



“Inspección de los montantes del motor Rolls Royce Dart número 1 de la aeronave Fairchild FH-227 acorde al manual de mantenimiento ATA 70-00, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE”

Ramos Jinez, Álvaro Jacobo

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica

Monografía, previo a la obtención del Título de Tecnólogo Superior en Mecánica Aeronáutica

Ing. Coello Tapia, Luis Ángel

03 de agosto de 2023

Latacunga

Reporte de verificación de contenido



1. Monografia Ramos Jinez Alvaro Jac...

Scan details

Scan time: August 06, 2023 at 13:44 UTC
 Total Pages: 50
 Total Words: 12454

Plagiarism Detection



Type of plagiarism	Percentage	Words
Identical	1.0%	23
Minor Changes	0.7%	32
Paraphrase	4.0%	508
Orphaned Words	0%	0

AI Content Detection



Text coverage
 AI text
 Human text

Plagiarism Results: (51)

MOTORES A REACCION

0.8%

<https://www.motora.com/que-es-un-motor-a-reaccion-y-como-funciona/>

MOTORES A REACCION lista de las principales aplicaciones de la turbina de gas, con los motores a reacción, que s em...

Sistema Costarricense de Información Jurídica

0.8%

<https://www.gjcosta.go.cr/info-y-publicaciones/temas-y-proyectos/>

Glosario

0.8%

<https://www.glosario.com/que-es-un-glosario-y-como-funciona/>

[[CDATA]] [F O R] []

Ing. Coello Tapia, Luis Ángel

C.C.: 0503128662



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica
Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica

Certificación

Certifico que la monografía “Inspección de los montantes del motor Rolls Royce Dart número 1 de la aeronave Fairchild FH-227 acorde al manual de mantenimiento ATA 70-00, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE” fue realizada por el señor **Ramos Jinez, Álvaro Jacobo**, la misma que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se la sustente públicamente.

Latacunga, 03 de agosto del 2023

Ing. Coello Tapia, Luis Angel

C.C.: 0503128662



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica
Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica

Responsabilidad de Autoría

Yo, **Ramos Jinez, Álvaro Jacobo**, con cédula de ciudadanía N°1804970612; declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular **“Inspección de los montantes del motor Rolls Royce Dart número 1 de la aeronave Fairchild FH-227 acorde al manual de mantenimiento ATA 70-00, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 03 de agosto de 2023

Ramos Jinez, Álvaro Jacobo

C.C: 1804970612



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica
Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica

Autorización de Publicación

Yo, **Ramos Jinez, Álvaro Jacobo**, con número de cedula de ciudadanía N° **180497061-2** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **"Inspección de los montantes del motor Rolls Royce Dart número 1 de la aeronave Fairchild FH-227 acorde al manual de mantenimiento ATA 70-00, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE"**, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 03 de agosto de 2023

Ramos Jinez, Álvaro Jacobo

C.C: 1804970612

Dedicatoria

Este proyecto de graduación se lo dedico a Dios, a mis abuelitos, mis padres, mis hermanos y a toda mi familia. A mis padres quienes han sido un pilar fundamental en mi vida y en mi educación, ya que gracias a sus consejos y su apoyo han sabido guiarme por el camino del bien para conseguir mis objetivos y sueños en la vida y es una dicha tenerlos conmigo. A mis hermanos ya que siempre me han sabido apoyarme en los momentos que los necesitaba. A toda mi familia por cada granito de arena que supo contribuir para cumplir mis objetivos que son un apoyo incondicional.

Ramos Jinez, Álvaro Jacobo

Agradecimiento

A mis padres, por tener el privilegio de tenerlos conmigo, quienes me han sabido enseñar y guiarme durante toda mi vida porque sin el apoyo incondicional de ellos yo no podría cumplir mis metas. A mis abuelitos quienes han sabido llenarme de valores y consejos fundamentales para seguir cumpliendo mis metas y sueños. Adicionalmente agradezco a todas las personas que me han sabido contribuir con ayuda para que este proyecto fuera posible.

Ramos Jinez, Álvaro Jacobo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	1
Reporte de verificación de contenido	2
Certificación	3
Responsabilidad de Autoría	4
Autorización de Publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento.....	7
Índice de contenidos	8
Índice de figuras	12
Índice de tablas	14
Resumen	15
Abstract.....	16
Capítulo I: Planteamiento del problema.....	17
Antecedentes.....	17
Planteamiento del problema.....	17
Justificación e importancia	18
Objetivos.....	19
<i>Objetivo general</i>	19
<i>Objetivos específicos</i>	19
Alcance.....	19
Capítulo II: Marco teórico.....	21
Aeronave Fairchild FH-227	21
<i>Historia de la aeronave Fairchild-227</i>	21
Planta de poder	22

	9
<i>Cobertores</i>	23
<i>Montantes</i>	23
<i>Antifuego</i>	25
<i>Drenajes</i>	25
Motor	27
<i>Sección Fría</i>	28
<i>Sección Caliente</i>	30
<i>Sección de Accesorios</i>	34
Hélice	35
<i>Conjunto de la hélice</i>	38
<i>Controles de la hélice</i>	39
Ensayos no destructivos NDI	40
<i>Inspección visual</i>	40
<i>Líquidos penetrantes</i>	42
<i>Corrientes inducidas</i>	44
<i>Rayos x</i>	45
<i>Ultrasonido</i>	47
Mantenimiento Aeronáutico	49
<i>Mantenimiento Programado</i>	50
<i>Mantenimiento No Programado</i>	50
<i>Mantenimiento Preventivo</i>	51
<i>Mantenimiento Predictivo</i>	53
<i>Mantenimiento Restaurativo</i>	55
Capítulo III: Desarrollo del tema	58
Descripción general.....	58
Herramientas empleadas	58

	10
Medidas de seguridad	59
Selección del tecele apropiado para la inspección de los montantes del Motor Rolls	
Royce Dart	60
<i>Mantenimiento y reforzamiento del tecele</i>	<i>60</i>
<i>Puesta a punto el tecele</i>	<i>62</i>
<i>Prueba de funcionamiento del tecele</i>	<i>63</i>
Desmontaje de la hélice del motor Rolls Royce Dart	64
<i>Separación de seguros de la hélice.....</i>	<i>65</i>
<i>Separación del pitch lock.....</i>	<i>68</i>
<i>Extracción del pitch lock.....</i>	<i>68</i>
<i>Desacoplamiento de la hélice.....</i>	<i>69</i>
<i>Remoción de la hélice</i>	<i>70</i>
Desmontaje del motor Rolls Royce Dart.....	71
<i>Remoción de cubiertas.....</i>	<i>71</i>
<i>Desconexión de los plugs del motor</i>	<i>72</i>
<i>Desacoplamiento de los pernos del eje impulsor</i>	<i>73</i>
<i>Ubicación de la eslinga</i>	<i>74</i>
<i>Remoción de pernos inferiores.....</i>	<i>75</i>
<i>Desmontaje del motor</i>	<i>76</i>
Inspección de los montantes del motor Rolls Royce Dart	77
<i>Inspección visual del tubo estructural del motor izquierdo.....</i>	<i>78</i>
<i>Inspección visual al montante inferior del motor izquierdo.....</i>	<i>78</i>
<i>Inspección visual de los pernos de sujeción del motor</i>	<i>80</i>
<i>Inspección de los herrajes de sujeción a la pared de fuego</i>	<i>81</i>
<i>Inspección de los pernos de sujeción del motor</i>	<i>81</i>
Aplicación de ensayos por partículas magnéticas	82

	11
Capítulo IV: Conclusiones y recomendaciones	85
Conclusiones.....	85
Recomendaciones	86
Glosario.....	87
Bibliografía	89
Abreviaturas	91
Anexos	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Aeronave Fairchild FH-227.....	22
Figura 2 Cobertores del motor.....	24
Figura 3 Montantes de la Aeronave Fairchild FH-227	24
Figura 4 Zonas antifuego.....	26
Figura 5 Motor Rolls Royce Dart.....	27
Figura 6 Compresor.....	30
Figura 7 Cámaras de combustión.....	31
Figura 8 Turbina.....	34
Figura 9 Tobera.....	34
Figura 10 Caja de engranajes	37
Figura 11 Hélice	37
Figura 12 Inspección visual.....	42
Figura 13 Inspección por líquidos penetrantes	44
Figura 14 Corrientes inducidas.....	46
Figura 15 Rayos x.....	47
Figura 16 Rayos x.....	49
Figura 17 Tipos de mantenimiento	50
Figura 18 Mantenimiento preventivo.....	53
Figura 19 Mantenimiento predictivo.....	55
Figura 20 Mantenimiento restaurativo	57
Figura 21 Tecele para desmontajes.....	61
Figura 22 Análisis estructural del tecele.....	62
Figura 23 Limpieza estructural.....	63

Figura 24 <i>Reforzamiento del tecele</i>	64
Figura 25 <i>Puesta a punto el tecele</i>	65
Figura 26 <i>Prueba de funcionamiento</i>	66
Figura 27 <i>Desmontaje de la hélice</i>	67
Figura 28 <i>Seguros de la hélice</i>	67
Figura 29 <i>Separación de la tuerca de retención del pitch lock</i>	68
Figura 30 <i>Extracción del pitch lock</i>	69
Figura 31 <i>Desmontaje de la hélice</i>	70
Figura 32 <i>Hélice removida</i>	71
Figura 33 <i>Remoción de cubiertas</i>	72
Figura 34 <i>Desacoplamiento de plugs y cables de la pared de fuego</i>	73
Figura 35 <i>Pernos del eje impulsor</i>	74
Figura 36 <i>Eslingas</i>	75
Figura 37 <i>Remoción de pernos inferiores</i>	76
Figura 38 <i>Desmontaje del motor</i>	77
Figura 39 <i>Inspección de montantes</i>	78
Figura 40 <i>Tabo estructural</i>	79
Figura 41 <i>Montante inferior izquierdo</i>	79
Figura 42 <i>Perno superior derecho</i>	80
Figura 43 <i>Pernos de sujeción de los montantes</i>	81
Figura 44 <i>Herrajes de sujeción</i>	82
Figura 45 <i>Pernos inspeccionados pop articulas magnéticas</i>	84
Figura 46 <i>Tuercas de los pernos de sujeción</i>	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Características de la aeronave.</i>	21
---	-----------

Resumen

El siguiente proyecto detalla los aspectos necesarios para la inspección de los montantes del motor Rolls Royce Dart que es parte de la aeronave Fairchild FH 227, así como también, el desmontaje y montaje de este, con la descripción de los equipos y herramientas necesarios para la ejecución del proyecto en general. Inicialmente, se detalla el tema y se fundamenta en la necesidad de inspeccionar los montantes de acuerdo con lo establecido en la tarea de mantenimiento, así mismo se determina los objetivos a desarrollar para tener los resultados deseados. El desarrollo del tema investigativo contiene la información técnica para el desmontaje del motor y para la inspección de los montantes. Para realizar la inspección de los montantes del motor fue necesario desmontar el motor como tal, mediante la utilización de un teclé y herramientas adecuadas; la inspección se la realizó mediante ensayos no destructivos a base de partículas magnéticas, cuyo resultado detalló que los pernos nos presentan discontinuidades y están aptos para ser montados nuevamente en la aeronave. Así, se realizó una tarea de mantenimiento y se ha registrado todo el proceso y los resultados, para que sirva de material didáctico, fuente de consulta y guía de prácticas de laboratorio para estudiantes de la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica.

Palabras clave: inspección de montantes, Rolls Royce Dart, partículas magnéticas, Fairchild FH-227.

Abstract

The following project details the necessary aspects for the inspection of the uprights of the Rolls Royce Dart engine that is part of the Fairchild FH 227 aircraft, as well as its disassembly and assembly, with the description of the equipment and tools necessary for the execution of the project in general. Initially, the topic is detailed and it is based on the need to inspect the uprights according to what is established in the maintenance task, and the objectives to be developed to achieve the desired results are also determined. The development of the research topic contains the technical information for the disassembly of the engine and for the inspection of the uprights. To perform the inspection of the engine mounts it was necessary to disassemble the engine as such, using a keypad and appropriate tools; the inspection was performed by means of non-destructive tests based on magnetic particles, the result of which showed that the bolts do not present discontinuities and are apt to be reassembled in the aircraft. Thus, a maintenance task was carried out and the whole process and the results have been recorded, to serve as didactic material, source of consultation and guide of laboratory practices for students of the career of "Technology Superior en Mechanical Aeronautical".

Keywords: stud inspection, Rolls Royce Dart, magnetic particles, Fairchild FH-227.

Capítulo I:

Planteamiento del problema

Antecedentes

La Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE y en especial la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica cuenta con varios laboratorios, talleres y espacios apropiados para que los estudiantes combinen la teoría y práctica dentro de su formación integral, además, cuenta con un avión escuela el cual es adecuado para realizar tareas de inspección, mantenimiento, remoción e instalación de componentes. El avión escuela que forma parte de la carrera es un FAIRCHILD FH-227 con matrícula HC-BHD, que se encuentra inoperativo por diversos motivos de haber perdido su aeronavegabilidad y pertenece a la universidad para uso de los estudiantes de la carrera en su formación como técnicos de mantenimiento aeronáutico, única en el país.

Se han realizado tareas de inspección y mantenimiento en el avión escuela, mismos que han sido parte de prácticas académicas y/o proyectos de titulación, mediante procesos de ensayos no destructivos; en la mayoría de los casos, estos ensayos se han realizado con métodos de líquidos penetrantes, para determinar y garantizar la integridad estructural de las aeronaves. Sin embargo, no existen mayores datos de inspección mediante partículas magnéticas, que es el proceso que realizaremos con la ayuda de técnicos certificados de la DIAF. Para las tareas de inspección de los montantes de los motores de los aviones es importante contar con un tecele que nos permita el desmontaje y montaje de dichos componentes, dicho equipo también es parte del material de trabajo y estudio de la carrera.

Planteamiento del problema

Como técnicos de mantenimiento aeronáutico, las labores de mantenimiento e inspección son la parte más aplicable en el campo laboral y se hace énfasis en la formación

profesional dentro de la universidad, es por lo que, al cursar la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica se realizan las prácticas de inspección y mantenimiento de los aviones con que cuenta la carrera. El presente proyecto plantea la inspección de los montantes del motor Rolls Royce Dart número 1, de la aeronave Fairchild FH-227 siguiendo procedimientos en indicaciones planteadas en el Manual de Mantenimiento ATA 70-00; de este modo se realizará una actividad de inspección acorde al mundo laboral de la carrera y también para demostrar el adecuado uso de instrumentos y herramientas necesarias para esta operación.

Uno de los problemas más comunes en una aeronave como el Fairchild FH-227 que podría requerir la inspección de los montantes del motor es la corrosión. Los montantes del motor son estructuras críticas que soportan los motores de la aeronave y están expuestos a diversas condiciones ambientales y operativas

Justificación e importancia

La tarea de inspección indicada en el Manual de Mantenimiento ATA 70-00 detalla el proceso de desmontaje, inspección y montaje de los montantes del motor Rolls Royce Dart, de este modo tenemos una guía detallada para una labor de mantenimiento y comprobación del óptimo estado del tecele de desmontaje con el que cuenta la carrera. Esta tarea es necesaria para verificar el estado de los montantes del motor y detallar el proceso secuencial y cronológico de cada una de las actividades para cumplir con lo que indica el manual de mantenimiento, además, cumpliendo con normativa de seguridad.

La inspección de los montantes del motor, en una aeronave Fairchild FH-227, es una parte crucial del mantenimiento aeronáutico. Los montantes del motor son las estructuras que conectan los motores a las alas o al fuselaje de la aeronave. Una inspección minuciosa ayuda a detectar cualquier signo de desgaste, corrosión, daño estructural o fatiga de materiales. Identificar y corregir estos problemas a tiempo es esencial para garantizar la integridad

estructural de la aeronave. El presente proyecto ayudará tanto a docentes como alumnos a tener una guía de estudio teórico – prácticas para el desmontaje y montaje de los montantes del motor 1 de la aeronave en cuestión, de esta forma los estudiantes van a tener un mejor desenvolvimiento en sus prácticas preprofesionales y posterior en su vida profesional.

Objetivos

Objetivo general

- Realizar la Inspección de los montantes del motor Rolls Royce Dart número 1 de la aeronave Fairchild FH-227 acorde al manual de mantenimiento ATA 70-00, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Objetivos específicos

- Recopilar información técnica necesaria para realizar la inspección de los montantes del motor Rolls Royce Dart, de la aeronave Fairchild FH-227.
- Rehabilitar y poner a punto el teclé adecuado para el desmontaje del motor e inspección de los montantes.
- Realizar la inspección de los montantes del motor número 1 de la aeronave Fairchild FH-227.
- Detallar el proceso para la ejecución de la tarea de inspección de los montantes de motores, siguiendo normativa de seguridad e indicaciones del manual de mantenimiento.
- Describir la correcta y adecuada utilización del teclé de desmontaje para actividades de inspección y mantenimiento

Alcance

El presente proyecto brindará una fuente de consulta y estudio para los estudiantes de la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, que servirá para las actividades prácticas en los talleres de la carrera con el

desmontaje y montaje de los montantes del motor 1 Rolls Royce Dart de la aeronave Fairchild FH-227, enfocado en el procedimiento de inspección, con el desmontaje y montaje de los montantes del motor, siguiendo el proceso adecuado y la correcta utilización del teclé, además, que este avión sea utilizado como avión escuela para un mejor aprendizaje y desarrollo de los conocimientos teóricos-prácticos adquiridos en clases por los estudiantes.

Con la inspección de los montantes del motor Rolls Royce Dart se determina el estado de funcionabilidad y vida útil de estos componentes estructurales, y mediante un informe certificado por una entidad especializada se verifica estas inspecciones. En este proyecto se detalla el procedimiento adecuado para la inspección de montantes mediante partículas magnéticas, cuya información y resultados servirán de información referencial para futuras tareas de mantenimiento en la aeronave escuela Fairchild FH-227.

Capítulo II: Marco teórico

Aeronave Fairchild FH-227

El Fairchild FH-227 es un avión bimotor de transporte regional que se abrió en la década de 1960, está equipado con dos motores turbopropulsores, lo que le brinda un rendimiento confiable y eficiente en términos de consumo de combustible y alcance, tiene una capacidad típica para transportar entre 48 y 52 pasajeros en configuración estándar, lo que lo hace adecuado para rutas regionales y de corto alcance. Esta aeronave tiene las siguientes características, mismas que se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 1

Características de la aeronave.

Dimensiones	
Envergadura	29.02 metros (95 pies 3 pulgadas)
Longitud	21.62 metros (70 pies 11 pulgadas)
Altura	7.24 metros (23 pies 9 pulgadas)
Diámetro del fuselaje	2.7 metros (8 pies 10 pulgadas)

Nota. La tabla muestra las características de la aeronave Fairchild FH-227. Tomado de (Carrion Baez, 2012).

Historia de la aeronave Fairchild-227

El Fairchild FH-227 es una aeronave de transporte regional que fue desarrollada y fabricada por la compañía estadounidense Fairchild Aircraft a partir de la década de 1960. Fue una versión mejorada y ampliada del avión anterior, el Fairchild F-27 Friendship. El desarrollo del FH-227 comenzó en respuesta a las necesidades del mercado de una aeronave de

transporte regional más grande y con mayor capacidad que el F-27. El diseño básico del F-27 se mantuvo, pero se realizaron modificaciones significativas para aumentar la capacidad de pasajeros y mejorar el rendimiento. El primer vuelo del FH-227 tuvo lugar en 1966. Fairchild produjo dos versiones principales del avión: el FH-227A, que tenía una capacidad de hasta 48 pasajeros, y el FH-227B, que podía transportar hasta 52 pasajeros. Ambas versiones se construyeron con motores turbohélice Rolls-Royce Dart (Meregalli, n.d.).

Figura 1

Aeronave Fairchild FH-227



Nota. La figura muestra la aeronave Fairchild FH22-7, que es parte de la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica.

Planta de poder

La aeronave Fairchild FH-227 es un avión turbohélice de tamaño medio, desarrollado por la compañía estadounidense Fairchild Aircraft a partir del avión de transporte Fokker F27 Friendship. La FH-227 fue una versión mejorada y modificada del F27 con motores más potentes y otras mejoras. La planta de poder (también conocida como planta motriz) de la aeronave Fairchild FH-227 está compuesta principalmente por dos motores turbohélice. Originalmente, la mayoría de las variantes del FH-227 estaban equipadas con motores Rolls-

Royce Dart RDa.7/1 Mk 532-7, aunque también hubo otras variantes con diferentes motores. El motor Dart es conocido por su confiabilidad y eficiencia, lo que lo convirtió en una opción popular para numerosas aeronaves de su época, incluida la Fairchild FH-227 (Balseca Freire, 2011).

Cobertores

El carenado, básicamente de aleación ligera, está formado por un frontal curvo atornillado a un diafragma trasero plano. El conjunto está asegurado a la toma de aire del motor por diez tornillos, con casquillos y casquillos de goma; una autorización es mantenida entre el carenado y la entrada de aire del motor y entre el carenado y la carcasa de entrada de aire de refrigeración del enfriador de aceite. El frontal curvo está revestido de goma en la que se incrustan una serie de elementos de aleación metálica. Estos elementos se calientan eléctricamente, ya sea de forma continua o intermitente, para evitar cualquier acumulación de hielo alrededor de la toma de aire del carenado con 709 incorporado, estas almohadillas térmicas están protegidas adicionalmente por una tela de vidrio. La conexión eléctrica a las almohadillas térmicas se realiza mediante una conexión de enchufe y enchufe de clavijas múltiples, montada en el lado trasero derecho del diafragma de la cubierta (*M-DA6-AV - Chapter 71*, n.d.).

Montantes

El conjunto del soporte del motor consta de seis tubos de acero soldados a siete accesorios para formar una estructura en forma de W capaz de soportar el poder de planta. El conjunto también se utiliza para soportar el enlace de control del motor. Cable del detector de incendios, arneses eléctricos, calentador de combustible y varios conjuntos de manguera y escudo térmico (ENGINE MOUNT, n.d.).

Figura 2

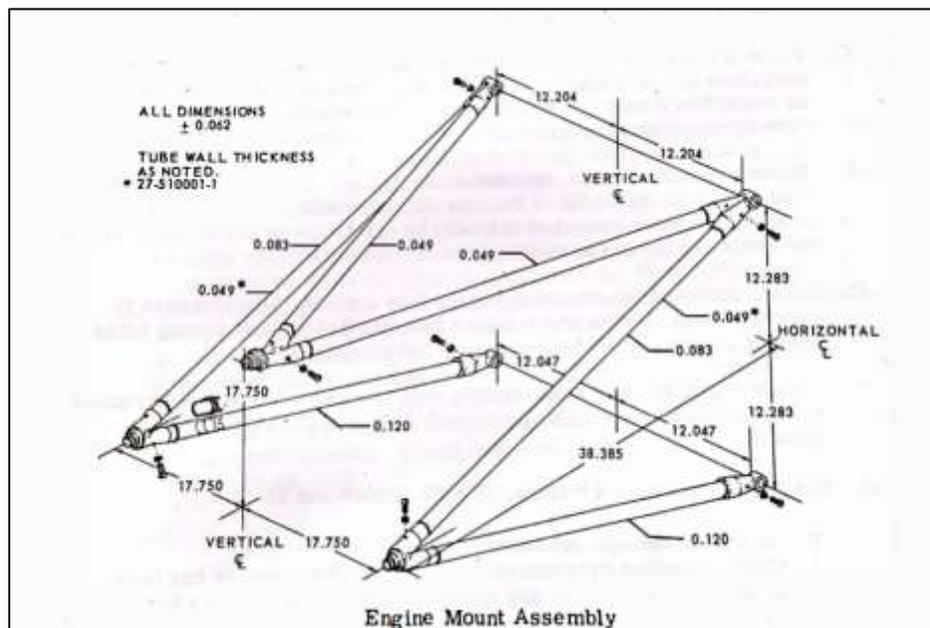
Cobertores del motor



Nota. La figura muestra los cobertores de la Aeronave Fairchild FH-227.

Figura 3

Montantes de la Aeronave Fairchild FH-227



Nota. El gráfico muestra la estructura de los montantes de la aeronave Fairchild FH-227. Tomado de (ENGINE MOUNT, n.d.).

Antifuego

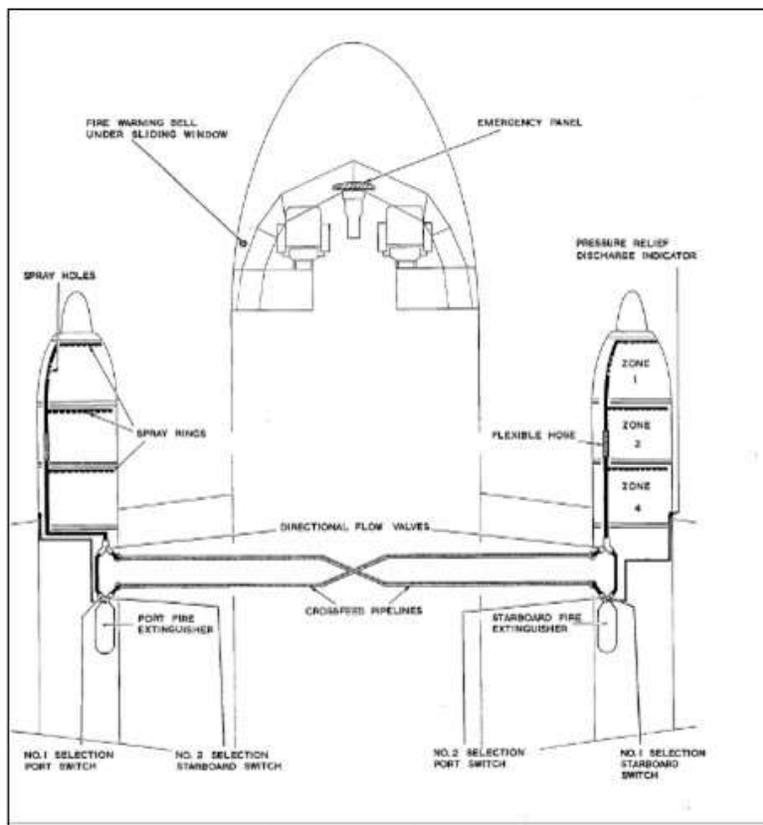
El fuego en las Zonas 1, 2 y 4, en la figura que se muestra a continuación, se detecta mediante un bucle continuo de Firewire sensible al calor en toda su longitud. El calor excesivo en cualquier punto del Firewire hace funcionar una unidad de control que enciende una lámpara de advertencia de incendio en el compartimiento de la tripulación. El Firewire se reinicia automáticamente cuando las condiciones vuelven a la normalidad. Si se corta el Firewire, las piezas que quedan conectadas a la unidad de control siguen siendo sensibles y avisarán en caso de incendio. Se proporciona un interruptor de prueba para probar el circuito de advertencia de incendio. Una condición de sobrecalentamiento dentro de un motor es detectada por un detector de reinicio de la unidad, uno montado en una extensión de cada tubo de ventilación del motor. El detector detecta un aumento excesivo de la temperatura dentro del motor y cierra un circuito para hacer funcionar una luz de advertencia de sobrecalentamiento del motor en el compartimiento de la tripulación. Cuando las condiciones vuelven a la normalidad, el detector se reinicia automáticamente (*ROLLS-ROYCE Chapter 26-Fire Protection Fire Protection Power Plant ,and Zone 4 Fire Protection Firewire Engine Internal Overheat Detection Power Plant Fire Extinguishing*, n.d.).

Drenajes

Los sistemas de drenaje se pueden dividir en dos categorías principales; los de uso constante y los de uso ocasional. Los drenajes, en uso constante, como el drenaje del motor principal, se canalizan por la borda detrás del tren de aterrizaje principal para evitar la posibilidad de incendio debido al contacto del combustible con las ruedas o los frenos calientes. Los que se usan ocasionalmente se conectan a una posición conveniente (Gallardo Ramos, 2018).

Figura 4

Zonas antifuego



Nota. El gráfico muestra las zonas antifuego de la Aeronave Fairchild FH-227. Tomado de (ROLLS-ROY CE Chapter 26-Fire Protection Fire Protection Power Plant ,and Zone 4 Fire Protection Firewire Engine Internal Overheat Detection Power Plant Fire Extinguishing, n.d.)

En cada motor, la carcasa intermedia, las unidades de combustible, la caja de toberas, el compresor y los drenajes del codo de salida N.º 5 se conectan a la válvula de drenaje principal del motor que se encuentra debajo de la cámara de expansión N.º 5 detrás del mamparo a prueba de incendios. El lado de salida de la válvula está conectado al mamparo ignífugo de la góndola mediante un tubo flexible y desde el mamparo se canaliza a una caja colectora que está atornillada a la pared de babor de la góndola. La caja del colector cuenta con un tubo de chimenea desde el cual un tubo de drenaje de 1/2 pulg. O/D corre hacia atrás

hasta un tubo de salida en el revestimiento de la góndola justo en la parte trasera del larguerillo 14. Una entrada de aire ram en la pared de babor de la góndola. está conectado por un tubo O/D de 3/4 pulg. a la caja colectora. En vuelo, el aire de entrada en la caja colectora y hace que cualquier fluido suba por la tubería de chimenea y viaje a lo largo de la tubería de drenaje hasta la salida. Se proporciona un tapón de inspección en la parte superior de la caja colectora (*M-DA6-AV - Chapter 71, n.d.*).

Motor

El motor Rolls-Royce Dart es un motor de turbo propulsión desarrollado por la compañía británica Rolls-Royce Limited. Fue uno de los motores más exitosos y duraderos en la historia de la aviación y se logró en una amplia variedad de aeronaves comerciales y militares. El Dart se presentó por primera vez en la década de 1950 y se produjo en aviones como el Vickers Visconti, el Handley Page Herald y el Fokker F27 Friendship. También se empleó en aplicaciones militares, como en el avión de patrulla marítima Breguet Atlantique y el avión de transporte Short Belfast (Balseca Freire, 2011).

Figura 5

Motor Rolls Royce Dart



Nota. El gráfico muestra un motor rollos Royce Dart, que es parte de la aeronave en la que realizaremos la inspección de montantes.

El motor Rolls-Royce Dart era un motor de turbo propulsión, lo que significa que utilizaba una turbina de gas para generar energía que se transfería a través de una caja de engranajes a una hélice. Esto proporcionó una combinación de eficiencia en el consumo de combustible y rendimiento adecuado para aeronaves de corto y medio alcance. El Dart pasó por varias etapas de desarrollo a lo largo de los años, lo que llevó a mejoras en la potencia, la confiabilidad y la eficiencia. La versión final del motor, conocida como el Dart Mk 532, tenía una potencia máxima de alrededor de 3.500 caballos de fuerza (Benavides Marin, 2020).

Como técnico de mantenimiento aeronáutico, estarían involucrados en el mantenimiento y la reparación de los motores Rolls-Royce Dart. Esto podría incluir chequeos periódicos, pruebas de funcionamiento, reemplazo de componentes desgastados y la solución de problemas técnicos. Además, sería responsable de seguir los procedimientos y las directrices establecidas (Benavides Marin, 2020).

Sección Fría

El proceso comienza con el compresor, que consta de una serie de etapas de compresión axial y centrífuga. El aire ambiente es comprimido en estas etapas, aumentando su presión y temperatura antes de ingresar a la cámara de combustión (Benavides Marin, 2020).

Conducto externo. El conducto externo, o nacela, es una estructura aerodinámica que rodea el motor y proporciona varios propósitos clave:

Contención del motor. La principal función del conducto externo es contener el motor y sus componentes internos. Proporciona una carcasa robusta que protege el motor de posibles daños externos durante el funcionamiento y durante el acceso de mantenimiento.

Canalización del flujo de aire. El conducto externo está diseñado para dirigir el flujo de aire hacia y desde el motor. El aire se toma del exterior, y parte de él es comprimido en el compresor del motor antes de ser mezclado con combustible y quemado en la cámara de combustión. Luego, los gases calientes de escape son expulsados a través de la tobera

trasera.

Reducción del ruido. Los motores aeronáuticos pueden ser ruidosos, especialmente durante el despegue y el aterrizaje. El diseño del conducto externo ayuda a reducir el ruido del motor al proporcionar un revestimiento acústicamente optimizado que atenúa las ondas de sonido generadas por el flujo de aire y los gases de escape.

Eficiencia aerodinámica. El conducto externo está diseñado para mejorar la aerodinámica general del motor y la aeronave. La forma y el diseño del conducto están cuidadosamente estudiados para reducir la resistencia del flujo de aire y mejorar el rendimiento general del motor, lo que a su vez contribuye a la eficiencia del avión. (Balseca Freire, 2011)

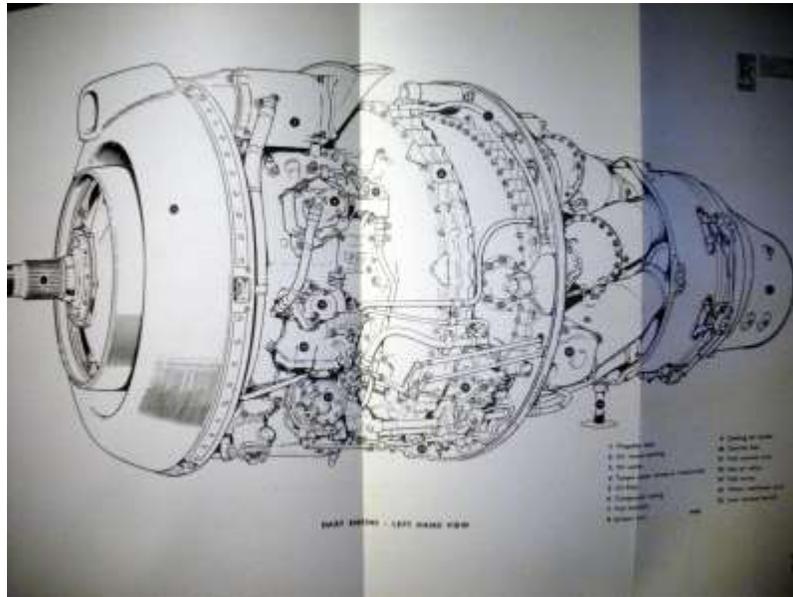
Compresores. En cuanto a los compresores del motor Rolls-Royce Dart, utilizaba un sistema de compresión centrífuga de tres etapas. El aire entrante era comprimido en cada etapa antes de pasar a la siguiente. A medida que el aire se comprimía, su temperatura aumentaba. Para evitar que el aire se sobrecalentara, se utilizaba un sistema de enfriamiento mediante la inyección de agua y metanol. Este sistema ayudaba a reducir la temperatura del aire comprimido y mejoraba la eficiencia del motor. El compresor centrífugo del motor Dart estaba diseñado para proporcionar un flujo de aire constante y uniforme a través del motor. Esto aseguraba un rendimiento óptimo y una potencia constante en todas las condiciones de vuelo. Además, el diseño del compresor permitía una alta relación de compresión, lo que mejoraba la eficiencia del motor y su capacidad para generar empuje.

El sistema de compresores del motor Rolls-Royce Dart también incluía un sistema de admisión de aire que estaba diseñado para proporcionar un flujo de aire suave y sin turbulencias al compresor. Esto ayudaba a minimizar las pérdidas de eficiencia y garantizaba un funcionamiento suave y fiable del motor. En resumen, los compresores del motor Rolls-Royce Dart eran de diseño centrífugo y contaban con un sistema de enfriamiento de aire para mejorar su eficiencia. Proporcionaban un flujo de aire constante y uniforme, lo que contribuía al

rendimiento y la fiabilidad del motor en aviones de transporte regional y ejecutivo (Balseca Freire, 2011).

Figura 6

Compresor



Nota. El gráfico muestra el compresor del motor rollos Royce Dart, que es parte de la aeronave en la que realizaremos la inspección de montantes. Tomado de (*M-DA6-AV - Chapter 71*, n.d.).

Sección Caliente

Dentro de esta sección tenemos algunos componentes, los mismo que son citados a continuación.

Cámara de combustión. Las cámaras de combustión del motor Rolls-Royce Dart son una parte crucial de su diseño. Este motor utiliza una configuración de cámara de combustión en anillo (o también conocida como "cámara de llama anular"), que es un tipo de cámara de combustión en la que se coloca una serie de inyectores alrededor del perímetro de la cámara para crear una llama continua alrededor del anillo. Esto difiere de las cámaras de combustión convencionales en las que se encuentra una sola llama central. El diseño de la cámara de

combustión en anillo del Rolls-Royce Dart ofrece varias ventajas. En primer lugar, permite una combustión más eficiente y completa del combustible, lo que mejora la eficiencia del motor y reduce las emisiones. Además, al distribuir la llama alrededor de todo el perímetro de la cámara, se logra una distribución más uniforme de la temperatura y la presión, lo que contribuye a una mayor durabilidad y confiabilidad del motor (Calapiña Guamani, 2018).

Otra característica destacada de las cámaras de combustión del Dart es el uso de un sistema de combustión por flujo inverso. En este diseño, el aire comprimido entra a través de los inyectores de combustible y se mezcla con el combustible antes de entrar en la cámara de combustión. Esto permite una combustión más completa y reduce las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx). Además, el motor Rolls-Royce Dart utiliza una técnica de combustión conocida como "quemado de baja emisión" (LEB, por sus siglas en inglés). Esto implica mantener una relación de mezcla de combustible y aire más baja durante el proceso de combustión, lo que ayuda a reducir aún más las emisiones de óxidos de nitrógeno y otros contaminantes (Veliz Totoy, 2011).

Figura 7

Cámaras de combustión



Nota. La imagen muestra las cámaras de combustión de la aeronave Fairchild FH-227.

Turbina. Las turbinas del motor Rolls-Royce Dart son un componente clave de su sistema de propulsión. El Dart es un motor de flujo axial, lo que significa que utiliza turbinas de compresor de flujo axial para comprimir el aire antes de la combustión y turbinas de potencia para extraer energía de los gases de escape.

El proceso de funcionamiento del motor Dart se puede describir de la siguiente manera:

Compresión del aire. El aire ambiente es succionado hacia el motor a través de una entrada de aire y pasa a través de una serie de etapas de compresores de flujo axial. Cada etapa consta de un rotor y un estator que comprimen el aire y lo dirigen hacia la siguiente etapa.

Inyección de combustible. Después de pasar por el último compresor de flujo axial, el aire comprimido entra en la cámara de combustión, donde se inyecta combustible y se enciende. La mezcla aire-combustible se quema en la cámara de combustión, generando gases de alta presión y temperatura.

Expansión de los gases. Los gases de combustión de alta presión y temperatura se expanden a través de una serie de turbinas de potencia, que están conectadas al compresor y a la hélice mediante un eje central. Las turbinas de potencia extraen energía de los gases en expansión para accionar el compresor y la hélice.

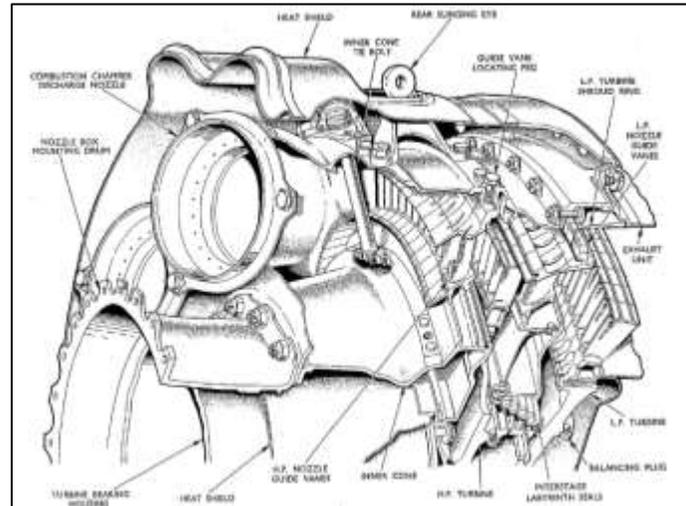
Escape de los gases. Después de pasar por las turbinas de potencia, los gases de escape de menor presión y temperatura se expulsan a través de la tobera de escape, proporcionando empuje para propulsar el avión hacia adelante (Balseca Freire, 2011). Las turbinas del motor Rolls-Royce Dart están diseñadas para funcionar de manera eficiente y confiable. Están construidas con materiales resistentes a altas temperaturas y utilizan tecnologías avanzadas para maximizar la eficiencia y el rendimiento del motor. El motor Rolls-Royce Dart fue ampliamente utilizado en aviones como el British Aerospace 748, el de Havilland Canada DHC-7 Dash 7 y el Vickers Viscount. A lo largo de su historia, el Dart ha

demostrado ser un motor confiable y duradero, y ha contribuido al éxito de numerosas aeronaves de transporte regional en todo el mundo.

Tobera. La tobera de escape del motor Rolls-Royce Dart es una parte crucial de este motor turbopropulsor. El Rolls-Royce Dart es un motor de turbina de gas que fue ampliamente utilizado en aviones de pasajeros y de carga desde la década de 1950 hasta la década de 1980. Proporcionó una propulsión eficiente y confiable para una variedad de aeronaves, incluidos los aviones de Havilland Canadá DHC-6 Twin Otter y Fokker F27 Friendship

La tobera de escape es una estructura ubicada en la parte trasera del motor que canaliza los gases de escape generados por la turbina hacia el exterior de la aeronave. Su función principal es proporcionar un conducto de escape seguro y eficiente para los gases calientes y a alta presión producidos por la combustión en la cámara de combustión del motor. En el caso específico del motor Rolls-Royce Dart, la tobera de escape estaba diseñada para maximizar la eficiencia del motor y proporcionar un empuje adecuado. La forma de la tobera se optimizó para permitir una expansión gradual de los gases de escape, permitiendo una mejor conversión de la energía térmica en empuje. Esto se logra mediante una forma cónica que se ensancha gradualmente hacia la salida (Veliz Totoy, 2011).

Además de su función principal de guiar los gases de escape, la tobera de escape también tiene la tarea de reducir el ruido generado por el motor. Los motores Rolls-Royce Dart fueron conocidos por su funcionamiento silencioso en comparación con otros motores de su época, y la tobera de escape contribuyó a esta característica mediante la incorporación de tecnologías de atenuación de ruido. En resumen, la tobera de escape del motor Rolls-Royce Dart es una parte esencial que permite la salida eficiente de los gases de escape generados durante la operación del motor. Su diseño optimizado no solo maximiza el empuje generado, sino que también contribuye a la reducción del ruido (Carrion Baez, 2012).

Figura 8*Turbina*

Nota. El gráfico muestra una turbina del motor Dart. Tomado de (*M-DA6-AV - Chapter 71, n.d.*).

Figura 9*Tobera*

Nota. El gráfico muestra la tobera del motor Rolls Royce Dart.

Sección de Accesorios

El accesorio del motor es accionado por un piñón o eje impulsor y un engranaje cónico desde el conjunto del eje principal giratorio, y el impulso de entrada del motor estacionario al

mecanismo del embrague de arranque se transmite a través del conjunto del eje y el engranaje cónico.

Caja de engranajes. La caja de engranajes del motor Rolls-Royce Dart es una característica distintiva y crucial que lo diferencia de otros motores turbopropulsores. En lugar de acoplar directamente la turbina de gas al eje de la hélice, como se hace en algunos otros motores turbopropulsores, el motor Dart utiliza una caja de engranajes epicicloidial para transmitir la potencia de la turbina a la hélice. Este diseño permite una operación óptima en diversas condiciones de vuelo y velocidades, y ofrece algunas ventajas clave.

Reducción de velocidad. El motor Dart opera a altas velocidades de giro para lograr una eficiencia óptima en la combustión y el proceso de expansión de los gases de escape. Sin embargo, la velocidad de giro requerida para optimizar la eficiencia de la turbina no coincide con la velocidad de giro óptima para la hélice. La caja de engranajes permite reducir la velocidad del eje de alta presión de la turbina a una velocidad adecuada para la hélice, permitiendo que ambas partes operen en sus rangos ideales.

Eficiencia. Al operar la turbina y la hélice en sus rangos de velocidad óptimos, el motor Dart puede lograr una eficiencia mucho mayor en comparación con otros sistemas sin caja de engranajes.

Mayor capacidad de carga. La caja de engranajes también permite que el motor Dart transmita más potencia a la hélice, lo que le permite operar en aviones más grandes y pesados, a la vez que mantiene una eficiencia excepcional.

Menor ruido y vibración. La caja de engranajes ayuda a reducir el ruido y las vibraciones asociadas con la operación del motor, lo que mejora el confort de los pasajeros y la tripulación (Carrion Baez, 2012).

Hélice

La hélice Dowty Rotol es un tipo de hélice de avión que es fabricada por la empresa

británica Dowty Rotol, una subsidiaria de GE Aviation. Es ampliamente utilizada en aviones militares y civiles en todo el mundo. La hélice Dowty Rotol es conocida por su diseño de hélice de paso variable y su capacidad para ajustar automáticamente el ángulo de las palas de la hélice durante el vuelo. Esto permite un rendimiento óptimo en una amplia gama de condiciones de vuelo y velocidades, lo que resulta en una mayor eficiencia y un menor consumo de combustible (Carrion Baez, 2012).

El sistema de hélice de paso variable de Dowty Rotol utiliza un mecanismo hidráulico o eléctrico para controlar la posición de cada pala de la hélice. Estas palas son aerodinámicamente eficientes y están diseñadas para maximizar la tracción y reducir el ruido. Además, el diseño de la hélice permite una rápida respuesta a los cambios en las condiciones de vuelo, lo que mejora la maniobrabilidad y la seguridad del avión. La hélice Dowty Rotol se ha utilizado en una variedad de aviones, incluyendo aviones de combate como el Eurofighter Typhoon y el Lockheed Martin F-35 Lightning II, así como en aviones de transporte como el Airbus A400M. También se ha utilizado en aviones civiles como el ATR 72. En resumen, la hélice Dowty Rotol es conocida por su diseño de paso variable y su capacidad para adaptarse a diferentes condiciones de vuelo. Proporciona un rendimiento eficiente, un menor consumo de combustible y una mayor maniobrabilidad, lo que la convierte en una opción popular para muchos aviones militares y civiles en todo el mundo (Carrion Baez, 2012).

Conjunto de la hélice

El conjunto hélice es una parte esencial de muchas aeronaves, especialmente en aviones propulsados por motores de pistón o turbopropulsores. Consiste en una hélice y el motor que la impulsa, trabajando en conjunto para generar la fuerza necesaria para mover la aeronave a través del aire. Este conjunto es especialmente común en aviones más pequeños, aviones de carga y aviones regionales.

Conjunto del Pitch Lock. Es un seguro de paso que va instalado en la cúpula, es una válvula que controla el paso fino de vuelo de 16° a 18.5° en vuelo y el control de abanderamiento que es de 84° . En tierra este conjunto funciona para asegurar el ángulo de bandera y retomar al paso fino de tierra que es 0° . Es un seguro de paso que por medio de la presión de aceite del P.C.U. se abren las uñetas que venciendo la tensión del resorte interno se expande presionándose contra las paredes de la manga.

La tuerca de retención del Pitch Lock. Es antihoraria y va localizado en la cúpula.

Conjunto del Spinner: Es una cubierta de cono aerodinámico que permite el paso del flujo de aire que incide en la parte delantera de la hélice sin afectar la resistencia del aire y asegura la máxima eficiencia del flujo de aire que llega al motor y está hecho de lámina de aluminio y tiene una resistencia eléctrica que se calienta cuando es necesario cuando hay hielo, el Spinner tiene un mecanismo de liberación rápida tipo eyector. La marca "roja" pintada en la pala de la hélice coincidirá con la marca "roja" pintada en el cono o el rotor para indicar la posición angular exacta en el suelo.

Conjunto de palas. Constan de cuatro palas por hélice, están construidas con fachadas de duraluminio, provistas de botas antihielo (ANTI-ICING) en sus bordes de ataque, desde las puntas de las palas hasta la estación 42, existen elementos eléctricos internos que calientan estos bordes de ataque y así evitar la formación de hielo; este recubrimiento está protegido desde la punta de la hoja por una laminilla. Previenen daños causados por piedras o

mordeduras, forman una superficie plana con la parte aerometálica de la pala, para no comprometer la eficiencia aerodinámica; también se puede observar que los cuatro álabes tienen tres cables que envían corriente alterna a la guía del álabe a través del plano N*1, hay un rebaje en la raíz del álabe, que tiene como objetivo reducir el peso del álabe, también está equipado con, está equipado con, están equipados con , en el que también se unen al costado de la tuerca los pasadores conectados directamente a las varillas del pistón, y también se le une un perno, y una tonelada. En particular, en la hoja N1, podemos ver una cresta que está destinada a hacer contacto con el "interruptor de apagado" ubicado en la posición NO I de la hoja en la parte posterior de la cruceta. Tenemos un par de clips en cada pasador de hoja para proteger los cables 'anti-hielo', estos están bien asegurados con cerraduras redondas atornilladas, al igual que los frenos con las mangueras de freno.

Controles de la hélice

Los controles de la hélice en una aeronave son mecanismos esenciales que permiten al piloto ajustar y controlar la velocidad y el paso de las palas de la hélice. Estos controles son especialmente relevantes en aeronaves equipadas con motores de pistón y hélices variables, como aviones monomotores y multimotores de menor tamaño.

Palanca de control de la hélice. Esta palanca se encuentra en la cabina del piloto y se utiliza para controlar la velocidad y el paso de la hélice. Al mover la palanca hacia adelante o hacia atrás, se puede cambiar la velocidad de rotación y el ángulo de la hélice para obtener el rendimiento deseado.

Interruptor de marcha lenta (Idle Switch). Algunas hélices Dowty Rotol tienen un interruptor de marcha lenta que permite al piloto colocar la hélice en modo de ralentí o marcha lenta cuando sea necesario.

Interruptor de inversión de la hélice (Feathering Switch). La función de este interruptor es permitir al piloto colocar la hélice en modo de bandera (feathering) en caso de

que el motor de la aeronave falle. En la posición de bandera, las palas de la hélice se alinean con el flujo de aire para reducir la resistencia y evitar que giren libremente, lo que ayuda a mejorar la seguridad durante un aterrizaje de emergencia.

Control automático. Algunas hélices Dowty Rotol están equipadas con sistemas automáticos que ajustan automáticamente la velocidad y el paso de la hélice según las condiciones de vuelo para optimizar el rendimiento y la eficiencia.

Ensayos no destructivos NDI

Los ensayos no destructivos (END) son técnicas utilizadas en la industria aeronáutica para evaluar la integridad estructural de los componentes y estructuras sin causar daño permanente. Estos ensayos se realizan para detectar defectos internos o superficiales que puedan comprometer la seguridad y el rendimiento de las aeronaves. En la industria aeronáutica, existen varios tipos de inspección no destructiva (IND) que se utilizan para evaluar la integridad y la calidad de los materiales y componentes sin dañarlos. Algunas de las técnicas de inspección no destructiva comunes en la aeronáutica incluyen los procesos que se citan a continuación.

Inspección visual

Es la forma más básica de inspección no destructiva y consiste en una evaluación visual directa de los materiales y componentes. Se utiliza para detectar grietas, corrosión, deformaciones, desgaste y otros defectos superficiales. La inspección visual es una parte fundamental del mantenimiento aeronáutico. Es un proceso en el que se examina visualmente el estado y la condición de los componentes, estructuras y sistemas de una aeronave para detectar posibles defectos, daños o desgastes.

Durante la inspección visual de mantenimiento aeronáutico, se siguen pautas y procedimientos establecidos por el fabricante de la aeronave, así como por las autoridades de aviación civil correspondientes. Algunos aspectos que se suelen evaluar durante la inspección

visual incluyen:

Exterior de la aeronave. Se examina la estructura externa de la aeronave en busca de daños visibles, como grietas, deformaciones, corrosión, pintura descascarada o cualquier otro signo de desgaste.

Superficies de control. Se inspeccionan las superficies de control, como alerones, elevadores, timones y flaps, para detectar daños, desgaste o cualquier otro problema que pueda afectar su funcionamiento adecuado.

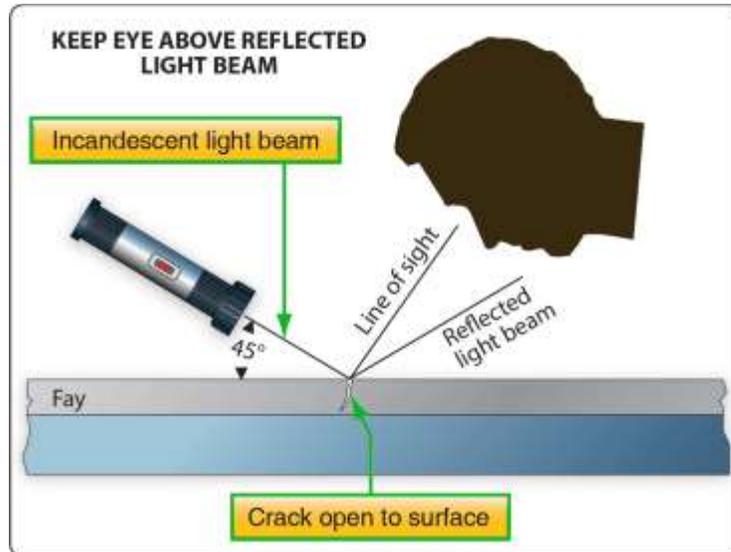
Sistemas y componentes. Se revisan los sistemas y componentes críticos de la aeronave, como los sistemas de combustible, sistemas hidráulicos, sistemas eléctricos, sistemas de aviónica, tren de aterrizaje, entre otros, para comprobar que están en buen estado y funcionando correctamente.

Interior de la aeronave. Se verifica el interior de la aeronave, incluyendo la cabina de vuelo, compartimentos de carga y pasajeros, asientos, cinturones de seguridad, paneles, luces, entre otros, para detectar cualquier problema o daño que pueda comprometer la seguridad y la comodidad de los ocupantes.

Es importante destacar que la inspección visual de mantenimiento aeronáutico se complementa con otros métodos de inspección no destructiva, como pruebas de ultrasonido, radiografía, líquidos penetrantes, entre otros, dependiendo de los requisitos y aplicaciones aplicables a cada tipo de aeronave y sus componentes. La inspección visual es una parte esencial pero no es la única forma de garantizar la seguridad y la confianza de una aeronave.

Figura 12

Inspección visual



Nota. El gráfico muestra el procedimiento para realizar una inspección visual. Tomado de (Calapiña Guamani, 2018)

Líquidos penetrantes

Esta técnica se basa en la capacidad de un líquido penetrante de fluir en los defectos superficiales y revelarlos mediante la aplicación de un revelador. Se utiliza para detectar defectos como grietas, porosidades y fugas en materiales no porosos. Los líquidos penetrantes son una técnica de ensayo no destructivo utilizada en la industria aeronáutica y otras industrias para detectar defectos superficiales en materiales sólidos. Este método es especialmente útil para detectar grietas, poros, inclusiones y otras imperfecciones en la superficie de componentes metálicos o no metálicos (Villalba Flores, 2020).

Preparación de la superficie. Se limpia y desengrasa cuidadosamente la superficie del componente que se va a inspeccionar. Esto se hace para eliminar cualquier suciedad, grasa u otros contaminantes que puedan interferir con la capacidad de penetración del líquido.

Aplicación del líquido penetrante. Se aplica el líquido penetrante en la superficie del

componente. Este líquido es generalmente de color rojo brillante o fluorescente para facilitar su detección posterior. El líquido se aplica mediante pulverización, inmersión o pincelado, dependiendo del tamaño y la forma del componente.

Tiempo de penetración. El líquido penetrante se deja actuar durante un tiempo determinado, conocido como tiempo de penetración. Durante este tiempo, el líquido penetra en cualquier defecto presente en la superficie del componente mediante capilaridad.

Remoción del exceso de penetrante. Después del tiempo de penetración, se retira el exceso de líquido penetrante de la superficie del componente. Esto se hace con cuidado para no eliminar el líquido que ha penetrado en los defectos.

Aplicación del revelador. Se aplica un revelador en polvo o en forma de aerosol sobre la superficie del componente. El revelador absorbe el líquido penetrante que ha quedado atrapado en los defectos, creando una indicación visible.

Inspección visual. Después de que se ha aplicado el revelador, se inspecciona visualmente la superficie del componente en busca de indicaciones. Estas indicaciones pueden ser grietas, poros, inclusiones u otras imperfecciones que se hacen visibles debido a la absorción del líquido penetrante por parte del revelador.

Evaluación de las indicaciones. Una vez que se han detectado las indicaciones, se evalúan según los estándares y criterios establecidos. Esto implica determinar la naturaleza y el tamaño de las indicaciones y decidir si cumplen con los criterios de aceptación o si requieren una acción correctiva.

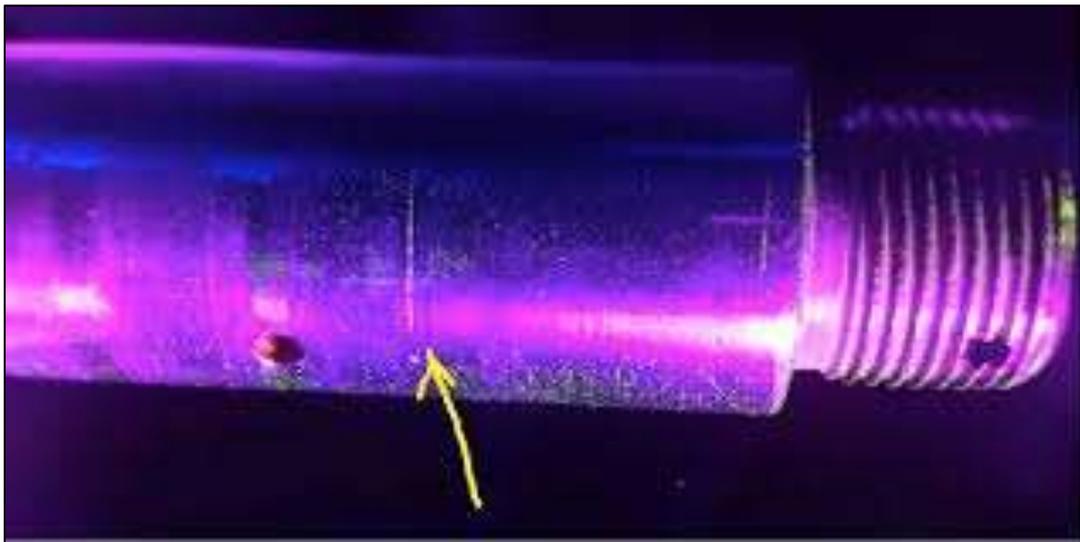
Es importante tener en cuenta que el proceso de ensayo con líquidos penetrantes debe ser llevado a cabo por personal capacitado y calificado, ya que la interpretación precisa de las indicaciones es fundamental para garantizar la integridad y seguridad de los componentes aeronáuticos. Además, se deben seguir las normas y procedimientos específicos establecidos por la industria aeronáutica y los organismos reguladores correspondientes.

Corrientes inducidas

Esta técnica se utiliza para detectar defectos superficiales. Los ensayos por partículas magnéticas (EPM) son una técnica no destructiva muy utilizada en la industria aeronáutica para detectar defectos superficiales y su superficiales en componentes metálicos. Esta técnica se basa en la detección de las discontinuidades magnéticas que se generan en la superficie del material cuando se aplica un campo magnético.

Figura 13

Inspección por líquidos penetrantes



Nota. El gráfico muestra una inspección por líquidos penetrantes para ensayos no destructivos.

El proceso de ensayo por partículas magnéticas generalmente sigue los siguientes pasos:

Preparación de la superficie. Se debe limpiar y desengrasar la superficie del componente a ensayar para asegurar una correcta adherencia de las partículas magnéticas. Esto se logra mediante procesos de limpieza y decapado adecuados.

Magnetización. Se aplica un campo magnético en el componente utilizando una corriente eléctrica o mediante el uso de imanes permanentes. La dirección del campo

magnético puede ser longitudinal (a lo largo del componente) o circular (alrededor del componente).

Aplicación de las partículas magnéticas

Se esparcen partículas magnéticas secas o líquidas sobre la superficie magnetizada del componente. Estas partículas están diseñadas para ser atraídas por las discontinuidades magnéticas presentes en la superficie del material, lo que permite visualizarlas.

Inspección visual. Se examina visualmente la superficie del componente en busca de acumulaciones de partículas magnéticas, que indicarían la presencia de una discontinuidad. Estas acumulaciones pueden tener diferentes formas, como líneas, puntos o patrones específicos dependiendo del tipo de discontinuidad.

Evaluación de los resultados. Una vez detectadas las acumulaciones de partículas magnéticas, se evalúa la naturaleza y el tamaño de las discontinuidades presentes. Esto se hace mediante inspección visual o utilizando equipos de medición especializados, como magnetómetros o equipos de registro magnético.

Es importante destacar que los ensayos por partículas magnéticas no son adecuados para detectar defectos internos o sub-superficiales profundos, ya que se basan en la detección de discontinuidades magnéticas cercanas a la superficie del material. Para detectar defectos internos en componentes aeronáuticos, se suelen utilizar otras técnicas no destructivas, como los ensayos por ultrasonidos o radiografía. Además, es fundamental que los ensayos por partículas magnéticas sean realizados por personal calificado y siguiendo los procedimientos y estándares establecidos, para garantizar la seguridad y confiabilidad de las inspecciones en la industria aeronáutica.

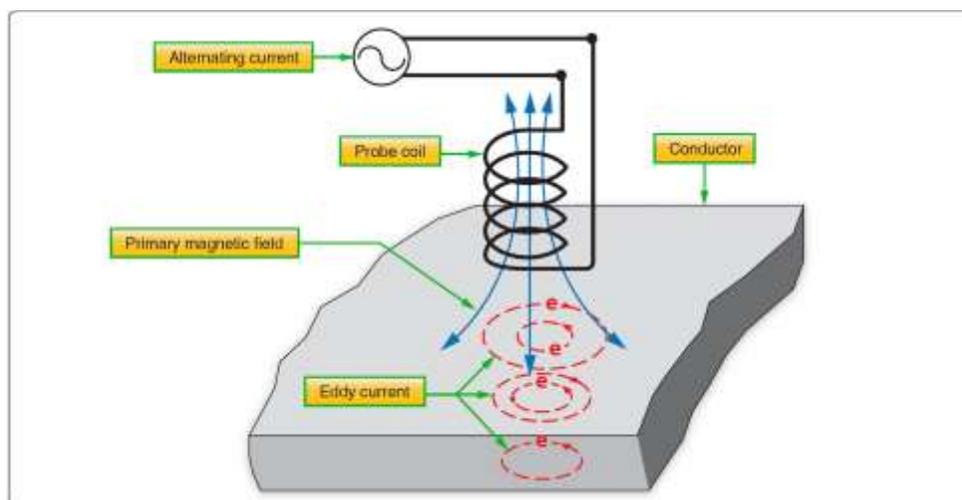
Rayos x

Para la inspección mediante este método, se requiere del siguiente proceso y materiales:

Preparación de los objetos. Antes de pasar por la inspección de rayos X, los pasajeros deben preparar sus objetos personales, como dispositivos electrónicos, líquidos y objetos metálicos. Esto implica retirarlos de sus bolsos o equipaje de mano y colocarlos en bandejas separadas para facilitar su paso por el escáner.

Figura 14

Corrientes inducidas



Nota. El gráfico grafico muestra el procedimiento para la inspección por corrientes inducidas. Tomado de (Benavides Marin, 2020).

Escáner de rayos X. Las bandejas con los objetos se colocan en el escáner de rayos X, que consta de una máquina emisora de rayos X y un detector. Los rayos X son emitidos a través de los objetos y se generan imágenes en blanco y negro que representan la composición y densidad de los materiales.

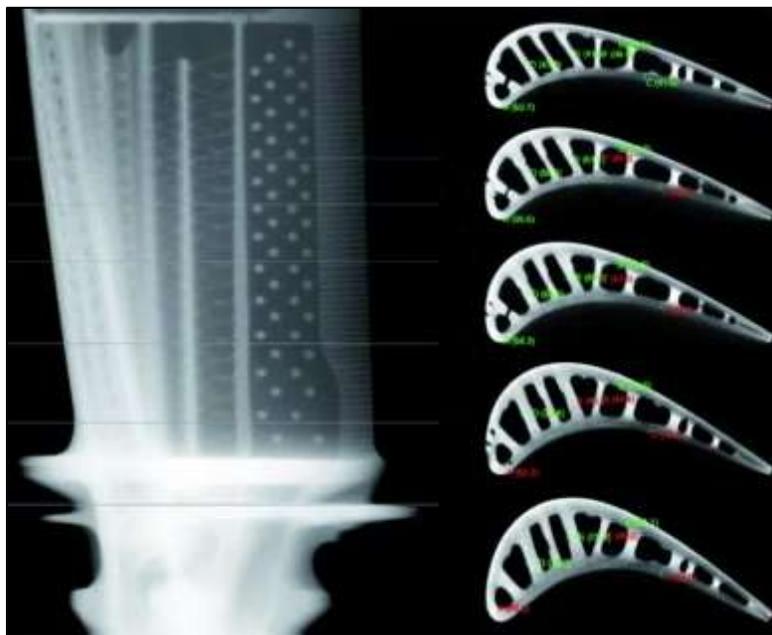
Análisis de las imágenes. Las imágenes generadas por el escáner de rayos X son revisadas por operadores de seguridad capacitados. Estos operadores observan las imágenes en monitores y buscan objetos sospechosos o inusuales que puedan representar un riesgo para la seguridad. En algunos casos, se utiliza software de análisis de imágenes para ayudar en la detección de objetos peligrosos.

Inspección adicional. Si se detecta un objeto sospechoso en la imagen, se puede realizar una inspección adicional. Esto puede implicar un análisis manual más detallado del objeto o el uso de técnicas adicionales, como inspecciones físicas, pruebas de detección de explosivos o la revisión de equipaje en presencia del pasajero.

Resolución de problemas. En caso de que se encuentren objetos prohibidos o sospechosos, se tomarán medidas adecuadas según los procedimientos de seguridad establecidos. Esto puede implicar confiscar el objeto, interrogar al pasajero o tomar acciones adicionales para garantizar la seguridad de la aeronave y sus ocupantes.

Figura 15

Rayos x



Nota. El gráfico muestra inspección por rayos X. Tomado de (Benavides Marin, 2020).

Ultrasonido

La inspección por ultrasonido es una técnica comúnmente utilizada en la industria aeronáutica para evaluar la integridad estructural de los componentes y materiales utilizados en aeronaves. Esta técnica no destructiva utiliza ondas de sonido de alta frecuencia para detectar

defectos internos, tales como grietas, inclusiones, porosidad y corrosión, que pueden comprometer la seguridad y el rendimiento de las aeronaves. El proceso de inspección por ultrasonido implica el uso de un dispositivo llamado transductor ultrasónico, que emite pulsos de sonido de alta frecuencia hacia el material que se va a inspeccionar. Estos pulsos se propagan a través del material y, en función de las propiedades acústicas del material y la presencia de discontinuidades, parte del sonido es reflejado hacia el transductor. El transductor recoge las señales reflejadas y las envía a un equipo de inspección que las procesa y las muestra en forma de imágenes o registros de ondas.

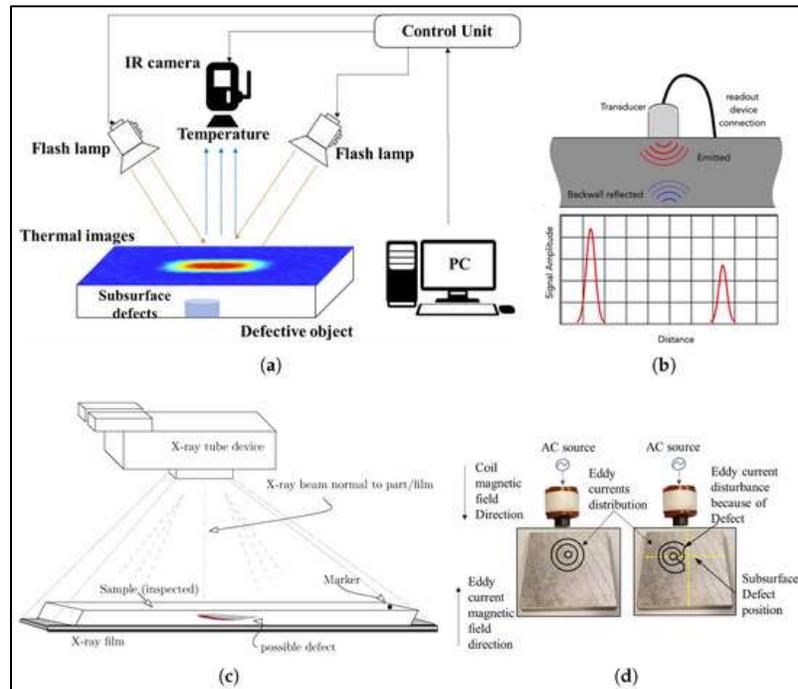
Hay dos tipos principales de inspección por ultrasonido utilizados en aeronáutica: la inspección de haz recto y la inspección de haz angular. En la inspección de haz recto, el transductor se coloca en una posición perpendicular al área que se está inspeccionando. Esta técnica es eficaz para detectar defectos paralelos a la superficie y proporciona una imagen bidimensional de la sección transversal del material. En la inspección de haz angular, el transductor se coloca en un ángulo oblicuo con respecto a la superficie del material. Esto permite que las ondas ultrasónicas se propaguen a través del material en un ángulo determinado, lo que ayuda a detectar defectos que podrían no ser visibles en la inspección de haz recto. Esta técnica es especialmente útil para inspeccionar soldaduras y áreas con formas curvas.

La inspección por ultrasonido en la industria aeronáutica requiere personal capacitado y certificado en esta técnica. Además, es importante seguir los procedimientos y estándares establecidos por las autoridades de aviación y los fabricantes de aeronaves para garantizar una inspección precisa y confiable. Los resultados de la inspección por ultrasonido pueden ser registrados y documentados para su posterior análisis y seguimiento. La inspección por ultrasonido en aeronáutica es una técnica valiosa para detectar defectos internos en los materiales y componentes de las aeronaves. Proporciona información crucial sobre la

integridad estructural y contribuye a garantizar la seguridad y el rendimiento de las aeronaves.

Figura 16

Rayos x



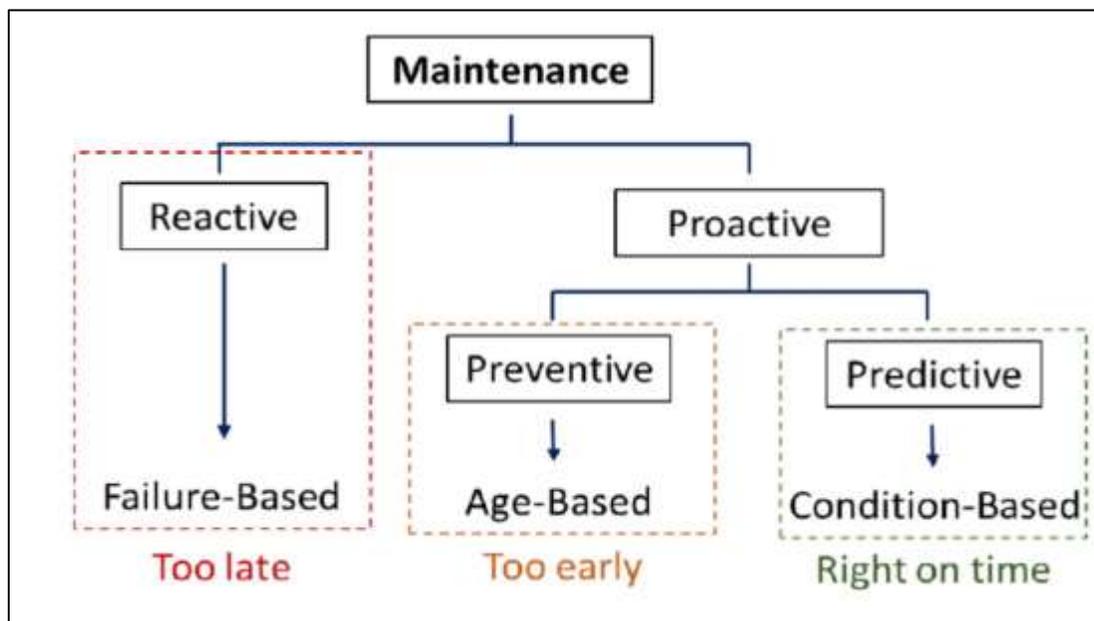
Nota. El gráfico muestra el procedimiento por inspección por ultrasonido. Tomado de (Calapiña Guamani, 2018).

Mantenimiento Aeronáutico

El mantenimiento aeronáutico se refiere al conjunto de actividades realizadas en aeronaves, ya sean aviones, helicópteros u otras aeronaves, para garantizar su correcto funcionamiento, seguridad y cumplimiento de los requisitos reglamentarios. Estas actividades se llevan a cabo con el fin de mantener la aeronave en condiciones óptimas de vuelo y prevenir posibles fallos o averías.

Figura 17

Tipos de mantenimiento



Nota. El gráfico muestra un organigrama de los tipos de mantenimiento aeronáutico. Tomado de (Benavides Marin, 2020).

El mantenimiento aeronáutico se divide en dos categorías principales:

Mantenimiento Programado

También conocido como mantenimiento periódico o preventivo. Se basa en inspecciones, revisiones y tareas planificadas que se realizan en intervalos de tiempo específicos o después de un número determinado de horas de vuelo. Estas actividades están diseñadas para garantizar el funcionamiento seguro y confiable de la aeronave. El mantenimiento programado puede incluir la verificación de sistemas, sustitución de componentes desgastados, limpieza, pruebas funcionales, entre otros.

Mantenimiento No Programado

También conocido como mantenimiento correctivo. Se lleva a cabo cuando ocurre una avería o un problema inesperado durante la operación de la aeronave. El mantenimiento no programado

implica la identificación y reparación de la causa raíz del problema para restaurar la aeronave a un estado seguro y operativo.

El mantenimiento aeronáutico se realiza siguiendo normas y regulaciones estrictas establecidas por las autoridades de aviación civil, como la Administración Federal de Aviación (FAA) en los Estados Unidos o la Agencia de la Unión Europea para la Seguridad Aérea (EASA) en Europa. Además, se siguen los manuales y procedimientos proporcionados por el fabricante de la aeronave, que incluyen pautas detalladas para las inspecciones y el mantenimiento. El mantenimiento aeronáutico es el conjunto de actividades planificadas y correctivas realizadas en aeronaves para garantizar su funcionamiento seguro, confiable y en cumplimiento de las regulaciones aplicables. Es esencial para la seguridad de la aviación y la operación continua de las aeronaves.

Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo aeronáutico se refiere a las actividades planificadas y realizadas en una aeronave con el fin de prevenir fallas o problemas antes de que ocurran. Estas actividades se llevan a cabo de manera regular y sistemática para garantizar la seguridad, confiabilidad y rendimiento óptimo de la aeronave. Aquí hay algunos aspectos clave del mantenimiento preventivo aeronáutico:

Inspecciones periódicas. Se realizan inspecciones programadas y sistemáticas de la aeronave para identificar posibles problemas o desgaste en componentes críticos. Estas inspecciones pueden incluir inspecciones visuales, pruebas no destructivas, análisis de fluidos y otros métodos de detección de fallas.

Mantenimiento de componentes. Se lleva a cabo el mantenimiento regular de los componentes de la aeronave, como motores, sistemas de combustible, sistemas hidráulicos, sistemas eléctricos, tren de aterrizaje, entre otros. Esto implica la limpieza, lubricación, ajuste y reemplazo de piezas según los intervalos de mantenimiento recomendados por el fabricante.

Calibración y ajuste. Se realiza la calibración y ajuste de instrumentos y sistemas en la aeronave para garantizar que funcionen correctamente. Esto puede incluir la calibración de altímetros, velocímetros, indicadores de presión, sistemas de navegación, entre otros.

Reemplazo de componentes. Se reemplazan componentes y partes desgastadas o que hayan alcanzado su vida útil. Esto puede incluir el reemplazo de filtros de aire, bujías, rodamientos, neumáticos, cables, etc.

Lubricación. Se aplica lubricante en los puntos adecuados de la aeronave para reducir la fricción y el desgaste de los componentes móviles. Esto incluye la lubricación de rodamientos, bisagras, ejes y otros puntos de fricción.

Actualización de software. Se realiza la actualización del software de los sistemas de aviónica y de control para garantizar su funcionamiento correcto y aprovechar las mejoras y actualizaciones disponibles.

Registro y documentación. Se mantiene un registro detallado de todas las actividades de mantenimiento preventivo realizadas en la aeronave. Esto incluye fechas, descripción de las actividades realizadas, resultados de inspecciones, reemplazos de componentes y cualquier otra información relevante. Esta documentación es importante para el seguimiento del historial de mantenimiento y para cumplir con los requisitos reglamentarios.

Es importante destacar que el mantenimiento preventivo aeronáutico se rige por regulaciones y estándares estrictos establecidos por las autoridades de aviación civil y los fabricantes de aeronaves. Las aerolíneas, operadores y centros de mantenimiento deben cumplir con estos requisitos para garantizar la seguridad y el buen funcionamiento de las aeronaves.

Figura 18*Mantenimiento preventivo*

Nota. El gráfico muestra el procedimiento del mantenimiento preventivo.

Mantenimiento Predictivo

El mantenimiento predictivo aeronáutico es un enfoque avanzado para el mantenimiento de aeronaves que se basa en la recopilación y el análisis de datos en tiempo real para predecir y prevenir posibles fallos o problemas antes de que ocurran. A diferencia del mantenimiento basado en el tiempo o en el uso, que se realiza de forma periódica o después de un cierto número de horas de vuelo, el mantenimiento predictivo utiliza algoritmos y técnicas de aprendizaje automático para tomar decisiones informadas sobre cuándo y qué reparaciones se deben realizar.

El mantenimiento predictivo aeronáutico se basa en la monitorización continua de diversos parámetros y sistemas de la aeronave, como el motor, la aviónica, los sistemas hidráulicos, los sistemas eléctricos, las estructuras, entre otros. Estos sistemas están

equipados con sensores que recopilan datos en tiempo real sobre su funcionamiento. Los datos recopilados se transmiten a sistemas de gestión de mantenimiento que los analizan utilizando algoritmos avanzados. El análisis de los datos recopilados permite identificar patrones, tendencias y anomalías que pueden indicar posibles fallos o desgastes en los sistemas de la aeronave. Estos datos se comparan con modelos y umbrales predefinidos para determinar si es necesario realizar una acción de mantenimiento. En caso de detectar una condición anormal, el sistema de gestión de mantenimiento puede generar alertas o recomendaciones para realizar una inspección más detallada o una reparación. Las ventajas del mantenimiento predictivo aeronáutico son varias.

En primer lugar, permite una mayor disponibilidad de las aeronaves, ya que los problemas se pueden identificar y abordar antes de que se conviertan en fallos graves. Esto reduce el tiempo de inactividad y los retrasos en los vuelos. Además, el mantenimiento predictivo ayuda a evitar reparaciones innecesarias o prematuras, lo que reduce los costos de mantenimiento. También puede aumentar la seguridad operativa, ya que se pueden prevenir problemas potenciales antes de que ocurran.

Es importante destacar que el mantenimiento predictivo aeronáutico requiere una infraestructura adecuada para la recopilación de datos, sistemas de análisis avanzados y una sólida gestión de la información. Además, se necesita una cuidadosa validación de los modelos y algoritmos utilizados para garantizar su eficacia y confiabilidad. En la industria aeronáutica, se están realizando avances significativos en esta área, y se espera que el mantenimiento predictivo desempeñe un papel cada vez más importante en la optimización de la operación y el mantenimiento de las aeronaves.

Figura 19

Mantenimiento predictivo

Nota. El gráfico muestra un flujo de trabajo para el mantenimiento predictivo. Tomado de

Mantenimiento Restaurativo

El mantenimiento restaurativo en la industria aeronáutica se refiere a las actividades y procedimientos realizados para restaurar o reparar una aeronave después de un evento no planificado, como un fallo o un accidente. El objetivo principal del mantenimiento restaurativo es devolver la aeronave a un estado de funcionamiento seguro y confiable.

Evaluación y diagnóstico. Después de un evento no planificado, se realiza una evaluación detallada de los daños y una revisión exhaustiva de los sistemas y componentes afectados. Esto implica inspecciones visuales, pruebas funcionales y análisis de datos para determinar el alcance de los daños y las reparaciones necesarias.

Planificación de reparaciones. Una vez completada la evaluación, se elabora un plan de reparación detallado que incluye los pasos necesarios, los recursos requeridos y los plazos estimados. Esto implica coordinar con proveedores de piezas, técnicos especializados y otros

equipos involucrados en las reparaciones.

Reparaciones estructurales. Si la aeronave ha sufrido daños estructurales, se llevan a cabo reparaciones específicas para restaurar la integridad estructural. Esto puede incluir reparaciones de paneles, reemplazo de secciones dañadas, reparación de soldaduras y reacondicionamiento de componentes.

Reparaciones de sistemas y componentes. Se realizan reparaciones o reemplazos de sistemas y componentes afectados por el evento no planificado. Esto puede involucrar la reparación o reemplazo de sistemas eléctricos, sistemas hidráulicos, sistemas neumáticos, componentes del tren de aterrizaje, sistemas de combustible, entre otros.

Pruebas y verificaciones. Después de completar las reparaciones, se realizan pruebas y verificaciones exhaustivas para garantizar que todos los sistemas y componentes estén funcionando correctamente. Esto puede incluir pruebas funcionales en tierra, pruebas de sistemas en vuelo y pruebas de rendimiento para asegurar el cumplimiento de los estándares de seguridad y rendimiento.

Certificación y documentación. Una vez que se ha completado el mantenimiento restaurativo y se han realizado todas las pruebas requeridas, se emite la certificación para la aeronave, confirmando que está en condiciones de vuelo seguro. Además, se prepara la documentación correspondiente que registra todas las reparaciones realizadas y los resultados de las pruebas.

Es importante destacar que el mantenimiento restaurativo en la aeronáutica se lleva a cabo siguiendo regulaciones y estándares estrictos establecidos por las autoridades de aviación civil, fabricantes de aeronaves y compañías aéreas. Estos protocolos garantizan la seguridad y la calidad de las reparaciones realizadas.

Figura 20

Mantenimiento restaurativo



Nota. El gráfico muestra una tarea de mantenimiento restaurativo.

Capítulo III: Desarrollo del tema

Descripción general

En el siguiente capítulo se detallan los procedimientos realizados para el desmontaje e inspección de los montantes de la aeronave Fairchild 227 y las normas de precaución para evitar que se desgaste continuamente sus superficies. Se adaptó y aplicó todo el conocimiento adquirido en la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica, y por medio de la tutoría del Ing. Coello Tapia, Luis Ángel encargado de este proyecto para que el mismo llegue a un adecuado termino. Este proyecto de titulación es con la finalidad de proporcionar un nuevo medio de conocimiento para la carrera y futuros mecánicos aeronáuticos, que sea de ayuda para el aprendizaje teórico y práctico de los docentes y estudiantes.

Herramientas empleadas

Las herramientas de uso aeronáutico son dispositivos, equipos o software diseñados específicamente para ser utilizados en la industria de la aviación y la aeronáutica. Estas herramientas desempeñan un papel crucial en diversos aspectos de la operación, mantenimiento, diseño y fabricación de aeronaves, así como en la gestión de la navegación aérea y la seguridad. Estas herramientas pueden variar ampliamente en su naturaleza y función, y están destinadas a mejorar la eficiencia, la seguridad y la precisión en todas las áreas relacionadas con la aviación. A continuación, se citan las herramientas que se emplearon para nuestra tarea de inspección.

- Escaleras
- Tecele rodante capacidad 3.5 toneladas
- Eslingas
- Juego de llaves

- Herramienta especial para la remoción de la hélice
- Destornilladores plano y estrella
- Cinta para identificación de componentes
- Llantas para la sujeción de la hélice
- Marcador para identificar las partes
- Lupas
- Linternas
- Partículas magnéticas
- Luz ultravioleta
- Guantes.

Medidas de seguridad

Se utilizó todas las medidas de seguridad requeridas en los manuales de mantenimiento como normas de seguridad personales, además, se siguieron pasos secuenciales y cronológicos para que la inspección de montantes sea ejecutada sin accidentes y/o contratiempos.

- Se parqueó el avión y se colocó tacos.
- Se verificó que no estén trabajando en otros sistemas del avión.
- Se cerca el área de trabajo.
- Se utilizó un tecla para el desmontaje de la hélice y desmontaje del motor.
- Se utilizó el tecla para el izamiento de la hélice, así como el motor.
- Se utilizó las herramientas adecuadas.
- Se realizó el desmontaje del motor con la orden técnica y supervisión adecuada.
- Se utilizó equipo de protección personal.

Selección del tecele apropiado para la inspección de los montantes del Motor Rolls Royce

Dart

Debido al peso y envergadura del motor Rolls Royce Dart, se requiere de máquinas herramientas apropiadas y adecuadas para cumplir tareas de inspección y/o mantenimiento con toda la normativa adecuada de seguridad. En este caso, la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica cuenta con varios tecles para realizar tareas de mantenimiento y prácticas con los estudiantes de la carrera. El tecele seleccionado se encontraba abandonado en las instalaciones de la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea (ETFA) en la ciudad de Latacunga, por ende, fue necesario el mantenimiento, rehabilitación y reforzamiento de la estructura para que dicho tecele esté operativo al 100 % para los requerimientos que las distintas prácticas de la carrera así lo deseen.

Mantenimiento y reforzamiento del tecele

El tecele seleccionado, de acuerdo con su análisis estructural, está diseñado para soportar una carga de hasta 1.5 toneladas, siendo idóneo para la inspección de montantes del motor Rolls Royce Dart de la aeronave Fairchild FH-227. De acuerdo con el estado físico y funcional de la estructura del tecele, se analizó los puntos críticos que han sido afectados en el transcurso de su vida útil, determinando así el procedimiento a llevarse a cabo para el reforzamiento de dicho tecele.

Para ejecutar el mantenimiento y puesta a punto del tecele, se necesitó de una limpieza exhaustiva en la que se retiró la pintura degradada, corrosión y óxido que presentaba la estructura debido a su inutilización. Fue necesaria la utilización de cepillos de alambre, amoladoras, lijas de distinto espesor, guaípe, desengrasante y compresor de aire para todas estas tareas de limpieza del tecele.

Figura 21

Tecele para desmontajes

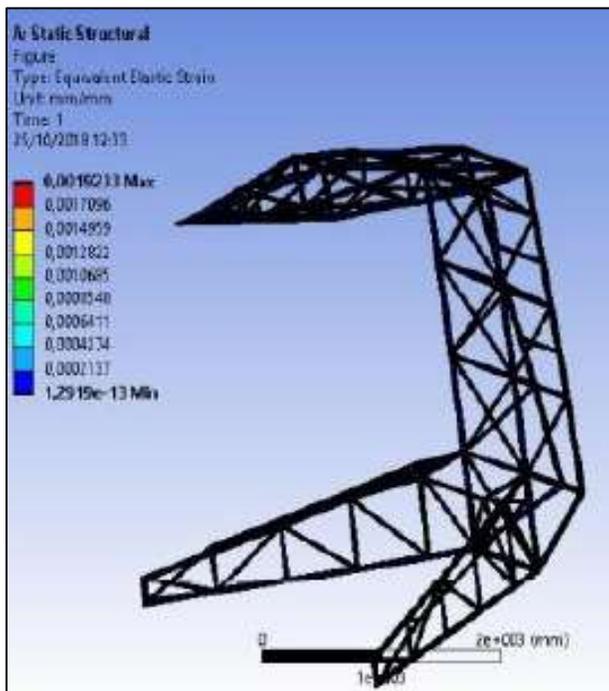


Nota. El grafico muestra el tecele utilizado para el presente proyecto.

Una vez finalizada la limpieza y remoción de óxido y pintura de la estructura, en especial de los puntos críticos a ser reforzados, se realizó el reforzamiento de la estructura mediante la soldadura de secciones tubulares y platinas que ayuden a la rigidez y resistencia estructural del tecele, para que durante su funcionamiento operativo no existan riesgos de deformación de la estructura o caída de los elementos a ser izados. Para esta tarea se utilizó una máquina soldadora y electrodos AGA-6011 y AGA-7018, además, se adquirieron y cortaron las platinas de hierro fundido y tubos de acuerdo con el espacio y tamaño donde debían ser insertados.

Figura 22

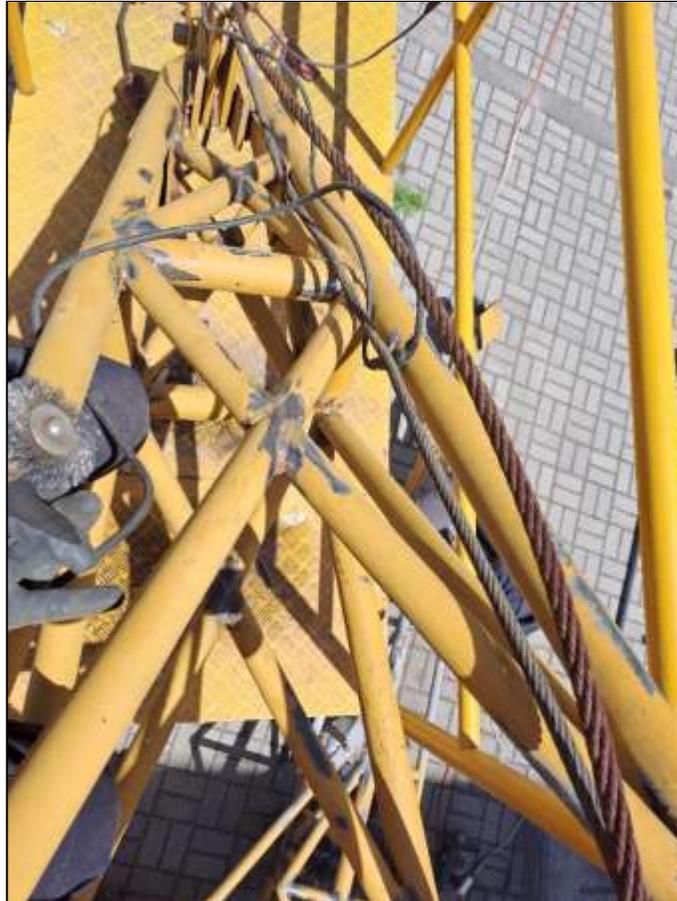
Análisis estructural del tecle



Nota. Análisis estructural realizado al tecle para determinar su deformación estática.

Puesta a punto el tecle

Para la puesta a punto del tecle, se necesitó el reemplazo del cable de izaje, debido a que el existente estaba reventado en varios puntos, además, las ruedas de la estructura también estaban en mal estado y debieron ser reemplazadas; de este modo, el tecle ha sido intervenido en su totalidad para que esté operativo y pueda ser utilizado en cualquier actividad requerida.

Figura 23*Limpieza estructural*

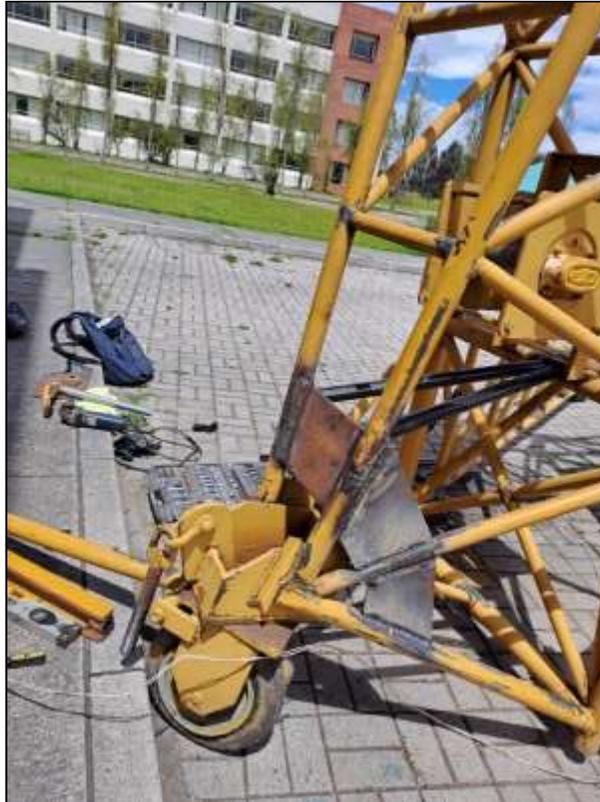
Nota. Limpieza del tecle mediante cepillos de alambre.

Prueba de funcionamiento del tecle

Una vez que el tecle se ha puesto a punto mediante el reforzamiento de su estructura y la sustitución de los componentes en mal estado, se realizó una prueba de funcionamiento en una clase práctica con estudiantes de la carrera, en la aeronave Fairchild FH-227, de este modo se comprobó que el mantenimiento realizado al tecle fue ejecutado de manera correcta y la estructura no sufrió daños durante su utilización.

Figura 24

Reforzamiento del tecele



Nota. La imagen muestra el reforzamiento estructural mediante suelda de tubos y platinas.

Desmontaje de la hélice del motor Rolls Royce Dart

Para el desmontaje de la hélice del avión Fairchild FH-227, como primera instancia se realizó los cumplimientos técnicos del manual, protección personal, ropa de trabajo y su debida protección, conforme a lo requerido en las ordenes técnicas. Para el desmontaje se necesita mover la Hélice 40 grados del paso fino de bandera con la bomba de embanderamiento.

Figura 25

Puesta a punto el teclé



Nota. Puesta a punto el teclé, mediante el cambio de cable de izaje.

Una vez embanderada la hélice se procedió con la separación del Spinner, sacando con precaución, se retiró los pines de seguridad, posteriormente se retiró los pines de presión y una luna que tenía, a los dos lados, dientes que aseguraban la tuerca de retención del Pitch Lock.

Separación de seguros de la hélice

El proceso de separación de los seguros de la hélice en una aeronave es un procedimiento crítico que se realiza antes del encendido y puesta en marcha del motor. Los seguros de la hélice son dispositivos que aseguran que las palas de la hélice estén fijadas en su lugar durante el almacenamiento o cuando el motor no está en funcionamiento. Estos seguros evitan que las palas de la hélice se muevan de manera involuntaria y previenen

situaciones peligrosas durante el arranque del motor.

Figura 26

Prueba de funcionamiento



Nota. Prueba de funcionamiento del tecele, mediante el desmontaje del motor de la aeronave Fairchild FH-227

Figura 27

Desmontaje de la hélice



Nota. Proceso para el desmontaje de la hélice.

Figura 28

Seguros de la hélice



Nota. La imagen muestra los seguros tipo anillo de la hélice.

Separación del pitch lock

Una vez realizada la extracción de la tuerca de retención del pitch lock, se retiró un seguro para poder retirar el pitch lock con la ayuda de un extractor o herramienta especial para colocar en la punta del pitch lock. Se incrustó esta herramienta a presión y mediante el uso de alambre y el teclé, pudo salir el pitch lock ya que, por el tiempo de vida útil y montaje, los empaques se encontraban pegados.

Figura 29

Separación de la tuerca de retención del pitch lock



Nota. La imagen muestra los seguros tipo anillo de la hélice.

Extracción del pitch lock

Es la acción de liberar o desactivar un sistema que bloquea o limita el movimiento de la superficie de control del elevador (control de alabeo) en el eje longitudinal de la aeronave. El "pitch lock" es un mecanismo de seguridad que evita movimientos excesivos o descontrolados del elevador, lo que podría llevar a situaciones peligrosas durante el vuelo.

Figura 30

Extracción del pitch lock



Nota. La imagen muestra el pitch lock ya extraído de la aeronave

Cuando ya se retiró la tuerca de retención, ya la hélice quedó completamente libre para poder desmontarla. Por el peso, se utilizó un teclé para desmontarla del eje del motor, con mucho cuidado, ya que el eje del motor tiene unos canales que concuerdan con los que se encuentran en la hélice y sin necesidad de fuerza, entran en dichos destajes.

Desacoplamiento de la hélice

El desacoplamiento de la hélice es una operación importante que se realiza para desconectar la hélice del motor de la aeronave. Esto puede ser necesario para realizar tareas de mantenimiento, reparación o reemplazo de la hélice. En este caso, este procedimiento fue necesario como un paso previo a la inspección de los montantes del motor Rolls Royce Dart.

Figura 31*Desmontaje de la hélice*

Nota. La imagen muestra el desacoplamiento y desmontaje de la hélice, con la utilización del tecele

Una vez desmontada la hélice, se trasladó cuidadosamente hasta una superficie segura, mientras se realiza la inspección y se espera hasta su posterior montaje.

Remoción de la hélice

En algunos casos, puede ser necesario quitar una cubierta protectora que rodea la base de la hélice. Esto permite acceder a los componentes de sujeción. Utilizando las herramientas adecuadas, se aflojaron y retiraron los pernos o tuercas que sujetan la hélice al eje del motor. Estos pernos a menudo están ajustados con un torque específico, por lo que se debe tener

cuidado para no dañarlos durante el proceso.

Figura 32

Hélice removida



Nota. La imagen muestra la hélice removida y apoyada en la superficie de reposo.

Desmontaje del motor Rolls Royce Dart

Para el desmontaje del motor de la aeronave Fairchild FH-227, se inicia con la remoción de las cubiertas del motor utilizando llaves mixtas, al remover se observó de una mejor manera los componentes del motor y los diversos componentes que iban a ser desconectados.

Remoción de cubiertas

Para el desmontaje del motor de la aeronave Fairchild FH-227, se inicia con la remoción de las cubiertas del motor utilizando llaves mixtas, al remover se observó de una mejor manera los componentes del motor y los diversos componentes que iban a ser desconectados.

Figura 33*Remoción de cubiertas*

Nota. Cubiertas del motor Rolls Royce Dart ya removidas y desmontadas.

Desconexión de los plugs del motor

Se desconectó los plugs eléctricos que se encontraban en la pared de fuego, se identificó cada uno de estos plugs para su respectiva ubicación y luego se cubrieron con fundas. A continuación, se desconectó la línea de baja presión de combustible. La línea de agua/metanol fue desconectada de la respectiva pared de fuego. Se desconectaron los tubos y mangueras de drenaje del motor para una mejor ayuda de desmontaje del motor.

Figura 34

Desacoplamiento de plugs y cables de la pared de fuego.



Nota. La imagen muestra los plugs del motor Rolls Royce Dart.

Desacoplamiento de los pernos del eje impulsor

Se desmontaron los pernos de acoplamiento de la brida del eje impulsor, de la caja de accesorios para sacar cada uno de estos pernos; se colocaron las eslingas para la ayuda del desmontaje del conjunto. Se retiraron todos los pernos que sujetaban el eje impulsor, se removió la junta universal y se conservó las partes del eje impulsor.

Figura 35*Pernos del eje impulsor*

Nota. Ubicación de los pernos del eje impulsor del motor Rolls Royce Dart.

Ubicación de la eslinga

La colocación de eslingas en una aeronave puede variar según el tipo de aeronave y la situación específica en la que se requiera el uso de las eslingas. Las eslingas son dispositivos de sujeción que se utilizan para levantar y asegurar cargas, incluidas las aeronaves, en diversas circunstancias, como mantenimiento, transporte o recuperación.

Para esta operación se necesitó de eslingas adecuadas para la carga y el tipo de aeronave, dispositivos de enganche o ganchos que se ajusten a la estructura de la aeronave, equipo de seguridad personal, como casco, guantes y gafas de protección. (Bautista Dias Carlos Augusto, 2011).

Una vez colocadas las eslingas, se removieron los pernos de la parte inferior y luego los pernos de la parte superior para que quede libre el conjunto motor, y, con la ayuda del tecele se realizó el desmontaje completo del motor.

Figura 36*Eslingas*

Nota. Eslingas utilizadas para el desmontaje del motor Rolls Royce Dart.

Remoción de pernos inferiores

Antes de iniciar cualquier trabajo en el motor, desconectar la alimentación eléctrica y asegurarse de que todos los sistemas estén apagados. Si el motor está caliente, esperar que se enfríe lo suficiente para evitar quemaduras.

Marcar los pernos que serán removidos con etiquetas o marcas que ayuden a identificar su ubicación y posición original. Utilizar las llaves adecuadas para aflojar los pernos en el orden y secuencia especificados por el fabricante. Se utilizaron las llaves para retirar los pernos cuidadosamente. Algunos pernos pueden ser largos y pesados, así que ten precaución y trabaja en equipo si es necesario.

Una vez que los pernos inferiores se han retirado, se debe verificar que todos los componentes estén correctamente asegurados.

Figura 37*Remoción de pernos inferiores*

Nota. Remoción de los pernos inferiores del motor Rolls Royce Dart.

Luego de permanecer el conjunto motor libre del avión, se bajó el Rolls Royce Dart con mucha precaución y de manera segura, para que no se dañe ningún componente adicional, se colocó en un lugar seguro para que posteriormente sea montado a la pared de fuego de la aeronave.

Desmontaje del motor

Desmontar y descender un motor de una aeronave es un proceso complejo que requiere cuidado y precisión para garantizar la seguridad y el buen funcionamiento de la aeronave. Una vez que todos los componentes internos y externos han sido retirados y desconectados, se utiliza el tecle adecuado, para retirar el motor de su posición en la aeronave. Se debe tener en cuenta el peso y el centro de gravedad del motor para garantizar una extracción segura y estable.

Figura 38

Desmontaje del motor



Nota. Desmontaje del motor Rolls Royce Dart.

Inspección de los montantes del motor Rolls Royce Dart

Se realizó la inspección visual del montante de acuerdo con el manual de mantenimiento ATA 70-00-00, que es fundamental para este tipo de tareas de inspección y/o mantenimiento. Esta actividad se realiza con la ayuda de espejos-lupa, esto de acuerdo con indicaciones del fabricante.

Figura 39*Inspección de montantes*

Nota. La imagen muestra la inspección de los montantes del motor.

Inspección visual del tubo estructural del motor izquierdo

Se realizó una inspección visual de primer nivel para detectar daños, grietas, rayones, fixtures y diversas situaciones que pueden causar grietas en el futuro. Los componentes no vuelan correctamente, una vez completada la revisión técnica y con los materiales necesarios, como lupa, linternas (que nos indica el fabricante), se realiza la limpieza estructural del tubo superior, en la que no se encontró ningún daño y/o discontinuidad.

Inspección visual al montante inferior del motor izquierdo

La información técnica nos demostró que se encuentra en condiciones estables, gracias a su correspondiente limpieza, sin ninguna discontinuidad o algún tipo de daño.

Figura 40

Tubo estructural



Nota. La imagen muestra el tubo estructural del motor Rolls Royce Dart

Figura 41

Montante inferior izquierdo



Nota. La imagen muestra la ubicación del montante inferior izquierdo.

Inspección visual de los pernos de sujeción del motor

Mediante la documentación técnica del fabricante y con todos los implementos necesarios para la inspección de los pernos, se observó que presentaba discontinuidad en los hilos, así mismo, desgastes; y siguiendo las instrucciones del manual de mantenimiento, se realizó otro tipo de ensayo no destructivo para una mayor seguridad y así verificar que los pernos estén aptos para su correcto funcionamiento, continuando con la inspección, no se presentó ninguna otra discontinuidad severa que comprometa o requiera el remplazo del mismo.

Figura 42

Perno superior derecho



Nota. Perno superior del motor Rolls Royce Dart.

El modelo de predictivo es uno de los más confiables que se tiene hoy en día para la comprobación del estado de los componentes y sus respectivas soldaduras, y no encontrar rajaduras o cualquier tipo de daños existentes en las uniones. Como principal herramienta tenemos al ojo humano que hoy se perfecciona con los instrumentos de iluminación y de medición.

Figura 43*Pernos de sujeción de los montantes*

Nota. Pernos de sujeción de los montantes de la aeronave Fairchild FH-227.

Inspección de los herrajes de sujeción a la pared de fuego

Siguiendo los procedimientos del manual de mantenimiento, se realizó la inspección visual de los herrajes de sujeción, notando que existía polvo, se limpiaron todos estos componentes, finalmente, observando que todos estaban sin ninguna rajadura y sin ningún daño.

Inspección de los pernos de sujeción del motor

Luego de realizar la limpieza de los pernos, se hizo una inspección visual muy minuciosa de cada uno de ellos, viendo que solo se encontraba con pequeñas líneas debido a la suciedad. Continuamos por las partículas magnéticas, proceso que nos indicaba en el manual de mantenimiento, para esto, a cada una de las piezas se las puso en un imán de forma cilíndrica y se les roció con líquido para que al momento de poner contra la luz diera el efecto de un color azul verdoso, y así verificar los daños. Una vez terminado el proceso ya indicado, se verificó que existía rayones o rajaduras que no eran de tanta gravedad.

Figura 44*Herrajes de sujeción*

Nota. Herrajes de sujeción del motor a los montantes.

Aplicación de ensayos por partículas magnéticas

La inspección de montantes mediante partículas magnéticas es un proceso importante para garantizar la integridad estructural de las aeronaves. A continuación, se detalla un procedimiento general para llevar a cabo esta inspección.

- Preparación del equipo y el área: Debemos asegurarnos de contar con el equipo adecuado, que incluye un generador de campo magnético, polvo magnético, yugo magnético (electromagnético) o bobina.
- Verificar que el área de trabajo esté limpia y libre de cualquier sustancia que pueda interferir con la inspección.
- Preparación de la superficie: Limpiar cuidadosamente el montante para eliminar cualquier suciedad, grasa, pintura u otras impurezas que puedan afectar la inspección.
- Aplicación del campo magnético: Si está utilizando un yugo magnético, enciéndalo y ajústelo a la intensidad requerida para el tipo de montante y el tamaño de la discontinuidad que esperas encontrar.

- Si está utilizando una bobina, asegúrese de que esté correctamente conectado al generador y ajuste la intensidad del campo magnético según sea necesario.
- Aplicación de polvo magnético: Aplique el polvo magnético de manera uniforme sobre el área que se va a inspeccionar. El polvo se adhiere a las discontinuidades magnéticas, lo que facilitará su detección.
- Inspección visual: Inspeccione visualmente la superficie del montante mientras el campo magnético está activo. Busque la formación de líneas o patrones de polvo, ya que estos indicarán la presencia de discontinuidades.
- Interpretación de resultados: Si se detectan líneas o patrones de polvo, se debe considerar la presencia de una posible discontinuidad. Es importante que un inspector calificado evalúe los resultados y determine si la discontinuidad es aceptable o si se requiere un análisis adicional.
- Limpieza posterior: Limpie cuidadosamente el polvo magnético de la superficie del montante después de la inspección.

También se realizó la inspección por partículas magnéticas, a las tuercas de enroscamiento de cada uno de los pernos, esto es fundamental para que no exista una desconformidad al momento de ponerlos en su lugar y evitar rajaduras o cualquier otro tipo de inconveniente y/o riesgo posterior al montaje.

Figura 45

Pernos inspeccionados por partículas magnéticas



Nota. La imagen muestra la inspección de los pernos por partículas magnéticas.

Figura 46

Tuercas de los pernos de sujeción



Nota. inspección de las tuercas de los pernos por partículas magnéticas.

Capítulo IV:

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- Se recolectó información técnica de la aeronave Fairchild FH-227, para realizar la tarea de inspección conforme al manual de mantenimiento, además, se recolectó información para el proceso de desmontaje de la hélice y motor de la aeronave para que el proceso sea adecuado, sin contratiempos, ni riesgos laborales y de este modo no se tuvieron inconvenientes al momento de acceder a los montantes y tubos del motor Rolls Royce Dart.
- Mediante análisis estructural, con la utilización del software Ansys, se determinaron los puntos críticos del tecele para izaje, y de este modo se reforzó la estructura del tecele mediante soldadura con electrodos AGA 6011 y 7018, para que las tareas de mantenimiento e inspección sean realizadas con la debida seguridad que se necesita en estas actividades.
- Se realizó la inspección de los montantes del motor de la aeronave Fairchild FH-227, mediante un proceso de ensayos no destructivos con aplicación de partículas magnéticas y de este modo se determinó que no existen discontinuidades en los pernos y están aptos para seguir siendo utilizados en el motor.

Recomendaciones

- Es importante tener el conocimiento y la información previa para realizar las tareas de inspección y mantenimiento, leer los manuales correspondientes para evitar contratiempos en la ejecución de las actividades planificadas.
- Seleccionar las herramientas y procesos adecuados para las tareas de inspección, ya que de este modo se reducen los riesgos laborales y no se afectan a los componentes de las aeronaves en el momento del desmontaje y posterior montaje; además, se recomienda realizar estas actividades con el número de personas necesarias debido al peso y tamaño de los componentes con los que se opera.
- Tomar en cuenta todas las medidas de seguridad y área de trabajo disponible, de acuerdo con instrucciones de manuales de procedimientos y mantenimiento, según la aeronave en la que se trabaje, utilizar el equipo de protección personal y ropa de trabajo adecuados para que las operaciones realizadas sean ejecutadas de manera óptima.
- Analizar los tipos de inspecciones que son posibles ejecutar en los montantes de los motores y seleccionar la más adecuada de acuerdo a las necesidades de la tarea en ejecución, además, es recomendable realizar las pruebas mediante la ayuda y certificación de alguna entidad autorizada, calificada y/o certificada para dicho efecto.

Glosario

A

Aeronave: Toda máquina que puede sustentarse en la atmósfera por reacciones del aire que no sean las reacciones de este contra la superficie de la tierra.

Autoridad Aeronáutica: Dirección General de Aviación Civil (DGAC).

Aviones: Los aviones son aeronaves con alas fijas que generan sustentación a través del flujo de aire sobre sus alas, permitiéndoles volar

C

Certificado de Aeronavegabilidad: Es un documento público otorgado por la DGAC, mediante el cual acredita que, a la fecha de su otorgamiento, la aeronave que dicho certificado respalda está apta para ser operada en forma segura.

Certificado Tipo: Es el certificado básico de diseño para avión, motor y hélice que establece el Diseño Tipo.

Componente aeronáutico: Es una parte esencial que forma parte de una aeronave, como un avión o un helicóptero.

Chequeo: Comprobación de un componente o un sistema.

D

Dispositivo: Cualquier instrumento, mecanismo, equipo, parte, aparato, órgano auxiliar o accesorio que es usado o que se tratará de usar en la operación o control de una aeronave, instalado en, o fijado a la misma, y que no es parte de la estructura.

E

Equipo: Uno o varios conjuntos de componentes relacionados operacionalmente para el cumplimiento integral de una función determinada.

F

Federal Aviación Regulaciones: Regulaciones Federales para la Aeronáutica civil de los Estados Unidos de Norte América.

H

Hélice: Es una estructura mecánica o geométrica que se asemeja a una espiral o a un tornillo

I

Instrumento: Componente que utiliza un mecanismo interno para mostrar visual o auditivamente la actitud, altura y operación de una aeronave o una parte de la misma.

Inspección: Revisar, evaluar mediante la vista o equipo.

L

Limpieza: Retirar objetos, manchas, grasas ajenas al componente.

M

Mantenimiento: Trabajos requeridos para asegurar el mantenimiento de la aeronavegabilidad de las aeronaves, lo que incluye una o varias de las siguientes tareas: reacondicionamiento, reparación, inspección, reemplazo de piezas, modificación o rectificación de defectos.

Motor: es una máquina diseñada para convertir una forma de energía en movimiento mecánico.

O

Overhaul: Revisión a profundidad con la finalidad de dejar a un componente en perfectas condiciones.

P

Preservar: Proteger de algún daño un componente.

Procedimiento: Conjunto de acciones para cumplir la tarea.

R

Reparación: Restitución de un componente o aeronave.

Bibliografía

- Balseca Freire, D. A. (2011). *DESMONTAJE DE LA HÉLICE DEL MOTOR N°. 2 DEL AVIÓN FAIRCHILD F-27J CON MATRICULA HC-BHD, PARA SU TRASLADO DESDE EL ALA DE TRANSPORTE N°. 11 EN LA CIUDAD DE QUITO, HASTA EL CAMPUS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO.*
- Bautista Dias Carlos Augusto. (2011). *INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MONTAJE DEL ESTABILIZADOR HORIZONTAL DEL AVIÓN.*
- Benavides Marin, P. D. (2020). *INSPECCIÓN DE LOS MONTANTES DEL MOTOR ROLLS ROYCE DART 532-7L DE LA AERONAVE FAIRCHILD FH-227 MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN TECLE TIPO ACORDEÓN PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS - ESPE UBICADA EN LA CIUDAD DE LATACUNGA.*
- Calapiña Guamani, D. I. (2018). *INSPECCIÓN DE LOS MONTANTES DE LOS MOTORES ROLLS ROYCE VIPER 522 DEL AVIÓN ESCUELA HAWKER SIDDELEY 125-400 CON NÚMERO DE SERIE NA 72-2.*
- Carrion Baez, A. X. (2012). *DESMONTAJE DEL MOTOR DERECHO DEL AVIÓN FAIRCHILD FH-227 CON MATRÍCULA HC-BHD PARA SU TRASLADO DEL ALA DE TRANSPORTE N° 11 HASTA EL CAMPUS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO.*
- ENGINE MOUNT. (n.d.). *FAIRCHILD F-27 SERIES OVERHAUL MANUAL.*
- Gallardo Ramos, K. D. (2018). *DESMONTAJE Y MONTAJE DEL MOTOR Y ALA IZQUIERDA DEL AVIÓN HAWKER SIDDELEY 125-400 CON MATRÍCULA XB-ILD PARA SU TRASLADO DEL ALA DE TRANSPORTE N° 11 HASTA EL CAMPUS DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS-ESPE.*

M-DA6-AV - Chapter 71. (n.d.).

Meregalli, J. (n.d.). Aviones de transporte.

ROLLS-ROY CE Chapter 26-Fire protection Fire protection Power plant ,and zone 4 fire protection Firewire Engine internal overheat detection Power plant fire extinguishing. (n.d.).

Veliz Totoy, J. L. (2011). DESMONTAJE DE LA HÉLICE DEL MOTOR NO 1 DEL AVIÓN FAIRCHILD F-27J CON MATRICULA HC-BHD, PARA SU TRASLADO DESDE EL ALA DE TRANSPORTE NO 11 EN LA CIUDAD DE QUITO, HASTA EL CAMPUS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO.

Villalba Flores, M. C. (2020). INSPECCIÓN DE LOS MONTANTES DE LAS ALAS Y DE LOS TANQUES PRINCIPALES DE COMBUSTIBLE DE LA AERONAVE FAIRCHILD F-27 MEDIANTE EL USO DE DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA PRESERVAR EL AVIÓN ESCUELA DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS-ESPE.

Abreviaturas

A

AAC: Autoridad Aeronáutica Civil.

AOG: Aeronave en Tierra.

C

CG: Centro de Gravedad.

CDL: Lista de desviaciones respecto a la configuración

D

DGAC: Dirección General de Aviación Civil.

E

EPP: Equipo de Protección Personal.

F

FAA: Administración Federal de Aviación de los EE. UU.

FH: Horas de Vuelo.

G

GSE: Equipo de Soporte en Tierra.

I

IPC: Catálogo Ilustrado de Partes.

ICO: Catálogo de Herramientas Especiales.

M

MDF: Manual de Descripción y Funcionamiento.

MDE: Manual de Mantenimiento.

MCS: Manual de Circuitos y Esquemas.

MFI: Manual de Fallas y Diagnósticos.

MRR: Manual de Reparación.

MRV: Manual de Revisión.

P

PMV: Manual de Vuelo.

PMC: Registro de Peso y Centrado.

R

RDAC: Regulaciones de Aviación Civil.

S

SBT: Boletines de Servicio.

SLT: Carta de Servicio.

T

TMA: Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico.

Anexos