

CUALIFICACIÓN PROFESIONAL:

Mantenimiento aeromecánico de helicópteros con motor de turbina

<i>Familia Profesional:</i>	Transporte y Mantenimiento de Vehículos
<i>Nivel:</i>	3
<i>Código:</i>	TMV765_3
<i>Estado:</i>	BOE
<i>Publicación:</i>	RD 44/2022

Competencia general

Realizar el mantenimiento programado, no programado y correctivo en los helicópteros con motor de turbina, planta de potencia, Auxiliary Power Unit APU, los sistemas de la aeronave, sus componentes y estructura, en actividades de mantenimiento en línea, mantenimiento en base, fabricación, ensamblaje y talleres de componentes, interpretando los manuales de mantenimiento de la aeronave y componentes, documentación técnica, ordenes de trabajo, directivas de aeronavegabilidad y partes de vuelo, aplicando la normativa indicada por la Aviación civil y militar, nacionales e internacionales, la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA), utilizando la lengua inglesa cuando proceda, cumpliendo el plan de prevención sobre riesgos laborales y medioambientales y, participando en la gestión del mismo, colaborando y/o controlando partes de su logística, decidiendo en ciertos casos sobre las condiciones de puesta en servicio de la aeronave en su conjunto, como de sus componentes; todo ello sin perjuicio de lo establecido en la normativa sectorial vigente.

Unidades de competencia

- UC2556_3:** Mantener/reparar los motores de helicópteros con turbina de gas
- UC2553_3:** MANTENER/REPARAR PALAS, ROTORES Y SISTEMAS DE INDICACIÓN DE HELICÓPTEROS
- UC2557_3:** Mantener/reparar la Unidad de Potencia Auxiliar (APU), componentes del sistema de combustible y sistemas auxiliares de helicópteros con motor de turbina
- UC2558_3:** Mantener/reparar los sistemas hidráulicos y neumáticos y aire acondicionado de helicópteros con motor de turbina
- UC2555_3:** MANTENER/REPARAR LOS MANDOS DE VUELO Y TREN DE ATERRIZAJE DE HELICÓPTEROS
- UC2540_3:** MANTENER LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS, DE AVIÓNICA Y A BORDO DE LAS AERONAVES
- UC2539_3:** MANTENER/REPARAR LA ESTRUCTURA Y LA CÉLULA DE AERONAVES

Entorno Profesional

Ámbito Profesional

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

Sectores Productivos

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

Ocupaciones y puestos de trabajo relevantes

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

- Técnicos de mantenimiento aeronáutico (con licencia EASA parte 66 con subcategoría b1.3 y sin capacidad certificadora)
- Técnicos de mantenimiento aeronáutico (con licencia EASA parte 66 con subcategoría a3 y certificador autorizado por la organización de mantenimiento parte 145)
- Jefes de producción de mantenimiento de base (hangar), mantenimiento de línea (rampa), motores, taller de accesorios o taller de ensayos no destructivos de helicópteros con motor de turbina (con licencia EASA parte 66 con subcategoría b1.3 y certificadores autorizados por la organización de mantenimiento EASA parte 145)
- Responsables de almacén y logística para el mantenimiento aeronáutico (con o sin licencia EASA parte 66)
- Jefes de equipo de mantenimiento de base (hangar), mantenimiento de línea (rampa), motores, taller de accesorios o taller de ensayos no destructivos de helicópteros con motor de turbina (con licencia EASA parte 66 con subcategoría b1.3 y certificador autorizado por la organización de mantenimiento parte 145, o sin licencia EASA parte 66)
- Técnicos de mantenimiento aeronáutico (con licencia EASA parte 66 con subcategoría b1.3 y certificador autorizado por la organización de mantenimiento parte 145)
- Técnicos de mantenimiento aeronáutico (sin licencia EASA parte 66)

Formación Asociada (2.400 horas)

Módulos Formativos

- MF2556_3:** Mantenimiento/reparación de los motores de helicópteros con turbina de gas (490 horas)
- MF2553_3:** MANTENIMIENTO/REPARACIÓN DE LAS PALAS, ROTORES Y SISTEMAS DE INDICACIÓN DE HELICÓPTEROS (300 horas)
- MF2557_3:** Mantenimiento/reparación de la Unidad de Potencia Auxiliar (APU), componentes del sistema de combustible y sistemas auxiliares de los helicópteros con motor de turbina (360 horas)
- MF2558_3:** Mantenimiento/reparación de los sistemas hidráulicos y neumáticos y aire acondicionado de helicópteros con motor de turbina (390 horas)
- MF2555_3:** MANTENIMIENTO/REPARACIÓN DE LOS MANDOS DE VUELO Y TREN DE ATERRIZAJE DE HELICÓPTEROS (360 horas)
- MF2540_3:** MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS, DE AVIÓNICA Y A BORDO DE LAS AERONAVES (230 horas)
- MF2539_3:** MANTENIMIENTO/REPARACIÓN DE LA ESTRUCTURA Y LA CÉLULA DE AERONAVES (270 horas)

UNIDAD DE COMPETENCIA 1

Mantener/reparar los motores de helicópteros con turbina de gas

Nivel: 3

Código: UC2556_3

Estado: Tramitación BOE

Realizaciones profesionales y criterios de realización

RP1: Efectuar el mantenimiento programado y no programado del motor, utilizando equipos de prueba y medida (endoscopio, calibre, galgas, entre otras), sustituyendo elementos y ejecutando operaciones marcadas en el Manual de Mantenimiento de la aeronave, garantizando su operatividad.

CR1.1 Los testigos de filtros de combustible y el tapón magnético de aceite (CHIP DETECTOR) se verifican visualmente, comprobando que no estén marcando saturación de filtro y que no contienen partículas magnéticas para descartar un posible desgaste de partes móviles del motor.

CR1.2 El nivel de aceite del motor se inspecciona visualmente a través de un visor, varilla, entre otros, comprobando están entre los valores marcados en las instrucciones de trabajo recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, rellenando en cada caso y apuntado la cantidad utilizada en el parte de vuelo.

CR1.3 La bancada del motor, paneles cortafuego, sellos de motor, tuberías neumáticas e hidráulicas y de combustible, entre otras, se comprueban visualmente en su fijación y/o acoplamiento, observando que no existen holguras, grietas, fugas o deformaciones, asegurando la fijación, protección, estanqueidad y presión del conjunto.

CR1.4 EL cableado de motor, las rampas de las bujías y las cajas eléctricas se inspeccionan visualmente, comprobando su estado y fijación, para garantizar un funcionamiento eléctrico.

CR1.5 Los alabes del rotor de admisión y de escape se comprueban visualmente, observando la inexistencia de roturas, deformaciones, cambios de color y que están dentro de los valores marcados en las instrucciones de trabajo recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR1.6 Las varillas de gasto de combustible y los mandos de cabina se comprueban visualmente, observándose la sincronización para obtener el régimen solicitado en cada momento.

CR1.7 El estado de los tornillos y tuercas de unión entre las diferentes etapas del motor se comprueban visualmente, observando su estado y su capacidad de unión para mantener la unión del conjunto.

CR1.8 La sujeción y estado del árbol de transmisión entre la caja de engranajes principal y el motor turbo eje se verifica visualmente, comprobando la ausencia de deformaciones.

RP2: Efectuar el diagnóstico de averías del motor y pruebas de generación eléctrica, verificando los elementos (alabes, estator, strut de salida, entre otros), ajustando y reparando aquellos que estén defectuosos, utilizando la herramienta manual y específica (llaves de vaso, extractores, llaves fijas, de codo, angulares, torquímetros, entre otros), restaurando el funcionamiento de la unidad de potencia.

CR2.1 La zona de entrada del motor (álabes de los estatores de entrada y la primera etapa) se verifican, controlando su libre giro y la inexistencia de fisuras, suciedad, melladuras, erosiones, elementos sueltos, entre otras, reparando los alabes según el Manual de Mantenimiento del fabricante.

CR2.2 La salida de fan y salida de turbina de baja (alabes y tobera de escape) se comprueban, observando su estado general, verificando las salidas de aire sin obstrucciones, cierres de todas las tapas y broches de capot asegurados, apuntando los elementos que se encuentran en mal estado para su sustitución o reparación, siguiendo Manual de Mantenimiento del fabricante.

CR2.3 El sistema de Generación Eléctrica de emergencia se comprueba, realizando una prueba operacional, siguiendo el Manual de Mantenimientos de la Aeronave, observando la alimentación eléctrica de las unidades, sensores, actuadores, entre otros.

CR2.4 Las válvulas que conforman el sistema de sangrado de motor (HP, PRV, IP, TTV) se verifican, conectando la fuente de aire a la toma de tierra de presión de alta (High Pressure) e incrementando lentamente la presión hasta que esté estable a 30 psi, observando que no existen pérdidas de presión en el manómetro, ni escapes en los conductos de aire, las líneas sensitivas, las abrazaderas, las uniones y juntas flexibles.

CR2.5 El compresor y la turbina de la primera etapa con sus álabes de alta y baja, los álabes de FAN de la primera etapa, la cámara de combustión, el rotor del compresor, la entrada en pérdida (stall), inyectores y caja de accesorios, entre otros, se comprueban visualmente, detectando anomalías por suciedad o alta temperatura de EGT mediante inspección boroscópica, entre otras, buscando anomalías producidas por sobrecalentamiento, ingestión de objetos extraños, entre otros, llevando a cabo su limpieza con el equipo de lavado, secándolo mediante un Dry Motoring, arrancándolo en modo automático y comprobando, mediante la pantalla ECAM, los parámetros de vibración, equilibrado, aceleración y potencia, entre otros y las pérdidas exteriores por el mástil de drenaje de hidráulico, aceite o combustible.

CR2.6 El sistema de encendido del motor (cable de encendido, bujías o excitador, entre otros), los termopares y la sonda de EGT se comprueban, verificando visualmente y con los equipos de prueba y medida (polímetros, torquímetro, entre otros), midiendo la resistencia y comprobando la ausencia de grietas, dobleces, daños o terminales flojos, reemplazando las LRU afectadas en cada caso y los elementos que estén fuera de valores de medida de referencia del Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

RP3: Reparar averías del motor, comprobando con los equipos de prueba y medida (calibres, polímetros, entre otros) su mal funcionamiento, localizando el fallo, las causas que lo provocan, procediendo a su corrección, desmontando la unidad en cada caso, consultando el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR3.1 La unidad de control de combustible, trasmisor de flujo o bomba se verifica visualmente y con los equipos de prueba y medida (polímetro, equipo de diagnosis, micrómetros, entre otros), reemplazándolo en caso de pérdidas o mal funcionamiento, desmontando los elementos, sustituyéndolos o reparándolos con la herramienta común (llaves de vaso, de codo, torquímetros, entre otros), restaurando la operatividad de la unidad o elementos deteriorados.

CR3.2 El motor se reemplaza, asegurando que los depósitos y acumuladores hidráulicos están despresurizados de aire y que los circuit breakers están saltados y asegurados, abriendo capots, inhibiendo las palas quitando los tornillos de unión, desmontando los pernos y tuercas de sujeción a las bancadas de la cuna del motor y mediante la pluma de extracción procediendo a la subida o bajada del motor, montando de nuevo siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, de codo, torquímetros, entre otros), reponiendo el fluido y el gas de los acumuladores del sistema hidráulico y neumático.

CR3.3 La ECU del motor del sistema FADEC se verifica, realizando un test funcional en ambos canales vía MCDU, situada en la cabina del piloto, con los equipos de prueba y medida (polímetros y analizadores digitales, entre otros), realizando el test, diagnosticando la avería y reparando en cada caso, abriendo los capots de fan para reemplazar la unidad de control electrónico (ECU) en cada caso, con la herramienta común de taller (llaves de vaso, torquímetro, entre otras), restaurando la operatividad de la aeronave.

CR3.4 El arranque automático o manual del motor se realiza para verificar las partículas metálicas de la caja de accesorios, las pérdidas por el cambio del filtro de recuperación de aceite y la bomba del aceite, observando si hay pérdidas en el intercambiador de aceite-combustible y controlando la apertura y cierre de la válvula de puesta en marcha en cabina a través de las pantallas ECAM y por el visor el nivel de aceite, para controlar el arranque de la aeronave, sustituyendo con el utillaje específico y universal (llaves de vaso, fijas, de codo, torquímetros, , entre otras), la gearbox y del drive shaft en cada caso.

CR3.5 La bomba del hidráulico del motor se comprueba visualmente, observando que no tiene pérdidas de fluido hidráulico y que no tiene signos evidentes de mal funcionamiento (ruidos o roces, entre otros), remplazándola en cada caso, abriendo los capots, quitando los conectores eléctricos y las tuberías del hidráulico, aflojando las tuercas, girando manualmente la bomba y sacándola de la caja de accesorios, montando la nueva y realizando un test operacional, observando en cabina mediante pantalla ECAM que los sistemas de indicación operan con los valores de funcionamiento recomendados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR3.6 Los alabes de la rueda de Fan se desmontan de forma ordenada por parejas opuestas, marcando su posición respecto al conjunto de la rueda de Fan, comprobando el peso y el momento de cada uno de ellos, lubricando el encastre de los alabes y verificando que no tienen daños por corrosión, abolladuras, melladuras, erosiones o deformidades.

CR3.7 El equilibrado de Fan se comprueba utilizando los sistemas de monitorización propios de la aeronave o el equipo de diagnóstico, comprobando que con el motor, girando a varios regímenes de velocidades que la suma de las fuerzas provocadas por el peso y momento de cada alabe estén dentro de los límites establecidos en el Manual de Mantenimiento del Motor.

CR3.8 Los módulos que componen el motor, compresor de baja, compresor de alta, cámara de combustión, turbina de alta, turbina de baja, y caja de accesorio se desmontan, comprobando cada uno de los elementos que los componen, alabes de rotor, alabes de estator, cojinetes de apoyo, inyectores, bujías, actuadores, válvulas de control, ejes y engranajes, verificando y reparando cada uno de los elementos para que estén libres de daño por corrosión, grietas, abolladuras o deformidades, utilizando las herramientas y utillaje específicos (llaves de vaso, poleas, plumas de sujeción, torquímetro, entre otros), comprobando que están dentro de los límites establecidos en el Manual de Mantenimiento del Motor.

CR3.9 La planta de potencia se comprueba en el banco de pruebas, verificando que el motor es capaz de suministrar el empuje necesario en cada uno de los hitos de control exigido, comprobando de cada uno de los parámetros, presión de descarga de compresor, presión de combustible, presión de aceite, velocidad de giro del eje de alta, velocidad de giro del eje de baja, temperatura de la turbina de alta y de baja y que las vibraciones están dentro de los límites establecidos en el Manual de Mantenimiento del Motor.

CR3.10 El certificado de aptitud para el servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de la aeronave se rellena tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el

mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

RP4: Realizar la preservación y despreservación de motores de turbina por inactividad, desmontando y montando el motor y sus accesorios, realizando los ajustes y pruebas operacionales siguiendo las instrucciones de los Manuales de Mantenimiento de la Aeronave y del Motor.

CR4.1 El motor se preserva por 7 días, realizando un lavado previo de las secciones de turbina y compresores por desalinización, utilizando máquina de lavado y productos recomendados por el Manual de Mantenimiento del Motor y colocando las tapas de entrada y salida.

CR4.2 El motor se preserva hasta 28 días, realizando el procedimiento anterior y, además, colocando saquitos desecantes con indicador de humedad, sellando todas las aberturas con plásticos y precintos que permitan ver los indicadores de humedad, chequeando cada 2 semanas que la humedad relativa no supera el 40%, sustituyendo los sacos desecantes si el indicador pasa de azul a rosa.

CR4.3 El motor se preserva hasta 90 días, realizando el procedimiento anterior y, además, lavando el exterior del motor, realizando un lavado de desalinización y recuperación de performances, examinando el coating protector por corrosión o daños superficiales, reparando en caso de necesidad, lubricando todas las uniones y actuadores, desconectando las entradas de combustible al intercambiador de calor "oil-to-fuel", conectando la adecuada entrada de suministro de aceite y taponando, desconectando la tubería del divisor de flujo de combustible permitiendo la entrada de aceite preservante, drenando el combustible remanente, realizando un arranque en frío permitiendo que el aceite preservante se distribuya por todo el sistema de combustible, instalando tapones y tapas para prevenir la entrada de suciedad y humedad.

CR4.4 El motor se preserva por más de 90 días, realizando el procedimiento anterior y, además, cortando la válvula de suministro de combustible, desconectando el starter, drenando todo el aceite del motor haciendo girar el motor a muy bajas revoluciones y durante poco tiempo, retirando el filtro de aceite hasta que solo salgan 2 gotas por hora, rociando todo el motor con aceite preservante, lubricando solapas entre módulos, pernos, tornillería, entre otros, instalando tapones para prevenir entrada de suciedad y humedad, registrando la fecha de preservación en una tarjeta unida al motor, envolviendo el motor en plástico precintado que permita ver los indicadores de humedad.

CR4.5 El motor se preserva por más de un año, realizando el procedimiento anterior, desmontándolo de la aeronave mediante grúas, soltando mandos de control, cableado y tuberías, aflojando los pernos de los silentblocks y colocándolo en un contenedor adecuado.

CR4.6 El motor se despreserva realizando los puntos anteriores de forma inversa, rellenando el tanque de aceite, drenando el aceite preservante, conectando las líneas principales de combustible, rodando el motor 30 segundos hasta que salga combustible limpio del divisor de flujo, reconectándolo, examinando visualmente todo el motor por corrosión externa y realizando una inspección detallada con boroscopio del interior del motor (compresores, discos de turbina, estatores, cámara de combustión, caja de accesorios, entre otros), enviando el motor a overhaul en caso de corrosión excesiva siguiendo las indicaciones del Manual de Mantenimiento del Motor, rotando a mano la hélice o fan por ruidos extraños, sustituyendo filtros y realizando pruebas operacionales, chequeando fugas de combustible, partículas magnéticas en el chip detector y anotando parámetros de acuerdo con el Manual de Mantenimiento del Motor.

RP5: Aplicar revisión general (overhaul) del motor de turbina y sus accesorios, realizando el desmontaje, limpieza, reparación y sustituciones en cada caso, reensamblado y comprobando su funcionamiento, asegurando su completa conformidad con todas las tolerancias de servicio aplicables especificadas en las instrucciones del titular del certificado de tipo o del fabricante para la aeronavegabilidad continuada, siguiendo las instrucciones de los Manuales de Overhaul de Motor y Accesorios.

CR5.1 El desmontaje del motor se realiza colocándolo y asegurándolo sobre la bancada de motores, realizando el lavado preliminar del motor, utilizando desengrasantes y cepillos, drenando el aceite, para el acondicionamiento previo al desmontaje.

CR5.2 El cableado eléctrico y componentes eléctricos (igniter exciter, spark plugs, entre otros), el sistema de combustible (FCU, Bomba, divisores de flujo e inyectores, entre otros), intercambiadores de calor, bombas de aceite, generadores/arrancadores, entre otros, se desmontan, limpiándolos con desengrasantes aplicables a spray/cepillo, utilizando soluciones salinas y con productos abrasivos en cada caso, comprobando el tiempo de uso y su estado general, observando visualmente y con los equipos de prueba y medida (calibres, polímetros, equipos de diagnóstico, entre otros) lo indicado en el Manual de Overhaul y de Componentes, sustituyéndolos en cada caso.

CR5.3 Las secciones o conjuntos principales, Caja de Accesorios, Sección de entrada, Sección de compresores, cámara de combustión, sección de turbinas y escape, entre otros, se desarman con la herramienta común y específica (llaves de vaso, llaves de racor, soportes de madera, prensa, entre otros), limpiándolos con desengrasantes aplicables a spray/cepillo, utilizando soluciones salinas y con productos abrasivos en cada caso, verificando los elementos del conjunto siguiendo el Manual de Overhaul y de Componentes, sustituyendo los que estén en mal estado, asegurando la funcionalidad del sistema.

CR5.4 Los elementos desmontados (discos y estatores de turbina, discos y estatores de compresor, cámaras de combustión, inyectores, engranajes, cases, rodamientos, entre otros) se someten a comprobaciones dimensionales y ensayos no destructivos, utilizando el método de Líquidos Penetrantes Fluorescentes en las piezas de aleación de aluminio y en las piezas ferromagnéticas el método de Partículas Magnéticas, verificando que no tienen daños superficiales y pérdida de coating, separando las piezas en serviciales, reparables y descartables, asegurando que los discos de turbina están equilibrados dinámicamente y que todos los elementos recuperados, cumplen las especificaciones del Manual de Overhaul y de Componentes.

CR5.5 La protección de las piezas de aluminio, ferrosas y de magnesio se realiza, aplicando Alodine/Bonderite 1200 o imprimación y pintura en cada caso, asegurando la protección de las piezas ante la corrosión, recuperando el coating de las piezas sometidas a alta temperatura y reparando de acuerdo al Manual de Overhaul.

CR5.6 El montaje del motor se realiza uniendo los elementos en orden inverso al desmontaje, utilizando tornillería, sellos y juntas nuevas, siguiendo las indicaciones del Manual de Overhaul y de Componentes, aplicado el apriete a las tuercas y tornillos con la llave dinamométrica.

CR5.7 El motor reacondicionado se comprueba, realizando la puesta en marcha en banco de pruebas, verificando que todos los parámetros (RPM de cada turbina, presión y temperatura de aceite, flujo de combustible, torque, entre otros), cumplen con las instrucciones marcadas en el Manual de Overhaul y de Componentes, certificando mediante Formato 1, chequeando previamente que se han aplicado todos los boletines de servicio y directivas de aeronavegabilidad.

Contexto profesional

Medios de producción

Motor de turbina y sus conjuntos o elementos mecánicos (difusores de entrada, compresores, cámaras, turbinas y tobera). Banco de pruebas de motores, analizadores de gases y banco de comprobación de inyectores electrónicos. Banco de pruebas eléctricas. Medios de elevación y transporte. Máquinas, herramientas fijas y portátiles, termómetros y utillaje específico. Equipos para la localización. Equipos de diagnóstico de averías. Analizador de ajuste del motor. Comprobador de inyectores de combustible. Equipos de medición de formas y máquinas de equilibrado. Equipo informático de control y gestión de la producción, del aprovisionamiento, del personal y de la operación.

Productos y resultados

Mantenimiento programado y no programado del motor efectuado. Diagnóstico de averías del motor y pruebas de generación eléctrica efectuado. Averías del motor reparadas. Preservación, despreservación, overhaul, realizado.

Información utilizada o generada

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

UNIDAD DE COMPETENCIA 2

MANTENER/REPARAR PALAS, ROTORES Y SISTEMAS DE INDICACIÓN DE HELICÓPTEROS

Nivel: 3
Código: UC2553_3
Estado: BOE

Realizaciones profesionales y criterios de realización

RP1: Realizar el mantenimiento programado y no programado de las palas del helicóptero y sus componentes, realizando inspecciones, pruebas operacionales según horas de vuelo, reemplazando elementos defectuosos y aplicando las instrucciones recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, asegurando el vuelo.

CR1.1 El helicóptero una vez que está parado y estacionado se asegura, fijando con el gancho pala, protegiendo el rotor de cola y las palas de rotor principal, instalando las fundas desde la punta de pala (TIP) hasta el encastre en el fuselaje de la célula del helicóptero.

CR1.2 Las palas del rotor se inspeccionan visualmente por daños evidentes (erosiones, desgastes, melladuras, inicios de corrosión, entre otros), mediante Tap Coin (golpeando con una moneda o martillo de inspección), por delaminaciones en palas de material compuesto, o mediante inspecciones especiales o Ensayos No Destructivos (N.D.T., Non Destructive Testing) y termografías, observando que no hay daños por corrosión, muescas, erosión, rasguños, fisuras, dentelladas, delaminaciones de material compuesto, y depresiones, cambiando las palas con la herramienta común y específica (llave de vaso, llaves fijas, de codo, torquímetro, entre otras), matizando y puliendo los posibles golpes que se encuentren según los procedimientos y límites establecidos en el Manual de Mantenimiento de la aeronave y el Manual de Reparaciones Estructurales, aplicando los productos de protección superficial contra la corrosión (anodizados, Alodine/Bonderite, ácido crómico), asegurando la resistencia estructural y la eficiencia aerodinámica de las palas del helicóptero.

CR1.3 Los contrapesos de las palas del cambio de paso sobre las abrazaderas de las palas se revisan en el banco de pruebas, verificando que no están golpeados o deteriorados, ajustando el equilibrado en cada caso, añadiendo o quitando contrapesos según demanda, evitando vibraciones.

CR1.4 Las vibraciones horizontales y verticales (en las revisiones por horas de la aeronave) se verifican con el banco de prueba (vibrex), observando que las oscilaciones están dentro de los parámetros del Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR1.5 La posición de palas se verifica visualmente, comprobando que coinciden con el brazo de arrastre, aflojando sus pernos de apriete y graduando cada pala a la posición indicada en cada caso, apretando los pernos con el torquímetro, dando los pares de apriete según el Manual de Mantenimiento y asegurándolos con pasadores en su tuerca de retención y con alambre de frenado en la cabeza del perno.

CR1.6 Las palas se inspeccionan visualmente y con los útiles específicos (dinamómetro, reloj comparador, calibres, entre otros), comprobando que la posición en mínimo, máximo y/o bandera coinciden entre ellas y con el mando de cabina, que el governor no presenta pérdidas de aceite, que los contrapesos y su varillaje no tienen holguras o fricciones, realizando ajustes

en cada caso, cambiando los elementos defectuosos con la herramienta común y específica (llave de vaso, llaves fijas, de codo, torquímetro, entre otras), y midiendo con un dinamómetro o un manómetro (según el modelo de governor) la precarga del muelle de recuperación, obteniendo el mayor rendimiento en vuelo.

CR1.7 La cantidad de aceite de la caja reductora o transmisión principal del rotor se inspeccionan visualmente por el dispositivo de nivel (ojo de buey, varilla, ventana, entre otros), verificando que la cantidad de aceite está dentro de los valores establecidos, añadiendo por el tapón de llenado en cada caso, realizando pruebas operacionales para observar que el governor de paso del rotor y alimentación del motor están sincronizados, asegurando la transmisión de potencia y minimizando los daños en caso de parada de motor.

CR1.8 El tramo del rotor de cola y de la transmisión principal a la caja reductora se verifican visualmente y desde la cabina a través del switch del test de partículas sólidas, observando la ausencia de daños, corrosión y comprobando que no existen daños en la tornillería, abrazaderas y puntos de sujeción al puro y que el chip detector no tiene partículas metálicas, midiéndolas si las hubiere para realizar un cambio de aceite o sustitución de la caja reductora.

RP2: Realizar el mantenimiento programado y no programado, diagnosis de averías y reparación de la cabeza de rotor principal, antipar y las palas del helicóptero, sustituyendo elementos para garantizar su operatividad, utilizando el Manual de Mantenimiento de la Aeronave y los equipos necesarios para su realización (báscula de precisión, galgas, bancadas, entre otras).

CR2.1 El revestimiento de las palas de rotor principal y auxiliar se comprueba visualmente en busca de deformaciones, golpes, daños en el borde de salida, borde de ataque y todos sus elementos tabs, casquillos de fijación, entre otros.

CR2.2 El intradós y extradós se comprueban mediante verificación visual, comprobando que no existen daños, siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR2.3 Las palas, los elementos de reglaje de las palas (flechas de batimiento y arrastre, entre otros), los anti-hielo, se revisan visualmente, mediante un test de funcionalidad y midiendo el peso, verificando las medidas con las dadas por el manual de Mantenimiento de la Aeronave, a través del botón de autodiagnóstico que se encuentra en el interior de la cabina, con una báscula de precisión y a través del polímetro, midiendo resistencias eléctricas en los sensores y actuadores, asegurando el giro equilibrado y seguro.

CR2.4 La cabeza y mástil del rotor principal y anti-par se revisan visualmente, observando la ausencia de grietas, fricciones, deformaciones, entre conjuntos de batimiento y arrastre de palas, cojinetes, ejes, fijaciones, entre otros, reparando los elementos deteriorados, sustituyéndolos por unos nuevos en cada caso, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, torquímetros, entre otras), asegurando la integridad del conjunto del rotor.

CR2.5 Los diferentes sub-conjuntos, la cabeza de rotor, barras de suspensión, bieletas de mando, conjuntos muñón mangueta, entre otros, se revisan visualmente, observando fallos de los elementos (grietas, cuarteados, deformados y rasgados), reparando los deteriorados, sustituyéndolos por unos nuevos en cada caso, desmontando las uniones (tornillos, abrazaderas, entre otros), utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, alicates, de codo, torquímetros, entre otras).

CR2.6 Los puntos críticos de los rotores, cabezas de rotor, muñones, manguetas, cojinetes, entre otros, se engrasan, asegurando la renovación de la grasa y comprobando visualmente el estado de los retenes, cambiándolos en cada caso para tener la menor fricción posible entre elementos.

CR2.7 La cabeza de rotor anti-par se verifica a través de una diagnosis, utilizando los equipos de prueba y medida (galgas, calibres, bancadas, entre otros), y realizando pruebas funcionales recogidas en el Manual de Mantenimiento la Aeronave, reparando las averías, cambiando por unos nuevos elementos (cabezas de rotor anti-par, muñones, manguetas, cojinetes, entre otros) y haciendo el mantenimiento correctivo, asegurando el funcionamiento del conjunto del sistema.

CR2.8 El árbol de transmisión, su sujeción y su estado se comprueba visualmente, entre la caja de engranajes principal y el motor, comprobando la ausencia de deformaciones, grietas, entre otras, reparándolas, siguiendo las instrucciones recogidas en el Manual de Mantenimiento de la aeronave y el Manual de Reparaciones Estructurales.

RP3: Realizar el mantenimiento programado y no programado, diagnosis de averías y reparación del sistema de transmisión del helicóptero, comprobando la caja principal, intermedia y de cola, los retenes o juntas, los alambres que aseguran los tornillos, los sensores y el cableado, entre otras, observando visualmente y con los equipos de prueba y medida (polímetro y equipo de diagnóstico) sus elementos, realizando ajustes o sustituyendo por unos nuevos, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, para transmitir la potencia del motor al sistema.

CR3.1 Las cajas del sistema de transmisión principal, intermedia y de cola se comprueban, realizando diagnósticos visuales, pruebas con los útiles de medida (galgas, torques, entre otras), utilizando bancos de trabajo, ejecutando ajustes, desmontajes, montajes, en cada caso, reparando los elementos afectados, siguiendo los pasos marcados por el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR3.2 El nivel de aceite, saturación del filtro y el tapón de llenado de la transmisión principal y transmisión intermedia se verifica visualmente, observando a través de la mirilla de nivel que el fluido se encuentra entre el máximo y mínimo, cotejando que está cerrada la boca de llenado, la cadena del tapón en estado de uso y el taladro sobrepresión no está obstruido, rellenando de aceite fluido hidráulico en cada caso.

CR3.3 El movimiento del eje de transmisión al rotor de cola se verifica, haciéndolo girar en un sentido y comprobando que en el otro no gira, observando si hay rozamientos, arañazos, golpes, abolladuras, gap entre abrazaderas, posibles pérdidas de grasa de los coupling, instalación de los bulones (cabeza en el sentido de giro), entre otras, cotejando con la mano su anclaje a la estructura y el apriete con el torquímetro, asegurando el anclaje de la transmisión al rotor.

CR3.4 Los retenes o juntas de todos los elementos conectados a la caja de transmisión principal (generadores, bombas de hidráulicas, sondas termostáticas, manocontactores de presión, entre otros) se verifican visualmente, observando su fijación y ausencia de fugas, cambiándolos por unos nuevos en cada caso, utilizando los útiles necesarios (extractores, guías, insertores, entre otros), siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR3.5 Los flectores o cardan del tramo de transmisión que se encuentran entre la caja de engranajes principal y la de cola se verifican visualmente, buscando desgastes, deformaciones, sobreesfuerzos, entre otros, sustituyendo los que se encuentren en mal estado, desmontando las uniones (tornillos, tuercas, pasadores, entre otros) con la herramienta manual común (llaves de vaso, fijas, de codo, torquímetros, entre otras), montando unos nuevos, reapretando el conjunto, impidiendo roturas y vibraciones.

CR3.6 El cableado de todos los elementos conectados a ambas cajas de engranajes se revisan visualmente y testean con los equipos de comprobación (polímetros, equipo de pruebas, entre

otros), reparando, crimpando o cambiando los tramos afectados, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave para asegurar la comunicación eléctrica entre los elementos.

CR3.7 Los alambres que aseguran los tornillos de las cajas de engranajes, las luces del sensor de transmisión principal e intermedia se verifican visualmente que no están rotos o sobretensionados, y comprobando a través del pulsador de chequeo que la luz de test procede a su encendido, asegurando el estado del breaker correspondiente en cada caso, para advertir del excesivo desgaste del sistema o sobretorque.

CR3.8 El sensor de desgaste del sistema de transmisión se comprueba visualmente, desmontando el conector, comprobando que no existen partículas metálicas excesivas en la zona del imán, limpiándolo con un trapo de algodón y volviéndolo a montar en cada caso, para decidir si intervenir en el sistema por desgaste o sobretorque.

CR3.9 Los dientes interiores del coupling se comprueban visualmente, observando la huella de desgaste y las holguras entre engranajes, utilizando la herramienta manual (llaves de vaso, destornilladores, entre otras) para su desmontaje, inspeccionando por grietas y corrosión, mediante Ensayos No Destructivos (Líquidos Penetrantes) y mediante reloj comparador, galgas, linterna y lupa, entre otros, cambiando los elementos deteriorados, en cada caso.

RP4: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas de indicación y control de los rotores y las cajas de engranajes, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales que pueden requerir simulaciones complejas o el uso de bancos de prueba externos, tomando medidas con equipos de comprobación y diagnóstico (polímetros, osciloscopios, analizadores discretos, entre otros), dando respuesta a los reportes de mantenimiento y reemplazando los elementos defectuosos que no superen las pruebas recogidas en el Manual de Mantenimiento y los documentos de ingeniería aplicados en el mantenimiento aeronáutico para restaurar la operatividad del sistema.

CR4.1 Los sistemas de indicación, instrumentos de presión y temperatura de las cajas de engranajes principal, intermedia y de cola, indicador de torque y el doble instrumento de RPM motor/rotor se mantienen/reparan, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, aplicando las instrucciones de trabajo, interpretando los documentos de ingeniería asociados y dando respuesta a las averías detectadas para asegurar la operatividad del conjunto motor/es, cajas reductoras y rotores.

CR4.2 Los componentes periféricos de los sistemas de control de paso, transmisores de posición, actuadores eléctricos e hidráulicos, captadores de vibración, entre otros, se verifican con los dispositivos de prueba y medida (polímetros, osciloscopios, analizadores discretos, entre otros), ajustando, modificando o sustituyendo los elementos que no cumplan los parámetros técnicos recogidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, realizando bite test o pruebas operacionales complejas que pueden requerir equipos o bancos de prueba externos.

CR4.3 Los computadores de control, así como los instrumentos instalados en el Cockpit de indicación de paso, presión, temperatura, torque, RPMs, se comprueban, realizando pruebas operacionales con equipos de prueba externos según instrucciones recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, y ajustando, modificando o desechando los elementos que no cumplan los requisitos técnicos operativos, para recuperar la fiabilidad de los controles e indicaciones en cabina.

CR4.4 Los componentes o elementos desmontados se inspeccionan visualmente, comprobando su funcionamiento, utilizando equipos de diagnosis (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), y dependiendo del nivel de los

daños observados, son desechados, reparados o enviados a talleres especializados para su recuperación según las indicaciones del manual del componente afectado.

CR4.5 Las redes de cableado eléctrico de los sistemas de control e indicación de los rotores y cajas de engranajes se inspeccionan por daños según procedimientos de inspección Electrical Wiring Interconnect System (EWIS), verificándolos con equipos de prueba (voltímetro, amperímetro, óhmetro, espectrómetros, entre otros), realizando las reparaciones o modificaciones recogidas en los planes de mantenimiento, de acuerdo a los boletines de trabajo, interpretando planos y esquemas eléctricos para reparar o adaptar el cableado a nuevas funciones incorporadas.

CR4.6 Los bancos de prueba y equipos de comprobación de instrumentos de presión y temperatura de las cajas de engranajes principal, intermedia y de cola, indicador de torque y el doble instrumento de RPM motor/rotor, dispositivos de mando (regulación y control), dispositivos de medidas eléctricas (intensidad, voltaje, resistencia, capacidad), dispositivos electromagnéticos, circuitos de protección de instalaciones eléctricas (cableados, conectores, centros de distribución) se verifican, usando equipos de prueba (osciloscopios, frecuencímetros, analizadores digitales, espectrómetros, polímetros, entre otros), diagnosticando averías, interpretando planos y esquemas eléctricos, ajustando o sustituyendo por unos nuevos los elementos necesarios para su uso en las pruebas operativas realizadas a la aeronave.

CR4.7 El certificado de aptitud para el servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de la aeronave se rellena tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

Contexto profesional

Medios de producción

Palas (madera, acero, aluminio y material compuesto) y cubos de pala, sincronoscopio, banco de equilibrado, sensor óptico de comprobación, sistemas de transmisión del helicóptero, contrapesos de pala, governor, cabeza de rotor anti-par, cabezas de rotor, muñones, manguetas, cojinetes, analizadores de gases. Banco de comprobación de instrumentos de rotores y cajas de engranajes. Medios de elevación y transporte. Máquinas, herramientas fijas y portátiles, termómetros y utillaje específico. Equipos de diagnóstico de averías. Analizador de la unidad de potencia auxiliar. Equipos de medición de formas y máquinas de equilibrado. Equipo informático de control y gestión de la producción, del aprovisionamiento, del personal y de la operación.

Productos y resultados

Mantenimiento programado y no programado de las palas del helicóptero y sus componentes, realizado. Mantenimiento programado y no programado, diagnosis de averías y reparación de la cabeza de rotor principal, antipar y las palas del helicóptero, realizado. Mantenimiento programado y no programado, diagnosis de averías y reparación del sistema de transmisión del helicóptero, realizado. Mantenimiento programado y no programado de los sistemas de indicación y control de los rotores y las cajas de engranajes del helicóptero, efectuado.

Información utilizada o generada

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

UNIDAD DE COMPETENCIA 3

Mantener/ reparar la Unidad de Potencia Auxiliar (APU), componentes del sistema de combustible y sistemas auxiliares de helicópteros con motor de turbina

Nivel: 3
Código: UC2557_3
Estado: Tramitación BOE

Realizaciones profesionales y criterios de realización

RP1: Realizar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas de carga del helicóptero, pedestal del piloto, autotest de la baliza, cartuchos explosivos, ventilación de cabina, balizas de emergencia, piloto automático, corta-cable, realizando verificación visual o comprobaciones con los equipos de prueba y medida (equipos de diagnóstico, multímetro o polímetro), observando su funcionalidad, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, asegurando la funcionalidad de los sistemas auxiliares.

CR1.1 El indicador de carga se ajusta, situando el interruptor en posición CLOSED y configurando manualmente el peso (Kg o Lb, en cada caso), presionando el botón de test durante varios segundos, reseteando la indicación 0 en el display y comprobando errores memorizados, desmontándolo con un destornillador o llaves de vaso en cada caso, desconectando el terminal y ajustando el potenciómetro, según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR1.2 El autotest de la baliza de emergencia se comprueba, observando que el piloto de la unidad de control se enciende brevemente, apagándolo y volviéndolo a encender durante 3 segundos, siguiendo el procedimiento de comprobación, asegurando manualmente el interruptor del transmisor y pasando de ON, ARMED, RESET TEST situándolo en ARMED y el transmisor localizador de emergencia, posicionándolo en ARM, presionando durante tres segundos el interruptor reset test.

CR1.3 Los cartuchos explosivos de los extintores de los motores y la bobina de encendido se verifican, observando que la fecha de los detonadores está dentro de los límites de caducidad y que el rango de resistencias entre los terminales está dentro de los límites contenidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, utilizando el equipo de prueba y medida (multímetro o polímetro), sustituyendo los cartuchos en cada caso.

CR1.4 El sistema de altavoces, megafonía, micrófono, sirena y pulsador de control se comprueban visualmente, observando que no están deteriorados, que están anclados fijos al fuselaje y que al conectar el interruptor que los controla en ON, hay consumo de energía en el amperímetro, sustituyendo los elementos deteriorados por unos nuevos, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, torquímetros, entre otras).

CR1.5 Los corta-cables de la cabina se verifican visualmente, observando que no hay deterioros evidentes en sus cuchillas (corrosión, falta de material, entre otras), reapretando los tornillos de unión al fuselaje y sustituyéndolos con herramienta común (llaves de vaso, fijas, torquímetros, entre otras), renovando el elemento.

RP2: Realizar el mantenimiento programado y no programado de ventilación de cabina, bombona de descarga de aire, detectores de humo, mandos eléctricos, indicador de posición de la computadora del piloto automático y pedestal del piloto, realizando verificación visual o comprobaciones con los equipos de prueba y medida (equipos de diagnóstico, multímetro o polímetro), observando su funcionalidad siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, asegurando la funcionalidad de los sistemas auxiliares.

CR2.1 La ventilación de cabina se verifica, observando que suministra aire desde su parte superior y distribuyéndolo en el interior sin obstrucción, que situando el interruptor de cabina en la posición 1 (flap cerrado), circulará aire de tripulación y pasajeros, en la posición 2 (flap abierto) entrará aire en el interior de la cabina por su parte superior, asegurando la ventilación de la cabina.

CR2.2 La bombona de descarga de aire se verifica, accionando la válvula de seguridad y con sus fijaciones, observando por la mirilla incorporada que el color que se visualiza es verde o rojo, recargando de aire en cada caso (verde ok; rojo recargar).

CR2.3 Los mandos eléctricos y el indicador de posición de la computadora del piloto automático se verifican, accionándolos y observando que el actuador del motor extiende o retrae los eslabones y que el indicador lineal ofrece una posición relativa en cada caso, realizando diagnóstico básico con el equipo de prueba y medida (equipo de diagnóstico, polímetro, entre otros), reparando o sustituyendo, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR2.4 El interruptor del gancho (HOIST) de corte de emergencia de grúa de rescate situado en el pedestal del piloto se verifica visualmente, comprobando que está desactivado y con la caperuza protectora (la guarda) puesta y el hilo de cobre de seguridad sin romper en cada caso, activando el interruptor de suelta de carga y comprobando su funcionamiento.

CR2.5 Los detectores de humo (ionización, fotoeléctrico, CO, entre otros) se verifican, realizando una prueba funcional desde cabina, pulsando el interruptor y observando que la luz del amplificador pasa de intermitente hasta hacerse fija en aviso rojo Fire detector, reparando o sustituyendo en cada caso.

RP3: Realizar el mantenimiento programado y no programado del sistema antihielo y lluvia, cuna o cesta, espejos exteriores, cartuchos explosivos de extinción fuego motor, realizando verificación visual o comprobaciones con los equipos de prueba y medida (equipos de diagnóstico, multímetro o polímetro), observando su funcionalidad, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, asegurando la funcionalidad de los sistemas auxiliares.

CR3.1 El sistema antihielo (indicador de temperatura de gases de escape, interruptor de la calefacción de cabina y palanca para desempañar los cristales) se verifica visualmente y con los equipos de prueba y medida (equipo de diagnóstico, polímetro, entre otros), haciéndolo funcionar o analizando las señales eléctricas, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, comprobando con el motor arrancado que se aumenta la temperatura 20°C (según aeronave) y cae al apagarlo, comprobando que al accionar el interruptor de calefacción se activa la calefacción y que la palanca para desempañar los cristales se mueve suavemente sin fricción.

CR3.2 Los espejos exteriores se verifican visualmente, comprobando las uniones al fuselaje y los cristales, verificando que no hay signos de corrosión o tornillos flojos, reparando o reapretando

en cada caso, con el torquímetro y siguiendo los procesos de reacondicionamiento, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR3.3 La cuna o cesta se verifica visualmente, observando que donde se aloja el bambi bucket para las descargas de agua del helicóptero está sin daños, grietas o golpes, comprobando que los tirantes de la primera estén dentro de los alojamientos del fuselaje, y que sus pernos de sujeción tienen su par de apriete y su lacrado, reparando o sustituyendo los elementos en cada caso con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, torquímetros, entre otras).

CR3.4 Las luces de aterrizaje y búsqueda se verifican, haciéndolas funcionar, presionando el interruptor de cuatro posiciones en el mando colectivo y comprobando que hacen los movimientos de retracción y extensión, elevación y giro, que se encienden y apagan, sustituyendo por bombillas de igual potencia en cada caso, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, torquímetros, entre otras), asegurando la visualización de la Aeronave en la noche.

CR3.5 El agujero del gancho de carga se inspecciona visualmente, comprobando la ausencia de signos de corrosión, que la goma no está despegada, que el gancho abre y cierra con la mano, garantizando que el conector no esté dañado, sustituyendo la goma, limpiando y desengrasando la zona, matizando con scotch brite y aplicando adhesivo o reparando en cada caso.

CR3.6 Las grúas laterales de elevación y sus elementos (guarda de cables, cables, gancho, árbol giratorio y torno) se verifican, comprobando que no tienen roturas, cables deshilachados, marcas de excesivo desgaste, corrosión, entre otras, haciéndolas funcionar, accionando el interruptor de cabina y observando que el cable se extiende/se retrae hasta llegar a su final de carrera y que pivotan según posicionamiento del mando del operador de grúa, sustituyendo o reparando los elementos, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR3.7 Los limpiaparabrisas se verifican visualmente, haciéndolos funcionar, realizando limpieza con un trapo limpio, comprobando la ausencia de grietas o roturas de la goma, accionando el interruptor WIPERS en sus diferentes posiciones PARK, OFF, LOW, MED y HIGH, y volver a OFF, observando el movimiento, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, desmontándolos con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, torquímetros, destornilladores, entre otras), analizando las señales eléctricas (resistencia, tensión e intensidad), restaurando el sistema, para asegurar el barrido del agua del cristal delantero.

CR3.8 El tubo Pitot se verifica visualmente, comprobando que no tenga daños, accionando el interruptor del interior de la cabina, observando la calefacción del elemento y controlando que cae ligeramente el voltaje de la batería y los amperios, tocando el tubo con las manos y contrastando que sube la temperatura, desmontándolo con un destornillador y realizando pruebas de medida eléctrica (tensión y resistencia), sustituyéndolo por uno nuevo en cada caso.

RP4: Realizar el mantenimiento programado y no programado del sistema de combustible, estructura de los depósitos, su ventilación, distribución y generación de gas inerte, realizando inspecciones, pruebas operacionales, reemplazando elementos defectuosos y reparando averías, siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento del helicóptero, para aportar combustible al motor durante el vuelo.

CR4.1 El indicador de combustible, temperatura, presión (alta y baja), interruptores de las bombas, selección de depósito, xfeed (para el fallo de las bombas) se verifican visualmente, haciéndolos funcionar, comprobando que indican los datos de los depósitos y que se activan los seleccionados en cada opción (left, right o total), desmontando, reparando o sustituyendo, los elementos que estén en mal estado, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, de codo, planas, torquímetro, destornilladores, entre otros), y con el polímetro para comprobaciones

eléctricas (resistencia, tensión e intensidad), para obtener la información del sistema de combustible.

CR4.2 El indicador (FUEL QUANTITY) de cantidad de combustible, las tuberías, galerías de distribución de combustible, depósito, bombas reforzadoras, válvulas de carga, cierre y selectoras se verifican visualmente por roturas o arañazos, asegurando que se indique la cantidad real de combustible en el depósito, que no tienen grietas o cuarteados, realizando pruebas operacionales y simulaciones con el depósito cerrado y lleno, comprobando que las líneas se presurizan viendo el Indicador de Presión en cabina, asegurando la alimentación del motor sustituyendo los elementos deteriorados, siguiendo el Manual de Mantenimiento del fabricante.

CR4.3 El depósito se verifica que está exento de agua, analizando el combustible, con el switch en off y tomando muestras por el sangrador o tapón de drenaje, utilizando un bote transparente, observando hasta que salga combustible limpio, enviando las muestras a analizar, asegurando la calidad del combustible.

CR4.4 La bomba, válvula de drenaje, de vaciado, flaper, interruptor del flotador y de flujo, tornillos y juntas se verifican visualmente, comprobando que no hay signos de deterioro (corrosión, roces, elementos sueltos, entre otros), sustituyéndolos por unos nuevos, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, de codo, planas, torquímetro, destornilladores, entre otros), cambiando las juntas y asegurando que los tornillos de los registros están apretados, asegurando la estanqueidad y reparto del combustible.

CR4.5 Los sistemas de medición de cantidad (varillas, aforadores, sondas capacitivas, compensadores), temperatura del combustible, aforadores y su varillaje, la válvula de alimentación cruzada y el transductor de presión de combustible se verifican visualmente, comprobando que están en posición moviéndose libremente, que está exenta de agua, bombeando combustible hasta drenar en cada caso, y que llega información al display, reparando o sustituyendo, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CR4.6 La estructura exterior del depósito, racores, posibles accesos, intercambiador de calor (calentador de combustible) se inspeccionan visualmente y con un trapo por posibles fugas en las tuberías de entrada y salida de combustible y aceite, sustituyendo el conjunto completo si es desmontable o empleando sellantes resistentes a hidrocarburos para eliminar fugas si es un tanque estructural, siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave, asegurando la contención y el calentamiento del fluido.

CR4.7 Las zonas centrales del tanque de combustible, estructura exterior (tanque y tubos de fibra de carbono) válvulas, separadores de oxígeno, bridas de unión del Sistema de Gas Inerte y los cables de masa del interior y exterior se comprueban visualmente, observando que no tienen rozaduras o arañazos profundos que dañen el barniz antifugas (vapor barrier), burbujas, daños en la malla de bronce, suficientes hilos trenzados uniendo ambos terminales, comprobando fugas de combustible mediante manómetros, probando las válvulas, sustituyendo los filtros y el depósito en cada caso y que la explosividad del tanque sea reducida.

CR4.8 Las tuberías de sistemas hidráulicos se comprueban visualmente, observando su estanqueidad, revisando que no rozan con los pasamuros de los mamparos, ni con otros tubos, que están fijadas con bridas metálicas y con las gomas de aislamiento a la estructura, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, de codo, planas, torquímetro, destornilladores, entre otros), asegurando los anclajes.

CR4.9 Los tubos de ventilación, las válvulas y la rejilla del exterior del depósito se inspeccionan visualmente, comprobando la unión entre ellos, que se mueven libremente, evitando que se cuele combustible y que están libres de obstrucciones, limpiando o sustituyendo los elementos según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, asegurando un alivio de los gases generados en su interior.

RP5: Realizar el mantenimiento programado de la unidad de potencia (APU), comprobando el aceite, las compuertas y realizando una prueba generación eléctrica, entre otras, garantizando su funcionamiento, para la puesta en marcha del helicóptero.

CR5.1 Los paneles de acceso y entrada de aire de la APU se verifican visualmente, comprobando el estado general y los cierres, garantizando que no están dañados o deteriorados (golpes, óxidos, remaches saltados, entre otras) y asegurados, para proteger y refrigerar la unidad.

CR5.2 El mástil de drenaje y escape de la APU se comprueban, verificando visualmente las pérdidas de aceite y combustible (manchas de fluido, oxidación, entre otras), anotando la anomalía para su reparación siguiendo el Manual de Reparaciones Estructurales o sustitución siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR5.3 El cortafuego de la APU se verifica visualmente, observando que el disco rojo del indicador de descarga APU es visible, sustituyendo los elementos deteriorados en cada caso, asegurando que la APU no ha sufrido daños por sobrecalentamiento.

CR5.4 El nivel de aceite se comprueba en cabina a través de la MCDU, comprobando en la pantalla que el nivel de aceite se encuentre "OK", rellenando, sustituyendo, en cada caso, observando que el nivel es el indicado en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, asegurando la cantidad suficiente para el engrase de la unidad.

RP6: Diagnosticar averías en la APU y sus sistemas de indicación, localizando fallo/fallos, causa/causas que las provocan, reemplazando la unidad o sus elementos deteriorados en cada caso, corrigiéndolo y garantizando su funcionamiento, para el arranque del helicóptero.

CR6.1 El pulsador de parada de emergencia en caso de incendio de la APU, situado bajo guarda en cabina se comprueba, arrancando la APU y accionando el interruptor, verificando que se para el motor.

CR6.2 La APU se verifica mediante un test operacional de funcionamiento, comprobando visualmente en el display de la cabina los parámetros del arranque, velocidad, temperatura, funcionamiento del starter, tiempo de aceleración y consumo de aceite, entre otros, asegurando que los datos están dentro de los valores según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR6.3 La compuerta de entrada de aire de la APU se comprueba, verificando que abre y cierra cuando accionamos el pulsador situado en cabina para el encendido de la APU, sustituyéndolo en cada caso, quitando las tuercas, tornillos, conector eléctrico y la masa estructural del actuador con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, torquímetro, entre otras), reparando o sustituyendo los elementos deteriorados.

CR6.4 La APU se reemplaza, configurando la aeronave, despresurizando los sistemas hidráulicos, anotando las horas y ciclos mediante la MCDU situada en cabina, saltando y asegurando los breakers.

CR6.5 La APU se reemplaza, abriendo las puertas de acceso y desconectando los conectores eléctricos, generador de la APU, starter y líneas de combustible, vaciando el fluido hidráulico, entre otros, quitando los tornillos de los mounts (estructura soporte) e izando el útil de extracción, anclándolo con la unidad y procediendo a su bajada, utilizando los equipos de extracción de fluido y con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, torquímetro, entre otras) para independizarlo del bastidor de la Aeronave.

RP7: Realizar el abastecimiento y vaciado de combustible de la aeronave realizando la conexión de la manguera de repostaje, utilizando los equipos de llenado, seleccionando el tipo de combustible, controlando los equipos de emergencia, desconectando la alimentación eléctrica, asegurando el llenado y/o drenaje de los tanques de carburante.

CR7.1 El combustible se selecciona en función del tipo de unidad de potencia utilizada en la aeronave (motor a turbina, de explosión o de combustión, entre otras), consultando el Manual de Mantenimiento de la aeronave, asegurando el grado del producto.

CR7.2 Los extintores próximos a la zona de abastecimiento se comprueban antes de cada carga/descarga, verificando la tarjeta de identificación de extintores, tipo de extintor y categoría, pegatina de revisión y mirilla de estado (verde o rojo), asegurando el dispositivo de emergencia.

CR7.3 Las condiciones de seguridad de repostaje se controlan, evitando utilizar herramientas que puedan generar chispas o fuego y controlando acciones relativas a objetos que puedan emitir ondas o luz (teléfonos móviles, laser, entre otras), evitando el riesgo de explosión y/o fuego.

CR7.4 La batería se desconecta y se calzan las ruedas en cada caso, observando que el interruptor de master se encuentra en "off", que las palas de rotor de cola están ancladas y la aeronave conectada a masa.

CR7.5 El abastecimiento de combustible se realiza con la aeronave aparcada en pista, en condiciones secas, evitando la caída de agua dentro del depósito y/o rayos en cada caso, comprobando que la zona está libre de objetos (FOD), creando una zona de seguridad para el personal, que la manguera de suministro está completamente estirada en la superficie de la plataforma y el boquerel conectado, 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.

CR7.6 El contador de la bomba de suministro se resetea introduciendo en el display la cantidad a repostar (litros o libras), pulsando el interruptor que permite la salida de combustible por el boquerel, quitando la manguera cuando hayamos concluido la operación, soltando el equipo de llenado del depósito y desconectando el cable de equilibrio de potencial.

CR7.7 La cuba (fija o móvil) y los depósitos de la aeronave se verifican, comprobando el combustible contenido a través de las pastillas de análisis y una jeringa observando que está libre de agua, drenando en cada caso, liberándolos de agua e impurezas contenidas.

CR7.8 Los depósitos de combustible se descargan, utilizando el equipo de extracción (bomba de succión) o manualmente, quitando el tapón de drenaje, utilizando una cisterna o barril asignados a cada fluido concreto (queroseno) identificados con la pegatina de homologación o almacenaje para su reciclaje, controlando la limpieza de carburante derramado en cada caso, asegurando que las zonas calientes y eléctricas no están contaminadas.

CR7.9 El certificado de aptitud para el servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de la aeronave se rellena tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

Contexto profesional

Medios de producción

Unidad de potencia auxiliar (motores de arranque neumáticos, eléctricos, válvulas de control, controles de combustible, bombas de aceite, de combustible y de hidráulico, unidades de velocidad constante, generadores, entre otros). Banco de pruebas de motores, analizadores de gases y banco de comprobación de inyectores electrónicos. Banco de pruebas eléctricas. Medios de elevación y transporte. Máquinas, herramientas fijas y portátiles, termómetros y utillaje específico. Equipos de diagnóstico de averías. Cableados eléctricos, sensores y controles electrónicos del APU. Inyectores, depósitos (flexibles, integrales, válvulas de ventilación, válvulas en general, paneles de control de carga de combustible). Panel de control lanzamiento de combustible. Cambiador de calor. Módulo de separación de aire. Detectores (ionización, fotoeléctrico, CO). Bombonas de flujo. Cambiador de calor. Baterías. Equipos de medición de formas y máquinas de equilibrado. Equipo informático de control y gestión de la producción, del aprovisionamiento, del personal y de la operación, Indicadores de combustible, de temperatura, de presión (alta y baja), interruptores de las bombas, selectores de depósito y xfeed, (alimentación cruzada), sistema antihielo, indicadores de cantidad de combustible, espejos exteriores, cuna, indicador de carga. Equipos de llenado de combustible.

Productos y resultados

Mantenimiento programado y no programado de los sistemas de carga del helicóptero, pedestal del piloto, autotest de la baliza, cartuchos explosivos, ventilación de cabina, balizas de emergencia, piloto automático, corta-cable, realizado. Mantenimiento programado y no programado de ventilación de cabina, bombona de descarga de aire, detectores de humo, mandos eléctricos, indicador de posición de la computadora del piloto automático y pedestal del piloto realizado. Mantenimiento programado y no programado del sistema antihielo y lluvia, cuna o cesta, espejos exteriores, cartuchos explosivos de extinción fuego motor, realizado. Mantenimiento programado y no programado del sistema de combustible, estructura de los depósitos, su ventilación, distribución y generación de gas inerte, realizado. Mantenimiento programado de la unidad de potencia (APU), realizado. Averías en el APU y sus sistemas de indicación, diagnosticado. Abastecimiento y vaciado de combustible de la aeronave, realizado.

Información utilizada o generada

Manual de Mantenimiento de la Aeronave, documentación Air Transport Association (ATA) como referencia de aeronaves. Libro de bitácora del avión. Normativa aplicable ordenada por la entidad reguladora para la instalación de los componentes nuevos en la aeronave, órdenes de trabajo, esquemas, planos. Manuales técnicos de operación de equipos de pruebas. Normas y procedimientos de trabajo o de reparación. Tablas de equivalencias de materiales o componentes. Normas de calidad específicas del fabricante. Reglamentos aeronáuticos. Procedimientos aeroportuarios. Documentos oficiales de control. Libro de bitácora del avión. Sistemas informáticos para información de averías, de procedimientos o de programación y actuación. Documentos y procedimientos relacionados con los sistemas de calidad ordenada por la entidad reguladora. Normativa aplicable referente a la seguridad, prevención de riesgos laborales y gestión medioambiental. Diccionario de inglés técnico aeronáutico.

UNIDAD DE COMPETENCIA 4

Mantener/ reparar los sistemas hidráulicos y neumáticos y aire acondicionado de helicópteros con motor de turbina

Nivel: 3

Código: UC2558_3

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 fecha coincide con el tiempo de uso, asegurando la integridad del elemento.

CR1.4 El circuito hidráulico se comprueba cuando se cambian las válvulas, tuberías, cilindros, entre otras circunstancias, utilizando el banco de comprobación o mecánicamente, conectándolo a la entrada del sistema o actuando sobre los mandos que provocan movimiento hidráulico, comprobando visualmente a través de los manómetros de presión que contiene el caudal y la presión, anotando los valores y verificando con los anotados en el Manual de Mantenimiento de la aeronave o moviendo las palancas, observando que se mueven sin agarrotamientos y el recorrido de los sistemas de martinets, servos y válvulas, entre otras, asegurando que están libre de fugas y evitando aire en el sistema.

RP2: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas de hidráulicos de la aeronave, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos, para asegurar la aeronavegabilidad de la aeronave.

CR2.1 Los circuitos hidráulicos (dos o tres sistemas hidráulicos independientes, según aeronave) se comprueban, verificando visualmente que no hay pérdidas de aceite y que la presión en los diferentes circuitos es la que establece el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, utilizando los equipos de prueba y medida (manómetros, bancos de prueba externos, entre otros), y cambiando los elementos deteriorados por unos nuevos certificados, usando la herramienta común y específica (llave de racores, dinamométricas, entre otras).

CR2.2 El colector hidráulico se instala en los sistemas de alta (HP) y baja (LP) presión, conectándolo a través de las tomas tipo bobina, suministrando fluido a presión para comprobar los elementos y canalizaciones del sistema, asegurando la circulación del aceite y la estanqueidad del sistema.

CR2.3 Las tuberías de hidráulico de alta presión (HP) y baja presión (LP) se verifican visualmente con los equipos de prueba y medida (manómetros, bancos de prueba externos, mulas hidráulicas, entre otros), observando que no hay pérdidas de fluido hidráulico (MIL-H- 83282, Skydrol, entre otros), cuarteados evidentes de los latiguitos, roturas, que las tuberías metálicas están conectadas a la masa de la aeronave y que la presión en los diferentes circuitos es la establecida para la instalación, cambiando las tuberías en cada caso.

CR2.4 Las bombas de potencia hidráulica principales se revisan, haciéndolas funcionar, arrancando la aeronave o con los bancos de prueba, conectándolos en los paneles de servicio para alimentar cada una de las líneas de potencia hidráulica, comprobando que los sistemas funcionan con normalidad y cotejando la lectura de los manómetros con los valores establecidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, asegurando la presión y caudal de fluido para el funcionamiento de los sistemas hidráulicos.

CR2.5 Las válvulas del sistema hidráulico (válvulas de retención, válvulas de prioridad, válvulas de alivio de presión, válvulas selectoras) que controlan el fluido, filtros que mantienen la limpieza del fluido, los colectores de retorno, interruptores de presión, transductores de presión, válvula de alivio y la válvula solenoide de medición de fugas en cada caso, se verifican visualmente y con los equipos de prueba y medida (colectores, manómetros, entre otros), comprobando que están exentas de signos de fuga hidráulica.

CR2.6 Las inspecciones y chequeos en línea se ejecutan, verificando visualmente, observando los indicadores en el interior de la cabina, la presión de carga de nitrógeno en acumuladores de energía hidráulica, los indicadores de obstrucción (POP-UP) de alta presión (HP), el retorno, el drenaje de la caja de la bomba impulsada por el motor (EDP), llenado del depósito y filtros de la unidad de presurización de aire, los indicadores de obstrucción del filtro del sistema hidráulico en el compartimento hidráulico y motores, colectores de alta y baja presión, paneles y colectores de servicio a tierra para detectar signos de fuga externa, asegurando la eficiencia del sistema para el siguiente vuelo.

RP3: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de elementos asociados a los sistemas hidráulicos, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales que pueden requerir uso de bancos de prueba externos, reemplazando los elementos defectuosos, para restaurar los sistemas.

CR3.1 El depósito y sus elementos se verifican visualmente y con los equipos de comprobación (bombas de vacío, llaves de racor, polímetros, entre otras) que estén 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 tienen roturas, cambiando el sensor o sensores entre otros, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR3.5 La Unidad de Monitoreo del Sistema Hidráulico se verifica visualmente y con los analizadores digitales que las funciones responden a los requerimientos del sistema, observando que avisa de las advertencias de FALLO activándose las señales auditivas, las luces MASTER CAUT y MASTER WARN, sustituyendo el dispositivo en el caso de mal funcionamiento con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), verificando su instalación con el equipo de prueba.

CR3.6 Los indicadores de obstrucción de filtros del sistema hidráulico, (alta presión, retorno y carcasa de la EDP) se comprueban visualmente a través del testigo indicador de color rojo tipo POP OUT, sustituyendo el elemento filtrante en cada caso.

CR3.7 El sistema de indicación de cantidad fluido hidráulico (transmisores capacitivos, microinterruptores, entre otros) se verifica visualmente, comprobando que marca la cantidad de aceite contenido en el depósito, que los elementos eléctricos envían la señal adecuada en cada caso, utilizando los equipos de prueba y medida (analizadores digitales, polímetros, entre otros), observando los valores y cotejándolos con los contenidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, cambiando los elementos desgastados o deteriorados, para que el sistema pueda eliminar o agregar fluido al depósito que lo demande en cada caso.

RP4: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas de neumáticos de la aeronave, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos (conductos, elementos de control de presurización computadores y el interruptor del panel neumático manual BLEED, AIR, válvulas antirretorno de presión baja o intermedia IP o LP, la válvula de alta presión HPV, la válvula reguladora de presión PRV, entre otras), siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave para restaurar los componentes afectados.

CR4.1 Los conductos del sistema neumático contenidos en el fuselaje se comprueban visualmente y mediante las computadoras de monitoreo de sangrado, observando que en los racores de conexión y a lo largo de las tuberías no se observan restos de óxido, líquido refrigerante o deterioros evidentes, que en las computadoras no se indican anomalías permanentes, cambiando los tramos de tubería afectados, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR4.2 El servicio de control de presurización se comprueba en helicópteros presurizados, observando la presión diferencial de la cabina, simulando máxima presión, sellando exteriormente las puertas y ventanillas con tela de fibra y encima una lona de caucho, hermética, aplicando vacío sobre las lonas y comprobando que en el sensor de cabina no indica fugas en el interior, asegurando la integridad de la aeronave.

CR4.3 Los computadores y el interruptor del panel neumático manual (BLEED, AIR) que controlan el sistema de indicación de suministro de aire se verifican, realizando test de

funcionamiento con los equipos de prueba y medida (autotest, analizadores digitales, entre otros), reparando el sistema cambiando los elementos deteriorados en cada caso, con la herramienta común utilizada para el desmontaje y montaje de componentes (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), comprobando su instalación y restaurando la información a los pilotos del sistema neumático de la aeronave.

CR4.4 Las válvulas antirretorno de presión baja o intermedia (IP o LP), la válvula de alta presión (HPV), la válvula reguladora de presión (PRV) y la válvula de sobrepresión Overpressure Valve (OPV) se verifican, comprobando que controlan el suministro de aire de sangrado, la presión neumática y la presión agua, haciéndolas funcionar y con los equipos de prueba y medida (colectores, manómetros, entre otros), cambiando los elementos deteriorados en cada caso, desmontando las válvulas según las indicaciones de Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR4.5 Los microinterruptores que monitorean las válvulas PRV y HP se comprueban visualmente y con el equipo de pruebas, verificando si informan de que las válvulas están completamente abiertas o cerradas, sustituyéndolos en cada caso con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), restaurando el sistema.

CR4.6 La válvula de presión regulada (PRV) se comprueba visualmente, haciéndola funcionar, pulsando el interruptor de botón ENG BLEED (configuración OFF) en el panel de control AIR o BLEED y con los equipos de prueba y medida (manómetros, polímetro, banco de pruebas, entre otros), verificando la apertura y cierre en diferentes condiciones de funcionamiento.

CR4.7 La válvula de sobrepresión OPV se comprueba visualmente, haciéndola funcionar con los equipos de prueba y medida (manómetros, polímetro, banco de pruebas, entre otros), verificando la apertura y cierre en diferentes condiciones de funcionamiento, sustituyendo o reparando en cada caso, siguiendo el procedimiento de Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR4.8 Los sistemas de sangrado de aire se comprueban, arrancando los motores, verificando con el analizador digital que no hay errores memorizados en las unidades electrónicas de control, analizando errores y concretando los elementos deteriorados para la reparación o cambio en cada caso, organizando las intervenciones y el tiempo de reparación del sistema.

RP5: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas de suministro de aire de sangrado de APU y sistema de alimentación cruzada de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos, para restaurar los componentes afectados.

CR5.1 La válvula de alimentación cruzada que controla el suministro de aire de sangrado a los sistemas de aire izquierdo y derecho se comprueba, conectando el equipo de análisis y verificando los datos ofrecidos por la unidad electrónica de control y los contenidos en el Manual de Mantenimiento de la aeronave, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados por unos nuevos en cada caso.

CR5.2 Los elementos sensores y las válvulas del conducto de sangrado de aire de la APU se comprueban, realizando una puesta en marcha del suministro de aire de sangrado, accionando el interruptor APU BLEED entre otras pruebas posibles, comprobando que abre la válvula de sangrado, asegurando el funcionamiento del solenoide encargado de la apertura, según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR5.3 La válvula y el relé de alimentación cruzada se verifican, pulsando el interruptor APU BLEED, comprobando que en la pantalla multifunción aparece el mensaje "abierta" y en color verde, encendiéndose las luces en ámbar y sonando un timbre en cabina de MASTER CAUT si no

funcionan, quedando el sistema inoperativo en modo automático, reparando o sustituyendo los elementos defectuosos siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave, para restaurar el sistema.

CR5.4 La presurización del sistema de aire sangrado de APU y sistema de alimentación cruzada de la aeronave se verifica, conectando el carro de suministro de aire comprimido en tierra por el conector de alta presión (HP) y asegurando que no existen fugas en el sistema.

CR5.5 Los conductos neumáticos o de anticongelante se verifican visualmente con las puertas de alivio de presión del motor abiertas, controlando las fugas de refrigerante o aire, conectando el colector y comprobando los elementos deteriorados, reparando o sustituyendo con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), restaurando el sistema de aire y/o anticongelante.

CR5.6 El sistema de detección de fugas se comprueba, verificando los sensores de sobrecalentamiento, entre otros, en la pantalla multifunción de sangrado del motor, individualmente con el multímetro o con analizadores digitales, observando que se encuentra dentro de los valores de referencia contenidos en el Manual de Mantenimiento de la aeronave, para realizar el monitoreo de funcionamiento.

CR5.7 El sistema de detección de sobre-calentamiento se verifica, comprobando la resistencia del cable central de los bucles del sistema de detección de sobrecalentamiento y fugas en todos los conductos de aire de sangrado y los componentes de los paquetes de aire acondicionado, observando la suciedad/humedad en los conectores y controlando que el sistema no tiene restos de daños, verificando las resistencia y conducción de corriente, realizando un wetting current (atravesar una corriente eléctrica en un elemento con oxidación o contaminación), cambiando los elementos deteriorados, usando la herramienta de mano y limpiando los conectores con un aislante eléctrico.

RP6: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de ventilación de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos y siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, para restaurar los componentes afectados.

CR6.1 El sistema de aire acondicionado de la cabina de pilotos se verifica, comprobando los conductos de aireación, la temperatura y la presión diferencial, observando la salida de aire, del humo y la temperatura seleccionada, utilizando el termómetro digital y el generador de humo, siguiendo los pasos descritos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR6.2 El sistema de ventilación del compartimento del equipo de aire acondicionado se verifica, comprobando que los turboventiladores, tubos piccolo y sistema antifallos no están obstruidos o deteriorados, realizando la recirculación del aire a través de todos los componentes del sistema, para que no se supere los valores de temperatura máximos y mínimos de funcionamiento de la aeronave.

CR6.3 El turboventilador del sistema de refrigeración del compartimento de aire acondicionado y sus componentes asociados (la válvula de entrada de aire de sangrado, sensor de presión diferencial y el actuador de la compuerta de entrada aire, entre otros) se verifican, comprobando la presión, observando ruidos metálicos, utilizando los equipos de prueba y medida (banco de pruebas, polímetros, entre otros), y realizando pruebas funcionales según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR6.4 El sistema de ventilación del compartimento de equipos eléctricos/electrónicos se verifica, comprobando que los fanes de ventilación introducen el aire en los racks de computadores con la presión y temperatura adecuadas según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, manipulando el manómetro, termómetro, realizando una prueba funcional de

humo y utilizando los bancos de prueba, reparando los elementos afectados en cada caso (mazo de cables, pines, entre otros).

RP7: Efectuar el mantenimiento programado y no programado de ventilación en el sistema de presurización y el sistema de calefacción del aire de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos, para restaurar los componentes afectados.

CR7.1 La comprobación funcional del sistema se verifica manualmente, activando y desactivando las válvulas o con los pulsadores en cabina, observando el funcionamiento del fan si tiene sobretensión el cierre de emergencia en caso de humo, utilizando los equipos de prueba y medida (banco de pruebas, polímetros, entre otros), la maquina simuladora de humo, asegurando la contención de incendios del sistema.

CR7.2 El sistema de válvulas de control y alivio de sobrepresión se verifican, haciéndolas funcionar, comprobando motores eléctricos, observando que se posicionan en los grados de apertura y cierre establecidos, que las luces en puertas del helicóptero se encienden/apagan en cada situación, utilizando el banco de pruebas neumático, analizadores digitales y polímetros, entre otros, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados en cada caso, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR7.3 El sistema de calefacción del aire se verifica, comprobando los sensores de control de temperatura y el termostato de seguridad por 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.

CR7.4 El certificado de aptitud para el servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de la aeronave se rellena tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

Contexto profesional

Medios de producción

Banco de pruebas. Medios de elevación y transporte. Máquinas, herramientas fijas, portátiles y utillaje específico. Manómetros de presión, caudal, calibres, micrómetros. Equipos de diagnóstico de averías. Sistema de sangrado de aire del motor. Colector de pruebas hidráulicas. Bombas. Bootstrap, válvulas selectoras. Actuadores electro-hidroestático. Compresores. Filtros. Calentadores. Aeronaves. Cambiadores de calor. Válvula termostática antihielo. Limitadores de flujo. Cableados eléctricos, sensores y controles electrónicos. Equipo informático de control y gestión de la producción, del aprovisionamiento, del personal y de la operación. Unidad de acondicionamiento de aire. Módulo de secado. Ventiladores y elementos asociados al sistema. Elementos del sistema hidráulico, neumáticos. Elementos de sangrado del motor. Intercambiador de calor. Microinterruptores. PRV. Válvula de

sobrepresión. Elementos del sistema de acondicionado y presurización. Elementos del sistema de ventilación. Válvula y el relé de alimentación cruzada, elementos sensores y las válvulas del conducto de sangrado, computadores e interruptor del panel neumático manual (BLEED, AIR). Unidad de Monitoreo del Sistema Hidráulico. Bomba eléctrica y sensores de salida de la bomba.

Productos y resultados

Sistemas hidráulicos y sus sistemas de seguridad e indicación, comprobados. Mantenimiento programado y no programado de los sistemas de hidráulicos de la aeronave, efectuado. Mantenimiento programado y no programado de elementos asociados a los sistemas hidráulicos, efectuado. Mantenimiento programado y no programado de los sistemas de neumáticos de la aeronave, efectuado. Mantenimiento programado y no programado de los sistemas de suministro de aire de sangrado de APU y sistema de alimentación cruzada de la aeronave en el hangar, efectuado. Mantenimiento programado y no programado de ventilación de la aeronave en el hangar, efectuado. Mantenimiento programado y no programado de ventilación en el sistema de presurización y el sistema de calefacción del aire de la aeronave en el hangar, efectuado.

Información utilizada o generada

Manual de Mantenimiento de la Aeronave, documentación Air Transport Association (ATA) como referencia de aeronaves. Libro de bitácora del avión. Normativa aplicable ordenada por la entidad reguladora para la instalación de los componentes nuevos en la aeronave, órdenes de trabajo, esquemas, planos. Manuales técnicos de operación de equipos de pruebas. Normas y procedimientos de trabajo o de reparación. Tablas de equivalencias de materiales o componentes. Normas de calidad específicas del fabricante. Reglamentos aeronáuticos. Procedimientos aeroportuarios. Documentos oficiales de control. Libro de bitácora del avión. Sistemas informáticos para información de averías, de procedimientos o de programación y actuación. Documentos y procedimientos relacionados con los sistemas de calidad ordenada por la entidad reguladora. Normativa aplicable referente a la seguridad, prevención de riesgos laborales y gestión medioambiental. Diccionario de inglés técnico aeronáutico.

UNIDAD DE COMPETENCIA 5

MANTENER/REPARAR LOS MANDOS DE VUELO Y TREN DE ATERRIZAJE DE HELICÓPTEROS

Nivel: 3
Código: UC2555_3
Estado: BOE

Realizaciones profesionales y criterios de realización

RP1: Aplicar el mantenimiento programado y no programado del tren de aterrizaje fijo (tren clásico de patines y travesaños) del helicóptero, realizando inspección visual, mediciones laser, chequeos de verificación, entre otros, reparando o sustituyendo elementos deteriorados para asegurar el estado del tren y estructura de la aeronave y tren de rodadura.

CR1.1 Los patines y travesaños se revisan visualmente, observando que el estado de las zapatas no tiene deformaciones, reparando o sustituyendo los patines siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, asegurando el apoyo equilibrado de la aeronave en el suelo.

CR1.2 El amarre de los patines y travesaños a la estructura se comprueban visualmente, observando el lacrado de los bulones, cabeza de tornillos dañados y los silentblock agrietados, reparando, sustituyendo o reapretando los elementos deteriorados o los que necesiten sustitución programada por horas de vuelo en el sistema o calendario, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otras), reacondicionado la base de apoyo de la aeronave.

CR1.3 La estructura del sistema y las zapatas se verifican en el hangar visualmente con la aeronave montada en cuatro puntos de apoyo equilibrados, a través del dispositivo de medición por infrarrojos o con la cinta métrica en cada caso la desalineación de los largueros, sustituyendo los elementos deteriorados (bulones, silentblock, entre otros) con la herramienta universal de mano (llaves de vaso, codo, fijas, torquímetro, entre otros) y reponiendo el material deslizante en cada caso.

CR1.4 El patín de cola se revisa visualmente, observando ausencia de arañazos, golpes, abolladuras, grietas en la unión al puro de cola, estado de la zapata, daños en los tornillos o corrosión, entre otras, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, apoyando la aeronave en el puro de cola para poder intervenir, asegurando el apoyo equilibrado de la aeronave en el suelo.

RP2: Aplicar el mantenimiento programado y no programado del tren de aterrizaje hidráulico y tren de rodadura del helicóptero, realizando inspección visual, mediciones laser, chequeos de verificación, entre otros, reparando o sustituyendo elementos deteriorados para asegurar el buen estado del tren y estructura de la aeronave.

CR2.1 Los neumáticos del tren de aterrizaje se verifican visualmente, comprobando la presión, el dibujo y estado general, utilizando los útiles de prueba y medida (manómetro de presión, calibre de profundidad, entre otros), sustituyéndolos con los equipos de reparación

(desmontadora, equilibradora, entre otras), asegurando el apoyo y la adherencia de la aeronave en tierra.

CR2.2 Las tuberías rígidas de presión , válvulas, accionamientos hidráulicos, mangueras flexibles, retornos de los tres sistemas de hidráulico, bombas y acumuladores, se comprueban visualmente y con los equipos de comprobación y medida (colectores, bancos de prueba, manómetros, entre otros), verificando la ausencia de fugas de aceite, deterioros evidentes y pérdidas de presión, sustituyendo los elementos deteriorados con la herramienta específica y universal (llave de racores, dinamométricas, llaves de vaso, fijas, entre otras), restaurando el sistema y asegurando el funcionamiento de la subida y bajada de las ruedas.

CR2.3 La horquilla, bisagras de costado y brazo de amarre se inspeccionan visualmente que no hay signos de corrosión, falta de material, arañazos o marcas, reparando, lijando o suavizando, limpiando y aplicando tratamiento anticorrosión (Alodine/Bonderite) y embellecimiento (cromados, cadmiados, pintura final, entre otros) o sustituyendo los elementos deteriorados en cada caso.

CR2.4 Las compuertas del tren de aterrizaje se verifican visualmente, observando que están exentos de arañazos, hendiduras, marcas, corrosión, seguros de costado en mal estado, ausencia de hidráulico, entre otras, lijando, limpiando, aplicando tratamiento anticorrosión (Alodine/Bonderite) y embelleciendo la zona deteriorada (cromados, cadmiados, pintura final, entre otros) para reacondicionar la pieza y su protección superficial.

CR2.5 Los switch de bombas de hidráulico del tren de aterrizaje y bomba auxiliar se comprueban visualmente, verificando que el actuador de bloqueo y desbloqueo y los indicadores de presión y cantidad de hidráulico funcionan, para asegurar la alimentación hidráulica de la aeronave.

CR2.6 La extensión y retracción del tren de aterrizaje se comprueba, haciéndolos subir y bajar con el helicóptero apoyado en gatos y equilibrado, accionando la palanca que actúa sobre el mecanismo, observando que el ciclo de cierre y apertura se realiza en el tiempo previsto y comprobando que la alineación de las compuertas sean las marcadas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR2.7 Los sistemas de freno se revisan visualmente y con los equipos de prueba y medida (micrómetros, calibres, manómetros de presión, entre otras) que los discos metálicos, pastillas y bombas de hidráulico están dentro de los valores de referencia especificados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave y que el aviso de parking brake en cabina no está encendido, sangrando frenos en cada caso y situación, observando por el útil (manguera transparente y contenedor de reciclaje), que no salen burbujas del circuito, asegurando la eficacia y estabilidad de frenada.

CR2.8 Las luces del sistema en el interior de la cabina se comprueban visualmente, sometiénolas a las diferentes condiciones de funcionamiento: tren extendido y bloqueado, luz verde; no extendido o no bloqueado, luz roja, observando que el breaker correspondiente que apaga o enciende el aviso en el master caution (o panel de aviso) se encuentra en buen estado, verificándolo con los equipos de prueba y medida (polímetro o analizadores digitales) sustituyendo los elementos deteriorados, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otras).

CR2.9 El computador de control de extensión/retracción, se verifica visualmente, utilizando el analizador digital, realizando el chequeo del sistema y observando si hay algún fallo memorizado que persista una vez borrado, sustituyendo el elemento afectado con la herramienta de mano (llaves fijas, de vaso, torquímetros, entre otras), restaurando el/los elementos deteriorados, la pantalla en cada caso o la unidad.

RP3: Realizar el mantenimiento programado y no programado de los elementos mecánicos de los mandos de vuelo y control del helicóptero, realizando inspecciones, pruebas operacionales según horas de vuelo y reemplazando elementos defectuosos, utilizando el Manual de Mantenimiento de la aeronave para mantener la aeronavegabilidad.

CR3.1 Los mandos de vuelo se comprueban visualmente, observando que se mueven libremente con la aeronave en modo vuelo y que los indicadores de instrumentación concuerdan con el movimiento de las palancas, asegurando la guiavilidad de la aeronave.

CR3.2 El mantenimiento y reparación de los elementos que componen el sistema de mandos de vuelo se realiza, siguiendo el programa de mantenimiento, aplicando las instrucciones de trabajo recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave y los documentos de trabajo asociados, dando respuesta a las averías detectadas y restaurando los sistemas afectados.

CR3.3 Las superficies de control (aleta, estabilizador, plato oscilante, entre otras) se inspeccionan visualmente, comprobando que no tienen fisuras, golpes o deformaciones por haberse despegado el honeycomb que puedan afectar a la aerodinámica, reparando los daños encontrados siguiendo indicaciones del Manual de Reparaciones Estructurales (Structural Repair Manual, S.R.M.) o sustituyendo los elementos afectados en cada caso, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otras), desmontando y montando de nuevo según Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR3.4 Las poleas, barriletes de tensión, topes de movimiento, cuadrantes, varillas, puntos de giro, rodillos, tracks o barras de transmisión, se inspeccionan visualmente y/o con un calibre, midiendo desgastes, sustituyéndolos si encontráramos daños, excesivo desgaste u holguras, asegurando un movimiento uniforme de las superficies de control primarias y secundarias.

CR3.5 Los cables metálicos trenzados se inspeccionan, pasando un trapo de tela a lo largo de su recorrido, observando si se engancha, buscando hilos metálicos deteriorados o girando el contrario del trenzado, observando que interiormente está libre de corrosión, aflojando los barriletes y cambiando el tramo afectado, tensándolo con los barriletes correspondientes, midiendo la tensión del cable con un tensiómetro y un termómetro, dándole la tensión requerida teniendo en cuenta la temperatura del hangar, asegurando un control preciso de la aeronave.

CR3.6 Los elementos mecánicos de actuación desmontados del sistema de mandos de vuelo eléctrico se comprueban, realizando bite test y pruebas operacionales que pueden requerir equipos y bancos de prueba externos, y dependiendo del nivel de los daños observados son desechados, reparados o enviados a talleres especializados para su recuperación según las indicaciones del manual del componente afectado.

CR3.7 Los límites de recorrido y las posiciones neutrales de las superficies de vuelo primario y secundario se verifican, usando una regla, calibre, galgas y/o pines pasa/no pasa, ajustándolos en cada caso, a la posición de los mandos en la cabina, extendiendo o retrayendo las varillas de ajuste en unos casos o ajustando la longitud del brazo de los servoactuadores en otro, asegurando un control preciso de la aeronave.

CR3.8 Las poleas, puntos de giro, varillaje, cables metálicos trenzados, cojinetes, rodillos, zonas de rozamiento de los tracks y el husillo se engrasan, siguiendo las recomendaciones del fabricante de la aeronave, asegurando un movimiento fluido y protegiéndolos de la corrosión.

RP4: Realizar el mantenimiento programado y no programado de los elementos hidráulicos, neumáticos y eléctricos de los mandos de vuelo y control del helicóptero, realizando inspecciones, pruebas operacionales según horas de

vuelo y reemplazando elementos defectuosos, utilizando el Manual de Mantenimiento de la aeronave para mantener la aeronavegabilidad.

CR4.1 Los elementos de control e indicación del sistema de mandos de vuelo eléctrico, Sidestick o volante de control, PFTUS, computadores de control y gestión de órdenes de mando, computadores de monitoreo, transmisores de posición (lineales, rotatorios, magnéticos, RVDTs, LVDTs, unidades de detección de asimetría, entre otros), solenoides de actuación, elementos de indicación en cabina, entre otros se inspeccionan, realizando comprobaciones sencillas (resistencia, tensión, continuidad, entre otros) o colaborando en pruebas aviónicas complejas que pueden requerir equipos de comprobación externos y ajustando o sustituyendo los elementos necesarios según los documentos de mantenimiento, obteniendo el control de sus ejes.

CR4.2 Los elementos eléctricos en el sistema de mandos de vuelo eléctrico, sensores de proximidad, transmisores de posición, servoactuadores, LVDTs, RVDTs, líneas de cableado de transmisión de datos, señales discretas y alimentaciones eléctricas, instrumentos de indicación, entre otros, se verifican, comprobando con los equipos de prueba y medida (polímetros, fuentes de alimentación, entre otros), y siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave, su funcionamiento, reemplazando los elementos defectuosos en cada caso, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, torquímetros, de codo, entre otras).

CR4.3 Las líneas de distribución hidráulicas y neumáticas del sistema de mandos de vuelo eléctrico se inspeccionan visualmente, comprobando su presión y estanqueidad con los equipos de prueba y medida (manómetros, bancos de prueba, entre otros), y dependiendo del nivel de los daños observados, son desechados y sustituidos, o reparados según las indicaciones del Manual de Mantenimiento de la aeronave para la actuación de las superficies de control.

CR4.4 Los sistemas hidráulicos de asistencia al movimiento de los mandos de vuelo y sus sistemas auxiliares (válvulas de sobrepresión, limitadores de torque, frenos, entre otros) se inspeccionan visualmente, observando la ausencia de fugas de líquido hidráulico en su estructura y racores, y comprobando el nivel, calidad y limpieza de filtros del sistema hidráulico, rellenándolo si no está a nivel o sustituyendo líquido y filtros por suciedad o pérdida de propiedades, asegurando que los mandos de vuelos se mueven libremente.

CR4.5 El certificado de aptitud para el servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de la aeronave se rellena tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

RP5: Realizar la revisión general (overhaul) del conjunto tren de aterrizaje y rodadura hidráulico (Landing Gear, Drag Brace, actuadores, llantas, frenos, Steering, caja de engranajes del tren, entre otros) y del tren de aterrizaje fijo (tren clásico de patines y travesaños), realizando el desmontaje, limpieza, inspección, reparación y sustituciones en cada caso, reensamblado y comprobando su funcionamiento, asegurando su completa conformidad con todas las tolerancias de servicio aplicables especificadas en las instrucciones del titular del certificado de tipo o del fabricante para la aeronavegabilidad continuada, siguiendo las instrucciones de los Manuales de Overhaul de Motor y Mantenimiento de Componentes.

CR5.1 Los elementos del tren de aterrizaje (patines y travesaños, amortiguadores, actuadores del tren de aterrizaje, paquetes de frenos, entre otros) se desmontan, colocando cada subconjunto en una mesa de trabajo independiente, realizando el lavado preliminar utilizando desengrasantes y cepillos, para el acondicionamiento previo al desmontaje.

CR5.2 Los elementos del tren de aterrizaje se desmontan, utilizando herramienta estándar y extractores específicos, desechando juntas, pasadores, casquillos, pastillas de frenos y tornillería, limpiando las piezas principales con desengrasantes aplicables a spray/cepillo, utilizando soluciones salinas, disolventes, productos abrasivos, ultrasonidos, comprobando visualmente desgaste, corrosión y estado general.

CR5.3 Las piezas (actuadores, llantas, frenos, Steering, caja de engranajes del tren, entre otros) se comprueban por daños superficiales evidentes, grietas, corrosiones, sobretemperatura (en los paquetes de freno) y desgastes, visualmente y con los equipos de prueba y medida (calibres pie de rey, relojes comparadores, calibres de interiores, entre otros), verificando anchos, espesores y controlando que están por encima de las dimensiones mínimas indicadas en el Manual de Overhaul, sustituyéndolas en cada caso.

CR5.4 Las piezas (patines y travesaños, Strut, sliding, torque knees, drag braces, wheels, piston housigs, entre otras) se inspeccionan por grietas y corrosión mediante Ensayos No Destructivos, empleando las técnicas de Líquidos Penetrantes, Partículas Magnéticas y Corrientes Inducidas para las piezas metálicas, ensayando las sometidas a alta temperatura (paquetes de frenos) con durómetros (rockwell/brinell) e inspeccionando con sondas de conductividad eléctrica que sus cualidades de resistencia están dentro de los límites de diseño del fabricante.

CR5.5 Las piezas (patines y travesaños, Strut, sliding, torque knees, drag braces, wheels, piston housigs, entre otras) se restauran, retirando la pintura con decapantes químicos y proyección de cáscara de nuez, puliendo, eliminando corrosiones, restos de suciedad, muescas y abolladuras, utilizando limas, esmeriles u otros abrasivos, soluciones cáusticas, lavando y secando con aire, midiendo por segunda vez tras la restauración.

CR5.6 Las piezas (patines y travesaños, Strut, sliding, torque knees, drag braces, wheels, piston housigs, entre otras), se protegen superficialmente, protegiéndolas de la corrosión, aplicando Alodine/Bonderite, imprimación y pintura final y restaurando cromados y cadmiados.

CR5.7 El montaje de cada subconjunto del tren de aterrizaje se realiza uniendo los elementos en orden inverso al desmontaje, utilizando tornillería, sellos, discos, pastillas, cojinetes, casquillos, y juntas nuevas, siguiendo las indicaciones del Manual de Overhaul, aplicando el apriete a las tuercas y tornillos con la llave dinamométrica, lubricando y dando presión de nitrógeno en su caso y efectuando todas las Directivas de Aeronavegabilidad y Boletines de Servicio aplicables.

CR5.8 El amortiguador, actuadores del tren de aterrizaje, de los paquetes de frenos y la presión de las ruedas se comprueban, observando fugas de hidráulico y utilizando el banco de prueba y medida, observando que el conjunto rotor gira libremente después de liberar la presión de los pistones, inflando los neumáticos con nitrógeno, equilibrando dinámicamente añadiendo contrapesos en cada caso, comprobando pérdidas de gas del neumático a las 24 horas, simulando el peso del tren y las cargas en vuelo y cotejando los datos obtenidos con los recogidos en el Manual de Mantenimiento de la aeronave, observando ruidos extraños y juego axial al girar el tornillo sin fin.

Contexto profesional

Medios de producción

Elementos de mandos de vuelo. Computador de control de extensión/retracción. Sistemas de freno tren de aterrizaje, neumáticos. Estructura del sistema y las zapatas. Válvulas de sobrepresión. Mandos de vuelo eléctrico, Sidestick o volante de control, PFTUS, computadores de control y gestión de órdenes de

mando, computadores de monitoreo, transmisores de posición (lineales, rotatorios, magnéticos, RVDTs, LVDTs, unidades de detección de asimetría, entre otros), solenoides de actuación, elementos de indicación en cabina. Elementos del tren de aterrizaje. Elementos de dirección, frenos y ruedas. Banco de pruebas eléctricas. Medios de elevación y transporte. Superficies de control (aleta, estabilizador, plato oscilante, entre otras). Máquinas, herramientas fijas y portátiles, termómetros y utillaje específico. Equipos para la localización de defectos por ensayos no destructivos. Equipos de diagnóstico de averías. Cableados eléctricos, sensores y controles electrónicos. Equipos de medición de formas y máquinas de equilibrado. Equipo informático de control y gestión de la producción, del aprovisionamiento, del personal y de la operación.

Productos y resultados

Mantenimiento programado y no programado del tren de aterrizaje fijo del helicóptero, realizado. Mantenimiento programado y no programado del tren de aterrizaje hidráulico y tren de rodadura del helicóptero, realizado. Mantenimiento programado y no programado de los elementos mecánicos de los mandos de vuelo y control del helicóptero, realizado. Mantenimiento programado y no programado de los elementos hidráulicos, neumáticos y eléctricos de los mandos de vuelo y control del helicóptero, realizado. Revisión general (overhaul) del conjunto tren de aterrizaje (Landing Gear, Drag Brace, actuadores, llantas, frenos, Steering, caja de engranajes del tren, entre otros), realizado.

Información utilizada o generada

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

UNIDAD DE COMPETENCIA 6

MANTENER LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS, DE AVIÓNICA Y A BORDO DE LAS AERONAVES

Nivel: 3
Código: UC2540_3
Estado: 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).

UNIDAD DE COMPETENCIA 7

MANTENER/REPARAR LA ESTRUCTURA Y LA CÉLULA DE AERONAVES

Nivel: 3
Código: UC2539_3
Estado: 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 cuerdas aritmética se obtiene de la posición del centro de gravedad en % de MAC y el peso, redistribuyendo la carga, moviéndola o quitando peso en cada caso.

CR4.7 El centro de gravedad de la carga se comprueba (si existen dudas en el control del centro de gravedad), realizando la división de la distancia que se mueve el peso, multiplicado por el peso a ser movido, dividiéndolo entre el peso total obteniendo el dato de cambio del centro de gravedad.

CR4.8 La carga se asegura que está bien amarrada, fijando los trinquetes de las cintas y ganchos, entre otros, para que no se mueva en ninguna de las situaciones del vuelo, asegurando la integridad de la aeronave.

RP5: Verificar la aeronave después de la caída de un rayo observando los elementos aviónicos, de radio, estructura y hélices, utilizando los equipos de comprobación y medida (polímetros, banco de pruebas, entre otros), reparando o sustituyendo los elementos deteriorados (hélices, batería, relés, fusibles, circuit breakers, cableado eléctrico, entre otros), utilizando la herramienta común (llaves de vaso, de codo, torquímetros, pelacables, alicate de electricista, entre otros) para restaurar la operatividad de la aeronave.

CR5.1 La batería, relés, fusibles, circuit breakers, cableado eléctrico, entre otros, se verifican visualmente por posibles daños (desperfectos o cortes) producidos por la caída del rayo, comprobando con el equipos de prueba y medida (polímetros, banco de pruebas, entre otros) daños por calentamiento y valores de conductividad diferentes de las masas en diferentes puntos, reparando o sustituyendo el cableado o elementos dañados, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, de codo, torquímetros, pelacables, alicate de electricista, entre otros), siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR5.2 La estructura primaria y secundaria se verifica, comprobando visualmente si pasa o no pasa luz en algún punto, utilizando un espejo y una luz fría, anotando daños y reportándolo al departamento de calidad para su valoración.

CR5.3 Las hélices de la aeronave se verifican visualmente, comprobando toda la superficie desde el encastrado a la punta de pala, observando que no se encuentran en mal estado,

utilizando el tapping testing o ultrasonidos escuchando o visualizando anomalías en el sistema, sustituyendo o reparando siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR5.4 La brújula eléctrica, brújula magnética, GPS, radar meteorológico, entre otros, se verifican visualmente en cabina con el equipo de diagnóstico, conectándose con los componentes aviónicos, observando que no tienen anomalías, reparando o sustituyendo siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CR5.5 El sistema de fuel (combustible), sistema de oil (aceite), sistemas 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, sobrettemperatura, 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).

MÓDULO FORMATIVO 1

Mantenimiento/repación de los motores de helicópteros con turbina de gas

Nivel:	3
Código:	MF2556_3
Asociado a la UC:	UC2556_3 - Mantener/repación los motores de helicópteros con turbina de gas
Duración (horas):	490
Estado:	Tramitación BOE

Capacidades y criterios de evaluación

C1: Aplicar el mantenimiento programado y no programado del motor utilizando, equipos de prueba y medida (endoscopio, calibre, galgas, entre otras), sustituyendo elementos y ejecutando operaciones marcadas en el Manual de Mantenimiento de la aeronave, garantizando su operatividad.

CE1.1 Explicar la verificación visual que se ejecuta en los testigos de filtros de combustible y el tapón magnético de aceite (CHIP DETECTOR), observando la saturación de filtro y las partículas magnéticas que contiene para descartar el desgaste de partes móviles del motor.

CE1.2 En un supuesto práctico realizar la verificación visual y sustitución de:

- La bancada del motor, paneles cortafuego, sellos de motor, tuberías neumáticas e hidráulicas y de combustible, entre otras.
- EL cableado de motor, las rampas de las bujías y a las cajas eléctricas.
- Los alabes del rotor de admisión y de escape.
- Las varillas de gasto de combustible y los mandos de cabina.
- El estado de los tornillos y tuercas de unión entre las diferentes etapas del motor turbina.
- Sustituir los elementos deteriorados o desgastados, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CE1.3 Explicar la verificación visual del árbol de transmisión entre la caja de engranajes principal y el motor turbo eje.

C2: Aplicar técnicas de diagnóstico de averías del motor y pruebas de generación eléctrica, verificando los elementos (alabes, estator, strut de salida, entre otros), ajustando y reparando aquellos que estén defectuosos, utilizando la herramienta manual y específica (llaves de vaso, extractores, llaves fijas, de codo, angulares, torquímetros, entre otros) y restaurando el funcionamiento de la unidad de potencia.

CE2.1 Aplicar procesos de control y reparación según el Manual de Mantenimiento del fabricante en la zona de entrada del motor (álabes de los estatores de entrada y la primera etapa), describiendo cada una de las fases.

CE2.2 Aplicar procesos de observación, verificación a las tapas y broches del capot en la salida de fan y salida de turbina de baja (alabes y tobera de escape), describiendo cada una de las fases, observando el estado y anotando los elementos deteriorados.

CE2.3 Explicar la comprobación del sistema de Generación Eléctrica de emergencia mediante una prueba operacional, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CE2.4 Explicar la técnica de verificación de las válvulas que conforman el sistema de sangrado de motor.

CE2.5 Aplicar la comprobación visual del compresor y la turbina de la primera etapa con sus álabes de alta y baja, los álabes de FAN de la primera etapa, la cámara de combustión, el rotor del compresor, la entrada en pérdida (stall), inyectores y caja de accesorios, entre otros, describiendo cada una de las fases.

CE2.6 Aplicar la comprobación visual y con los equipos de prueba y medida del sistema de encendido del motor (cable de encendido, bujías o excitador, entre otros), los termopares y la sonda de EGT, describiendo cada una de las fases.

C3: Aplicar técnicas de reparación en averías del motor, comprobando con los equipos de prueba y medida (calibres, polímetros, entre otros) su mal funcionamiento, localizando el fallo, las causas que lo provocan en cada caso, procediendo a su corrección, desmontando la unidad en cada caso, consultando el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CE3.1 Aplicar la verificación visual de la unidad de control de combustible, transmisor de flujo o bomba con los equipos de prueba y medida (polímetro, equipo de diagnosis, micrómetros, entre otros), sustituyendo la unidad o elementos deteriorados en cada caso y describiendo cada una de las fases.

CE3.2 Describir la técnica de reemplazo del motor y proceso de montaje, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, de codo, torquímetros, entre otros), reponiendo el fluido y el gas de los acumuladores del sistema hidráulico y neumático siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CE3.3 Explicar el proceso de verificación de la ECU del motor del sistema FADEC, realizando el test, diagnosticando avería y reparando en cada caso, restaurando la operatividad de la aeronave.

CE3.4 Aplicar el proceso de verificación del sistema de encendido del motor (cable de encendido, bujías o excitador, entre otros), los termopares y la sonda de EGT, utilizando los equipos de prueba y medida (polímetros, torquímetro, entre otros), reemplazando las LRU afectadas en cada caso y los elementos que estén fuera de valores de medida de referencia del Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CE3.5 Explicar la técnica de verificación de las partículas metálicas de la caja de accesorios, las pérdidas por el cambio del filtro de recuperación de aceite y la bomba del aceite, realizando un arranque automático o manual del motor.

CE3.6 Describir el proceso de comprobación visual de la bomba del hidráulico del motor, observando que no tiene pérdidas de fluido hidráulico y que no tiene signos evidentes de mal funcionamiento (ruidos o roces entre otros), reemplazándola en cada caso.

CE3.7 Cumplimentar un certificado de aptitud para un servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de una aeronave tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

C4: Aplicar la preservación y despreservación de motores de turbina por inactividad, desmontando y montando el motor y sus accesorios, realizando los ajustes y pruebas operacionales siguiendo las instrucciones de los Manuales de Mantenimiento de la Aeronave y del Motor.

CE4.1 En un supuesto práctico de preservar el motor, seguir las siguientes indicaciones:

- Simulación por 7 días, realizando un lavado previo de las secciones de turbina y compresores por desalinización y colocando las tapas de entrada y salida.

- Simulación por hasta 28 días, realizando un lavado previo y colocando saquitos desecantes con indicador de humedad, sellando todas las aberturas con plásticos y precintos que permitan ver los indicadores de humedad.

- Simulación por hasta 90 días, realizando un lavado previo, exterior del motor y de desalinización y recuperación de performances, examinando el coating protector por corrosión o daños superficiales, reparando en cada caso, lubricando todas las uniones y actuadores, desconectando las entradas de combustible al intercambiador de calor "oil-to-fuel", conectando la adecuada entrada de suministro de aceite y taponando, desconectando la tubería del divisor de flujo de combustible permitiendo la entrada de aceite preservante, drenando el combustible remanente, realizando un arranque en frío permitiendo que el aceite preservante se distribuya por todo el sistema de combustible, instalando tapones y tapas para prevenir la entrada de suciedad y humedad.

- Simulación por más de 90 días, realizando el procedimiento de hasta 90 días y cortando la válvula de suministro de combustible, desconectando el starter, drenando todo el aceite del motor haciendo girar el motor a muy bajas revoluciones y durante poco tiempo, retirando el filtro de aceite hasta que solo salgan 2 gotas por hora, rociando todo el motor con aceite preservante, lubricando solapas entre módulos, pernos, tornillería, entre otros, instalando tapones para prevenir entrada de suciedad y humedad, registrando la fecha de preservación en una tarjeta unida al motor, envolviendo el motor en plástico precintado que permita ver los indicadores de humedad.

- Simulación por más de 1 año, realizando el procedimiento de preserva de más de 90 días y desmontándolo de la aeronave mediante grúas, soltando mandos de control, cableado y tuberías, aflojando los pernos de los silentblocks y colocándolo en un contenedor adecuado.

CE4.2 Aplicar la comprobación del motor reacondicionado, realizando la puesta en marcha en banco de pruebas, verificando que todos los parámetros cumplen con las instrucciones marcadas en el Manual de Overhaul y de Componentes, certificando mediante formato 1, chequeando previamente que se han aplicado todos los boletines de servicio y directivas de aeronavegabilidad.

CE4.3 Aplicar la despreservación realizando los puntos de preserva para 90, más de 90 días y por un año, de forma inversa con las excepciones operacionales correspondientes al proceso.

C5: Aplicar revisión general (overhaul) del motor de turbina y sus accesorios, realizando el desmontaje, limpieza, reparación y sustituciones en cada caso, reensamblado y comprobando su funcionamiento, asegurando su completa conformidad con todas las tolerancias de servicio aplicables especificadas en las instrucciones del titular del certificado de tipo o del fabricante para la aeronavegabilidad continuada, siguiendo las instrucciones de los Manuales de Overhaul de Motor y Accesorios.

CE5.1 En un supuesto práctico de desmontaje del motor y sus accesorios, realizar:

- Colocación sobre la bancada de motores, realizando el lavado preliminar del motor.

- Desmontaje y limpieza del cableado eléctrico y componentes eléctricos, el sistema de combustible, intercambiadores de calor, bombas de aceite, generadores/arrancadores, entre otros.
- Desarme y limpieza de las secciones o conjuntos principales, caja de accesorios, sección de entrada, sección de compresores, cámara de combustión, sección de turbinas y escape, entre otros.
- Sometimiento de los elementos desmontados a comprobaciones dimensionales y ensayos no destructivos, verificando que no tienen daños superficiales y pérdida de coating.
- Protección de las piezas de aluminio, ferrosas y de magnesio, aplicando Alodine/Bonderite 1200 o imprimación y pintura en cada caso.

CE5.2 Aplicar el montaje del motor uniendo los elementos en orden inverso al desmontaje, siguiendo las indicaciones del Manual de Overhaul y de Componentes.

CE5.3 Aplicar la comprobación del motor reacondicionado, realizando la puesta en marcha en banco de pruebas, verificando que todos los parámetros cumplen con las instrucciones marcadas en el Manual de Overhaul y de Componentes, certificando mediante formato 1, chequeando previamente que se han aplicado todos los boletines de servicio y directivas de aeronavegabilidad.

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

C1 completa; C2 completa; C3 completa.; C4 completa; C5 completa.

Otras Capacidades:

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Demostrar resistencia al estrés, estabilidad de ánimo y control de impulsos.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

Valorar el talento y el rendimiento profesional con independencia del sexo.

Promover la igualdad de trato entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

Contenidos

1 Herramientas, materiales y equipos para los motores de helicópteros con turbina de gas

Tipos comunes de herramientas manuales. Tipos comunes de herramientas mecánicas. Manejo y utilización de herramientas de medición de precisión. Equipos y métodos de lubricación. Funcionamiento, función y utilización de equipos de comprobaciones eléctricas generales. Materiales de aeronaves Ferrosos. Materiales de aeronaves No ferrosos. Materiales compuestos y no metálicos. Corrosión. Dispositivos de fijación. Tuberías y empalmes. Resortes. Cojinetes. Transmisiones. Cables de mando. Cables eléctricos y conectores. Funcionamiento. Causas y efectos de la entrada en pérdida y la sobrecarga del compresor. Métodos de control de flujo de aire:

válvulas de sangrado, álabes guía variables de entrada, álabes variables de estator, álabes giratorios del estator. Relación de compresión.

2 Física, matemáticas y factores humanos aplicadas a los motores de turbina de gas

Aritmética. Álgebra. Geometría. Mecánica. Fuerzas, momentos y pares, representación como vectores. Centro de gravedad. Elementos de teoría de esfuerzos, deformaciones y elasticidad, tensión, compresión, esfuerzo cortante y torsión. Naturaleza y propiedades de los sólidos, los líquidos y los gases. Presión y flotabilidad en líquidos (barómetros). Movimiento rectilíneo: movimiento rectilíneo uniforme, movimiento uniformemente acelerado (movimiento sometido a la gravedad). Movimiento giratorio: movimiento circular uniforme (fuerzas centrífugas y centrípetas). Movimiento periódico: movimiento pendular. Teoría sencilla de la vibración, los armónicos y la resonancia. Relación de velocidades, brazo de palanca y rendimiento mecánico. Dinámica. Dinámica de fluidos. Termodinámica. Movimiento ondulatorio y sonido.

3 Legislación aplicada al mantenimiento de los motores de turbina de gas

Marco regulador. Papel de la Organización de Aviación Civil Internacional. Papel de la Comisión Europea. Papel de la EASA. Papel de los Estados miembros y las autoridades nacionales de aviación. Personal certificador. Mantenimiento. Comprensión detallada de la Parte 66. Empresas de mantenimiento aprobadas. Comprensión detallada de la Parte 145 y de la Parte M, subparte F. Operaciones aéreas. Certificado de Operador Aéreo. Certificación de aeronaves, componentes y equipos a) Generalidades. Comprensión general de la Parte 21 y especificaciones de certificación de la EASA CS-23, 25, 27, 29. b) Documentos. Certificado de aeronavegabilidad. Certificados restringidos de aeronavegabilidad y autorización de vuelo. Certificado de matrícula. Certificado de niveles de ruido. Distribución del peso. Licencia y autorización de emisora de radio. Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de las disposiciones de la Parte 21 relativas al mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de la Parte M. Requisitos nacionales e internacionales aplicables para (si no son anulados por los requisitos de la UE): a) Programas de mantenimiento, inspecciones y comprobaciones de mantenimiento. Directivas de aeronavegabilidad. Boletines de servicio, información de servicio de fabricantes. Modificaciones y reparaciones. Documentación de mantenimiento: manuales de mantenimiento, manual de reparación estructural, catálogo ilustrado de componentes, entre otros. Únicamente para las licencias A y B2: Lista maestra de equipamiento mínimo, lista de equipamiento mínimo, lista de desviaciones de despacho. b) Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Equipamiento mínimo. Vuelos de prueba. Únicamente para las licencias B1 y B2: Requisitos de mantenimiento y despacho ETOPS.

4 Motores a turbina

Energía potencial, energía cinética, leyes del movimiento de Newton, ciclo de Brayton. Relación entre fuerza, trabajo, potencia, energía, velocidad y aceleración. Disposición estructural y funcionamiento de motores turboreactores, turbofan, turboejes y turbohélices. Rendimiento del motor Empuje total y neto, empuje con tobera obstruida, distribución del empuje, empuje resultante, empuje en caballos, potencia equivalente al eje, consumo específico de combustible. Rendimiento del motor. Relación de derivación y relación de presiones del motor. Presión, temperatura y velocidad del caudal de gas. Valores nominales del motor, empuje estático, influencia de la velocidad, la altitud y las altas temperaturas, valores nominales a temperatura constante del gas de escape, limitaciones.

5 Admisión (ATA 72-20) y compresores (ATA 72-30)

Conductos de admisión al compresor. Efectos de diversas configuraciones de admisión. Protección antihielo. De tipo axial y centrífugo. Características de fabricación y aplicaciones y principios de funcionamiento. Equilibrado del ventilador. Funcionamiento. Causas y efectos de la entrada en pérdida y la sobrecarga del compresor. Métodos de control de flujo de aire: válvulas de sangrado, álabes guía variables de entrada, álabes variables de estator, álabes giratorios del estator. Relación de compresión.

6 Sección de combustión (ATA 72-40) y Escape (ATA 78-00)

Características de fabricación y principios de funcionamiento. Características de fabricación y principios de funcionamiento. Toberas convergentes, divergentes y de área variable. Reducción del ruido de los motores. Inversores de empuje.

7 Sistemas de interconexión de cableado eléctrico (EWIS) en el motor de turbina de gas

Manuales de Cableado. Inspección del Cableado. Mantenimiento y Limpieza. Conductores y Cables. Métodos de Conexión.

8 Sección de turbina (ATA 72-50)

Funcionamiento y características de los diferentes tipos de álabes de turbina. Encastre del álabe al disco. Álabes guía de tobera. Causas y efectos del esfuerzo y la termofluencia en los álabes de la turbina.

9 Cojinetes y juntas

Características de fabricación y principios de funcionamiento.

10 Sistemas de lubricación (ATA 79)

Lubricantes y combustibles. Propiedades y especificaciones. Aditivos del combustible. Precauciones de seguridad. Funcionamiento, descripción y componentes del sistema.

11 Sistemas de combustible del motor (ATA 73)

Funcionamiento de los sistemas de control del motor y medición del combustible, incluido el control electrónico del motor (FADEC). Descripción del sistema y sus componentes.

12 Sistemas de aire (ATA 75)

Funcionamiento de los sistemas de distribución de aire del motor y antihielo, incluso los servicios de enfriamiento interno, sellado y de aire exterior.

13 Almacenamiento y conservación de motores

Conservación de motores, accesorios y sistemas. Energía potencial, energía cinética, leyes del movimiento de Newton, ciclo de Brayton. Relación entre fuerza, trabajo, potencia, energía, velocidad y aceleración.

14 Sistemas de aumento de potencia (ATA 84)

Funcionamiento y aplicaciones. Inyección de agua, agua/metanol. Sistemas de poscombustión. Motores turbohélice. Turbina libre/acoplada por gas y turbinas acopladas por engranajes. Engranajes reductores. Controles integrados del motor y de la hélice. Dispositivos de seguridad contra sobrevelocidad. Motores turboeje (disposiciones, sistemas de transmisión, engranajes reductores, acoplamientos, sistemas de control). Instalaciones de grupos motopropulsores.

Configuración de mamparos cortafuegos, carenados, paneles acústicos, bancadas de motor, bancadas antivibración, tubos flexibles, tuberías, conductos de alimentación, conectores, mazos de cables, cables y varillas de mando, puntos de izado y drenaje). Sistemas de protección contra incendios (funcionamiento de los sistemas de detección y extinción). Supervisión de motores y operación en tierra: procedimientos de arranque y calentamiento en tierra. Interpretación de los parámetros y la potencia útil del motor. Análisis de tendencias (incluso el análisis del aceite, de vibraciones y el análisis mediante boroscopio). Inspección de motores y componentes respecto a los criterios, tolerancias y datos especificados por el fabricante del motor. Limpieza y lavado de compresores. Daños causados por objetos extraños.

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 m² por alumno o alumna.

Perfil profesional del formador o formadora:

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con el mantenimiento/reparación de los motores de helicópteros con turbina de gas, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

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

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

MÓDULO FORMATIVO 2

MANTENIMIENTO/REPARACIÓN DE LAS PALAS, ROTORES Y SISTEMAS DE INDICACIÓN DE HELICÓPTEROS

Nivel:	3
Código:	MF2553_3
Asociado a la UC:	UC2553_3 - MANTENER/REPARAR PALAS, ROTORES Y SISTEMAS DE INDICACIÓN DE HELICÓPTEROS
Duración (horas):	300
Estado:	BOE

Capacidades y criterios de evaluación

- C1:** Aplicar el mantenimiento programado y no programado de las palas del helicóptero y sus componentes, realizando inspecciones, pruebas operacionales según horas de vuelo, reemplazando elementos defectuosos e instrucciones recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, asegurando el vuelo.
- CE1.1** Describir el proceso de aseguramiento e instalación de fundas del helicóptero una vez que está parado y estacionado.
 - CE1.2** Describir el proceso de la técnica de inspección visual de las palas del rotor, por daños evidentes mediante Tap coin (golpeando con una moneda o con un martillo de inspección), por delaminaciones en palas de material compuesto mediante inspecciones especiales o ensayos no destructivos (N.D.T., Non Destructive Testing) y termografías, observando que no hay daños, cambiando las palas, matizando y puliendo, protegiendo y asegurando la resistencia estructural y la eficiencia aerodinámica de las palas del helicóptero.
 - CE1.3** Explicar la técnica de verificación de las vibraciones horizontales y verticales (en las revisiones por horas de la aeronave) con el banco de prueba (vibrex), observando que las oscilaciones están dentro de los parámetros contemplados en el Manual de Mantenimiento de la aeronave.
 - CE1.4** Explicar el proceso de ajuste de las palas, aflojando los pernos de apriete y graduando cada pala a la posición y reapretando con el torquímetro.
 - CE1.5** Explicar el proceso de inspección visual de las palas con los útiles específicos (dinamómetro, reloj comparador, calibres, entre otros), realizando ajustes en cada caso, cambiando los elementos defectuosos con la herramienta común y específica (llave de vaso, llaves fijas, de codo, torquímetro, entre otras) y midiendo con un dinamómetro o un manómetro (según el modelo de governor) la precarga del muelle de recuperación, obteniendo el mayor rendimiento en vuelo.
 - CE1.6** Describir la técnica de inspección visual de la cantidad de aceite de la caja reductora o transmisión principal del rotor por el dispositivo de nivel (ojo de buey, varilla, ventana, entre otros), verificando que la cantidad de aceite está dentro de los valores establecidos.
 - CE1.7** Explicar la técnica de verificación visual del tramo del rotor de cola y de la transmisión principal a la caja reductora.
- C2:** Aplicar el mantenimiento programado y no programado, diagnosis de averías y reparación de la cabeza de rotor principal, antipar y las palas del helicóptero,

sustituyendo elementos para garantizar su operatividad, utilizando el Manual de Mantenimiento de la Aeronave y los equipos necesarios para su realización (báscula de precisión, galgas, bancadas, entre otras).

CE2.1 Describir la técnica de comprobación visual del revestimiento de las palas de rotor principal y auxiliar, buscando deformaciones, golpes, daños en el borde de salida, borde de ataque y todos sus elementos tabs, casquillos de fijación, entre otros.

CE2.2 Describir el método de comprobación visual del intradós y extradós, verificando que no existen daños, siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CE2.3 Explicar el sistema de revisión de las palas, los elementos de reglaje de las palas (flechas de batimiento y arrastre, entre otros), los anti-hielo, mediante un test de funcionalidad y midiendo el peso, verificando las medidas con las dadas por el manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CE2.4 Explicar la técnica de revisión visual de la cabeza y mástil del rotor principal y anti-par, reparando los elementos deteriorados sustituyéndolos por unos nuevos en cada caso, asegurando la integridad del conjunto del rotor.

CE2.5 Describir la técnica de revisión visual de los diferentes sub-conjuntos, la cabeza de rotor, barras de suspensión, bieletas de mando, conjuntos muñón mangueta, entre otros, observando fallos de los elementos (grietas, cuarteados, deformados y rasgados).

CE2.6 Explicar el método de engrasado de los puntos críticos de los rotores, cabezas de rotor, muñones, manguetas, cojinetes, entre otros, asegurando renovación de la grasa y comprobando visualmente el estado de los retenes cambiándolos en cada caso para tener la menor fricción posible entre elementos.

CE2.7 Aplicar diagnóstico de la cabeza de rotor anti-par, utilizando los equipos de prueba y medida (galgas, calibres, bancadas, entre otros) y realizando pruebas funcionales recogidas en el Manual de Mantenimiento la Aeronave, asegurando el funcionamiento del conjunto del sistema.

CE2.8 Explicar el método de comprobación visual del árbol de transmisión, su sujeción y su estado, entre la caja de engranajes principal y el motor, comprobando la ausencia de deformaciones, grietas, entre otras, siguiendo las instrucciones recogidas en el Manual de Mantenimiento de la aeronave y el Manual de Reparaciones Estructurales.

C3: Aplicar el mantenimiento programado y no programado, diagnosis de averías y reparación del sistemas de transmisión del helicóptero, comprobando las cajas principal, intermedia y de cola, los retenes o juntas, los alambres que aseguran los tornillos, los sensores y el cableado, entre otras, comprobándolo visualmente y con los equipos de prueba y medida (polímetro y equipo de diagnóstico) sus elementos, realizando ajustes o sustituyendo por unos nuevos, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, para transmitir la potencia del motor al sistema.

CE3.1 Aplicar métodos de comprobación de las cajas del sistema de transmisión principal, intermedia y de cola, realizando diagnósticos visuales, pruebas con los útiles de medida (galgas, torques, entre otras) en cada caso, reparando los elementos afectados, siguiendo los pasos marcados por el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CE3.2 Describir la técnica de verificación visual del nivel de aceite, saturación del filtro y el tapón de llenado de la transmisión principal y transmisión intermedia, observando a través de la mirilla de nivel que el fluido se encuentra entre el máximo y mínimo, rellenando de aceite fluido hidráulico en cada caso.

CE3.3 Describir el método de verificación del movimiento del eje de transmisión al rotor de cola haciéndolo girar en un sentido y comprobando que en el otro no gira, comprobando con la mano su anclaje a la estructura y el apriete con el torquímetro, asegurando el anclaje de la transmisión al rotor.

CE3.4 Explicar el método de verificación visual de los retenes o juntas de todos los elementos conectados a la caja de transmisión principal (generadores, bombas de hidráulicas, sondas termostáticas, manocontactores de presión, entre otros), observando su fijación y ausencia de fugas, cambiándolos por unos nuevos en cada caso, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CE3.5 Explicar la técnica de verificación visual en los flectores o cardan del tramo de transmisión que se encuentran entre la caja de engranajes principal y la de cola, buscando desgastes, deformaciones, sobreesfuerzos, entre otros, sustituyendo los que se encuentren en mal estado.

CE3.6 Describir el proceso de revisión visual del cableado de todos los elementos conectados a ambas cajas de engranajes, testeando con los equipos de comprobación (polímetros, equipo de pruebas, entre otros), siguiendo el manual técnico de la aeronave.

CE3.7 Explicar la técnica de verificación visual de los alambres que aseguran los tornillos de las cajas de engranajes, las luces del sensor de transmisión principal e intermedia.

CE3.8 Explicar el método de comprobación del sensor de desgaste del sistema de transmisión, desmontando el conector y comprobando que no existen partículas metálicas excesivas en la zona del imán.

CE3.9 Explicar el método de comprobación de los dientes interiores del coupling, observando la huella de desgaste y las holguras entre engranajes, desmontando e inspeccionando por grietas y corrosión, cambiando los elementos deteriorados en cada caso.

C4: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas de indicación y control de los rotores y las cajas de engranajes, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales que pueden requerir simulaciones complejas o el uso de bancos de prueba externos, efectuando medidas con equipos de comprobación y diagnóstico (polímetros, osciloscopios, analizadores discretos, entre otros), dando respuesta a los reportes de mantenimiento y reemplazando los elementos defectuosos que no superen las pruebas recogidas en el Manual de Mantenimiento y los documentos de ingeniería aplicados en el mantenimiento aeronáutico para restaurar la operatividad del sistema.

CE4.1 Aplicar el mantenimiento/reparación de los sistemas de indicación, instrumentos de presión y temperatura de las cajas de engranajes principal, intermedia y de cola, indicador de torque y el doble instrumento de RPM motor/rotor, dando respuesta a las averías detectadas, asegurando la operatividad del conjunto motor/es, cajas reductoras y rotores.

CE4.2 Exponer la verificación de los componentes periféricos de los sistemas de control de paso, transmisores de posición, actuadores eléctricos e hidráulicos, captadores de vibración, entre otros, ajustando, modificando o sustituyendo los elementos que no cumplan los parámetros técnicos.

CE4.3 Aplicar comprobación de los computadores de control, así como los instrumentos instalados en el Cockpit de indicación de paso, presión, temperatura, torque, RPMs, realizando pruebas operacionales y ajustando, modificando o desechando los elementos que no cumplan

los requisitos técnicos operativos, recuperando la fiabilidad de los controles e indicaciones en cabina.

CE4.4 Explicar la inspección visual de los componentes o elementos desmontados, comprobando su funcionamiento, y dependiendo del nivel de los daños observados, son desechados, reparados o enviados a talleres especializados para su recuperación.

CE4.5 Describir la inspección por daños de las redes de cableado eléctrico de los sistemas de control e indicación de los rotores y cajas de engranajes, según procedimientos de inspección Electrical Wiring Interconnect System (EWIS).

CE4.6 Aplicar la verificación de los bancos de prueba y equipos de comprobación de instrumentos de presión y temperatura de las cajas de engranajes principal, intermedia y de cola, indicador de torque y el doble instrumento de RPM motor/rotor, dispositivos de mando, dispositivos de medidas eléctricas, dispositivos electromagnéticos, circuitos de protección de instalaciones eléctricas, para su uso en las pruebas operativas realizadas a la aeronave.

CE4.7 Cumplimentar un certificado de aptitud para un servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de una aeronave tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

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

C1 completa; C2 completa; C3 completa; C4 completa.

Otras Capacidades:

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Demostrar resistencia al estrés, estabilidad de ánimo y control de impulsos.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

Valorar el talento y el rendimiento profesional con independencia del sexo.

Promover la igualdad de trato entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

Contenidos

1 Herramientas, materiales y equipos para las palas, rotores y sistemas de indicación de helicópteros

Tipos comunes de herramientas manuales. Tipos comunes de herramientas mecánicas. Manejo y utilización de herramientas de medición de precisión. Equipos y métodos de lubricación. Funcionamiento, función y utilización de equipos de comprobaciones eléctricas generales.

Materiales de aeronaves Ferrosos. Materiales de aeronaves No ferrosos. Materiales compuestos y no metálicos. Corrosión. Dispositivos de fijación. Tuberías y empalmes. Resortes. Cojinetes. Transmisiones. Cables de mando. Cables eléctricos y conectores.

2 Física y matemáticas en el mantenimiento de las palas, rotores y sistemas de indicación de helicópteros

Aritmética. Álgebra. Geometría. Mecánica. Fuerzas, momentos y pares, representación como vectores. Centro de gravedad. Elementos de teoría de esfuerzos, deformaciones y elasticidad, tensión, compresión, esfuerzo cortante y torsión. Naturaleza y propiedades de los sólidos, los líquidos y los gases. Presión y flotabilidad en líquidos (barómetros). Movimiento rectilíneo: movimiento rectilíneo uniforme, movimiento uniformemente acelerado (movimiento sometido a la gravedad). Movimiento giratorio: movimiento circular uniforme (fuerzas centrífugas y centrípetas). Movimiento periódico: movimiento pendular. Teoría sencilla de la vibración, los armónicos y la resonancia. Relación de velocidades, brazo de palanca y rendimiento mecánico. Dinámica. Dinámica de fluidos. Peso específico y densidad. Viscosidad, resistencia fluida, efectos de las formas aerodinámicas. Termodinámica. Movimiento ondulatorio y sonido.

3 Legislación aplicada al mantenimiento de las palas, rotores y sistemas de indicación de helicópteros

Marco regulado. Papel de la Organización de Aviación Civil Internacional. Papel de la Comisión Europea. Papel de la EASA. Papel de los Estados miembros y las autoridades nacionales de aviación. Personal certificador. Mantenimiento. Comprensión detallada de la Parte 66. Empresas de mantenimiento aprobadas. Comprensión detallada de la Parte 145 y de la Parte M, subparte F. Operaciones aéreas. Certificado de Operador Aéreo. Certificación de aeronaves, componentes y equipos a) Generalidades. Comprensión general de la Parte 21 y especificaciones de certificación de la EASA CS-23, 25, 27, 29. b) Documentos. Certificado de aeronavegabilidad. Certificados restringidos de aeronavegabilidad y autorización de vuelo. Certificado de matrícula. Certificado de niveles de ruido. Distribución del peso. Licencia y autorización de emisora de radio. Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de las disposiciones de la Parte 21 relativas al mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de la Parte M. Requisitos nacionales e internacionales aplicables para (si no son anulados por los requisitos de la UE): a) Programas de mantenimiento, inspecciones y comprobaciones de mantenimiento. Directivas de aeronavegabilidad. Boletines de servicio, información de servicio de fabricantes. Modificaciones y reparaciones. Documentación de mantenimiento: manuales de mantenimiento, manual de reparación estructural, catálogo ilustrado de componentes, entre otros. Únicamente para las licencias A y B2: Lista maestra de equipamiento mínimo, lista de equipamiento mínimo, lista de desviaciones de despacho. b) Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Equipamiento mínimo. Vuelos de prueba. Únicamente para las licencias B1 y B2: Requisitos de mantenimiento y despacho ETOPS.

4 Transmisiones (ATA 65). Teoría del vuelo, aerodinámica del ala giratoria. Reglaje de la pala y análisis de la vibración (ATA 18)

Cajas de engranajes de los rotores principal y de cola. Embragues, unidades de rueda libre y frenos de rotor. Transmisiones del rotor de cola, acoplamiento elástico, cojinetes, amortiguadores de vibraciones y soportes de cojinetes. Ángulo de ataque de la pala. Vibraciones y resonancia. Inspección de engranajes, holguras entre dientes. Inspección de correas y poleas, cadenas y ruedas dentadas. Inspección de gatos de tornillo, aparatos de palanca, sistemas de varilla de doble efecto. Tipos de engranajes y sus aplicaciones. Relación de transmisión, sistemas de engranajes de reducción y multiplicación, engranajes conductores y conducidos, engranajes intermedios, formas

de engranes. Correas y poleas, cadenas y ruedas dentadas. Alineación del rotor. Reglaje del rotor principal y del rotor de cola. Equilibrado estático y dinámico. Tipos de vibración y métodos para reducirla. Resonancia en tierra. Terminología. Efectos de la precesión giroscópica. Par de reacción y control direccional. Disimetría de la sustentación, entrada en pérdida de la punta de la pala. Tendencia a la traslación y su corrección. Efecto de Coriolis y compensación. Anillo turbillonario, asentamiento con potencia, exceso de ángulo de paso. Autorrotación. Efecto suelo.

5 Sistemas de indicación (ATA 31). Sistemas de mando de vuelo (ATA 67)

Temperatura de los gases de escape/temperatura entre etapas de la turbina.

Indicación del empuje del motor: relación de presión del motor, presión de descarga de la turbina del motor o sistemas de presión del turbo inyector. Temperatura y presión del aire. Presión y caudal de combustible. Velocidad del motor. Medición e indicación de la vibración. Par motor. Potencia. Palanca del paso cíclico. Palanca del paso colectivo. Plato oscilante. Control de guiñada: control antipar, rotor de cola, aire de sangrado. Cabeza del rotor principal: diseño y características de funcionamiento. Amortiguadores de palas: función y estructura. Palas del rotor: estructura y encastrado de las palas del rotor principal y del rotor de cola. Mando de compensación, estabilizadores fijos y variables. Funcionamiento del sistema: manual, hidráulico, eléctrico, mando electrónico. Sensación artificial. Equilibrado y reglaje.

Parámetros de contexto de la formación

Espacios e instalaciones

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

- Taller. Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación.
- Instalación de 2 m² por alumno o alumna.

Perfil profesional del formador o formadora:

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con el mantenimiento/reparación de las palas, rotores y sistemas de indicación de helicópteros, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

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

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

MÓDULO FORMATIVO 3

Mantenimiento/repación de la Unidad de Potencia Auxiliar (APU), componentes del sistema de combustible y sistemas auxiliares de los helicópteros con motor de turbina

Nivel:	3
Código:	MF2557_3
Asociado a la UC:	UC2557_3 - Mantener/repación de la Unidad de Potencia Auxiliar (APU), componentes del sistema de combustible y sistemas auxiliares de helicópteros con motor de turbina
Duración (horas):	360
Estado:	Tramitación BOE

Capacidades y criterios de evaluación

- C1:** Aplicar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas de carga del helicóptero, pedestal del piloto, autotest de la baliza, cartuchos explosivos, ventilación de cabina, balizas de emergencia, piloto automático, corta-cable, realizando verificación visual o comprobaciones con los equipos de prueba y medida (equipos de diagnóstico, multímetro o polímetro), observando su funcionalidad, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, asegurando la funcionalidad de los sistemas auxiliares.
- CE1.1** Describir la técnica de ajuste del indicador de carga siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.
 - CE1.2** Describir el proceso de comprobación del autotest de la baliza de emergencia, observando el piloto de la unidad de control.
 - CE1.3** Aplicar la técnica de verificación de los cartuchos explosivos de los extintores de los motores y la bobina de encendido, observando que la fecha de los detonadores responde a la fecha de caducidad y que el rango de resistencias entre los terminales está dentro de los límites contenidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, utilizando el equipo de prueba y medida (multímetro o polímetro), sustituyendo los cartuchos en cada caso.
 - CE1.4** Describir el proceso de comprobación visual del sistema de altavoces, megafonía, micrófono, sirena y pulsador de control, observando que no están deteriorados, que están anclados fijos al fuselaje y que al conectar el interruptor que los controla en "ON", hay consumo de energía en el amperímetro, sustituyendo los elementos deteriorados por unos nuevos, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, torquímetros, entre otras).
 - CE1.5** Explicar la técnica de verificación visual de los corta-cables de la cabina, observando que no hay deterioros evidentes en sus cuchillas y reapretando los tornillos de unión al fuselaje con el torquímetro, sustituyéndolo con herramienta común (llaves de vaso, fijas, torquímetros, entre otras), renovando el elemento.
- C2:** Aplicar el mantenimiento programado y no programado de ventilación de cabina, bombona de descarga de aire, detectores de humo, mandos eléctricos, indicador

de posición de la computadora del piloto automático y pedestal del piloto realizando verificación visual o comprobaciones con los equipos de prueba y medida (equipos de diagnóstico, multímetro o polímetro), observando su funcionalidad, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, asegurando la funcionalidad de los sistemas auxiliares.

CE2.1 Describir el método de verificación de la ventilación de cabina que suministra aire desde su parte superior y se distribuye en el interior sin obstrucción.

CE2.2 Describir la técnica de verificación de la bombona de descarga de aire accionando la válvula de seguridad y con sus fijaciones, recargando de aire en cada caso (verde ok; rojo recargar).

CE2.3 Aplicar procesos de verificación de los mandos eléctricos y el indicador de posición de la computadora del piloto automático, accionando y observando que el actuador del motor extiende o retrae los eslabones, realizando diagnóstico básico con el equipo de prueba y medida (equipo de diagnóstico, polímetro, entre otros), reparando o sustituyendo, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CE2.4 Explicar la técnica de verificación visual del interruptor del gancho (HOIST) de corte de emergencia de grúa de rescate situado en el pedestal del piloto, comprobando que está desactivado y con la caperuza protectora (la guarda) puesta y el hilo de cobre de seguridad sin romper en cada caso, activando el interruptor de suelta de carga y comprobando su funcionamiento.

CE2.5 Describir el proceso de verificación de los detectores de humo (ionización, fotoeléctrico, CO, entre otros), realizando una prueba funcional desde cabina, pulsando el interruptor y observando que la luz del amplificador pasa de intermitente hasta hacerse fija en aviso rojo "Fire detector", reparando o sustituyendo en cada caso.

C3: Aplicar el mantenimiento programado y no programado del sistema antihielo y lluvia, cuna o cesta, espejos exteriores, cartuchos explosivos de extinción fuego motor, realizando verificación visual o comprobaciones con los equipos de prueba y medida (equipos de diagnóstico, multímetro o polímetro), observando su funcionalidad siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, asegurando la funcionalidad de los sistemas auxiliares.

CE3.1 Aplicar técnica de verificación visual del sistema antihielo (indicador de temperatura de gases de escape, interruptor de la calefacción de cabina y palanca para desempañar los cristales) con los equipos de prueba y medida (equipo de diagnóstico, polímetro, entre otros), haciéndolo funcionar o analizando las señales eléctricas, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CE3.2 Describir la técnica de verificación visual de los espejos exteriores, comprobando las uniones al fuselaje y los cristales, verificando que no hay signos de corrosión o tornillos flojos, reparando o reapretando en cada caso, con el torquímetro y siguiendo los procesos de reacondicionamiento, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CE3.3 Explicar el método de verificación visual de la cuna o cesta, observando que la cuna o cesta donde se aloja el bambi bucket para las descargas de agua del helicóptero está sin daños, grietas o golpes, reparando o sustituyendo los elementos en cada caso con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, torquímetros, entre otras).

CE3.4 Aplicar técnicas de verificación de las luces de aterrizaje y búsqueda, presionando el interruptor de cuatro posiciones en el mando colectivo y comprobando que hacen los movimientos de retracción y extensión, elevación y giro, que se encienden y apagan, sustituyendo por bombillas de igual potencia en cada caso, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, torquímetros, entre otras), asegurando la visualización de la Aeronave en la noche.

CE3.5 Explicar el método de inspección visual del agujero del gancho de carga, comprobando que no tiene signos de corrosión, que la goma no está despegada, que el gancho abre y cierra con la mano, garantizando que el conector no esté dañado, sustituyendo la goma, limpiando y desengrasando la zona, matizando con scotch brite y aplicando adhesivo o reparando en cada caso.

CE3.6 Describir la técnica de verificación de las grúas laterales de elevación y sus elementos (guarda de cables, cables, gancho, árbol giratorio y torno), comprobando que no tienen roturas, cables deshilachados, marcas de excesivo desgaste, corrosión, entre otras, sustituyendo o reparando los elementos, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CE3.7 Explicar la técnica de verificación visual de los limpiaparabrisas realizando limpieza con un trapo limpio y comprobando la ausencia de grietas o roturas de la goma, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, desmontándolos con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, torquímetros, destornilladores, entre otras).

CE3.8 Aplicar proceso de verificación visual del tubo Pitot, comprobando que no tenga daños, desmontándolo con un destornillador y realizando pruebas de medida eléctrica (tensión y resistencia), sustituyéndolo por uno nuevo en cada caso.

C4: Aplicar el mantenimiento programado y no programado del sistema de combustible, estructura de los depósitos, su ventilación, distribución y generación de gas inerte, realizando inspecciones, pruebas operacionales, reemplazando elementos defectuosos y reparando averías, siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento del helicóptero, para aportar combustible al motor durante el vuelo.

CE4.1 Describir el proceso de verificación visual del indicador de combustible, temperatura, presión (alta y baja), interruptores de las bombas, selección de depósito, xfeed (para el fallo de las bombas), comprobando que indican los datos de los depósitos y que se activan los seleccionados en cada opción (left, right o total), desmontando, reparando o sustituyendo, los elementos que estén en mal estado, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, de codo, planas, torquímetro, destornilladores, entre otros) y con el polímetro para comprobaciones básicas eléctricas (resistencia, tensión e intensidad), obteniendo toda la información del sistema de combustible.

CE4.2 Explicar la técnica de verificación visual del indicador (FUEL QUANTITY) de cantidad de combustible, las tuberías, galerías de distribución de combustible, depósito, bombas reforzadoras, válvulas de carga, cierre y selectoras, comprobando que no hay roturas, arañazos, que indique la cantidad de gasolina/queroseno disponible en el depósito, que no tienen grietas o cuarteados, asegurando la alimentación del motor, sustituyendo los elementos deteriorados, siguiendo el Manual de Mantenimiento del fabricante.

CE4.3 Aplicar el proceso de verificación del depósito, observando que está exento de agua, analizando el combustible y asegurando la calidad.

CE4.4 Describir el proceso de verificación visual de la bomba, válvula de drenaje, de vaciado, flaper, interruptor del flotador y de flujo, tornillos y juntas, comprobando que no hay signos de deterioro (corrosión, roces, elementos sueltos, entre otros), sustituyéndolos por unos nuevos,

utilizando la herramienta común (llaves de vaso, de codo, planas, torquímetro, destornilladores, entre otros), cambiando las juntas y asegurando que los tornillos de los registros están apretados, controlando la estanqueidad y reparto del combustible.

CE4.5 Aplicar proceso de verificación de los sistemas de medición de cantidad (varillas, aforadores, sondas capacitivas, compensadores), temperatura del combustible, aforadores y su varillaje, la válvula de alimentación cruzada y el transductor de presión de combustible, comprobando que están en posición y que se mueven libremente, reparando o sustituyendo, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

CE4.6 Explicar la técnica de inspección visual de la estructura exterior del depósito, racores, posibles accesos, intercambiador de calor (calentador de combustible), observando con un trapo posibles fugas en las tuberías de entrada y salida de combustible y aceite, sustituyendo el conjunto completo si es desmontable o empleando sellantes resistentes a hidrocarburos para eliminar fugas si es un tanque estructural, siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave, asegurando la contención y el calentamiento del fluido.

CE4.7 Describir la comprobación visual de las zonas centrales del tanque de combustible, estructura exterior (tanque de fibra de carbono) y los cables de masa del interior y exterior, observando que no tienen rozaduras o arañazos profundos que dañen el barniz antifugas (vapor barrier), burbujas, daños en la malla de bronce, suficientes hilos trenzados uniendo ambos terminales, comprobando fugas de combustible, sustituyendo el depósito en cada caso.

CE4.8 Explicar el proceso de comprobación visual de las tuberías de sistemas hidráulicos, observando su estanqueidad, revisando que no rozan con los pasamuros de los mamparos, ni con otros tubos, que están fijadas con bridas metálicas y con las gomas de aislamiento a la estructura, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, de codo, planas, torquímetro, destornilladores, entre otros), asegurando los anclajes.

CE4.9 Explicar la técnica de inspección visual de los tubos de ventilación, las válvulas y la rejilla del exterior del depósito, comprobando la unión entre ellos, que se mueven libremente, evitando que se cuele combustible y que estén libres de obstrucción, limpiando o sustituyendo los elementos según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, asegurando un alivio de los gases generados en su interior.

C5: Aplicar el mantenimiento programado de la unidad de potencia (APU), comprobando el aceite, las compuertas y realizando una prueba generación eléctrica, entre otras, garantizando su funcionamiento, poniendo en marcha el helicóptero.

CE5.1 Explica proceso de comprobación visual de los paneles de acceso y entrada de aire de la APU, garantizando que no están dañados o deteriorados (golpes, óxidos, remaches saltados, entre otras) y asegurados, para proteger y refrigerar la unidad.

CE5.2 Explicar el proceso de comprobación del mástil de drenaje y escape de la APU, verificando las pérdidas de aceite y combustible (manchas de fluido, oxidación, entre otras), anotando las anomalías para su reparación o sustitución.

CE5.3 Explicar el procedimiento de verificación del cortafuego de la APU, sustituyendo los elementos deteriorados en cada caso, asegurando que la APU no ha sufrido daños por sobrecalentamiento.

CE5.4 Explicar la comprobación del nivel de aceite, observando en cabina a través de la MCDU, comprobando en la pantalla que el nivel de aceite se encuentre "OK", rellenando, sustituyendo, en cada caso, observando que el nivel es el indicado en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, asegurando la cantidad suficiente para el engrase de la unidad.

C6: Aplicar técnicas de diagnóstico de averías en la APU y sus sistemas de indicación, localizando fallo/fallos, causa/causas que las provocan, reemplazando la unidad o sus elementos deteriorados en cada caso, corrigiéndolo y garantizando su funcionamiento, para el arranque del helicóptero.

CE6.1 Aplicar proceso de comprobación del pulsador de parada de emergencia en caso de incendio de la APU, arrancando la APU y accionando el interruptor, comprobando que se para el motor.

CE6.2 Aplicar test operacional de la APU mediante un test operacional de funcionamiento, comprobando visualmente en el display de la cabina los parámetros del arranque, velocidad, temperatura, funcionamiento del starter, tiempo de aceleración y consumo de aceite, entre otros, asegurando que los datos están dentro de los valores según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CE6.3 Aplicar proceso de comprobación de la compuerta de entrada de aire de la APU, verificando que abre y cierra cuando accionamos el pulsador situado en cabina para el encendido de la APU, sustituyéndolo en cada caso, quitando las tuercas, tornillos, conector eléctrico y la masa estructural del actuador con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, torquímetro, entre otras), reparando o sustituyendo los elementos deteriorados.

CE6.4 Describir el proceso de reemplazo de la APU, configurando la aeronave, despresurizando los sistemas hidráulicos, anotando las horas y ciclos mediante la MCDU situada en cabina, saltando y asegurando los breakers correspondientes.

CE6.5 Describir el proceso de reemplazo de la APU, abriendo las puertas de acceso y desconectando los conectores eléctricos, generador de la APU, starter y líneas de combustible, vaciando el fluido hidráulico, entre otros, quitando los tornillos de los mount e izando el útil de extracción, anclándolo con la unidad y procediendo a su bajada, utilizando los equipos de extracción de fluido y con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, torquímetro, entre otras) para independizarlo del bastidor de la Aeronave.

C7: Aplicar el abastecimiento y vaciado de combustible de la aeronave, realizando la conexión de la manguera de repostaje, utilizando los equipos de llenado, seleccionando el tipo de combustible, controlando los equipos de emergencia, desconectando la alimentación eléctrica, asegurando el llenado y/o drenaje de los tanques de carburante.

CE7.1 Aplicar criterios de selección del combustible en función del tipo de unidad de potencia utilizada en la aeronave (motor a turbina, de explosión o de combustión, entre otras), consultando el Manual de Mantenimiento de la aeronave, asegurando el grado del producto.

CE7.2 Explicar el procedimiento de comprobación antes de cada carga/descarga, verificando la tarjeta de identificación de extintores, tipo de extintor y categoría, pegatina de revisión y mirilla de estado (verde o rojo), asegurando el dispositivo de emergencia.

CE7.3 Ejecutar las operaciones de seguridad de repostaje, evitando utilizar herramientas que puedan generar chispas o fuego y controlando acciones relativas a objetos que puedan emitir ondas o luz (teléfonos móviles, laser, entre otras), evitando el riesgo de explosión y/o fuego.

CE7.4 Ejecutar la desconexión de la batería y calzado de las ruedas, observando que el interruptor de master se encuentra en "off" que las palas de rotor de cola están ancladas y la aeronave conectada a masa.

CE7.5 Simular el abastecimiento de combustible, comprobando que la zona está libre de objetos (FOD), creando una zona de seguridad para el personal, que la manguera de suministro está completamente estirada en la superficie de la plataforma y el boquerel conectado, engancho el cable de equilibrio de potencial de cargas electrostáticas o pinza en el lugar

asignado en el Manual de Mantenimiento de la aeronave y explicando el control de la presión diferencial con los manómetros de presión del equipo de llenado, manteniendo el control de la carga de carburante.

CE7.6 Aplicar operación de reseteo del contador de la bomba de suministro introduciendo en el display la cantidad a repostar (litros o libras), pulsando el interruptor que permite la salida de combustible por el boquerel, quitando la manguera cuando hayamos concluido la operación, soltando el equipo de llenado del depósito y desconectando el cable de equilibrio de potencial.

CE7.7 Aplicar el procedimiento de comprobación de la cuba (fija o móvil) y los depósitos de la aeronave, comprobando el combustible contenido a través de las pastillas de análisis y una jeringa, observando que está libre de agua, drenando en cada caso, liberándolos de agua e impurezas contenidas.

CE7.8 Aplicar la descarga de los depósitos de combustible, utilizando el equipo de extracción (bomba de succión) o manualmente, quitando el tapón de drenaje, utilizando una cisterna o barriles asignados a cada fluido concreto (gasolina, queroseno, diésel) identificados con la pegatina de homologación o almacenaje para su reciclaje, controlando la limpieza de carburante derramado en cada caso, asegurando que las zonas calientes y eléctricas no están contaminadas.

CE7.9 Cumplimentar un certificado de aptitud para un servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de una aeronave tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

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

C1 completa; C2 completa; C3 completa; C4 completa; C5 completa; C6 completa; C7 completa.

Otras Capacidades:

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Demostrar resistencia al estrés, estabilidad de ánimo y control de impulsos.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

Valorar el talento y el rendimiento profesional con independencia del sexo.

Promover la igualdad de trato entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

Contenidos

1 Herramientas, materiales y equipos para la Unidad de Potencia Auxiliar (APU), componentes del sistema de combustible y sistemas auxiliares de helicópteros con motor de turbina

Tipos comunes de herramientas manuales. Tipos comunes de herramientas mecánicas. Manejo y utilización de herramientas de medición de precisión. Equipos y métodos de lubricación. Funcionamiento, función y utilización de equipos de comprobaciones eléctricas generales. Materiales de aeronaves Ferrosos. Materiales de aeronaves No ferrosos. Materiales compuestos y no metálicos. Corrosión. Dispositivos de fijación. Tuberías y empalmes. Resortes. Cojinetes. Transmisiones. Cables de mando. Cables eléctricos y conectores.

2 Física y matemáticas aplicadas en el en el mantenimiento del APU, de los componentes del sistema de combustible y sistemas auxiliares de helicópteros con motor a turbina

Aritmética. Álgebra. Geometría. Mecánica. Fuerzas, momentos y pares, representación como vectores. Centro de gravedad. Elementos de teoría de esfuerzos, deformaciones y elasticidad, tensión, compresión, esfuerzo cortante y torsión. Naturaleza y propiedades de los sólidos, los líquidos y los gases. Presión y flotabilidad en líquidos (barómetros). Movimiento rectilíneo: movimiento rectilíneo uniforme, movimiento uniformemente acelerado (movimiento sometido a la gravedad). Movimiento giratorio: movimiento circular uniforme (fuerzas centrífugas y centrípetas). Movimiento periódico: movimiento pendular. Teoría sencilla de la vibración, los armónicos y la resonancia. Relación de velocidades, brazo de palanca y rendimiento mecánico. Dinámica. Dinámica de fluidos. Termodinámica. Movimiento ondulatorio y sonido.

3 Legislación aplicada en el mantenimiento de los componentes del sistema de APU, combustible y sistemas auxiliares de helicópteros con motor turbina

Marco regulador. Papel de la Organización de Aviación Civil Internacional. Papel de la Comisión Europea. Papel de la EASA. Papel de los Estados miembros y las autoridades nacionales de aviación. Personal certificador. Mantenimiento. Comprensión detallada de la Parte 66. Empresas de mantenimiento aprobadas. Comprensión detallada de la Parte 145 y de la Parte M, subparte F. Operaciones aéreas. Certificado de Operador Aéreo. Certificación de aeronaves, componentes y equipos a) Generalidades. Comprensión general de la Parte 21 y especificaciones de certificación de la EASA CS-23, 25, 27, 29. b) Documentos. Certificado de aeronavegabilidad. Certificados restringidos de aeronavegabilidad y autorización de vuelo. Certificado de matrícula. Certificado de niveles de ruido. Distribución del peso. Licencia y autorización de emisora de radio. Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de las disposiciones de la Parte 21 relativas al mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de la Parte M. Requisitos nacionales e internacionales aplicables para (si no son anulados por los requisitos de la UE): a) Programas de mantenimiento, inspecciones y comprobaciones de mantenimiento. Directivas de aeronavegabilidad. Boletines de servicio, información de servicio de fabricantes. Modificaciones y reparaciones. Documentación de mantenimiento: manuales de mantenimiento, manual de reparación estructural, catálogo ilustrado de componentes, entre otros. Únicamente para las licencias A y B2: Lista maestra de equipamiento mínimo, lista de equipamiento mínimo, lista de desviaciones de despacho. b) Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Equipamiento mínimo. Vuelos de prueba. Únicamente para las licencias B1 y B2: Requisitos de mantenimiento y despacho ETOPS.

4 Sistemas de combustible (ATA 28)

Descripción del sistema. Depósitos de combustible. Sistemas de suministro. Vaciado, purga y drenaje. Alimentación cruzada y transferencia. Indicaciones y avisos. Reabastecimiento y vaciado de combustible. Sistemas de combustible de equilibrado longitudinal. Funcionamiento de los sistemas de control del motor y medición del combustible, incluido el control electrónico del motor (FADEC). Descripción del sistema y sus componentes.

5 Lubricantes, combustibles y sistemas de lubricación (ATA 12)

Funcionamiento. Propiedades y especificaciones. Aditivos del combustible. Precauciones de seguridad. Descripción y componentes del sistema.

6 Unidades de potencia auxiliar (APU) (ATA 49)

Función, funcionamiento y sistemas de protección.

7 Protección contra incendios (ATA 26), hielo y la lluvia (ATA 30). Sistemas de interconexión de cableado eléctrico (EWIS) en la APU, componentes del sistema de combustible (ATA 28) y sistemas auxiliares de los helicópteros con motor de turbina

Formación de hielo, clasificación y detección. Sistemas antihielo y de deshielo: eléctricos, de aire caliente y químicos. Repelentes y eliminación de la lluvia. Calentamiento de sondas y drenajes. Sistema limpiaparabrisas. Sistemas de detección y alerta de incendio y humo. Sistemas de extinción de incendios. Comprobaciones de los sistemas. Funcionamiento de los sistemas de control del motor y medición del combustible, incluido el control electrónico del motor (FADEC). Descripción del sistema y sus componentes. Funcionamiento y componentes de los sistemas de arranque del motor. Sistemas de encendido y sus componentes. Requisitos de seguridad de mantenimiento. Luces Exteriores: navegación, anticolidión, aterrizaje, rodadura, hielo. Interiores: cabina de pasajeros, cabina de vuelo, compartimento de carga. Emergencia.

Parámetros de contexto de la formación

Espacios e instalaciones

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

- Taller. Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación.
- Instalación de 2 m² por alumno o alumna.

Perfil profesional del formador o formadora:

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con el mantenimiento/repación de la Unidad de Potencia Auxiliar (APU), componentes del sistema de combustible y sistemas auxiliares de los helicópteros con motor de turbina, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

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

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

MÓDULO FORMATIVO 4

Mantenimiento/repación de los sistemas hidráulicos y neumáticos y aire acondicionado de helicópteros con motor de turbina

Nivel:	3
Código:	MF2558_3
Asociado a la UC:	UC2558_3 - Mantener/repación los sistemas hidráulicos y neumáticos y aire acondicionado de helicópteros con motor de turbina
Duración (horas):	390
Estado:	Tramitación BOE

Capacidades y criterios de evaluación

C1: Aplicar la comprobación de los sistemas hidráulicos y sus sistemas de seguridad e indicación, utilizando los equipos de prueba (manómetros de presión, caudal, calibres, micrómetros, entre otros), controlando los movimientos de los accionamientos y los datos de caudal/presión, anotando los elementos deteriorados, para su reparación o sustitución.

CE1.1 Explicar la técnica de comprobación del interruptor de emergencia y la calidad del hidráulico, verificando visualmente que el interruptor de HYD EMERGENCY está en off y tiene instalada su guarda, que la viscosidad del fluido no ha perdido propiedades, controlándolo con una probeta.

CE1.2 Describir la verificación visual de las pegatinas de identificación de las tuberías del sistema hidráulico, observando que aparecen los códigos de colores y la fecha de caducidad reflejada en la tubería, identificando la zona de trabajo (presión o retorno y sentido de circulación), sustituyéndolas por unas nuevas en cada caso.

CE1.3 Explicar el método de comprobación de la fecha de fabricación de las tuberías, observando que la fecha coincide con el tiempo de uso, asegurando la integridad del elemento.

CE1.4 Explicar la técnica de comprobación del circuito hidráulico cuando se cambian las válvulas, tuberías, cilindros, entre otras circunstancias, utilizando el banco de comprobación o mecánicamente, conectándolo a la entrada del sistema o actuando sobre los mandos que provocan movimiento hidráulico, comprobando visualmente a través de los manómetros de presión que contiene el caudal y la presión, anotando los valores y verificando con los anotados en el Manual de Mantenimiento de la aeronave o moviendo las palancas, observando que se mueven sin agarrotamientos y el recorrido de los sistemas de martinets, servos y válvulas, entre otras, asegurando que está libre de fugas y evitando aire en el sistema.

C2: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas de hidráulicos de la aeronave, realizando diagnósticos de averías, bite test y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos, asegurando la aeronavegabilidad de la aeronave.

CE2.1 Describir la técnica de comprobación visual de los circuitos hidráulicos (dos o tres sistemas hidráulicos independientes, según aeronave), verificando que no hay pérdidas de aceite y que la presión en los diferentes circuitos es la que establece el Manual de

Mantenimiento de la Aeronave, utilizando los equipos de prueba y medida (manómetros, bancos de prueba externos, entre otros), y cambiando los elementos deteriorados por unos nuevos certificados, usando la herramienta común y específica (llave de racores, dinamométricas, entre otras).

CE2.2 Instalar el colector hidráulico en los sistemas de alta (HP) y baja (LP) presión, conectándolo a través de las tomas tipo bobina, suministrando fluido a presión para comprobar los elementos y canalizaciones del sistema, asegurando la circulación del aceite y la estanqueidad del sistema.

CE2.3 Explicar el método de verificación visual de las tuberías de hidráulico de alta presión (HP) y baja presión (LP), con los equipos de prueba y medida (manómetros, bancos de prueba externos, entre otros), observando que no hay pérdidas de fluido hidráulico (MIL-H- 83282, Skydrol, entre otros), cuarteados evidentes de los latiguitos, roturas, que las tuberías metálicas de acero inoxidable y titanio están conectadas a la masa de la aeronave y que la presión en los diferentes circuitos es la establecida para la instalación, cambiando las tuberías en cada caso.

CE2.4 Describir el método de revisión de las bombas de potencia hidráulica principales haciéndolas funcionar, arrancando la aeronave o con los bancos de prueba, conectándolos en los paneles de servicio para alimentar cada una de las líneas de potencia hidráulica, comprobando que los sistemas funcionan con normalidad y cotejando la lectura de los manómetros con los valores establecidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, asegurando la presión y caudal de fluido para el funcionamiento de los sistemas hidráulicos.

CE2.5 Aplicar verificación de las válvulas del sistema hidráulico (válvulas de retención, válvulas de prioridad, válvulas de alivio de presión, válvulas selectoras) que controlan el fluido, filtros que mantienen la limpieza del fluido, los colectores de retorno, interruptores de presión, transductores de presión, válvula de alivio y la válvula solenoide de medición de fugas en cada caso, con los equipos de prueba y medida (colectores, manómetros, entre otros), comprobando que están exentas de signos de fuga hidráulica.

CE2.6 Explicar la técnica de ejecución de las inspecciones y chequeos en línea verificando visualmente y observando los indicadores en el interior de la cabina, la presión de carga de nitrógeno en acumuladores de energía hidráulica, los indicadores de obstrucción (POP-UP) de alta presión (HP), el retorno, el drenaje de la caja de la bomba impulsada por el motor (EDP), llenado del depósito y filtros de la unidad de presurización de aire, los indicadores de obstrucción del filtro del sistema hidráulico en el compartimento hidráulico y motores, colectores de alta y baja presión, paneles y colectores de servicio a tierra para detectar signos de fuga externa, asegurando la eficiencia del sistema para el siguiente vuelo.

C3: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de elementos asociados a los sistemas hidráulicos, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales que pueden requerir uso de bancos de prueba externos, reemplazando los elementos defectuosos, restaurando los sistemas.

CE3.1 Describir la técnica de verificación visual del depósito y sus elementos, con los equipos de comprobación (bombas de vacío, llaves de racor, polímetros, entre otras) que estén 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.

CE3.2 Explicar el método de presurización y despresurización de los depósitos en tierra, comprobando su estanqueidad mediante bancos de prueba externos, observando la presión marcada en cada uno de los depósitos y la reflejada en el Manual de Mantenimiento de la

Aeronave, vaciando el agua contenida por los separadores de agua, reparando los elementos deteriorados en cada caso, asegurando el fluido a la instalación hidráulica sin aire, refrigerado y sin impurezas.

CE3.3 Explicar el proceso de comprobación de las fugas internas y la válvula solenoide de control de fugas, aislando los sistemas hidráulicos a través de la válvula de aislamiento, accionando el interruptor del interior de la cabina del piloto, controlando los tramos de tuberías hidráulicas, asegurando la estanqueidad, reparando los tramos afectados, y sustituyendo las tuberías, válvulas, reguladores de presión, entre otros, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CE3.4 Aplicar verificación a la bomba eléctrica, los sensores de salida de la bomba, los depósitos de los sistemas hidráulicos, los sistemas de gestión y control que gobiernan la activación/desactivación, sometiéndolos a control de funcionamiento, observando que recibe la señal eléctrica para ponerse en funcionamiento, utilizando los equipos de prueba y medida (analizadores digitales, polímetros, entre otros), comprobando que no tienen roturas, cambiando el sensor o sensores entre otros, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CE3.5 Explicar el proceso de verificación visual de la Unidad de Monitoreo del Sistema Hidráulico con los analizadores digitales que las funciones responden a los requerimientos del sistema, observando que avisa de las advertencias de FALLO, activándose las señales auditivas, las luces MASTER CAUT y MASTER WARN, sustituyendo el dispositivo en el caso de mal funcionamiento con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), verificando su instalación con el equipo de prueba.

CE3.6 Aplicar la comprobación visual de los indicadores de obstrucción de filtros del sistema hidráulico (alta presión, retorno y carcasa de la EDP) a través del testigo indicador de color rojo tipo POP OUT, sustituyendo el elemento filtrante en cada caso.

CE3.7 Aplicar técnicas de verificación del sistema de indicación de cantidad fluido hidráulico, comprobando que marca la cantidad de aceite contenido en el depósito, que los elementos eléctricos envían la señal adecuada en cada caso, utilizando los equipos de prueba y medida (analizadores digitales, polímetros, entre otros), observando los valores y cotejándolos con los contenidos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, cambiando los elementos desgastados o deteriorados, para que el sistema pueda eliminar o agregar fluido al depósito que lo demande en cada caso.

C4: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas de neumáticos de la aeronave, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos (conductos, elementos de control de presurización computadores y el interruptor del panel neumático manual BLEED, AIR, válvulas antirretorno de presión baja o intermedia IP o LP, la válvula de alta presión HPV, la válvula reguladora de presión PRV, entre otras), siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave para restaurar los componentes afectados.

CE4.1 Explicar el proceso de comprobación visual de los conductos del sistema neumático contenidos en el fuselaje, mediante las computadoras de monitoreo de sangrado, observando que en los racores de conexión y a lo largo de las tuberías no se observan restos de óxido, líquido refrigerante o deterioros evidentes, que en las computadoras no se indican anomalías permanentes, cambiando los tramos de tubería afectados, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CE4.2 Describir la técnica de comprobación, en aeronaves presurizadas, el servicio de control de presurización, observando la presión diferencial de la cabina, simulando máxima presión, sellando exteriormente las puertas y ventanillas con tela de fibra y encima una lona de caucho, hermética, aplicando vacío sobre las lonas y comprobando que en el sensor de cabina no indica fugas en el interior, asegurando la integridad de la aeronave.

CE4.3 Aplicar proceso de verificación de los computadores y el interruptor del panel neumático manual (BLEED, AIR) que controlan el sistema de indicación de suministro de aire, realizando test de funcionamiento con los equipos de prueba y medida (autotest, analizadores digitales, entre otros), reparando el sistema, cambiando los elementos deteriorados en cada caso, con la herramienta común utilizadas para el desmontaje y montaje de componentes (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), comprobando su instalación y restaurando la información a los pilotos del sistema neumático de la aeronave.

CE4.4 Explicar el proceso de verificación de las válvulas antirretorno de presión baja o intermedia (IP o LP), la válvula de alta presión (HPV), la válvula reguladora de presión (PRV) y la válvula de sobrepresión Overpressure Valve (OPV), comprobando que controlan el suministro de aire de sangrado, la presión neumática y la presión agua, haciéndolas funcionar y con los equipos de prueba y medida (colectores, manómetros, entre otros), cambiando los elementos deteriorados en cada caso, desmontando las válvulas según las indicaciones de Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CE4.5 Explicar la técnica de comprobación visual de los microinterruptores que monitorean las válvulas PRV y HP, con el equipo de pruebas, verificando si informan de que las válvulas están completamente abiertas o cerradas, sustituyéndolos en cada caso con la herramienta común de taller (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), restaurando el sistema.

CE4.6 Describir el proceso de comprobación visual de la válvula de presión regulada (PRV), haciéndola funcionar, pulsando el interruptor de botón ENG BLEED (configuración OFF) en el panel de control AIR o BLEED y con los equipos de prueba y medida (manómetros, polímetro, banco de pruebas, entre otros), verificando la apertura y cierre en diferentes condiciones de funcionamiento.

CE4.7 Explicar el proceso de comprobación visual de la válvula de sobrepresión OPV, haciéndola funcionar con los equipos de prueba y medida (manómetros, polímetro, banco de pruebas, entre otros), verificando la apertura y cierre en diferentes condiciones de funcionamiento, sustituyendo o reparando en cada caso, siguiendo el procedimiento de Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CE4.8 Aplicar comprobación de los sistemas de sangrado de aire, arrancando los motores, verificando con el analizador digital que no hay errores memorizados en las unidades electrónicas de control, analizando errores y concretando los elementos deteriorados para la reparación o cambio en cada caso, organizando las intervenciones y el tiempo de reparación del sistema.

C5: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de los sistemas de suministro de aire de sangrado de APU y sistema de alimentación cruzada de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos, restaurando los componentes afectados.

CE5.1 Aplicar el proceso de comprobación de la válvula de alimentación cruzada que controla el suministro de aire de sangrado a los sistemas de aire izquierdo y derecho, conectando el equipo de análisis y verificando los datos ofrecidos por la unidad electrónica de control y los contenidos

en el Manual de Mantenimiento de la aeronave, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados por unos nuevos en cada caso.

CE5.2 Explicar el proceso de comprobación de los elementos sensores y las válvulas del conducto de sangrado de aire de la APU, realizando una puesta en marcha del suministro de aire de sangrado, accionando el interruptor APU BLEED entre otras pruebas posibles, comprobando que abre la válvula de sangrado, asegurando el funcionamiento del solenoide encargado de la apertura, según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CE5.3 Explicar la técnica de verificación de la válvula y el relé de alimentación cruzada, pulsando el interruptor APU BLEED, comprobando que en la pantalla multifunción aparece el mensaje "abierta" y en color verde, reparando o sustituyendo los elementos defectuosos, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la aeronave, para restaurar el sistema.

CE5.4 Describir la técnica de verificación de la presurización del sistema de aire sangrado de APU y sistema de alimentación cruzada de la aeronave, asegurando que no existen fugas en el sistema.

CE5.5 Explicar el método de verificación visual de los conductos neumáticos o de anticongelante, con las puertas de alivio de presión del motor abiertas, controlando las fugas de refrigerante o aire, conectando el colector y comprobando los elementos deteriorados, reparando o sustituyendo con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otros), restaurando el sistema de aire y/o anticongelante.

CE5.6 Describir el método de comprobación del sistema de detección de fugas, verificando los sensores de sobrecalentamiento, entre otros, observando que se encuentra dentro de los valores de referencia contenidos en el Manual de Mantenimiento de la aeronave, para realizar el monitoreo de funcionamiento.

CE5.7 Explicar la técnica de verificación del sistema de detección de sobre-calentamiento, comprobando la resistencia del cable central de los bucles del sistema de detección de sobrecalentamiento y fugas en todos los conductos de aire de sangrado y los componentes de los paquetes de aire acondicionado, cambiando los elementos deteriorados, usando la herramienta de mano y limpiando los conectores con un aislante eléctrico.

C6: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de ventilación de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos y siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, restaurando los componentes afectados.

CE6.1 Explicar el proceso de verificación del sistema de aire acondicionado de la cabina de pilotos, comprobando los conductos de aireación, la temperatura y la presión diferencial, observando la salida de aire, del humo y la temperatura seleccionada, utilizando el termómetro digital y el generador de humo, siguiendo los pasos descritos en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CE6.2 Describir la técnica de verificación del sistema de ventilación del compartimento del equipo de aire acondicionado, comprobando que los turboventiladores, tubos piccolo y sistema antifallos no están obstruidos o deteriorados, para que no se supere los valores de temperatura máximos y mínimos de funcionamiento de la aeronave.

CE6.3 Aplicar el método de verificación del turboventilador del sistema de refrigeración del compartimento de aire acondicionado y sus componentes asociados (la válvula de entrada de aire de sangrado, sensor de presión diferencial y el actuador de la compuerta de entrada aire, entre otros), comprobando la presión, observando ruidos metálicos, utilizando los equipos de prueba y medida (banco de pruebas, polímetros, entre otros), y realizando pruebas funcionales según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CE6.4 Aplicar el proceso de verificación del sistema de ventilación del compartimento de equipos eléctricos/electrónicos, comprobando que los fanes de ventilación introducen el aire en los racks de computadores con la presión y temperatura adecuadas según el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, manipulando el manómetro, termómetro, realizando una prueba funcional de humo y utilizando los bancos de prueba, reparando los elementos afectados en cada caso (mazo de cables, pines, entre otros).

C7: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de ventilación en el sistema de presurización y el sistema de calefacción del aire de la aeronave en el hangar, realizando diagnósticos de averías y pruebas operacionales, reemplazando los elementos defectuosos, restaurando los componentes afectados.

CE7.1 Aplicar procedimiento de verificación manual del sistema activando y desactivando las válvulas o con los pulsadores en cabina, utilizando el equipo de prueba y medida (banco de pruebas, polímetros, entre otros).

CE7.2 Describir la técnica de verificación del sistema de válvulas de control y alivio de sobrepresión, observando que se posicionan en los grados de apertura y cierre establecidos, que las luces en puertas del helicóptero se encienden/apagan en cada situación, utilizando el banco de pruebas neumático, analizadores digitales y polímetros, entre otros, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados en cada caso, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CE7.3 Aplicar verificación del sistema de calefacción del aire, comprobando los sensores de control de temperatura y el termostato de seguridad por sobrettemperatura, comprobando con los equipos de prueba y medida (termómetro, analizador digital, polímetros, entre otros), sustituyendo los elementos deteriorados con la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otras) según Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CE7.4 Cumplimentar un certificado de aptitud para un servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de una aeronave tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

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

C1 completa; C2 completa; C3 completa; C4 completa; C5 completa; C6 completa; C7 completa.

Otras Capacidades:

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Demostrar resistencia al estrés, estabilidad de ánimo y control de impulsos.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

Valorar el talento y el rendimiento profesional con independencia del sexo.

Promover la igualdad de trato entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

Contenidos

1 Herramientas, materiales y equipos en sistemas hidráulicos y neumáticos y aire acondicionado de helicópteros con motor de turbina

Tipos comunes de herramientas manuales. Tipos comunes de herramientas mecánicas. Manejo y utilización de herramientas de medición de precisión. Equipos y métodos de lubricación. Funcionamiento, función y utilización de equipos de comprobaciones eléctricas generales. Materiales de aeronaves Ferrosos. Materiales de aeronaves No ferrosos. Materiales compuestos y no metálicos. Corrosión. Dispositivos de fijación. Tuberías y empalmes. Resortes. Cojinetes. Transmisiones. Cables de mando. Cables eléctricos y conectores.

2 Física, matemáticas y factores humanos en sistemas hidráulicos y neumáticos y aire acondicionado de helicópteros con motor de turbina

Mecánica. Estática. Cinética. Dinámica. Dinámica de fluidos. Termodinámica. Generalidades. La necesidad de tener en cuenta los factores humanos. Incidentes imputables a factores humanos/errores humanos. Ley «de Murphy». Rendimiento y limitaciones humanas. Vista. Oído. Asimilación de información. Atención y percepción. Memoria. Claustrofobia y acceso físico. Psicología social Responsabilidad: individual y de grupo. Motivación y desmotivación. Presión de los compañeros. Aspectos culturales. Trabajo en equipo. Dirección, supervisión y liderazgo. Factores que afectan al rendimiento Estado físico/salud. Estrés: doméstico y relacionado con el trabajo. Trabajo bajo presión y fechas límites. Carga de trabajo: sobrecarga, falta de trabajo. Sueño y fatiga, trabajo por turnos. Alcohol, medicación, abuso de drogas. Entorno físico. Ruido, humos y vapores tóxicos. Iluminación. Clima y temperatura. Movimiento y vibración. Entorno de trabajo. Tareas. Trabajo físico. Tareas repetitivas. Inspección visual. Sistemas complejos. Comunicación dentro de un equipo y entre equipos. Grabaciones y anotaciones de trabajo. Error humano. Teorías y modelos de error. Tipos de errores en tareas de mantenimiento. Consecuencias de los errores (ejemplo: accidentes). Cómo evitar y controlar los errores. Riesgos laborales. Reconocimiento y forma de evitar los riesgos. Reacción ante emergencias.

3 Legislación aplicada al mantenimiento en sistemas hidráulicos y neumáticos y aire acondicionado de helicópteros con motor de turbina

Marco regulador. Papel de la Organización de Aviación Civil Internacional. Papel de la Comisión Europea. Papel de la EASA. Papel de los Estados miembros y las autoridades nacionales de aviación. Personal certificador. Mantenimiento. Comprensión detallada de la Parte 66. Empresas de mantenimiento aprobadas. Comprensión detallada de la Parte 145 y de la Parte M, subparte F. Operaciones aéreas. Certificado de Operador Aéreo. Certificación de aeronaves, componentes y equipos a) Generalidades. Comprensión general de la Parte 21 y especificaciones de certificación de la EASA CS-23, 25, 27, 29. b) Documentos. Certificado de aeronavegabilidad. Certificados restringidos de aeronavegabilidad y autorización de vuelo. Certificado de matrícula. Certificado de niveles de ruido. Distribución del peso. Licencia y autorización de emisora de radio. Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de las disposiciones de la Parte 21 relativas al mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de la Parte M. Requisitos

nacionales e internacionales aplicables para (si no son anulados por los requisitos de la UE): a) Programas de mantenimiento, inspecciones y comprobaciones de mantenimiento. Directivas de aeronavegabilidad. Boletines de servicio, información de servicio de fabricantes. Modificaciones y reparaciones. Documentación de mantenimiento: manuales de mantenimiento, manual de reparación estructural, catálogo ilustrado de componentes, entre otros. Únicamente para las licencias A y B2: Lista maestra de equipamiento mínimo, lista de equipamiento mínimo, lista de desviaciones de despacho. b) Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Equipamiento mínimo. Vuelos de prueba. Únicamente para las licencias B1 y B2: Requisitos de mantenimiento y despacho ETOPS.

4 Tuberías y empalmes

Identificación y tipos de tuberías rígidas y flexibles y sus empalmes, utilizadas en aeronaves. Empalmes estándar de tuberías del sistema hidráulico, de combustible, de aceite, neumático y del sistema de aire en aeronaves. Doblado y acampanado/abocinado de tuberías de aeronaves. Inspección y comprobación de tuberías y tubos flexibles de aeronaves. Instalación y anclaje de tuberías.

5 Presurización de cabina (ATA 36)

Presurización. Sistemas de presurización. Control e indicación, incluidas las válvulas de regulación y seguridad. Reguladores de la presión en cabina. Dispositivos de seguridad y alerta. Dispositivos de protección y alerta.

6 Sistemas de interconexión de cableado eléctrico (EWIS) en los sistemas hidráulicos y neumáticos y aire acondicionado de helicópteros con motor de turbina. Planos, diagramas y normas

Tipos de planos y diagramas, sus símbolos, dimensiones, tolerancias y proyecciones. Información del cajetín de un plano. Manuales de Cableado. Inspección del Cableado. Mantenimiento y Limpieza. Conductores y Cables. Métodos de Conexión.

7 Potencia hidráulica (ATA 29)

Descripción del sistema. Fluidos hidráulicos. Depósitos y acumuladores hidráulicos. Generación de presión: eléctrica, mecánica, neumática. Generación de presión de emergencia. Filtros. Regulación de presión. Distribución de potencia. Sistemas de indicación y aviso. Interfaz con otros sistemas.

8 Aire acondicionado (ATA 21)

Suministro de aire. Fuentes de suministro de aire, incluidos el sangrado del motor y grupos de tierra. Aire acondicionado. Sistemas de aire acondicionado. Máquinas de ciclo de aire y de vapor. Sistemas de distribución. Sistemas de control del caudal, la temperatura y la humedad.

9 Sistemas neumáticos (ATA 36) y de vacío (ATA 37)

Descripción del sistema. Fuentes: motor/APU, compresores, depósitos, suministro en tierra. Regulación de la presión. Distribución. Indicaciones y avisos. Interfaz con otros sistemas.

Parámetros de contexto de la formación

Espacios e instalaciones

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa

aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller. Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación.
- Instalación de 2 m² por alumno o alumna.

Perfil profesional del formador o formadora:

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con el mantenimiento/repelación de los sistemas hidráulicos y neumáticos y aire acondicionado de helicópteros con motor de turbina, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

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

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

MÓDULO FORMATIVO 5

MANTENIMIENTO/REPARACIÓN DE LOS MANDOS DE VUELO Y TREN DE ATERRIZAJE DE HELICÓPTEROS

Nivel:	3
Código:	MF2555_3
Asociado a la UC:	UC2555_3 - MANTENER/REPARAR LOS MANDOS DE VUELO Y TREN DE ATERRIZAJE DE HELICÓPTEROS
Duración (horas):	360
Estado:	BOE

Capacidades y criterios de evaluación

- C1:** Aplicar el mantenimiento programado y no programado del tren de aterrizaje fijo (tren clásico de patines y travesaños) del helicóptero, realizando inspección visual, mediciones laser, chequeos de verificación, entre otros, reparando o sustituyendo elementos deteriorados, asegurando el estado de uso del tren y estructura de la aeronave y tren de rodadura.
- CE1.1** Describir el proceso de revisión visual de los patines y travesaños, observando que el estado de las zapatas no tiene deformaciones, reparando o sustituyendo los patines, siguiendo el Manual de Mantenimiento de la Aeronave, asegurando el apoyo equilibrado de la aeronave en el suelo.
- CE1.2** Explicar el proceso de comprobación visual del amarre de los patines y travesaños a la estructura, observando el lacrado de los bulones, cabeza de tornillos dañados y los silentblock agrietados, reparando, sustituyendo o reapretando los elementos deteriorados o los que necesiten sustitución programada por horas de vuelo en el sistema o calendario, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otras).
- CE1.3** Explicar la técnica de verificación visual de la estructura del sistema y las zapatas, con la aeronave en el hangar montada en cuatro puntos de apoyo equilibrados, a través del dispositivo de medición por infrarrojos o con la cinta métrica en cada caso la desalineación de los largueros, sustituyendo los elementos deteriorados (bulones, silentblock, entre otros) con la herramienta universal de mano (llaves de vaso, codo, fijas, torquímetro, entre otros) y reponiendo el material deslizante en cada caso.
- CE1.4** Describir la técnica de revisión visual del patín de cola, observando ausencia de arañazos, golpes, abolladuras, grietas en la unión al puro de cola, estado de la zapata, daños en los tornillos o corrosión, entre otras, reparando o sustituyendo los elementos deteriorados, apoyando la aeronave en el puro de cola para poder intervenir, asegurando el apoyo equilibrado de la aeronave en el suelo.
- C2:** Aplicar el mantenimiento programado y no programado del tren de aterrizaje hidráulico y tren de rodadura del helicóptero, realizando inspección visual, mediciones laser, chequeos de verificación, entre otros, reparando o

sustituyendo elementos deteriorados, asegurando el buen estado del tren y estructura de la aeronave.

CE2.1 Explicar la técnica de verificación visual de los neumáticos del tren de aterrizaje, comprobando la presión, el dibujo y estado general, utilizando los útiles de prueba y medida (manómetro de presión, calibre de profundidad, entre otros), sustituyéndolos con los equipos de reparación (desmontadora, equilibradora, entre otras), asegurando el apoyo y la adherencia de la aeronave en tierra.

CE2.2 Describir el proceso de comprobación visual de las tuberías rígidas de presión, válvulas, accionamientos hidráulicos, mangueras flexibles, retornos de los tres sistemas de hidráulico, bombas y acumuladores, con los equipos de comprobación y medida (colectores, bancos de prueba, manómetros, entre otros), verificando la ausencia de fugas de aceite, deterioros evidentes y pérdidas de presión, sustituyendo los elementos deteriorados con la herramienta específica y universal (llave de racores, dinamométricas, llaves de vaso, fijas, entre otras), restaurando el sistema y asegurando el funcionamiento de la subida y bajada de las ruedas.

CE2.3 Explicar la técnica de inspección visual de la horquilla, bisagras de costado y brazo de amarre, observando que no hay signos de corrosión, falta de material, arañazos o marcas, reparando, lijando o suavizando, limpiando y aplicando tratamiento anticorrosión (Alodine/Bonderite) y embellecimiento (cromados, cadmiados, pintura final, entre otros) o sustituyendo los elementos deteriorados en cada caso.

CE2.4 Describir la técnica de verificación visual de las compuertas del tren de aterrizaje, observando que están exentos de arañazos, hendiduras, marcas, corrosión, seguros de costado en mal estado, ausencia de hidráulico, entre otras, lijando, limpiando, aplicando tratamiento anticorrosión (Alodine/Bonderite) y embelleciendo la zona deteriorada (cromados, cadmiados, pintura final, entre otros) para reacondicionar la pieza y su protección superficial.

CE2.5 Explicar el proceso de comprobación visual de los switch de bombas de hidráulico del tren de aterrizaje y bomba auxiliar, verificando que el actuador de bloqueo y desbloqueo y los indicadores de presión y cantidad de hidráulico funcionan, asegurando la alimentación hidráulica de la aeronave.

CE2.6 Aplicar el método de comprobación de la extensión y retracción del tren de aterrizaje, haciéndolos subir y bajar con el helicóptero apoyado en gatos y equilibrado y comprobando que la alineación de las compuertas sean las marcadas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CE2.7 Aplicar proceso de revisión visual de los sistemas de freno, con los equipos de prueba y medida (micrómetros, calibres, manómetros de presión, entre otras) que los discos metálicos, pastillas y bombas de hidráulico están dentro de los valores de referencia especificados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave y que el aviso de "parking brake" en cabina no está encendido, sangrando frenos en cada caso y situación, observando por el útil (manguera transparente y contenedor de reciclaje), que no salen burbujas del circuito, asegurando la eficacia y estabilidad de frenada.

CE2.8 Exponer la técnica de comprobación visual de las luces del sistema en el interior de la cabina, someténdolas a las diferentes condiciones de funcionamiento tren extendido y bloqueado, luz verde; no extendido o no bloqueado, luz roja, observando que el breaker correspondiente que apaga o enciende el aviso en el master caution (o panel de aviso) se encuentra en buen estado, verificándolo con los equipos de prueba y medida (polímetro o analizadores digitales) sustituyendo los elementos deteriorados, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otras).

CE2.9 Describir la técnica de verificación visual del computador de control de extensión/retracción, utilizando el analizador digital, realizando el chequeo del sistema y observando si hay algún fallo memorizado que persista una vez borrado, sustituyendo el

elemento afectado con la herramienta de mano (llaves fijas, de vaso, torquímetros, entre otras), restaurando el/los elementos deteriorados, la pantalla en cada caso o la unidad.

C3: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de los elementos mecánicos de los mandos de vuelo y control del helicóptero, realizando inspecciones, pruebas operacionales según horas de vuelo y reemplazando elementos defectuosos, utilizando el Manual de Mantenimiento de la aeronave para mantener la aeronavegabilidad.

CE3.1 Aplicar la revisión de los mandos de vuelo, observando que se mueven libremente con la aeronave en modo vuelo y que los indicadores de instrumentación concuerdan con el movimiento de las palancas, asegurando la guiavilidad de la aeronave.

CE3.2 Explicar el proceso de realización del mantenimiento y reparación de los elementos que componen el sistema de mandos de vuelo, siguiendo el plan de mantenimiento, aplicando las instrucciones de trabajo recogidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave y los documentos de trabajo asociados, dando respuesta a las averías detectadas y restaurando los sistemas afectados.

CE3.3 Describir la técnica de inspección visual de las superficies de control (aleta, estabilizador, plato oscilante, entre otras), comprobando que no tienen fisuras, golpes o deformaciones, reparando los daños encontrados siguiendo indicaciones del Manual de Reparaciones Estructurales (Structural Repair Manual, S.R.M.) o sustituyendo los elementos afectados en cada caso, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, fijas, de codo, dinamométrica, herramienta neumática, entre otras), desmontando y montando de nuevo según Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

CE3.4 Aplicar el proceso de inspección visual y/o con un calibre, de las poleas, barriletes de tensión, topes de movimiento, cuadrantes, varillas, puntos de giro, rodillos, tracks o barras de transmisión, midiendo desgastes, sustituyéndolos si encontráramos daños, excesivo desgaste u holguras, asegurando un movimiento uniforme de las superficies de control primarias y secundarias.

CE3.5 Explicar la técnica de inspección de los cables metálicos trenzados, pasando un trapo de tela a lo largo de su recorrido, observando si se engancha, buscando hilos metálicos deteriorados o girando el contrario del trenzado, midiendo la tensión del cable con un tensiómetro y un termómetro, asegurando un control preciso de la aeronave.

CE3.6 Aplicar el proceso de comprobación de los elementos mecánicos de actuación desmontados del sistema de mandos de vuelo eléctrico, realizando bite test y pruebas operacionales que pueden requerir equipos y bancos de prueba externos, y dependiendo del nivel de los daños observados son desechados, reparados o enviados a talleres especializados para su recuperación según las indicaciones del manual del componente afectado.

CE3.7 Aplicar el método de verificación de los límites de recorrido y las posiciones neutras de las superficies de vuelo primario y secundario, usando una regla, calibre, galgas y/o pines pasa/no pasa, ajustándolos en cada caso, a la posición de los mandos en la cabina, extendiendo o retrayendo las varillas de ajuste en unos casos o ajustando la longitud del brazo de los servoactuadores en otro, asegurando un control preciso de la aeronave.

CE3.8 Explicar la técnica de engrasado de las poleas, puntos de giro, varillaje, cables metálicos trenzados, cojinetes, rodillos, zonas de rozamiento de los tracks y el husillo, siguiendo las recomendaciones del fabricante de la aeronave, asegurando un movimiento fluido y protegiéndolos de la corrosión.

C4: Aplicar el mantenimiento programado y no programado de los elementos hidráulicos, neumáticos y eléctricos de los mandos de vuelo y control del helicóptero, realizando inspecciones, pruebas operacionales según horas de vuelo y reemplazando elementos defectuosos, utilizando el Manual de Mantenimiento de la aeronave para mantener la aeronavegabilidad.

CE4.1 Aplicar técnicas de inspección de los elementos de control e indicación del sistema de mandos de vuelo eléctrico, sidestick o volante de control, PFTUS, computadores de control y gestión de órdenes de mando, computadores de monitoreo, transmisores de posición (lineales, rotatorios, magnéticos, RVDTs, LVDTs, unidades de detección de asimetría, entre otros), solenoides de actuación, elementos de indicación en cabina, entre otros, realizando comprobaciones sencillas (resistencia, tensión, continuidad, entre otros) o colaborando en pruebas aviónicas complejas que pueden requerir equipos de comprobación externos, y ajustando o sustituyendo los elementos necesarios según los documentos de mantenimiento, obteniendo el control de sus ejes.

CE4.2 Aplicar procesos de comprobación de los elementos eléctricos en el sistema de mandos de vuelo eléctrico, sensores de proximidad, transmisores de posición, servoactuadores, LVDTs, RVDTs, líneas de cableado de transmisión de datos, señales discretas y alimentaciones eléctricas, instrumentos de indicación, entre otros, comprobando con los equipos de prueba y medida (polímetros, fuentes de alimentación, entre otros), y siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento de la Aeronave, su funcionamiento, reemplazando los elementos defectuosos en cada caso, utilizando la herramienta común (llaves de vaso, torquímetros, de codo, entre otras).

CE4.3 Describir técnicas de inspección visual de las líneas de distribución hidráulicas y neumáticas del sistema de mandos de vuelo eléctrico, comprobando su presión y estanqueidad con los equipos de prueba y medida (manómetros, bancos de prueba, entre otros), y dependiendo del nivel de los daños observados, son desechados y sustituidos, o reparados según las indicaciones del Manual de Mantenimiento de la aeronave para la actuación de las superficies de control.

CE4.4 Explicar técnicas de inspección visual de los sistemas hidráulicos de asistencia al movimiento de los mandos de vuelo y sus sistemas auxiliares (válvulas de sobrepresión, limitadores de torque, frenos, entre otros), observando la ausencia de fugas de líquido hidráulico en su estructura y racores, y comprobando el nivel, calidad y limpieza de filtros del sistema hidráulico, rellenándolo si no está a nivel o sustituyendo líquido y filtros por suciedad o pérdida de propiedades, asegurando que los mandos de vuelos se mueven libremente.

CE4.5 Cumplimentar un certificado de aptitud para un servicio (CRS) de puesta en funcionamiento de una aeronave tras la realización de actividades de mantenimiento, comprobando que las tareas se han ejecutado, los trabajos los ha realizado el personal autorizado, los componentes instalados están de acuerdo a los manuales del fabricante y que las Directivas de Aeronavegabilidad aplicables se han ejecutado, rellenando el documento, incluyendo al menos los datos específicos de la aeronave, las tareas de mantenimiento realizadas, los datos de mantenimiento usados, la fecha de emisión, cualquier limitación para la operación tras el mantenimiento, la organización en cuyo nombre se firma, y los datos del Técnico de Mantenimiento que lo firma.

C5: Aplicar la revisión general (overhaul) del conjunto tren de aterrizaje y rodadura hidráulico (Landing Gear, Drag Brace, actuadores, llantas, frenos, Steering, caja de engranajes del tren, entre otros) y del tren de aterrizaje fijo (tren clásico de patines y travesaños), realizando el desmontaje, limpieza, inspección, reparación

y sustituciones en cada caso, reensamblado y comprobando su funcionamiento, asegurando su completa conformidad con todas las tolerancias de servicio aplicables especificadas en las instrucciones del titular del certificado de tipo o del fabricante para la aeronavegabilidad continuada, siguiendo las instrucciones de los Manuales de Overhaul de Motor y Mantenimiento de Componentes.

CE5.1 Explicar el desmontaje de los elementos del tren de aterrizaje (patines y travesaños, amortiguadores, actuadores del tren de aterrizaje, paquetes de frenos, entre otros), realizando el lavado preliminar, para el acondicionamiento previo al desmontaje.

CE5.2 Describir el desmontaje de los elementos del tren de aterrizaje, utilizando herramienta estándar y extractores específicos, comprobando visualmente desgaste, corrosión y estado general.

CE5.3 Aplicar la comprobación de las piezas (actuadores, llantas, frenos, Steering, caja de engranajes del tren, entre otros) por daños superficiales evidentes, grietas, corrosiones, sobret temperatura (en los paquetes de freno) y desgastes, verificando anchos y espesores mínimos.

CE5.4 En un supuesto práctico de mantenimiento de las piezas (patines y travesaños, Strut, sliding, torque knees, drag braces, wheels, piston housings, entre otras) tener en cuenta:

- Realizar la inspección por grietas y corrosión, comprobando que sus cualidades de resistencia están dentro de los límites de diseño del fabricante.
- Aplicar la restauración midiendo por segunda vez tras la restauración.
- Aplicar la protección superficial para la corrosión.

CE5.5 Aplicar el montaje de cada subconjunto del tren de aterrizaje, uniendo los elementos en orden inverso al desmontaje, siguiendo las indicaciones del Manual de Overhaul y efectuando todas las Directivas de Aeronavegabilidad y Boletines de Servicio aplicables.

CE5.6 Explicar la comprobación del amortiguador, actuadores del tren de aterrizaje, de los paquetes de frenos y la presión de las ruedas, realizando observaciones y medidas y cotejando los datos obtenidos con los recogidos en el Manual de Mantenimiento de la aeronave.

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

C1 completa; C2 completa; C3 completa; C4 completa; C5 completa.

Otras Capacidades:

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Demostrar resistencia al estrés, estabilidad de ánimo y control de impulsos.

Cumplir las medidas que favorezcan el principio de igualdad de trato y de oportunidades entre hombres y mujeres.

Valorar el talento y el rendimiento profesional con independencia del sexo.

Promover la igualdad de trato entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

Contenidos

- 1 Herramientas, materiales y equipos para los mandos de vuelo y tren de aterrizaje**

Tipos comunes de herramientas manuales. Tipos comunes de herramientas mecánicas. Manejo y utilización de herramientas de medición de precisión. Equipos y métodos de lubricación. Funcionamiento, función y utilización de equipos de comprobaciones eléctricas generales. Materiales de aeronaves Ferrosos. Materiales de aeronaves No ferrosos. Materiales compuestos y no metálicos. Corrosión. Dispositivos de fijación. Tuberías y empalmes. Resortes. Cojinetes. Transmisiones. Cables de mando. Cables eléctricos y conectores.
- 2 Física, matemáticas y Factores humanos aplicadas a los mandos de vuelo y tren de aterrizaje en el mantenimiento de los mandos de vuelo y tren de aterrizaje**

Aritmética. Álgebra. Geometría. Mecánica. Fuerzas, momentos y pares, representación como vectores. Centro de gravedad. Elementos de teoría de esfuerzos, deformaciones y elasticidad, tensión, compresión, esfuerzo cortante y torsión. Naturaleza y propiedades de los sólidos, los líquidos y los gases. Presión y flotabilidad en líquidos (barómetros). Movimiento rectilíneo: movimiento rectilíneo uniforme, movimiento uniformemente acelerado (movimiento sometido a la gravedad). Movimiento giratorio: movimiento circular uniforme (fuerzas centrífugas y centrípetas). Movimiento periódico: movimiento pendular. Teoría sencilla de la vibración, los armónicos y la resonancia. Relación de velocidades, brazo de palanca y rendimiento mecánico. Dinámica. Dinámica de fluidos. Termodinámica. Movimiento ondulatorio y sonido.
- 3 Legislación aplicada al mantenimiento de los mandos de vuelo y tren de aterrizaje**

Marco regulador. Papel de la Organización de Aviación Civil Internacional. Papel de la Comisión Europea. Papel de la EASA. Papel de los Estados miembros y las autoridades nacionales de aviación. Personal certificador. Mantenimiento. Comprensión detallada de la Parte 66. Empresas de mantenimiento aprobadas. Comprensión detallada de la Parte 145 y de la Parte M, subparte F. Operaciones aéreas. Certificado de Operador Aéreo. Certificación de aeronaves, componentes y equipos a) Generalidades. Comprensión general de la Parte 21 y especificaciones de certificación de la EASA CS-23, 25, 27, 29. b) Documentos. Certificado de aeronavegabilidad. Certificados restringidos de aeronavegabilidad y autorización de vuelo. Certificado de matrícula. Certificado de niveles de ruido. Distribución del peso. Licencia y autorización de emisora de radio. Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de las disposiciones de la Parte 21 relativas al mantenimiento de la aeronavegabilidad. Comprensión detallada de la Parte M. Requisitos nacionales e internacionales aplicables para (si no son anulados por los requisitos de la UE): a) Programas de mantenimiento, inspecciones y comprobaciones de mantenimiento. Directivas de aeronavegabilidad. Boletines de servicio, información de servicio de fabricantes. Modificaciones y reparaciones. Documentación de mantenimiento: manuales de mantenimiento, manual de reparación estructural, catálogo ilustrado de componentes, entre otros. Únicamente para las licencias A y B2: Lista maestra de equipamiento mínimo, lista de equipamiento mínimo, lista de desviaciones de despacho. b) Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Equipamiento mínimo. Vuelos de prueba. Únicamente para las licencias B1 y B2: Requisitos de mantenimiento y despacho ETOPS.
- 4 Resortes y transmisiones**

Tipos de resortes, materiales, características y aplicaciones. Cojinetes: función de los cojinetes, cargas, material y fabricación. Tipos de cojinetes y su aplicación. Tipos de engranajes y sus aplicaciones. Relación de transmisión, sistemas de engranajes de reducción y multiplicación, engranajes conductores y conducidos, engranajes intermedios, formas de engranes. Correas y poleas, cadenas y ruedas dentadas.

5 Cables de mando (ATA 27)

Tipos de cables. Herrajes finales, tensores y dispositivos de compensación. Poleas y componentes del sistema de transmisión por cable. Cables tipo Bowden. Sistemas de mando flexible de aeronaves.

6 Tren de aterrizaje (ATA 32)

Estructura, amortiguación. Sistemas de extensión y retracción: normales y de emergencia. Indicaciones y avisos. Ruedas, frenos, sistemas antideslizamiento y de frenado automático. Neumáticos. Dirección. Dispositivo de detección de toma de tierra. Patines, flotadores.

7 Mandos de vuelo (ATA27)

Mandos principales (alergones, timón de profundidad, timón de dirección, spoilers). Control de compensación. Control de carga activa. Dispositivos hipersustentadores. Amortiguador de sustentación, frenos aerodinámicos. Funcionamiento del sistema: manual, hidráulico, neumático, eléctrico, mando electrónico. Sensación artificial, amortiguador de guiñada, compensación de Mach, limitador del timón de dirección, sistemas de bloqueo contra ráfagas. Equilibrado y reglaje. Sistema de protección y alerta de entrada en pérdida.

8 Cables eléctricos y conectores (ATA 24)

Cables de alta tensión y coaxiales. Engarzado a presión. Tipos de conectores, patillas, enchufes, casquillos, aislantes, intensidades y tensiones nominales, acoplamiento, códigos de identificación.

9 Tipos de planos y diagramas, sus símbolos, dimensiones, tolerancias y proyecciones. Información del cajetín de un plano

Tipos de planos y diagramas, sus símbolos, dimensiones, tolerancias y proyecciones. Información del cajetín de un plano. Microfilmación, microfichas y presentaciones por ordenador. Especificación 100 de la Asociación de Transporte Aéreo de EE.UU. (ATA). Normas aeronáuticas y otras aplicables, como ISO, AN, MS, NAS y MIL. Diagramas de cableado y diagramas esquemáticos.

10 Sistemas de interconexión de cableado eléctrico (EWIS) en mandos de vuelo y tren de aterrizaje

Manuales de Cableado. Inspección del Cableado. Mantenimiento y Limpieza. Conductores y Cables. Métodos de Conexión.

Parámetros de contexto de la formación

Espacios e instalaciones

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

- Taller. Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación.
- Instalación de 2 m² por alumno o alumna.

Perfil profesional del formador o formadora:

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con el mantenimiento/reparación de los mandos de vuelo y tren de aterrizaje de helicópteros, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:
 - Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
 - Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.
2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

MÓDULO FORMATIVO 6

MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS, DE AVIÓNICA Y A BORDO DE LAS AERONAVES

Nivel:	3
Código:	MF2540_3
Asociado a la UC:	UC2540_3 - MANTENER LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS, DE AVIÓNICA Y A BORDO DE LAS AERONAVES
Duración (horas):	230
Estado:	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), sometiénolas 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 m² por alumno o alumna.

Perfil profesional del formador o formadora:

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con el mantenimiento de los sistemas eléctricos, de aviónica y a bordo de las aeronaves, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
 - Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.
2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

MÓDULO FORMATIVO 7

MANTENIMIENTO/REPARACIÓN DE LA ESTRUCTURA Y LA CÉLULA DE AERONAVES

Nivel:	3
Código:	MF2539_3
Asociado a la UC:	UC2539_3 - MANTENER/REPARAR LA ESTRUCTURA Y LA CÉLULA DE AERONAVES
Duración (horas):	270
Estado:	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 m² 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.