

## CUALIFICACIÓN PROFESIONAL:

### Mantenimiento aeromecánico de aviones con motor de pistón

<i>Familia Profesional:</i>	<b>Transporte y Mantenimiento de Vehículos</b>
<i>Nivel:</i>	<b>3</b>
<i>Código:</i>	<b>TMV761_3</b>
<i>Estado:</i>	<b>BOE</b>
<i>Publicación:</i>	<b>RD 44/2022</b>

### 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 sobre 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 aplicable.

### 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 omnicomprendivo 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)
- Trabajadores que requieren como especialización en su competencia profesional la aplicación de técnicas vinculadas al mantenimiento aeromecánico de aviones con motor de pistón

### 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)
- MF2535\_3:** MANTENIMIENTO/REPARACIÓN DE LAS HÉLICES Y SUS SISTEMAS DE INDICACIÓN (240 horas)
- MF2536\_3:** Mantenimiento/reparación de los componentes del sistema de combustible y sistemas auxiliares de aviones con motor a pistón (390 horas)
- MF2537\_3:** MANTENIMIENTO/REPARACIÓN DE LOS SISTEMAS HIDRÁULICOS, NEUMÁTICOS Y AIRE ACONDICIONADO EN AERONAVES CON MOTOR DE PISTÓN (390 horas)
- MF2538\_3:** Mantenimiento/reparación de los mandos de vuelo y tren de aterrizaje de aviones con motor de pistón (390 horas)
- MF2539\_3:** MANTENIMIENTO/REPARACIÓN 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

Estado: Tramitación BOE

#### 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 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 LAS HÉLICES Y SUS SISTEMAS DE INDICACIÓN

Nivel: 3

Código: UC2535\_3

Estado: Tramitación BOE

#### 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 someténdolas 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

Estado: Tramitación BOE

### 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, engancho 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

Estado: Tramitación BOE

#### 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 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 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 exentos 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  
Estado: Tramitación BOE

#### 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 guiabilidad 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 (alerones, 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 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) 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 (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) 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 0º, 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, sobret temperatura (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  
Estado: Tramitación BOE

#### 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 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, sobretemperatura, 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 polvorientas, áreas muy húmedas, terreno blando e irregular, aterrizaje forzoso, vuelo turbulento, áreas volcánicas, entre otros, realizado. Operaciones de estacionamiento de la aeronave, procedimientos de deshielo, realizados.

### 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

Estado: Tramitación BOE

#### 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 (EPI) 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, anticollisión, 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).

## 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:	UC2534_3 - MANTENER/REPARAR LOS MOTORES DE PISTÓN DE AERONAVES Y SUS SISTEMAS DE INDICACIÓN
Duración (horas):	490
Estado:	Tramitación BOE

#### 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 replazando 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 sujección, 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, reconfomando 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 gobernador, 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/repación 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. Engelmiento 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. Engelmiento 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/repación 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:	UC2535_3 - MANTENER/REPARAR LAS HÉLICES Y SUS SISTEMAS DE INDICACIÓN
Duración (horas):	240
Estado:	Tramitación BOE

#### 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 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/repación 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:	UC2536_3 - Mantener/repación los componentes del sistema de combustible y sistemas auxiliares de aviones con motor de pistón
Duración (horas):	390
Estado:	Tramitación BOE

### 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/repación 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, 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.

**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, anticollisión, 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/repación 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:	UC2537_3 - MANTENER/REPARAR LOS SISTEMAS HIDRÁULICOS, NEUMÁTICOS Y AIRE ACONDICIONADO EN AERONAVES CON MOTOR DE PISTÓN
Duración (horas):	390
Estado:	Tramitación BOE

#### 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, 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 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/repación 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/repación de los mandos de vuelo y tren de aterrizaje de aviones con motor de pistón

Nivel:	3
Código:	MF2538_3
Asociado a la UC:	UC2538_3 - Mantener/repación los mandos de vuelo y tren de aterrizaje de aviones con motor de pistón
Duración (horas):	390
Estado:	Tramitación BOE

#### 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 0º, 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, sobret temperatura (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 housings, 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 housings, entre otras).

**CE9.6** Explicar la técnica de protección superficial de las piezas (Strut, sliding, torque knees, drag braces, wheels, piston housings, 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 (aleros, 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:	UC2539_3 - MANTENER/REPARAR LA ESTRUCTURA Y LA CÉLULA DE AERONAVES
Duración (horas):	270
Estado:	Tramitación BOE

#### 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** Complimentar 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.

## 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:	UC2540_3 - MANTENER LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS, DE AVIÓNICA Y A BORDO DE LAS AERONAVES
Duración (horas):	230
Estado:	Tramitación BOE

#### 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 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-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.

**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.