlando la carga máxima admitida.*

*CE4.6 Explicar la comprobación de los límites de la gráfica, utilizando el peso total (pounds) y momento total (pounds-inches), comprobando que estamos dentro de la envolvente del centro de gravedad, asegurando en la referencia de la gráfica de porcentaje, que el resultado de la media cuerda aritmética se obtiene de la posición del centro de gravedad en % de MAC y el peso, redistribuyendo la carga, moviéndola o quitando peso en cada caso.*

*CE4.7 Explicar la comprobación del centro de gravedad de la carga (si existen dudas en el control del centro de gravedad), realizando la división de la distancia que se mueve el peso, multiplicado por el peso a ser movido, dividiéndolo entre el peso total obteniendo el dato de cambio del centro de gravedad.*

*CE4.8 Asegurar que la carga está bien amarrada, fijando los trinquetes de las cintas y ganchos, entre otros, para que no se mueva en ninguna de las situaciones del vuelo, asegurando la integridad de la aeronave.*

**C5:** Aplicar comprobaciones a la aeronave después de la caída de un rayo, observando los elementos aviónicos, de radio, estructura y hélices, utilizando los equipos de comprobación y medida (polímetros, banco de pruebas, entre otros), reparando o sustituyendo los elementos deteriorados (palas, hélices, batería, relés, fusibles, circuitos de breakers, cableado eléctrico, entre otros), utilizando la herramienta común (llaves de vaso, de codo, torquímetros, pelacables, alicate de electricista, entre otros), restaurando la operatividad de la aeronave.

*CE5.1 Aplicar comprobaciones a las batería, relés, fusibles, circuit breakers, cableado eléctrico utilizando equipos de prueba y medida (polímetros, banco de pruebas, entre otros), simulando la situación de la caída de un rayo, observando daños por calentamiento y valores de conductividad diferentes de las masas en diferentes puntos, reparando o sustituyendo el cableado o elementos dañados, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, de codo, torquímetros, pelacables, alicate de electricista, entre otros), siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE5.2 Aplicar comprobaciones a la estructura primaria y secundaria, verificando visualmente si pasa o no pasa luz en algún punto, utilizando un espejo y una luz fría, anotando daños.*

*CE5.3 Explicar el procedimiento de verificación visual de las hélices de la aeronave, verificando visualmente toda la superficie desde el encastre a la punta de pala, observando que no se encuentran en mal estado, utilizando el tapping testing o ultrasonidos escuchando o visualizando anomalías en el sistema.*

*CE5.4 Aplicar diagnóstico a la brújula eléctrica, brújula magnética, GPS, radar meteorológico, entre otros, verificando con el equipo de diagnóstico que no tienen anomalías.*

*CE5.5 Explicar el procedimiento de comprobación del sistema de fuel (combustible), sistema de oil (aceite), sistemas hyd (hidráulico) y motores (engines), realizando una revisión de tipo prevuelo y de los sistemas de mandos (cíclico, colectivo y pedales), haciéndolos funcionar y observando su estado.*

*CE5.6 Explicar el procedimiento de verificación de la aeronave, realizando un vuelo y anotando anomalías para su reparación o sustitución en cada caso.*

C6: Aplicar la verificación de la aeronave después de operar en condiciones que requieren mantenimiento no programado, parada súbita de motor, operación en áreas polvorientas, áreas muy húmedas, terreno blando e irregular, aterrizaje forzoso, vuelo turbulento, áreas volcánicas, entre otros, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, utilizando la herramienta común (gatos, llaves de vaso, de codo, torquímetros, extractores, entre otros), restaurando la operatividad de la aeronave.

*CE6.1 Explicar la inspección visual de la hélice, el governor, el motor y el fuselaje tras parada súbita del motor por posibles daños, realizando overhaul o sustitución de governor y hélice y enviando el motor a centro autorizado, reparando posibles arrugas, grietas y deformaciones del fuselaje, siguiendo indicaciones de los manuales de mantenimiento de célula, motor y hélice y manual de reparaciones estructurales.*

*CE6.2 Aplicar procedimiento de limpieza o sustitución del amortiguador del tren de morro, los filtros de instrumentos y las líneas de pitot y estática, tras operar en áreas polvorientas, siguiendo las indicaciones del manual de mantenimiento de aeronave.*

*CE6.3 Describir la inspección de la estructura bajo el piso de cabina, cono de cola, registros de ala, empenage, entre otros, tras operar en áreas muy húmedas, siguiendo las indicaciones del programa de control de corrosiones del manual de mantenimiento de aeronave.*

*CE6.4 Inspeccionar los neumáticos, llantas, frenos, pozos del tren y amortiguadores, entre otros, tras operar en terrenos blandos e irregulares, por cortes, pérdida de presión de amortiguadores, pérdida de hidráulico, desgastes, grietas, corrosiones, sobret temperatura, deformaciones en los discos, holguras en los actuadores, deformaciones estructurales, entre otros, dando servicio, reparando o sustituyendo, siguiendo las indicaciones del manual de mantenimiento de aeronave.*

*CE6.5 Aplicar la inspección a la aeronave en un primer nivel, visualmente de forma general por daños externos que evidencien posibles daños estructurales, (grietas en las llantas, fugas de hidráulico, paneles arrugados, grietas en los soportes de motor, ventanillas agrietadas, deformaciones de largueros, entre otros) tras un aterrizaje forzoso, toma dura, o vuelo turbulento, en un segundo nivel, de forma más detallada, colocando la aeronave en gatos y desmontando trenes de aterrizaje, llantas, uniones ala-fuselaje, pernos de ala, engine mounts, entre otros, siguiendo las indicaciones del manual de mantenimiento de aeronave.*

*CE6.6 Describir la inspección visual de la aeronave por acumulación de cenizas volcánicas, retirándolas con cepillos y aspirador, limpiando el tren de aterrizaje, sustituyendo filtros de instrumentos, inspeccionando y limpiando las líneas de pitot y estática, chequeando los equipos de aviónica, inspeccionando por condición, erosiones y obstrucciones el exterior de la aeronave, realizando una carta completa de lubricación y reparando daños estructurales, siguiendo las indicaciones del manual de mantenimiento de aeronave, manual de reparaciones estructurales y recomendaciones específicas del fabricante.*

C7: Aplicar las operaciones de estacionamiento de la aeronave, procedimientos de deshielo, asegurando la integridad de la estructura y de los elementos que conforman la unidad,

realizando movimientos con el equipo tractor y los útiles de transporte, posicionándola en el lugar indicado, protegiéndola de la intemperie en cada caso, y certificando su conservación.

*CE7.1 Aplicar procedimiento de anclaje a tierra de la aeronave, utilizando cadenas y enganchándolas a argollas, apagando todos los sistemas que consuman corriente.*

*CE7.2 Ejecutar operaciones de remolque o empuje de la aeronave con el equipo tractor, realizando la operación, enganchando la barra de remolque al tren de aterrizaje de morro o con horquilla de remolque en tren principal en cada caso a través del enganche rápido, asegurando el movimiento en línea recta en los últimos metros de la maniobra, evitando daños por sobreesfuerzo a las ruedas, por giro excesivo a la dirección y al tren de aterrizaje, dejando la aeronave en el sitio establecido.*

*CE7.3 Aplicar procedimiento de frenado y amarre de las palas de la hélice con el equipo de fijación (eslinga y argolla), sujetándolas al suelo, protegiendo el tubo pitot, puertos de estática y cualquier elemento de la aeronave por donde pueda entrar un objeto extraño con las fundas indicadas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE7.4 Describir el procedimiento de protección de la aeronave estacionada, controlando la estanqueidad de los bordes de las puertas, protección de cristales y puerto de ventilación, entre otros, siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE7.5 Explicar el procedimiento de rearme de la aeronave, comprobando visualmente que tenemos quitadas y guardadas las fundas de las hélices, calzos retirados, fundas de Pitot y estáticas, puertas con el film de protección retirado y todas las tomas exteriores libres de obstáculos, conectando el APU y/o la batería en cada caso, abriendo compuertas de acceso a la unidad de potencia, arrancando según indicaciones del piloto, chequeando que no hay fugas de fluido, humos o ruidos extraños y que las hélices comienzan a girar.*

*CE7.6 Explicar procedimiento de protección contra el hielo, siguiendo el protocolo previsto en el Manual de Mantenimiento de la aeronave y entre otros:*

*- Explicar el procedimiento de protección contra el hielo, aplicando fluido depresor (tipo I o tipo II), con el equipo de presión, asegurando la cobertura de toda superficie, generando una capa protectora de fluido, disminuyendo el punto de congelación del agua.*

*- Describir el procedimiento de verificación de la resistencia en el sistema antihielo, pulsando el botón situado en el pedestal, observando que el indicador de temperatura de gases de escape aumenta en unos 20°C (dependiendo de la aeronave) y al apagarlo vuelve a reducir la temperatura.*

*- Describir el procedimiento de verificación del sistema de desempañado de cristales, accionando el sistema de calefacción de la aeronave, moviendo la palanca o pulsando el botón del sistema, comprobando que funciona de manera suave y sin fricción, reparando o sustituyendo el mecanismo, comprobando con los útiles de prueba y medida (dinamómetro, polímetros, entre otros) los valores de medición, con los recogidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

- Explicar el procedimiento de verificación visual de las entradas de aire del motor de la aeronave y el radiador de enfriamiento de aceite en motores, comprobando que no contienen hielo y nieve, limpiando con glicol, utilizando un trapo limpio o un pulverizador, asegurando la circulación de entrada de aire en el motor.

*CE7.7 Cumplimentar un certificado de aptitud para un servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de una aeronave tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.*

### **Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo:**

C1 completa; C2 completa; C3 completa; C4 completa; C5 completa; C6 completa; C7 completa.

Otras capacidades:

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Demostrar resistencia al estrés, estabilidad de ánimo y control de impulsos.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

Valorar el talento y el rendimiento profesional con independencia del sexo.

Promover la igualdad de trato entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

### **Contenidos:**

#### **1. Herramientas, materiales y equipos para la estructura y la célula de aeronaves**

Tipos comunes de herramientas manuales. Tipos comunes de herramientas mecánicas. Manejo y utilización de herramientas de medición de precisión. Equipos y métodos de lubricación. Funcionamiento, función y utilización de equipos de comprobaciones eléctricas generales. Materiales de aeronaves ferrosos. Materiales de aeronaves no ferrosos. Materiales compuestos y no metálicos. Corrosión. Dispositivos de fijación. Tuberías y

empalmes. Resortes. Cojinetes. Transmisiones. Cables de mando. Cables eléctricos y conectores.

## 2. Física y matemáticas aplicadas a la estructura y la célula de aeronaves

Aritmética. Álgebra. Geometría. Mecánica. Fuerzas, momentos y pares, representación como vectores. Centro de gravedad. Elementos de teoría de esfuerzos, deformaciones y elasticidad, tensión, compresión, esfuerzo cortante y torsión. Naturaleza y propiedades de los sólidos, los líquidos y los gases. Presión y flotabilidad en líquidos (barómetros). Fuerzas, momentos y pares, representación como vectores. Centro de gravedad. Elementos de teoría de esfuerzos, deformaciones y elasticidad, tensión, compresión, esfuerzo cortante y torsión. Naturaleza y propiedades de los sólidos, los líquidos y los gases. Presión y flotabilidad en líquidos (barómetros). Movimiento rectilíneo: movimiento rectilíneo uniforme, movimiento uniformemente acelerado (movimiento sometido a la gravedad). Movimiento giratorio: movimiento circular uniforme (fuerzas centrífugas y centrípetas). Movimiento periódico: movimiento pendular. Teoría sencilla de la vibración, los armónicos y la resonancia. Relación de velocidades, brazo de palanca y rendimiento mecánico. Dinámica. Dinámica de fluidos. Termodinámica. Movimiento ondulatorio y sonido.

## 3. Legislación aplicada al mantenimiento de la estructura y la célula de aeronaves

Marco regulador. Papel de la Organización de Aviación Civil Internacional. Papel de la Comisión Europea. Papel de la EASA. Papel de los Estados miembros y las autoridades nacionales de aviación. Personal certificador. Mantenimiento. Comprensión detallada de la Parte 66. Empresas de mantenimiento aprobadas. Comprensión detallada de la Parte 145 y de la Parte M, subparte F. Operaciones aéreas. Certificado de Operador Aéreo. Certificación de aeronaves, componentes y equipos a) Generalidades. Comprensión general de la Parte 21 y especificaciones de certificación de la EASA CS-23, 25, 27, 29. b) Documentos. Certificado de aeronavegabilidad. Certificados restringidos de aeronavegabilidad y autorización de vuelo. Certificado de matrícula. Certificado de niveles de ruido. Distribución del peso. Licencia y autorización de emisora de radio. Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de las disposiciones de la Parte 21 relativas al mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de la Parte M. Requisitos nacionales e internacionales aplicables para (si no son anulados por los requisitos de la UE): a) Programas de mantenimiento, inspecciones y comprobaciones de mantenimiento. Directivas de aeronavegabilidad. Boletines de servicio, información de servicio de fabricantes. Modificaciones y reparaciones. Documentación de mantenimiento: manuales de mantenimiento, manual de reparación estructural, catálogo ilustrado de componentes, entre otros. Únicamente para las licencias A y B2: Lista maestra de equipamiento mínimo, lista de equipamiento mínimo, lista de desviaciones de despacho. b) Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Equipamiento mínimo. Vuelos de prueba. Únicamente para las licencias B1 y B2: Requisitos de mantenimiento y despacho ETOPS.

## 4. Materiales de aeronaves-Ferrosos y No ferrosos. Corrosión

Características, propiedades e identificación de aleaciones de acero utilizadas normalmente en aeronaves. Tratamientos por calor y aplicación de las aleaciones de acero. Ensayos de dureza, resistencia a la tracción, resistencia a la fatiga y resistencia al impacto. Materiales de aeronaves-no ferrosos: características, propiedades e identificación de materiales no ferrosos utilizados normalmente en aeronaves. Tratamientos por calor y aplicación de los materiales no ferrosos. Ensayos de dureza, resistencia a la tracción, resistencia a la fatiga y resistencia al impacto de materiales no ferrosos. Fundamentos químicos. Formación por proceso de galvanización, microbiológico y presión. Tipos de corrosión y su identificación. Causas de la corrosión. Tipos de materiales, susceptibilidad a la corrosión.

## 5. Materiales de aeronaves-Materiales compuestos y no metálicos

Materiales compuestos y no metálicos distintos de la madera y los materiales textiles: estructuras de madera. Métodos de construcción de estructuras de célula de madera. Características, propiedades y tipos de madera y pegamentos usados en aeronaves. Conservación y mantenimiento de una estructura de madera. Tipos de defectos en materiales y estructuras de madera. La detección de defectos en una estructura de madera. Reparación de estructuras de madera.

## 6. Dispositivos de fijación

Roscas de tornillos. Nomenclatura de tornillos. Formas de roscas, dimensiones y tolerancias de roscas estándar utilizadas en aeronaves. Medida de las roscas de tornillos. Pernos, espárragos y tornillos: tipos de pernos (especificaciones, identificación y marcas de pernos de aeronaves, normas internacionales). Tuercas (autoblocantes, de anclaje, tipos estándar). Tornillos para metales (especificaciones para aeronaves). Espárragos (tipos y utilización, inserción y extracción). Tornillos autorroscantes, pasadores. Dispositivos de cierre: arandelas de lengüeta y de resorte, placas de bloqueo, pasadores de aletas, tuercas de cierre, bloqueo con alambre, dispositivos de aflojamiento rápido, chavetas, anillos de seguridad, chavetas de retén. Remaches de aeronaves: Tipos de remaches macizos y ciegos: especificaciones e identificación, tratamiento térmico.

## 7. Aerodinámica. Vuelo

Flujo del aire alrededor de un cuerpo. Capa límite, flujo laminar y turbulento, flujo de una corriente libre, flujo de aire reactivo, deflexión del flujo hacia arriba y hacia abajo, torbellinos, remansos. Terminología: curvatura, cuerda, cuerda media aerodinámica, resistencia (parásita) del perfil, resistencia inducida, centro de presión, ángulo de ataque, alabeo positivo y negativo, fineza, forma del ala y alargamiento. Empuje, peso, resultante aerodinámica. Generación de sustentación y resistencia: ángulo de ataque, coeficiente de sustentación, coeficiente de resistencia, curva polar, entrada en pérdida. Contaminación de superficies aerodinámicas por hielo, nieve y escarcha. Relación entre sustentación, peso, empuje y resistencia. Relación de planeo. Vuelo estabilizado, actuaciones. Teoría de la rotación. Influencia del factor de carga: entrada en pérdida, envolvente de vuelo y limitaciones estructurales. Aumento de la sustentación. Estabilidad y dinámica de vuelo. Estabilidad longitudinal, lateral y direccional (activa y pasiva). Vuelo a alta velocidad 1 Velocidad del sonido, vuelo subsónico, vuelo transónico, vuelo supersónico. Número de Mach, número de Mach crítico, sacudida por compresibilidad, onda de choque, calentamiento aerodinámico, regla del área. Factores que afectan al flujo de aire en la admisión del motor en aeronaves a alta velocidad. Efectos de la flecha en el número de Mach crítico.

## 8. Estructura de la célula-Aeronaves. Métodos de construcción. Mayordomía y hangaraje de aeronaves

Fuselaje (A.T.A. 52/53/56): fabricación y sellado de la presurización. Anclajes de alas, estabilizadores, voladizos y tren de aterrizaje. Instalación de asientos y sistemas de carga de mercancía. Puertas y salidas de emergencia: estructura, mecanismos, funcionamiento y dispositivos de seguridad. Estructura y mecanismos de las ventanas y parabrisas. Alas (A.T.A. 57): estructura. Almacenamiento de combustible. Anclajes de tren de aterrizaje, voladizos, superficies de mando y elementos hipersustentadores y aumento de resistencia. Estabilizadores (A.T.A. 55): estructura. Anclajes de las superficies de mando. Superficies de mando de vuelo (A.T.A. 55/57): estructura y anclajes. Equilibrado: masa y aerodinámica. Góndolas/voladizos (A.T.A. 54): estructura. Mamparos cortafuegos. Bancadas de motor. Clasificación de estructuras: primaria, secundaria y terciaria. Requisitos de

aeronavegabilidad para resistencia estructural. Concepto de «a prueba de fallos», vida segura y tolerancia al daño. Sistemas de identificación de zonas y secciones transversales. Esfuerzo, deformación, flexión, compresión, esfuerzo cortante, torsión, tensión, esfuerzo circunferencial, fatiga. Instalaciones de desagüe y ventilación. Instalaciones de sistemas. Instalaciones de protección contra rayos. Puesta a tierra de la aeronave. Equipamiento y accesorios (ATA 25). Fuselaje con revestimiento sometido a esfuerzos, conformadores, larguerillos, largueros, mamparos, cuadernas, chapas de refuerzo, montantes, anclajes, vigas, estructuras del piso, refuerzos, métodos de revestimiento, protección anticorrosión, alas, empenaje y anclajes de motores. Técnicas de montaje y reparación de estructuras: remachado, empernado, unión con adhesivos. Métodos de protección superficial: cromado, anodizado, pintura. Limpieza de superficies. Simetría de la célula: métodos de alineación y comprobación de la simetría. Soldadura autógena, soldadura fuerte, soldadura blanda y unión mediante adhesivo. Rodadura/remolcado de aeronaves y precauciones de seguridad pertinentes. Izado de aeronaves, bloqueo mediante calzos, amarre y precauciones de seguridad pertinentes. Métodos de hangaraje de aeronaves. Procedimientos de reabastecimiento y vaciado de combustible. Efectos de las condiciones ambientales en la mayordomía y la operación de aeronaves. Hechos anormales. Inspecciones después de la caída de un rayo y la exposición a radiaciones de alta intensidad (HIRF). Inspecciones realizadas después de hechos anormales, como aterrizajes problemáticos y vuelo con turbulencias.

### **9. Sistemas de interconexión de cableado eléctrico (EWIS) en la estructura y la célula de aeronaves**

Manuales de Cableado. Inspección del Cableado. Mantenimiento y Limpieza. Conductores y Cables. Métodos de Conexión.

#### **Parámetros de contexto de la formación:**

#### **Espacios e instalaciones:**

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller. Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

#### **Perfil profesional del formador o formadora:**

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con la aplicación de operaciones de mantenimiento/reparación de la estructura y la célula de aeronaves, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

## ANEXO VI

**Cualificación profesional: Mantenimiento aeromecánico de helicópteros con motor de turbina**

**Familia Profesional: Transporte y Mantenimiento de Vehículos**

**Nivel: 3**

**Código: TMV765\_3**

### Competencia general

Realizar el mantenimiento programado, no programado y correctivo en los helicópteros con motor de turbina, planta de potencia, Auxiliary Power Unit APU, los sistemas de la aeronave, sus componentes y estructura, en actividades de mantenimiento en línea, mantenimiento en base, fabricación, ensamblaje y talleres de componentes, interpretando los manuales de mantenimiento de la aeronave y componentes, documentación técnica, ordenes de trabajo, directivas de aeronavegabilidad y partes de vuelo, aplicando la normativa indicada por la Aviación civil y militar, nacionales e internacionales, la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA), utilizando la lengua inglesa cuando proceda, cumpliendo el plan de prevención sobre riesgos laborales y medioambientales y, participando en la gestión del mismo, colaborando y/o controlando partes de su logística, decidiendo en ciertos casos sobre las condiciones de puesta en servicio de la aeronave en su conjunto, como de sus componentes; todo ello sin perjuicio de lo establecido en la normativa sectorial vigente.

### Unidades de competencia

**UC2556\_3:** Mantener/ reparar los motores de helicópteros con turbina de gas

**UC2553\_3:** Mantener/ reparar palas, rotores y sistemas de indicación de helicópteros

**UC2557\_3:** Mantener/ reparar la unidad de potencia auxiliar (APU), componentes del sistema de combustible y sistemas auxiliares de helicópteros con motor de turbina

**UC2558\_3:** Mantener/ reparar los sistemas hidráulicos y neumáticos y aire acondicionado de helicópteros con motor de turbina

**UC2555\_3:** Mantener/ reparar los mandos de vuelo y tren de aterrizaje de helicópteros

**UC2540\_3:** Mantener los sistemas eléctricos, de aviónica y a bordo de las aeronaves

**UC2539\_3:** Mantener/ reparar la estructura y la célula de aeronaves

### Entorno Profesional

### Ámbito Profesional

Desarrolla su actividad profesional en el área Aeronáutica, en el departamento de mantenimiento y reparación de helicópteros con motor a turbina, en entidades de naturaleza pública o privada, en empresas de cualquier tamaño, tanto por cuenta propia como ajena con independencia de su forma jurídica. Desarrolla su actividad dependiendo, en su caso, funcional y/o jerárquicamente de un superior. Puede tener personal a su cargo en ocasiones, por temporadas o de forma estable. Su actividad profesional está sometida a regulación. En el desarrollo de la actividad profesional se aplican los principios

de accesibilidad universal y diseño universal o diseño para todas las personas de acuerdo con la normativa aplicable.

## Sectores Productivos

Se ubica en el sector productivo del transporte aéreo (personas y mercancías), tanto para la aviación general y militar, en el subsector de mantenimiento y reparación, construcción y ensamblaje de aeronaves.

## Ocupaciones y puestos de trabajo relevantes

*Los términos de la siguiente relación de ocupaciones y puestos de trabajo se utilizan con carácter genérico y omnicomprensivo de mujeres y hombres.*

Técnicos de mantenimiento aeronáutico (con licencia EASA parte 66 con subcategoría b1.3 y sin capacidad certificadora)

Técnicos de mantenimiento aeronáutico (con licencia EASA parte 66 con subcategoría a3 y certificador autorizado por la organización de mantenimiento parte 145)

Jefes de producción de mantenimiento de base (hangar), mantenimiento de línea (rampa), motores, taller de accesorios o taller de ensayos no destructivos de helicópteros con motor de turbina (con licencia EASA parte 66 con subcategoría b1.3 y certificadores autorizados por la organización de mantenimiento EASA parte 145)

Responsables de almacén y logística para el mantenimiento aeronáutico (con o sin licencia EASA parte 66)

Jefes de equipo de mantenimiento de base (hangar), mantenimiento de línea (rampa), motores, taller de accesorios o taller de ensayos no destructivos de helicópteros con motor de turbina (con licencia EASA parte 66 con subcategoría b1.3 y certificador autorizado por la organización de mantenimiento parte 145, o sin licencia EASA parte 66)

Técnicos de mantenimiento aeronáutico (con licencia EASA parte 66 con subcategoría b1.3 y certificador autorizado por la organización de mantenimiento parte 145)

Técnicos de mantenimiento aeronáutico (sin licencia EASA parte 66)

## Formación Asociada (2.400 horas)

### Módulos Formativos

**MF2556\_3:** Mantenimiento/reparación de los motores de helicópteros con turbina de gas (490 horas)

**MF2553\_3:** Mantenimiento/reparación de las palas, rotores y sistemas de indicación de helicópteros (300 horas)

**MF2557\_3:** Mantenimiento/reparación de la unidad de potencia auxiliar (APU), componentes del sistema de combustible y sistemas auxiliares de los helicópteros con motor de turbina (360 horas)

**MF2558\_3:** Mantenimiento/reparación de los sistemas hidráulicos y neumáticos y aire acondicionado de helicópteros con motor de turbina (390 horas)

**MF2555\_3:** Mantenimiento/repación de los mandos de vuelo y tren de aterrizaje de helicópteros (360 horas)

**MF2540\_3:** Mantenimiento de los sistemas eléctricos, de aviónica y a bordo de las aeronaves (230 horas)

**MF2539\_3:** Mantenimiento/repación de la estructura y la célula de aeronaves (270 horas)

## **UNIDAD DE COMPETENCIA 1: MANTENER/REPARAR LOS MOTORES DE HELICÓPTEROS CON TURBINA DE GAS**

**Nivel: 3**

**Código: UC2556\_3**

### **Realizaciones profesionales y criterios de realización:**

RP1: Efectuar el mantenimiento programado y no programado del motor, utilizando equipos de prueba y medida (endoscopio, calibre, galgas, entre otras), sustituyendo elementos y ejecutando operaciones marcadas en el Manual de Mantenimiento de la aeronave, garantizando su operatividad.

CR1.1 Los testigos de filtros de combustible y el tapón magnético de aceite (CHIP DETECTOR) se verifican visualmente, comprobando que no estén marcando saturación de filtro y que no contienen partículas magnéticas para descartar un posible desgaste de partes móviles del motor.

CR1.2 El nivel de aceite del motor se inspecciona visualmente a través de un visor, varilla, entre otros, comprobando están entre los valores marcados en las instrucciones de trabajo recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, rellenando en cada caso y apuntado la cantidad utilizada en el parte de vuelo.

CR1.3 La bancada del motor, paneles cortafuego, sellos de motor, tuberías neumáticas e hidráulicas y de combustible, entre otras, se comprueban visualmente en su fijación y/o acoplamiento, observando que no existen holguras, grietas, fugas o deformaciones, asegurando la fijación, protección, estanqueidad y presión del conjunto.

CR1.4 EL cableado de motor, las rampas de las bujías y las cajas eléctricas se inspeccionan visualmente, comprobando su estado y fijación, para garantizar un funcionamiento eléctrico.

CR1.5 Los alabes del rotor de admisión y de escape se comprueban visualmente, observando la inexistencia de roturas, deformaciones, cambios de color y que están dentro de los valores marcados en las instrucciones de trabajo recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR1.6 Las varillas de gasto de combustible y los mandos de cabina se comprueban visualmente, observándose la sincronización para obtener el régimen solicitado en cada momento.

CR1.7 El estado de los tornillos y tuercas de unión entre las diferentes etapas del motor se comprueban visualmente, observando su estado y su capacidad de unión para mantener la unión del conjunto.

CR1.8 La sujeción y estado del árbol de transmisión entre la caja de engranajes principal y el motor turbo eje se verifica visualmente, comprobando la ausencia de deformaciones.

RP2: Efectuar el diagnóstico de averías del motor y pruebas de generación eléctrica, verificando los elementos (alabes, estator, strut de salida, entre otros), ajustando y reparando aquellos que estén defectuosos, utilizando la herramienta manual y específica (llaves de vaso, extractores, llaves fijas, de codo, angulares, torquímetros, entre otros), restaurando el funcionamiento de la unidad de potencia.

CR2.1 La zona de entrada del motor (álabes de los estatores de entrada y la primera etapa) se verifican, controlando su libre giro y la inexistencia de fisuras, suciedad, melladuras, erosiones, elementos sueltos, entre otras, reparando los alabes según el Manual de Mantenimiento del fabricante.

CR2.2 La salida de fan y salida de turbina de baja (alabes y tobera de escape) se comprueban, observando su estado general, verificando las salidas de aire sin obstrucciones, cierres de todas las tapas y broches de capot asegurados, apuntando los elementos que se encuentran en mal estado para su sustitución o reparación, siguiendo Manual de Mantenimiento del fabricante.

CR2.3 El sistema de Generación Eléctrica de emergencia se comprueba, realizando una prueba operacional, siguiendo el Manual de Mantenimientos de la Aeronave, observando la alimentación eléctrica de las unidades, sensores, actuadores, entre otros.

CR2.4 Las válvulas que conforman el sistema de sangrado de motor (HP, PRV, IP, TTV) se verifican, conectando la fuente de aire a la toma de tierra de presión de alta (High Pressure) e incrementando lentamente la presión hasta que esté estable a 30 psi, observando que no existen pérdidas de presión en el manómetro, ni escapes en los conductos de aire, las líneas sensitivas, las abrazaderas, las uniones y juntas flexibles.

CR2.5 El compresor y la turbina de la primera etapa con sus álabes de alta y baja, los álabes de FAN de la primera etapa, la cámara de combustión, el rotor del compresor, la entrada en pérdida (stall), inyectores y caja de accesorios, entre otros, se comprueban visualmente, detectando anomalías por suciedad o alta temperatura de EGT mediante inspección boroscópica, entre otras, buscando anomalías producidas por sobrecalentamiento, ingestión de objetos extraños, entre otros, llevando a cabo su limpieza con el equipo de lavado, secándolo mediante un Dry Motoring, arrancándolo en modo automático y comprobando, mediante la pantalla ECAM, los parámetros de vibración, equilibrado, aceleración y potencia, entre otros y las pérdidas exteriores por el mástil de drenaje de hidráulico, aceite o combustible.

CR2.6 El sistema de encendido del motor (cable de encendido, bujías o excitador, entre otros), los termopares y la sonda de EGT se comprueban, verificando visualmente y con los equipos de prueba y medida (polímetros, torquímetro, entre otros), midiendo la resistencia y comprobando la ausencia de grietas, dobleces, daños o terminales flojos, reemplazando las LRU afectadas en cada caso y los elementos

que estén fuera de valores de medida de referencia del Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

RP3: Reparar averías del motor, comprobando con los equipos de prueba y medida (calibres, polímetros, entre otros) su mal funcionamiento, localizando el fallo, las causas que lo provocan, procediendo a su corrección, desmontando la unidad en cada caso, consultando el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR3.1 La unidad de control de combustible, trasmisor de flujo o bomba se verifica visualmente y con los equipos de prueba y medida (polímetro, equipo de diagnosis, micrómetros, entre otros), reemplazándolo en caso de pérdidas o mal funcionamiento, desmontando los elementos, sustituyéndolos o reparándolos con la herramienta común (llaves de vaso, de codo, torquímetros, entre otros), restaurando la operatividad de la unidad o elementos deteriorados.

CR3.2 El motor se reemplaza, asegurando que los depósitos y acumuladores hidráulicos están despresurizados de aire y que los circuit breakers están saltados y asegurados, abriendo capots, inhibiendo las palas quitando los tornillos de unión, desmontando los pernos y tuercas de sujeción a las bancadas de la cuna del motor y mediante la pluma de extracción procediendo a la subida o bajada del motor, montando de nuevo siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, de codo, torquímetros, entre otros), reponiendo el fluido y el gas de los acumuladores del sistema hidráulico y neumático.

CR3.3 La ECU del motor del sistema FADEC se verifica, realizando un test funcional en ambos canales vía MCDU, situada en la cabina del piloto, con los equipos de prueba y medida (polímetros y analizadores digitales, entre otros), realizando el test, diagnosticando la avería y reparando en cada caso, abriendo los capots de fan para reemplazar la unidad de control electrónico (ECU) en cada caso, con la herramienta común de taller (llaves de vaso, torquímetro, entre otras), restaurando la operatividad de la aeronave.

CR3.4 El arranque automático o manual del motor se realiza para verificar las partículas metálicas de la caja de accesorios, las pérdidas por el cambio del filtro de recuperación de aceite y la bomba del aceite, observando si hay pérdidas en el intercambiador de aceite-combustible y controlando la apertura y cierre de la válvula de puesta en marcha en cabina a través de las pantallas ECAM y por el visor el nivel de aceite, para controlar el arranque de la aeronave, sustituyendo con el utillaje específico y universal (llaves de vaso, fijas, de codo, torquímetros, , entre otras), la gearbox y del drive shaft en cada caso.

CR3.5 La bomba del hidráulico del motor se comprueba visualmente, observando que no tiene pérdidas de fluido hidráulico y que no tiene signos evidentes de mal funcionamiento (ruidos o roces, entre otros), reemplazándola en cada caso, abriendo los capots, quitando los conectores eléctricos y las tuberías del hidráulico, aflojando las tuercas, girando manualmente la bomba y sacándola de la caja de accesorios, montando la nueva y realizando un test operacional, observando en cabina mediante pantalla ECAM que los sistemas de indicación operan con los valores de funcionamiento recomendados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR3.6 Los alabes de la rueda de Fan se desmontan de forma ordenada por parejas opuestas, marcando su posición respecto al conjunto de la rueda de Fan, comprobando el peso y el momento de cada uno de ellos, lubricando el encastre de

los alabes y verificando que no tienen daños por corrosión, abolladuras, melladuras, erosiones o deformidades.

CR3.7 El equilibrado de Fan se comprueba utilizando los sistemas de monitorización propios de la aeronave o el equipo de diagnóstico, comprobando que con el motor, girando a varios regímenes de velocidades que la suma de las fuerzas provocadas por el peso y momento de cada alabe estén dentro de los límites establecidos en el Manual de Mantenimiento del Motor.

CR3.8 Los módulos que componen el motor, compresor de baja, compresor de alta, cámara de combustión, turbina de alta, turbina de baja, y caja de accesorio se desmontan, comprobando cada uno de los elementos que los componen, alabes de rotor, alabes de estator, cojinetes de apoyo, inyectores, bujías, actuadores, válvulas de control, ejes y engranajes, verificando y reparando cada uno de los elementos para que estén libres de daño por corrosión, grietas, abolladuras o deformidades, utilizando las herramientas y utillaje específicos (llaves de vaso, poleas, plumas de sujeción, torquímetro, entre otros), comprobando que están dentro de los límites establecidos en el Manual de Mantenimiento del Motor.

CR3.9 La planta de potencia se comprueba en el banco de pruebas, verificando que el motor es capaz de suministrar el empuje necesario en cada uno de los hitos de control exigido, comprobando de cada uno de los parámetros, presión de descarga de compresor, presión de combustible, presión de aceite, velocidad de giro del eje de alta, velocidad de giro del eje de baja, temperatura de la turbina de alta y de baja y que las vibraciones están dentro de los límites establecidos en el Manual de Mantenimiento del Motor.

CR3.10 El certificado de aptitud para el servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de la aeronave se rellena tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

RP4: Realizar la preservación y despreservación de motores de turbina por inactividad, desmontando y montando el motor y sus accesorios, realizando los ajustes y pruebas operacionales siguiendo las instrucciones de los Manuales de Mantenimiento de la Aeronave y del Motor.

CR4.1 El motor se preserva por 7 días, realizando un lavado previo de las secciones de turbina y compresores por desalinización, utilizando máquina de lavado y productos recomendados por el Manual de Mantenimiento del Motor y colocando las tapas de entrada y salida.

CR4.2 El motor se preserva hasta 28 días, realizando el procedimiento anterior y, además, colocando saquitos desecantes con indicador de humedad, sellando todas las aberturas con plásticos y precintos que permitan ver los indicadores de humedad, chequeando cada 2 semanas que la humedad relativa no supera el 40%, sustituyendo los sacos desecantes si el indicador pasa de azul a rosa.

CR4.3 El motor se preserva hasta 90 días, realizando el procedimiento anterior y, además, lavando el exterior del motor, realizando un lavado de desalinización y recuperación de performances, examinando el coating protector por corrosión o daños superficiales, reparando en caso de necesidad, lubricando todas las uniones y actuadores, desconectando las entradas de combustible al intercambiador de calor «oil-to-fuel», conectando la adecuada entrada de suministro de aceite y taponando, desconectando la tubería del divisor de flujo de combustible permitiendo la entrada de aceite preservante, drenando el combustible remanente, realizando un arranque en frío permitiendo que el aceite preservante se distribuya por todo el sistema de combustible, instalando tapones y tapas para prevenir la entrada de suciedad y humedad.

CR4.4 El motor se preserva por más de 90 días, realizando el procedimiento anterior y, además, cortando la válvula de suministro de combustible, desconectando el starter, drenando todo el aceite del motor haciendo girar el motor a muy bajas revoluciones y durante poco tiempo, retirando el filtro de aceite hasta que solo salgan 2 gotas por hora, rociando todo el motor con aceite preservante, lubricando solapas entre módulos, pernos, tornillería, entre otros, instalando tapones para prevenir entrada de suciedad y humedad, registrando la fecha de preservación en una tarjeta unida al motor, envolviendo el motor en plástico precintado que permita ver los indicadores de humedad.

CR4.5 El motor se preserva por más de un año, realizando el procedimiento anterior, desmontándolo de la aeronave mediante grúas, soltando mandos de control, cableado y tuberías, aflojando los pernos de los silentblocks y colocándolo en un contenedor adecuado.

CR4.6 El motor se despreserva realizando los puntos anteriores de forma inversa, rellenando el tanque de aceite, drenando el aceite preservante, conectando las líneas principales de combustible, rodando el motor 30 segundos hasta que salga combustible limpio del divisor de flujo, reconectándolo, examinando visualmente todo el motor por corrosión externa y realizando una inspección detallada con boroscopio del interior del motor (compresores, discos de turbina, estatores, cámara de combustión, caja de accesorios, entre otros), enviando el motor a overhaul en caso de corrosión excesiva siguiendo las indicaciones del Manual de Mantenimiento del Motor, rotando a mano la hélice o fan por ruidos extraños, sustituyendo filtros y realizando pruebas operacionales, chequeando fugas de combustible, partículas magnéticas en el chip detector y anotando parámetros de acuerdo con el Manual de Mantenimiento del Motor.

RP5: Aplicar revisión general (overhaul) del motor de turbina y sus accesorios, realizando el desmontaje, limpieza, reparación y sustituciones en cada caso, reensamblado y comprobando su funcionamiento, asegurando su completa conformidad con todas las tolerancias de servicio aplicables especificadas en las instrucciones del titular del certificado de tipo o del fabricante para la aeronavegabilidad continuada, siguiendo las instrucciones de los Manuales de Overhaul de Motor y Accesorios.

CR5.1 El desmontaje del motor se realiza colocándolo y asegurándolo sobre la bancada de motores, realizando el lavado preliminar del motor, utilizando desengrasantes y cepillos, drenando el aceite, para el acondicionamiento previo al desmontaje.

CR5.2 El cableado eléctrico y componentes eléctricos (igniter exciter, spark plugs, entre otros), el sistema de combustible (FCU, Bomba, divisores de flujo e inyectores, entre otros), intercambiadores de calor, bombas de aceite, generadores/arrancadores, entre otros, se desmontan, limpiándolos con desengrasantes aplicables a spray/cepillo, utilizando soluciones salinas y con productos abrasivos en cada caso, comprobando el tiempo de uso y su estado general, observando visualmente y con los equipos de prueba y medida (calibres, polímetros, equipos de diagnóstico, entre otros) lo indicado en el Manual de Overhaul y de Componentes, sustituyéndolos en cada caso.

CR5.3 Las secciones o conjuntos principales, Caja de Accesorios, Sección de entrada, Sección de compresores, cámara de combustión, sección de turbinas y escape, entre otros, se desarman con la herramienta común y específica (llaves de vaso, llaves de racor, soportes de madera, prensa, entre otros), limpiándolos con desengrasantes aplicables a spray/cepillo, utilizando soluciones salinas y con productos abrasivos en cada caso, verificando los elementos del conjunto siguiendo el Manual de Overhaul y de Componentes, sustituyendo los que estén en mal estado, asegurando la funcionalidad del sistema.

CR5.4 Los elementos desmontados (discos y estatores de turbina, discos y estatores de compresor, cámaras de combustión, inyectores, engranajes, cases, rodamientos, entre otros) se someten a comprobaciones dimensionales y ensayos no destructivos, utilizando el método de Líquidos Penetrantes Fluorescentes en las piezas de aleación de aluminio y en las piezas ferromagnéticas el método de Partículas Magnéticas, verificando que no tienen daños superficiales y pérdida de coating, separando las piezas en serviciales, reparables y descartables, asegurando que los discos de turbina están equilibrados dinámicamente y que todos los elementos recuperados, cumplen las especificaciones del Manual de Overhaul y de Componentes.

CR5.5 La protección de las piezas de aluminio, ferrosas y de magnesio se realiza, aplicando Alodine/Bonderite 1200 o imprimación y pintura en cada caso, asegurando la protección de las piezas ante la corrosión, recuperando el coating de las piezas sometidas a alta temperatura y reparando de acuerdo al Manual de Overhaul.

CR5.6 El montaje del motor se realiza uniendo los elementos en orden inverso al desmontaje, utilizando tornillería, sellos y juntas nuevas, siguiendo las indicaciones del Manual de Overhaul y de Componentes, aplicado el apriete a las tuercas y tornillos con la llave dinamométrica.

CR5.7 El motor reacondicionado se comprueba, realizando la puesta en marcha en banco de pruebas, verificando que todos los parámetros (RPM de cada turbina, presión y temperatura de aceite, flujo de combustible, torque, entre otros), cumplen con las instrucciones marcadas en el Manual de Overhaul y de Componentes, certificando mediante Formato 1, chequeando previamente que se han aplicado todos los boletines de servicio y directivas de aeronavegabilidad.

## Contexto profesional:

## Medios de producción:

Motor de turbina y sus conjuntos o elementos mecánicos (difusores de entrada, compresores, cámaras, turbinas y tobera). Banco de pruebas de motores, analizadores de gases y banco de comprobación de inyectores electrónicos. Banco de pruebas eléctricas. Medios de elevación y transporte. Máquinas, herramientas fijas y portátiles, termómetros

y utillaje específico. Equipos para la localización. Equipos de diagnóstico de averías. Analizador de ajuste del motor. Comprobador de inyectores de combustible. Equipos de medición de formas y máquinas de equilibrado. Equipo informático de control y gestión de la producción, del aprovisionamiento, del personal y de la operación.

### Productos y resultados:

Mantenimiento programado y no programado del motor efectuado. Diagnóstico de averías del motor y pruebas de generación eléctrica efectuado. Averías del motor reparadas. Preservación, despreservación, overhaul, realizado.

### Información utilizada o generada:

Manual de Mantenimiento de la Aeronave. Manual de Mantenimiento del Motor, Manual de Overhaul del Motor. Documentación técnica de la aeronave (Wiring Diagram Manual, Schematic Diagram Manual, Trouble Shooting Manual). Documentación técnica de los componentes. Parte de Vuelo (Technical Log Book). Normativa aplicable ordenada por la entidad reguladora para la instalación de los componentes nuevos en la aeronave, órdenes de trabajo, esquemas, planos. Manuales técnicos de operación de equipos de pruebas. Normas y procedimientos de trabajo o de reparación. Tablas de equivalencias de materiales o componentes. Normas de calidad específicas del fabricante. Reglamentos aeronáuticos. Procedimientos aeroportuarios. Documentos oficiales de control. Sistemas informáticos para información de averías, de procedimientos o de programación y actuación. Documentos y procedimientos relacionados con los sistemas de calidad ordenada por la entidad reguladora. Normativa aplicable referente a la seguridad, prevención de riesgos laborales y gestión medioambiental. Diccionario de inglés técnico aeronáutico. Normativa de Seguridad en Plataforma (NSP).

## UNIDAD DE COMPETENCIA 2: MANTENER/REPARAR PALAS, ROTORES Y SISTEMAS DE INDICACIÓN DE HELICÓPTEROS

Nivel: 3

Código: UC2553\_3

### Realizaciones profesionales y criterios de realización:

RP1: Realizar el mantenimiento programado y no programado de las palas del helicóptero y sus componentes, realizando inspecciones, pruebas operacionales según horas de vuelo, reemplazando elementos defectuosos y aplicando las instrucciones recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, asegurando el vuelo.

CR1.1 El helicóptero una vez que está parado y estacionado se asegura, fijando con el gancho pala, protegiendo el rotor de cola y las palas de rotor principal, instalando las fundas desde la punta de pala (TIP) hasta el encastre en el fuselaje de la célula del helicóptero.

CR1.2 Las palas del rotor se inspeccionan visualmente por daños evidentes (erosiones, desgastes, melladuras, inicios de corrosión, entre otros), mediante Tap Coin (golpeando con una moneda o martillo de inspección), por delaminaciones en palas de material compuesto, o mediante inspecciones especiales o Ensayos No Destructivos (N.D.T., Non Destructive Testing) y termografías, observando que no hay daños por corrosión, muescas, erosión, rasguños, fisuras, dentelladas,

delaminaciones de material compuesto, y depresiones, cambiando las palas con la herramienta común y específica (llave de vaso, llaves fijas, de codo, torquímetro, entre otras), matizando y puliendo los posibles golpes que se encuentren según los procedimientos y límites establecidos en el Manual de Mantenimiento de la aeronave y el Manual de Reparaciones Estructurales, aplicando los productos de protección superficial contra la corrosión (anodizados, Alodine/Bonderite, ácido crómico), asegurando la resistencia estructural y la eficiencia aerodinámica de las palas del helicóptero.

CR1.3 Los contrapesos de las palas del cambio de paso sobre las abrazaderas de las palas se revisan en el banco de pruebas, verificando que no están golpeados o deteriorados, ajustando el equilibrado en cada caso, añadiendo o quitando contrapesos según demanda, evitando vibraciones.

CR1.4 Las vibraciones horizontales y verticales (en las revisiones por horas de la aeronave) se verifican con el banco de prueba (vibrex), observando que las oscilaciones están dentro de los parámetros del Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR1.5 La posición de palas se verifica visualmente, comprobando que coinciden con el brazo de arrastre, aflojando sus pernos de apriete y graduando cada pala a la posición indicada en cada caso, apretando los pernos con el torquímetro, dando los pares de apriete según el Manual de Mantenimiento y asegurándolos con pasadores en su tuerca de retención y con alambre de frenado en la cabeza del perno.

CR1.6 Las palas se inspeccionan visualmente y con los útiles específicos (dinamómetro, reloj comparador, calibres, entre otros), comprobando que la posición en mínimo, máximo y/o bandera coinciden entre ellas y con el mando de cabina, que el governor no presenta pérdidas de aceite, que los contrapesos y su varillaje no tienen holguras o fricciones, realizando ajustes en cada caso, cambiando los elementos defectuosos con la herramienta común y específica (llave de vaso, llaves fijas, de codo, torquímetro, entre otras), y midiendo con un dinamómetro o un manómetro (según el modelo de governor) la precarga del muelle de recuperación, obteniendo el mayor rendimiento en vuelo.

CR1.7 La cantidad de aceite de la caja reductora o transmisión principal del rotor se inspeccionan visualmente por el dispositivo de nivel (ojo de buey, varilla, ventana, entre otros), verificando que la cantidad de aceite está dentro de los valores establecidos, añadiendo por el tapón de llenado en cada caso, realizando pruebas operacionales para observar que el governor de paso del rotor y alimentación del motor están sincronizados, asegurando la transmisión de potencia y minimizando los daños en caso de parada de motor.

CR1.8 El tramo del rotor de cola y de la transmisión principal a la caja reductora se verifican visualmente y desde la cabina a través del switch del test de partículas sólidas, observando la ausencia de daños, corrosión y comprobando que no existen daños en la tornillería, abrazaderas y puntos de sujeción al puro y que el chip detector no tiene partículas metálicas, midiéndolas si las hubiere para realizar un cambio de aceite o sustitución de la caja reductora.

RP2: Realizar el mantenimiento programado y no programado, diagnosis de averías y reparación de la cabeza de rotor principal, antipar y las palas del helicóptero, sustituyendo elementos para garantizar su operatividad, utilizando el Manual de Mantenimiento de la

Aeronave y los equipos necesarios para su realización (báscula de precisión, galgas, bancadas, entre otras).

CR2.1 El revestimiento de las palas de rotor principal y auxiliar se comprueba visualmente en busca de deformaciones, golpes, daños en el borde de salida, borde de ataque y todos sus elementos tabs, casquillos de fijación, entre otros.

CR2.2 El intradós y extradós se comprueban mediante verificación visual, comprobando que no existen daños, siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR2.3 Las palas, los elementos de reglaje de las palas (flechas de batimiento y arrastre, entre otros), los anti-hielo, se revisan visualmente, mediante un test de funcionalidad y midiendo el peso, verificando las medidas con las dadas por el manual de Mantenimiento de la Aeronave, a través del botón de autodiagnóstico que se encuentra en el interior de la cabina, con una báscula de precisión y a través del polímetro, midiendo resistencias eléctricas en los sensores y actuadores, asegurando el giro equilibrado y seguro.

CR2.4 La cabeza y mástil del rotor principal y anti-par se revisan visualmente, observando la ausencia de grietas, fricciones, deformaciones, entre conjuntos de batimiento y arrastre de palas, cojinetes, ejes, fijaciones, entre otros, reparando los elementos deteriorados, sustituyéndolos por unos nuevos en cada caso, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, torquímetros, entre otras), asegurando la integridad del conjunto del rotor.

CR2.5 Los diferentes sub-conjuntos, la cabeza de rotor, barras de suspensión, bieletas de mando, conjuntos muñón mangueta, entre otros, se revisan visualmente, observando fallos de los elementos (grietas, cuarteados, deformados y rasgados), reparando los deteriorados, sustituyéndolos por unos nuevos en cada caso, desmontando las uniones (tornillos, abrazaderas, entre otros), utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, alicates, de codo, torquímetros, entre otras).

CR2.6 Los puntos críticos de los rotores, cabezas de rotor, muñones, manguetas, cojinetes, entre otros, se engrasan, asegurando la renovación de la grasa y comprobando visualmente el estado de los retenes, cambiándolos en cada caso para tener la menor fricción posible entre elementos.

CR2.7 La cabeza de rotor anti-par se verifica a través de una diagnosis, utilizando los equipos de prueba y medida (galgas, calibres, bancadas, entre otros), y realizando pruebas funcionales recogidas en el Manual de Mantenimiento la Aeronave, reparando las averías, cambiando por unos nuevos elementos (cabezas de rotor anti-par, muñones, manguetas, cojinetes, entre otros) y haciendo el mantenimiento correctivo, asegurando el funcionamiento del conjunto del sistema.

CR2.8 El árbol de transmisión, su sujeción y su estado se comprueba visualmente, entre la caja de engranajes principal y el motor, comprobando la ausencia de deformaciones, grietas, entre otras, reparándolas, siguiendo las instrucciones recogidas en el Manual de Mantenimiento de la aeronave y el Manual de Reparaciones Estructurales.

RP3: Realizar el mantenimiento programado y no programado, diagnosis de averías y reparación del sistema de transmisión del helicóptero, comprobando la caja principal,

intermedia y de cola, los retenes o juntas, los alambres que aseguran los tornillos, los sensores y el cableado, entre otras, observando visualmente y con los equipos de prueba y medida (polímetro y equipo de diagnóstico) sus elementos, realizando ajustes o sustituyendo por unos nuevos, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, para transmitir la potencia del motor al sistema.

CR3.1 Las cajas del sistema de transmisión principal, intermedia y de cola se comprueban, realizando diagnósticos visuales, pruebas con los útiles de medida (galgas, torques, entre otras), utilizando bancos de trabajo, ejecutando ajustes, desmontajes, montajes, en cada caso, reparando los elementos afectados, siguiendo los pasos marcados por el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR3.2 El nivel de aceite, saturación del filtro y el tapón de llenado de la transmisión principal y transmisión intermedia se verifica visualmente, observando a través de la mirilla de nivel que el fluido se encuentra entre el máximo y mínimo, cotejando que está cerrada la boca de llenado, la cadena del tapón en estado de uso y el taladro sobrepresión no está obstruido, rellenando de aceite fluido hidráulico en cada caso.

CR3.3 El movimiento del eje de transmisión al rotor de cola se verifica, haciéndolo girar en un sentido y comprobando que en el otro no gira, observando si hay rozamientos, arañazos, golpes, abolladuras, gap entre abrazaderas, posibles pérdidas de grasa de los coupling, instalación de los bulones (cabeza en el sentido de giro), entre otras, cotejando con la mano su anclaje a la estructura y el apriete con el torquímetro, asegurando el anclaje de la transmisión al rotor.

CR3.4 Los retenes o juntas de todos los elementos conectados a la caja de transmisión principal (generadores, bombas de hidráulicas, sondas termostáticas, manocontactores de presión, entre otros) se verifican visualmente, observando su fijación y ausencia de fugas, cambiándolos por unos nuevos en cada caso, utilizando los útiles necesarios (extractores, guías, insertores, entre otros), siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR3.5 Los flectores o cardan del tramo de transmisión que se encuentran entre la caja de engranajes principal y la de cola se verifican visualmente, buscando desgastes, deformaciones, sobreesfuerzos, entre otros, sustituyendo los que se encuentren en mal estado, desmontando las uniones (tornillos, tuercas, pasadores, entre otros) con la herramienta manual común (llaves de vaso, fijas, de codo, torquímetros, entre otras), montando unos nuevos, reapretando el conjunto, impidiendo roturas y vibraciones.

CR3.6 El cableado de todos los elementos conectados a ambas cajas de engranajes se revisan visualmente y testean con los equipos de comprobación (polímetros, equipo de pruebas, entre otros), reparando, crimpando o cambiando los tramos afectados, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave para asegurar la comunicación eléctrica entre los elementos.

CR3.7 Los alambres que aseguran los tornillos de las cajas de engranajes, las luces del sensor de transmisión principal e intermedia se verifican visualmente que no están rotos o sobretensionados, y comprobando a través del pulsador de chequeo que la luz de test procede a su encendido, asegurando el estado del breaker correspondiente en cada caso, para advertir del excesivo desgaste del sistema o sobre rotor.

CR3.8 El sensor de desgaste del sistema de transmisión se comprueba visualmente, desmontando el conector, comprobando que no existen partículas metálicas excesivas en la zona del imán, limpiándolo con un trapo de algodón y volviéndolo a montar en cada caso, para decidir si intervenir en el sistema por desgaste o sobre torque.

CR3.9 Los dientes interiores del coupling se comprueban visualmente, observando la huella de desgaste y las holguras entre engranajes, utilizando la herramienta manual (llaves de vaso, destornilladores, entre otras) para su desmontaje, inspeccionando por grietas y corrosión, mediante Ensayos No Destructivos (Líquidos Penetrantes) y mediante reloj comparador, galgas, linterna y lupa, entre otros, cambiando los elementos deteriorados, en cada caso.

RP4: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas de indicación y control de los rotores y las cajas de engranajes, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales que pueden requerir simulaciones complejas o el uso de bancos de prueba externos, tomando medidas con equipos de comprobación y diagnóstico (polímetros, osciloscopios, analizadores discretos, entre otros), dando respuesta a los reportes de mantenimiento y reemplazando los elementos defectuosos que no superen las pruebas recogidas en el Manual de Mantenimiento y los documentos de ingeniería aplicados en el mantenimiento aeronáutico para restaurar la operatividad del sistema.

CR4.1 Los sistemas de indicación, instrumentos de presión y temperatura de las cajas de engranajes principal, intermedia y de cola, indicador de torque y el doble instrumento de RPM motor/rotor se mantienen/reparan, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, aplicando las instrucciones de trabajo, interpretando los documentos de ingeniería asociados y dando respuesta a las averías detectadas para asegurar la operatividad del conjunto motor/es, cajas reductoras y rotores.

CR4.2 Los componentes periféricos de los sistemas de control de paso, transmisores de posición, actuadores eléctricos e hidráulicos, captadores de vibración, entre otros, se verifican con los dispositivos de prueba y medida (polímetros, osciloscopios, analizadores discretos, entre otros), ajustando, modificando o sustituyendo los elementos que no cumplan los parámetros técnicos recogidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, realizando bite test o pruebas operacionales complejas que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos.

CR4.3 Los computadores de control, así como los instrumentos instalados en el Cockpit de indicación de paso, presión, temperatura, torque, RPMs, se comprueban, realizando pruebas operacionales con equipos de prueba externos según instrucciones recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, y ajustando, modificando o desechando los elementos que no cumplan los requisitos técnicos operativos, para recuperar la fiabilidad de los controles e indicaciones en cabina.

CR4.4 Los componentes o elementos desmontados se inspeccionan visualmente, comprobando su funcionamiento, utilizando equipos de diagnosis (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), y dependiendo del nivel de los daños observados, son desechados, reparados o enviados a talleres especializados para su recuperación según las indicaciones del manual del componente afectado.

CR4.5 Las redes de cableado eléctrico de los sistemas de control e indicación de los rotores y cajas de engranajes se inspeccionan por daños según procedimientos de inspección Electrical Wiring Interconnect System (EWIS), verificándolos con equipos

de prueba (voltímetro, amperímetro, óhmetro, espectrómetros, entre otros), realizando las reparaciones o modificaciones recogidas en los planes de mantenimiento, de acuerdo a los boletines de trabajo, interpretando planos y esquemas eléctricos para reparar o adaptar el cableado a nuevas funciones incorporadas.

CR4.6 Los bancos de prueba y equipos de comprobación de instrumentos de presión y temperatura de las cajas de engranajes principal, intermedia y de cola, indicador de torque y el doble instrumento de RPM motor/rotor, dispositivos de mando (regulación y control), dispositivos de medidas eléctricas (intensidad, voltaje, resistencia, capacidad), dispositivos electromagnéticos, circuitos de protección de instalaciones eléctricas (cableados, conectores, centros de distribución) se verifican, usando equipos de prueba (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), diagnosticando averías, interpretando planos y esquemas eléctricos, ajustando o sustituyendo por unos nuevos los elementos necesarios para su uso en las pruebas operativas realizadas a la aeronave.

CR4.7 El certificado de aptitud para el servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de la aeronave se rellena tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

**Contexto profesional:****Medios de producción:**

Palas (madera, acero, aluminio y material compuesto) y cubos de pala, sincronoscopio, banco de equilibrado, sensor óptico de comprobación, sistemas de transmisión del helicóptero, contrapesos de pala, governor, cabeza de rotor anti-par, cabezas de rotor, muñones, manguetas, cojinetes, analizadores de gases. Banco de comprobación de instrumentos de rotores y cajas de engranajes. Medios de elevación y transporte. Máquinas, herramientas fijas y portátiles, termómetros y utillaje específico. Equipos de diagnóstico de averías. Analizador de la unidad de potencia auxiliar. Equipos de medición de formas y máquinas de equilibrado. Equipo informático de control y gestión de la producción, del aprovisionamiento, del personal y de la operación.

**Productos y resultados:**

Mantenimiento programado y no programado de las palas del helicóptero y sus componentes, realizado. Mantenimiento programado y no programado, diagnosis de averías y reparación de la cabeza de rotor principal, antipar y las palas del helicóptero, realizado. Mantenimiento programado y no programado, diagnosis de averías y reparación del sistema de transmisión del helicóptero, realizado. Mantenimiento programado y no programado de los sistemas de indicación y control de los rotores y las cajas de engranajes del helicóptero, efectuado.

**Información utilizada o generada:**

Manual de Mantenimiento de la Aeronave. Documentación técnica de la aeronave (Wiring Diagram Manual, Schematic Diagram Manual, Trouble Shooting Manual). Documentación

técnica de los componentes. Parte de Vuelo (Technical Log Book). Normativa aplicable ordenada por la entidad reguladora para la instalación de los componentes nuevos en la aeronave, órdenes de trabajo, esquemas, planos. Manuales técnicos de operación de equipos de pruebas. Normas y procedimientos de trabajo o de reparación. Tablas de equivalencias de materiales o componentes. Normas de calidad específicas del fabricante. Reglamentos aeronáuticos. Procedimientos aeroportuarios. Documentos oficiales de control. Sistemas informáticos para información de averías, de procedimientos o de programación y actuación. Documentos y procedimientos relacionados con los sistemas de calidad ordenada por la entidad reguladora. Normativa aplicable referente a la seguridad, prevención de riesgos laborales y gestión medioambiental. Diccionario de inglés técnico aeronáutico. Normativa de Seguridad en Plataforma (NSP).

### **UNIDAD DE COMPETENCIA 3: MANTENER/REPARAR LA UNIDAD DE POTENCIA AUXILIAR (APU), COMPONENTES DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE Y SISTEMAS AUXILIARES DE HELICÓPTEROS CON MOTOR DE TURBINA**

**Nivel: 3**

**Código: UC2557\_3**

#### **Realizaciones profesionales y criterios de realización:**

RP1: Realizar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas de carga del helicóptero, pedestal del piloto, autotest de la baliza, cartuchos explosivos, ventilación de cabina, balizas de emergencia, piloto automático, corta-cable, realizando verificación visual o comprobaciones con los equipos de prueba y medida (equipos de diagnóstico, multímetro o polímetro), observando su funcionalidad, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, asegurando la funcionalidad de los sistemas auxiliares.

CR1.1 El indicador de carga se ajusta, situando el interruptor en posición CLOSED y configurando manualmente el peso (Kg o Lb, en cada caso), presionando el botón de test durante varios segundos, reseteando la indicación 0 en el display y comprobando errores memorizados, desmontándolo con un destornillador o llaves de vaso en cada caso, desconectando el terminal y ajustando el potenciómetro, según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR1.2 El autotest de la baliza de emergencia se comprueba, observando que el piloto de la unidad de control se enciende brevemente, apagándolo y volviéndolo a encender durante 3 segundos, siguiendo el procedimiento de comprobación, asegurando manualmente el interruptor del transmisor y pasando de ON, ARMED, RESET TEST situándolo en ARMED y el transmisor localizador de emergencia, posicionándolo en ARM, presionando durante tres segundos el interruptor reset test.

CR1.3 Los cartuchos explosivos de los extintores de los motores y la bobina de encendido se verifican, observando que la fecha de los detonadores está dentro de los límites de caducidad y que el rango de resistencias entre los terminales está dentro de los límites contenidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, utilizando el equipo de prueba y medida (multímetro o polímetro), sustituyendo los cartuchos en cada caso.

CR1.4 El sistema de altavoces, megafonía, micrófono, sirena y pulsador de control se comprueban visualmente, observando que no están deteriorados, que están anclados fijos al fuselaje y que al conectar el interruptor que los controla en ON, hay consumo de energía en el amperímetro, sustituyendo los elementos deteriorados por unos nuevos, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, torquímetros, entre otras).

CR1.5 Los corta-cables de la cabina se verifican visualmente, observando que no hay deterioros evidentes en sus cuchillas (corrosión, falta de material, entre otras), reapretando los tornillos de unión al fuselaje y sustituyéndolos con herramienta común (llaves de vaso, fijas, torquímetros, entre otras), renovando el elemento.

RP2: Realizar el mantenimiento programado y no programado de ventilación de cabina, bombona de descarga de aire, detectores de humo, mandos eléctricos, indicador de posición de la computadora del piloto automático y pedestal del piloto, realizando verificación visual o comprobaciones con los equipos de prueba y medida (equipos de diagnóstico, multímetro o polímetro), observando su funcionalidad siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, asegurando la funcionalidad de los sistemas auxiliares.

CR2.1 La ventilación de cabina se verifica, observando que suministra aire desde su parte superior y distribuyéndolo en el interior sin obstrucción, que situando el interruptor de cabina en la posición 1 (flap cerrado), circulará aire de tripulación y pasajeros, en la posición 2 (flap abierto) entrará aire en el interior de la cabina por su parte superior, asegurando la ventilación de la cabina.

CR2.2 La bombona de descarga de aire se verifica, accionando la válvula de seguridad y con sus fijaciones, observando por la mirilla incorporada que el color que se visualiza es verde o rojo, recargando de aire en cada caso (verde ok; rojo recargar).

CR2.3 Los mandos eléctricos y el indicador de posición de la computadora del piloto automático se verifican, accionándolos y observando que el actuador del motor extiende o retrae los eslabones y que el indicador lineal ofrece una posición relativa en cada caso, realizando diagnóstico básico con el equipo de prueba y medida (equipo de diagnóstico, polímetro, entre otros), reparando o sustituyendo, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR2.4 El interruptor del gancho (HOIST) de corte de emergencia de grúa de rescate situado en el pedestal del piloto se verifica visualmente, comprobando que está desactivado y con la caperuza protectora (la guarda) puesta y el hilo de cobre de seguridad sin romper en cada caso, activando el interruptor de suelta de carga y comprobando su funcionamiento.

CR2.5 Los detectores de humo (ionización, fotoeléctrico, CO, entre otros) se verifican, realizando una prueba funcional desde cabina, pulsando el interruptor y observando que la luz del amplificador pasa de intermitente hasta hacerse fija en aviso rojo Fire detector, reparando o sustituyendo en cada caso.

RP3: Realizar el mantenimiento programado y no programado del sistema antihielo y lluvia, cuna o cesta, espejos exteriores, cartuchos explosivos de extinción fuego motor, realizando verificación visual o comprobaciones con los equipos de prueba y medida

(equipos de diagnóstico, multímetro o polímetro), observando su funcionalidad, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, asegurando la funcionalidad de los sistemas auxiliares.

CR3.1 El sistema antihielo (indicador de temperatura de gases de escape, interruptor de la calefacción de cabina y palanca para desempañar los cristales) se verifica visualmente y con los equipos de prueba y medida (equipo de diagnóstico, polímetro, entre otros), haciéndolo funcionar o analizando las señales eléctricas, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, comprobando con el motor arrancado que se aumenta la temperatura 20°C (según aeronave) y cae al apagarlo, comprobando que al accionar el interruptor de calefacción se activa la calefacción y que la palanca para desempañar los cristales se mueve suavemente sin fricción.

CR3.2 Los espejos exteriores se verifican visualmente, comprobando las uniones al fuselaje y los cristales, verificando que no hay signos de corrosión o tornillos flojos, reparando o reapretando en cada caso, con el torquímetro y siguiendo los procesos de reacondicionamiento, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR3.3 La cuna o cesta se verifica visualmente, observando que donde se aloja el bambi bucket para las descargas de agua del helicóptero está sin daños, grietas o golpes, comprobando que los tirantes de la primera estén dentro de los alojamientos del fuselaje, y que sus pernos de sujeción tienen su par de apriete y su lacrado, reparando o sustituyendo los elementos en cada caso con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, torquímetros, entre otras).

CR3.4 Las luces de aterrizaje y búsqueda se verifican, haciéndolas funcionar, presionando el interruptor de cuatro posiciones en el mando colectivo y comprobando que hacen los movimientos de retracción y extensión, elevación y giro, que se encienden y apagan, sustituyendo por bombillas de igual potencia en cada caso, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, torquímetros, entre otras), asegurando la visualización de la Aeronave en la noche.

CR3.5 El agujero del gancho de carga se inspecciona visualmente, comprobando la ausencia de signos de corrosión, que la goma no está despegada, que el gancho abre y cierra con la mano, garantizando que el conector no esté dañado, sustituyendo la goma, limpiando y desengrasando la zona, matizando con scotch brite y aplicando adhesivo o reparando en cada caso.

CR3.6 Las grúas laterales de elevación y sus elementos (guarda de cables, cables, gancho, árbol giratorio y torno) se verifican, comprobando que no tienen roturas, cables deshilachados, marcas de excesivo desgaste, corrosión, entre otras, haciéndolas funcionar, accionando el interruptor de cabina y observando que el cable se extiende/se retrae hasta llegar a su final de carrera y que pivotan según posicionamiento del mando del operador de grúa, sustituyendo o reparando los elementos, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR3.7 Los limpiaparabrisas se verifican visualmente, haciéndolos funcionar, realizando limpieza con un trapo limpio, comprobando la ausencia de grietas o roturas de la goma, accionando el interruptor WIPERS en sus diferentes posiciones PARK, OFF, LOW, MED y HIGH, y volver a OFF, observando el movimiento, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, desmontándolos con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, torquímetros, destornilladores, entre otras), analizando las señales eléctricas (resistencia, tensión e intensidad), restaurando el sistema, para asegurar el barrido del agua del cristal delantero.

CR3.8 El tubo Pitot se verifica visualmente, comprobando que no tenga daños, accionando el interruptor del interior de la cabina, observando la calefacción del elemento y controlando que cae ligeramente el voltaje de la batería y los amperios, tocando el tubo con las manos y contrastando que sube la temperatura, desmontándolo con un destornillador y realizando pruebas de medida eléctrica (tensión y resistencia), sustituyéndolo por uno nuevo en cada caso.

RP4: Realizar el mantenimiento programado y no programado del sistema de combustible, estructura de los depósitos, su ventilación, distribución y generación de gas inerte, realizando inspecciones, pruebas operacionales, reemplazando elementos defectuosos y reparando averías, siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento del helicóptero, para aportar combustible al motor durante el vuelo.

CR4.1 El indicador de combustible, temperatura, presión (alta y baja), interruptores de las bombas, selección de depósito, xfeed (para el fallo de las bombas) se verifican visualmente, haciéndolos funcionar, comprobando que indican los datos de los depósitos y que se activan los seleccionados en cada opción (left, right o total), desmontando, reparando o sustituyendo, los elementos que estén en mal estado, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, de codo, planas, torquímetro, destornilladores, entre otros), y con el polímetro para comprobaciones eléctricas (resistencia, tensión e intensidad), para obtener la información del sistema de combustible.

CR4.2 El indicador (FUEL QUANTITY) de cantidad de combustible, las tuberías, galerías de distribución de combustible, depósito, bombas reforzadoras, válvulas de carga, cierre y selectoras se verifican visualmente por roturas o arañazos, asegurando que se indique la cantidad real de combustible en el depósito, que no tienen grietas o cuarteados, realizando pruebas operacionales y simulaciones con el depósito cerrado y lleno, comprobando que las líneas se presurizan viendo el Indicador de Presión en cabina, asegurando la alimentación del motor sustituyendo los elementos deteriorados, siguiendo el Manual de Mantenimiento del fabricante.

CR4.3 El depósito se verifica que está exento de agua, analizando el combustible, con el switch en off y tomando muestras por el sangrador o tapón de drenaje, utilizando un bote transparente, observando hasta que salga combustible limpio, enviando las muestras a analizar, asegurando la calidad del combustible.

CR4.4 La bomba, válvula de drenaje, de vaciado, flaper, interruptor del flotador y de flujo, tornillos y juntas se verifican visualmente, comprobando que no hay signos de deterioro (corrosión, roces, elementos sueltos, entre otros), sustituyéndolos por unos nuevos, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, de codo, planas, torquímetro, destornilladores, entre otros), cambiando las juntas y asegurando que los tornillos de los registros están apretados, asegurando la estanqueidad y reparto del combustible.

CR4.5 Los sistemas de medición de cantidad (varillas, aforadores, sondas capacitivas, compensadores), temperatura del combustible, aforadores y su varillaje, la válvula de alimentación cruzada y el transductor de presión de combustible se verifican visualmente, comprobando que están en posición moviéndose libremente, que está exenta de agua, bombeando combustible hasta drenar en cada caso, y que llega información al display, reparando o sustituyendo, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR4.6 La estructura exterior del depósito, racores, posibles accesos, intercambiador de calor (calentador de combustible) se inspeccionan visualmente y con un trapo por posibles fugas en las tuberías de entrada y salida de combustible y aceite, sustituyendo el conjunto completo si es desmontable o empleando sellantes resistentes a hidrocarburos para eliminar fugas si es un tanque estructural, siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave, asegurando la contención y el calentamiento del fluido.

CR4.7 Las zonas centrales del tanque de combustible, estructura exterior (tanque y tubos de fibra de carbono) válvulas, separadores de oxígeno, bridas de unión del Sistema de Gas Inerte y los cables de masa del interior y exterior se comprueban visualmente, observando que no tienen rozaduras o arañazos profundos que dañen el barniz antifugas (vapor barrier), burbujas, daños en la malla de bronce, suficientes hilos trenzados uniendo ambos terminales, comprobando fugas de combustible mediante manómetros, probando las válvulas, sustituyendo los filtros y el depósito en cada caso y que la explosividad del tanque sea reducida.

CR4.8 Las tuberías de sistemas hidráulicos se comprueban visualmente, observando su estanqueidad, revisando que no rozan con los pasamuros de los mamparos, ni con otros tubos, que están fijadas con bridas metálicas y con las gomas de aislamiento a la estructura, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, de codo, planas, torquímetro, destornilladores, entre otros), asegurando los anclajes.

CR4.9 Los tubos de ventilación, las válvulas y la rejilla del exterior del depósito se inspeccionan visualmente, comprobando la unión entre ellos, que se mueven libremente, evitando que se cuele combustible y que están libres de obstrucciones, limpiando o sustituyendo los elementos según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, asegurando un alivio de los gases generados en su interior.

RP5: Realizar el mantenimiento programado de la unidad de potencia (APU), comprobando el aceite, las compuertas y realizando una prueba generación eléctrica, entre otras, garantizando su funcionamiento, para la puesta en marcha del helicóptero.

CR5.1 Los paneles de acceso y entrada de aire de la APU se verifican visualmente, comprobando el estado general y los cierres, garantizando que no están dañados o deteriorados (golpes, óxidos, remaches saltados, entre otras) y asegurados, para proteger y refrigerar la unidad.

CR5.2 El mástil de drenaje y escape de la APU se comprueban, verificando visualmente las pérdidas de aceite y combustible (manchas de fluido, oxidación, entre otras), anotando la anomalía para su reparación siguiendo el Manual de Reparaciones Estructurales o sustitución siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR5.3 El cortafuego de la APU se verifica visualmente, observando que el disco rojo del indicador de descarga APU es visible, sustituyendo los elementos deteriorados en cada caso, asegurando que la APU no ha sufrido daños por sobrecalentamiento.

CR5.4 El nivel de aceite se comprueba en cabina a través de la MCDU, comprobando en la pantalla que el nivel de aceite se encuentre «OK», rellenando, sustituyendo, en cada caso, observando que el nivel es el indicado en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, asegurando la cantidad suficiente para el engrase de la unidad.

RP6: Diagnosticar averías en la APU y sus sistemas de indicación, localizando fallo/fallos, causa/causas que las provocan, reemplazando la unidad o sus elementos deteriorados en cada caso, corrigiéndolo y garantizando su funcionamiento, para el arranque del helicóptero.

CR6.1 El pulsador de parada de emergencia en caso de incendio de la APU, situado bajo guarda en cabina se comprueba, arrancando la APU y accionando el interruptor, verificando que se para el motor.

CR6.2 La APU se verifica mediante un test operacional de funcionamiento, comprobando visualmente en el display de la cabina los parámetros del arranque, velocidad, temperatura, funcionamiento del starter, tiempo de aceleración y consumo de aceite, entre otros, asegurando que los datos están dentro de los valores según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR6.3 La compuerta de entrada de aire de la APU se comprueba, verificando que abre y cierra cuando accionamos el pulsador situado en cabina para el encendido de la APU, sustituyéndolo en cada caso, quitando las tuercas, tornillos, conector eléctrico y la masa estructural del actuador con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, torquímetro, entre otras), reparando o sustituyendo los elementos deteriorados.

CR6.4 La APU se reemplaza, configurando la aeronave, despresurizando los sistemas hidráulicos, anotando las horas y ciclos mediante la MCDU situada en cabina, saltando y asegurando los breakers.

CR6.5 La APU se reemplaza, abriendo las puertas de acceso y desconectando los conectores eléctricos, generador de la APU, starter y líneas de combustible, vaciando el fluido hidráulico, entre otros, quitando los tornillos de los mounts (estructura soporte) e izando el útil de extracción, anclándolo con la unidad y procediendo a su bajada, utilizando los equipos de extracción de fluido y con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, torquímetro, entre otras) para independizarlo del bastidor de la Aeronave.

RP7: Realizar el abastecimiento y vaciado de combustible de la aeronave realizando la conexión de la manguera de repostaje, utilizando los equipos de llenado, seleccionando el tipo de combustible, controlando los equipos de emergencia, desconectando la alimentación eléctrica, asegurando el llenado y/o drenaje de los tanques de carburante.

CR7.1 El combustible se selecciona en función del tipo de unidad de potencia utilizada en la aeronave (motor a turbina, de explosión o de combustión, entre otras), consultando el Manual de Mantenimiento de la aeronave, asegurando el grado del producto.

CR7.2 Los extintores próximos a la zona de abastecimiento se comprueban antes de cada carga/descarga, verificando la tarjeta de identificación de extintores, tipo de extintor y categoría, pegatina de revisión y mirilla de estado (verde o rojo), asegurando el dispositivo de emergencia.

CR7.3 Las condiciones de seguridad de repostaje se controlan, evitando utilizar herramientas que puedan generar chispas o fuego y controlando acciones relativas a objetos que puedan emitir ondas o luz (teléfonos móviles, laser, entre otras), evitando el riesgo de explosión y/o fuego.

CR7.4 La batería se desconecta y se calzan las ruedas en cada caso, observando que el interruptor de master se encuentra en «off», que las palas de rotor de cola están ancladas y la aeronave conectada a masa.

CR7.5 El abastecimiento de combustible se realiza con la aeronave aparcada en pista, en condiciones secas, evitando la caída de agua dentro del depósito y/o rayos en cada caso, comprobando que la zona está libre de objetos (FOD), creando una zona de seguridad para el personal, que la manguera de suministro está completamente estirada en la superficie de la plataforma y el boquerel conectado, enganchando el cable de equilibrio de potencial de cargas electrostáticas o pinza en el lugar asignado en el Manual de Mantenimiento de la aeronave, controlando la presión diferencial observando los manómetros de presión del equipo de llenado, para mantener el control de la carga de carburante.

CR7.6 El contador de la bomba de suministro se resetea introduciendo en el display la cantidad a repostar (litros o libras), pulsando el interruptor que permite la salida de combustible por el boquerel, quitando la manguera cuando hayamos concluido la operación, soltando el equipo de llenado del depósito y desconectando el cable de equilibrio de potencial.

CR7.7 La cuba (fija o móvil) y los depósitos de la aeronave se verifican, comprobando el combustible contenido a través de las pastillas de análisis y una jeringa observando que está libre de agua, drenando en cada caso, liberándolos de agua e impurezas contenidas.

CR7.8 Los depósitos de combustible se descargan, utilizando el equipo de extracción (bomba de succión) o manualmente, quitando el tapón de drenaje, utilizando una cisterna o barril asignados a cada fluido concreto (queroseno) identificados con la pegatina de homologación o almacenaje para su reciclaje, controlando la limpieza de carburante derramado en cada caso, asegurando que las zonas calientes y eléctricas no están contaminadas.

CR7.9 El certificado de aptitud para el servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de la aeronave se rellena tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

### **Contexto profesional:**

### **Medios de producción:**

Unidad de potencia auxiliar (motores de arranque neumáticos, eléctricos, válvulas de control, controles de combustible, bombas de aceite, de combustible y de hidráulico, unidades de velocidad constante, generadores, entre otros). Banco de pruebas de motores, analizadores de gases y banco de comprobación de inyectores electrónicos. Banco de pruebas eléctricas. Medios de elevación y transporte. Máquinas, herramientas fijas y portátiles, termómetros y utillaje específico. Equipos de diagnóstico de averías. Cableados eléctricos, sensores y controles electrónicos del APU. Inyectores, depósitos

(flexibles, integrales, válvulas de ventilación, válvulas en general, paneles de control de carga de combustible). Panel de control lanzamiento de combustible. Cambiador de calor. Módulo de separación de aire. Detectores (ionización, fotoeléctrico, CO). Bombonas de flujo. Cambiador de calor. Baterías. Equipos de medición de formas y máquinas de equilibrado. Equipo informático de control y gestión de la producción, del aprovisionamiento, del personal y de la operación, Indicadores de combustible, de temperatura, de presión (alta y baja), interruptores de las bombas, selectores de depósito y xfeed, (alimentación cruzada), sistema antihielo, indicadores de cantidad de combustible, espejos exteriores, cuna, indicador de carga. Equipos de llenado de combustible.

### Productos y resultados:

Mantenimiento programado y no programado de los sistemas de carga del helicóptero, pedestal del piloto, autotest de la baliza, cartuchos explosivos, ventilación de cabina, balizas de emergencia, piloto automático, corta-cable, realizado. Mantenimiento programado y no programado de ventilación de cabina, bombona de descarga de aire, detectores de humo, mandos eléctricos, indicador de posición de la computadora del piloto automático y pedestal del piloto realizado. Mantenimiento programado y no programado del sistema antihielo y lluvia, cuna o cesta, espejos exteriores, cartuchos explosivos de extinción fuego motor, realizado. Mantenimiento programado y no programado del sistema de combustible, estructura de los depósitos, su ventilación, distribución y generación de gas inerte, realizado. Mantenimiento programado de la unidad de potencia (APU), realizado. Averías en el APU y sus sistemas de indicación, diagnosticado. Abastecimiento y vaciado de combustible de la aeronave, realizado.

### Información utilizada o generada:

Manual de Mantenimiento de la Aeronave, documentación Air Transport Association (ATA) como referencia de aeronaves. Libro de bitácora del avión. Normativa aplicable ordenada por la entidad reguladora para la instalación de los componentes nuevos en la aeronave, órdenes de trabajo, esquemas, planos. Manuales técnicos de operación de equipos de pruebas. Normas y procedimientos de trabajo o de reparación. Tablas de equivalencias de materiales o componentes. Normas de calidad específicas del fabricante. Reglamentos aeronáuticos. Procedimientos aeroportuarios. Documentos oficiales de control. Libro de bitácora del avión. Sistemas informáticos para información de averías, de procedimientos o de programación y actuación. Documentos y procedimientos relacionados con los sistemas de calidad ordenada por la entidad reguladora. Normativa aplicable referente a la seguridad, prevención de riesgos laborales y gestión medioambiental. Diccionario de inglés técnico aeronáutico.

## UNIDAD DE COMPETENCIA 4: MANTENER/REPARAR LOS SISTEMAS HIDRÁULICOS Y NEUMÁTICOS Y AIRE ACONDICIONADO DE HELICÓPTEROS CON MOTOR DE TURBINA

Nivel: 3

Código: UC2558\_3

### Realizaciones profesionales y criterios de realización:

RP1: Comprobar los sistemas hidráulicos y sus sistemas de seguridad e indicación, utilizando los equipos de prueba (manómetros de presión, caudal, calibres, micrómetros,

entre otros), controlando los movimientos de los accionamientos y los datos de caudal/ presión, anotando los elementos deteriorados, para su reparación o sustitución.

CR1.1 El interruptor de emergencia y la calidad del hidráulico se comprueban, verificando visualmente que el interruptor de HYD EMERGENCY está en off y tiene instalada su guarda, que la viscosidad del fluido no ha perdido propiedades, controlándolo con una probeta, para asegurar el sistema de seguridad y las propiedades del aceite en la instalación.

CR1.2 Las pegatinas de identificación de las tuberías del sistema hidráulico se verifican, observando visualmente que aparecen los códigos de colores y la fecha de caducidad reflejada en la tubería, para identificar la zona de trabajo (presión o retorno y sentido de circulación), sustituyéndolas por unas nuevas en cada caso.

CR1.3 La fecha de fabricación de las tuberías se comprueba, observando que la fecha coincide con el tiempo de uso, asegurando la integridad del elemento.

CR1.4 El circuito hidráulico se comprueba cuando se cambian las válvulas, tuberías, cilindros, entre otras circunstancias, utilizando el banco de comprobación o mecánicamente, conectándolo a la entrada del sistema o actuando sobre los mandos que provocan movimiento hidráulico, comprobando visualmente a través de los manómetros de presión que contiene el caudal y la presión, anotando los valores y verificando con los anotados en el Manual de Mantenimiento de la aeronave o moviendo las palancas, observando que se mueven sin agarrotamientos y el recorrido de los sistemas de martinets, servos y válvulas, entre otras, asegurando que están libre de fugas y evitando aire en el sistema.

RP2: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas de hidráulicos de la aeronave, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos, para asegurar la aeronavegabilidad de la aeronave.

CR2.1 Los circuitos hidráulicos (dos o tres sistemas hidráulicos independientes, según aeronave) se comprueban, verificando visualmente que no hay pérdidas de aceite y que la presión en los diferentes circuitos es la que establece el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, utilizando los equipos de prueba y medida (manómetros, bancos de prueba externos, entre otros), y cambiando los elementos deteriorados por unos nuevos certificados, usando la herramienta común y específica (llave de racores, dinamométricas, entre otras).

CR2.2 El colector hidráulico se instala en los sistemas de alta (HP) y baja (LP) presión, conectándolo a través de las tomas tipo bobina, suministrando fluido a presión para comprobar los elementos y canalizaciones del sistema, asegurando la circulación del aceite y la estanqueidad del sistema.

CR2.3 Las tuberías de hidráulico de alta presión (HP) y baja presión (LP) se verifican visualmente con los equipos de prueba y medida (manómetros, bancos de prueba externos, mulas hidráulicas, entre otros), observando que no hay pérdidas de fluido hidráulico (MIL-H- 83282, Skydrol, entre otros), cuarteados evidentes de los latiguitos, roturas, que las tuberías metálicas están conectadas a la masa de la aeronave y que la presión en los diferentes circuitos es la establecida para la instalación, cambiando las tuberías en cada caso.

CR2.4 Las bombas de potencia hidráulica principales se revisan, haciéndolas funcionar, arrancando la aeronave o con los bancos de prueba, conectándolos en los paneles de servicio para alimentar cada una de las líneas de potencia hidráulica, comprobando que los sistemas funcionan con normalidad y cotejando la lectura de los manómetros con los valores establecidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, asegurando la presión y caudal de fluido para el funcionamiento de los sistemas hidráulicos.

CR2.5 Las válvulas del sistema hidráulico (válvulas de retención, válvulas de prioridad, válvulas de alivio de presión, válvulas selectoras) que controlan el fluido, filtros que mantienen la limpieza del fluido, los colectores de retorno, interruptores de presión, transductores de presión, válvula de alivio y la válvula solenoide de medición de fugas en cada caso, se verifican visualmente y con los equipos de prueba y medida (colectores, manómetros, entre otros), comprobando que están exentas de signos de fuga hidráulica.

CR2.6 Las inspecciones y chequeos en línea se ejecutan, verificando visualmente, observando los indicadores en el interior de la cabina, la presión de carga de nitrógeno en acumuladores de energía hidráulica, los indicadores de obstrucción (POP-UP) de alta presión (HP), el retorno, el drenaje de la caja de la bomba impulsada por el motor (EDP), llenado del depósito y filtros de la unidad de presurización de aire, los indicadores de obstrucción del filtro del sistema hidráulico en el compartimento hidráulico y motores, colectores de alta y baja presión, paneles y colectores de servicio a tierra para detectar signos de fuga externa, asegurando la eficiencia del sistema para el siguiente vuelo.

RP3: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de elementos asociados a los sistemas hidráulicos, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales que pueden requerir uso de bancos de prueba externos, reemplazando los elementos defectuosos, para restaurar los sistemas.

CR3.1 El depósito y sus elementos se verifican visualmente y con los equipos de comprobación (bombas de vacío, llaves de racor, polímetros, entre otras) que estén exentas de daños (golpes, grietas entre otras), que no haya fuga de aceite por sus conexiones y que no pierda presión de presurización, reparando el sistema en cada caso siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, con la herramienta de mano (llaves de vaso, fijas, dinamométricas, entre otras) y el utillaje específico (colectores, bancos de prueba, entre otros), asegurando su estanqueidad.

CR3.2 Los depósitos se presurizan y despresurizan en tierra, comprobando su estanqueidad mediante bancos de prueba externos, comprobando la presión marcada en cada uno de los depósitos y la reflejada en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, vaciando el agua contenida por los separadores de agua, reparando los elementos deteriorados en cada caso, para asegurar el fluido a la instalación hidráulica sin aire, refrigerado y sin impurezas.

CR3.3 Las fugas internas y la válvula solenoide de control de fugas se comprueban, aislando los sistemas hidráulicos a través de la válvula de aislamiento, accionando el interruptor del interior de la cabina del piloto, controlando los diferentes tramos de tuberías hidráulicas, asegurando la estanqueidad, reparando los tramos afectados, y sustituyendo las tuberías, válvulas, reguladores de presión, entre otros, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR3.4 La bomba eléctrica, los sensores de salida de la bomba, los depósitos de los sistemas hidráulicos (sensor de caudal, presión y temperatura, entre otros), los sistemas de gestión y control (unidad electrónica de control, actuadores, entre otros) que gobiernan la activación/desactivación se verifican, sometiéndolos a control de funcionamiento, observando que recibe la señal eléctrica para ponerse en funcionamiento, utilizando los equipos de prueba y medida (analizadores digitales, polímetros, entre otros), comprobando que no tienen roturas, cambiando el sensor o sensores entre otros, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR3.5 La Unidad de Monitoreo del Sistema Hidráulico se verifica visualmente y con los analizadores digitales que las funciones responden a los requerimientos del sistema, observando que avisa de las advertencias de FALLO activándose las señales auditivas, las luces MASTER CAUT y MASTER WARN, sustituyendo el dispositivo en el caso de mal funcionamiento con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), verificando su instalación con el equipo de prueba.

CR3.6 Los indicadores de obstrucción de filtros del sistema hidráulico, (alta presión, retorno y carcasa de la EDP) se comprueban visualmente a través del testigo indicador de color rojo tipo POP OUT, sustituyendo el elemento filtrante en cada caso.

CR3.7 El sistema de indicación de cantidad fluido hidráulico (transmisores capacitivos, microinterruptores, entre otros) se verifica visualmente, comprobando que marca la cantidad de aceite contenido en el depósito, que los elementos eléctricos envían la señal adecuada en cada caso, utilizando los equipos de prueba y medida (analizadores digitales, polímetros, entre otros), observando los valores y cotejándolos con los contenidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, cambiando los elementos desgastados o deteriorados, para que el sistema pueda eliminar o agregar fluido al depósito que lo demande en cada caso.

RP4: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas de neumáticos de la aeronave, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos (conductos, elementos de control de presurización computadores y el interruptor del panel neumático manual BLEED, AIR, válvulas antirretorno de presión baja o intermedia IP o LP, la válvula de alta presión HPV, la válvula reguladora de presión PRV, entre otras), siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave para restaurar los componentes afectados.

CR4.1 Los conductos del sistema neumático contenidos en el fuselaje se comprueban visualmente y mediante las computadoras de monitoreo de sangrado, observando que en los racores de conexión y a lo largo de las tuberías no se observan restos de óxido, líquido refrigerante o deterioros evidentes, que en las computadoras no se indican anomalías permanentes, cambiando los tramos de tubería afectados, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR4.2 El servicio de control de presurización se comprueba en helicópteros presurizados, observando la presión diferencial de la cabina, simulando máxima presión, sellando exteriormente las puertas y ventanillas con tela de fibra y encima una lona de caucho, hermética, aplicando vacío sobre las lonas y comprobando que en el sensor de cabina no indica fugas en el interior, asegurando la integridad de la aeronave.

CR4.3 Los computadores y el interruptor del panel neumático manual (BLEED, AIR) que controlan el sistema de indicación de suministro de aire se verifican, realizando test de funcionamiento con los equipos de prueba y medida (autotest, analizadores digitales, entre otros), reparando el sistema cambiando los elementos deteriorados en cada caso, con la herramienta común utilizada para el desmontaje y montaje de componentes (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), comprobando su instalación y restaurando la información a los pilotos del sistema neumático de la aeronave.

CR4.4 Las válvulas antirretorno de presión baja o intermedia (IP o LP), la válvula de alta presión (HPV), la válvula reguladora de presión (PRV) y la válvula de sobrepresión Overpressure Valve (OPV) se verifican, comprobando que controlan el suministro de aire de sangrado, la presión neumática y la presión agua, haciéndolas funcionar y con los equipos de prueba y medida (colectores, manómetros, entre otros), cambiando los elementos deteriorados en cada caso, desmontando las válvulas según las indicaciones de Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR4.5 Los microinterruptores que monitorean las válvulas PRV y HP se comprueban visualmente y con el equipo de pruebas, verificando si informan de que las válvulas están completamente abiertas o cerradas, sustituyéndolos en cada caso con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), restaurando el sistema.

CR4.6 La válvula de presión regulada (PRV) se comprueba visualmente, haciéndola funcionar, pulsando el interruptor de botón ENG BLEED (configuración OFF) en el panel de control AIR o BLEED y con los equipos de prueba y medida (manómetros, polímetro, banco de pruebas, entre otros), verificando la apertura y cierre en diferentes condiciones de funcionamiento.

CR4.7 La válvula de sobrepresión OPV se comprueba visualmente, haciéndola funcionar con los equipos de prueba y medida (manómetros, polímetro, banco de pruebas, entre otros), verificando la apertura y cierre en diferentes condiciones de funcionamiento, sustituyendo o reparando en cada caso, siguiendo el procedimiento de Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR4.8 Los sistemas de sangrado de aire se comprueban, arrancando los motores, verificando con el analizador digital que no hay errores memorizados en las unidades electrónicas de control, analizando errores y concretando los elementos deteriorados para la reparación o cambio en cada caso, organizando las intervenciones y el tiempo de reparación del sistema.

RP5: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas de suministro de aire de sangrado de APU y sistema de alimentación cruzada de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos, para restaurar los componentes afectados.

CR5.1 La válvula de alimentación cruzada que controla el suministro de aire de sangrado a los sistemas de aire izquierdo y derecho se comprueba, conectando el equipo de análisis y verificando los datos ofrecidos por la unidad electrónica de control y los contenidos en el Manual de Mantenimiento de la aeronave, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados por unos nuevos en cada caso.

CR5.2 Los elementos sensores y las válvulas del conducto de sangrado de aire de la APU se comprueban, realizando una puesta en marcha del suministro de aire de sangrado, accionando el interruptor APU BLEED entre otras pruebas posibles, comprobando que abre la válvula de sangrado, asegurando el funcionamiento del solenoide encargado de la apertura, según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR5.3 La válvula y el relé de alimentación cruzada se verifican, pulsando el interruptor APU BLEED, comprobando que en la pantalla multifunción aparece el mensaje «abierta» y en color verde, encendiéndose las luces en ámbar y sonando un timbre en cabina de MASTER CAUT si no funcionan, quedando el sistema inoperativo en modo automático, reparando o sustituyendo los elementos defectuosos siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave, para restaurar el sistema.

CR5.4 La presurización del sistema de aire sangrado de APU y sistema de alimentación cruzada de la aeronave se verifica, conectando el carro de suministro de aire comprimido en tierra por el conector de alta presión (HP) y asegurando que no existen fugas en el sistema.

CR5.5 Los conductos neumáticos o de anticongelante se verifican visualmente con las puertas de alivio de presión del motor abiertas, controlando las fugas de refrigerante o aire, conectando el colector y comprobando los elementos deteriorados, reparando o sustituyendo con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), restaurando el sistema de aire y/o anticongelante.

CR5.6 El sistema de detección de fugas se comprueba, verificando los sensores de sobrecalentamiento, entre otros, en la pantalla multifunción de sangrado del motor, individualmente con el multímetro o con analizadores digitales, observando que se encuentra dentro de los valores de referencia contenidos en el Manual de Mantenimiento de la aeronave, para realizar el monitoreo de funcionamiento.

CR5.7 El sistema de detección de sobre-calentamiento se verifica, comprobando la resistencia del cable central de los bucles del sistema de detección de sobrecalentamiento y fugas en todos los conductos de aire de sangrado y los componentes de los paquetes de aire acondicionado, observando la suciedad/humedad en los conectores y controlando que el sistema no tiene restos de daños, verificando las resistencia y conducción de corriente, realizando un wetting current (atravesar una corriente eléctrica en un elemento con oxidación o contaminación), cambiando los elementos deteriorados, usando la herramienta de mano y limpiando los conectores con un aislante eléctrico.

RP6: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de ventilación de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos y siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, para restaurar los componentes afectados.

CR6.1 El sistema de aire acondicionado de la cabina de pilotos se verifica, comprobando los conductos de aireación, la temperatura y la presión diferencial, observando la salida de aire, del humo y la temperatura seleccionada, utilizando el termómetro digital y el generador de humo, siguiendo los pasos descritos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR6.2 El sistema de ventilación del compartimento del equipo de aire acondicionado se verifica, comprobando que los turboventiladores, tubos piccolo y sistema antifallos no están obstruidos o deteriorados, realizando la recirculación del aire a través de todos los componentes del sistema, para que no se supere los valores de temperatura máximos y mínimos de funcionamiento de la aeronave.

CR6.3 El turboventilador del sistema de refrigeración del compartimento de aire acondicionado y sus componentes asociados (la válvula de entrada de aire de sangrado, sensor de presión diferencial y el actuador de la compuerta de entrada aire, entre otros) se verifican, comprobando la presión, observando ruidos metálicos, utilizando los equipos de prueba y medida (banco de pruebas, polímetros, entre otros), y realizando pruebas funcionales según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR6.4 El sistema de ventilación del compartimento de equipos eléctricos/electrónicos se verifica, comprobando que los fanes de ventilación introducen el aire en los racks de computadores con la presión y temperatura adecuadas según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, manipulando el manómetro, termómetro, realizando una prueba funcional de humo y utilizando los bancos de prueba, reparando los elementos afectados en cada caso (mazo de cables, pines, entre otros).

RP7: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de ventilación en el sistema de presurización y el sistema de calefacción del aire de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos, para restaurar los componentes afectados.

CR7.1 La comprobación funcional del sistema se verifica manualmente, activando y desactivando las válvulas o con los pulsadores en cabina, observando el funcionamiento del fan si tiene sobretensión el cierre de emergencia en caso de humo, utilizando los equipos de prueba y medida (banco de pruebas, polímetros, entre otros), la maquina simuladora de humo, asegurando la contención de incendios del sistema.

CR7.2 El sistema de válvulas de control y alivio de sobrepresión se verifican, haciéndolas funcionar, comprobando motores eléctricos, observando que se posicionan en los grados de apertura y cierre establecidos, que las luces en puertas del helicóptero se encienden/apagan en cada situación, utilizando el banco de pruebas neumático, analizadores digitales y polímetros, entre otros, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados en cada caso, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR7.3 El sistema de calefacción del aire se verifica, comprobando los sensores de control de temperatura y el termostato de seguridad por sobret temperatura, posicionando el termostato de la zona en MAX o en máximos grados de escala, aplicando producto especial de enfriado, observando que el aire que sale de los conductos es caliente o que la superficie del calentador está muy caliente, comprobando con los equipos de prueba y medida (termómetro, analizador digital, polímetros, entre otros), sustituyendo los elementos deteriorados con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otras) según Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR7.4 El certificado de aptitud para el servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de la aeronave se rellena tras la realización de actividades de mantenimiento,

comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

**Contexto profesional:****Medios de producción:**

Banco de pruebas. Medios de elevación y transporte. Máquinas, herramientas fijas, portátiles y utillaje específico. Manómetros de presión, caudal, calibres, micrómetros. Equipos de diagnóstico de averías. Sistema de sangrado de aire del motor. Colector de pruebas hidráulicas. Bombas. Bootstrap, válvulas selectoras. Actuadores electrohidrostático. Compresores. Filtros. Calentadores. Aeronaves. Cambiadores de calor. Válvula termostática antihielo. Limitadores de flujo. Cableados eléctricos, sensores y controles electrónicos. Equipo informático de control y gestión de la producción, del aprovisionamiento, del personal y de la operación. Unidad de acondicionamiento de aire. Módulo de secado. Ventiladores y elementos asociados al sistema. Elementos del sistema hidráulico, neumáticos. Elementos de sangrado del motor. Intercambiador de calor. Microinterruptores. PRV. Válvula de sobrepresión. Elementos del sistema de acondicionado y presurización. Elementos del sistema de ventilación. Válvula y el relé de alimentación cruzada, elementos sensores y las válvulas del conducto de sangrado, computadores e interruptor del panel neumático manual (BLEED, AIR). Unidad de Monitoreo del Sistema Hidráulico. Bomba eléctrica y sensores de salida de la bomba.

**Productos y resultados:**

Sistemas hidráulicos y sus sistemas de seguridad e indicación, comprobados. Mantenimiento programado y no programado de los sistemas de hidráulicos de la aeronave, efectuado. Mantenimiento programado y no programado de elementos asociados a los sistemas hidráulicos, efectuado. Mantenimiento programado y no programado de los sistemas de neumáticos de la aeronave, efectuado. Mantenimiento programado y no programado de los sistemas de suministro de aire de sangrado de APU y sistema de alimentación cruzada de la aeronave en el hangar, efectuado. Mantenimiento programado y no programado de ventilación de la aeronave en el hangar, efectuado. Mantenimiento programado y no programado de ventilación en el sistema de presurización y el sistema de calefacción del aire de la aeronave en el hangar, efectuado.

**Información utilizada o generada:**

Manual de Mantenimiento de la Aeronave, documentación Air Transport Association (ATA) como referencia de aeronaves. Libro de bitácora del avión. Normativa aplicable ordenada por la entidad reguladora para la instalación de los componentes nuevos en la aeronave, órdenes de trabajo, esquemas, planos. Manuales técnicos de operación de equipos de pruebas. Normas y procedimientos de trabajo o de reparación. Tablas de equivalencias de materiales o componentes. Normas de calidad específicas del fabricante. Reglamentos aeronáuticos. Procedimientos aeroportuarios. Documentos oficiales de control. Libro de bitácora del avión. Sistemas informáticos para información de averías, de procedimientos o de programación y actuación. Documentos y procedimientos relacionados con los sistemas de calidad ordenada por la entidad reguladora. Normativa aplicable referente a

la seguridad, prevención de riesgos laborales y gestión medioambiental. Diccionario de inglés técnico aeronáutico.

## **UNIDAD DE COMPETENCIA 5: MANTENER/REPARAR LOS MANDOS DE VUELO Y TREN DE ATERRIZAJE DE HELICÓPTEROS**

**Nivel: 3**

**Código: UC2555\_3**

### **Realizaciones profesionales y criterios de realización:**

RP1: Aplicar el mantenimiento programado y no programado del tren de aterrizaje fijo (tren clásico de patines y travesaños) del helicóptero, realizando inspección visual, mediciones laser, chequeos de verificación, entre otros, reparando o sustituyendo elementos deteriorados para asegurar el estado del tren y estructura de la aeronave y tren de rodadura.

CR1.1 Los patines y travesaños se revisan visualmente, observando que el estado de las zapatas no tiene deformaciones, reparando o sustituyendo los patines siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, asegurando el apoyo equilibrado de la aeronave en el suelo.

CR1.2 El amarre de los patines y travesaños a la estructura se comprueban visualmente, observando el lacrado de los bulones, cabeza de tornillos dañados y los silentblock agrietados, reparando, sustituyendo o reapretando los elementos deteriorados o los que necesiten sustitución programada por horas de vuelo en el sistema o calendario, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otras), reacondicionado la base de apoyo de la aeronave.

CR1.3 La estructura del sistema y las zapatas se verifican en el hangar visualmente con la aeronave montada en cuatro puntos de apoyo equilibrados, a través del dispositivo de medición por infrarrojos o con la cinta métrica en cada caso la desalineación de los largueros, sustituyendo los elementos deteriorados (bulones, silentblock, entre otros) con la herramienta universal de mano (llaves de vaso, codo, fijas, torquímetro, entre otros) y reponiendo el material deslizante en cada caso.

CR1.4 El patín de cola se revisa visualmente, observando ausencia de arañazos, golpes, abolladuras, grietas en la unión al puro de cola, estado de la zapata, daños en los tornillos o corrosión, entre otras, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, apoyando la aeronave en el puro de cola para poder intervenir, asegurando el apoyo equilibrado de la aeronave en el suelo.

RP2: Aplicar el mantenimiento programado y no programado del tren de aterrizaje hidráulico y tren de rodadura del helicóptero, realizando inspección visual, mediciones laser, chequeos de verificación, entre otros, reparando o sustituyendo elementos deteriorados para asegurar el buen estado del tren y estructura de la aeronave.

CR2.1 Los neumáticos del tren de aterrizaje se verifican visualmente, comprobando la presión, el dibujo y estado general, utilizando los útiles de prueba y medida

(manómetro de presión, calibre de profundidad, entre otros), sustituyéndolos con los equipos de reparación (desmontadora, equilibradora, entre otras), asegurando el apoyo y la adherencia de la aeronave en tierra.

CR2.2 Las tuberías rígidas de presión, válvulas, accionamientos hidráulicos, mangueras flexibles, retornos de los tres sistemas de hidráulico, bombas y acumuladores, se comprueban visualmente y con los equipos de comprobación y medida (colectores, bancos de prueba, manómetros, entre otros), verificando la ausencia de fugas de aceite, deterioros evidentes y pérdidas de presión, sustituyendo los elementos deteriorados con la herramienta específica y universal (llave de racores, dinamométricas, llaves de vaso, fijas, entre otras), restaurando el sistema y asegurando el funcionamiento de la subida y bajada de las ruedas.

CR2.3 La horquilla, bisagras de costado y brazo de amarre se inspeccionan visualmente que no hay signos de corrosión, falta de material, arañazos o marcas, reparando, lijando o suavizando, limpiando y aplicando tratamiento anticorrosión (Alodine/Bonderite) y embellecimiento (cromados, cadmiados, pintura final, entre otros) o sustituyendo los elementos deteriorados en cada caso.

CR2.4 Las compuertas del tren de aterrizaje se verifican visualmente, observando que están exentos de arañazos, hendiduras, marcas, corrosión, seguros de costado en mal estado, ausencia de hidráulico, entre otras, lijando, limpiando, aplicando tratamiento anticorrosión (Alodine/Bonderite) y embelleciendo la zona deteriorada (cromados, cadmiados, pintura final, entre otros) para reacondicionar la pieza y su protección superficial.

CR2.5 Los switch de bombas de hidráulico del tren de aterrizaje y bomba auxiliar se comprueban visualmente, verificando que el actuador de bloqueo y desbloqueo y los indicadores de presión y cantidad de hidráulico funcionan, para asegurar la alimentación hidráulica de la aeronave.

CR2.6 La extensión y retracción del tren de aterrizaje se comprueba, haciéndolos subir y bajar con el helicóptero apoyado en gatos y equilibrado, accionando la palanca que actúa sobre el mecanismo, observando que el ciclo de cierre y apertura se realiza en el tiempo previsto y comprobando que la alineación de las compuertas sean las marcadas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR2.7 Los sistemas de freno se revisan visualmente y con los equipos de prueba y medida (micrómetros, calibres, manómetros de presión, entre otras) que los discos metálicos, pastillas y bombas de hidráulico están dentro de los valores de referencia especificados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave y que el aviso de parking brake en cabina no está encendido, sangrando frenos en cada caso y situación, observando por el útil (manguera transparente y contenedor de reciclaje), que no salen burbujas del circuito, asegurando la eficacia y estabilidad de frenada.

CR2.8 Las luces del sistema en el interior de la cabina se comprueban visualmente, sometiéndolas a las diferentes condiciones de funcionamiento: tren extendido y bloqueado, luz verde; no extendido o no bloqueado, luz roja, observando que el breaker correspondiente que apaga o enciende el aviso en el master caution (o panel de aviso) se encuentra en buen estado, verificándolo con los equipos de prueba y medida (polímetro o analizadores digitales) sustituyendo los elementos deteriorados, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otras).

CR2.9 El computador de control de extensión/retracción, se verifica visualmente, utilizando el analizador digital, realizando el chequeo del sistema y observando si hay algún fallo memorizado que persista una vez borrado, sustituyendo el elemento afectado con la herramienta de mano (llaves fijas, de vaso, torquímetros, entre otras), restaurando el/los elementos deteriorados, la pantalla en cada caso o la unidad.

RP3: Realizar el mantenimiento programado y no programado de los elementos mecánicos de los mandos de vuelo y control del helicóptero, realizando inspecciones, pruebas operacionales según horas de vuelo y reemplazando elementos defectuosos, utilizando el Manual de Mantenimiento de la aeronave para mantener la aeronavegabilidad.

CR3.1 Los mandos de vuelo se comprueban visualmente, observando que se mueven libremente con la aeronave en modo vuelo y que los indicadores de instrumentación concuerdan con el movimiento de las palancas, asegurando la guiavilidad de la aeronave.

CR3.2 El mantenimiento y reparación de los elementos que componen el sistema de mandos de vuelo se realiza, siguiendo el programa de mantenimiento, aplicando las instrucciones de trabajo recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave y los documentos de trabajo asociados, dando respuesta a las averías detectadas y restaurando los sistemas afectados.

CR3.3 Las superficies de control (aleta, estabilizador, plato oscilante, entre otras) se inspeccionan visualmente, comprobando que no tienen fisuras, golpes o deformaciones por haberse despegado el honeycomb que puedan afectar a la aerodinámica, reparando los daños encontrados siguiendo indicaciones del Manual de Reparaciones Estructurales (Structural Repair Manual, S.R.M.) o sustituyendo los elementos afectados en cada caso, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otras), desmontando y montando de nuevo según Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR3.4 Las poleas, barriletes de tensión, topes de movimiento, cuadrantes, varillas, puntos de giro, rodillos, tracks o barras de transmisión, se inspeccionan visualmente y/o con un calibre, midiendo desgastes, sustituyéndolos si encontráramos daños, excesivo desgaste u holguras, asegurando un movimiento uniforme de las superficies de control primarias y secundarias.

CR3.5 Los cables metálicos trenzados se inspeccionan, pasando un trapo de tela a lo largo de su recorrido, observando si se engancha, buscando hilos metálicos deteriorados o girando el contrario del trenzado, observando que interiormente está libre de corrosión, aflojando los barriletes y cambiando el tramo afectado, tensándolo con los barriletes correspondientes, midiendo la tensión del cable con un tensiómetro y un termómetro, dándole la tensión requerida teniendo en cuenta la temperatura del hangar, asegurando un control preciso de la aeronave.

CR3.6 Los elementos mecánicos de actuación desmontados del sistema de mandos de vuelo eléctrico se comprueban, realizando bite test y pruebas operacionales que pueden requerir equipos y bancos de prueba externos, y dependiendo del nivel de los daños observados son desechados, reparados o enviados a talleres especializados para su recuperación según las indicaciones del manual del componente afectado.

CR3.7 Los límites de recorrido y las posiciones neutrales de las superficies de vuelo primario y secundario se verifican, usando una regla, calibre, galgas y/o pines pasa/

no pasa, ajustándolos en cada caso, a la posición de los mandos en la cabina, extendiendo o retrayendo las varillas de ajuste en unos casos o ajustando la longitud del brazo de los servoactuadores en otro, asegurando un control preciso de la aeronave.

CR3.8 Las poleas, puntos de giro, varillaje, cables metálicos trenzados, cojinetes, rodillos, zonas de rozamiento de los tracks y el husillo se engrasan, siguiendo las recomendaciones del fabricante de la aeronave, asegurando un movimiento fluido y protegiéndolos de la corrosión.

RP4: Realizar el mantenimiento programado y no programado de los elementos hidráulicos, neumáticos y eléctricos de los mandos de vuelo y control del helicóptero, realizando inspecciones, pruebas operacionales según horas de vuelo y reemplazando elementos defectuosos, utilizando el Manual de Mantenimiento de la aeronave para mantener la aeronavegabilidad.

CR4.1 Los elementos de control e indicación del sistema de mandos de vuelo eléctrico, Sidestick o volante de control, PFTUS, computadores de control y gestión de órdenes de mando, computadores de monitoreo, transmisores de posición (lineales, rotatorios, magnéticos, RVDTs, LVDTs, unidades de detección de asimetría, entre otros), solenoides de actuación, elementos de indicación en cabina, entre otros se inspeccionan, realizando comprobaciones sencillas (resistencia, tensión, continuidad, entre otros) o colaborando en pruebas aviónicas complejas que pueden requerir equipos de comprobación externos, ajustando o sustituyendo los elementos necesarios según los documentos de mantenimiento, obteniendo el control de sus ejes.

CR4.2 Los elementos eléctricos en el sistema de mandos de vuelo eléctrico, sensores de proximidad, transmisores de posición, servoactuadores, LVDTs, RVDTs, líneas de cableado de transmisión de datos, señales discretas y alimentaciones eléctricas, instrumentos de indicación, entre otros, se verifican, comprobando con los equipos de prueba y medida (polímetros, fuentes de alimentación, entre otros), y siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave, su funcionamiento, reemplazando los elementos defectuosos en cada caso, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, torquímetros, de codo, entre otras).

CR4.3 Las líneas de distribución hidráulicas y neumáticas del sistema de mandos de vuelo eléctrico se inspeccionan visualmente, comprobando su presión y estanqueidad con los equipos de prueba y medida (manómetros, bancos de prueba, entre otros), y dependiendo del nivel de los daños observados, son desechados y sustituidos, o reparados según las indicaciones del Manual de Mantenimiento de la aeronave para la actuación de las superficies de control.

CR4.4 Los sistemas hidráulicos de asistencia al movimiento de los mandos de vuelo y sus sistemas auxiliares (válvulas de sobrepresión, limitadores de torque, frenos, entre otros) se inspeccionan visualmente, observando la ausencia de fugas de líquido hidráulico en su estructura y racores, y comprobando el nivel, calidad y limpieza de filtros del sistema hidráulico, rellenándolo si no está a nivel o sustituyendo líquido y filtros por suciedad o pérdida de propiedades, asegurando que los mandos de vuelos se mueven libremente.

CR4.5 El certificado de aptitud para el servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de la aeronave se rellena tras la realización de actividades de mantenimiento,

comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

RP5: Realizar la revisión general (overhaul) del conjunto tren de aterrizaje y rodadura hidráulico (Landing Gear, Drag Brace, actuadores, llantas, frenos, Steering, caja de engranajes del tren, entre otros) y del tren de aterrizaje fijo (tren clásico de patines y travesaños), realizando el desmontaje, limpieza, inspección, reparación y sustituciones en cada caso, reensamblado y comprobando su funcionamiento, asegurando su completa conformidad con todas las tolerancias de servicio aplicables especificadas en las instrucciones del titular del certificado de tipo o del fabricante para la aeronavegabilidad continuada, siguiendo las instrucciones de los Manuales de Overhaul de Motor y Mantenimiento de Componentes.

CR5.1 Los elementos del tren de aterrizaje (patines y travesaños, amortiguadores, actuadores del tren de aterrizaje, paquetes de frenos, entre otros) se desmontan, colocando cada subconjunto en una mesa de trabajo independiente, realizando el lavado preliminar utilizando desengrasantes y cepillos, para el acondicionamiento previo al desmontaje.

CR5.2 Los elementos del tren de aterrizaje se desmontan, utilizando herramienta estándar y extractores específicos, desechando juntas, pasadores, casquillos, pastillas de frenos y tornillería, limpiando las piezas principales con desengrasantes aplicables a spray/cepillo, utilizando soluciones salinas, disolventes, productos abrasivos, ultrasonidos, comprobando visualmente desgaste, corrosión y estado general.

CR5.3 Las piezas (actuadores, llantas, frenos, Steering, caja de engranajes del tren, entre otros) se comprueban por daños superficiales evidentes, grietas, corrosiones, sobretensión (en los paquetes de freno) y desgastes, visualmente y con los equipos de prueba y medida (calibres pie de rey, relojes comparadores, calibres de interiores, entre otros), verificando anchos, espesores y controlando que están por encima de las dimensiones mínimas indicadas en el Manual de Overhaul, sustituyéndolas en cada caso.

CR5.4 Las piezas (patines y travesaños, Strut, sliding, torque knees, drag braces, wheels, piston housings, entre otras) se inspeccionan por grietas y corrosión mediante Ensayos No Destructivos, empleando las técnicas de Líquidos Penetrantes, Partículas Magnéticas y Corrientes Inducidas para las piezas metálicas, ensayando las sometidas a alta temperatura (paquetes de frenos) con durómetros (rockwell/brinell) e inspeccionando con sondas de conductividad eléctrica que sus cualidades de resistencia están dentro de los límites de diseño del fabricante.

CR5.5 Las piezas (patines y travesaños, Strut, sliding, torque knees, drag braces, wheels, piston housings, entre otras) se restauran, retirando la pintura con decapantes químicos y proyección de cáscara de nuez, puliendo, eliminando corrosiones, restos de suciedad, muescas y abolladuras, utilizando limas, esmeriles u otros abrasivos,

soluciones cáusticas, lavando y secando con aire, midiendo por segunda vez tras la restauración.

CR5.6 Las piezas (patines y travesaños, Strut, sliding, torque knees, drag braces, wheels, piston housings, entre otras), se protegen superficialmente, protegiéndolas de la corrosión, aplicando Alodine/Bonderite, imprimación y pintura final y restaurando cromados y cadmiados.

CR5.7 El montaje de cada subconjunto del tren de aterrizaje se realiza uniendo los elementos en orden inverso al desmontaje, utilizando tornillería, sellos, discos, pastillas, cojinetes, casquillos, y juntas nuevas, siguiendo las indicaciones del Manual de Overhaul, aplicando el apriete a las tuercas y tornillos con la llave dinamométrica, lubricando y dando presión de nitrógeno en su caso y efectuando todas las Directivas de Aeronavegabilidad y Boletines de Servicio aplicables.

CR5.8 El amortiguador, actuadores del tren de aterrizaje, de los paquetes de frenos y la presión de las ruedas se comprueban, observando fugas de hidráulico y utilizando el banco de prueba y medida, observando que el conjunto rotor gira libremente después de liberar la presión de los pistones, inflando los neumáticos con nitrógeno, equilibrando dinámicamente añadiendo contrapesos en cada caso, comprobando pérdidas de gas del neumático a las 24 horas, simulando el peso del tren y las cargas en vuelo y cotejando los datos obtenidos con los recogidos en el Manual de Mantenimiento de la aeronave, observando ruidos extraños y juego axial al girar el tornillo sin fin.

#### **Contexto profesional:**

#### **Medios de producción:**

Elementos de mandos de vuelo. Computador de control de extensión/retracción. Sistemas de freno tren de aterrizaje, neumáticos. Estructura del sistema y las zapatas. Válvulas de sobrepresión. Mandos de vuelo eléctrico, Sidestick o volante de control, PFTUS, computadores de control y gestión de órdenes de mando, computadores de monitoreo, transmisores de posición (lineales, rotatorios, magnéticos, RVDTs, LVDTs, unidades de detección de asimetría, entre otros), solenoides de actuación, elementos de indicación en cabina. Elementos del tren de aterrizaje. Elementos de dirección, frenos y ruedas. Banco de pruebas eléctricas. Medios de elevación y transporte. Superficies de control (aleta, estabilizador, plato oscilante, entre otras). Máquinas, herramientas fijas y portátiles, termómetros y utillaje específico. Equipos para la localización de defectos por ensayos no destructivos. Equipos de diagnóstico de averías. Cableados eléctricos, sensores y controles electrónicos. Equipos de medición de formas y máquinas de equilibrado. Equipo informático de control y gestión de la producción, del aprovisionamiento, del personal y de la operación.

#### **Productos y resultados:**

Mantenimiento programado y no programado del tren de aterrizaje fijo del helicóptero, realizado. Mantenimiento programado y no programado del tren de aterrizaje hidráulico y tren de rodadura del helicóptero, realizado. Mantenimiento programado y no programado de los elementos mecánicos de los mandos de vuelo y control del helicóptero, realizado. Mantenimiento programado y no programado de los elementos hidráulicos, neumáticos y eléctricos de los mandos de vuelo y control del helicóptero, realizado. Revisión general (overhaul) del conjunto tren de aterrizaje (Landing Gear, Drag Brace, actuadores, llantas, frenos, Steering, caja de engranajes del tren, entre otros), realizado.

**Información utilizada o generada:**

Manual de Mantenimiento de la Aeronave, documentación Air Transport Association (ATA) como referencia de aeronaves. Normativa aplicable ordenada por la entidad reguladora para la instalación de los componentes nuevos en la aeronave, órdenes de trabajo, esquemas, planos. Manuales técnicos de operación de equipos de pruebas. Normas y procedimientos de trabajo o de reparación. Tablas de equivalencias de materiales o componentes. Normas de calidad específicas del fabricante. Reglamentos aeronáuticos. Procedimientos aeroportuarios. Documentos oficiales de control. Sistemas informáticos para información de averías, de procedimientos o de programación y actuación. Documentos y procedimientos relacionados con los sistemas de calidad ordenada por la entidad reguladora. Normativa aplicable referente a la seguridad, prevención de riesgos laborales y gestión medioambiental. Diccionario de inglés técnico aeronáutico. Documentación técnica de la aeronave (Wiring Diagram Manual, Schematic Diagram Manual, Trouble Shooting Manual). Documentación técnica de los componentes. Parte de Vuelo (Technical Log Book). Normativa de Seguridad en Plataforma (NSP).

**UNIDAD DE COMPETENCIA 6: MANTENER LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS, DE AVIÓNICA Y A BORDO DE LAS AERONAVES****Nivel: 3****Código: UC2540\_3****Realizaciones profesionales y criterios de realización:**

RP1: Realizar revisión en línea del sistema eléctrico (batería, breaker, relays, generador de corriente continua o alterna, paneles de sistema eléctrico, entre otras) de la aeronave para garantizar su operatividad, utilizando el Manual de Mantenimiento de la aeronave y los equipos de prueba y medida para su comprobación.

CR1.1 La batería se inspecciona visualmente y con los equipos de prueba y medida (banco de pruebas, polímetros, densímetro, entre otros), comprobando que los vasos están llenos (marca de nivel en la medida establecida), los tiempos de descarga, ciclos de carga y descarga, tensión individual, voltaje mínimo (24 voltios en caso de arranque con APU), conectando la puesta en marcha y midiendo que la demanda de consumo no cae por debajo de la tensión mínima, cambiándola por una nueva si su capacidad está por debajo del 80%, asegurando la alimentación eléctrica de la aeronave.

CR1.2 Los breakers y las conexiones de los elementos eléctricos se verifican visualmente, comprobando que no tienen cortes que provoquen restricciones de corriente, sustituyendo por unos nuevos en cada caso.

CR1.3 Los relays, contactores, transformadores, rectificadores, entre otros, se verifican visualmente que no están agrietados, oxidados o deteriorados, realizando pruebas de funcionamiento, haciéndolos funcionar con una fuente de alimentación o banco de trabajo específico, comprobando la tensión, intensidad o resistencia, siguiendo las indicaciones del Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR1.4 El generador de corriente continua o alterna de la aeronave, se comprueba visualmente, observando signos de calentamiento, desgaste, corrosión, pérdidas de

refrigerante, entre otras y con el banco de comprobación la tensión, intensidad y frecuencia, sustituyendo en cada caso, con la herramienta común (destornilladores, llaves de vaso, de codo, entre otras), restaurando la alimentación eléctrica en la aeronave.

CR1.5 Los elementos eléctricos y electrónicos (bobinado, placa base, entre otros) se verifican, poniendo el motor en marcha, realizando pruebas funcionales, observando su funcionamiento y obteniendo datos con el dispositivo de diagnóstico, detectando y corrigiendo posibles averías, siguiendo el manual de mantenimiento de la aeronave.

CR1.6 Los mazos de cables se inspeccionan visualmente, observando que las camisas y fundas no están agrietadas, raspadas o quemadas, profundizando en las áreas críticas (pasamuros, fijaciones de bridas, cintas, entre otras), reparándolas crimpando, o cambiando los tramos afectados, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR1.7 Los paneles del sistema eléctrico y todos sus elementos se comprueban visualmente su sujeción y conexión, reparando o cambiando el componente afectado siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR1.8 Las observaciones formuladas en el libro de la aeronave (mal funcionamiento, incidentes, sensaciones, entre otras) se verifican, ejecutando la diagnosis correspondiente a cada caso y condición.

RP2: Realizar revisión/repación en línea del sistema de iluminación, mazos de cable, generadores de corriente alterna de la aeronave para garantizar su operatividad, utilizando la documentación técnica y los equipos necesarios para su realización.

CR2.1 Las luces de puesto de pilotaje (luz de techo ambiente, lámpara portátil de lectura y luces de lectura) se verifican, sometiéndolas a una prueba funcional, observando que lucen o realizando una prueba de diagnóstico con el multímetro en cada caso, siguiendo el troubleshooting del manual, asegurando la iluminación en momentos de poca visibilidad.

CR2.2 Las luces de iluminación de cabina de carga, iluminación ambiente e iluminación de emergencia se verifican visualmente, observando que lucen todas o realizando una prueba de diagnóstico con el multímetro en cada caso siguiendo el troubleshooting del manual.

CR2.3 Las luces de iluminación exterior, luces de posición, luz anticollisión o estroboscópica y luz de landig o faro principal, se inspeccionan visualmente y a través de una prueba funcional, detectando posibles daños antes y después de cada vuelo (rotura del cristal, suciedad, entre otras), asegurando su funcionamiento siguiendo pautas marcadas por el manual de mantenimiento de la aeronave.

CR2.4 Las averías y el mantenimiento en el sistema de iluminación de la aeronave se diagnostican, siguiendo los pasos marcados por el Manual de Mantenimiento de la aeronave (comprobaciones, pruebas funcionales, esquemas de cableado, entre otras) y con los útiles de prueba y medida (polímetros, osciloscopios, crimpadoras, entre otras), con los elementos montados en la aeronave o desmontando y comprobándolos en los bancos de trabajo.

CR2.5 Las luces de aviso FIRE, RPM y MASTER CAUTION se comprueban, pulsando el botón que enciende las luces de aviso y poniendo el selector en reset, y comprobando la luz del pedestal, reponiendo la luz, presionando con el dedo para sacarla y sustituirla.

CR2.6 La prueba de apantallamiento de los cables se realiza con el equipo de pruebas e inspeccionando los mazos visualmente que no hay cortes, no sufren daños las mallas protectoras, comprobando que no estén ni muy tensos ni muy sueltos, asegurando que los radios de curvatura de los cables no están doblados para evitar dañar el núcleo.

RP3: Realizar el mantenimiento programado y no programado de los equipos y componentes de los sistemas de navegación, vuelo automático y comunicaciones de las aeronaves, realizando comprobaciones operacionales, bite test y colaborando con el equipo de aviónica, realizando pruebas operacionales que pueden requerir simulaciones complejas o el uso de bancos de prueba externos, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave para dar respuesta a las averías detectadas, sustituyendo los equipos de posicionamiento inercial o por GPS, elementos de transmisión y recepción de radio navegación, comunicaciones por voz y datos en HF, VHF y SATCOM, antenas emisoras y receptoras, reparando o sustituyendo los conectores y contactos de las líneas coaxiales de RF de distribución y transmisión, líneas de cableado digitales y discretas para recuperar la capacidad RNAV y la transmisión de voz y datos.

CR3.1 Los equipos y componentes encargados de la navegación de la aeronave (VOR, ILS, MLS, ADF, DME, OMEGA), radar meteorológico (WXR), transpondedor (ATC), radioaltímetro (RA), antenas y guías de onda, sistemas de gestión y guiado de vuelo automático (FMS), o sistema automático de control del vuelo (AFCS), sistemas de posicionamiento por satélite GNSS (GPS, GLONAS, GALILEO), datos de aire (sondas de pitot y estática, AOA, TAT, CADC), plataformas inerciales y acelerómetros (IRS) se verifican, dando respuesta a las averías reportadas por la tripulación técnica en el Libro/Bitácora de a bordo, realizando pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas, usando controles de la aeronave, interruptores, pruebas BITE, ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, observando los avisos de la prueba go-no-go sin interpretación de valores, ajustando o sustituyendo los elementos que no cumplen los parámetros técnicos, para recuperar su funcionalidad operacional en vuelo.

CR3.2 Los equipos y componentes del sistema de comunicaciones, transmisores y receptores (UHF, VHF, HF, SATCOM), antenas, acopladores, paneles de control, así como todos sus componentes periféricos, se verifican en rampa/línea, dando respuesta a las averías reportadas por la tripulación técnica en el Libro/Bitácora de a bordo, realizando pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas, usando controles de la aeronave, interruptores, pruebas BITE, ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, observando los avisos de la prueba go-no go sin interpretación de valores, ajustando o sustituyendo los elementos que no cumplen los parámetros técnicos para garantizar la transmisión/recepción de voz y datos.

CR3.3 Las redes de cableado de transmisión/recepción de datos, señales discretas de líneas coaxiales y fibra óptica, entre otras, se verifican visualmente siguiendo los criterios de inspección de cableado EWIS, comprobando que no hay daños en los mazos de cableado por sobretensión o contaminación química por pérdida de fluidos, roces o daños en su aislamiento, daños en su fijación, entre otros, con los equipos de diagnóstico (polímetro, megóhmetro, milióhmetro, espectrómetros,

analizadores ópticos y digitales, entre otros) e interpretando planos, esquemas eléctricos e instrucciones de ingeniería para reparar o sustituir las líneas de cableado que no superen las pruebas realizadas.

CR3.4 El diagnóstico y análisis de averías de los elementos eléctricos y electrónicos se realiza, usando equipos de prueba y medida (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), siguiendo las instrucciones de los Manuales de Mantenimiento, reemplazando los elementos defectuosos, restaurando la operatividad de los sistemas afectados.

RP4: Realizar el mantenimiento programado y no programado de los equipos y componentes encargados del control e indicación de la planta de potencia, generación eléctrica e instrumentación en las aeronaves, realizando pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas, usando controles de la aeronave, interruptores, pruebas BITE, ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, observando los avisos de la prueba «go-no-go» sin interpretación de valores, según el Manual de Mantenimiento de la aeronave para dar respuesta a las averías detectadas, sustituyendo los equipos de generación y distribución de AC y DC (generadores y dinamos, baterías, TRs, Inversores estáticos, entre otros), dispositivos de supervisión eléctrica (GCU, ECMU), dispositivos electromagnéticos de protección (CBs, RCCBs,) y dispositivos de control de motor FADEC (ECU, EIU, EVMU, sensores de temperatura, presión, vibración, entre otros), así como sus indicaciones en el Cockpit, restaurando la operatividad de la aeronave.

CR4.1 Los equipos electrónicos de control y los componentes periféricos del motor, FADEC (EIU, VMU, ECU), instrumentos de indicación, alimentación de combustible, sensores de presión, temperatura, flujo, transmisores de nivel, actuadores eléctricos, captadores de vibración, detectores de fuego y sus elementos de extinción, se verifican visualmente, realizando comprobaciones con los equipos de medida (polímetro, megóhmetro, milióhmetro, espectrómetros, analizadores ópticos y digitales, entre otros), ejecutando pruebas básicas que no requieran resolución de problemas, que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos y de acuerdo a los planes de mantenimiento, ajustando o sustituyendo los módulos de control, tramos de cableados deteriorados o sueltos así como todos los elementos que no cumplen los parámetros técnicos para recuperar la funcionalidad operacional en vuelo.

CR4.2 Los componentes encargados de la generación y distribución de la potencia eléctrica, generadores de AC y dinamos, GCUS, inversores estáticos, baterías y sus dispositivos de carga, transformadores rectificadores, equipos de distribución ECMU, contactores, RCCBS, relés y CBs, así como la red de distribución eléctrica, se comprueban con los equipos de prueba y medida (voltímetro, óhmetro osciloscopio, frecuencímetros, entre otros), realizando pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas, que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos y de acuerdo a los planes de mantenimiento, ajustando o sustituyendo los módulos de control, tramos de cableados deteriorados o sueltos que no cumplen los parámetros técnicos para recuperar la funcionalidad operacional en vuelo.

CR4.3 Los componentes del sistema de instrumentación de la aeronave, transductores de presión, temperatura, revoluciones, posición y velocidad, entre otras, instrumentos giroscópicos y electromecánicos, instrumentos digitales, EFIS, pantallas de rayos catódicos, cristal líquido, LED, sistema de iluminación de cabina de vuelo, CVR, DFDR, DAR, así como los sistemas centralizados de mantenimiento, CMS, CFDS, entre otros, se verifican, realizando pruebas sencillas que no requieran resolución de

problemas, pruebas BITE, usando el ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, sin interpretación de valores, ajustando o sustituyendo los elementos que no superen los test realizados según el Manual de Mantenimiento de la aeronave, recuperando la capacidad operacional de los sistemas afectados.

CR4.4 Las redes de cableado de transmisión/recepción de datos, señales discretas líneas coaxiales y fibra óptica, entre otras, se verifican visualmente siguiendo los criterios de inspección de cableado EWIS, comprobando que no hay daños en los mazos de cableado por sobretemperatura o contaminación química por pérdida de fluidos, roces o daños en su aislamiento, daños en su fijación, entre otros, con los equipos de diagnóstico (polímetro, megóhmetro, milióhmetro, espectrómetros, analizadores ópticos y digitales, entre otros) e interpretando planos, esquemas eléctricos e instrucciones de ingeniería reparar o sustituir las líneas de cableado que no superen las pruebas realizadas.

CR4.5 El diagnóstico y análisis de averías de los elementos eléctricos y electrónicos, se realiza, usando equipos de prueba y medida (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la aeronave, reemplazando los elementos defectuosos, restaurando la operatividad de los sistemas afectados.

RP5: Realizar el mantenimiento programado y no programado de los equipos y componentes encargados del control e indicación de los sistemas mecánicos de mandos de vuelo, potencia hidráulica, tren de aterrizaje, célula, neumático, combustible, oxígeno, aguas, protección contra el hielo/lluvia y luces en la aeronave, realizando pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas, usando controles de la aeronave, interruptores, pruebas BITE, ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, observando los avisos de la prueba «go-no-go» sin interpretación de valores, según el Manual de Mantenimiento de la aeronave para dar respuesta a las averías detectadas, sustituyendo los computadores de control de los diferentes sistemas mecánicos e instrumentos de indicación en el Cockpit y obtener la operatividad de la aeronave en su conjunto.

CR5.1 Los equipos de control y componentes periféricos de los sistemas de aire acondicionado y presurización, luces exteriores, protección contra el hielo y la lluvia, protección contra incendios, agua y residuos y oxígeno, se verifican, realizando pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas, pruebas BITE, usando el ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, sin interpretación de valores, ajustando o sustituyendo los elementos necesarios para obtener el resultado operacional requerido.

CR5.2 Los equipos de control y componentes periféricos de los sistemas de combustible, hidráulico, neumático, y tren de aterrizaje, se verifican, realizando pruebas BITE, usando el ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, sin interpretación de valores, ajustando o sustituyendo los elementos necesarios, restaurando la operatividad de los sistemas en vuelo.

CR5.3 Las instalaciones eléctricas y los componentes del sistema de combustible, sensores de temperatura, sondas de cantidad, densímetros, compensadores de nivel, concentradores de datos, computadores de gestión, panel de repostado e instrumentos de indicación, se verifican, usando equipos de prueba, (osciloscopio,

frecuencímetro, analizadores digitales, espectrómetro y milióhmetro, entre otros), y siguiendo las normas de seguridad en cada caso, acceder al interior de los tanques de combustible, usando los equipos de protección individual para la realización de los trabajos con seguridad y sustituir los elementos que no cumplen los requerimientos operativos.

CR5.4 Los componentes electrónicos de gestión, control y operación de los mandos de vuelo, computadores y periféricos del sistema, así como sus elementos de actuación son comprobados dando respuesta a las averías detectadas, realizando pruebas BITE, usando el ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, sin interpretación de valores, ajustando o sustituyendo los elementos que no superen los test realizados según el Manual de Mantenimiento o los documentos de trabajo asociados.

CR5.5 Los componentes o elementos desmontados se inspeccionan visualmente, usando equipos de prueba (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros) y dependiendo del nivel de los daños observados, son desechados, reparados o enviados a talleres especializados para su recuperación según las indicaciones del manual del componente afectado.

CR5.6 Las redes de cableado eléctrico, distribución de alimentación, transmisión/recepción de datos analógicos, señales discretas, transmisión/recepción de datos, líneas coaxiales y fibra óptica entre otras, se verifican con los equipos de prueba (polímetro, megóhmetro, milióhmetro, espectrómetros, analizadores ópticos y digitales, bancos/equipos de comprobación externos entre otros) siguiendo los procedimientos EWIS, reparando las líneas que no superen las pruebas realizadas de acuerdo al Manual de Mantenimiento de la aeronave, interpretando planos y esquemas eléctricos para adaptar las redes de cableado a las nuevas funciones incorporadas.

CR5.7 El diagnóstico y análisis de averías de los elementos eléctricos en los sistemas mecánicos, se realiza, usando equipos de prueba y medida (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la aeronave, reemplazando los elementos defectuosos para restaurar la operatividad de los sistemas afectados.

RP6: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas eléctricos y electrónicos de información, entretenimiento y confortabilidad interior de la aeronave y E.L.T. (Emergency Locator Transmitter), realizando pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas, usando controles de la aeronave, interruptores, pruebas BITE, ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, observando los avisos de la prueba «go-no-go» sin interpretación de valores, reemplazando los elementos defectuosos y usando el Manual de Mantenimiento de la aeronave, restaurando la operatividad de los sistemas.

CR6.1 Los equipos y elementos del sistema de entretenimiento IFES, computadores de gestión, redes inalámbricas internas, equipos de distribución EADB, TU, redes multiplexadas, token ring, ethernet, elementos de control de butacas, pantallas LCD, PCU, SEB, entre otras, se verifican, realizando pruebas BITE, usando el ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, sin interpretación de valores, ajustando o sustituyendo los elementos

que no cumplen los parámetros técnicos requeridos, recuperando su funcionalidad operacional.

CR6.2 Los equipos y elementos del sistema de gestión y control de cabina de pasaje, computadores de gestión, equipos de distribución DEU, iluminación normal y de emergencia, paneles de información y control FAP, AIP, anunciadores (NS, FSB, RTS,), teléfonos de intercomunicación de cabina y altavoces, entre otros, se verifican, realizando pruebas BITE, usando el ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, sin interpretación de valores, ajustando o sustituyendo los elementos deteriorados en cada caso.

CR6.3 Los equipos y elementos de las redes inalámbricas internas de telefonía y datos móvil, equipos de gestión de redes, antenas y paneles de control, se verifican, realizando pruebas BITE, usando el ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, sin interpretación de valores, enviando los dispositivos que no superen las comprobaciones a talleres especializados para su reparación, modificación o actualización.

CR6.4 Las redes de cableado eléctrico, distribución de alimentación, buses de transmisión/recepción de datos, cables coaxiales, fibra óptica, entre otras, se verifican con los equipos de prueba (polímetro, megóhmetro, milióhmetro, espectrómetros, analizadores ópticos y digitales, entre otros), siguiendo los procedimientos EWIS, o modificándolos de acuerdo a los boletines de trabajo, interpretando los planos y esquemas eléctricos para adaptar el cableado a las nuevas funciones incorporadas.

CR6.5 El diagnóstico y análisis de averías de los elementos eléctricos en los sistemas del interior de cabina, se identifican, observando las causas que las producen, determinando el proceso de reparación en los tiempos operativos previstos, usando equipos de prueba (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), aplicando las técnicas adecuadas para medir distintos parámetros de funcionamiento, (líneas digitales, tensión, intensidad, resistencia, frecuencia y estados lógicos, entre otros), restaurar la operatividad de los sistemas afectados.

CR6.6 La E.L.T. (Emergency Locator Transmitter) se comprueba visualmente y realizando un diagnóstico autotest, activando el switch remoto y la antena, observando las placas identificativas y moviendo bruscamente el conjunto E.L.T., comprobando que se activa el G-Switch, sustituyendo la batería de la E.L.T. en cada caso, registrando en el Certificado de Puesta en Servicio la fecha de sustitución siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR6.7 El certificado de aptitud para el servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de la aeronave se rellena tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

**Contexto profesional:****Medios de producción:**

Baterías, generadores de corriente continua y alterna, unidades de control de generación, faros de aterrizaje, luces de navegación, anticolisión, sensores, actuadores, motores eléctricos, pantallas, parabrisas, relays, contactores, transformadores, rectificadores, inversores de corriente alterna, reguladores de tensión. Estroboscópicas y unidades de potencia de suministro. Máquinas, herramientas fijas y portátiles. Máquinas para cables (pelacables, crimpadoras). Polímetros. Multímetros. Megóhmetros, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, capacitímetros y osciloscopios. Bancos de pruebas de equipos, tarjetas y componentes electrónicos. Fuentes de alimentación. Circuitos de protección eléctrica. Equipos e instrumentos patrón para comprobación y reglaje de instrumentos de medida. Ordenadores e impresoras. Equipos para limpieza.

**Productos y resultados:**

Revisión en línea del sistema eléctrico de la aeronave, realizado. Revisión/repación en línea del sistema de iluminación, mazos de cable, generadores de corriente alterna de la aeronave, realizado. Mantenimiento programado y no programado de los equipos y componentes de los sistemas de navegación, vuelo automático y comunicaciones de las aeronaves, realizado. Mantenimiento programado y no programado de los equipos y componentes encargados del control e indicación de la planta de potencia, generación eléctrica e instrumentación en las aeronaves, realizado. Mantenimiento programado y no programado de los equipos y componentes encargados del control e indicación de los sistemas mecánicos de mandos de vuelo, potencia hidráulica, tren de aterrizaje, célula, neumático, combustible, oxígeno, aguas, protección contra el hielo/lluvia y luces en la aeronave, realizado. Mantenimiento programado y no programado de los sistemas eléctricos y electrónicos de información, entretenimiento y confortabilidad interior de la aeronave y E.L.T. (Emergency Locator Transmitter), realizado.

**Información utilizada o generada:**

Manual de Mantenimiento de la Aeronave. Documentación técnica de la aeronave (Wiring Diagram Manual, Schematic Diagram Manual, Trouble Shooting Manual). Documentación técnica de los componentes. Parte de Vuelo (Technical Log Book). Normativa aplicable ordenada por la entidad reguladora para la instalación de los componentes nuevos en la aeronave, órdenes de trabajo, esquemas, planos. Manuales técnicos de operación de equipos de pruebas. Normas y procedimientos de trabajo o de reparación. Tablas de equivalencias de materiales o componentes. Normas de calidad específicas del fabricante. Reglamentos aeronáuticos. Procedimientos aeroportuarios. Documentos oficiales de control. Sistemas informáticos para información de averías, de procedimientos o de programación y actuación. Documentos y procedimientos relacionados con los sistemas de calidad ordenada por la entidad reguladora. Normativa aplicable referente a la seguridad, prevención de riesgos laborales y gestión medioambiental. Diccionario de inglés técnico aeronáutico. Normativa de Seguridad en Plataforma (NSP). Standard Practices Manual (SPM).

## UNIDAD DE COMPETENCIA 7: MANTENER/REPARAR LA ESTRUCTURA Y LA CÉLULA DE AERONAVES

Nivel: 3

Código: UC2539\_3

### Realizaciones profesionales y criterios de realización:

RP1: Realizar el mantenimiento programado de la estructura primaria y secundaria de la aeronave, verificando visualmente a través de una General Visual Inspection (GVI), el revestimiento, cuadernas y largueros, sujeciones, bordes de aperturas de registros, carenados, puertas de acceso, alojamientos y compuertas del tren, sus herrajes de sujeción, compartimento electrónico, el radome, carenados, las alas y sus elementos móviles (slats, flaps, spoilers y alerones), registros de tanque de combustible, pylons o engine mounts, góndolas y carenados, los Wing tips, bordes de ataque y salida de alas, puertas, paneles de inspección, compuertas de servicio, estructura interna y externa, herrajes de los estabilizadores, tirantes de refuerzo, las fijaciones, registros de mantenimiento, cajón de estabilizadores vertical y horizontal, entre otros, realizando reparaciones y aplicando la protección indicada en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave y el Manual de Reparaciones Estructurales (S.R.M.) con la ayuda de la herramienta, utillaje y medios (herramientas de medición, calibres, micrómetros, plataformas elevadoras, iluminación, entre otros) para asegurar la integridad estructural de las aeronaves.

CR1.1 Las plataformas móviles, arneses de seguridad y equipos de iluminación, entre otros, se seleccionan, preparando las tareas de inspección, ajustando las condiciones de trabajo al procedimiento establecido en materia de seguridad e higiene.

CR1.2 La estructura externa e interna se limpia, procurando accesos, inspeccionando visualmente que no ha sufrido ningún deterioro, siguiendo las tareas estándar recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave e instrucciones de la empresa de mantenimiento responsable.

CR1.3 Las estructuras se verifican, realizando una inspección general visual (GVI), detectando abolladuras, arañazos, delaminaciones, pliegues, grietas, corrosión, holguras, desgastes, fugas de combustible, entre otros, sustituyendo o reparando en cada caso, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave y el Structural Repair Manual.

CR1.4 Los daños encontrados en la inspección y que no estén controlados en el mapa de daños de la aeronave se identifican, ubicándolos y midiéndolos, reparando o sustituyendo, siguiendo el Structural Repair Manual (S.R.M.).

CR1.5 Los daños estructurales se valoran, determinando su reparación o no, según las tolerancias marcadas en el Structural Repair Manual (S.R.M.).

CR1.6 Los accesos para las reparaciones se realizan, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, utilizando los medios de seguridad e higiene, garantizando la integridad de los componentes estructurales adyacentes.

CR1.7 Los materiales utilizados en las reparaciones del fuselaje se preparan, asegurando que están normalizados todos los componentes (láminas metálicas,

materiales compuestos, fijaciones, sellantes, entre otros), aplicando los productos de reparación siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, restaurando las propiedades estructurales de las zonas afectadas.

CR1.8 La estructura de la aeronave reparada se aísla de la corrosión con los productos de protección (imprimaciones, pinturas de acabado, inhibidores de corrosión, entre otros) indicados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, siguiendo las instrucciones de trabajo recogidas en las fichas de los productos aplicados, asegurando la durabilidad de la intervención y generando el documento de trazabilidad de la intervención.

RP2: Realizar reparación de daños (abolladuras, arañazos, hendiduras, grietas, perforaciones, corrosiones, delaminaciones, entre otros), en estructuras de aluminio, acero y materiales compuestos en aeronaves, identificando daños visualmente, evaluando los componentes siguiendo las indicaciones del Manual de Reparaciones Estructurales (S.R.M.) o instrucciones de reparación aprobadas por una Organización de Diseño (DOA), reparándolas con la ayuda de herramientas de corte, limas, abrasivos, remachadoras, soldadoras, sellantes, fibra, adhesivos, calibres, galgas, entre otros.

CR2.1 Los daños en el revestimiento, abolladuras, arañazos o hendiduras se clasifican como menores de acuerdo a sus dimensiones de profundidad y extensión dadas en el Manual de Reparaciones Estructurales (S.R.M.), rellenando con masilla aerodinámica suave con espátula en el contorno circundante de la piel de la aeronave sin cubrir la parte superior de los elementos de fijación, pintando la zona reparada de acuerdo a las prácticas estándar del Manual de Mantenimiento.

CR2.2 Los daños mayores en el revestimiento de aleación de aluminio, abolladuras, arañazos, hendiduras, corrosiones, grietas o perforaciones, entre otros, se clasifican de acuerdo a sus dimensiones de profundidad y extensión dadas en el Manual de Reparaciones Estructurales (S.R.M.), reparándolos cortando/eliminando la/s zona/s dañada/s, utilizando discos de corte y redondeando las esquinas con un radio de 0,5 pulgadas, añadiendo un refuerzo de una Galga superior al revestimiento dañado, presentándolo sobre la estructura y sujetándolo con el utillaje de fijación (clecos, pinza, entre otras), realizando las filas de remaches de unión recomendados en el S.R.M., tratando las zonas reparadas añadiendo Alodine/Bonderite superficialmente y aplicando imprimación y pintura de acuerdo a las prácticas estándar del Manual de Mantenimiento.

CR2.3 Los daños en estructuras de fibra de vidrio se reparan, lijando, taladrando o saneando, limpiando con disolventes, agregando capas de fibra para igualar el grosor de las capas dañadas en cada caso impregnando adhesivo y siguiendo el patrón dado en el S.R.M para su curación y acabado.

CR2.4 Los daños en estructuras de fibra de carbono se reparan saneando la zona dañada y colocando telas de fibra de carbono preimpregnada, alternando la dirección de la fibra de cada capa, aplicando presión sobre las capas y colocando una bolsa de vacío y una lámpara incandescente, aplicando el curado y procedimiento de reparación descrito en el S.R.M. o en el documento aprobado por la DOA, controlando los tiempos de succión y temperatura.

CR2.5 Los daños en estructuras de honeycomb se reparan recortando la zona dañada en forma de cilindro, colocando adhesivo en el fondo y laterales del hueco

cilíndrico y rellenando el hueco con un cilindro de honeycomb nuevo y cubriendo la superficie con adhesivo de acuerdo con el S.R.M. o reparación aprobada por DOA.

CR2.6 Las reparaciones estructurales se certifican rellenando el certificado de puesta en Servicio (Release to Service Certificate), de acuerdo a documentación aprobada, S.R.M., EASA CS-STAND (basadas en AC 43-13), reparaciones provenientes de Organizaciones de Diseño Aprobadas (DOA) o el propio fabricante.

RP3: Realizar el mantenimiento programado de la estructura terciaria de la aeronave, visualmente a través de una inspección general visual (GVI), las butacas, mobiliario interior, paneles de revestimiento, entre otros, realizando reparaciones y aplicando la protección indicada en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave con la ayuda de la herramienta, utillaje y medios (herramientas de medición, calibres, micrómetros, plataformas elevadoras, iluminación, entre otros) para asegurar sus características de diseño original.

CR3.1 Las escaleras, plataformas, arneses de seguridad y equipos de iluminación, entre otras, se preparan para las tareas de inspección, ajustando las condiciones de trabajo al procedimiento establecido en materia de seguridad e higiene.

CR3.2 La estructura externa e interna se limpia, procurando accesos, inspeccionando visualmente que no ha sufrido ningún deterioro, siguiendo las tareas estándar recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave e instrucciones de la empresa de mantenimiento responsable.

CR3.3 El mobiliario, paneles de embellecimiento, carenados, estructura externa e interna, entre otras, se inspeccionan, comprobando visualmente su integridad realizando una inspección general visual (GVI), detectando abolladuras, grietas, corrosión, holguras, entre otros, sustituyendo o reparando en cada caso siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR3.4 Los elementos dañados y desmontados del sistema se verifican, realizando comprobaciones operacionales que pueden requerir equipos y bancos de prueba externos, y dependiendo del nivel de los daños observados son desechados, reparados o enviados a talleres especializados para su recuperación según las indicaciones del manual del componente afectado.

CR3.5 Los elementos dañados se adecuan, reparándolos, restaurándolos o sustituyéndolos por otros nuevos, conservando su función aerodinámica y estética de la aeronave.

RP4: Realizar cálculos para controlar el peso y el balance de la aeronave, asegurando que se encuentra dentro de los valores de la gráfica de la envolvente, que el centro de gravedad no ha variado con carga, entre otras, situándola según las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR4.1 Los datos de peso básico en vacío, límites de peso (peso máximo al despegue, peso máximo al aterrizaje), capacidad de combustible, número de pasajeros y zonas de carga (bodegas), brazos del centro de gravedad por estaciones y posición de los asientos de pasajeros según tablas, se obtienen en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave para tener la referencia de los valores establecidos.

CR4.2 La aeronave se pesa asegurando que se cumplen las especificaciones del fabricante en el intervalo cuando sufre una modificación en la estructura y/o equipamiento, realizando un pesado básico en vacío (BEW) calculando la suma del peso de la estructura los componentes, los fluidos de operación y combustible no utilizable.

CR4.3 El peso del modelo específico de la aeronave se anota extrayéndolo del Manual de Mantenimiento de la Aeronave, pesando la aeronave y recogiendo los datos de la pesada en seco (peso básico + tripulación y equipaje + equipos de emergencia, comidas y bebidas + equipos de servicios de abordaje) pesada sin combustible (peso seco + pasajeros + equipaje y carga), calculando el peso máximo de despegue dentro de los límites operativos indicados.

CR4.4 La aeronave se pesa dentro del hangar, sobre ruedas, empleando básculas de plataforma o sobre gatos (Jack points), empleando sondas de pesaje calibradas y certificadas, conectándolas a una maleta con ordenador para realizar los cálculos, drenando el combustible, comprobando que el aceite de los motores está al máximo, chequeando que los equipos instalados están en su sitio y corresponden con la lista de equipamiento de la aeronave, que la aeronave está elevada y nivelada, el peso básico en vacío y determinando el momento a partir de las lecturas de la báscula, restando los artículos que no forman parte de la aeronave vacía, teniendo en cuenta el combustible y aceite no usables emitiendo un certificado de peso y centrado, teniendo en cuenta las correcciones de los certificados de calibración de las sondas de pesaje y de acuerdo con lo indicado en el Manual de Vuelo y el Manual de Mantenimiento.

CR4.5 La envolvente de la aeronave se calcula, utilizando las gráficas contenidas en el manual de mantenimiento o manual de vuelo de la aeronave (ofreciendo rangos máximos del centro de gravedad (inches) y el peso (libras), informándonos de los límites de peso y balance para controlar la carga máxima admitida.

CR4.6 Los límites de la gráfica se comprueban, utilizando el peso total (pounds) y momento total (pounds-inches), comprobando que estamos dentro de la envolvente del centro de gravedad, asegurando en la referencia de la gráfica de porcentaje, que el resultado de la media cuerdas aritmética se obtiene de la posición del centro de gravedad en % de MAC y el peso, redistribuyendo la carga, moviéndola o quitando peso en cada caso.

CR4.7 El centro de gravedad de la carga se comprueba (si existen dudas en el control del centro de gravedad), realizando la división de la distancia que se mueve el peso, multiplicado por el peso a ser movido, dividiéndolo entre el peso total obteniendo el dato de cambio del centro de gravedad.

CR4.8 La carga se asegura que está bien amarrada, fijando los trinquetes de las cintas y ganchos, entre otros, para que no se mueva en ninguna de las situaciones del vuelo, asegurando la integridad de la aeronave.

RP5: Verificar la aeronave después de la caída de un rayo observando los elementos aviónicos, de radio, estructura y hélices, utilizando los equipos de comprobación y medida (polímetros, banco de pruebas, entre otros), reparando o sustituyendo los elementos deteriorados (hélices, batería, relés, fusibles, circuit breakers, cableado eléctrico, entre otros), utilizando la herramienta común (llaves de vaso, de codo, torquímetros, pelacables, alicate de electricista, entre otros) para restaurar la operatividad de la aeronave.

CR5.1 La batería, relés, fusibles, circuit breakers, cableado eléctrico, entre otros, se verifican visualmente por posibles daños (desperfectos o cortes) producidos por la caída del rayo, comprobando con el equipos de prueba y medida (polímetros, banco de pruebas, entre otros) daños por calentamiento y valores de conductividad diferentes de las masas en diferentes puntos, reparando o sustituyendo el cableado o elementos dañados, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, de codo, torquímetros, pelacables, alicate de electricista, entre otros), siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR5.2 La estructura primaria y secundaria se verifica, comprobando visualmente si pasa o no pasa luz en algún punto, utilizando un espejo y una luz fría, anotando daños y reportándolo al departamento de calidad para su valoración.

CR5.3 Las hélices de la aeronave se verifican visualmente, comprobando toda la superficie desde el encastrado a la punta de pala, observando que no se encuentran en mal estado, utilizando el tapping testing o ultrasonidos escuchando o visualizando anomalías en el sistema, sustituyendo o reparando siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR5.4 La brújula eléctrica, brújula magnética, GPS, radar meteorológico, entre otros, se verifican visualmente en cabina con el equipo de diagnóstico, conectándose con los componentes aviónicos, observando que no tienen anomalías, reparando o sustituyendo siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR5.5 El sistema de fuel (combustible), sistema de oil (aceite), sistemas hid (hidráulico) y motores (engines) se comprueban realizando una revisión de tipo prevuelo y de los sistemas de mandos, haciéndolos funcionar y observando su estado, reparando o sustituyendo los sistemas deteriorados siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR5.6 La aeronave se verifica realizando un vuelo de revisión, observando operativamente que arranca sin visualizar averías y que el vuelo supera la prueba sin incidencias, asegurando el buen funcionamiento en vuelo.

RP6: Verificar la aeronave después de operar en condiciones que requieren mantenimiento no programado, parada súbita de motor, operación en áreas polvorientas, áreas muy húmedas, terreno blando e irregular, aterrizaje forzoso, vuelo turbulento, áreas volcánicas, entre otros, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, utilizando la herramienta común (gatos, llaves de vaso, de codo, torquímetros, extractores, entre otros) para restaurar la operatividad de la aeronave.

CR6.1 La hélice, el governor, el motor y el fuselaje se inspeccionan visualmente tras parada súbita del motor por posibles daños, realizando overhaul o sustitución de governor y hélice y enviando el motor a centro autorizado, reparando posibles arrugas, grietas y deformaciones del fuselaje, siguiendo indicaciones de los manuales de mantenimiento de célula, motor y hélice y manual de reparaciones estructurales.

CR6.2 El amortiguador del tren de morro, los filtros de instrumentos y las líneas de pitot y estática, tras operar en áreas polvorientas, se limpian de suciedad, se sustituyen y se soplan, siguiendo las indicaciones del manual de mantenimiento de aeronave.

CR6.3 La estructura bajo el piso de cabina, cono de cola, registros de ala, empenaje, entre otros, tras operar en áreas muy húmedas, se inspeccionan por corrosión en su posterior revisión programada, siguiendo las indicaciones del programa de control de corrosiones del manual de mantenimiento de aeronave.

CR6.4 Los neumáticos, llantas, frenos, pozos del tren y amortiguadores, entre otros, tras operar en terrenos blandos e irregulares, se inspeccionan por cortes, pérdida de presión de amortiguadores, pérdida de hidráulico, desgastes, grietas, corrosiones, sobret temperatura, deformaciones en los discos, holguras en los actuadores, deformaciones estructurales, entre otros, limpiándolos, dándolos servicio, reparándolos o sustituyendo, siguiendo las indicaciones del manual de mantenimiento de aeronave.

CR6.5 La aeronave se inspecciona en un primer nivel, visualmente de forma general por daños externos que evidencien posibles daños estructurales (grietas en las llantas, fugas de hidráulico, paneles arrugados, grietas en los soportes de motor, ventanillas agrietadas, deformaciones de largueros, entre otros) tras un aterrizaje forzoso, toma dura, o vuelo turbulento, en un segundo nivel, de forma más detallada colocando la aeronave en gatos y desmontando trenes de aterrizaje, llantas, uniones ala-fuselaje, pernos de ala, engine mounts, entre otros, para inspección por ensayos no destructivos, siguiendo las indicaciones del manual de mantenimiento de aeronave.

CR6.6 La aeronave se inspecciona visualmente por acumulación de cenizas volcánicas, retirándolas con cepillos y aspirador, limpiando el tren de aterrizaje, sustituyendo filtros de instrumentos, inspeccionando y limpiando las líneas de pitot y estática, chequeando los equipos de aviónica, inspeccionando por condición, erosiones y obstrucciones el exterior de la aeronave, realizando una carta completa de lubricación y reparando daños estructurales, siguiendo las indicaciones del manual de mantenimiento de aeronave, manual de reparaciones estructurales y recomendaciones específicas del fabricante.

RP7: Realizar las operaciones de estacionamiento de la aeronave, procedimientos de deshielo, asegurando la integridad de la estructura y de los elementos que conforman la unidad, realizando movimientos con el equipo tractor y los útiles de transporte para posicionarla en el lugar indicado, protegiéndola de la intemperie en cada caso y certificando su conservación.

CR7.1 La aeronave es anclada a tierra si va a pasar más de 14 días aparcada y se esperan vientos superiores a los máximos permitidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, utilizando cadenas y enganchándolas a argollas, apagando todos los sistemas que consuman corriente, aparcándola en el hangar en situaciones que se prevean de rachas de viento que superen los máximos previstos.

CR7.2 La aeronave se remolca o empuja con el equipo tractor, realizando la operación, enganchando la barra de remolque al tren de aterrizaje de morro o con horquilla de remolque en tren principal en cada caso a través del enganche rápido, asegurando el movimiento en línea recta en los últimos metros de la maniobra, evitando daños por sobreesfuerzo a las ruedas, por giro excesivo a la dirección y al tren de aterrizaje, dejando la aeronave en el sitio establecido.

CR7.3 Las palas de la hélice se frenan y amarran con el equipo de fijación (eslinga y argolla), sujetándolas al suelo, protegiendo el tubo pitot, puertos de estática y

cualquier elemento de la aeronave por donde pueda entrar un objeto extraño con las fundas indicadas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR7.4 Los bordes de las puertas, cristales y puerto de ventilación, entre otros, se protegen siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave, preservando los equipos del interior del sol y los órganos mecánicos internos de objetos extraños, asegurando la conservación de la aeronave y señalizando con banderas rojas con la inscripción «REMOVE BEFORE FLIGHT».

CR7.5 La aeronave se rearma comprobando visualmente que tenemos quitadas y guardadas las fundas de las hélices, calzos retirados, fundas de Pitot y estáticas, puertas con el film de protección retirado y todas las tomas exteriores libres de obstáculos, conectando el APU y/o la batería en cada caso, abriendo compuertas de acceso a la unidad de potencia, arrancando según indicaciones del piloto, chequeando que no hay fugas de fluido, humos o ruidos extraños y que las hélices comienzan a girar, asegurando el funcionamiento de la unidad de potencia de la aeronave.

CR7.6 La aeronave se protege contra el hielo, siguiendo el protocolo previsto en el Manual de Mantenimiento de la aeronave y entre otros:

- La aeronave se somete al proceso de protección contra el hielo aplicando fluido depresor (tipo I o tipo II), con el equipo de presión, asegurando la cubrición de toda superficie para generar una capa protectora de fluido disminuyendo el punto de congelación del agua.

- El sistema antihielo de la aeronave se comprueba visualmente, pulsando el botón situado en el pedestal, para la comprobación de la resistencia en el sistema antihielo, observando que el indicador de temperatura de gases de escape aumenta en unos 20°C (dependiendo de la aeronave) y al apagarlo vuelve a reducir la temperatura.

- El sistema de desempañado de cristales se comprueba visualmente, accionando el sistema de calefacción de la aeronave, moviendo la palanca o pulsando el botón del sistema comprobando que funciona de manera suave y sin fricción, reparando o sustituyendo el mecanismo, comprobando con los útiles de prueba y medida (dinamómetro, polímetros, entre otros) los valores de medición, con los recogidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

- Las entradas de aire del motor de la aeronave y el radiador de enfriamiento de aceite se verifican visualmente, comprobando que no contienen hielo y nieve, limpiando con glicol utilizando un trapo limpio o un pulverizador, para asegurar la circulación de entrada de aire en el motor.

CR7.7 El certificado de aptitud para el servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de la aeronave se rellena tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

**Contexto profesional:****Medios de producción:**

Materiales preimpregnados, materiales auxiliares, disolventes, desmoldeantes, utillajes, máquinas de corte manuales y semiautomáticas, remachadoras manuales y neumáticas, fijaciones temporales (clecos, pinzas), máquinas de conformado, aparatos de transporte y elevadores, instrumentos de medida, instalaciones climatizadas, instalaciones de almacenamiento, estufas, neveras, autoclaves, sicotevas, volteadores, dosificadores y mezcladores. Equipos manuales de detección de fugas de vacío. Conectores eléctricos (termopares). Equipo de Protección Individual (EPI). Herramientas de corte manual. Cinta de fijación autoadhesiva. Sistemas informáticos. Crimpadoras. Taladros. Pistolas aerográficas. Equipos de lijado. Banco de pruebas eléctricas. Medios de elevación y transporte. Máquinas, herramientas fijas y portátiles, termómetros y utillaje específico. Equipos para la localización de defectos por ensayos no destructivos. Equipos de diagnóstico de averías. Cableados eléctricos, sensores y controles electrónicos. Equipos de medición de formas y máquinas de equilibrado. Equipo tractor. Equipo de presión de fluido. Equipo informático de control y gestión de la producción, del aprovisionamiento, del personal y de la operación. Certificado del procedimiento de mantenimiento.

**Productos y resultados:**

Mantenimiento programado de la estructura primaria y secundaria de la aeronave, realizado. Reparación de daños (abolladuras, arañazos, hendiduras, grietas, perforaciones, corrosiones, delaminaciones, entre otros), en estructuras de aluminio, acero y materiales compuestos en aeronaves, realizado. Mantenimiento programado de la estructura terciaria de la aeronave, realizado. Toma de datos, ejecución de cálculos para controlar el peso y el balance de la aeronave, realizado. Verificación de la aeronave después de la caída de un rayo, realizado. Verificación de la aeronave después de operar en condiciones que requieren mantenimiento no programado, parada súbita de motor, operación en áreas polvorientas, áreas muy húmedas, terreno blando e irregular, aterrizaje forzoso, vuelo turbulento, áreas volcánicas, entre otros, realizado. Realización de las operaciones de estacionamiento de la aeronave, procedimientos de deshielo, realizado.

**Información utilizada o generada:**

Manual de Mantenimiento de la Aeronave. Documentación técnica de la aeronave (Wiring Diagram Manual, Schematic Diagram Manual, Trouble Shooting Manual). Documentación técnica de los componentes. Parte de Vuelo (Technical Log Book). Normativa aplicable ordenada por la entidad reguladora para la instalación de los componentes nuevos en la aeronave, órdenes de trabajo, esquemas, planos. Manuales técnicos de operación de equipos de pruebas. Normas y procedimientos de trabajo o de reparación. Tablas de equivalencias de materiales o componentes. Normas de calidad específicas del fabricante. Reglamentos aeronáuticos. Procedimientos aeroportuarios. Documentos oficiales de control. Libro de bitácora de la aeronave. Sistemas informáticos para información de averías, de procedimientos o de programación y actuación. Documentos y procedimientos relacionados con los sistemas de calidad ordenada por la entidad reguladora. Normativa aplicable referente a la seguridad, prevención de riesgos laborales y gestión medioambiental. Diccionario de inglés técnico aeronáutico. Normativa de Seguridad en Plataforma (NSP). Manual de Reparación Estructural (SRM).

## MÓDULO FORMATIVO 1: MANTENIMIENTO/REPARACIÓN DE LOS MOTORES DE HELICÓPTEROS CON TURBINA DE GAS

Nivel: 3

Código: MF2556\_3

Asociado a la UC: Mantener/ reparar los motores de helicópteros con turbina de gas

Duración: 490 horas

### Capacidades y criterios de evaluación:

C1: Aplicar el mantenimiento programado y no programado del motor, utilizando equipos de prueba y medida (endoscopio, calibre, galgas, entre otras), sustituyendo elementos y ejecutando operaciones marcadas en el Manual de Mantenimiento de la aeronave, garantizando su operatividad.

*CE1.1 Explicar la verificación visual que se ejecuta en los testigos de filtros de combustible y el tapón magnético de aceite (CHIP DETECTOR), observando la saturación de filtro y las partículas magnéticas que contiene para descartar el desgaste de partes móviles del motor.*

*CE1.2 En un supuesto práctico realizar la verificación visual y sustitución de:*

*- La bancada del motor, paneles cortafuego, sellos de motor, tuberías neumáticas e hidráulicas y de combustible, entre otras.*

*- El cableado de motor, las rampas de las bujías y a las cajas eléctricas.*

*- Los alabes del rotor de admisión y de escape.*

*- Las varillas de gasto de combustible y los mandos de cabina.*

*- El estado de los tornillos y tuercas de unión entre las diferentes etapas del motor turbina.*

*- Sustituir los elementos deteriorados o desgastados, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE1.3 Explicar la verificación visual del árbol de transmisión entre la caja de engranajes principal y el motor turbo eje.*

C2: Aplicar técnicas de diagnóstico de averías del motor y pruebas de generación eléctrica, verificando los elementos (alabes, estator, strut de salida, entre otros), ajustando y reparando aquellos que estén defectuosos, utilizando la herramienta manual y específica (llaves de vaso, extractores, llaves fijas, de codo, angulares, torquímetros, entre otros) y restaurando el funcionamiento de la unidad de potencia.

*CE2.1 Aplicar procesos de control y reparación según el Manual de Mantenimiento del fabricante en la zona de entrada del motor (álabes de los estatores de entrada y la primera etapa), describiendo cada una de las fases.*

*CE2.2 Aplicar procesos de observación, verificación a las tapas y broches del capot en la salida de fan y salida de turbina de baja (alabes y tobera de escape), describiendo cada una de las fases, observando el estado y anotando los elementos deteriorados.*

*CE2.3 Explicar la comprobación del sistema de Generación Eléctrica de emergencia mediante una prueba operacional, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE2.4 Explicar la técnica de verificación de las válvulas que conforman el sistema de sangrado de motor.*

*CE2.5 Aplicar la comprobación visual del compresor y la turbina de la primera etapa con sus álabes de alta y baja, los álabes de FAN de la primera etapa, la cámara de combustión, el rotor del compresor, la entrada en pérdida (stall), inyectores y caja de accesorios, entre otros, describiendo cada una de las fases.*

*CE2.6 Aplicar la comprobación visual y con los equipos de prueba y medida del sistema de encendido del motor (cable de encendido, bujías o excitador, entre otros), los termopares y la sonda de EGT, describiendo cada una de las fases.*

**C3:** Aplicar técnicas de reparación en averías del motor, comprobando con los equipos de prueba y medida (calibres, polímetros, entre otros) su mal funcionamiento, localizando el fallo, las causas que lo provocan en cada caso, procediendo a su corrección, desmontando la unidad en cada caso, consultando el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

*CE3.1 Aplicar la verificación visual de la unidad de control de combustible, trasmisor de flujo o bomba con los equipos de prueba y medida (polímetro, equipo de diagnosis, micrómetros, entre otros), sustituyendo la unidad o elementos deteriorados en cada caso y describiendo cada una de las fases.*

*CE3.2 Describir la técnica de reemplazo del motor y proceso de montaje, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, de codo, torquímetros, entre otros), reponiendo el fluido y el gas de los acumuladores del sistema hidráulico y neumático siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.*

*CE3.3 Explicar el proceso de verificación de la ECU del motor del sistema FADEC, realizando el test, diagnosticando avería y reparando en cada caso, restaurando la operatividad de la aeronave.*

*CE3.4 Aplicar el proceso de verificación del sistema de encendido del motor (cable de encendido, bujías o excitador, entre otros), los termopares y la sonda de EGT, utilizando los equipos de prueba y medida (polímetros, torquímetro, entre otros), reemplazando las LRU afectadas en cada caso y los elementos que estén fuera de valores de medida de referencia del Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE3.5 Explicar la técnica de verificación de las partículas metálicas de la caja de accesorios, las pérdidas por el cambio del filtro de recuperación de aceite y la bomba del aceite, realizando un arranque automático o manual del motor.*

*CE3.6 Describir el proceso de comprobación visual de la bomba del hidráulico del motor, observando que no tiene pérdidas de fluido hidráulico y que no tiene signos evidentes de mal funcionamiento (ruidos o roces entre otros), rempazándola en cada caso.*

*CE3.7 Cumplimentar un certificado de aptitud para un servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de una aeronave tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.*

C4: Aplicar la preservación y despreservación de motores de turbina por inactividad, desmontando y montando el motor y sus accesorios, realizando los ajustes y pruebas operacionales siguiendo las instrucciones de los Manuales de Mantenimiento de la Aeronave y del Motor.

*CE4.1 En un supuesto práctico de preservar el motor, seguir las siguientes indicaciones:*

*- Simulación por 7 días, realizando un lavado previo de las secciones de turbina y compresores por desalinización y colocando las tapas de entrada y salida.*

*- Simulación por hasta 28 días, realizando un lavado previo y colocando saquitos desecantes con indicador de humedad, sellando todas las aberturas con plásticos y precintos que permitan ver los indicadores de humedad.*

*- Simulación por hasta 90 días, realizando un lavado previo, exterior del motor y de desalinización y recuperación de performances, examinando el coating protector por corrosión o daños superficiales, reparando en cada caso, lubricando todas las uniones y actuadores, desconectando las entradas de combustible al intercambiador de calor «oil-to-fuel», conectando la adecuada entrada de suministro de aceite y taponando, desconectando la tubería del divisor de flujo de combustible permitiendo la entrada de aceite preservante, drenando el combustible remanente, realizando un arranque en frío permitiendo que el aceite preservante se distribuya por todo el sistema de combustible, instalando tapones y tapas para prevenir la entrada de suciedad y humedad.*

*- Simulación por más de 90 días, realizando el procedimiento de hasta 90 días y cortando la válvula de suministro de combustible, desconectando el starter, drenando todo el aceite del motor haciendo girar el motor a muy bajas revoluciones y durante poco tiempo, retirando el filtro de aceite hasta que solo salgan 2 gotas por hora, rociando todo el motor con aceite preservante, lubricando solapas entre módulos, pernos, tornillería, entre otros, instalando tapones para prevenir entrada de suciedad y humedad, registrando la fecha de preservación en una tarjeta unida*

*al motor, envolviendo el motor en plástico precintado que permita ver los indicadores de humedad.*

*- Simulación por más de 1 año, realizando el procedimiento de preserva de más de 90 días y desmontándolo de la aeronave mediante grúas, soltando mandos de control, cableado y tuberías, aflojando los pernos de los silentblocks y colocándolo en un contenedor adecuado.*

*CE4.2 Aplicar la comprobación del motor reacondicionado, realizando la puesta en marcha en banco de pruebas, verificando que todos los parámetros cumplen con las instrucciones marcadas en el Manual de Overhaul y de Componentes, certificando mediante formato 1, chequeando previamente que se han aplicado todos los boletines de servicio y directivas de aeronavegabilidad.*

*CE4.3 Aplicar la despreservación realizando los puntos de preserva para 90, más de 90 días y por un año, de forma inversa con las excepciones operacionales correspondientes al proceso.*

C5: Aplicar revisión general (overhaul) del motor de turbina y sus accesorios, realizando el desmontaje, limpieza, reparación y sustituciones en cada caso, reensamblado y comprobando su funcionamiento, asegurando su completa conformidad con todas las tolerancias de servicio aplicables especificadas en las instrucciones del titular del certificado de tipo o del fabricante para la aeronavegabilidad continuada, siguiendo las instrucciones de los Manuales de Overhaul de Motor y Accesorios.

*CE5.1 En un supuesto práctico de desmontaje del motor y sus accesorios, realizar:*

*- Colocación sobre la bancada de motores, realizando el lavado preliminar del motor.*

*- Desmontaje y limpieza del cableado eléctrico y componentes eléctricos, el sistema de combustible, intercambiadores de calor, bombas de aceite, generadores/arrancadores, entre otros.*

*- Desarme y limpieza de las secciones o conjuntos principales, caja de accesorios, sección de entrada, sección de compresores, cámara de combustión, sección de turbinas y escape, entre otros.*

*- Sometimiento de los elementos desmontados a comprobaciones dimensionales y ensayos no destructivos, verificando que no tienen daños superficiales y pérdida de coating.*

*- Protección de las piezas de aluminio, ferrosas y de magnesio, aplicando Alodine/ Bonderite 1200 o imprimación y pintura en cada caso.*

*CE5.2 Aplicar el montaje del motor uniendo los elementos en orden inverso al desmontaje, siguiendo las indicaciones del Manual de Overhaul y de Componentes.*

*CE5.3 Aplicar la comprobación del motor reacondicionado, realizando la puesta en marcha en banco de pruebas, verificando que todos los parámetros cumplen con las instrucciones marcadas en el Manual de Overhaul y de Componentes, certificando mediante formato 1, chequeando previamente que se han aplicado todos los boletines de servicio y directivas de aeronavegabilidad.*

**Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo:**

C1 completa; C2 completa; C3 completa.; C4 completa; C5 completa.

Otras capacidades:

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Demostrar resistencia al estrés, estabilidad de ánimo y control de impulsos.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

Valorar el talento y el rendimiento profesional con independencia del sexo.

Promover la igualdad de trato entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

**Contenidos:****1. Herramientas, materiales y equipos para los motores de helicópteros con turbina de gas**

Tipos comunes de herramientas manuales. Tipos comunes de herramientas mecánicas. Manejo y utilización de herramientas de medición de precisión. Equipos y métodos de lubricación. Funcionamiento, función y utilización de equipos de comprobaciones eléctricas generales. Materiales de aeronaves Ferrosos. Materiales de aeronaves No ferrosos. Materiales compuestos y no metálicos. Corrosión. Dispositivos de fijación. Tuberías y empalmes. Resortes. Cojinetes. Transmisiones. Cables de mando. Cables eléctricos y conectores. Funcionamiento. Causas y efectos de la entrada en pérdida y la sobrecarga del compresor. Métodos de control de flujo de aire: válvulas de sangrado, álabes guía variables de entrada, álabes variables de estator, álabes giratorios del estator. Relación de compresión.

**2. Física, matemáticas y factores humanos aplicadas a los motores de turbina de gas**

Aritmética. Álgebra. Geometría. Mecánica. Fuerzas, momentos y pares, representación como vectores. Centro de gravedad. Elementos de teoría de esfuerzos, deformaciones y elasticidad, tensión, compresión, esfuerzo cortante y torsión. Naturaleza y propiedades de los sólidos, los líquidos y los gases. Presión y flotabilidad en líquidos (barómetros). Movimiento rectilíneo: movimiento rectilíneo uniforme, movimiento uniformemente acelerado (movimiento sometido a la gravedad). Movimiento giratorio: movimiento circular uniforme (fuerzas centrífugas y centrípetas). Movimiento periódico: movimiento pendular.

Teoría sencilla de la vibración, los armónicos y la resonancia. Relación de velocidades, brazo de palanca y rendimiento mecánico. Dinámica. Dinámica de fluidos. Termodinámica. Movimiento ondulatorio y sonido.

### **3. Legislación aplicada al mantenimiento de los motores de turbina de gas**

Marco regulador. Papel de la Organización de Aviación Civil Internacional. Papel de la Comisión Europea. Papel de la EASA. Papel de los Estados miembros y las autoridades nacionales de aviación. Personal certificador. Mantenimiento. Comprensión detallada de la Parte 66. Empresas de mantenimiento aprobadas. Comprensión detallada de la Parte 145 y de la Parte M, subparte F. Operaciones aéreas. Certificado de Operador Aéreo. Certificación de aeronaves, componentes y equipos a) Generalidades. Comprensión general de la Parte 21 y especificaciones de certificación de la EASA CS-23, 25, 27, 29. b) Documentos. Certificado de aeronavegabilidad. Certificados restringidos de aeronavegabilidad y autorización de vuelo. Certificado de matrícula. Certificado de niveles de ruido. Distribución del peso. Licencia y autorización de emisora de radio. Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de las disposiciones de la Parte 21 relativas al mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de la Parte M. Requisitos nacionales e internacionales aplicables para (si no son anulados por los requisitos de la UE): a) Programas de mantenimiento, inspecciones y comprobaciones de mantenimiento. Directivas de aeronavegabilidad. Boletines de servicio, información de servicio de fabricantes. Modificaciones y reparaciones. Documentación de mantenimiento: manuales de mantenimiento, manual de reparación estructural, catálogo ilustrado de componentes, entre otros. Únicamente para las licencias A y B2: Lista maestra de equipamiento mínimo, lista de equipamiento mínimo, lista de desviaciones de despacho. b) Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Equipamiento mínimo. Vuelos de prueba. Únicamente para las licencias B1 y B2: Requisitos de mantenimiento y despacho ETOPS.

### **4. Motores a turbina**

Energía potencial, energía cinética, leyes del movimiento de Newton, ciclo de Brayton. Relación entre fuerza, trabajo, potencia, energía, velocidad y aceleración. Disposición estructural y funcionamiento de motores turboreactores, turbofan, turboejes y turbohélices. Rendimiento del motor Empuje total y neto, empuje con tobera obstruida, distribución del empuje, empuje resultante, empuje en caballos, potencia equivalente al eje, consumo específico de combustible. Rendimiento del motor. Relación de derivación y relación de presiones del motor. Presión, temperatura y velocidad del caudal de gas. Valores nominales del motor, empuje estático, influencia de la velocidad, la altitud y las altas temperaturas, valores nominales a temperatura constante del gas de escape, limitaciones.

### **5. Admisión (ATA 72-20) y compresores (ATA 72-30)**

Conductos de admisión al compresor. Efectos de diversas configuraciones de admisión. Protección antihielo. De tipo axial y centrífugo. Características de fabricación y aplicaciones y principios de funcionamiento. Equilibrado del ventilador. Funcionamiento. Causas y efectos de la entrada en pérdida y la sobrecarga del compresor. Métodos de control de flujo de aire: válvulas de sangrado, álabes guía variables de entrada, álabes variables de estator, álabes giratorios del estator. Relación de compresión.

### **6. Sección de combustión (ATA 72-40) y Escape (ATA 78-00)**

Características de fabricación y principios de funcionamiento. Características de fabricación y principios de funcionamiento. Toberas convergentes, divergentes y de área variable. Reducción del ruido de los motores. Inversores de empuje.

## **7. Sistemas de interconexión de cableado eléctrico (EWIS) en el motor de turbina de gas**

Manuales de Cableado. Inspección del Cableado. Mantenimiento y Limpieza. Conductores y Cables. Métodos de Conexión.

## **8. Sección de turbina (ATA 72-50)**

Funcionamiento y características de los diferentes tipos de álabes de turbina. Encastre del álabes al disco. Álabes guía de tobera. Causas y efectos del esfuerzo y la termofluencia en los álabes de la turbina.

## **9. Cojinetes y juntas**

Características de fabricación y principios de funcionamiento.

## **10. Sistemas de lubricación (ATA 79)**

Lubricantes y combustibles. Propiedades y especificaciones. Aditivos del combustible. Precauciones de seguridad. Funcionamiento, descripción y componentes del sistema.

## **11. Sistemas de combustible del motor (ATA 73)**

Funcionamiento de los sistemas de control del motor y medición del combustible, incluido el control electrónico del motor (FADEC). Descripción del sistema y sus componentes.

## **12. Sistemas de aire (ATA 75)**

Funcionamiento de los sistemas de distribución de aire del motor y antihielo, incluso los servicios de enfriamiento interno, sellado y de aire exterior.

## **13. Almacenamiento y conservación de motores**

Conservación de motores, accesorios y sistemas. Energía potencial, energía cinética, leyes del movimiento de Newton, ciclo de Brayton. Relación entre fuerza, trabajo, potencia, energía, velocidad y aceleración.

## **14. Sistemas de aumento de potencia (ATA 84)**

Funcionamiento y aplicaciones. Inyección de agua, agua/metanol. Sistemas de poscombustión. Motores turbohélice. Turbina libre/acoplada por gas y turbinas acopladas por engranajes. Engranajes reductores. Controles integrados del motor y de la hélice. Dispositivos de seguridad contra sobrevelocidad. Motores turboboeje (disposiciones, sistemas de transmisión, engranajes reductores, acoplamientos, sistemas de control). Instalaciones de grupos motopropulsores. Configuración de mamparos cortafuegos, carenados, paneles acústicos, bancadas de motor, bancadas antivibración, tubos flexibles, tuberías, conductos de alimentación, conectores, mazos de cables, cables y varillas de mando, puntos de izado y drenaje). Sistemas de protección contra incendios (funcionamiento de los sistemas de detección y extinción). Supervisión de motores y operación en tierra: procedimientos de arranque y calentamiento en tierra. Interpretación de los parámetros y la potencia útil del motor. Análisis de tendencias (incluso el análisis del aceite, de vibraciones y el análisis mediante boroscopio). Inspección de motores y componentes respecto a los criterios, tolerancias y datos especificados por el fabricante del motor. Limpieza y lavado de compresores. Daños causados por objetos extraños.

**Parámetros de contexto de la formación:****Espacios e instalaciones:**

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller. Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

**Perfil profesional del formador o formadora:**

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con el mantenimiento/ reparación de los motores de helicópteros con turbina de gas, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

**MÓDULO FORMATIVO 2: MANTENIMIENTO/REPARACIÓN DE LAS PALAS, ROTORES Y SISTEMAS DE INDICACIÓN DE HELICÓPTEROS**

**Nivel: 3**

**Código: MF2553\_3**

**Asociado a la UC: Mantener/ reparar palas, rotores y sistemas de indicación de helicópteros**

**Duración: 300 horas**

**Capacidades y criterios de evaluación:**

C1: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de las palas del helicóptero y sus componentes, realizando inspecciones, pruebas operacionales según horas de vuelo, reemplazando elementos defectuosos e instrucciones recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, asegurando el vuelo.

*CE1.1 Describir el proceso de aseguramiento e instalación de fundas del helicóptero una vez que está parado y estacionado.*

*CE1.2 Describir el proceso de la técnica de inspección visual de las palas del rotor, por daños evidentes mediante Tap coin (golpeando con una moneda o con un martillo*

*de inspección), por delaminaciones en palas de material compuesto mediante inspecciones especiales o ensayos no destructivos (N.D.T., Non Destructive Testing) y termografías, observando que no hay daños, cambiando las palas, matizando y puliendo, protegiendo y asegurando la resistencia estructural y la eficiencia aerodinámica de las palas del helicóptero.*

*CE1.3 Explicar la técnica de verificación de las vibraciones horizontales y verticales (en las revisiones por horas de la aeronave) con el banco de prueba (vibrex), observando que las oscilaciones están dentro de los parámetros contemplados en el Manual de Mantenimiento de la aeronave.*

*CE1.4 Explicar el proceso de ajuste de las palas, aflojando los pernos de apriete y graduando cada pala a la posición y reapretando con el torquímetro.*

*CE1.5 Explicar el proceso de inspección visual de las palas con los útiles específicos (dinamómetro, reloj comparador, calibres, entre otros), realizando ajustes en cada caso, cambiando los elementos defectuosos con la herramienta común y específica (llave de vaso, llaves fijas, de codo, torquímetro, entre otras) y midiendo con un dinamómetro o un manómetro (según el modelo de gobernador) la precarga del muelle de recuperación, obteniendo el mayor rendimiento en vuelo.*

*CE1.6 Describir la técnica de inspección visual de la cantidad de aceite de la caja reductora o transmisión principal del rotor por el dispositivo de nivel (ojo de buey, varilla, ventana, entre otros), verificando que la cantidad de aceite está dentro de los valores establecidos.*

*CE1.7 Explicar la técnica de verificación visual del tramo del rotor de cola y de la transmisión principal a la caja reductora.*

**C2:** Aplicar el mantenimiento programado y no programado, diagnosis de averías y reparación de la cabeza de rotor principal, antipar y las palas del helicóptero, sustituyendo elementos para garantizar su operatividad, utilizando el Manual de Mantenimiento de la Aeronave y los equipos necesarios para su realización (báscula de precisión, galgas, bancadas, entre otras).

*CE2.1 Describir la técnica de comprobación visual del revestimiento de las palas de rotor principal y auxiliar, buscando deformaciones, golpes, daños en el borde de salida, borde de ataque y todos sus elementos tabs, casquillos de fijación, entre otros.*

*CE2.2 Describir el método de comprobación visual del intradós y extradós, verificando que no existen daños, siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE2.3 Explicar el sistema de revisión de las palas, los elementos de reglaje de las palas (flechas de batimiento y arrastre, entre otros), los anti-hielo, mediante un test de funcionalidad y midiendo el peso, verificando las medidas con las dadas por el manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE2.4 Explicar la técnica de revisión visual de la cabeza y mástil del rotor principal y anti-par, reparando los elementos deteriorados sustituyéndolos por unos nuevos en cada caso, asegurando la integridad del conjunto del rotor.*

*CE2.5 Describir la técnica de revisión visual de los diferentes sub-conjuntos, la cabeza de rotor, barras de suspensión, bieletas de mando, conjuntos muñón mangueta, entre otros, observando fallos de los elementos (grietas, cuarteados, deformados y rasgados).*

*CE2.6 Explicar el método de engrasado de los puntos críticos de los rotores, cabezas de rotor, muñones, manguetas, cojinetes, entre otros, asegurando renovación de la grasa y comprobando visualmente el estado de los retenes cambiándolos en cada caso para tener la menor fricción posible entre elementos.*

*CE2.7 Aplicar diagnóstico de la cabeza de rotor anti-par, utilizando los equipos de prueba y medida (galgas, calibres, bancadas, entre otros), realizando pruebas funcionales recogidas en el Manual de Mantenimiento la Aeronave, asegurando el funcionamiento del conjunto del sistema.*

*CE2.8 Explicar el método de comprobación visual del árbol de transmisión, su sujeción y su estado, entre la caja de engranajes principal y el motor, comprobando la ausencia de deformaciones, grietas, entre otras, siguiendo las instrucciones recogidas en el Manual de Mantenimiento de la aeronave y el Manual de Reparaciones Estructurales.*

C3: Aplicar el mantenimiento programado y no programado, diagnosis de averías y reparación del sistemas de transmisión del helicóptero, comprobando las cajas principal, intermedia y de cola, los retenes o juntas, los alambres que aseguran los tornillos, los sensores y el cableado, entre otras, comprobándolo visualmente y con los equipos de prueba y medida (polímetro y equipo de diagnóstico) sus elementos, realizando ajustes o sustituyendo por unos nuevos, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, para transmitir la potencia del motor al sistema.

*CE3.1 Aplicar métodos de comprobación de las cajas del sistema de transmisión principal, intermedia y de cola, realizando diagnósticos visuales, pruebas con los útiles de medida (galgas, torques, entre otras) en cada caso, reparando los elementos afectados, siguiendo los pasos marcados por el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE3.2 Describir la técnica de verificación visual del nivel de aceite, saturación del filtro y el tapón de llenado de la transmisión principal y transmisión intermedia, observando a través de la mirilla de nivel que el fluido se encuentra entre el máximo y mínimo, rellenando de aceite fluido hidráulico en cada caso.*

*CE3.3 Describir el método de verificación del movimiento del eje de transmisión al rotor de cola haciéndolo girar en un sentido y comprobando que en el otro no gira, comprobando con la mano su anclaje a la estructura y el apriete con el torquímetro, asegurando el anclaje de la transmisión al rotor.*

*CE3.4 Explicar el método de verificación visual de los retenes o juntas de todos los elementos conectados a la caja de transmisión principal (generadores, bombas de hidráulicas, sondas termostáticas, manocontactores de presión, entre otros), observando su fijación y ausencia de fugas, cambiándolos por unos nuevos en cada caso, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE3.5 Explicar la técnica de verificación visual en los flectores o cardan del tramo de transmisión que se encuentran entre la caja de engranajes principal y la de cola,*

*buscando desgastes, deformaciones, sobreesfuerzos, entre otros, sustituyendo los que se encuentren en mal estado.*

*CE3.6 Describir el proceso de revisión visual del cableado de todos los elementos conectados a ambas cajas de engranajes, testeando con los equipos de comprobación (polímetros, equipo de pruebas, entre otros), siguiendo el manual técnico de la aeronave.*

*CE3.7 Explicar la técnica de verificación visual de los alambres que aseguran los tornillos de las cajas de engranajes, las luces del sensor de transmisión principal e intermedia.*

*CE3.8 Explicar el método de comprobación del sensor de desgaste del sistema de transmisión, desmontando el conector y comprobando que no existen partículas metálicas excesivas en la zona del imán.*

*CE3.9 Explicar el método de comprobación de los dientes interiores del coupling, observando la huella de desgaste y las holguras entre engranajes, desmontando e inspeccionando por grietas y corrosión, cambiando los elementos deteriorados en cada caso.*

C4: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas de indicación y control de los rotores y las cajas de engranajes, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales que pueden requerir simulaciones complejas o el uso de bancos de prueba externos, efectuando medidas con equipos de comprobación y diagnóstico (polímetros, osciloscopios, analizadores discretos, entre otros), dando respuesta a los reportes de mantenimiento y reemplazando los elementos defectuosos que no superen las pruebas recogidas en el Manual de Mantenimiento y los documentos de ingeniería aplicados en el mantenimiento aeronáutico para restaurar la operatividad del sistema.

*CE4.1 Aplicar el mantenimiento/reparación de los sistemas de indicación, instrumentos de presión y temperatura de las cajas de engranajes principal, intermedia y de cola, indicador de torque y el doble instrumento de RPM motor/rotor, dando respuesta a las averías detectadas, asegurando la operatividad del conjunto motor/es, cajas reductoras y rotores.*

*CE4.2 Exponer la verificación de los componentes periféricos de los sistemas de control de paso, transmisores de posición, actuadores eléctricos e hidráulicos, captadores de vibración, entre otros, ajustando, modificando o sustituyendo los elementos que no cumplan los parámetros técnicos.*

*CE4.3 Aplicar comprobación de los computadores de control, así como los instrumentos instalados en el Cockpit de indicación de paso, presión, temperatura, torque, RPMs, realizando pruebas operacionales y ajustando, modificando o desechando los elementos que no cumplan los requisitos técnicos operativos, recuperando la fiabilidad de los controles e indicaciones en cabina.*

*CE4.4 Explicar la inspección visual de los componentes o elementos desmontados, comprobando su funcionamiento, y dependiendo del nivel de los daños observados, son desechados, reparados o enviados a talleres especializados para su recuperación.*

*CE4.5 Describir la inspección por daños de las redes de cableado eléctrico de los sistemas de control e indicación de los rotores y cajas de engranajes, según procedimientos de inspección Electrical Wiring Interconnect System (EWIS).*

*CE4.6 Aplicar la verificación de los bancos de prueba y equipos de comprobación de instrumentos de presión y temperatura de las cajas de engranajes principal, intermedia y de cola, indicador de torque y el doble instrumento de RPM motor/rotor, dispositivos de mando, dispositivos de medidas eléctricas, dispositivos electromagnéticos, circuitos de protección de instalaciones eléctricas, para su uso en las pruebas operativas realizadas a la aeronave.*

*CE4.7 Cumplimentar un certificado de aptitud para un servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de una aeronave tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.*

#### **Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo:**

C1 completa; C2 completa; C3 completa; C4 completa.

Otras capacidades:

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Demostrar resistencia al estrés, estabilidad de ánimo y control de impulsos.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

Valorar el talento y el rendimiento profesional con independencia del sexo.

Promover la igualdad de trato entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

**Contenidos:****1. Herramientas, materiales y equipos para las palas, rotores y sistemas de indicación de helicópteros**

Tipos comunes de herramientas manuales. Tipos comunes de herramientas mecánicas. Manejo y utilización de herramientas de medición de precisión. Equipos y métodos de lubricación. Funcionamiento, función y utilización de equipos de comprobaciones eléctricas generales. Materiales de aeronaves Ferrosos. Materiales de aeronaves No ferrosos. Materiales compuestos y no metálicos. Corrosión. Dispositivos de fijación. Tuberías y empalmes. Resortes. Cojinetes. Transmisiones. Cables de mando. Cables eléctricos y conectores.

**2. Física y matemáticas en el mantenimiento de las palas, rotores y sistemas de indicación de helicópteros**

Aritmética. Álgebra. Geometría. Mecánica. Fuerzas, momentos y pares, representación como vectores. Centro de gravedad. Elementos de teoría de esfuerzos, deformaciones y elasticidad, tensión, compresión, esfuerzo cortante y torsión. Naturaleza y propiedades de los sólidos, los líquidos y los gases. Presión y flotabilidad en líquidos (barómetros). Movimiento rectilíneo: movimiento rectilíneo uniforme, movimiento uniformemente acelerado (movimiento sometido a la gravedad). Movimiento giratorio: movimiento circular uniforme (fuerzas centrífugas y centrípetas). Movimiento periódico: movimiento pendular. Teoría sencilla de la vibración, los armónicos y la resonancia. Relación de velocidades, brazo de palanca y rendimiento mecánico. Dinámica. Dinámica de fluidos. Peso específico y densidad. Viscosidad, resistencia fluida, efectos de las formas aerodinámicas. Termodinámica. Movimiento ondulatorio y sonido.

**3. Legislación aplicada al mantenimiento de las palas, rotores y sistemas de indicación de helicópteros**

Marco regulado. Papel de la Organización de Aviación Civil Internacional. Papel de la Comisión Europea. Papel de la EASA. Papel de los Estados miembros y las autoridades nacionales de aviación. Personal certificador. Mantenimiento. Comprensión detallada de la Parte 66. Empresas de mantenimiento aprobadas. Comprensión detallada de la Parte 145 y de la Parte M, subparte F. Operaciones aéreas. Certificado de Operador Aéreo. Certificación de aeronaves, componentes y equipos a) Generalidades. Comprensión general de la Parte 21 y especificaciones de certificación de la EASA CS-23, 25, 27, 29. b) Documentos. Certificado de aeronavegabilidad. Certificados restringidos de aeronavegabilidad y autorización de vuelo. Certificado de matrícula. Certificado de niveles de ruido. Distribución del peso. Licencia y autorización de emisora de radio. Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de las disposiciones de la Parte 21 relativas al mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de la Parte M. Requisitos nacionales e internacionales aplicables para (si no son anulados por los requisitos de la UE): a) Programas de mantenimiento, inspecciones y comprobaciones de mantenimiento. Directivas de aeronavegabilidad. Boletines de servicio, información de servicio de fabricantes. Modificaciones y reparaciones. Documentación de mantenimiento: manuales de mantenimiento, manual de reparación estructural, catálogo ilustrado de componentes, entre otros. Únicamente para las licencias A y B2: Lista maestra de equipamiento mínimo, lista de equipamiento mínimo, lista de desviaciones de despacho. b) Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Equipamiento mínimo. Vuelos de prueba. Únicamente para las licencias B1 y B2: Requisitos de mantenimiento y despacho ETOPS.

**4. Transmisiones (ATA 65). Teoría del vuelo, aerodinámica del ala giratoria. Reglaje de la pala y análisis de la vibración (ATA 18)**

Cajas de engranajes de los rotores principal y de cola. Embragues, unidades de rueda libre y frenos de rotor. Transmisiones del rotor de cola, acoplamientos elásticos, cojinetes, amortiguadores de vibraciones y soportes de cojinetes. Angulo de ataque de la pala. Vibraciones y resonancia. Inspección de engranajes, holguras entre dientes. Inspección de correas y poleas, cadenas y ruedas dentadas. Inspección de gatos de tornillo, aparatos de palanca, sistemas de varilla de doble efecto. Tipos de engranajes y sus aplicaciones. Relación de transmisión, sistemas de engranajes de reducción y multiplicación, engranajes conductores y conducidos, engranajes intermedios, formas de engranes. Correas y poleas, cadenas y ruedas dentadas. Alineación del rotor. Reglaje del rotor principal y del rotor de cola. Equilibrado estático y dinámico. Tipos de vibración y métodos para reducirla. Resonancia en tierra. Terminología. Efectos de la precesión giroscópica. Par de reacción y control direccional. Disimetría de la sustentación, entrada en pérdida de la punta de la pala. Tendencia a la traslación y su corrección. Efecto de Coriolis y compensación. Anillo turbillonario, asentamiento con potencia, exceso de ángulo de paso. Autorrotación. Efecto suelo.

**5. Sistemas de indicación (ATA 31). Sistemas de mando de vuelo (ATA 67)**

Temperatura de los gases de escape/temperatura entre etapas de la turbina.

Indicación del empuje del motor: relación de presión del motor, presión de descarga de la turbina del motor o sistemas de presión del turbo inyector. Temperatura y presión del aire. Presión y caudal de combustible. Velocidad del motor. Medición e indicación de la vibración. Par motor. Potencia. Palanca del paso cíclico. Palanca del paso colectivo. Plato oscilante. Control de guiñada: control antipar, rotor de cola, aire de sangrado. Cabeza del rotor principal: diseño y características de funcionamiento. Amortiguadores de palas: función y estructura. Palas del rotor: estructura y encastrado de las palas del rotor principal y del rotor de cola. Mando de compensación, estabilizadores fijos y variables. Funcionamiento del sistema: manual, hidráulico, eléctrico, mando electrónico. Sensación artificial. Equilibrado y reglaje.

**Parámetros de contexto de la formación:****Espacios e instalaciones:**

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller. Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

**Perfil profesional del formador o formadora:**

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con el mantenimiento/ reparación de las palas, rotores y sistemas de indicación de helicópteros, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.

- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

### **MÓDULO FORMATIVO 3: MANTENIMIENTO/REPARACIÓN DE LA UNIDAD DE POTENCIA AUXILIAR (APU), COMPONENTES DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE Y SISTEMAS AUXILIARES DE LOS HELICÓPTEROS CON MOTOR DE TURBINA**

**Nivel: 3**

**Código: MF2557\_3**

**Asociado a la UC: Mantener/ reparar la Unidad de Potencia Auxiliar (APU), componentes del sistema de combustible y sistemas auxiliares de helicópteros con motor de turbina**

**Duración: 360 horas**

#### **Capacidades y criterios de evaluación:**

C1: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas de carga del helicóptero, pedestal del piloto, autotest de la baliza, cartuchos explosivos, ventilación de cabina, balizas de emergencia, piloto automático, corta-cable, realizando verificación visual o comprobaciones con los equipos de prueba y medida (equipos de diagnóstico, multímetro o polímetro), observando su funcionalidad, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, asegurando la funcionalidad de los sistemas auxiliares.

*CE1.1 Describir la técnica de ajuste del indicador de carga siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE1.2 Describir el proceso de comprobación del autotest de la baliza de emergencia, observando el piloto de la unidad de control.*

*CE1.3 Aplicar la técnica de verificación de los cartuchos explosivos de los extintores de los motores y la bobina de encendido, observando que la fecha de los detonadores responde a la fecha de caducidad y que el rango de resistencias entre los terminales está dentro de los límites contenidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, utilizando el equipo de prueba y medida (multímetro o polímetro), sustituyendo los cartuchos en cada caso.*

*CE1.4 Describir el proceso de comprobación visual del sistema de altavoces, megafonía, micrófono, sirena y pulsador de control, observando que no están deteriorados, que están anclados fijos al fuselaje y que al conectar el interruptor que los controla en «ON», hay consumo de energía en el amperímetro, sustituyendo los elementos deteriorados por unos nuevos, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, torquímetros, entre otras).*

*CE1.5 Explicar la técnica de verificación visual de los corta-cables de la cabina, observando que no hay deterioros evidentes en sus cuchillas y reapretando los*

*tornillos de unión al fuselaje con el torquímetro, sustituyéndolo con herramienta común (llaves de vaso, fijas, torquímetros, entre otras), renovando el elemento.*

C2: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de ventilación de cabina, bombona de descarga de aire, detectores de humo, mandos eléctricos, indicador de posición de la computadora del piloto automático y pedestal del piloto, realizando verificación visual o comprobaciones con los equipos de prueba y medida (equipos de diagnóstico, multímetro o polímetro), observando su funcionalidad, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, asegurando la funcionalidad de los sistemas auxiliares.

*CE2.1 Describir el método de verificación de la ventilación de cabina que suministra aire desde su parte superior y se distribuye en el interior sin obstrucción.*

*CE2.2 Describir la técnica de verificación de la bombona de descarga de aire accionando la válvula de seguridad y con sus fijaciones, recargando de aire en cada caso (verde ok; rojo recargar).*

*CE2.3 Aplicar procesos de verificación de los mandos eléctricos y el indicador de posición de la computadora del piloto automático, accionando y observando que el actuador del motor extiende o retrae los eslabones, realizando diagnóstico básico con el equipo de prueba y medida (equipo de diagnóstico, polímetro, entre otros), reparando o sustituyendo, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.*

*CE2.4 Explicar la técnica de verificación visual del interruptor del gancho (HOIST) de corte de emergencia de grúa de rescate situado en el pedestal del piloto, comprobando que está desactivado y con la caperuza protectora (la guarda) puesta y el hilo de cobre de seguridad sin romper en cada caso, activando el interruptor de suelta de carga y comprobando su funcionamiento.*

*CE2.5 Describir el proceso de verificación de los detectores de humo (ionización, fotoeléctrico, CO, entre otros), realizando una prueba funcional desde cabina, pulsando el interruptor y observando que la luz del amplificador pasa de intermitente hasta hacerse fija en aviso rojo «Fire detector», reparando o sustituyendo en cada caso.*

C3: Aplicar el mantenimiento programado y no programado del sistema antihielo y lluvia, cuna o cesta, espejos exteriores, cartuchos explosivos de extinción fuego motor, realizando verificación visual o comprobaciones con los equipos de prueba y medida (equipos de diagnóstico, multímetro o polímetro), observando su funcionalidad siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, asegurando la funcionalidad de los sistemas auxiliares.

*CE3.1 Aplicar técnica de verificación visual del sistema antihielo (indicador de temperatura de gases de escape, interruptor de la calefacción de cabina y palanca para desempañar los cristales) con los equipos de prueba y medida (equipo de diagnóstico, polímetro, entre otros), haciéndolo funcionar o analizando las señales eléctricas, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE3.2 Describir la técnica de verificación visual de los espejos exteriores, comprobando las uniones al fuselaje y los cristales, verificando que no hay signos de corrosión o tornillos flojos, reparando o reapretando en cada caso, con el torquímetro y siguiendo*

*los procesos de reacondicionamiento, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.*

*CE3.3 Explicar el método de verificación visual de la cuna o cesta, observando que la cuna o cesta donde se aloja el bambi bucket para las descargas de agua del helicóptero está sin daños, grietas o golpes, reparando o sustituyendo los elementos en cada caso con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, torquímetros, entre otras).*

*CE3.4 Aplicar técnicas de verificación de las luces de aterrizaje y búsqueda, presionando el interruptor de cuatro posiciones en el mando colectivo y comprobando que hacen los movimientos de retracción y extensión, elevación y giro, que se encienden y apagan, sustituyendo por bombillas de igual potencia en cada caso, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, torquímetros, entre otras), asegurando la visualización de la Aeronave en la noche.*

*CE3.5 Explicar el método de inspección visual del agujero del gancho de carga, comprobando que no tiene signos de corrosión, que la goma no está despegada, que el gancho abre y cierra con la mano, garantizando que el conector no esté dañado, sustituyendo la goma, limpiando y desengrasando la zona, matizando con scotch brite y aplicando adhesivo o reparando en cada caso.*

*CE3.6 Describir la técnica de verificación de las grúas laterales de elevación y sus elementos (guarda de cables, cables, gancho, árbol giratorio y torno), comprobando que no tienen roturas, cables deshilachados, marcas de excesivo desgaste, corrosión, entre otras, sustituyendo o reparando los elementos, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE3.7 Explicar la técnica de verificación visual de los limpiaparabrisas realizando limpieza con un trapo limpio y comprobando la ausencia de grietas o roturas de la goma, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, desmontándolos con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, torquímetros, destornilladores, entre otras).*

*CE3.8 Aplicar proceso de verificación visual del tubo Pitot, comprobando que no tenga daños, desmontándolo con un destornillador y realizando pruebas de medida eléctrica (tensión y resistencia), sustituyéndolo por uno nuevo en cada caso.*

C4: Aplicar el mantenimiento programado y no programado del sistema de combustible, estructura de los depósitos, su ventilación, distribución y generación de gas inerte, realizando inspecciones, pruebas operacionales, reemplazando elementos defectuosos y reparando averías, siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento del helicóptero, para aportar combustible al motor durante el vuelo.

*CE4.1 Describir el proceso de verificación visual del indicador de combustible, temperatura, presión (alta y baja), interruptores de las bombas, selección de depósito, xfeed (para el fallo de las bombas), comprobando que indican los datos de los depósitos y que se activan los seleccionados en cada opción (left, right o total), desmontando, reparando o sustituyendo, los elementos que estén en mal estado, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, de codo, planas, torquímetro, destornilladores, entre otros) y con el polímetro para comprobaciones básicas eléctricas (resistencia, tensión e intensidad), obteniendo toda la información del sistema de combustible.*

*CE4.2 Explicar la técnica de verificación visual del indicador (FUEL QUANTITY) de cantidad de combustible, las tuberías, galerías de distribución de combustible, depósito, bombas reforzadoras, válvulas de carga, cierre y selectoras, comprobando que no hay roturas, arañazos, que indique la cantidad de gasolina/queroseno disponible en el depósito, que no tienen grietas o cuarteados, asegurando la alimentación del motor, sustituyendo los elementos deteriorados, siguiendo el Manual de Mantenimiento del fabricante.*

*CE4.3 Aplicar el proceso de verificación del depósito, observando que está exento de agua, analizando el combustible y asegurando la calidad.*

*CE4.4 Describir el proceso de verificación visual de la bomba, válvula de drenaje, de vaciado, flaper, interruptor del flotador y de flujo, tornillos y juntas, comprobando que no hay signos de deterioro (corrosión, roces, elementos sueltos, entre otros), sustituyéndolos por unos nuevos, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, de codo, planas, torquímetro, destornilladores, entre otros), cambiando las juntas y asegurando que los tornillos de los registros están apretados, controlando la estanqueidad y reparto del combustible.*

*CE4.5 Aplicar proceso de verificación de los sistemas de medición de cantidad (varillas, aforadores, sondas capacitivas, compensadores), temperatura del combustible, aforadores y su varillaje, la válvula de alimentación cruzada y el transductor de presión de combustible, comprobando que están en posición y que se mueven libremente, reparando o sustituyendo, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.*

*CE4.6 Explicar la técnica de inspección visual de la estructura exterior del depósito, racores, posibles accesos, intercambiador de calor (calentador de combustible), observando con un trapo posibles fugas en las tuberías de entrada y salida de combustible y aceite, sustituyendo el conjunto completo si es desmontable o empleando sellantes resistentes a hidrocarburos para eliminar fugas si es un tanque estructural, siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave, asegurando la contención y el calentamiento del fluido.*

*CE4.7 Describir la comprobación visual de las zonas centrales del tanque de combustible, estructura exterior (tanque de fibra de carbono) y los cables de masa del interior y exterior, observando que no tienen rozaduras o arañazos profundos que dañen el barniz antifugas (vapor barrier), burbujas, daños en la malla de bronce, suficientes hilos trenzados uniendo ambos terminales, comprobando fugas de combustible, sustituyendo el depósito en cada caso.*

*CE4.8 Explicar el proceso de comprobación visual de las tuberías de sistemas hidráulicos, observando su estanqueidad, revisando que no rozan con los pasamuros de los mamparos, ni con otros tubos, que están fijadas con bridas metálicas y con las gomas de aislamiento a la estructura, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, de codo, planas, torquímetro, destornilladores, entre otros), asegurando los anclajes.*

*CE4.9 Explicar la técnica de inspección visual de los tubos de ventilación, las válvulas y la rejilla del exterior del depósito, comprobando la unión entre ellos, que se mueven libremente, evitando que se cuele combustible y que estén libres de obstrucción, limpiando o sustituyendo los elementos según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, asegurando un alivio de los gases generados en su interior.*

C5: Aplicar el mantenimiento programado de la unidad de potencia (APU), comprobando el aceite, las compuertas y realizando una prueba generación eléctrica, entre otras, garantizando su funcionamiento, poniendo en marcha el helicóptero.

*CE5.1 Explica proceso de comprobación visual de los paneles de acceso y entrada de aire de la APU, garantizando que no están dañados o deteriorados (golpes, óxidos, remaches saltados, entre otras) y asegurados, para proteger y refrigerar la unidad.*

*CE5.2 Explicar el proceso de comprobación del mástil de drenaje y escape de la APU, verificando las pérdidas de aceite y combustible (manchas de fluido, oxidación, entre otras), anotando las anomalías para su reparación o sustitución.*

*CE5.3 Explicar el procedimiento de verificación del cortafuego de la APU, sustituyendo los elementos deteriorados en cada caso, asegurando que la APU no ha sufrido daños por sobrecalentamiento.*

*CE5.4 Explicar la comprobación del nivel de aceite, observando en cabina a través de la MCDU, comprobando en la pantalla que el nivel de aceite se encuentre «OK», rellenando, sustituyendo, en cada caso, observando que el nivel es el indicado en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, asegurando la cantidad suficiente para el engrase de la unidad.*

C6: Aplicar técnicas de diagnóstico de averías en la APU y sus sistemas de indicación, localizando fallo/fallos, causa/causas que las provocan, reemplazando la unidad o sus elementos deteriorados en cada caso, corrigiéndolo y garantizando su funcionamiento, para el arranque del helicóptero.

*CE6.1 Aplicar proceso de comprobación del pulsador de parada de emergencia en caso de incendio de la APU, arrancando la APU y accionando el interruptor, comprobando que se para el motor.*

*CE6.2 Aplicar test operacional de la APU mediante un test operacional de funcionamiento, comprobando visualmente en el display de la cabina los parámetros del arranque, velocidad, temperatura, funcionamiento del starter, tiempo de aceleración y consumo de aceite, entre otros, asegurando que los datos están dentro de los valores según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE6.3 Aplicar proceso de comprobación de la compuerta de entrada de aire de la APU, verificando que abre y cierra cuando accionamos el pulsador situado en cabina para el encendido de la APU, sustituyéndolo en cada caso, quitando las tuercas, tornillos, conector eléctrico y la masa estructural del actuador con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, torquímetro, entre otras), reparando o sustituyendo los elementos deteriorados.*

*CE6.4 Describir el proceso de reemplazo de la APU, configurando la aeronave, despresurizando los sistemas hidráulicos, anotando las horas y ciclos mediante la MCDU situada en cabina, saltando y asegurando los breakers correspondientes.*

*CE6.5 Describir el proceso de reemplazo de la APU, abriendo las puertas de acceso y desconectando los conectores eléctricos, generador de la APU, starter y líneas de combustible, vaciando el fluido hidráulico, entre otros, quitando los tornillos de los mount e izando el útil de extracción, anclándolo con la unidad y procediendo a su*

*bajada, utilizando los equipos de extracción de fluido y con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, torquímetro, entre otras) para independizarlo del bastidor de la Aeronave.*

C7: Aplicar el abastecimiento y vaciado de combustible de la aeronave, realizando la conexión de la manguera de repostaje, utilizando los equipos de llenado, seleccionando el tipo de combustible, controlando los equipos de emergencia, desconectando la alimentación eléctrica, asegurando el llenado y/o drenaje de los tanques de carburante.

*CE7.1 Aplicar criterios de selección del combustible en función del tipo de unidad de potencia utilizada en la aeronave (motor a turbina, de explosión o de combustión, entre otras), consultando el Manual de Mantenimiento de la aeronave, asegurando el grado del producto.*

*CE7.2 Explicar el procedimiento de comprobación antes de cada carga/descarga, verificando la tarjeta de identificación de extintores, tipo de extintor y categoría, pegatina de revisión y mirilla de estado (verde o rojo), asegurando el dispositivo de emergencia.*

*CE7.3 Ejecutar las operaciones de seguridad de repostaje, evitando utilizar herramientas que puedan generar chispas o fuego y controlando acciones relativas a objetos que puedan emitir ondas o luz (teléfonos móviles, laser, entre otras), evitando el riesgo de explosión y/o fuego.*

*CE7.4 Ejecutar la desconexión de la batería y calzado de las ruedas, observando que el interruptor de master se encuentra en «off» que las palas de rotor de cola están ancladas y la aeronave conectada a masa.*

*CE7.5 Simular el abastecimiento de combustible, comprobando que la zona está libre de objetos (FOD), creando una zona de seguridad para el personal, que la manguera de suministro está completamente estirada en la superficie de la plataforma y el boquerel conectado, engancho el cable de equilibrio de potencial de cargas electrostáticas o pinza en el lugar asignado en el Manual de Mantenimiento de la aeronave y explicando el control de la presión diferencial con los manómetros de presión del equipo de llenado, manteniendo el control de la carga de carburante.*

*CE7.6 Aplicar operación de reseteo del contador de la bomba de suministro introduciendo en el display la cantidad a repostar (litros o libras), pulsando el interruptor que permite la salida de combustible por el boquerel, quitando la manguera cuando hayamos concluido la operación, soltando el equipo de llenado del depósito y desconectando el cable de equilibrio de potencial.*

*CE7.7 Aplicar el procedimiento de comprobación de la cuba (fija o móvil) y los depósitos de la aeronave, comprobando el combustible contenido a través de las pastillas de análisis y una jeringa, observando que está libre de agua, drenando en cada caso, liberándolos de agua e impurezas contenidas.*

*CE7.8 Aplicar la descarga de los depósitos de combustible, utilizando el equipo de extracción (bomba de succión) o manualmente, quitando el tapón de drenaje, utilizando una cisterna o barriles asignados a cada fluido concreto (gasolina, queroseno, diésel) identificados con la pegatina de homologación o almacenaje para su reciclaje, controlando la limpieza de carburante derramado en cada caso, asegurando que las zonas calientes y eléctricas no están contaminadas.*

*CE7.9 Cumplimentar un certificado de aptitud para un servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de una aeronave tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.*

**Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo:**

C1 completa; C2 completa; C3 completa; C4 completa; C5 completa; C6 completa; C7 completa.

Otras capacidades:

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Demostrar resistencia al estrés, estabilidad de ánimo y control de impulsos.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

Valorar el talento y el rendimiento profesional con independencia del sexo.

Promover la igualdad de trato entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

**Contenidos:**

**1. Herramientas, materiales y equipos para la Unidad de Potencia Auxiliar (APU), componentes del sistema de combustible y sistemas auxiliares de helicópteros con motor de turbina**

Tipos comunes de herramientas manuales. Tipos comunes de herramientas mecánicas. Manejo y utilización de herramientas de medición de precisión. Equipos y métodos de lubricación. Funcionamiento, función y utilización de equipos de comprobaciones eléctricas generales. Materiales de aeronaves Ferrosos. Materiales de aeronaves No ferrosos. Materiales compuestos y no metálicos. Corrosión. Dispositivos de fijación. Tuberías y empalmes. Resortes. Cojinetes. Transmisiones. Cables de mando. Cables eléctricos y conectores.

## **2. Física y matemáticas aplicadas en el en el mantenimiento del APU, de los componentes del sistema de combustible y sistemas auxiliares de helicópteros con motor a turbina**

Aritmética. Álgebra. Geometría. Mecánica. Fuerzas, momentos y pares, representación como vectores. Centro de gravedad. Elementos de teoría de esfuerzos, deformaciones y elasticidad, tensión, compresión, esfuerzo cortante y torsión. Naturaleza y propiedades de los sólidos, los líquidos y los gases. Presión y flotabilidad en líquidos (barómetros). Movimiento rectilíneo: movimiento rectilíneo uniforme, movimiento uniformemente acelerado (movimiento sometido a la gravedad). Movimiento giratorio: movimiento circular uniforme (fuerzas centrífugas y centrípetas). Movimiento periódico: movimiento pendular. Teoría sencilla de la vibración, los armónicos y la resonancia. Relación de velocidades, brazo de palanca y rendimiento mecánico. Dinámica. Dinámica de fluidos. Termodinámica. Movimiento ondulatorio y sonido.

## **3. Legislación aplicada en el mantenimiento de los componentes del sistema de APU, combustible y sistemas auxiliares de helicópteros con motor turbina**

Marco regulador. Papel de la Organización de Aviación Civil Internacional. Papel de la Comisión Europea. Papel de la EASA. Papel de los Estados miembros y las autoridades nacionales de aviación. Personal certificador. Mantenimiento. Comprensión detallada de la Parte 66. Empresas de mantenimiento aprobadas. Comprensión detallada de la Parte 145 y de la Parte M, subparte F. Operaciones aéreas. Certificado de Operador Aéreo. Certificación de aeronaves, componentes y equipos a) Generalidades. Comprensión general de la Parte 21 y especificaciones de certificación de la EASA CS-23, 25, 27, 29. b) Documentos. Certificado de aeronavegabilidad. Certificados restringidos de aeronavegabilidad y autorización de vuelo. Certificado de matrícula. Certificado de niveles de ruido. Distribución del peso. Licencia y autorización de emisora de radio. Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de las disposiciones de la Parte 21 relativas al mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de la Parte M. Requisitos nacionales e internacionales aplicables para (si no son anulados por los requisitos de la UE): a) Programas de mantenimiento, inspecciones y comprobaciones de mantenimiento. Directivas de aeronavegabilidad. Boletines de servicio, información de servicio de fabricantes. Modificaciones y reparaciones. Documentación de mantenimiento: manuales de mantenimiento, manual de reparación estructural, catálogo ilustrado de componentes, entre otros. Únicamente para las licencias A y B2: Lista maestra de equipamiento mínimo, lista de equipamiento mínimo, lista de desviaciones de despacho. b) Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Equipamiento mínimo. Vuelos de prueba. Únicamente para las licencias B1 y B2: Requisitos de mantenimiento y despacho ETOPS.

## **4. Sistemas de combustible (ATA 28)**

Descripción del sistema. Depósitos de combustible. Sistemas de suministro. Vaciado, purga y drenaje. Alimentación cruzada y transferencia. Indicaciones y avisos. Reabastecimiento y vaciado de combustible. Sistemas de combustible de equilibrado longitudinal. Funcionamiento de los sistemas de control del motor y medición del combustible, incluido el control electrónico del motor (FADEC). Descripción del sistema y sus componentes.

## **5. Lubricantes, combustibles y sistemas de lubricación (ATA 12)**

Funcionamiento. Propiedades y especificaciones. Aditivos del combustible. Precauciones de seguridad. Descripción y componentes del sistema.

## 6. Unidades de potencia auxiliar (APU) (ATA 49)

Función, funcionamiento y sistemas de protección.

## 7. Protección contra incendios (ATA 26), hielo y la lluvia (ATA 30). Sistemas de interconexión de cableado eléctrico (EWIS) en la APU, componentes del sistema de combustible (ATA 28) y sistemas auxiliares de los helicópteros con motor de turbina

Formación de hielo, clasificación y detección. Sistemas antihielo y de deshielo: eléctricos, de aire caliente y químicos. Repelentes y eliminación de la lluvia. Calentamiento de sondas y drenajes. Sistema limpiaparabrisas. Sistemas de detección y alerta de incendio y humo. Sistemas de extinción de incendios. Comprobaciones de los sistemas. Funcionamiento de los sistemas de control del motor y medición del combustible, incluido el control electrónico del motor (FADEC). Descripción del sistema y sus componentes. Funcionamiento y componentes de los sistemas de arranque del motor. Sistemas de encendido y sus componentes. Requisitos de seguridad de mantenimiento. Luces Exteriores: navegación, anticolidión, aterrizaje, rodadura, hielo. Interiores: cabina de pasajeros, cabina de vuelo, compartimento de carga. Emergencia.

### Parámetros de contexto de la formación:

#### Espacios e instalaciones:

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller. Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

#### Perfil profesional del formador o formadora:

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con el mantenimiento/repación de la Unidad de Potencia Auxiliar (APU), componentes del sistema de combustible y sistemas auxiliares de los helicópteros con motor de turbina, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

## MÓDULO FORMATIVO 4: MANTENIMIENTO/REPARACIÓN DE LOS SISTEMAS HIDRÁULICOS Y NEUMÁTICOS Y AIRE ACONDICIONADO DE HELICÓPTEROS CON MOTOR DE TURBINA

Nivel: 3

Código: MF2558\_3

Asociado a la UC: Mantener/ reparar los sistemas hidráulicos y neumáticos y aire acondicionado de helicópteros con motor de turbina

Duración: 390 horas

### Capacidades y criterios de evaluación:

C1: Aplicar la comprobación de los sistemas hidráulicos y sus sistemas de seguridad e indicación, utilizando los equipos de prueba (manómetros de presión, caudal, calibres, micrómetros, entre otros), controlando los movimientos de los accionamientos y los datos de caudal/presión, anotando los elementos deteriorados, para su reparación o sustitución.

*CE1.1 Explicar la técnica de comprobación del interruptor de emergencia y la calidad del hidráulico, verificando visualmente que el interruptor de HYD EMERGENCY está en off y tiene instalada su guarda, que la viscosidad del fluido no ha perdido propiedades, controlándolo con una probeta.*

*CE1.2 Describir la verificación visual de las pegatinas de identificación de las tuberías del sistema hidráulico, observando que aparecen los códigos de colores y la fecha de caducidad reflejada en la tubería, identificando la zona de trabajo (presión o retorno y sentido de circulación), sustituyéndolas por unas nuevas en cada caso.*

*CE1.3 Explicar el método de comprobación de la fecha de fabricación de las tuberías, observando que la fecha coincide con el tiempo de uso, asegurando la integridad del elemento.*

*CE1.4 Explicar la técnica de comprobación del circuito hidráulico cuando se cambian las válvulas, tuberías, cilindros, entre otras circunstancias, utilizando el banco de comprobación o mecánicamente, conectándolo a la entrada del sistema o actuando sobre los mandos que provocan movimiento hidráulico, comprobando visualmente a través de los manómetros de presión que contiene el caudal y la presión, anotando los valores y verificando con los anotados en el Manual de Mantenimiento de la aeronave o moviendo las palancas, observando que se mueven sin agarrotamientos y el recorrido de los sistemas de martinets, servos y válvulas, entre otras, asegurando que está libre de fugas y evitando aire en el sistema.*

C2: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas de hidráulicos de la aeronave, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos, asegurando la aeronavegabilidad de la aeronave.

*CE2.1 Describir la técnica de comprobación visual de los circuitos hidráulicos (dos o tres sistemas hidráulicos independientes, según aeronave), verificando que no hay pérdidas de aceite y que la presión en los diferentes circuitos es la que establece el*

*Manual de Mantenimiento de la Aeronave, utilizando los equipos de prueba y medida (manómetros, bancos de prueba externos, entre otros), y cambiando los elementos deteriorados por unos nuevos certificados, usando la herramienta común y específica (llave de racores, dinamométricas, entre otras).*

*CE2.2 Instalar el colector hidráulico en los sistemas de alta (HP) y baja (LP) presión, conectándolo a través de las tomas tipo bobina, suministrando fluido a presión para comprobar los elementos y canalizaciones del sistema, asegurando la circulación del aceite y la estanqueidad del sistema.*

*CE2.3 Explicar el método de verificación visual de las tuberías de hidráulico de alta presión (HP) y baja presión (LP), con los equipos de prueba y medida (manómetros, bancos de prueba externos, entre otros), observando que no hay pérdidas de fluido hidráulico (MIL-H- 83282, Skydrol, entre otros), cuarteados evidentes de los latiguitos, roturas, que las tuberías metálicas de acero inoxidable y titanio están conectadas a la masa de la aeronave y que la presión en los diferentes circuitos es la establecida para la instalación, cambiando las tuberías en cada caso.*

*CE2.4 Describir el método de revisión de las bombas de potencia hidráulica principales haciéndolas funcionar, arrancando la aeronave o con los bancos de prueba, conectándolos en los paneles de servicio para alimentar cada una de las líneas de potencia hidráulica, comprobando que los sistemas funcionan con normalidad y cotejando la lectura de los manómetros con los valores establecidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, asegurando la presión y caudal de fluido para el funcionamiento de los sistemas hidráulicos.*

*CE2.5 Aplicar verificación de las válvulas del sistema hidráulico (válvulas de retención, válvulas de prioridad, válvulas de alivio de presión, válvulas selectoras) que controlan el fluido, filtros que mantienen la limpieza del fluido, los colectores de retorno, interruptores de presión, transductores de presión, válvula de alivio y la válvula solenoide de medición de fugas en cada caso, con los equipos de prueba y medida (colectores, manómetros, entre otros), comprobando que están exentas de signos de fuga hidráulica.*

*CE2.6 Explicar la técnica de ejecución de las inspecciones y chequeos en línea verificando visualmente y observando los indicadores en el interior de la cabina, la presión de carga de nitrógeno en acumuladores de energía hidráulica, los indicadores de obstrucción (POP-UP) de alta presión (HP), el retorno, el drenaje de la caja de la bomba impulsada por el motor (EDP), llenado del depósito y filtros de la unidad de presurización de aire, los indicadores de obstrucción del filtro del sistema hidráulico en el compartimento hidráulico y motores, colectores de alta y baja presión, paneles y colectores de servicio a tierra para detectar signos de fuga externa, asegurando la eficiencia del sistema para el siguiente vuelo.*

**C3:** Aplicar el mantenimiento programado y no programado de elementos asociados a los sistemas hidráulicos, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales que pueden requerir uso de bancos de prueba externos, reemplazando los elementos defectuosos, restaurando los sistemas.

*CE3.1 Describir la técnica de verificación visual del depósito y sus elementos, con los equipos de comprobación (bombas de vacío, llaves de racor, polímetros, entre otras) que estén exentas de daños (golpes, grietas entre otras), que no haya fuga de aceite por sus conexiones y que no pierda presión de presurización, reparando el*

sistema en cada caso siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, con la herramienta de mano (llaves de vaso, fijas, dinamométricas, entre otras) y el utillaje específico (colectores, bancos de prueba, entre otros), asegurando su estanqueidad.

CE3.2 Explicar el método de presurización y despresurización de los depósitos en tierra, comprobando su estanqueidad mediante bancos de prueba externos, observando la presión marcada en cada uno de los depósitos y la reflejada en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, vaciando el agua contenida por los separadores de agua, reparando los elementos deteriorados en cada caso, asegurando el fluido a la instalación hidráulica sin aire, refrigerado y sin impurezas.

CE3.3 Explicar el proceso de comprobación de las fugas internas y la válvula solenoide de control de fugas, aislando los sistemas hidráulicos a través de la válvula de aislamiento, accionando el interruptor del interior de la cabina del piloto, controlando los tramos de tuberías hidráulicas, asegurando la estanqueidad, reparando los tramos afectados, y sustituyendo las tuberías, válvulas, reguladores de presión, entre otros, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CE3.4 Aplicar verificación a la bomba eléctrica, los sensores de salida de la bomba, los depósitos de los sistemas hidráulicos, los sistemas de gestión y control que gobiernan la activación/desactivación, sometiéndolos a control de funcionamiento, observando que recibe la señal eléctrica para ponerse en funcionamiento, utilizando los equipos de prueba y medida (analizadores digitales, polímetros, entre otros), comprobando que no tienen roturas, cambiando el sensor o sensores entre otros, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CE3.5 Explicar el proceso de verificación visual de la Unidad de Monitoreo del Sistema Hidráulico con los analizadores digitales que las funciones responden a los requerimientos del sistema, observando que avisa de las advertencias de FALLO, activándose las señales auditivas, las luces MASTER CAUT y MASTER WARN, sustituyendo el dispositivo en el caso de mal funcionamiento con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), verificando su instalación con el equipo de prueba.

CE3.6 Aplicar la comprobación visual de los indicadores de obstrucción de filtros del sistema hidráulico (alta presión, retorno y carcasa de la EDP) a través del testigo indicador de color rojo tipo POP OUT, sustituyendo el elemento filtrante en cada caso.

CE3.7 Aplicar técnicas de verificación del sistema de indicación de cantidad fluido hidráulico, comprobando que marca la cantidad de aceite contenido en el depósito, que los elementos eléctricos envían la señal adecuada en cada caso, utilizando los equipos de prueba y medida (analizadores digitales, polímetros, entre otros), observando los valores y cotejándolos con los contenidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, cambiando los elementos desgastados o deteriorados, para que el sistema pueda eliminar o agregar fluido al depósito que lo demande en cada caso.

C4: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas de neumáticos de la aeronave, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos (conductos, elementos de control de presurización computadores y el interruptor del panel neumático manual BLEED, AIR, válvulas antirretorno de presión baja o intermedia IP o LP, la válvula de alta presión HPV, la válvula reguladora de presión

PRV, entre otras), siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave para restaurar los componentes afectados.

*CE4.1 Explicar el proceso de comprobación visual de los conductos del sistema neumático contenidos en el fuselaje, mediante las computadoras de monitoreo de sangrado, observando que en los racores de conexión y a lo largo de las tuberías no se observan restos de óxido, líquido refrigerante o deterioros evidentes, que en las computadoras no se indican anomalías permanentes, cambiando los tramos de tubería afectados, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE4.2 Describir la técnica de comprobación, en aeronaves presurizadas, el servicio de control de presurización, observando la presión diferencial de la cabina, simulando máxima presión, sellando exteriormente las puertas y ventanillas con tela de fibra y encima una lona de caucho, hermética, aplicando vacío sobre las lonas y comprobando que en el sensor de cabina no indica fugas en el interior, asegurando la integridad de la aeronave.*

*CE4.3 Aplicar proceso de verificación de los computadores y el interruptor del panel neumático manual (BLEED, AIR) que controlan el sistema de indicación de suministro de aire, realizando test de funcionamiento con los equipos de prueba y medida (autotest, analizadores digitales, entre otros), reparando el sistema, cambiando los elementos deteriorados en cada caso, con la herramienta común utilizadas para el desmontaje y montaje de componentes (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), comprobando su instalación y restaurando la información a los pilotos del sistema neumático de la aeronave.*

*CE4.4 Explicar el proceso de verificación de las válvulas antirretorno de presión baja o intermedia (IP o LP), la válvula de alta presión (HPV), la válvula reguladora de presión (PRV) y la válvula de sobrepresión Overpressure Valve (OPV), comprobando que controlan el suministro de aire de sangrado, la presión neumática y la presión agua, haciéndolas funcionar y con los equipos de prueba y medida (colectores, manómetros, entre otros), cambiando los elementos deteriorados en cada caso, desmontando las válvulas según las indicaciones de Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE4.5 Explicar la técnica de comprobación visual de los microinterruptores que monitorean las válvulas PRV y HP, con el equipo de pruebas, verificando si informan de que las válvulas están completamente abiertas o cerradas, sustituyéndolos en cada caso con la herramienta común de taller (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), restaurando el sistema.*

*CE4.6 Describir el proceso de comprobación visual de la válvula de presión regulada (PRV), haciéndola funcionar, pulsando el interruptor de botón ENG BLEED (configuración OFF) en el panel de control AIR o BLEED y con los equipos de prueba y medida (manómetros, polímetro, banco de pruebas, entre otros), verificando la apertura y cierre en diferentes condiciones de funcionamiento.*

*CE4.7 Explicar el proceso de comprobación visual de la válvula de sobrepresión OPV, haciéndola funcionar con los equipos de prueba y medida (manómetros, polímetro, banco de pruebas, entre otros), verificando la apertura y cierre en diferentes condiciones de funcionamiento, sustituyendo o reparando en cada caso, siguiendo el procedimiento de Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE4.8 Aplicar comprobación de los sistemas de sangrado de aire, arrancando los motores, verificando con el analizador digital que no hay errores memorizados en las unidades electrónicas de control, analizando errores y concretando los elementos deteriorados para la reparación o cambio en cada caso, organizando las intervenciones y el tiempo de reparación del sistema.*

C5: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas de suministro de aire de sangrado de APU y sistema de alimentación cruzada de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos, restaurando los componentes afectados.

*CE5.1 Aplicar el proceso de comprobación de la válvula de alimentación cruzada que controla el suministro de aire de sangrado a los sistemas de aire izquierdo y derecho, conectando el equipo de análisis y verificando los datos ofrecidos por la unidad electrónica de control y los contenidos en el Manual de Mantenimiento de la aeronave, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados por unos nuevos en cada caso.*

*CE5.2 Explicar el proceso de comprobación de los elementos sensores y las válvulas del conducto de sangrado de aire de la APU, realizando una puesta en marcha del suministro de aire de sangrado, accionando el interruptor APU BLEED entre otras pruebas posibles, comprobando que abre la válvula de sangrado, asegurando el funcionamiento del solenoide encargado de la apertura, según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE5.3 Explicar la técnica de verificación de la válvula y el relé de alimentación cruzada, pulsando el interruptor APU BLEED, comprobando que en la pantalla multifunción aparece el mensaje «abierta» y en color verde, reparando o sustituyendo los elementos defectuosos, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave, para restaurar el sistema.*

*CE5.4 Describir la técnica de verificación de la presurización del sistema de aire sangrado de APU y sistema de alimentación cruzada de la aeronave, asegurando que no existen fugas en el sistema.*

*CE5.5 Explicar el método de verificación visual de los conductos neumáticos o de anticongelante, con las puertas de alivio de presión del motor abiertas, controlando las fugas de refrigerante o aire, conectando el colector y comprobando los elementos deteriorados, reparando o sustituyendo con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), restaurando el sistema de aire y/o anticongelante.*

*CE5.6 Describir el método de comprobación del sistema de detección de fugas, verificando los sensores de sobrecalentamiento, entre otros, observando que se encuentra dentro de los valores de referencia contenidos en el Manual de Mantenimiento de la aeronave, para realizar el monitoreo de funcionamiento.*

*CE5.7 Explicar la técnica de verificación del sistema de detección de sobrecalentamiento, comprobando la resistencia del cable central de los bucles del sistema de detección de sobrecalentamiento y fugas en todos los conductos de aire de sangrado y los componentes de los paquetes de aire acondicionado, cambiando los elementos deteriorados, usando la herramienta de mano y limpiando los conectores con un aislante eléctrico.*

C6: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de ventilación de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos y siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, restaurando los componentes afectados.

*CE6.1 Explicar el proceso de verificación del sistema de aire acondicionado de la cabina de pilotos, comprobando los conductos de aireación, la temperatura y la presión diferencial, observando la salida de aire, del humo y la temperatura seleccionada, utilizando el termómetro digital y el generador de humo, siguiendo los pasos descritos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE6.2 Describir la técnica de verificación del sistema de ventilación del compartimento del equipo de aire acondicionado, comprobando que los turboventiladores, tubos piccolo y sistema antifallos no están obstruidos o deteriorados, para que no se supere los valores de temperatura máximos y mínimos de funcionamiento de la aeronave.*

*CE6.3 Aplicar el método de verificación del turboventilador del sistema de refrigeración del compartimento de aire acondicionado y sus componentes asociados (la válvula de entrada de aire de sangrado, sensor de presión diferencial y el actuador de la compuerta de entrada aire, entre otros), comprobando la presión, observando ruidos metálicos, utilizando los equipos de prueba y medida (banco de pruebas, polímetros, entre otros), y realizando pruebas funcionales según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE6.4 Aplicar el proceso de verificación del sistema de ventilación del compartimento de equipos eléctricos/electrónicos, comprobando que los fanes de ventilación introducen el aire en los racks de computadores con la presión y temperatura adecuadas según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, manipulando el manómetro, termómetro, realizando una prueba funcional de humo y utilizando los bancos de prueba, reparando los elementos afectados en cada caso (mazo de cables, pines, entre otros).*

C7: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de ventilación en el sistema de presurización y el sistema de calefacción del aire de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos, restaurando los componentes afectados.

*CE7.1 Aplicar procedimiento de verificación manual del sistema activando y desactivando las válvulas o con los pulsadores en cabina, utilizando el equipo de prueba y medida (banco de pruebas, polímetros, entre otros).*

*CE7.2 Describir la técnica de verificación del sistema de válvulas de control y alivio de sobrepresión, observando que se posicionan en los grados de apertura y cierre establecidos, que las luces en puertas del helicóptero se encienden/apagan en cada situación, utilizando el banco de pruebas neumático, analizadores digitales y polímetros, entre otros, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados en cada caso, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE7.3 Aplicar verificación del sistema de calefacción del aire, comprobando los sensores de control de temperatura y el termostato de seguridad por sobrettemperatura, comprobando con los equipos de prueba y medida (termómetro, analizador digital, polímetros, entre otros), sustituyendo los elementos deteriorados con la herramienta*

común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otras) según Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

*CE7.4 Cumplimentar un certificado de aptitud para un servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de una aeronave tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.*

**Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo:**

C1 completa; C2 completa; C3 completa; C4 completa; C5 completa; C6 completa; C7 completa.

Otras capacidades:

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Demostrar resistencia al estrés, estabilidad de ánimo y control de impulsos.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

Valorar el talento y el rendimiento profesional con independencia del sexo.

Promover la igualdad de trato entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

**Contenidos:**

**1. Herramientas, materiales y equipos en sistemas hidráulicos y neumáticos y aire acondicionado de helicópteros con motor de turbina**

Tipos comunes de herramientas manuales. Tipos comunes de herramientas mecánicas. Manejo y utilización de herramientas de medición de precisión. Equipos y métodos de lubricación. Funcionamiento, función y utilización de equipos de comprobaciones eléctricas generales. Materiales de aeronaves Ferrosos. Materiales de aeronaves No ferrosos. Materiales compuestos y no metálicos. Corrosión. Dispositivos de fijación. Tuberías y

empalmes. Resortes. Cojinetes. Transmisiones. Cables de mando. Cables eléctricos y conectores.

## **2. Física, matemáticas y factores humanos en sistemas hidráulicos y neumáticos y aire acondicionado de helicópteros con motor de turbina**

Mecánica. Estática. Cinética. Dinámica. Dinámica de fluidos. Termodinámica. Generalidades. La necesidad de tener en cuenta los factores humanos. Incidentes imputables a factores humanos/errores humanos. Ley «de Murphy». Rendimiento y limitaciones humanas. Vista. Oído. Asimilación de información. Atención y percepción. Memoria. Claustrofobia y acceso físico. Psicología social Responsabilidad: individual y de grupo. Motivación y desmotivación. Presión de los compañeros. Aspectos culturales. Trabajo en equipo. Dirección, supervisión y liderazgo. Factores que afectan al rendimiento Estado físico/salud. Estrés: doméstico y relacionado con el trabajo. Trabajo bajo presión y fechas límites. Carga de trabajo: sobrecarga, falta de trabajo. Sueño y fatiga, trabajo por turnos. Alcohol, medicación, abuso de drogas. Entorno físico. Ruido, humos y vapores tóxicos. Iluminación. Clima y temperatura. Movimiento y vibración. Entorno de trabajo. Tareas. Trabajo físico. Tareas repetitivas. Inspección visual. Sistemas complejos. Comunicación dentro de un equipo y entre equipos. Grabaciones y anotaciones de trabajo. Error humano. Teorías y modelos de error. Tipos de errores en tareas de mantenimiento. Consecuencias de los errores (ejemplo: accidentes). Cómo evitar y controlar los errores. Riesgos laborales. Reconocimiento y forma de evitar los riesgos. Reacción ante emergencias.

## **3. Legislación aplicada al mantenimiento en sistemas hidráulicos y neumáticos y aire acondicionado de helicópteros con motor de turbina**

Marco regulador. Papel de la Organización de Aviación Civil Internacional. Papel de la Comisión Europea. Papel de la EASA. Papel de los Estados miembros y las autoridades nacionales de aviación. Personal certificador. Mantenimiento. Comprensión detallada de la Parte 66. Empresas de mantenimiento aprobadas. Comprensión detallada de la Parte 145 y de la Parte M, subparte F. Operaciones aéreas. Certificado de Operador Aéreo. Certificación de aeronaves, componentes y equipos a) Generalidades. Comprensión general de la Parte 21 y especificaciones de certificación de la EASA CS-23, 25, 27, 29. b) Documentos. Certificado de aeronavegabilidad. Certificados restringidos de aeronavegabilidad y autorización de vuelo. Certificado de matrícula. Certificado de niveles de ruido. Distribución del peso. Licencia y autorización de emisora de radio. Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de las disposiciones de la Parte 21 relativas al mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de la Parte M. Requisitos nacionales e internacionales aplicables para (si no son anulados por los requisitos de la UE): a) Programas de mantenimiento, inspecciones y comprobaciones de mantenimiento. Directivas de aeronavegabilidad. Boletines de servicio, información de servicio de fabricantes. Modificaciones y reparaciones. Documentación de mantenimiento: manuales de mantenimiento, manual de reparación estructural, catálogo ilustrado de componentes, entre otros. Únicamente para las licencias A y B2: Lista maestra de equipamiento mínimo, lista de equipamiento mínimo, lista de desviaciones de despacho. b) Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Equipamiento mínimo. Vuelos de prueba. Únicamente para las licencias B1 y B2: Requisitos de mantenimiento y despacho ETOPS.

## **4. Tuberías y empalmes**

Identificación y tipos de tuberías rígidas y flexibles y sus empalmes, utilizadas en aeronaves. Empalmes estándar de tuberías del sistema hidráulico, de combustible, de aceite, neumático y del sistema de aire en aeronaves. Doblado y acampanado/abocinado de tuberías de aeronaves. Inspección y comprobación de tuberías y tubos flexibles de aeronaves. Instalación y anclaje de tuberías.

## 5. Presurización de cabina (ATA 36)

Presurización. Sistemas de presurización. Control e indicación, incluidas las válvulas de regulación y seguridad. Reguladores de la presión en cabina. Dispositivos de seguridad y alerta. Dispositivos de protección y alerta.

## 6. Sistemas de interconexión de cableado eléctrico (EWIS) en los sistemas hidráulicos y neumáticos y aire acondicionado de helicópteros con motor de turbina. Planos, diagramas y normas

Tipos de planos y diagramas, sus símbolos, dimensiones, tolerancias y proyecciones. Información del cajetín de un plano. Manuales de Cableado. Inspección del Cableado. Mantenimiento y Limpieza. Conductores y Cables. Métodos de Conexión.

## 7. Potencia hidráulica (ATA 29)

Descripción del sistema. Fluidos hidráulicos. Depósitos y acumuladores hidráulicos. Generación de presión: eléctrica, mecánica, neumática. Generación de presión de emergencia. Filtros. Regulación de presión. Distribución de potencia. Sistemas de indicación y aviso. Interfaz con otros sistemas.

## 8. Aire acondicionado (ATA 21)

Suministro de aire. Fuentes de suministro de aire, incluidos el sangrado del motor y grupos de tierra. Aire acondicionado. Sistemas de aire acondicionado. Máquinas de ciclo de aire y de vapor. Sistemas de distribución. Sistemas de control del caudal, la temperatura y la humedad.

## 9. Sistemas neumáticos (ATA 36) y de vacío (ATA 37)

Descripción del sistema. Fuentes: motor/APU, compresores, depósitos, suministro en tierra. Regulación de la presión. Distribución. Indicaciones y avisos. Interfaz con otros sistemas.

### Parámetros de contexto de la formación:

#### Espacios e instalaciones:

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller. Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

#### Perfil profesional del formador o formadora:

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con el mantenimiento/ reparación de los sistemas hidráulicos y neumáticos y aire acondicionado de helicópteros con motor de turbina, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.

- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

## **MÓDULO FORMATIVO 5: MANTENIMIENTO/REPARACIÓN DE LOS MANDOS DE VUELO Y TREN DE ATERRIZAJE DE HELICÓPTEROS**

**Nivel: 3**

**Código: MF2555\_3**

**Asociado a la UC: Mantener/reparar los mandos de vuelo y tren de aterrizaje de helicópteros**

**Duración: 360 horas**

**Capacidades y criterios de evaluación:**

C1: Aplicar el mantenimiento programado y no programado del tren de aterrizaje fijo (tren clásico de patines y travesaños) del helicóptero, realizando inspección visual, mediciones laser, chequeos de verificación, entre otros, reparando o sustituyendo elementos deteriorados, asegurando el estado de uso del tren y estructura de la aeronave y tren de rodadura.

*CE1.1 Describir el proceso de revisión visual de los patines y travesaños, observando que el estado de las zapatas no tiene deformaciones, reparando o sustituyendo los patines, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, asegurando el apoyo equilibrado de la aeronave en el suelo.*

*CE1.2 Explicar el proceso de comprobación visual del amarre de los patines y travesaños a la estructura, observando el lacrado de los bulones, cabeza de tornillos dañados y los silentblock agrietados, reparando, sustituyendo o reapretando los elementos deteriorados o los que necesiten sustitución programada por horas de vuelo en el sistema o calendario, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otras).*

*CE1.3 Explicar la técnica de verificación visual de la estructura del sistema y las zapatas, con la aeronave en el hangar montada en cuatro puntos de apoyo equilibrados, a través del dispositivo de medición por infrarrojos o con la cinta métrica en cada caso la desalineación de los largueros, sustituyendo los elementos deteriorados (bulones, silentblock, entre otros) con la herramienta universal de mano (llaves de vaso, codo, fijas, torquímetro, entre otros) y reponiendo el material deslizante en cada caso.*

*CE1.4 Describir la técnica de revisión visual del patín de cola, observando ausencia de arañazos, golpes, abolladuras, grietas en la unión al puro de cola, estado de la zapata, daños en los tornillos o corrosión, entre otras, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, apoyando la aeronave en el puro de cola para poder intervenir, asegurando el apoyo equilibrado de la aeronave en el suelo.*

C2: Aplicar el mantenimiento programado y no programado del tren de aterrizaje hidráulico y tren de rodadura del helicóptero, realizando inspección visual, mediciones laser, chequeos de verificación, entre otros, reparando o sustituyendo elementos deteriorados, asegurando el buen estado del tren y estructura de la aeronave.

*CE2.1 Explicar la técnica de verificación visual de los neumáticos del tren de aterrizaje, comprobando la presión, el dibujo y estado general, utilizando los útiles de prueba y medida (manómetro de presión, calibre de profundidad, entre otros), sustituyéndolos con los equipos de reparación (desmontadora, equilibradora, entre otras), asegurando el apoyo y la adherencia de la aeronave en tierra.*

*CE2.2 Describir el proceso de comprobación visual de las tuberías rígidas de presión, válvulas, accionamientos hidráulicos, mangueras flexibles, retornos de los tres sistemas de hidráulico, bombas y acumuladores, con los equipos de comprobación y medida (colectores, bancos de prueba, manómetros, entre otros), verificando la ausencia de fugas de aceite, deterioros evidentes y pérdidas de presión, sustituyendo los elementos deteriorados con la herramienta específica y universal (llave de racores, dinamométricas, llaves de vaso, fijas, entre otras), restaurando el sistema y asegurando el funcionamiento de la subida y bajada de las ruedas.*

*CE2.3 Explicar la técnica de inspección visual de la horquilla, bisagras de costado y brazo de amarre, observando que no hay signos de corrosión, falta de material, arañazos o marcas, reparando, lijando o suavizando, limpiando y aplicando tratamiento anticorrosión (Alodine/Bonderite) y embellecimiento (cromados, cadmiados, pintura final, entre otros) o sustituyendo los elementos deteriorados en cada caso.*

*CE2.4 Describir la técnica de verificación visual de las compuertas del tren de aterrizaje, observando que están exentos de arañazos, hendiduras, marcas, corrosión, seguros de costado en mal estado, ausencia de hidráulico, entre otras, lijando, limpiando, aplicando tratamiento anticorrosión (Alodine/Bonderite) y embelleciendo la zona deteriorada (cromados, cadmiados, pintura final, entre otros) para reacondicionar la pieza y su protección superficial.*

*CE2.5 Explicar el proceso de comprobación visual de los switch de bombas de hidráulico del tren de aterrizaje y bomba auxiliar, verificando que el actuador de bloqueo y desbloqueo y los indicadores de presión y cantidad de hidráulico funcionan, asegurando la alimentación hidráulica de la aeronave.*

*CE2.6 Aplicar el método de comprobación de la extensión y retracción del tren de aterrizaje, haciéndolos subir y bajar con el helicóptero apoyado en gatos y equilibrado y comprobando que la alineación de las compuertas sean las marcadas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE2.7 Aplicar proceso de revisión visual de los sistemas de freno, con los equipos de prueba y medida (micrómetros, calibres, manómetros de presión, entre otras) que los discos metálicos, pastillas y bombas de hidráulico están dentro de los valores de referencia especificados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave y que el aviso de «parking brake» en cabina no está encendido, sangrando frenos en cada caso y situación, observando por el útil (manguera transparente y contenedor de reciclaje), que no salen burbujas del circuito, asegurando la eficacia y estabilidad de frenada.*

*CE2.8 Exponer la técnica de comprobación visual de las luces del sistema en el interior de la cabina, sometiéndolas a las diferentes condiciones de funcionamiento tren extendido y bloqueado, luz verde; no extendido o no bloqueado, luz roja, observando que el breaker correspondiente que apaga o enciende el aviso en el master caution (o panel de aviso) se encuentra en buen estado, verificándolo con los equipos de prueba y medida (polímetro o analizadores digitales) sustituyendo los elementos deteriorados, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otras).*

*CE2.9 Describir la técnica de verificación visual del computador de control de extensión/retracción, utilizando el analizador digital, realizando el chequeo del sistema y observando si hay algún fallo memorizado que persista una vez borrado, sustituyendo el elemento afectado con la herramienta de mano (llaves fijas, de vaso, torquímetros, entre otras), restaurando el/los elementos deteriorados, la pantalla en cada caso o la unidad.*

C3: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de los elementos mecánicos de los mandos de vuelo y control del helicóptero, realizando inspecciones, pruebas operacionales según horas de vuelo y reemplazando elementos defectuosos, utilizando el Manual de Mantenimiento de la aeronave para mantener la aeronavegabilidad.

*CE3.1 Aplicar la revisión de los mandos de vuelo, observando que se mueven libremente con la aeronave en modo vuelo y que los indicadores de instrumentación concuerdan con el movimiento de las palancas, asegurando la guiavilidad de la aeronave.*

*CE3.2 Explicar el proceso de realización del mantenimiento y reparación de los elementos que componen el sistema de mandos de vuelo, siguiendo el plan de mantenimiento, aplicando las instrucciones de trabajo recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave y los documentos de trabajo asociados, dando respuesta a las averías detectadas y restaurando los sistemas afectados.*

*CE3.3 Describir la técnica de inspección visual de las superficies de control (aleta, estabilizador, plato oscilante, entre otras), comprobando que no tienen fisuras, golpes o deformaciones, reparando los daños encontrados siguiendo indicaciones del Manual de Reparaciones Estructurales (Structural Repair Manual, S.R.M.) o sustituyendo los elementos afectados en cada caso, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otras), desmontando y montando de nuevo según Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE3.4 Aplicar el proceso de inspección visual y/o con un calibre, de las poleas, barriletes de tensión, topes de movimiento, cuadrantes, varillas, puntos de giro, rodillos, tracks o barras de transmisión, midiendo desgastes, sustituyéndolos si encontráramos daños, excesivo desgaste u holguras, asegurando un movimiento uniforme de las superficies de control primarias y secundarias.*

*CE3.5 Explicar la técnica de inspección de los cables metálicos trenzados, pasando un trapo de tela a lo largo de su recorrido, observando si se engancha, buscando hilos metálicos deteriorados o girando el contrario del trenzado, midiendo la tensión del cable con un tensiómetro y un termómetro, asegurando un control preciso de la aeronave.*

*CE3.6 Aplicar el proceso de comprobación de los elementos mecánicos de actuación desmontados del sistema de mandos de vuelo eléctrico, realizando bite test y pruebas operacionales que pueden requerir equipos y bancos de prueba externos, y dependiendo del nivel de los daños observados son desechados, reparados o enviados a talleres especializados para su recuperación según las indicaciones del manual del componente afectado.*

*CE3.7 Aplicar el método de verificación de los límites de recorrido y las posiciones neutrales de las superficies de vuelo primario y secundario, usando una regla, calibre, galgas y/o pines pasa/no pasa, ajustándolos en cada caso, a la posición de los mandos en la cabina, extendiendo o retrayendo las varillas de ajuste en unos casos o ajustando la longitud del brazo de los servoactuadores en otro, asegurando un control preciso de la aeronave.*

*CE3.8 Explicar la técnica de engrasado de las poleas, puntos de giro, varillaje, cables metálicos trenzados, cojinetes, rodillos, zonas de rozamiento de los tracks y el husillo, siguiendo las recomendaciones del fabricante de la aeronave, asegurando un movimiento fluido y protegiéndolos de la corrosión.*

C4: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de los elementos hidráulicos, neumáticos y eléctricos de los mandos de vuelo y control del helicóptero, realizando inspecciones, pruebas operacionales según horas de vuelo y reemplazando elementos defectuosos, utilizando el Manual de Mantenimiento de la aeronave para mantener la aeronavegabilidad.

*CE4.1 Aplicar técnicas de inspección de los elementos de control e indicación del sistema de mandos de vuelo eléctrico, sidestick o volante de control, PFTUS, computadores de control y gestión de órdenes de mando, computadores de monitoreo, transmisores de posición (lineales, rotatorios, magnéticos, RVDTs, LVDTs, unidades de detección de asimetría, entre otros), solenoides de actuación, elementos de indicación en cabina, entre otros, realizando comprobaciones sencillas (resistencia, tensión, continuidad, entre otros) o colaborando en pruebas aviónicas complejas que pueden requerir equipos de comprobación externos, y ajustando o sustituyendo los elementos necesarios según los documentos de mantenimiento, obteniendo el control de sus ejes.*

*CE4.2 Aplicar procesos de comprobación de los elementos eléctricos en el sistema de mandos de vuelo eléctrico, sensores de proximidad, transmisores de posición, servoactuadores, LVDTs, RVDTs, líneas de cableado de transmisión de datos, señales discretas y alimentaciones eléctricas, instrumentos de indicación, entre otros, comprobando con los equipos de prueba y medida (polímetros, fuentes de alimentación, entre otros), y siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave, su funcionamiento, reemplazando los elementos defectuosos en cada caso, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, torquímetros, de codo, entre otras).*

*CE4.3 Describir técnicas de inspección visual de las líneas de distribución hidráulicas y neumáticas del sistema de mandos de vuelo eléctrico, comprobando su presión y estanqueidad con los equipos de prueba y medida (manómetros, bancos de prueba, entre otros), y dependiendo del nivel de los daños observados, son desechados y sustituidos, o reparados según las indicaciones del Manual de Mantenimiento de la aeronave para la actuación de las superficies de control.*

*CE4.4 Explicar técnicas de inspección visual de los sistemas hidráulicos de asistencia al movimiento de los mandos de vuelo y sus sistemas auxiliares (válvulas de sobrepresión, limitadores de torque, frenos, entre otros), observando la ausencia de fugas de líquido hidráulico en su estructura y racores, y comprobando el nivel, calidad y limpieza de filtros del sistema hidráulico, rellenándolo si no está a nivel o sustituyendo líquido y filtros por suciedad o pérdida de propiedades, asegurando que los mandos de vuelos se mueven libremente.*

*CE4.5 Cumplimentar un certificado de aptitud para un servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de una aeronave tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.*

C5: Aplicar la revisión general (overhaul) del conjunto tren de aterrizaje y rodadura hidráulico (Landing Gear, Drag Brace, actuadores, llantas, frenos, Steering, caja de engranajes del tren, entre otros) y del tren de aterrizaje fijo (tren clásico de patines y travesaños), realizando el desmontaje, limpieza, inspección, reparación y sustituciones en cada caso, reensamblado y comprobando su funcionamiento, asegurando su completa conformidad con todas las tolerancias de servicio aplicables especificadas en las instrucciones del titular del certificado de tipo o del fabricante para la aeronavegabilidad continuada, siguiendo las instrucciones de los Manuales de Overhaul de Motor y Mantenimiento de Componentes.

*CE5.1 Explicar el desmontaje de los elementos del tren de aterrizaje (patines y travesaños, amortiguadores, actuadores del tren de aterrizaje, paquetes de frenos, entre otros), realizando el lavado preliminar, para el acondicionamiento previo al desmontaje.*

*CE5.2 Describir el desmontaje de los elementos del tren de aterrizaje, utilizando herramienta estándar y extractores específicos, comprobando visualmente desgaste, corrosión y estado general.*

*CE5.3 Aplicar la comprobación de las piezas (actuadores, llantas, frenos, Steering, caja de engranajes del tren, entre otros) por daños superficiales evidentes, grietas, corrosiones, sobretemperatura (en los paquetes de freno) y desgastes, verificando anchos y espesores mínimos.*

*CE5.4 En un supuesto práctico de mantenimiento de las piezas (patines y travesaños, Strut, sliding, torque knees, drag braces, wheels, piston housings, entre otras) tener en cuenta:*

*- Realizar la inspección por grietas y corrosión, comprobando que sus cualidades de resistencia están dentro de los límites de diseño del fabricante.*

*- Aplicar la restauración midiendo por segunda vez tras la restauración.*

*- Aplicar la protección superficial para la corrosión.*

*CE5.5 Aplicar el montaje de cada subconjunto del tren de aterrizaje, uniendo los elementos en orden inverso al desmontaje, siguiendo las indicaciones del Manual de Overhaul y efectuando todas las Directivas de Aeronavegabilidad y Boletines de Servicio aplicables.*

*CE5.6 Explicar la comprobación del amortiguador, actuadores del tren de aterrizaje, de los paquetes de frenos y la presión de las ruedas, realizando observaciones y medidas y cotejando los datos obtenidos con los recogidos en el Manual de Mantenimiento de la aeronave.*

### **Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo:**

C1 completa; C2 completa; C3 completa; C4 completa; C5 completa.

Otras capacidades:

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Demostrar resistencia al estrés, estabilidad de ánimo y control de impulsos.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

Valorar el talento y el rendimiento profesional con independencia del sexo.

Promover la igualdad de trato entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

### **Contenidos:**

#### **1. Herramientas, materiales y equipos para los mandos de vuelo y tren de aterrizaje**

Tipos comunes de herramientas manuales. Tipos comunes de herramientas mecánicas. Manejo y utilización de herramientas de medición de precisión. Equipos y métodos de lubricación. Funcionamiento, función y utilización de equipos de comprobaciones eléctricas generales. Materiales de aeronaves Ferrosos. Materiales de aeronaves No ferrosos. Materiales compuestos y no metálicos. Corrosión. Dispositivos de fijación. Tuberías y empalmes. Resortes. Cojinetes. Transmisiones. Cables de mando. Cables eléctricos y conectores.

## **2. Física, matemáticas y Factores humanos aplicadas a los mandos de vuelo y tren de aterrizaje en el mantenimiento de los mandos de vuelo y tren de aterrizaje**

Aritmética. Álgebra. Geometría. Mecánica. Fuerzas, momentos y pares, representación como vectores. Centro de gravedad. Elementos de teoría de esfuerzos, deformaciones y elasticidad, tensión, compresión, esfuerzo cortante y torsión. Naturaleza y propiedades de los sólidos, los líquidos y los gases. Presión y flotabilidad en líquidos (barómetros). Movimiento rectilíneo: movimiento rectilíneo uniforme, movimiento uniformemente acelerado (movimiento sometido a la gravedad). Movimiento giratorio: movimiento circular uniforme (fuerzas centrífugas y centrípetas). Movimiento periódico: movimiento pendular. Teoría sencilla de la vibración, los armónicos y la resonancia. Relación de velocidades, brazo de palanca y rendimiento mecánico. Dinámica. Dinámica de fluidos. Termodinámica. Movimiento ondulatorio y sonido.

## **3. Legislación aplicada al mantenimiento de los mandos de vuelo y tren de aterrizaje**

Marco regulador. Papel de la Organización de Aviación Civil Internacional. Papel de la Comisión Europea. Papel de la EASA. Papel de los Estados miembros y las autoridades nacionales de aviación. Personal certificador. Mantenimiento. Comprensión detallada de la Parte 66. Empresas de mantenimiento aprobadas. Comprensión detallada de la Parte 145 y de la Parte M, subparte F. Operaciones aéreas. Certificado de Operador Aéreo. Certificación de aeronaves, componentes y equipos a) Generalidades. Comprensión general de la Parte 21 y especificaciones de certificación de la EASA CS-23, 25, 27, 29. b) Documentos. Certificado de aeronavegabilidad. Certificados restringidos de aeronavegabilidad y autorización de vuelo. Certificado de matrícula. Certificado de niveles de ruido. Distribución del peso. Licencia y autorización de emisora de radio. Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de las disposiciones de la Parte 21 relativas al mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de la Parte M. Requisitos nacionales e internacionales aplicables para (si no son anulados por los requisitos de la UE): a) Programas de mantenimiento, inspecciones y comprobaciones de mantenimiento. Directivas de aeronavegabilidad. Boletines de servicio, información de servicio de fabricantes. Modificaciones y reparaciones. Documentación de mantenimiento: manuales de mantenimiento, manual de reparación estructural, catálogo ilustrado de componentes, entre otros. Únicamente para las licencias A y B2: Lista maestra de equipamiento mínimo, lista de equipamiento mínimo, lista de desviaciones de despacho. b) Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Equipamiento mínimo. Vuelos de prueba. Únicamente para las licencias B1 y B2: Requisitos de mantenimiento y despacho ETOPS.

## **4. Resortes y transmisiones**

Tipos de resortes, materiales, características y aplicaciones. Cojinetes: función de los cojinetes, cargas, material y fabricación. Tipos de cojinetes y su aplicación. Tipos de engranajes y sus aplicaciones. Relación de transmisión, sistemas de engranajes de reducción y multiplicación, engranajes conductores y conducidos, engranajes intermedios, formas de engranes. Correas y poleas, cadenas y ruedas dentadas.

## **5. Cables de mando (ATA 27)**

Tipos de cables. Herrajes finales, tensores y dispositivos de compensación. Poleas y componentes del sistema de transmisión por cable. Cables tipo Bowden. Sistemas de mando flexible de aeronaves.

## 6. Tren de aterrizaje (ATA 32)

Estructura, amortiguación. Sistemas de extensión y retracción: normales y de emergencia. Indicaciones y avisos. Ruedas, frenos, sistemas antideslizamiento y de frenado automático. Neumáticos. Dirección. Dispositivo de detección de toma de tierra. Patines, flotadores.

## 7. Mandos de vuelo (ATA27)

Mandos principales (alergones, timón de profundidad, timón de dirección, spoilers). Control de compensación. Control de carga activa. Dispositivos hipersustentadores. Amortiguador de sustentación, frenos aerodinámicos. Funcionamiento del sistema: manual, hidráulico, neumático, eléctrico, mando electrónico. Sensación artificial, amortiguador de guiñada, compensación de Mach, limitador del timón de dirección, sistemas de bloqueo contra ráfagas. Equilibrado y reglaje. Sistema de protección y alerta de entrada en pérdida.

## 8. Cables eléctricos y conectores (ATA 24)

Cables de alta tensión y coaxiales. Engarzado a presión. Tipos de conectores, patillas, enchufes, casquillos, aislantes, intensidades y tensiones nominales, acoplamiento, códigos de identificación.

## 9. Tipos de planos y diagramas, sus símbolos, dimensiones, tolerancias y proyecciones. Información del cajetín de un plano

Tipos de planos y diagramas, sus símbolos, dimensiones, tolerancias y proyecciones. Información del cajetín de un plano. Microfilmación, microfichas y presentaciones por ordenador. Especificación 100 de la Asociación de Transporte Aéreo de EE.UU. (ATA). Normas aeronáuticas y otras aplicables, como ISO, AN, MS, NAS y MIL. Diagramas de cableado y diagramas esquemáticos.

## 10. Sistemas de interconexión de cableado eléctrico (EWIS) en mandos de vuelo y tren de aterrizaje

Manuales de Cableado. Inspección del Cableado. Mantenimiento y Limpieza. Conductores y Cables. Métodos de Conexión.

### Parámetros de contexto de la formación:

#### Espacios e instalaciones:

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller. Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

**Perfil profesional del formador o formadora:**

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con el mantenimiento/ reparación de los mandos de vuelo y tren de aterrizaje de helicópteros, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.

- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

**MÓDULO FORMATIVO 6: MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS, DE AVIÓNICA Y A BORDO DE LAS AERONAVES****Nivel: 3****Código: MF2540\_3****Asociado a la UC: Mantener los sistemas eléctricos, de aviónica y a bordo de las aeronaves****Duración: 230 horas****Capacidades y criterios de evaluación:**

C1: Aplicar técnicas de revisión en línea del sistema eléctrico (batería, breaker, relays, generador de corriente continua o alterna, paneles de sistema eléctrico, entre otras) de la aeronave, garantizando su operatividad, utilizando el Manual de Mantenimiento de la aeronave y los equipos de prueba y medida.

*CE1.1 Aplicar la verificación a la batería con los equipos de prueba y medida (banco de pruebas, polímetros, densímetro, entre otros), comprobando que los vasos están llenos (marca de nivel en la medida establecida), los tiempos de descarga, ciclos de carga y descarga, tensión individual, voltaje mínimo (24 voltios en caso de arranque con APU), conectando la puesta en marcha y midiendo que la demanda de consumo no cae por debajo de la tensión mínima, cambiándola por una nueva si su capacidad está por debajo del 80%, asegurando la alimentación eléctrica de la aeronave.*

*CE1.2 Explicar procesos de diagnóstico de los breaker y las conexiones de los elementos eléctricos, comprobando que no tienen cortes que provoquen restricciones de corriente, sustituyendo por unos nuevos en cada caso.*

*CE1.3 Aplicar procedimiento de control a los relays, contactores, transformadores, rectificadores, entre otros, observando que no están agrietados, oxidados o deteriorados, realizando pruebas de funcionamiento con una fuente de alimentación o banco de trabajo específico, comprobando la tensión, intensidad o resistencia, siguiendo las indicaciones del Manual de Mantenimiento de la aeronave.*

*CE1.4 Aplicar procedimiento de diagnóstico del generador de corriente continua o alterna de la aeronave, observando signos de calentamiento, desgaste, corrosión, pérdidas de refrigerante, entre otras, y con el banco de comprobación la tensión, intensidad y frecuencia, sustituyendo en cada caso, con la herramienta común (destornilladores, llaves de vaso, de codo, entre otras), restaurando la alimentación eléctrica en la aeronave.*

*CE1.5 Describir el método de verificación de los elementos eléctricos y electrónicos (bobinado, placa base, entre otros), poniendo el motor en marcha realizando pruebas funcionales, observando su funcionamiento y obteniendo datos con el dispositivo de diagnóstico, detectando y corrigiendo posibles averías siguiendo el manual de mantenimiento de la aeronave.*

*CE1.6 Explicar técnicas de inspección de los mazos de cables, observando que las camisas y fundas no se encuentran agrietadas, raspadas o quemadas, profundizando en las áreas críticas (pasamuros, fijaciones de bridas, cintas, entre otras), reparándolas, crimpando, o cambiando los tramos afectados, siguiendo el manual técnico de la aeronave.*

*CE1.7 Explicar el método de comprobación visual de los paneles del sistema eléctrico y todos sus elementos su sujeción y conexión, reparando o cambiando el componente afectado, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.*

*CE1.8 Describir el proceso de verificación de las observaciones formuladas en el libro de la aeronave (mal funcionamiento, incidentes, sensaciones, entre otras), ejecutando la diagnosis correspondiente a cada caso y condición.*

**C2:** Aplicar técnicas de revisión/repáraci3n en línea del sistema de iluminaci3n, mazos de cable, generadores de corriente alterna de la aeronave para garantizar su operatividad, utilizando la documentaci3n t3cnica y los equipos necesarios.

*CE2.1 Explicar el proceso de verificación de las luces de puesto de pilotaje (luz de techo ambiente, lámpara portátil de lectura y luces de lectura), sometiéndolas a una prueba funcional, observando que lucen o realizando a una prueba de diagnóstico con el multímetro en cada caso, siguiendo el troubleshooting del manual, asegurando la iluminaci3n en momentos de poca visibilidad.*

*CE2.2 Describir la técnica de verificación visual de las luces de iluminaci3n de cabina de carga, ambiente y emergencia, observando que lucen todas o realizando una prueba de diagnóstico con el multímetro en cada caso, siguiendo el troubleshooting del manual.*

*CE2.3 Explicar la técnica de inspecci3n visual de las luces de iluminaci3n exterior, luces de posici3n, luz anticoli3n o estrobosc3pica y luz de landig o faro principal, y a trav3s de una prueba funcional, detectando posibles daños antes y despu3s de cada vuelo (rotura del cristal, suciedad, entre otras), asegurando su funcionamiento, siguiendo pautas marcadas por el manual de mantenimiento de la aeronave.*

*CE2.4 Describir el diagnóstico de las averías y el mantenimiento en el sistema de iluminaci3n de la aeronave, siguiendo los pasos marcados por el Manual de Mantenimiento de la aeronave (comprobaciones, pruebas funcionales, esquemas de cableado, entre otras), y con los útiles de prueba y medida (polímetros, osciloscopios,*

*crimpadoras, entre otras), con los elementos montados en la aeronave o desmontando y comprobándolos en los bancos de trabajo.*

*CE2.5 Explicar el método de comprobación de las luces de aviso FIRE, RPM y MASTER CAUTION, pulsando el botón que enciende las luces de aviso y poniendo el selector en reset, y comprobando la luz del pedestal, reponiendo la luz, presionando con el dedo para sacarla y sustituirla.*

*CE2.6 Describir la inspección visual de la prueba de apantallamiento de los cables con el equipo de pruebas los mazos, observando que no hay cortes y no sufren daños las mallas protectoras, comprobando que no estén ni muy tensos ni muy sueltos, asegurando que los radios de curvatura de los cables no están doblados, evitando dañar el núcleo.*

C3: Aplicar técnicas de mantenimiento programado y no programado de los equipos y componentes de los sistemas de navegación, vuelo automático y comunicaciones de las aeronaves, sustituyendo los equipos de posicionamiento inercial Global Positioning System (GPS), elementos de transmisión y recepción de radio navegación, comunicaciones por voz y datos en HF, VHF y Satellite Communications (SATCOM), antenas emisoras y receptoras, reparando o sustituyendo los conectores y contactos de las líneas coaxiales de RF de distribución y transmisión, líneas de cableado digitales y discretas para recuperar la capacidad radio navigation (RNAV) y la transmisión de voz y datos.

*CE3.1 Aplicar procesos de comprobación, sustitución y reparación a los equipos y componentes encargados de la navegación de la aeronave (Very High Frequency Omnidirectional Range (VOR), Instrument Landing System (ILS), Microwave Landing System (MLS), Automatic Direction Finding (ADF), Distance Measuring Equipment (DME), Very Low Frequency/Navigation System (VLF/Omega), radar meteorológico (WXR), transpondedor (ATC), radioaltímetro (RA), antenas y guías de onda, sistemas de gestión y guiado de vuelo automático (FMS), sistema automático de control del vuelo (AFCS), sistemas de posicionamiento por satélite GNSS (GPS, GLONAS, GALILEO), datos de aire (sondas de pitot y estática, Angle Of Attack AOA, Total Air Temperature (TAT), Central Air Data Computer (CADC), plataformas inerciales y acelerómetros (IRS).*

*CE3.2 Aplicar procesos de comprobación, sustitución y reparación a los equipos y componentes del sistema de comunicaciones, transmisores y receptores (UHF, VHF, HF, SATCOM), antenas, acopladores, paneles de control, así como todos sus componentes periféricos.*

*CE3.3 Aplicar procesos de comprobación, sustitución y reparación de redes de cableado de transmisión/recepción de datos, señales discretas de líneas coaxiales y fibra óptica, entre otras.*

*CE3.4 Aplicar procesos de comprobación, sustitución y reparación de elementos eléctricos y electrónicos de equipos, componentes, sistemas de navegación, vuelo automático y comunicaciones de las aeronaves.*

C4: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de los equipos y componentes encargados del control e indicación de la planta de potencia, generación eléctrica e instrumentación en las aeronaves, realizando pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas, usando controles de la aeronave, interruptores, pruebas BITE, ordenador

central de mantenimiento o equipos de prueba externo, observando los avisos de la prueba «go-no-go» sin interpretación de valores, según el Manual de Mantenimiento de la aeronave, sustituyendo los equipos de generación y distribución de AC y DC (generadores y dinamos, baterías, TRs, inversores estáticos, entre otros), dispositivos de supervisión eléctrica (GCU, ECMU), dispositivos electromagnéticos de protección (CBs, RCCBs,) y dispositivos de control de motor FADEC (ECU, EIU, EVMU), sensores de temperatura, presión, vibración, entre otros), así como sus indicaciones en el Cockpit.

*CE4.1 En un supuesto práctico de verificación de los equipos electrónicos de control y los componentes periféricos del motor, FADEC (EIU, VMU, ECU), instrumentos de indicación, alimentación de combustible, sensores de presión, temperatura, flujo, transmisores de nivel, actuadores eléctricos, captadores de vibración, detectores de fuego y sus elementos de extinción, los componentes encargados de la generación y distribución de la potencia eléctrica, generadores de AC y dinamos, GCUS, inversores estáticos, baterías y sus dispositivos de carga, transformadores rectificadores, equipos de distribución ECMU, contactores, RCCBs, relés y CBs, así como la red de distribución eléctrica, se comprueban con los equipos de prueba y medida (voltímetro, óhmetro osciloscopio, frecuencímetros, entre otros), los componentes del sistema de instrumentación de la aeronave, transductores de presión, temperatura, revoluciones, posición y velocidad, entre otras, instrumentos giroscópicos y electromecánicos, instrumentos digitales, EFIS, pantallas de rayos catódicos, cristal líquido, LED, sistema de iluminación de cabina de vuelo, CVR, DFDR, DAR, así como los sistemas centralizados de mantenimiento, CMS, CFDS, entre otros, realizar:*

- *Pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas.*
- *Pruebas BITE.*
- *Comprobaciones con el ordenador central de mantenimiento.*
- *Verificaciones con equipos de prueba externo sin interpretación de valores.*
- *Comprobaciones básicas (resistencia, intensidad y tensión) con equipos de prueba y medida (voltímetro, óhmetro osciloscopio, frecuencímetros, entre otros).*

*CE4.2 Comprobar redes de cableado eléctrico y buses de transmisión/recepción de datos con los equipos de prueba (voltímetro, amperímetro, óhmetro, espectrofotómetros, analizadores digitales, entre otros), siguiendo los procedimientos EWIS, modificando de acuerdo a los boletines de trabajo, interpretando planos, esquemas eléctricos y reparando o sustituyendo las líneas de cableado que no superen las pruebas realizadas.*

*CE4.3 Aplicar diagnóstico y análisis de averías de los elementos eléctricos y electrónicos, usando equipos de prueba y medida (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la aeronave y reemplazar elementos defectuosos.*

C5: Aplicar técnicas de mantenimiento programado y no programado de los equipos y componentes encargados del control e indicación de los sistemas mecánicos de mandos de vuelo, potencia hidráulica, tren de aterrizaje, célula, neumático, combustible, oxígeno, aguas, protección contra el hielo/lluvia y luces en la aeronave, realizando pruebas

sencillas que no requieran resolución de problemas, usando controles de la aeronave, interruptores, pruebas BITE, ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, observando los avisos de la prueba «go-no-go», sin interpretación de valores, según el Manual de Mantenimiento de la aeronave y sustituyendo los computadores de control de los diferentes sistemas mecánicos e instrumentos de indicación en el Cockpit.

*CE5.1 En un supuesto práctico de verificación de equipos de control y componentes periféricos de los sistemas de aire acondicionado y presurización, luces exteriores, protección contra el hielo y la lluvia, protección contra incendios, agua y residuos, oxígeno, sistemas de combustible, hidráulico, neumático, tren de aterrizaje componentes electrónicos de gestión, control y operación de los mandos de vuelo, computadores y periféricos del sistema FLY BY WIRE así como sus como sus elementos de actuación, realizar:*

- *Pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas.*
- *Pruebas BITE.*
- *Comprobaciones con el ordenador central de mantenimiento.*
- *Verificaciones con equipos de prueba externo sin interpretación de valores.*
- *Comprobaciones básicas (resistencia, intensidad y tensión) con equipos de prueba y medida (voltímetro, óhmetro osciloscopio, frecuencímetros, entre otros).*

*CE5.2 Aplicar comprobación y mantenimiento a las instalaciones eléctricas y los componentes del sistema de combustible, sensores de temperatura, sondas de cantidad, densitómetros, compensadores de nivel, concentradores de datos, computadores de gestión, panel de repostado e instrumentos de indicación utilizando equipos de prueba y medida (osciloscopio, frecuencímetro, analizadores digitales, espectrómetro y milióhmetro, entre otros) y controlando valores (resistencia, tensión, intensidad, entre otras), cambiando los elementos del sistema.*

*CE5.3 Aplicar comprobaciones (resistencia, intensidad, frecuencia, entre otras) a los componentes o elementos desmontados, con equipos de prueba y medida (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros).*

*CE5.4 Aplicar comprobaciones (resistencia, intensidad, frecuencia, entre otras) a las redes de cableado eléctrico, distribución de alimentación, transmisión/recepción de datos analógicos, señales discretas, transmisión/recepción de datos, líneas coaxiales y fibra óptica, entre otras, con los equipos de prueba (polímetro, megóhmetro, milióhmetro, espectrómetros, analizadores ópticos y digitales, bancos/equipos de comprobación externos, entre otros).*

*CE5.5 Aplicar técnicas de diagnóstico, análisis y reparación de elementos eléctricos de los sistemas mecánicos, usando equipos de prueba y medida (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la aeronave.*

C6: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas eléctricos y electrónicos de información, entretenimiento y confortabilidad interior de la aeronave y E.L.T. (Emergency Locator Transmitter), realizando pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas, usando controles de la aeronave, interruptores, pruebas BITE, ordenador central de mantenimiento o equipos de prueba externo que no requieran formación especial, observando los avisos de la prueba «go-no-go» sin interpretación de valores y reemplazando los elementos defectuosos y usando el Manual de Mantenimiento de la aeronave, restaurando la operatividad de los sistemas.

*CE6.1 En un supuesto práctico de verificación de equipos y elementos del sistema de gestión y control de cabina de pasaje, computadores de gestión, equipos de distribución DEU, iluminación normal y de emergencia, paneles de información y control FAP, AIP, anunciadores (NS, FSB, RTS), teléfonos de intercomunicación de cabina, altavoces, equipos y elementos de las redes inalámbricas internas de telefonía y datos móvil, equipos de gestión de redes, antenas y paneles de control, realizar:*

- *Pruebas sencillas que no requieran resolución de problemas.*
- *Pruebas BITE.*
- *Comprobaciones con el ordenador central de mantenimiento.*
- *Verificaciones con equipos de prueba externo sin interpretación de valores.*
- *Comprobaciones básicas (resistencia, intensidad y tensión) con equipos de prueba y medida (voltímetro, óhmetro osciloscopio, frecuencímetros, entre otros).*

*CE6.2 Aplicar comprobaciones (resistencia, intensidad, frecuencia, entre otras) a las redes de cableado eléctrico, buses de transmisión/recepción de datos, cables coaxiales, fibra óptica, entre otras, con los equipos de prueba (polímetro, megóhmetro, milióhmetro, espectrómetros, analizadores ópticos y digitales, bancos/equipos de comprobación externos, entre otros), siguiendo los procedimientos EWIS y adaptando funciones a los sistemas.*

*CE6.3 Aplicar técnicas de diagnóstico, análisis y reparación a los elementos eléctricos de los sistemas del interior de cabina, causas que las producen, determinando el proceso de reparación en los tiempos operativos previstos, usando equipos de prueba y medida (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la aeronave.*

*CE6.4 Aplicar comprobación visual de la E.L.T. (Emergency Locator Transmitter), realizando un diagnóstico autotest, activando el switch remoto y la antena, observando las placas identificativas y moviendo bruscamente el conjunto E.L.T., comprobando que se activa el G-Switec, sustituyendo la batería de la E.L.T. en cada caso, registrando en el Certificado de Puesta en Servicio la fecha de sustitución, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.*

*CE6.5 Cumplimentar un certificado de aptitud para un servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de una aeronave tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales*

*del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.*

**Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo:**

C1 completa; C2 completa; C3 completa; C4 completa; C5 completa; C6 completa.

Otras capacidades:

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Demostrar resistencia al estrés, estabilidad de ánimo y control de impulsos.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

Valorar el talento y el rendimiento profesional con independencia del sexo.

Promover la igualdad de trato entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

**Contenidos:**

**1. Herramientas y equipos de los sistemas eléctricos, de aviónica y a bordo de las aeronaves**

Tipos comunes de herramientas manuales. Tipos comunes de herramientas mecánicas. Manejo y utilización de herramientas de medición de precisión. Equipos y métodos de lubricación. Funcionamiento, función y utilización de equipos de comprobaciones eléctricas generales. Corrosión. Dispositivos de fijación. Tuberías y empalmes. Resortes. Cojinetes. Transmisiones. Cables de mando. Cables eléctricos y conectores.

**2. Física y matemáticas aplicadas a la generación de electricidad**

Producción de electricidad por los siguientes métodos: luz, calor, fricción, presión, acción química, magnetismo y movimiento. Terminología eléctrica, sus unidades y los factores que los afectan: diferencia de potencial, fuerza electromotriz, tensión, intensidad de la corriente, resistencia, conductancia, carga, flujo de corriente convencional, flujo de electrones.

Fuentes de corriente continua: estructura y reacciones químicas básicas de pilas primarias, pilas secundarias, pilas de plomo-ácido, pilas de níquel-cadmio y otras pilas alcalinas. Conexión de pilas en serie y en paralelo. Resistencia interna y su efecto sobre una batería. Estructura, materiales y funcionamiento de los termopares. Funcionamiento de las células fotoeléctricas.

Circuitos de corriente continua: Ley de Ohm, Leyes de Kirchhoff sobre tensión e intensidad. Cálculos realizados usando las leyes anteriores para hallar la resistencia, la tensión y la intensidad. Importancia de la resistencia interna de una fuente de alimentación.

Resistencia y resistores: resistencia y factores que la afectan. Resistencia específica. Código de colores de resistores, valores y tolerancias, valores nominales preferidos, especificaciones de potencia. Resistores en serie y en paralelo. Cálculo de la resistencia total usando resistores en serie, en paralelo y combinaciones en serie y en paralelo. Funcionamiento y utilización de potenciómetros y reóstatos. Funcionamiento del puente de Wheatstone.

Conductancia con coeficiente de temperatura positivo o negativo: resistores fijos, estabilidad, tolerancia y limitaciones, métodos de fabricación. Resistores variables, termistores, resistores dependientes de la tensión. Estructura de los potenciómetros y reóstatos. Estructura de los puentes de Wheatstone.

Potencia: potencia, trabajo y energía (cinética y potencial). Disipación de potencia por un resistor. Fórmula de la potencia. Cálculos con potencia, trabajo y energía.

Capacidad y condensadores: funcionamiento y función de un condensador. Factores que afectan a la capacidad: área de las placas, distancia entre placas; número de placas; dieléctrico y constante del dieléctrico, tensión de funcionamiento y tensión nominal. Tipos de condensadores, estructura y función. Código de colores para condensadores. Cálculo de la capacidad y la tensión en circuitos serie y paralelo. Carga y descarga exponencial de un condensador, constantes de tiempo. Comprobaciones de condensadores.

Magnetismo: propiedades de un imán. Acción de un imán inmerso en el campo magnético terrestre. Magnetización y desmagnetización. Blindaje magnético. Tipos de materiales magnéticos. Principios de funcionamiento y fabricación de electroimanes. Regla de la mano derecha para determinar el campo magnético alrededor de un conductor que transporta corriente eléctrica. Fuerza magnetomotriz, intensidad de campo magnético, densidad del flujo magnético, permeabilidad, ciclo de histéresis, magnetismo remanente, fuerza coercitiva, reluctancia, punto de saturación, corrientes parásitas. Precauciones en el manejo y almacenamiento de imanes. Inductancia e inductores. Ley de Faraday. Inducción de una tensión en un conductor en movimiento dentro de un campo magnético. Principios de la inducción. Efectos de los siguientes factores sobre la magnitud de una tensión inducida: intensidad del campo magnético, velocidad de cambio del flujo, número de espiras del conductor. Inducción mutua. Efecto que tiene la velocidad de cambio de la corriente primaria y la inductancia mutua sobre la tensión inducida. Factores que afectan a la inductancia mutua: número de espiras de la bobina, tamaño físico de la bobina, permeabilidad de la bobina, posición de las bobinas entre sí. Ley de Lenz y reglas para determinar la polaridad. Fuerza contra electromotriz, autoinducción. Punto de saturación. Principales usos de los inductores.

Motor/generador de corriente continua: teoría básica de motores y generadores. Fabricación y función de los componentes de un generador de corriente continua. Funcionamiento y factores que afectan a la magnitud y la dirección del flujo de corriente en generadores de corriente continua. Funcionamiento y factores que afectan a la potencia de salida, el par, la velocidad y el sentido de giro de los motores de corriente continua. Motores con excitación

en serie, motores con excitación en paralelo y motores con excitación mixta. Estructura de un generador de arranque.

Corriente alterna:

Forma de onda sinusoidal (fase, período, frecuencia, ciclo). Valores de la intensidad de corriente instantánea, media, eficaz, pico, de pico a pico y cálculos de estos valores en relación con la tensión, la intensidad de corriente y la potencia. Ondas triangulares/cuadradas. Corriente monofásica y la trifásica.

Circuitos resistivos (R), capacitivos (C) e inductivos (L): relación de fase de la tensión y la intensidad de corriente en circuitos L, C y R, en paralelo, en serie y en serie y paralelo. Disipación de potencia en circuitos L, C, R. Impedancia, ángulo de fase, factor de potencia y cálculos de la corriente eléctrica. Cálculos de la potencia eficaz, aparente y reactiva.

Transformadores: funcionamiento y estructura de un transformador. Pérdidas de transformador y métodos para corregirlas. Comportamiento de los transformadores con y sin carga. Transferencia de potencia, rendimiento, marcas de la polaridad. Cálculo de las tensiones e intensidades de línea y de fase. Cálculo de la potencia en un sistema trifásico. Intensidad y tensión primaria y secundaria, relación de espiras, potencia, rendimiento. Autotransformadores.

Filtros: funcionamiento, aplicaciones y utilización de los siguientes filtros (de paso bajo, de paso alto, de paso de banda y eliminador de banda).

Generadores de corriente alterna: rotación de una espira en un campo magnético y forma de onda generada. Funcionamiento y estructura de generadores de corriente alterna de inducido y campo giratorios. Alternadores monofásicos, bifásicos y trifásicos. Ventajas y utilización de las conexiones trifásicas en triángulo y en estrella. Generadores de imán permanente.

Motores de corriente alterna: estructura, de funcionamiento y características de: motores síncronos y de inducción de corriente alterna, monofásicos y polifásicos. Métodos de control de la velocidad y el sentido de giro. Métodos para producir un campo giratorio: condensador, inductor, polo, dividido o blindado.

### **3. Legislación aplicada al mantenimiento de los sistemas eléctricos, de aviónica y a bordo de las aeronaves**

Marco regulador. Papel de la Organización de Aviación Civil Internacional. Papel de la Comisión Europea. Papel de la EASA. Papel de los Estados miembros y las autoridades nacionales de aviación. Personal certificador. Mantenimiento. Comprensión detallada de la Parte 66. Empresas de mantenimiento aprobadas. Comprensión detallada de la Parte 145 y de la Parte M, subparte F. Operaciones aéreas. Certificado de Operador Aéreo. Certificación de aeronaves, componentes y equipos a) Generalidades. Comprensión general de la Parte 21 y especificaciones de certificación de la EASA CS-23, 25, 27, 29. b) Documentos. Certificado de aeronavegabilidad. Certificados restringidos de aeronavegabilidad y autorización de vuelo. Certificado de matrícula. Certificado de niveles de ruido. Distribución del peso. Licencia y autorización de emisora de radio. Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de las disposiciones de la Parte 21 relativas al mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de la Parte M. Requisitos nacionales e internacionales aplicables para (si no son anulados por los requisitos de la UE): a) Programas de mantenimiento, inspecciones y comprobaciones de mantenimiento. Directivas de aeronavegabilidad. Boletines de servicio, información de servicio de fabricantes. Modificaciones y reparaciones. Documentación de mantenimiento:

manuales de mantenimiento, manual de reparación estructural, catálogo ilustrado de componentes, entre otros. Únicamente para las licencias A y B2: Lista maestra de equipamiento mínimo, lista de equipamiento mínimo, lista de desviaciones de despacho. b) Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Equipamiento mínimo. Vuelos de prueba. Únicamente para las licencias B1 y B2: Requisitos de mantenimiento y despacho ETOPS.

#### 4. Motores de corriente alterna

Estructura, principios de funcionamiento y características de: motores síncronos y de inducción de corriente alterna, monofásicos y polifásicos. Métodos de control de la velocidad y el sentido de giro.

Métodos para producir un campo giratorio: condensador, inductor, polo, dividido o blindado. Caracterización de las leyes eléctricas y magnéticas. Cálculo de circuitos de corriente continua y alterna. Cálculo y dimensionamiento de baterías en carga y descarga. Diagnóstico de averías eléctricas. Diagnóstico de averías en máquinas eléctricas. Procesos de montaje y desmontaje de máquinas eléctricas. Proceso de ajuste y sustitución de equipos eléctricos y electrónicos. Procesos de reemplazo, recarga e instalaciones de baterías. Interpretación y manejo de documentación técnica. Comprobación de circuitos con resistencias en serie y en paralelo. Cálculo de corrientes y tensiones en circuitos eléctricos de corriente alterna y continua. Comprobación de carga y descarga de condensadores. Realización de actividades relacionadas con el control de automatismos con relés en circuitos monofásicos. Interpretación de las leyes eléctricas y magnéticas aplicadas sobre máquinas eléctricas. Funcionamiento e inspección de máquinas eléctricas de corriente alterna y continua. Comprobación de un generador de corriente alterna. Funcionamiento e inspección de baterías.

Diodos: símbolos de diodos. Características y propiedades de los diodos. Diodos en serie y en paralelo. Principales características y utilización de rectificadores controlados por silicio (tiristores), diodos de emisión de luz, diodos fotoconductores, resistencias variables, diodos rectificadores. Ensayos de funcionamiento de diodos

Transistores: símbolos de transistores. Descripción y orientación de los componentes. Características y propiedades los transistores.

#### 5. Circuitos integrados. Servomecanismos

Descripción y funcionamiento de circuitos lógicos y circuitos lineales/amplificadores operacionales. Placas de circuitos impresos. Descripción y utilización de placas de circuitos impresión Comprensión de los siguientes términos: sistemas de bucle abierto y bucle cerrado, retroalimentación, seguimiento, transductores analógicos. Principios de funcionamiento y utilización de los siguientes componentes y características de un sistema síncrono: reductores, diferencial, regulación y par, transformadores, transmisores de inductancia y capacitancia.

#### 6. Teoría de los electrones. Electricidad estática y conducción

Estructura y distribución de las cargas eléctricas dentro de: átomos, moléculas, iones, compuestos. Estructura molecular de los conductores, los semiconductores y los aislantes. Teoría de los electrones: estructura y distribución de las cargas eléctricas dentro de: átomos, moléculas, iones, compuestos. Estructura molecular de los conductores, los semiconductores y los aislantes. Electricidad estática y distribución de las cargas electrostáticas. Leyes electrostáticas de atracción y repulsión. Unidades de carga, Ley del Coulomb. Conducción de la electricidad en sólidos, líquidos, gases y en el vacío.

Conductores, los semiconductores y los aislantes.

## 7. Sistemas de instrumentos electrónicos

Disposición de sistemas típicos de instrumentos electrónicos y distribución en la cabina de vuelo. Sistemas de numeración: sistemas de numeración: binario, octal y hexadecimal. Demostración de conversiones entre los sistemas decimal y el binario, el octal y el hexadecimal, y viceversa. Conversión de datos: datos analógicos, datos digitales. Operación y aplicación de analógico a digital, conversores de digital a analógico, entradas y salidas, limitaciones de distintos tipos. Buses de datos: funcionamiento de buses de datos en sistemas de aeronaves, incluido el conocimiento de ARINC y otras especificaciones. Red/Ethernet de la aeronave. Circuitos lógicos: identificación de símbolos comunes de puertas lógicas, tablas y circuitos equivalentes. Aplicaciones utilizadas en sistemas de aeronaves, diagramas esquemáticos. Estructura básica de un ordenador: terminología informática (como bit, byte, software, hardware, CPU, circuito integrado y diferentes dispositivos de memoria, como RAM, ROM y PROM). Tecnología informática aplicada a sistemas de aeronaves. Fibra óptica: ventajas y desventajas de la transmisión de datos por fibra óptica respecto a la transmisión por cable eléctrico. Bus de datos de fibra óptica. Términos relacionados con la fibra óptica. Terminaciones. Acopladores, terminales de control, terminales remotos. Aplicación de la fibra óptica en sistemas de aeronaves. Indicadores visuales electrónicos: principios de funcionamiento de tipos comunes de indicadores visuales usados en aeronaves modernas, como: tubos de rayos catódicos, diodos emisores de luz y pantallas de cristal líquido. Dispositivos sensibles a cargas electrostáticas: manipulación especial de componentes sensibles a descargas electrostáticas. Conocimiento de los riesgos y posibles daños, dispositivos de protección contra cargas electrostáticas para personas y componentes. Control de gestión de software: conocimiento de las restricciones, los requisitos de aeronavegabilidad y los posibles efectos catastróficos producidos por cambios no aprobados a programas de software. Entorno electromagnético: influencia de los siguientes fenómenos en las prácticas de mantenimiento de sistemas electrónicos EMC: compatibilidad electromagnética. EMI: interferencia electromagnética. HIRF: campo de radiación de alta intensidad. Rayos/ Protección contra rayos. Sistemas típicos electrónicos/digitales en aeronaves: disposición general de los sistemas típicos electrónicos/digitales de aeronaves y sus equipos asociados (BITE), (ACARS-ARINC Communication and Addressing and Reporting System (Sistema de notificación, dirección y comunicación de ARINC). EICAS -Engine Indication and Crew Alerting System (Sistema de indicación de los motores y de alerta a la tripulación). FMS-Flight Management System (Sistema de gestión del vuelo). IRS -Inertial Reference System (Sistema de referencia inercial). ECAM -Electronic Centralised Aircraft Monitoring (Supervisión centralizada electrónica de aeronaves). EFIS -Electronic Flight Instrument System (Sistema de instrumentos electrónicos de vuelo). GPS -Global Positioning System (Sistema de posicionamiento global). TCAS -Traffic Alert Collision Avoidance System (Sistema de alerta de tráfico aéreo para la prevención de colisiones). Aviónica modular integrada (IMA). Sistemas de cabina. Sistemas de información. Protección contra el hielo y la lluvia (ATA 30) 1 Formación de hielo, clasificación y detección. Sistemas antihielo: eléctricos, de aire caliente y químicos. Sistemas de deshielo: eléctricos, de aire caliente, neumáticos y químicos. Repelentes de lluvia. Procedimientos de deshielo y antihielo. Suministro eléctrico, hidráulico y neumático en tierra.

## 8. Sistemas de instrumentación/aviónica. Suministro eléctrico (ATA 24). Sistemas de interconexión de cableado eléctrico (EWIS)

Sistemas de instrumentación (ATA 31). Pitot estático: altímetro, anemómetro, variómetro. Giroscópicos: horizonte artificial, director de posición de vuelo, indicador de dirección, indicador de situación horizontal, indicador de viraje y deslizamiento, coordinador de virajes. Brújulas: de lectura directa, de lectura a distancia. Sistemas de indicación de vibración - HUMS. Cabina de vuelo de cristal. Otros indicadores de sistemas de la aeronave. Sistemas de aviónica: piloto automático (ATA 22). Comunicaciones (ATA 23). Sistemas de navegación (ATA 34).

Suministro eléctrico (ATA 24): Instalación y funcionamiento de baterías. Generación de corriente continua, generación de corriente alterna. Generación de suministro de emergencia. Protección contra incendios (ATA 26) Instalación y funcionamiento de baterías. Generación de suministro de corriente continua. Regulación de la tensión. Distribución de potencia. Protección de circuitos. Inversores, transformadores. Manuales de Cableado. Inspección del Cableado. Mantenimiento y Limpieza. Conductores y Cables. Métodos de Conexión.

**Parámetros de contexto de la formación:****Espacios e instalaciones:**

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller. Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

**Perfil profesional del formador o formadora:**

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con el mantenimiento de los sistemas eléctricos, de aviónica y a bordo de las aeronaves, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

**MÓDULO FORMATIVO 7: MANTENIMIENTO/REPARACIÓN DE LA ESTRUCTURA Y LA CÉLULA DE AERONAVES****Nivel: 3****Código: MF2539\_3****Asociado a la UC: Mantener/ reparar la estructura y la célula de aeronaves****Duración: 270 horas****Capacidades y criterios de evaluación:**

C1: Aplicar operaciones de mantenimiento programado de la estructura primaria y secundaria de la aeronave, verificando visualmente a través de una General Visual Inspection (GVI), el revestimiento, cuadernas y largueros, sujeciones, bordes de aperturas de registros, carenados, puertas de acceso, alojamientos y compuertas del tren, sus herrajes de sujeción,

compartimento electrónico, el radome, carenados, las alas y sus elementos móviles (slats, flaps, spoilers y alerones), registros de tanque de combustible, pylons o engine mounts, góndolas y carenados, los Wing tips, bordes de ataque y salida de alas, puertas, paneles de inspección, compuertas de servicio, estructura interna y externa, herrajes de los estabilizadores, tirantes de refuerzo, las fijaciones, registros de mantenimiento, cajón de estabilizadores vertical y horizontal, entre otros, realizando reparaciones y aplicando la protección indicada en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave y el Manual de Reparaciones Estructurales (S.R.M.) con la ayuda de la herramienta, utillaje y medios (herramientas de medición, calibres, micrómetros, plataformas elevadoras, iluminación, entre otros), asegurando la integridad estructural de las aeronaves.

*CE1.1 Explicar el proceso de selección de plataformas móviles, arneses de seguridad y equipos de iluminación, entre otros, preparando las tareas de inspección, ajustando las condiciones de trabajo al procedimiento establecido en materia de seguridad e higiene.*

*CE1.2 Describir la limpieza de la estructura externa e interna, procurando accesos, inspeccionando visualmente que no ha sufrido ningún deterioro, siguiendo las tareas estándar recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave e instrucciones de la empresa de mantenimiento responsable.*

*CE1.3 Realizar la verificación de la estructura exterior e interior, realizando una inspección general visual (GVI), detectando abolladuras, grietas, corrosión, holguras, desgastes, entre otros, en el revestimiento, cuadernas y largueros, sujeciones, bordes de aperturas de registros de mantenimiento, carenados, puertas de acceso, alojamiento de tren delantero, sus herrajes de sujeción, compartimento electrónico, entre otras, asegurando el estado del fuselaje delantero de la aeronave.*

*CE1.4 Describir la identificación de los daños encontrados en la inspección y que no estén controlados en el mapa de daños de la aeronave, ubicándolos y midiéndolos, reparando o sustituyendo, siguiendo el Structural Repair Manual (S.R.M.).*

*CE1.5 Explicar la valoración de los daños estructurales, determinando su reparación o no, según las tolerancias marcadas en el S.R.M. (Structural Repair Manual).*

*CE1.6 Realizar los accesos para las reparaciones, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, utilizando los medios de seguridad e higiene, garantizando la integridad de los componentes estructurales adyacentes.*

*CE1.7 Preparar los materiales utilizados en las reparaciones del fuselaje, asegurando que están normalizados todos los componentes (láminas metálicas, materiales compuestos, fijaciones, sellantes, entre otros), aplicando los productos de reparación siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE1.8 Describir la aplicación de aislantes en la estructura de la aeronave reparada, aislando de la corrosión con los productos de protección (imprimaciones, pinturas de acabado, inhibidores de corrosión, entre otros) indicados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, siguiendo las instrucciones de trabajo recogidas en las fichas de los productos aplicados, asegurando la durabilidad de la intervención y generando el documento de trazabilidad de la intervención.*

C2: Aplicar procedimiento de reparación de daños (abolladuras, arañazos, hendiduras, grietas, perforaciones, corrosiones, delaminaciones, entre otros), en estructuras de

aluminio, acero y materiales compuestos en aeronaves, identificando daños visualmente, evaluando los componentes siguiendo las indicaciones del Manual de Reparaciones Estructurales (S.R.M.) o instrucciones de reparación aprobadas por una Organización de Diseño (DOA), reparándolas con la ayuda de herramientas de corte, limas, abrasivos, remachadoras, soldadoras, sellantes, fibra, adhesivos, calibres, galgas, entre otros.

*CE2.1 Clasificar como menores de acuerdo a sus dimensiones de profundidad y extensión dadas en el Manual de Reparaciones Estructurales (S.R.M.), los daños en el revestimiento, abolladuras, arañazos o hendiduras, rellenando con masilla aerodinámica suave con espátula en el contorno circundante de la piel de la aeronave sin cubrir la parte superior de los elementos de fijación, pintando la zona reparada de acuerdo a las prácticas estándar del Manual de Mantenimiento.*

*CE2.2 Clasificar de acuerdo a sus dimensiones de profundidad y extensión dadas en el Manual de Reparaciones Estructurales (S.R.M.), los daños mayores en el revestimiento de aleación de aluminio, abolladuras, arañazos, hendiduras, corrosiones, grietas o perforaciones, entre otros, reparándolos cortando/eliminando la/s zona/s dañada/s, utilizando discos de corte y redondeando las esquinas con un radio de 0,5 pulgadas, añadiendo un refuerzo de una Galga superior al revestimiento dañado, presentándolo sobre la estructura y sujetándolo con el utillaje de fijación (clecos, pinza, entre otras), realizando las filas de remaches de unión recomendados en el S.R.M., tratando las zonas reparadas añadiendo Alodine/Bonderite superficialmente y aplicando imprimación y pintura de acuerdo a las prácticas estándar del Manual de Mantenimiento.*

*CE2.3 Realizar la reparación de los daños en estructuras de fibra de vidrio, lijando, taladrando o saneando, limpiando con disolventes, agregando capas de fibra para igualar el grosor de las capas dañadas en cada caso, impregnando adhesivo y siguiendo el patrón dado en el S.R.M para su curación y acabado.*

*CE2.4 Realizar la reparación de los daños en estructuras de fibra de carbono, saneando la zona dañada y colocando telas de fibra de carbono preimpregnada, alternando la dirección de la fibra de cada capa, aplicando presión sobre las capas y colocando una bolsa de vacío y una lámpara incandescente, aplicando el curado y procedimiento de reparación descrito en el S.R.M. o en el documento aprobado por la DOA, controlando los tiempos de succión y temperatura.*

*CE2.5 Aplicar la reparación de los daños en estructuras de honeycomb, recortando la zona dañada en forma de cilindro, colocando adhesivo en el fondo y laterales del hueco cilíndrico y rellenando el hueco con un cilindro de honeycomb nuevo y cubriendo la superficie con adhesivo de acuerdo con el S.R.M. o reparación aprobada por DOA.*

*CE2.6 Describir el procedimiento de certificación de las reparaciones estructurales, rellenando el certificado de puesta en Servicio (Release to Service Certificate), de acuerdo a documentación aprobada, S.R.M., EASA CS-STAND (basadas en AC 43-13), reparaciones provenientes de Organizaciones de Diseño Aprobadas (DOA) o el propio fabricante.*

C3: Aplicar operaciones de mantenimiento programado de la estructura terciaria de la aeronave, visualmente a través de una inspección general, General Visual Inspection (GVI) las butacas, mobiliario interior, paneles de revestimiento, entre otros, realizando reparaciones y aplicando la protección indicada en el Manual de Mantenimiento de la

Aeronave con la ayuda de la herramienta, utillaje y medios (herramientas de medición, calibres, micrómetros, plataformas elevadoras, iluminación, entre otros), asegurando sus características de diseño original.

*CE3.1 Explicar el proceso de selección de las escaleras, plataformas, arneses de seguridad y equipos de iluminación para las tareas de inspección, ajustando las condiciones de trabajo al procedimiento establecido en materia de seguridad e higiene.*

*CE3.2 Describir la limpieza de la estructura externa e interna, procurando accesos, inspeccionando visualmente que no ha sufrido ningún deterioro, siguiendo las tareas estándar recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave e instrucciones de la empresa de mantenimiento responsable.*

*CE3.3 Realizar la inspección del mobiliario, paneles de embellecimiento, carenados, estructura externa e interna, comprobando visualmente su integridad realizando una inspección general visual (GVI), detectando abolladuras, grietas, corrosión, holguras, entre otros, sustituyendo o reparando en cada caso siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE3.4 Verificar los elementos dañados y desmontados del sistema, realizando comprobaciones operacionales que pueden requerir equipos y bancos de prueba externos, y dependiendo del nivel de los daños observados son desechados, reparados o enviados a talleres especializados para su recuperación según las indicaciones del manual del componente afectado.*

*CE3.5 Adecuar los elementos dañados, reparándolos, restaurándolos o sustituyéndolos por otros nuevos, conservando su función aerodinámica y estética de la aeronave.*

C4: Calcular el peso y el balance de la aeronave, asegurando que se encuentra dentro de los valores de la gráfica de la envolvente, que el centro de gravedad no ha variado con carga, entre otras, situándola según las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

*CE4.1 Exponer como se extraen los datos de peso básico en vacío, límites de peso (peso máximo al despegue, peso máximo al aterrizaje), capacidad de combustible, número de pasajeros y zonas de carga (bodegas), brazos del centro de gravedad por estaciones y posición de los asientos de pasajeros según tablas, que se obtienen en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE4.2 Exponer el procedimiento de pesado de la aeronave, asegurando que se cumplen las especificaciones del fabricante en el intervalo cuando sufre una modificación en la estructura y/o equipamiento, realizando un pesado básico en vacío (BEW) calculando la suma del peso de la estructura los componentes, los fluidos de operación y combustible no utilizable.*

*CE4.3 Indicar el peso del modelo específico de la aeronave, extrayéndolo del Manual de Mantenimiento de la Aeronave, pesando la aeronave y recogiendo los datos de la pesada en seco (peso básico + tripulación y equipaje + equipos de emergencia, comidas y bebidas + equipos de servicios de abordaje) pesada sin combustible (peso seco + pasajeros + equipaje y carga), calculando el peso máximo de despegue dentro de los límites operativos indicados.*

*CE4.4 Explicar el método de pesaje de la aeronave, dentro del hangar, sobre ruedas, empleando básculas de plataforma o sobre gatos (Jack points), utilizando sondas de pesaje calibradas y certificadas, conectándolas a una maleta con ordenador para realizar los cálculos, drenando el combustible, comprobando que el aceite de los motores está al máximo, chequeando que los equipos instalados están en su sitio y corresponden con la lista de equipamiento de la aeronave, que la aeronave está elevada y nivelada, el peso básico en vacío y determinando el momento a partir de las lecturas de la báscula, restando los artículos que no forman parte de la aeronave vacía, teniendo en cuenta el combustible y aceite no usables emitiendo un certificado de peso y centrado, teniendo en cuenta las correcciones de los certificados de calibración de las sondas de pesaje y de acuerdo con lo indicado en el Manual de Vuelo y el Manual de Mantenimiento.*

*CE4.5 Exponer el cálculo de la envolvente de la aeronave, utilizando las gráficas contenidas en el manual de mantenimiento o manual de vuelo de la aeronave (ofreciendo rangos máximos del centro de gravedad (inches) y el peso (libras), informándonos de los límites de peso y balance, controlando la carga máxima admitida.*

*CE4.6 Explicar la comprobación de los límites de la gráfica, utilizando el peso total (pounds) y momento total (pounds-inches), comprobando que estamos dentro de la envolvente del centro de gravedad, asegurando en la referencia de la gráfica de porcentaje, que el resultado de la media cuerda aritmética se obtiene de la posición del centro de gravedad en % de MAC y el peso, redistribuyendo la carga, moviéndola o quitando peso en cada caso.*

*CE4.7 Explicar la comprobación del centro de gravedad de la carga (si existen dudas en el control del centro de gravedad), realizando la división de la distancia que se mueve el peso, multiplicado por el peso a ser movido, dividiéndolo entre el peso total obteniendo el dato de cambio del centro de gravedad.*

*CE4.8 Asegurar que la carga está bien amarrada, fijando los trinquetes de las cintas y ganchos, entre otros, para que no se mueva en ninguna de las situaciones del vuelo, asegurando la integridad de la aeronave.*

C5: Aplicar comprobaciones a la aeronave después de la caída de un rayo, observando los elementos aviónicos, de radio, estructura y hélices, utilizando los equipos de comprobación y medida (polímetros, banco de pruebas, entre otros), reparando o sustituyendo los elementos deteriorados (palas, hélices, batería, relés, fusibles, circuitos de breakers, cableado eléctrico, entre otros), utilizando la herramienta común (llaves de vaso, de codo, torquímetros, pelacables, alicate de electricista, entre otros), restaurando la operatividad de la aeronave.

*CE5.1 Aplicar comprobaciones a las batería, relés, fusibles, circuit breakers, cableado eléctrico utilizando equipos de prueba y medida (polímetros, banco de pruebas, entre otros), simulando la situación de la caída de un rayo, observando daños por calentamiento y valores de conductividad diferentes de las masas en diferentes puntos, reparando o sustituyendo el cableado o elementos dañados, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, de codo, torquímetros, pelacables, alicate de electricista, entre otros), siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE5.2 Aplicar comprobaciones a la estructura primaria y secundaria, verificando visualmente si pasa o no pasa luz en algún punto, utilizando un espejo y una luz fría, anotando daños.*

*CE5.3 Explicar el procedimiento de verificación visual de las hélices de la aeronave, verificando visualmente toda la superficie desde el encastre a la punta de pala, observando que no se encuentran en mal estado, utilizando el tapping testing o ultrasonidos escuchando o visualizando anomalías en el sistema.*

*CE5.4 Aplicar diagnóstico a la brújula eléctrica, brújula magnética, GPS, radar meteorológico, entre otros, verificando con el equipo de diagnóstico que no tienen anomalías.*

*CE5.5 Explicar el procedimiento de comprobación del sistema de fuel (combustible), sistema de oil (aceite), sistemas hyd (hidráulico) y motores (engines), realizando una revisión de tipo prevuelo y de los sistemas de mandos (cíclico, colectivo y pedales), haciéndolos funcionar y observando su estado.*

*CE5.6 Explicar el procedimiento de verificación de la aeronave, realizando un vuelo y anotando anomalías para su reparación o sustitución en cada caso.*

C6: Aplicar la verificación de la aeronave después de operar en condiciones que requieren mantenimiento no programado, parada súbita de motor, operación en áreas polvorrientas, áreas muy húmedas, terreno blando e irregular, aterrizaje forzoso, vuelo turbulento, áreas volcánicas, entre otros, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, utilizando la herramienta común (gatos, llaves de vaso, de codo, torquímetros, extractores, entre otros), restaurando la operatividad de la aeronave.

*CE6.1 Explicar la inspección visual de la hélice, el governor, el motor y el fuselaje tras parada súbita del motor por posibles daños, realizando overhaul o sustitución de governor y hélice y enviando el motor a centro autorizado, reparando posibles arrugas, grietas y deformaciones del fuselaje, siguiendo indicaciones de los manuales de mantenimiento de célula, motor y hélice y manual de reparaciones estructurales.*

*CE6.2 Aplicar procedimiento de limpieza o sustitución del amortiguador del tren de morro, los filtros de instrumentos y las líneas de pitot y estática, tras operar en áreas polvorrientas, siguiendo las indicaciones del manual de mantenimiento de aeronave.*

*CE6.3 Describir la inspección de la estructura bajo el piso de cabina, cono de cola, registros de ala, empenage, entre otros, tras operar en áreas muy húmedas, siguiendo las indicaciones del programa de control de corrosiones del manual de mantenimiento de aeronave.*

*CE6.4 Inspeccionar los neumáticos, llantas, frenos, pozos del tren y amortiguadores, entre otros, tras operar en terrenos blandos e irregulares, por cortes, pérdida de presión de amortiguadores, pérdida de hidráulico, desgastes, grietas, corrosiones, sobret temperatura, deformaciones en los discos, holguras en los actuadores, deformaciones estructurales, entre otros, dando servicio, reparando o sustituyendo, siguiendo las indicaciones del manual de mantenimiento de aeronave.*

*CE6.5 Aplicar la inspección a la aeronave en un primer nivel, visualmente de forma general por daños externos que evidencien posibles daños estructurales, (grietas en*

*las llantas, fugas de hidráulico, paneles arrugados, grietas en los soportes de motor, ventanillas agrietadas, deformaciones de largueros, entre otros) tras un aterrizaje forzoso, toma dura, o vuelo turbulento, en un segundo nivel, de forma más detallada, colocando la aeronave en gatos y desmontando trenes de aterrizaje, llantas, uniones ala-fuselaje, pernos de ala, engine mounts, entre otros, siguiendo las indicaciones del manual de mantenimiento de aeronave.*

*CE6.6 Describir la inspección visual de la aeronave por acumulación de cenizas volcánicas, retirándolas con cepillos y aspirador, limpiando el tren de aterrizaje, sustituyendo filtros de instrumentos, inspeccionando y limpiando las líneas de pitot y estática, chequeando los equipos de aviónica, inspeccionando por condición, erosiones y obstrucciones el exterior de la aeronave, realizando una carta completa de lubricación y reparando daños estructurales, siguiendo las indicaciones del manual de mantenimiento de aeronave, manual de reparaciones estructurales y recomendaciones específicas del fabricante.*

C7: Aplicar las operaciones de estacionamiento de la aeronave, procedimientos de deshielo, asegurando la integridad de la estructura y de los elementos que conforman la unidad, realizando movimientos con el equipo tractor y los útiles de transporte, posicionándola en el lugar indicado, protegiéndola de la intemperie en cada caso, y certificando su conservación.

*CE7.1 Aplicar procedimiento de anclaje a tierra de la aeronave, utilizando cadenas y enganchándolas a argollas, apagando todos los sistemas que consuman corriente.*

*CE7.2 Ejecutar operaciones de remolque o empuje de la aeronave con el equipo tractor, realizando la operación, enganchando la barra de remolque al tren de aterrizaje de morro o con horquilla de remolque en tren principal en cada caso a través del enganche rápido, asegurando el movimiento en línea recta en los últimos metros de la maniobra, evitando daños por sobreesfuerzo a las ruedas, por giro excesivo a la dirección y al tren de aterrizaje, dejando la aeronave en el sitio establecido.*

*CE7.3 Aplicar procedimiento de frenado y amarre de las palas de la hélice con el equipo de fijación (eslinga y argolla), sujetándolas al suelo, protegiendo el tubo pitot, puertos de estática y cualquier elemento de la aeronave por donde pueda entrar un objeto extraño con las fundas indicadas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE7.4 Describir el procedimiento de protección de la aeronave estacionada, controlando la estanqueidad de los bordes de las puertas, protección de cristales y puerto de ventilación, entre otros, siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*CE7.5 Explicar el procedimiento de rearme de la aeronave, comprobando visualmente que tenemos quitadas y guardadas las fundas de las hélices, calzos retirados, fundas de Pitot y estáticas, puertas con el film de protección retirado y todas las tomas exteriores libres de obstáculos, conectando el APU y/o la batería en cada caso, abriendo compuertas de acceso a la unidad de potencia, arrancando según indicaciones del piloto, chequeando que no hay fugas de fluido, humos o ruidos extraños y que las hélices comienzan a girar.*

*CE7.6 Explicar procedimiento de protección contra el hielo, siguiendo el protocolo previsto en el Manual de Mantenimiento de la aeronave y entre otros:*

*- Explicar el procedimiento de protección contra el hielo, aplicando fluido depresor (tipo I o tipo II), con el equipo de presión, asegurando la cobertura de toda superficie, generando una capa protectora de fluido, disminuyendo el punto de congelación del agua.*

*- Describir el procedimiento de verificación de la resistencia en el sistema antihielo, pulsando el botón situado en el pedestal, observando que el indicador de temperatura de gases de escape aumenta en unos 20°C (dependiendo de la aeronave) y al apagarlo vuelve a reducir la temperatura.*

*- Describir el procedimiento de verificación del sistema de desempañado de cristales, accionando el sistema de calefacción de la aeronave, moviendo la palanca o pulsando el botón del sistema, comprobando que funciona de manera suave y sin fricción, reparando o sustituyendo el mecanismo, comprobando con los útiles de prueba y medida (dinamómetro, polímetros, entre otros) los valores de medición, con los recogidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.*

*- Explicar el procedimiento de verificación visual de las entradas de aire del motor de la aeronave y el radiador de enfriamiento de aceite en motores, comprobando que no contienen hielo y nieve, limpiando con glicol, utilizando un trapo limpio o un pulverizador, asegurando la circulación de entrada de aire en el motor.*

*CE7.7 Cumplimentar un certificado de aptitud para un servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de una aeronave tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.*

### **Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo:**

C1 completa; C2 completa; C3 completa; C4 completa; C5 completa; C6 completa; C7 completa.

Otras capacidades:

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Demostrar resistencia al estrés, estabilidad de ánimo y control de impulsos.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

Valorar el talento y el rendimiento profesional con independencia del sexo.

Promover la igualdad de trato entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

## Contenidos:

### 1. Herramientas, materiales y equipos para la estructura y la célula de aeronaves

Tipos comunes de herramientas manuales. Tipos comunes de herramientas mecánicas. Manejo y utilización de herramientas de medición de precisión. Equipos y métodos de lubricación. Funcionamiento, función y utilización de equipos de comprobaciones eléctricas generales. Materiales de aeronaves ferrosos. Materiales de aeronaves no ferrosos. Materiales compuestos y no metálicos. Corrosión. Dispositivos de fijación. Tuberías y empalmes. Resortes. Cojinetes. Transmisiones. Cables de mando. Cables eléctricos y conectores.

### 2. Física y matemáticas aplicadas a la estructura y la célula de aeronaves

Aritmética. Álgebra. Geometría. Mecánica. Fuerzas, momentos y pares, representación como vectores. Centro de gravedad. Elementos de teoría de esfuerzos, deformaciones y elasticidad, tensión, compresión, esfuerzo cortante y torsión. Naturaleza y propiedades de los sólidos, los líquidos y los gases. Presión y flotabilidad en líquidos (barómetros). Fuerzas, momentos y pares, representación como vectores. Centro de gravedad. Elementos de teoría de esfuerzos, deformaciones y elasticidad, tensión, compresión, esfuerzo cortante y torsión. Naturaleza y propiedades de los sólidos, los líquidos y los gases. Presión y flotabilidad en líquidos (barómetros). Movimiento rectilíneo: movimiento rectilíneo uniforme, movimiento uniformemente acelerado (movimiento sometido a la gravedad). Movimiento giratorio: movimiento circular uniforme (fuerzas centrífugas y centrípetas). Movimiento periódico: movimiento pendular. Teoría sencilla de la vibración, los armónicos y la resonancia. Relación de velocidades, brazo de palanca y rendimiento mecánico. Dinámica. Dinámica de fluidos. Termodinámica. Movimiento ondulatorio y sonido.

### 3. Legislación aplicada al mantenimiento de la estructura y la célula de aeronaves

Marco regulador. Papel de la Organización de Aviación Civil Internacional. Papel de la Comisión Europea. Papel de la EASA. Papel de los Estados miembros y las autoridades nacionales de aviación. Personal certificador. Mantenimiento. Comprensión detallada de la Parte 66. Empresas de mantenimiento aprobadas. Comprensión detallada de la Parte 145 y de la Parte M, subparte F. Operaciones aéreas. Certificado de Operador Aéreo. Certificación de aeronaves, componentes y equipos a) Generalidades. Comprensión general de la Parte 21 y especificaciones de certificación de la EASA CS-23, 25, 27, 29. b) Documentos. Certificado de aeronavegabilidad. Certificados restringidos de aeronavegabilidad y autorización de vuelo. Certificado de matrícula. Certificado de niveles de ruido. Distribución del peso. Licencia y autorización de emisora de radio. Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de las disposiciones de la Parte 21 relativas al mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de la Parte M. Requisitos nacionales e internacionales aplicables para (si no son anulados por los

requisitos de la UE): a) Programas de mantenimiento, inspecciones y comprobaciones de mantenimiento. Directivas de aeronavegabilidad. Boletines de servicio, información de servicio de fabricantes. Modificaciones y reparaciones. Documentación de mantenimiento: manuales de mantenimiento, manual de reparación estructural, catálogo ilustrado de componentes, entre otros. Únicamente para las licencias A y B2: Lista maestra de equipamiento mínimo, lista de equipamiento mínimo, lista de desviaciones de despacho. b) Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Equipamiento mínimo. Vuelos de prueba. Únicamente para las licencias B1 y B2: Requisitos de mantenimiento y despacho ETOPS.

#### **4. Materiales de aeronaves-Ferrosos y No ferrosos. Corrosión**

Características, propiedades e identificación de aleaciones de acero utilizadas normalmente en aeronaves. Tratamientos por calor y aplicación de las aleaciones de acero. Ensayos de dureza, resistencia a la tracción, resistencia a la fatiga y resistencia al impacto. Materiales de aeronaves-no ferrosos: características, propiedades e identificación de materiales no ferrosos utilizados normalmente en aeronaves. Tratamientos por calor y aplicación de los materiales no ferrosos. Ensayos de dureza, resistencia a la tracción, resistencia a la fatiga y resistencia al impacto de materiales no ferrosos. Fundamentos químicos. Formación por proceso de galvanización, microbiológico y presión. Tipos de corrosión y su identificación. Causas de la corrosión. Tipos de materiales, susceptibilidad a la corrosión.

#### **5. Materiales de aeronaves-Materiales compuestos y no metálicos**

Materiales compuestos y no metálicos distintos de la madera y los materiales textiles: estructuras de madera. Métodos de construcción de estructuras de célula de madera. Características, propiedades y tipos de madera y pegamentos usados en aeronaves. Conservación y mantenimiento de una estructura de madera. Tipos de defectos en materiales y estructuras de madera. La detección de defectos en una estructura de madera. Reparación de estructuras de madera.

#### **6. Dispositivos de fijación**

Roscas de tornillos. Nomenclatura de tornillos. Formas de roscas, dimensiones y tolerancias de roscas estándar utilizadas en aeronaves. Medida de las roscas de tornillos. Pernos, espárragos y tornillos: tipos de pernos (especificaciones, identificación y marcas de pernos de aeronaves, normas internacionales). Tuercas (autoblocantes, de anclaje, tipos estándar). Tornillos para metales (especificaciones para aeronaves). Espárragos (tipos y utilización, inserción y extracción). Tornillos autorroscantes, pasadores. Dispositivos de cierre: arandelas de lengüeta y de resorte, placas de bloqueo, pasadores de aletas, tuercas de cierre, bloqueo con alambre, dispositivos de aflojamiento rápido, chavetas, anillos de seguridad, chavetas de retén. Remaches de aeronaves: Tipos de remaches macizos y ciegos: especificaciones e identificación, tratamiento térmico.

#### **7. Aerodinámica. Vuelo**

Flujo del aire alrededor de un cuerpo. Capa límite, flujo laminar y turbulento, flujo de una corriente libre, flujo de aire reactivo, deflexión del flujo hacia arriba y hacia abajo, torbellinos, remansos. Terminología: curvatura, cuerda, cuerda media aerodinámica, resistencia (parásita) del perfil, resistencia inducida, centro de presión, ángulo de ataque, alabeo positivo y negativo, fineza, forma del ala y alargamiento. Empuje, peso, resultante aerodinámica. Generación de sustentación y resistencia: ángulo de ataque, coeficiente de sustentación, coeficiente de resistencia, curva polar, entrada en pérdida. Contaminación de superficies aerodinámicas por hielo, nieve y escarcha. Relación entre sustentación, peso, empuje y resistencia. Relación de planeo. Vuelo estabilizado, actuaciones. Teoría de la rotación. Influencia del factor de carga: entrada en pérdida, envolvente de vuelo y

limitaciones estructurales. Aumento de la sustentación. Estabilidad y dinámica de vuelo. Estabilidad longitudinal, lateral y direccional (activa y pasiva). Vuelo a alta velocidad 1 Velocidad del sonido, vuelo subsónico, vuelo transónico, vuelo supersónico. Número de Mach, número de Mach crítico, sacudida por compresibilidad, onda de choque, calentamiento aerodinámico, regla del área. Factores que afectan al flujo de aire en la admisión del motor en aeronaves a alta velocidad. Efectos de la flecha en el número de Mach crítico.

#### **8. Estructura de la célula-Aeronaves. Métodos de construcción. Mayordomía y hangaraje de aeronaves**

Fuselaje (A.T.A. 52/53/56): fabricación y sellado de la presurización. Anclajes de alas, estabilizadores, voladizos y tren de aterrizaje. Instalación de asientos y sistemas de carga de mercancía. Puertas y salidas de emergencia: estructura, mecanismos, funcionamiento y dispositivos de seguridad. Estructura y mecanismos de las ventanas y parabrisas. Alas (A.T.A. 57): estructura. Almacenamiento de combustible. Anclajes de tren de aterrizaje, voladizos, superficies de mando y elementos hipersustentadores y aumento de resistencia. Estabilizadores (A.T.A. 55): estructura. Anclajes de las superficies de mando. Superficies de mando de vuelo (A.T.A. 55/57): estructura y anclajes. Equilibrado: masa y aerodinámica. Góndolas/voladizos (A.T.A. 54): estructura. Mamparos cortafuegos. Bancadas de motor. Clasificación de estructuras: primaria, secundaria y terciaria. Requisitos de aeronavegabilidad para resistencia estructural. Concepto de «a prueba de fallos», vida segura y tolerancia al daño. Sistemas de identificación de zonas y secciones transversales. Esfuerzo, deformación, flexión, compresión, esfuerzo cortante, torsión, tensión, esfuerzo circunferencial, fatiga. Instalaciones de desagüe y ventilación. Instalaciones de sistemas. Instalaciones de protección contra rayos. Puesta a tierra de la aeronave. Equipamiento y accesorios (ATA 25). Fuselaje con revestimiento sometido a esfuerzos, conformadores, larguerillos, largueros, mamparos, cuadernas, chapas de refuerzo, montantes, anclajes, vigas, estructuras del piso, refuerzos, métodos de revestimiento, protección anticorrosión, alas, empenaje y anclajes de motores. Técnicas de montaje y reparación de estructuras: remachado, empernado, unión con adhesivos. Métodos de protección superficial: cromado, anodizado, pintura. Limpieza de superficies. Simetría de la célula: métodos de alineación y comprobación de la simetría. Soldadura autógena, soldadura fuerte, soldadura blanda y unión mediante adhesivo. Rodadura/remolcado de aeronaves y precauciones de seguridad pertinentes. Izado de aeronaves, bloqueo mediante calzos, amarre y precauciones de seguridad pertinentes. Métodos de hangaraje de aeronaves. Procedimientos de reabastecimiento y vaciado de combustible. Efectos de las condiciones ambientales en la mayordomía y la operación de aeronaves. Hechos anormales. Inspecciones después de la caída de un rayo y la exposición a radiaciones de alta intensidad (HIRF). Inspecciones realizadas después de hechos anormales, como aterrizajes problemáticos y vuelo con turbulencias.

#### **9. Sistemas de interconexión de cableado eléctrico (EWIS) en la estructura y la célula de aeronaves**

Manuales de Cableado. Inspección del Cableado. Mantenimiento y Limpieza. Conductores y Cables. Métodos de Conexión.

##### **Parámetros de contexto de la formación:**

##### **Espacios e instalaciones:**

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales,

accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller. Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

**Perfil profesional del formador o formadora:**

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con la aplicación de operaciones de mantenimiento/reparación de la estructura y la célula de aeronaves, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.