



Inspección estructural en la sección de motores y trenes de aterrizaje acorde información técnica aplicable para la aeronave Fairchild FH-227 de matrícula HC-BHD para la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE en la sede de Latacunga.

Perasso Llerena, Christian Alejandro

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.

Tlga. Zabala Caceres, Emmy Samantha

14 de febrero del 2024

Latacunga



Plagiarism and AI Content Detection Report

Trabajo de titulación_Perasso Christi...

Scan details

Scan time:
February 14th, 2024 at 12:15 UTC

Total Pages:
46

Total Words:
11316

Plagiarism Detection



Types of plagiarism		Words
Identical	0.8%	90
Minor Changes	1%	114
Paraphrased	2.5%	278
Omitted Words	0%	0

AI Content Detection



Text coverage		Words
AI text	0%	0
Human text	100%	11316

[Learn more](#)

🔍 Plagiarism Results: (14)

🌐 🚀 387. Inspección Estructural del Motor de una Aeronave - Structural Ins... 2.8%
<https://www.aprendamos-aviacion-com.translate.goog/2023/01/inspeccion-estructural-del-motor-de-una.ht...>
 Aprendamos Aviacion ...

🌐 🚀 387. Inspección Estructural del Motor de una Aeronave - Structural Ins... 2.8%
<https://www.aprendamos-aviacion.com/2023/01/inspeccion-estructural-del-motor-de-una.html>
 Aprendamos Aviacion Aprendamos Aviacion A2 ...

🌐 🚀 143. Aviación : Inspecciones y Manuales - Inspection Concepts and Tec... 0.9%
<https://www.aprendamos-aviacion.com/2021/12/aviacion-inspecciones-y-manuales.html>
 Aprendamos Aviacion Aprendamos Aviacion A2 ...

Tigra. Zabala Caceras, Emmy Samantha

C.C: 1500636889



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica

Certificación

Certifico que la monografía: "**Inspección estructural en la sección de motores y trenes de aterrizaje acorde información técnica aplicable para la aeronave Fairchild FH-227 de matrícula HC-BHD para la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE en la sede de Latacunga**" fue realizada por el señor **Perasso Llerena, Christian Alejandro**, el mismo 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, 14 de febrero de 2024

Firma:

Tíga. Zabala Caceres, Emmy Samantha

C.C: 1500636889



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica

Responsabilidad de Autoría

Yo **Perasso Llerena, Christian Alejandro**, con cédula de ciudadanía n°1803949229, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **Inspección estructural en la sección de motores y trenes de aterrizaje acorde información técnica aplicable para la aeronave Fairchild FH-227 de matrícula HC-BHD para la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE en la sede de Latacunga** 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, 14 de febrero de 2024

Firma:

Perasso Llerena, Christian Alejandro

C.C: 1803949229



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica

Autorización de Publicación

Yo **Perasso Llerena, Christian Alejandro**, con cédula de ciudadanía n°1803949229, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“Inspección estructural en la sección de motores y trenes de aterrizaje acorde información técnica aplicable para la aeronave Fairchild FH-227 de matrícula HC-BHD para la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE en la sede de Latacunga”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 14 de febrero de 2024

Firma:

Perasso Llerena, Christian Alejandro

C.C: 1803949229

Dedicatoria

Este logro no habría sido posible sin el amor inquebrantable y el apoyo constante de cuatro pilares fundamentales en mi vida: Dios, mi querida mamita Mary, mi amado hermano Daniel y mis adorados papas, mami Charito y papi Carlitos.

A Dios, mi guía eterna y fuente de fortaleza, le dedico esta tesis con humildad y agradecimiento. En cada página, reconozco tu presencia en mi vida, inspirándome y guiándome con tu sabiduría divina.

A mi madre, fuente de amor infinito y ejemplo de fuerza y perseverancia, le dedico este trabajo con la gratitud más sincera. Tus sacrificios y tu dedicación incansable han sido la brújula que me guio en este viaje académico. Cada palabra de aliento suya resonó en mis momentos más difíciles, recordándome que el esfuerzo y la determinación pueden superar cualquier obstáculo.

A mi hermano, tu aliento constante y tu presencia en cada desafío han sido mi ancla.

A mis papas, fuentes de sabiduría y cariño infinito, les dedico esta tesis como un homenaje a las lecciones valiosas que han impartido a lo largo de los años. Sus historias de vida y valores arraigados han sido faros que han iluminado mi camino, y esta obra refleja el impacto duradero de su amor en mi formación.

En cada línea de esta tesis, encuentran tejidos los valores, lecciones y la fortaleza que he heredado de cada uno de ustedes. Que este logro no solo sea mío, sino también de ustedes, mis seres queridos, quienes han sido mi razón de ser y mi mayor inspiración.

Con amor eterno.

Perasso Llerena, Christian Alejandro

Agradecimiento

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a todas las personas que han sido fundamentales en la culminación de esta tesis. A Dios, mi guía y fuente de fortaleza, le agradezco por iluminar mi camino y brindarme la perseverancia necesaria para superar los desafíos.

A mi querida madre, cuyo amor y apoyo incondicional han sido mi mayor impulso, le dedico este logro con profunda gratitud. Tu sacrificio y aliento constante han sido la luz que guio cada paso de este viaje académico.

A mis respetados profesores, agradezco su dedicación y conocimiento, que han sido fundamentales en la formación de esta tesis. Su orientación y sabiduría han sido una inspiración para el desarrollo de este trabajo.

A los técnicos de mantenimiento, agradezco su colaboración en la inspección. Su profesionalismo y esfuerzo contribuyeron significativamente al éxito de este proyecto.

A aquellos que facilitaron la obtención de materiales, su apoyo fue crucial y valioso. Agradezco su disposición y esfuerzo para hacer posible la adquisición de los recursos necesarios para llevar a cabo esta tesis.

Este logro no habría sido posible sin la contribución de cada uno de ustedes. A todos, mi más profundo agradecimiento por ser parte integral de este proyecto y por su invaluable apoyo.

Con gratitud.

Perasso Llerena, Christian Alejandro

ÍNDICE DE CONTENIDO

Carátula	1
Reporte de verificación de contenidos.....	2
Certificación	3
Responsabilidad de autoría	4
Autorización de publicación	5
Dedicatoria	6
Agradecimiento.....	7
Índice de contenido	8
Índice de figuras	13
Índice de tablas.....	17
Resumen.....	18
Abstract	19
Capítulo I: Planteamiento del problema de investigación.....	20
Antecedentes.....	20
Planteamiento del problema	20
Justificación e Importancia	21
Objetivos.....	22
<i>Objetivo General</i>	22
<i>Objetivos Específicos</i>	22
Alcance	22
Capítulo II: Marco Teórico	23
Características generales del avión fairchild FH-227	23
<i>Especificaciones técnicas de la aeronave fairchild FH-227</i>	23
<i>Dimensiones</i>	23

<i>Pesos</i>	23
Motores a reacción en aviación.....	24
<i>Tipos de motores a reacción</i>	24
Motor Turbohélice RDa-7 Mk.532	25
<i>Características del motor RDa-7 Mk.532</i>	26
<i>Especificaciones del motor RDa-7 Mk.532</i>	26
Montantes del motor RDa-7 Mk.532	27
Tren de aterrizaje.....	28
Tren de nariz de la aeronave fairchild FH-227	29
<i>Componentes del tren de nariz de la aeronave fairchild FH-227</i>	30
Fitting principal y soporte de pivot.	30
Conjunto de palanca de rueda y eje.....	30
Amortiguador.....	30
Mecanismo de retracción y bloqueo descendente.	31
Mecanismo de dirección.....	31
Acoplamiento giratorios.	32
Tren principal de aterrizaje de la aeronave fairchild FH-227	33
<i>Componentes del tren principal de aterrizaje de la aeronave fairchild</i> <i>FH-227</i>	33
Miembro superior del tren de aterrizaje principal.	33
Soporte de arrastre del tren de aterrizaje principal.	34
Soporte de aseguramiento del tren de aterrizaje principal.	35
Conjunto de bloqueo superior del tren de aterrizaje principal.....	35
Ruedas del tren de aterrizaje principal.	35
Neumáticos de tren de aterrizaje principal.....	35
Inspección	36

Rango de inspección	36
Intervalos de inspección.....	37
Fuerzas de desgaste estructural	38
Inspección estructural	38
Métodos de inspección.....	38
Inspección estructural motor	39
<i>NDT inspección estructural.....</i>	<i>39</i>
Inspección por líquidos penetrantes.	40
Inspección por partículas magnéticas.....	40
<i>Inspección dimensional</i>	<i>41</i>
Inspección estructural tren de aterrizaje	41
Capítulo III: Desarrollo del tema.....	43
Preliminares.....	43
Inspección estructural en la sección de motores.....	43
Materiales.....	43
Manuales.....	45
Desarrollo inspección estructural sección motores.....	45
Inspección general a los montanes del motor RDa-7 Mk.532	45
Inspección detallada a los montantes del motor RDa-7 Mk.532	47
<i>Preparación de la superficie a ensayar.</i>	<i>48</i>
<i>Magnetización del montante.</i>	<i>48</i>
<i>Aplicación de las partículas magnéticas.....</i>	<i>49</i>
Aplicación de Magnaglo.....	49
Magnetización.....	50
Interpretación de revelado.....	52
Descontaminación.	52

Desmagnetización.....	53
Resultado.....	53
Informe profesional de inspección por partículas magnéticas.....	53
Inspección estructural en la sección de trenes de aterrizaje	54
Materiales.....	54
<i>Equipo de carga de nitrógeno.....</i>	<i>55</i>
<i>Líquido hidráulico.....</i>	<i>56</i>
<i>Grasa de servicio.....</i>	<i>57</i>
Manuales.....	58
Desarrollo inspección estructural sección trenes de aterrizaje.....	58
<i>Inspección general al tren de aterrizaje de nariz.....</i>	<i>58</i>
Inspección estructural del tren de aterrizaje de nariz.....	59
<i>Inspección general al tren de aterrizaje principal.....</i>	<i>60</i>
<i>Levantamiento de la aeronave FH-227</i>	<i>65</i>
<i>Llenado de líquido hidráulico del tren de nariz</i>	<i>66</i>
<i>Carga de nitrógeno al tren de nariz</i>	<i>68</i>
<i>Llenado de líquido hidráulico del tren de aterrizaje principal</i>	<i>71</i>
<i>Carga de nitrógeno al tren principal.....</i>	<i>74</i>
<i>Engrase de puntos móviles del tren de aterrizaje de nariz y principal</i>	<i>77</i>
Resultados.....	79
Capítulo IV: Conclusiones y recomendaciones.....	81
Conclusiones.....	81
Recomendaciones.....	82
Abreviaturas.....	83
Glosario	84
Bibliografía	86

Anexos.....89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Aeronave Fairchild FH-227</i>	23
Figura 2 <i>Plano de vistas Fairchild FH-227</i>	24
Figura 3 <i>Motor RR Dart</i>	26
Figura 4 <i>Conjunto de montantes del motor RDa-7</i>	28
Figura 5 <i>Plano de vistas tren de aterrizaje principal común</i>	29
Figura 6 <i>Tren de Aterrizaje de Nariz de la Aeronave Fairchild FH-227 ESPE</i>	29
Figura 7 <i>Conjunto de Tren de rodaje de Nariz</i>	31
Figura 8 <i>Tren de rodaje de Nariz</i>	32
Figura 9 <i>Tren de aterrizaje principal FH-227 ESPE</i>	33
Figura 10 <i>Conjunto de Tren de rodaje Principal</i>	34
Figura 11 <i>Tren de rodaje Principal</i>	36
Figura 12 <i>Fuerzas de desgaste estructural en una aeronave</i>	38
Figura 13 <i>Revelado de rajadura en componente mediante partículas magnéticas húmedas</i>	41
Figura 14 <i>Puntos de control del tren de aterrizaje</i>	42
Figura 15 <i>Equipos y herramientas para la práctica</i>	44
Figura 16 <i>Limpieza tubo montante superior e inferior parte izquierda y derecha respectivamente</i>	46
Figura 17 <i>Limpieza tubo montante superior e inferior parte izquierda y derecha respectivamente</i>	47
Figura 18 <i>Método de inspección overhaul manual F-27 serie</i>	48
Figura 19 <i>Aplicación de partículas magnéticas húmedas a los tubos del montante superior e inferior parte izquierda y derecha respectivamente</i>	49

Figura 20 <i>Aplicación de partículas magnéticas húmedas a los tubos del montante superior e inferior parte izquierda y derecha respectivamente.....</i>	50
Figura 21 <i>Magnetización con yugo y revelado con luz UV a los tubos del montante superior e inferior parte izquierda y derecha respectivamente.....</i>	51
Figura 22 <i>Magnetización con yugo y revelado con luz UV a los tubos del montante superior e inferior parte izquierda y derecha respectivamente.....</i>	51
Figura 23 <i>Revelado de partículas magnéticas en soldadura expuesta en el montante.....</i>	52
Figura 24 <i>Equipo de carga de nitrógeno.....</i>	56
Figura 25 <i>Galón Líquido hidráulico fabricante X/C y ROYCO.....</i>	57
Figura 26 <i>Cambio de especificación MIL-G-23827.....</i>	57
Figura 27 <i>Especificación aplicable MIL-PRF-23827 Grease 33.....</i>	58
Figura 28 <i>Tren de nariz libre de suciedad.....</i>	59
Figura 29 <i>Pivot bracket condición on.....</i>	59
Figura 30 <i>Wheel lever condición on.....</i>	60
Figura 31 <i>Inspección general visual al tren de aterrizaje derecho.....</i>	61
Figura 32 <i>Abrazaderas con movimiento.....</i>	62
Figura 33 <i>Remoción de abrazaderas y ferretería.....</i>	62
Figura 34 <i>Aplicación de primer a los componentes.....</i>	63
Figura 35 <i>Aplicación de pintura blanca a los componentes.....</i>	63
Figura 36 <i>Ajuste de tuerca de perno de abrazadera.....</i>	64
Figura 37 <i>Mantenimiento e inspección del conjunto abrazaderas del drag stay del tren de aterrizaje principal derecho.....</i>	64
Figura 38 <i>Aeronave Fairchild Fh-227 sobre gatas hidráulicas.....</i>	65
Figura 39 <i>Absorbedor de choque sin peso y libre de carga.....</i>	66
Figura 40 <i>Pernos de servicio en Shock Absorber.....</i>	66
Figura 41 <i>Puesta de acople hembra al Shock Absorber.....</i>	67

Figura 42 <i>Llenado con líquido hidráulico el shock absorber.....</i>	68
Figura 43 <i>Pivot de carga al Shock Absorber.....</i>	68
Figura 44 <i>Tuerca de válvula de carga posición abierta.....</i>	69
Figura 45 <i>Apertura y paso de nitrógeno al sistema</i>	69
Figura 46 <i>Carga de nitrógeno a cámara de absorbedor de choque.....</i>	70
Figura 47 <i>Tuerca de válvula de carga de la cámara del absorbedor de choque en posición cerrada.....</i>	70
Figura 48 <i>Servicio finalizado al shock absorber.....</i>	71
Figura 49 <i>Remoción de tuerca de retención de cámara del montante amortiguador del tren izquierdo</i>	72
Figura 50 <i>Remoción de tuerca de retención de cámara del montante amortiguador del tren derecho.....</i>	72
Figura 51 <i>Compresión del cilindro amortiguador del tren izquierdo y derecho.....</i>	73
Figura 52 <i>Llenado con liquido hidráulico a la cámara del amortiguador del tren principal izquierdo</i>	73
Figura 53 <i>Llenado con liquido hidráulico a la cámara del amortiguador del tren principal derecho.....</i>	74
Figura 54 <i>Movilización de equipo de carga de nitrógeno junto al tren izquierdo y derecho respectivamente.....</i>	75
Figura 55 <i>Apertura de válvula de carga de nitrógeno del tren izquierdo y derecho respectivamente.....</i>	75
Figura 56 <i>Conexión del pivot a boca de la válvula de carga del amortiguador izquierdo y derecho respectivamente</i>	75
Figura 57 <i>Carga de nitrógeno a cámara del montante amortiguado izquierdo y derecho respectivamente.....</i>	76
Figura 58 <i> tubo de grasa AeroShell 33 MIL-PRF-23827C</i>	77

Figura 59 <i>Engrasadora manual</i>	77
Figura 60 <i>Engrasado de tren de nariz</i>	78
Figura 61 <i>Engrasado de tren principal izquierdo y derecho</i>	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Configuración de motores a reacción</i>	25
Tabla 2 <i>Características generales del motor RDa-7 Mk.532</i>	26
Tabla 3 <i>Especificaciones del motor RDa-7 Mk.532</i>	27
Tabla 4 <i>Tipos de intervalos de inspección</i>	37
Tabla 5 <i>Tipos de ensayo no destructivos</i>	39
Tabla 6 <i>Equipos y materiales inspección motores</i>	44
Tabla 7 <i>Equipos y materiales inspección trenes</i>	54
Tabla 8 <i>Presiones y temperaturas</i>	76

Resumen

En este informe se describe cómo se llevó a cabo la inspección estructural sección motores y trenes de aterrizaje siguiendo las instrucciones del manual de mantenimiento, manual de overhaul del fabricante Dowty Rotol y manual de overhaul del fabricante Fairchild FH/227 en la zona de aeronaves en la Universidad de las Fuerzas Armadas sede Latacunga, a través de inspección general y detallada, la aplicación de ensayo no destructivo por método de partículas magnéticas húmedas en búsqueda de rajaduras en los puntos críticos en las soldaduras de los montantes de los motores RDa-7 Mk.532 e inspección estructural con servicio descrito por el llenado de líquido hidráulico MIL-H-5606 y carga de nitrógeno a la cámara de los montantes amortiguadores de los trenes de aterrizaje de nariz “shock absorber” y principal “cilindro amortiguador”, verificando que los componente anexos a los sistemas se encuentren en condiciones operables, chequeando estructuralmente búsqueda de rajadura, picaduras, grietas, juego no permisible entre componentes y rodamientos, además de la aplicación de grasa con especificación técnica aplicable por las boquillas ubicadas en los puntos móviles de todo el conjunto de tren principal y de nariz, verificando la no existencia de obstrucciones para que mediante el uso de la engrasadora manual se realice la lubricación pertinente.

Palabras clave: inspección estructural, motores RDa-7 Mk.532, partículas magnéticas, tren de aterrizaje.

Abstract

This report describes how the structural inspection of engines and landing gear section was carried out following the instructions of the maintenance manual, overhaul manual of the manufacturer Dowty Rotol and overhaul manual of the manufacturer Fairchild FH/227 in the aircraft area at the University of the Armed Forces Latacunga, through general and detailed inspection, the application of non-destructive testing by wet magnetic particle method in search of cracks in the critical points in the welds of the uprights of the RDa-7 Mk.532 engines and structural inspection with service described by the filling of the hydraulic fluid MIL-H-5606 and nitrogen charge to the chamber of the shock absorber nose mounts of the landing gear. and structural inspection with service described by filling hydraulic fluid MIL-H-5606 and nitrogen charge to the chamber of the shock absorber and main shock absorber landing gear landing gear shock absorber uprights, verifying that the components attached to the systems are in operable condition, checking structurally for cracks, cracks, cracks, impermissible clearance between components and bearings, in addition to the application of grease with applicable technical specification by the nozzles located in the mobile points of the entire set of main and nose landing gear, verifying the absence of obstructions for the use of the manual grease gun to perform the relevant lubrication.

Key words: structural inspection, engines RDa-7 Mk.532, magnetic particles, landing gear.

Capítulo I

Planteamiento del problema de investigación

Antecedentes

La Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE es una institución prestigiosa por la excelencia de profesionales que forja año a año, ofreciendo carreras de competencia nacional e internacional, a estudiantes nacionales y extranjeros. Una de las carreras que destaca es la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica cuya sede se encuentra ubicada en la ciudad Latacunga bajo la dirección de la Unidad de Gestión de Tecnologías UGT, la misma que defiende una educación técnica de excelencia por los grandes profesionales Técnicos en Mantenimiento Aeronáutico que forma, siendo exclusivamente una carrera única en el territorio nacional ofertada por la prestigiosa institución universitaria.

La Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica cuenta con laboratorios, áreas designadas y aeronaves escuela como el Fairchild FH-227 de matrícula HC-BHD, el mismo que posee dos motores turbina ROLLS ROYCE DART y un tren de aterrizaje TIPO TRICICLO, los cuales permiten a los estudiantes adquirir conocimientos sobre funcionamiento y mantenimiento, desarrollando el aprendizaje técnico en aeronaves comerciales y formando profesionales de alto rendimiento, teniendo la capacidad de desempeñar exitosamente la multiplicidad de actividades dentro del ámbito laboral de manera segura y eficiente, durante el avance técnico de la carrera.

Planteamiento del problema

Mundialmente la mecánica en aviación es un campo de ejecución de medios precisos, donde la aplicación de procedimientos acorde a los manuales técnicos del fabricante, proponen solución a fallas en sistemas de la aeronave. En la Universidad de las Fuerzas Armadas en la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica se forjan los futuros técnicos en virtud de un proceso de aprendizaje teórico y práctico riguroso, mediante el uso de herramientas, simuladores, equipos mecánicos y eléctrico-electrónicos, contenidos dentro del

laboratorio y aeronaves escuela que faculta a sus estudiantes cumplir con el programa de instrucción para alcanzar los niveles de aprendizaje exitosamente.

La aeronave escuela, Fairchild FH-227 de matrícula HC-BHD en el sistema fuselaje, sección motores y trenes de aterrizaje, se encuentra en un estado no satisfactorio, debido a las condiciones ambientales a las que se expone cada día, influyendo factores climáticos como sol, lluvia y humedad, además de la fuerte y constante exposición a impurezas como tierra y otros agentes biológicos que originarían problemas en todo el recubrimiento, por razón de las causas requiere a la aplicación de una inspección estructural detallada y adecuada que permita identificar y determinar el daño total que presentan las secciones a evaluación, llevado a cabo mediante el empleo de la documentación técnica aplicable, provisto por el fabricante, estimando los procedimientos, equipos de inspección, warnings y cautions, con el propósito de identificar el tipo de condición en el que se encuentra y determinar que tipos de correctivos serían aplicables, generando un avance mayor en la identificación mediante la inspección en favor de los estudiantes e instructores pertinentes anexos en la carrera.

Justificación e Importancia

El proyecto técnico beneficiará a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, específicamente a la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica, esencialmente a estudiantes y docentes, además que este se realiza en favor a la rehabilitación del revestimiento en las secciones de motores y trenes de aterrizaje del Fairchild FH-227, siendo determinante la inspección estructural para precisar porcentual y técnicamente los daños inmersos en las secciones, además de establecer los causales específicos o motivos del deterioro por factores físicos ambientales y los generados por ataques o reacciones químicas, permitiendo la identificación de rajaduras, corrosión, agrietamientos, abolladuras, roturas y dobleces, para así conocer el estado estructural y desarrollar un análisis apropiado, justificando el mal actual en el recubrimiento y generando el plan de reparación en puesta a solución como medida, para una futura pendiente aplicación.

Objetivos

Objetivo General

Realizar la inspección estructural a las secciones de motores y trenes de aterrizaje de la aeronave Fairchild FH-227 de matrícula HC-BHD, de acuerdo a la documentación técnica del fabricante, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Latacunga.

Objetivos Específicos

Compilar información técnica aplicable a la inspección estructural a las secciones de motores y trenes de aterrizaje de la aeronave Fairchild FH-227.

Identificar tipo de daño, deterioro y causa de la visible problemática que presente la estructura de las secciones de motores y trenes de aterrizaje de la aeronave Fairchild FH-227.

Analizar los resultados obtenidos mediante la aplicación de inspección estructural de la sección de motores y trenes de aterrizaje de la aeronave Fairchild FH-227.

Alcance

El presente proyecto está delimitado a la interacción directa con el fuselaje de la aeronave Fairchild FH-227 de matrícula HC-BHD, propiedad de la Carrera en Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica con el propósito de desarrollar una inspección estructural en la sección de motores y trenes de aterrizaje, mediante la aplicación de diferentes técnicas y métodos, proporcionando de esta manera información fiable sobre el daño o deterioro que presenta las secciones, un análisis con un enfoque estructural preciso que determine las posibles correctivas de reparación de acuerdo a la documentación técnica aplicable y que el desarrollo del proyecto en ejecución de avances tenga la cronológica de inspección estructural para uso teórico y aplicabilidad practica para adoptar un conocimiento más amplio en el área estructurista.

Capítulo II

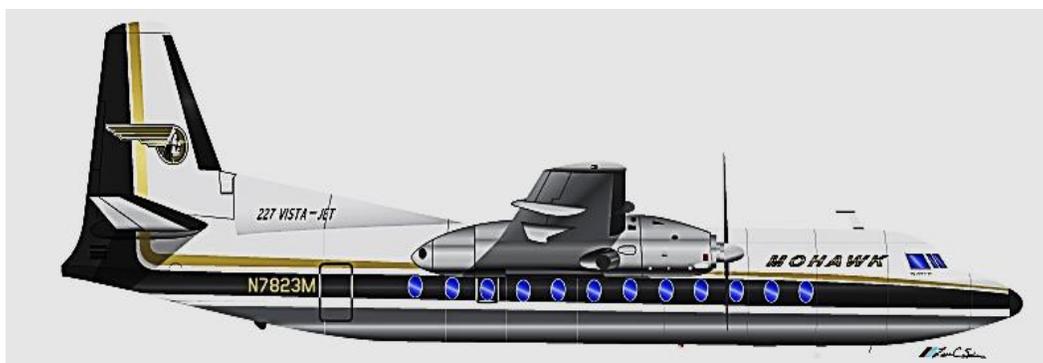
Marco Teórico

Características generales del avión fairchild FH-227

El Fairchild Hiller FH-227 fue una versión alargada desarrollada independientemente del avión bimotor turbohélice de pasajeros Fokker F27 Friendship fabricadas bajo licencia por Fairchild Hiller en Estados Unidos.

Figura 1

Aeronave Fairchild FH-227



Nota. Tomado de Academic, 2010.

Especificaciones técnicas de la aeronave fairchild FH-227

- Tipo: Transporte civil

Dimensiones

- Longitud: 25.5 m
- Envergadura alar: 29 m
- Altura: 8.4 m

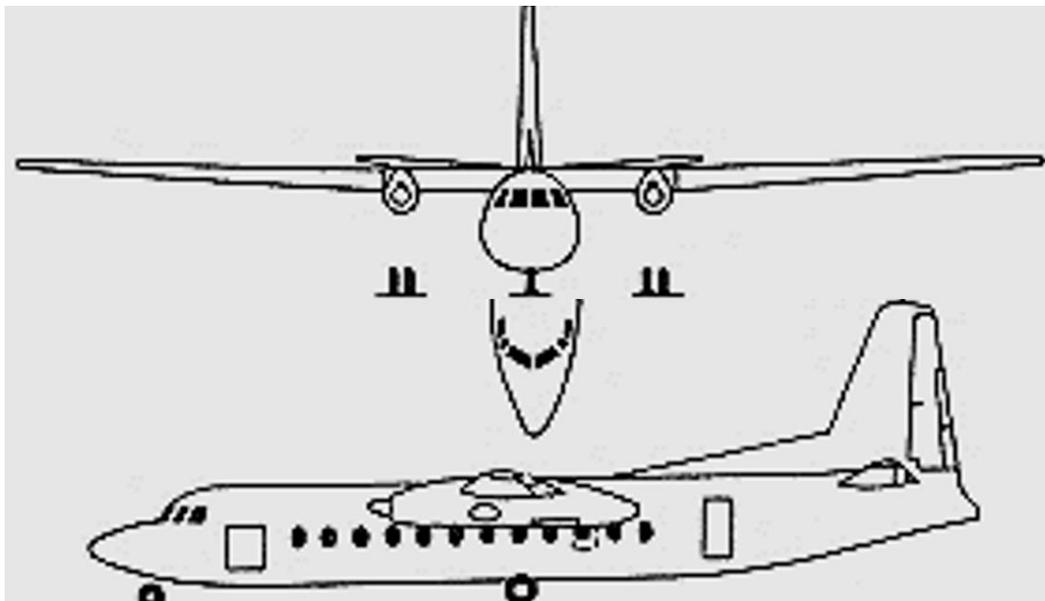
Pesos

- Máximo al despegue (MTOW): 20.640 kg (45.500 lbs)
- Máximo al aterrizaje (MLW): 20.410 kg (45.000 lbs)
- Peso sin combustible: 18.600 kg (41.000 lbs)
- Motores de propulsión: 2 RDart 532-7L de 2.300 cv, caja de reducción 0.093.1.

- Hélices del motor: 2 de tipo Rotol con diámetro de fábrica de 12.5 ft.

Figura 2

Plano de vistas Fairchild FH-227



Nota. Tomado de Aviastar, 2010.

Motores a reacción en aviación

Un motor a reacción es un motor térmico, cuyo fluido de trabajo es una mezcla de aire atmosférico y productos de combustión de combustible. Un motor a reacción genera la fuerza de empuje necesaria para la propulsión convirtiendo la energía potencial en energía cinética de un chorro de un cuerpo de trabajo. Como resultado de la expiración del cuerpo de trabajo desde la tobera del motor, se genera una fuerza reactiva en forma de reacción (retroceso) del chorro, dirigida en el espacio en dirección opuesta a la expiración del chorro.

Los motores a reacción funcionan a través de un ciclo térmico y depresión constante conocido como ciclo de Brayton.

Tipos de motores a reacción

Los motores a reacción se dividen en tres grupos:

- Líquido 21

- Pólvora
- Chorro de aire

Los motores de reacción líquida no necesitan oxígeno en el aire para funcionar. El motor puede funcionar en una atmósfera muy enrarecida. Para quemar el combustible, es necesario suministrar un oxidante. Las combinaciones más conocidas de combustible y oxidante son alcohol y oxígeno, hidrógeno y oxígeno, gasolina y ácido nítrico, hidrógeno y flúor, diborano y oxígeno, etc.

Los motores a reacción de pólvora utilizan pólvora como propulsor.

Los motores de chorro de aire utilizan el oxígeno del aire. El combustible es el queroseno y muy raramente otro tipo de combustible líquido.

Los motores a reacción, a su vez, se clasifican según:

Tabla 1

Configuración de motores a reacción

Categoría	Tipo
Sin compresor	Pulsorreactor
	Estatoreactor
Con compresor	Turborreactor
	Turbohélice
	Turbofán
	Turboeje

Motor Turbohélice RDa-7 Mk.532

El motor RR- Dart 532-7L es un motor turbohélice con dos etapas de compresores centrífugos y una hélice con dos etapas de turbinas.

Características del motor RDa-7 Mk.532

Tabla 2

Características generales del motor RDa-7 Mk.532

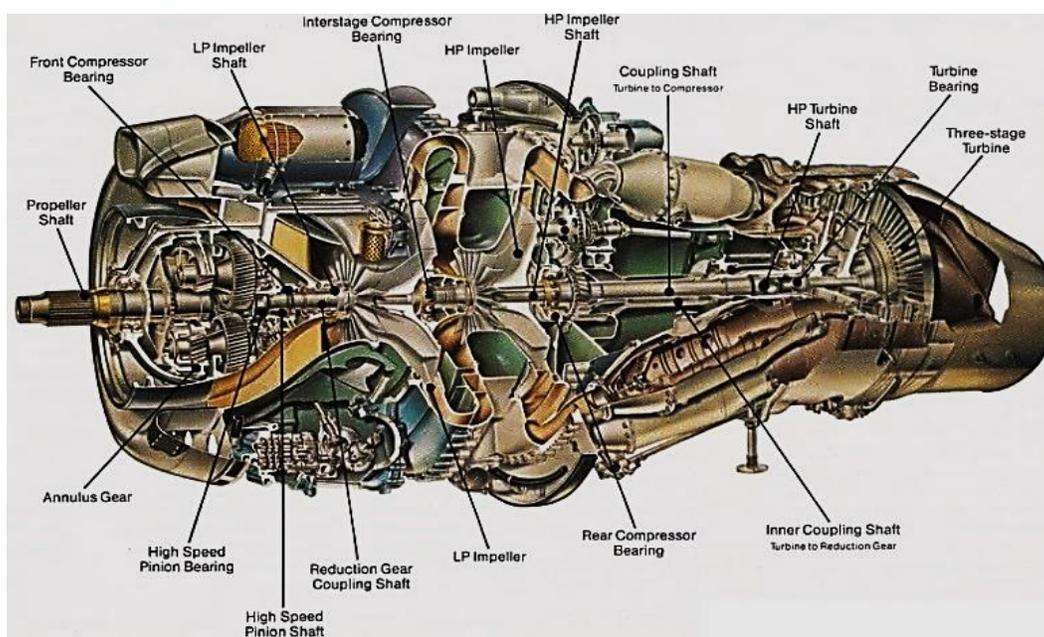
Sistema	Composición
Compresor	Dos etapas tipo centrífugo
Combustión	Siete área o cámaras
Turbina	Tres etapas

Nota. Tomado de Red Vickers Viscount, 2005.

Especificaciones del motor RDa-7 Mk.532

Figura 3

Motor RR Dart



Nota. Tomado de Fieldsairmotive, 2011.

Tabla 3*Especificaciones del motor RDa-7 Mk.532*

Variable	Especificación	
Dirección de rotación:	Motor: Sentido horario visto desde atrás.	Hélice: Sentido Antihorario visto desde atrás.
Índice de compresión:	5,5:1	
Diámetro Máximo:	38 pulgadas aproximadamente	
Longitud Total:	91 ½ pulgadas aproximadamente	
Peso del Motor en Seco	1254 libras	
Centro de Gravedad	0.4 pulgadas después del pie del motor.	
Rendimiento Mínimo	Caballos de Fuerza del Eje:	Equivalente Total de Caballos de Fuerza:
Despegue (Seco)	1535	1670

Nota. Tomado de Rolls Royce, 1962, págs. 4, 72-00.

Montantes del motor RDa-7 Mk.532

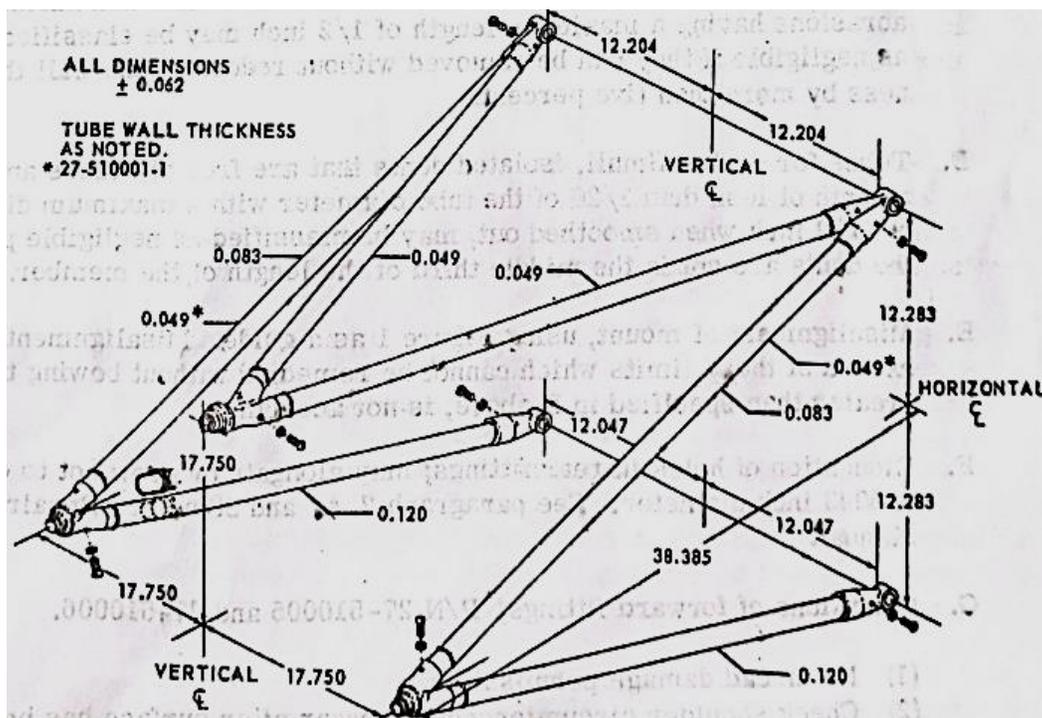
El conjunto de montantes del motor consta de seis tubos de acero soldados a siete accesorios para formar una estructura en forma de W capaz de soportar la planta motriz. El conjunto también se utiliza para soportar el varillaje de control del motor, el cable detector de incendios, los mazos de cables eléctricos, el calentador de combustible y varios conjuntos de mangueras y escudos térmicos. (Fairchild, 1967, págs. 1,71-1)

Las aberturas de este tripe V crean cuatro puntos equilibrados que permiten que el motor se monte en la pared del fuego de la nacela. Cada uno de estos puntos tiene una

perforación que coincide con una doble argolla. A través de esta perforación pasan cuatro pernos de alta resistencia, conocidos como pernos de sujeción cónica del motor, en español.

Figura 4

Conjunto de montantes del motor RDa-7



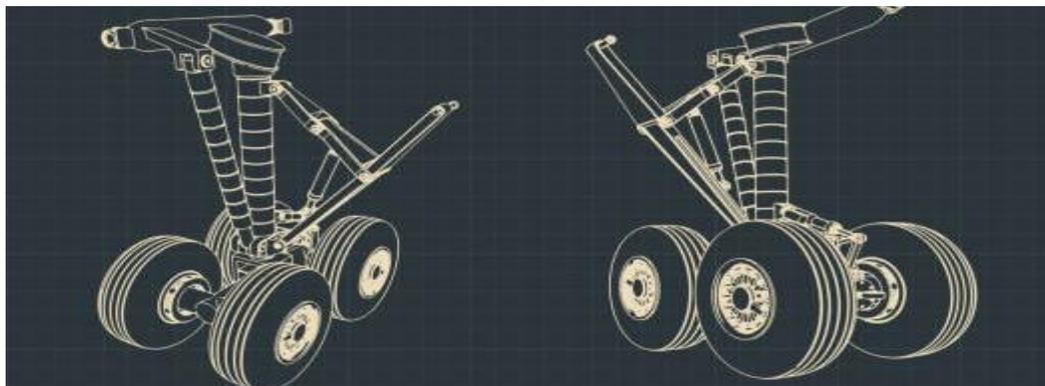
Nota. Tomado de Fairchild, 1967, págs. 1,71-1.

Tren de aterrizaje

El tren de aterrizaje de una aeronave consta de soportes principales, un soporte delantero o trasero, soportes auxiliares y flaps que cubren los nichos del tren de aterrizaje retráctil. Los soportes principal y delantero (o trasero) absorben cargas estáticas y dinámicas durante el movimiento, despegue y aterrizaje de la aeronave. Los soportes auxiliares aseguran su estabilidad en el suelo.

Figura 5

Plano de vistas tren de aterrizaje principal común



Nota. Tren de aterrizaje con una configuración general. Tomado de blacklight_trace, 2020.

Tren de nariz de la aeronave fairchild FH-227

La unidad es de tipo de suspensión apalancada, retráctil hacia adelante, que incorpora un amortiguador oleo neumático. Un pistón accionador, que funciona junto con una polea, retrae y baja el tren de aterrizaje, que también es una unidad de almacenamiento completo y está provisto de un mecanismo de dirección y auto centrado. El centrado del tren de aterrizaje es efectivo dentro de un rango de 30 grados a cada lado de la posición de arrastre y la dirección se controla dentro de los 60 grados a cada lado de esta posición.

Figura 6

Tren de Aterrizaje de Nariz de la Aeronave Fairchild FH-227 ESPE



Componentes del tren de nariz de la aeronave fairchild FH-227

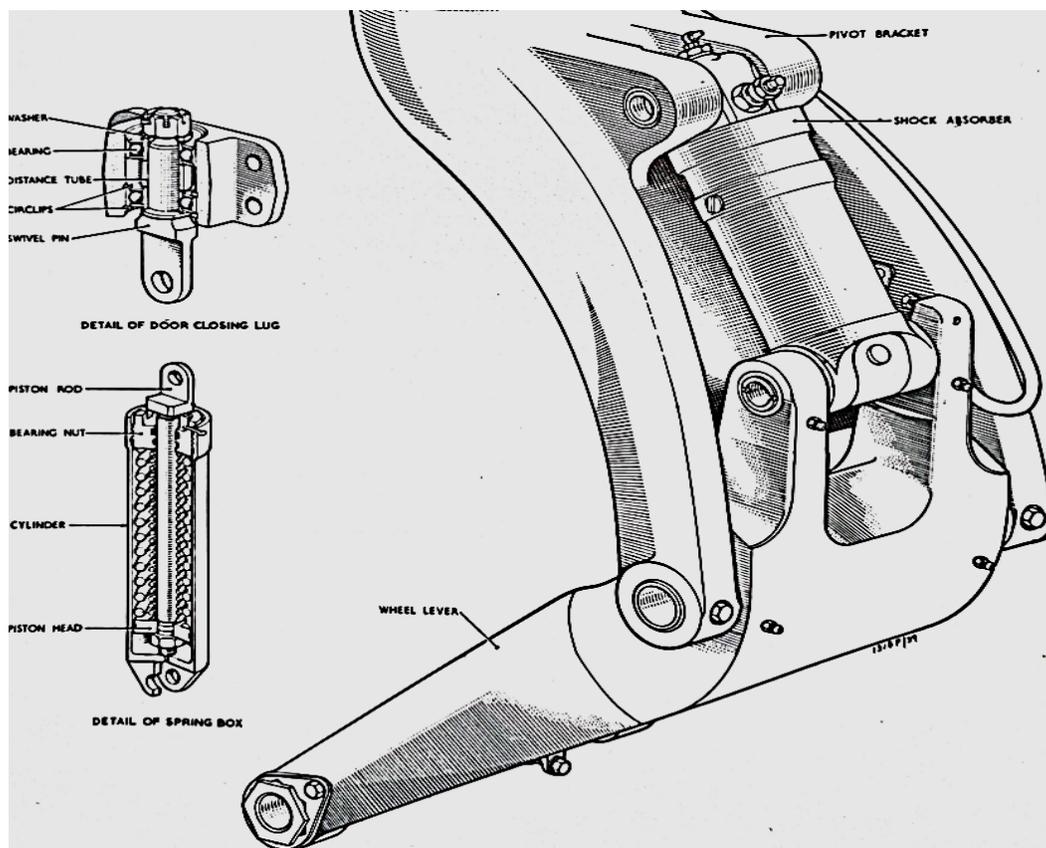
Fitting principal y soporte de pivot. El fitting principal alberga el soporte de pivot y tiene dos protuberancias transversales y dos brazos formados en su extremo superior, que proporcionan el punto de pivot principal del tren de aterrizaje y un anclaje para el mecanismo de dirección, respectivamente. Un conjunto de brazo de disparo para el funcionamiento del down-lock, junto con un grillete de piquete y un soporte de contacto, están asegurados a las orejetas integrales y una placa de soporte de down-lock y soportes para la fijación de un micro interruptor, acoplamientos de tubería giratoria y dos orejetas de cierre de puerta están asegurados en los lugares apropiados del fitting. (Dowty Rotol, 1969)

Conjunto de palanca de rueda y eje. Una palanca de rueda, con una arandela interpuesta a cada lado, está conectada en una posición media al soporte de pivot mediante un pasador de bisagra, que está equipado con un tapón en un extremo y asegurado por dos pernos, arandelas y tuercas ranuradas. Este pasador actúa como punto de apoyo para que la palanca de la rueda extienda el amortiguador, que está conectado entre una anilla del soporte y el extremo de la palanca mediante pasadores de pivot, asegurados por un perno engrasador y un pasador respectivamente. (Dowty Rotol, 1969)

Amortiguador. El amortiguador comprende un cilindro exterior y un cilindro deslizante que se entrelazan para operar un conjunto de válvula de amortiguación y se perforan en sus extremos exteriores para puntos de fijación a la estructura del tren de aterrizaje. El recorrido hacia adentro del cilindro deslizante está limitado por una tapa, retenida en el cilindro exterior por un casquillo transversal. El desplazamiento en la dirección opuesta se detiene mediante una brida interna del cilindro exterior. (Dowty Rotol, 1969)

Figura 7

Conjunto de Tren de rodaje de Nariz



Mecanismo de retracción y bloqueo descendente. Una polea de triple ranura, retenida sobre una de las protuberancias transversales del fitting principal por un anillo de seguridad, está limitada en su rotación por un pilar de retracción, asegurado por pernos especiales a la cara interior de la polea. (Dowty Rotol, 1969)

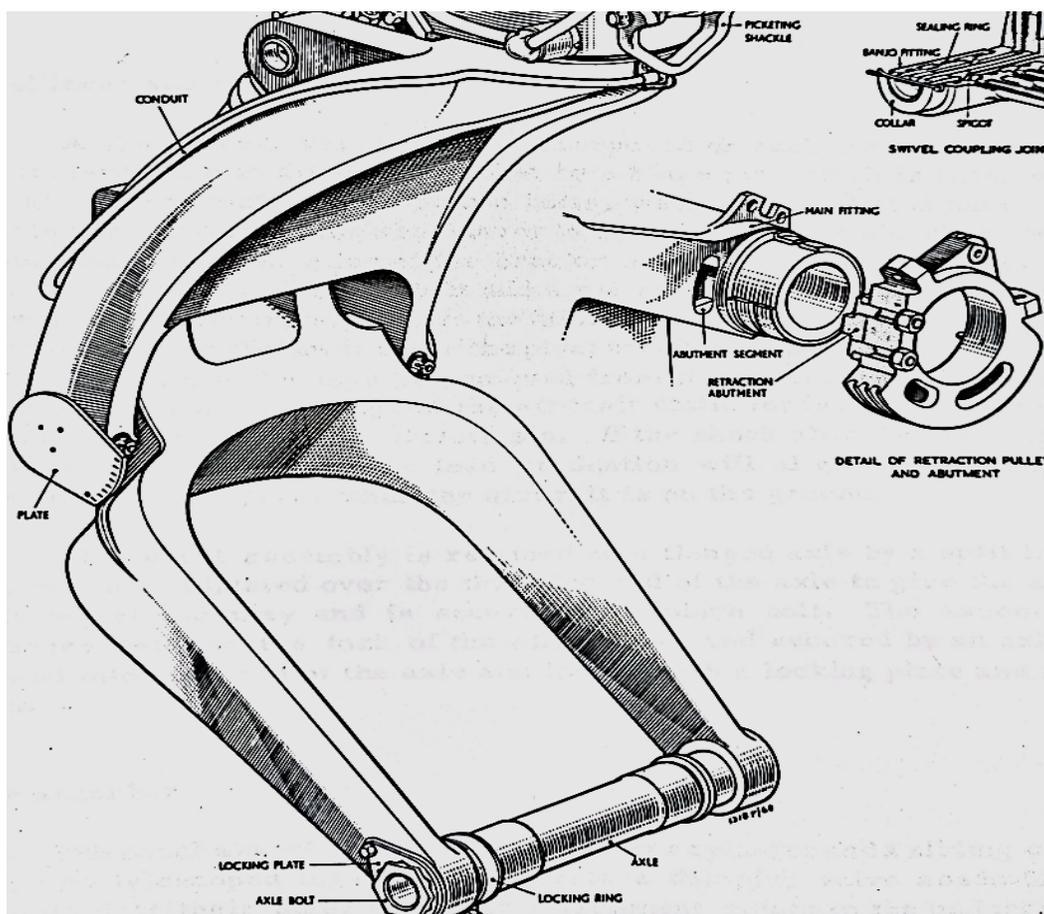
Mecanismo de dirección. Un motor de dirección, conectado por un eslabón a una espiga desplazada del cuerpo de la manivela, se encarga del accionamiento del mecanismo de dirección. De este modo, el funcionamiento del motor es recíproco mediante el soporte de pivot que se gira a la posición de dirección seleccionada. Este movimiento de dirección se puede controlar dentro de un rango especificado y, más allá de estos límites, el funcionamiento activo del motor se interrumpe mediante un micro interruptor montado en el fitting principal. La palanca del interruptor se presiona y se acciona por resorte para montar en una leva del cuerpo

del cigüeñal y se opera dentro de los límites del perfil de la leva para "cortar" el motor de dirección. Con la anulación de la leva, se libera la presión sobre la palanca y se acciona el interruptor para "apagar" el motor. (Dowty Rotol, 1969)

Acoplamientos giratorios. Los acoplamientos giratorios que comprenden uno de cada uno de los conjuntos de tubos simples y tubos gemelos están instalados en los lados de babor y soporte del tren de aterrizaje, respectivamente, para el funcionamiento del motor de dirección. El conjunto simple consta de una sección de tubería recta y una curva conectadas en los extremos para formar una junta giratoria central. El tubo recto tiene un fitting de banjo y un poste giratorio soldado sobre los extremos y el tubo curvo tiene dos fittings de banjo asegurados de manera similar. (Dowty Rotol, 1969)

Figura 8

Tren de rodaje de Nariz



Tren principal de aterrizaje de la aeronave fairchild FH-227

Los trenes de aterrizaje principales están sujetos a los miembros estructurales del ala en cada nacela, y se retraen dentro de la misma en vuelo. Contiene puertas que son operadas mediante uniones mecánicas. Estructuralmente cada tren consiste de un de un miembro superior, soporte de impacto, soporte de arrastre, soporte de aseguramiento, ensamblaje de aseguramiento superior, dos ruedas y dos llantas.

Figura 9

Tren de aterrizaje principal FH-227 ESPE



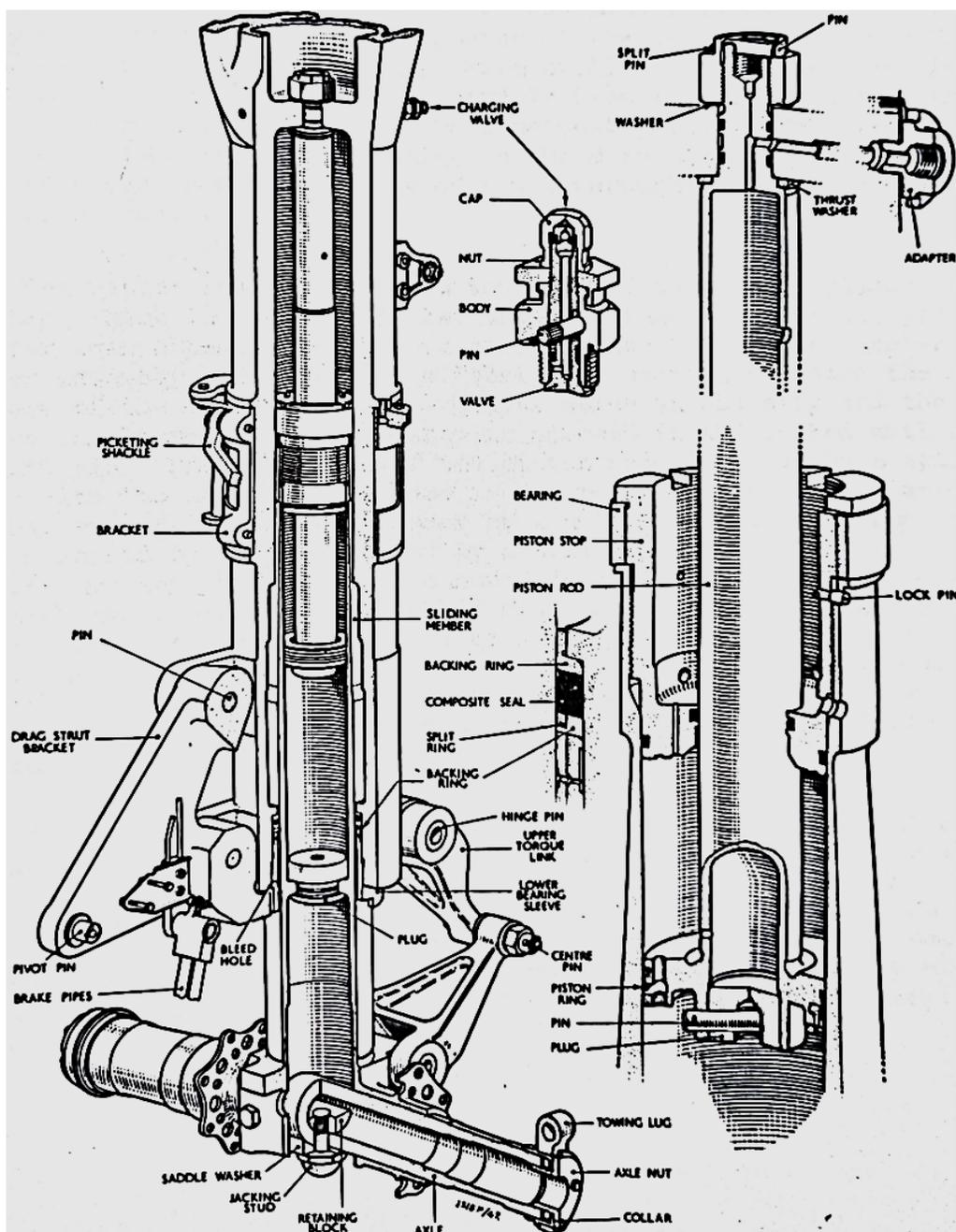
Componentes del tren principal de aterrizaje de la aeronave fairchild FH-227

Miembro superior del tren de aterrizaje principal. El miembro superior es el miembro principal de acoplamiento y se encuentra en la parte superior del tren. El miembro transversal está montado en el ensamblaje de aseguramiento superior. (Fairchild Hiller, 1965, págs. 2, 32-3-0)

Soporte de arrastre del tren de aterrizaje principal. El soporte de arrastre es el miembro de acción longitudinal del conjunto del tren y está ajustado entre el mamparo del compartimiento del tren delantero y el terminal inferior del soporte de impacto. Este soporte es ajustable en su extremidad inferior. (Fairchild Hiller, 1965, págs. 2, 32-3-0)

Figura 10

Conjunto de Tren de rodaje Principal



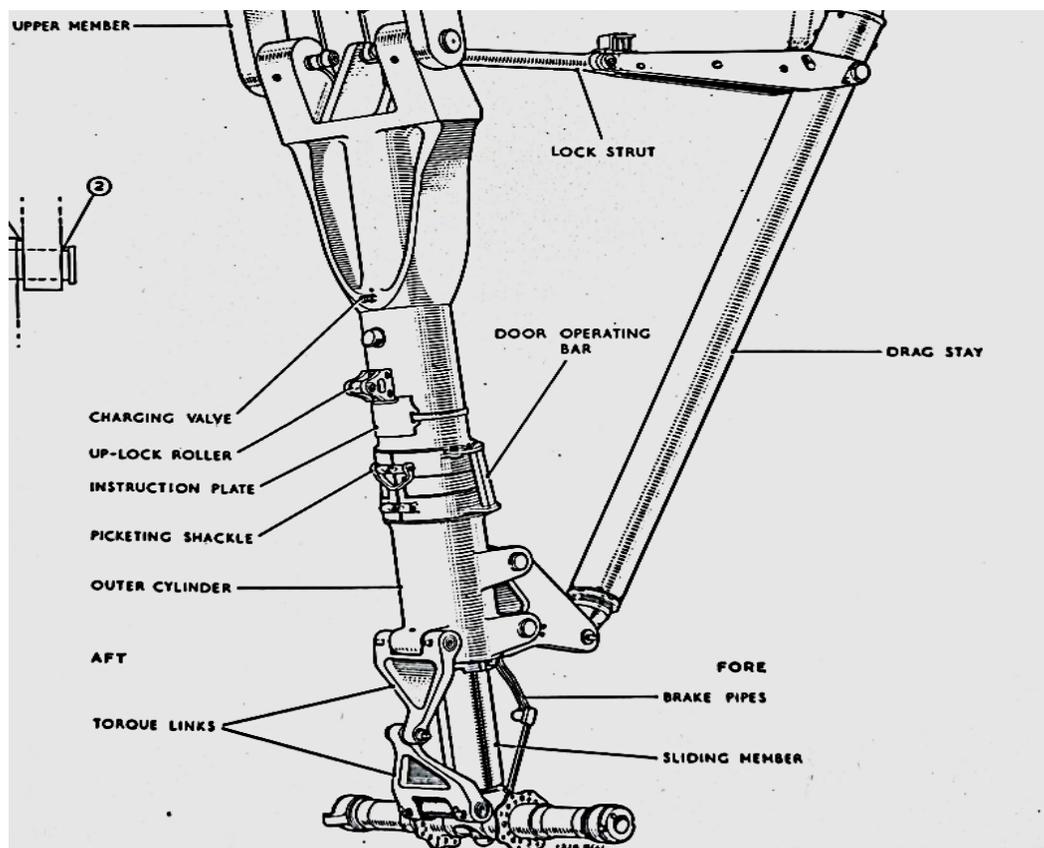
Nota. Tomado de Dowty RotoI, 1969.

Soporte de aseguramiento del tren de aterrizaje principal. El soporte de aseguramiento es un ensamblaje adjunto acoplado entre el terminal superior del terminal de arrastre y el terminal superior del soporte de impacto. Cuando el tren está desplegado, el actuador se extiende. (Fairchild Hiller, 1965, págs. 3, 32-3-0)

Conjunto de bloqueo superior del tren de aterrizaje principal. El conjunto de bloqueo del tren principal está montado en el travesaño del miembro superior en forma de "H". El conjunto consta de un actuador neumático accionado por resorte conectado mediante una palanca de accionamiento y una palanca central a un pestillo. (Fairchild Hiller, 1965, págs. 4, 32-3-0)

Ruedas del tren de aterrizaje principal. Cada tren de aterrizaje principal tiene dos ruedas divididas tipo llanta que montan neumáticos 9.50-16, sin cámara, tipo III. Las mitades divididas están unidas por pernos con una junta tórica que sella las mitades. El vástago de la válvula se fija a la mitad exterior de la llanta y los salientes del rotor del freno se fijan a la mitad interior de la llanta. El cubo de la rueda monta dos rodamientos, retenes y retenes de grasa. Un collarín y una tuerca de sujeción fijan la rueda al eje. (Fairchild Hiller, 1965, págs. 4, 32-3-0)

Neumáticos de tren de aterrizaje principal. Los neumáticos del tren principal son de 9.50-16, 12 "aplica", baja presión, tipo III. La configuración normal de la rueda es para un neumático sin cámara; sin embargo, quitando la junta y el vástago de la válvula, se puede utilizar un neumático con cámara. (Fairchild Hiller, 1965, págs. 4, 32-3-0)

Figura 11*Tren de rodaje Principal*

Nota. Tomado de Dowty Rotol, 1969.

Inspección

La inspección es el examen visual, la prueba, las mediciones y la comprobación funcional necesarios para determinar la aeronavegabilidad de los elementos inspeccionados. Siempre que una inspección revele una condición cuestionable, se deben utilizar los servicios de una estación de reparación certificada, un mecánico certificado o el fabricante para todas las inspecciones requeridas. (Federal Aviation Administration, 1964)

Rango de inspección

La inspección de aeronaves puede variar desde un simple "walk around" hasta una inspección exhaustiva que implica el desmontaje completo y el uso de herramientas de inspección complejas. Es posible llevar a cabo las inspecciones sin modificar el montaje de la

aeronave, a menos que se retiren las cubiertas de acceso de inspección, los carenados y los capós desmontables.

Intervalos de inspección

El intervalo de inspección debe ajustarse para proporcionar el mayor valor teniendo en cuenta el uso de la aeronave y las inspecciones requeridas, es decir si se requiere inspecciones de 100 horas, se podría querer inspeccionar la aeronave cada 25 y 50 horas. Si sólo se le exigen inspecciones anuales, es posible que se requiera inspeccionar la aeronave cada 50 a 100 horas de funcionamiento. Las instrucciones de servicio del fabricante serán útiles para establecer estos intervalos.

Tabla 4

Tipos de intervalos de inspección

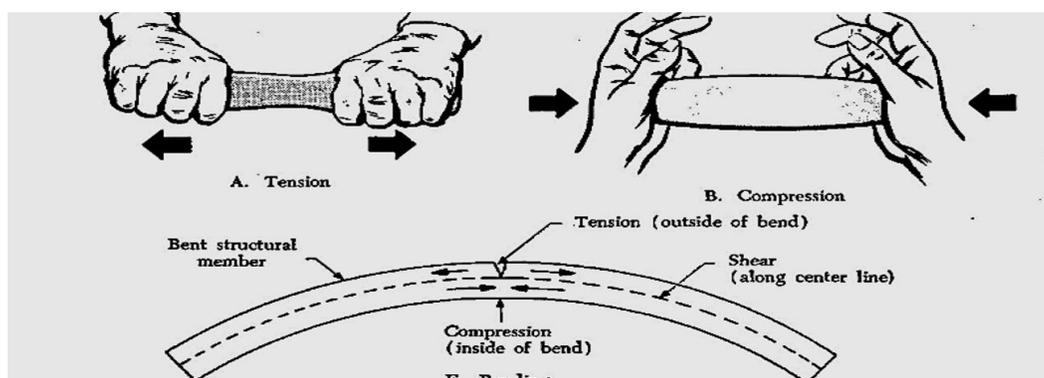
Por horas	Por semanas naturales
Inspección diaria previa al vuelo	Inspección diaria previa al vuelo (incluidos los controles del propulsor y del motor)
Cada 25 horas-Sistemas de control de vuelo	Semana 1 y 5-Grupo motopropulsor
Cada 50 horas-Tren de aterrizaje	Semana 2 y 6-Sistema de control de vuelo
Cada 75 horas-Cabina	Semana 3 y 7-Tren de aterrizaje
Cada 100 horas-Revestimiento (tela o metal)	Semana 1 y 8-Cabina o puesto de pilotaje
Cada 100 horas, etc.-Fuselaje interior	Semana 8-Revestimiento (tela o metal) Semana 8-Interior del fuselaje

Fuerzas de desgaste estructural

El desgaste estructural, se refiere al deterioro general de una aeronave durante su vida útil. El clima, la fricción, las sobrecargas, el calor y la vibración son las cinco principales fuentes de desgaste. Durante la vida útil de la aeronave, estas fuerzas aparecen de diversas maneras en toda su estructura.

Figura 12

Fuerzas de desgaste estructural en una aeronave



Nota. Tomado de Federal Aviation Administration, 1964.

Inspección estructural

La inspección estructural aplica al mantenimiento completo que incluye:

(a) todas las inspecciones de 8 años (ya sea en Horas de Vuelo, Ciclos, calendario o una combinación de las tres medidas), incluidas todas las inspecciones múltiples menores, elementos ISIP/CPCP, métodos de inspección NDT y reacondicionamiento de la cubierta de carga principal, incluido el sistema de carga de mercancías; y

(b) todas las inspecciones estructurales de 12 años incluido inspección a motores en montantes o pilones.

Métodos de inspección

Referente a las inspecciones por ensayos no destructivos, estas se ejecutan con un técnico aeronáutico habilitado y debidamente certificado, en sus categorías de inspección, por UNE EN ISO 4179 para ensayar el componente estructural requerido.

Tabla 5*Tipos de ensayo no destructivos*

Método de Inspección	Abreviatura
Inspección visual	VT
Ultrasonidos	UT
Corrientes inducidas	EP
Líquidos penetrantes	PT
Partículas Magnéticas	MT

Nota. Tomado de Silvestre & García, 2020.

Inspección estructural motor

La inspección de los componentes del motor durante la inspección se divide en tres categorías:

1. Visual (superficial, limpieza)
2. NDT estructural
3. Dimensional

Según el requerimiento se procede a expandir el análisis de acuerdo al según punto

Inspección NDT estructural.

NDT inspección estructural

Una de las formas recomendadas por el fabricante para volver a verificar los resultados de la inspección visual es complementarlos con una de las formas de ensayos no destructivos, como la inspección por partículas magnéticas, la inspección por penetración de colorante, las corrientes de Foucault, los ultrasonidos y los rayos X. Todos estos métodos, excepto la inspección por partículas magnéticas, que se utiliza para materiales magnéticos o ferrosos (acero), permiten detectar defectos en piezas no magnéticas. (Federal Aviation Administration, 2018)

Inspección por líquidos penetrantes. Una prueba no destructiva que se utiliza para detectar defectos abiertos en materiales no porosos como aluminio, magnesio, latón, cobre, hierro forjado, acero inoxidable y titanio se conoce como inspección con líquidos penetrantes. El líquido penetra en la superficie y permanece allí, lo que permite que el inspector lo observe. Se requiere una inspección visual de la pieza para identificar el defecto. Los tintes visibles o fluorescentes aumentan la visibilidad del material penetrante, y los tintes fluorescentes requieren luz ultravioleta. (Federal Aviation Administration, 2018)

Los pasos para realizar una inspección por líquidos penetrantes son:

1. Limpieza a fondo de la superficie metálica.
2. Aplicación del penetrante.
3. Eliminación del penetrante con emulsionante removedor o limpiador.
4. Secado de la pieza.
5. Aplicación del revelador.
6. Inspección e interpretación de los resultados.

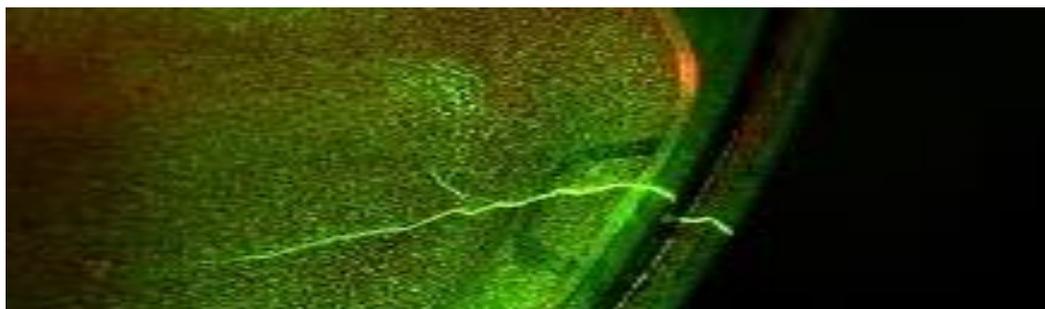
Inspección por partículas magnéticas. Un método para encontrar grietas y otros defectos en materiales ferromagnéticos, como el hierro y el acero, que no se pueden ver es la inspección por partículas magnéticas. A los materiales que no sean magnéticos no se les aplica. La inspección comienza con la magnetización del objeto, luego se aplican partículas ferromagnéticas a la superficie deseada. Las partículas ferromagnéticas, también conocidas como medio indicador, pueden permanecer en suspensión en un líquido que se aplica a la pieza, sumergirse en el líquido de suspensión o espolvorearse en forma de polvo seco sobre la superficie de la pieza.

Las líneas de fuerza magnética se alteran y existen polos opuestos a ambos lados de una discontinuidad. En el campo magnético entre los polos opuestos, las partículas magnetizadas forman un patrón. La forma aproximada de la proyección superficial de la

discontinuidad se utiliza en este patrón conocido como indicación. Una discontinuidad es una interrupción en la configuración física normal de una pieza.

Figura 13

Revelado de rajadura en componente mediante partículas magnéticas húmedas



Nota. Tomado de Dr. Soyuz, 2012.

Inspección dimensional

La inspección dimensional se utiliza para garantizar que los componentes y las holguras del motor cumplen las especificaciones del fabricante. Estas especificaciones se enumeran en una tabla de límites, que enumera los límites de servicio y las dimensiones máximas y mínimas de las piezas nuevas del fabricante. Se utilizan muchas herramientas de medición para realizar la inspección dimensional del motor, como un calibre de cilindros. Esta categoría aplica a la medición milimétrica de tolerancias de los componentes durante su uso.

Inspección estructural tren de aterrizaje

Existen numerosos tipos de trenes de aterrizaje: de trípode; de acero para muelles; de puntal único; fijos y retráctiles para operar sobre ruedas desde superficies duras preparadas o semipreparadas; flotadores para operar desde el agua; y esquís para operar desde superficies de nieve y hielo. Ciertas características son comunes a casi todos los trenes de aterrizaje de ruedas y, por lo tanto, se tratarán como un solo tema para simplificar los procedimientos de inspección.

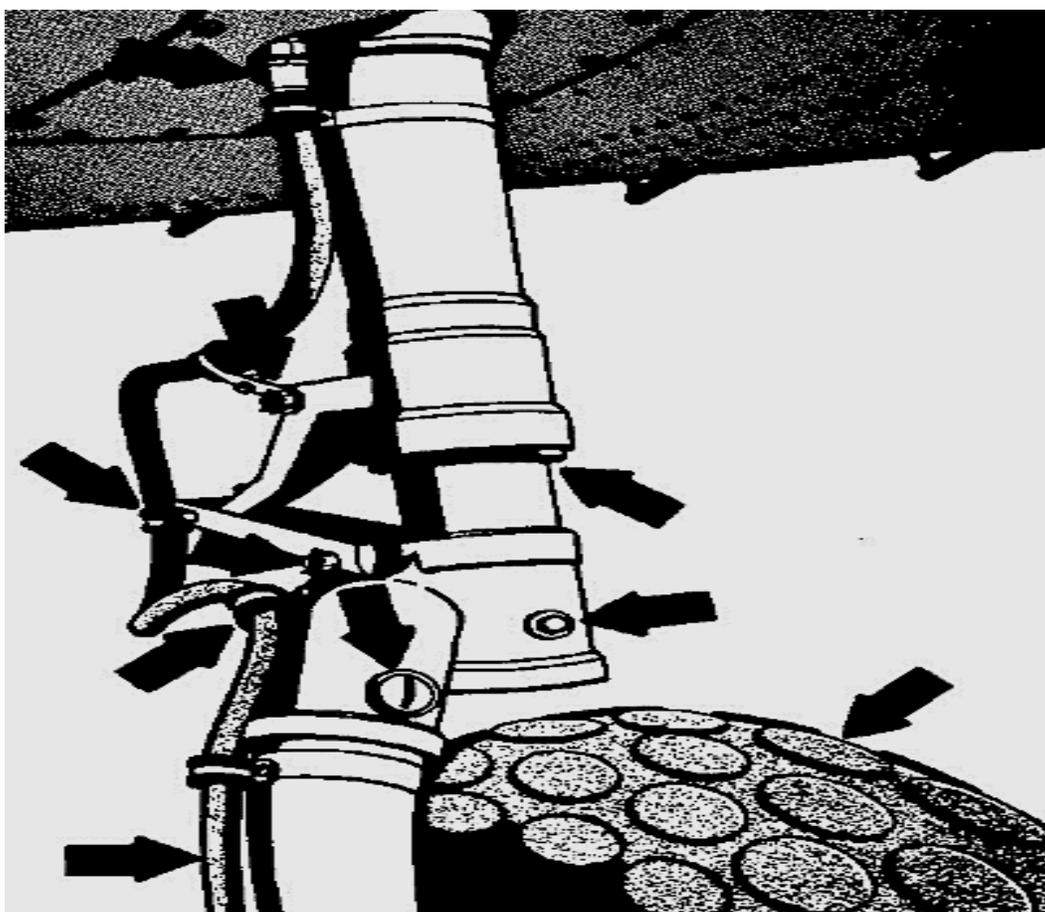
Independientemente del tipo de tren de aterrizaje instalado, se proporciona un mecanismo amortiguador para absorber las cargas de aterrizaje. Inspeccionar los

amortiguadores oleo neumáticos consta de realizar una limpieza, chequear fugas, grietas y posible hundimiento de los pistones, también comprobar el estado, la lubricación y la seguridad de todos los cojinetes, pernos y accesorios, recomendando que para la hora del servicio se siga las instrucciones del fabricante para la carga de líquido y presión de aire en el amortiguador.

Generalidad aplicable a la inspección estructural del tren de aterrizaje principal y de nariz, conlleva examinar puntales de amortiguación, cilindros de transmisión y revestimiento en busca de grietas, deformaciones, arqueamiento y corrosión asegurándose que todos los pernos y remaches estén intactos y seguros, comprobando así si la estructura es o no aeronavegable.

Figura 14

Puntos de control del tren de aterrizaje



Nota. Tomado de Federal Aviation Administration, 1964.

Capítulo III

Desarrollo del tema

Preliminares

Inicialmente se previó del equipo de protección personal necesario para la inspección, debido a la consideración de seguridad de trabajo en alturas, por la ubicación a la que se encuentran los motores en la aeronave y el tratamiento con productos químicos utilizados durante la práctica.

Este capítulo explicará el procedimiento de inspección estructural aplicado a los motores y trenes de aterrizaje.

Inspección estructural sección motores consta de la inspección general por método visual e inspección detalla por ensayos no destructivos aplicando el método por partícula magnéticas a los montantes del motor. La inspección estructural se enfocó a los montantes, debido a su consideración como estructura primaria y a su alto nivel de sensibilidad a esfuerzos críticos de empuje producido por el motor, ocasionando que exista una exposición constante a fuerzas de desgaste estructural.

Inspección estructural sección trenes conta de dos procedimientos, la inspección general por método visual y la aplicación de servicio a montantes amortiguadores, desarrollando llenado de líquido hidráulico y carga de nitrógeno, tanto a los trenes principales izquierdo y derecho como al tren de nariz.

Inspección estructural en la sección de motores

Materiales

Tabla 6*Equipos y materiales inspección motores*

Material	Cantidad
Alcohol Industrial	1/2 galón
Paños secos	1 paquete
Wd-40	1 unidad - 11oz
Luz UV	1 unidad
Magnaglo 14AM	1 unidad – 10.5oz
Yugo Magnético	1 unidad

Figura 15*Equipos y herramientas para la práctica*

Nota. WD-40 líquido lubricante y preservante. MAGNAGLO 14AM aerosol de baño de partículas magnéticas fluorescentes a base de aceite. Yugo magnético generador de campos magnéticos. Las fotografías fueron descritas de acuerdo a su posición.

Manuales

La inspección estructural sección motores se realizó en referencia a la documentación técnica aplicable del fabricante.

- Manual de overhaul Fairchild F-27 series. Engine mount. (Ata 71-1, págs.1-3)
- Norma ASTM E1444/E1444M Práctica estándar para el examen magnético.
- Norma ASTM E709 Guía normalizada para el examen de partículas magnéticas.

Desarrollo inspección estructural sección motores

La inspección general por método visual y la inspección detallada por partículas magnéticas será enfocada inicialmente a los montantes estructurales al ser sujetador principal motor y estructura primaria, cumpliendo el rol de sostén del componente y soporte de fuerzas de peso y tensión.

Inspección general a los montanes del motor RDa-7 Mk.532

En primer lugar, se realizó una limpieza exterior del motor, se descontaminó las capotas de cualquier agente biológico donde se encontró arañas, mosquitos, helechos y rastros de residuos químicos, como grasas, aceites, combustibles, etc. Posteriormente con el uso de alcohol industrial y un paño limpio se pasó por las capotas, asegurando la limpieza exterior y dejando lista la zona para la apertura de las mismas.

Para abrir el motor, se utilizó un destornillador plano. En los puntos de anclaje se giró en sentido antihorario para desasegurar la puerta del cuerpo del motor. Este proceso se realizó en dos pernos que al girar salen del ancla que los asegura y los libera. Ya liberado, se procedió a abrir las capotas del motor, sin antes liberar los seguros de ajuste que mantienen unidos la puerta a las capotas, estos seguros se liberan presionando una placa de cobertura y halando los broches de unión (3 por lado, 6 por motore). Habiendo dejado libre las capotas, la puerta procede a descender y deja al descubierto la parte inferior del motor.

Para extender las capotas, se utilizó dos pequeñas vigas de madera de un metro de largo con un diámetro de 5 centímetros, estos se los ubicó a cada extremo en puntos que no

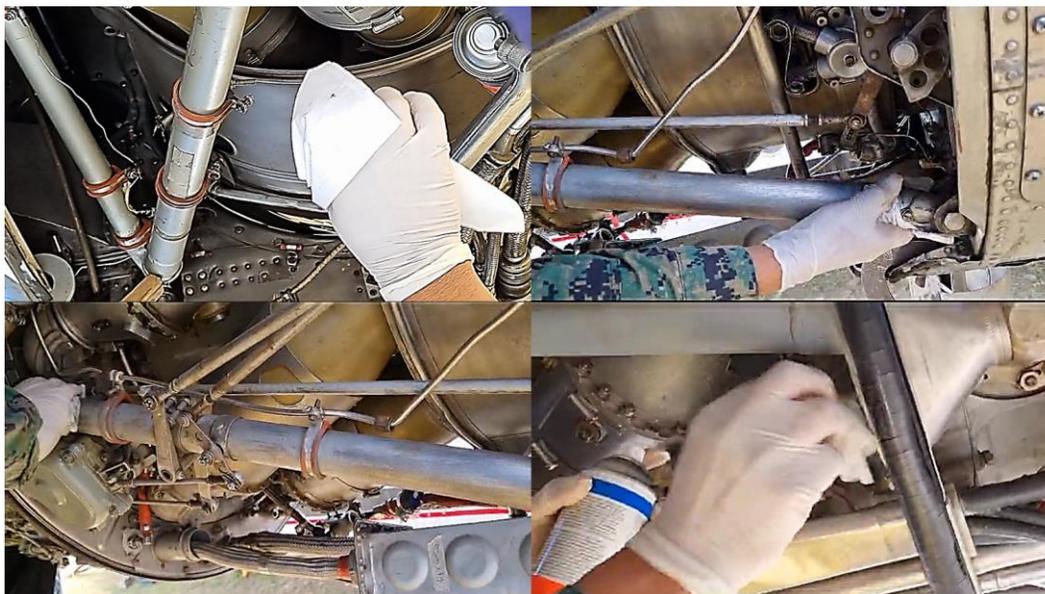
comprometan el componente, es decir un extremo en el cuerpo del motor y otro en la capota para la apertura, de tal manera que estos sostengas el peso de la puerta y nos den acceso a los montantes del motor, para la posterior inspección de los mismos.

Con acceso a la zona prevista, se procedió a la limpieza total del montante del motor, se utilizó alcohol industrial y varios paños. El proceso se llevó a cabo en repetidas veces en cada tubo, eliminando el riesgo de contaminar el proceso de inspección cuando se apliquen los químicos de revelado.

La limpieza del montante izquierdo se realizó exhaustivamente, donde se encontró restos de grasa, líquidos lubricantes y en su mayoría suciedad en forma de polvo. La descontaminación se culminó y no se encontró mayor novedad.

Figura 16

Limpieza tubo montante superior e inferior parte izquierda y derecha respectivamente



Nota. Motor izquierdo.

Para la limpieza del montante derecho se aplicó el mismo proceder y los resultados no fueron distintos, ya que los dos motores y sus anexos, han sido intervenidos en diferentes ocasiones por diferentes instructores y alumnos, con procedimientos idénticos, habiendo

expuestos los mismos a intervalos de tiempos similares cuando fueron abiertos. En conclusión, se identificó agentes químicos como grasa y aceites lubricantes adheridos de polvo, los cuales fueron anulados con el uso de alcohol industrial y paños, dejando limpia la zona para el posterior proceso.

Figura 17

Limpieza tubo montante superior e inferior parte izquierda y derecha respectivamente



Nota. Motor derecho.

Posterior a la descontaminación total de los montantes y previo a la inspección se requería un ambiente oscuro, para que mediante el uso de la luz UV se observe los rasgos del revelado en el montante, por ende, se procedió a tapar cada motor con un plástico negro, cubriendo desde la parte superior bajando lateralmente, gestionando una zona de trabajo oscura para la inspección y dejando apto y adecuado el área para la aplicación por ensayos no destructivos.

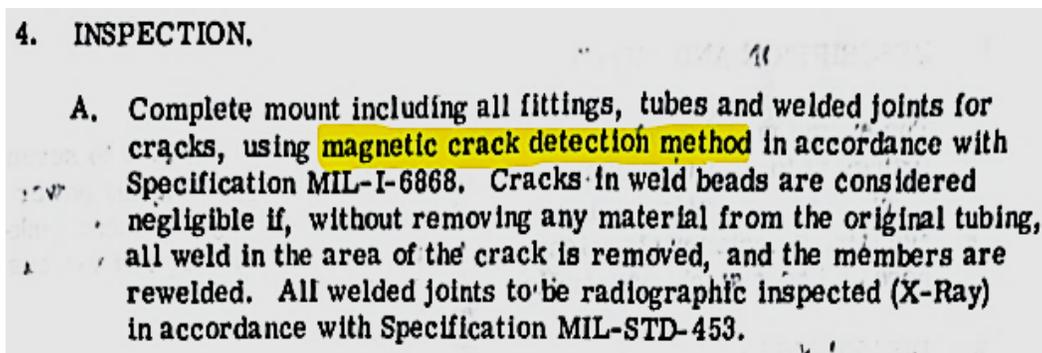
Inspección detallada a los montantes del motor RDa-7 Mk.532

De acuerdo con el procedimiento a ensayar, propuesto por el manual de overhaul del fabricante Fairchild F-27 series, se determinó varias operaciones básicas a realizar secuencialmente durante la inspección, siendo determinado el ensayo no destructivo con una

aplicación por método de partículas magnéticas, información descrita dentro de la categoría de inspección a los montantes, por ende se requirió de la referencia de las normas ASTM E1444/E1444M y E709 para llevar a cabo exitosamente la inspección estructural.

Figura 18

Método de inspección overhaul manual F-27 serie



Nota. Tomado de Fairchild, 1967, págs. 2, 71-1.

Preparación de la superficie a ensayar.

La superficie del montante, compuesto por 6 tubos de acero soldados, por protocolo, se examinó en búsqueda de cualquier cascarilla, aceite, suciedad, restos de pintura, recubrimientos, o cualquier otra materia que posterior a la anterior inspección visual pueda haber sido omitida afectando la sensibilidad del ensayo. Posterior a la examinación y al no haber encontrado nada, como medida de prevención a falsos positivos y cumpliendo con el protocolo de las normas ASTM se procedió nuevamente con la limpieza todo el montante.

Magnetización del montante.

En consiguiente se magnetizo tubo por tubo del montante con el uso de un yugo que proporciona un flujo magnético y genera un campo inducido por una corriente alterna, ya que la misma suministrada por la red a 60 hercios, se utiliza para defectos superficiales o de pequeña profundidad como la que presenta los montantes a ensayar.

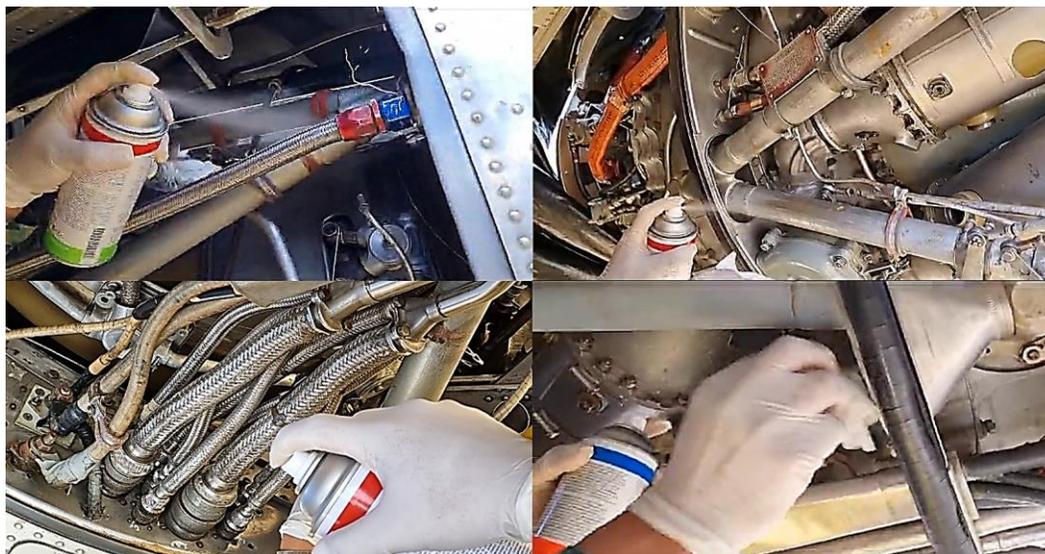
Aplicación de las partículas magnéticas.

Se aplicó partículas magnéticas húmedas, mediante la suspensión en líquido de un químico MAGNAGLO de Baño de Partículas Magnéticas Fluorescentes a Base de Aceite, aplicando los requerimientos propuestos por la documentación técnica, aplicando los siguientes pasos:

Aplicación de Magnaglo. Primero, se mojó la superficie de tubo de acero del montante. De acuerdo al manual de overhaul del fabricante la aplicación de la inspección se realiza en los puntos críticos del montante los mismos que se ubican las soldaduras del componente. La aplicación del agente químico MAGNAGLO en las soldaduras expuestas en el montante del motor izquierdo se culminó sin mayor dificultad, recordando que el líquido de partículas químicas es muy volátil y hay que aplicar enseguida el paso segundo.

Figura 19

Aplicación de partículas magnéticas húmedas a los tubos del montante superior e inferior parte izquierda y derecha respectivamente



Nota. Motor izquierdo.

La aplicación de baño de partículas magnéticas en las soldaduras expuestas en el montante del motor derecho se realizó sin complicaciones, a más de tener una fuerte presencia

de vientos en el área, lo único con lo que se procedió fue a cubrir un poco más la zona y evitar que las corrientes de aire dispersen las partículas y no sea efectiva la aspersion.

Figura 20

Aplicación de partículas magnéticas húmedas a los tubos del montante superior e inferior parte izquierda y derecha respectivamente



Nota. Motor Derecho.

Magnetización. Con la utilización del yugo Magnaflux, se procedió a magnetizar, debido a que el yugo genera un campo magnético a lo largo de todo el componente, ocasionando que a este se adhieran las partículas que después se aplicarán. Después a la aplicación del líquido de partículas magnéticas y mientras este escurría, se acercó la magnetización inmediata por un periodo corto de tiempo hasta que las partículas se secaron y se esparcieron por toda la soldadura del tubo montante.

El baño de partículas magnéticas utilizadas fueron óxidos de hierro adheridos de pigmentos en micras fluorescentes divididos cuyos tamaños varían entre 1 y 100 micras.

Durante la magnetización en las soldaduras expuestas en el montante del motor izquierdo, se presenciaron vibraciones en los tubos del montante, generando que las partículas magnéticas se compacten en el área de la soldadura y efectivice el revelado.

Figura 21

Magnetización con yugo y revelado con luz UV a los tubos del montante superior e inferior parte izquierda y derecha respectivamente



Nota. Motor izquierdo.

De acuerdo con la magnetización en las soldaduras expuestas en el montante del motor derecho, esta se realizó sin discrepancias y la acción del campo magnético fue el mismo que el manifestado en el motor izquierdo, generando que las partículas se condensen en el área de soldadura.

Figura 22

Magnetización con yugo y revelado con luz UV a los tubos del montante superior e inferior parte izquierda y derecha respectivamente



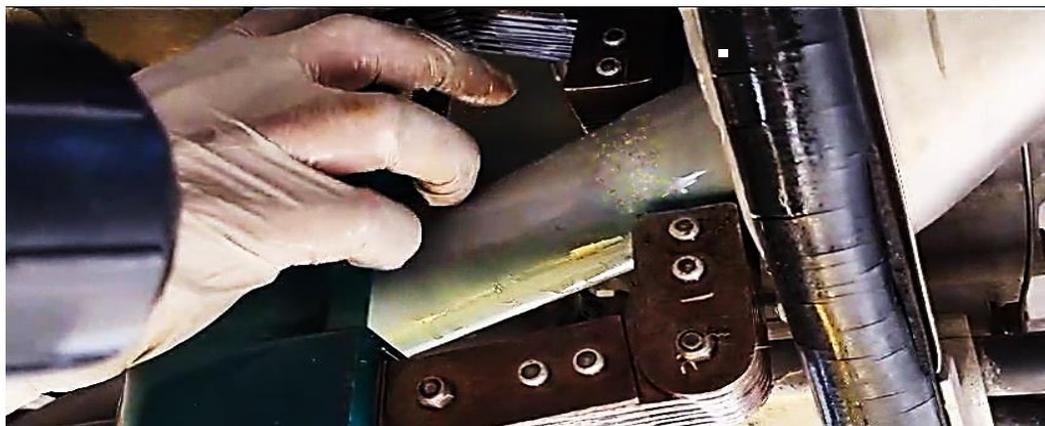
Nota. Motor derecho.

Interpretación de revelado. Para la inspección, se utilizó la luz ultravioleta directamente en el área en la que se aplicó el líquido Magnaglo de partículas magnéticas fluorescentes y se mantuvo allí durante un período prolongado de tiempo hasta que el campo magnético producido por el yugo agrupó las partículas de óxido de hierro. Después de analizar la imagen, se descubrió que la superficie carecía de grietas de templado, grietas de fatiga, grietas de rectificado y discontinuidades esféricas.

En el final del proceso, las partículas magnéticas se revelaron en las soldaduras del montante del motor izquierdo y derecho, lo que confirmó que el revelado se realizó en paralelo con el uso del yugo magnético.

Figura 23

Revelado de partículas magnéticas en soldadura expuesta en el montante



Nota. La luz UV revelando las partículas fluorescentes, no se visualiza grietas.

Descontaminación. Tras la inspección se procedió a la limpieza del conjunto montante. Es importante la limpieza porque las partículas óxidos de hierro, son altamente corrosivas y a largo o corto plazo, estas pueden deteriorar el material del montante, debilitar la estructura y comprometer la aeronavegabilidad de toda la aeronave, al no tener una estructura resistente que soporte el motor. La limpieza se realizó secando la zona con paños, posteriormente se aplicó alcohol industrial, se secó y se volvió a repetir este proceso por 2 veces más hasta

asegurarse que quedó totalmente libre de partículas, finalmente se humedeció un paño con WD-40 y se aplicó a todas las zonas de inspección como proceso preservante del componente.

Desmagnetización. Es importante la desmagnetización porque la atracción de virutas metálicas podría ocasionar que estas ingresen a alguna etapa del motor de la aeronave o generar interferencias con los componentes eléctricos electrónicos y comprometer el proceso de funcionamiento ocasionado daños. Para la desmagnetización únicamente se pasó una placa de metal sobre los montantes esperando repela los campos magnéticos y no se desmagnetizó con una bobina porque no se encontró necesario, debido que la aeronave no se encuentra operativa y por tanto durante el tiempo que pase en tierra naturalmente se desmagnetizará.

Resultado

Esta inspección se realizó en el motor RDa-7 Mk.532 izquierdo y derecho de la Aeronave FH/227, por ende, el procedimiento aplicado fue el mismo. Por criterio personal y profesional los resultados fueron exitosos. Las soldaduras contenidas en los montantes al ser sometidos a la inspección por partículas magnéticas no presentaron agrupación lineal, ni esférica entendiéndose que linealmente no existía grietas, rajaduras, etc. y esféricamente comprendiendo que no hay picaduras, puntos huecos o irregularidades en las soldaduras, exponiendo que todas las soldaduras consideradas como puntos críticos de los montantes fueron puestos a evaluación por desgaste estructural, donde al concluir con la fase de interpretar de evidencia no se encontró ningunas discrepancias en las soldaduras, dando por concluida la INSPECCIÓN ESTRUCTURAL EN LA SECCIÓN DE MOTORES.

Informe profesional de inspección por partículas magnéticas

El informe profesional de inspección por partículas magnéticas se encuentra como anexo nombrado **Reporte Partículas Magnéticas.**

Inspección estructural en la sección de trenes de aterrizaje

Materiales

Tabla 7

Equipos y materiales inspección trenes

Material	Cantidad
Alcohol Industrial	½ galón
Paños secos	1 paquete
Pintura primer en aerosol	1 unidad
Pintura blanca en aerosol	1 unidad
Pernos, tuercas autoblocantes y arandelas 5/16	5 unidades por tipo
Llave de boca-corona, racha y dado 5/16	1 unidad por tipo
Llave inglesa	1 unidad
Equipo de carga de nitrógeno	1 unidad
Pivot de carga de nitrógeno	1 unidad
Gata hidráulica	2 unidad
Líquido hidráulico MIL-H-5606 / MIL-PRF-5606	2.5 galones
Embudo pequeño	1 unidad
Manguera transparente 2 metros	1 unidad
Perno 5/16 para asegurar la válvula interior de la cámara del amortiguador de los trenes principales	2 unidad
AeroShell grasa 33 MIL-PRF-23827C	14 oz
Engrasadora manual	1 unidad

Los materiales designados para la inspección fueron conformados según el requerimiento propuesto por el manual de overhaul de trenes, por ende, se procede a detallar el armado del equipo de carga con instrumentos de medición acorde a la orden del fabricante,

así también se procede a exponer el cambio de especificación de líquido hidráulico y grasa que es aplicable y de uso totalmente compatible con el ordenado por el fabricante según el manual de overhaul.

Equipo de carga de nitrógeno

Para conformar todo el equipo de nitrógeno, se necesitó la bombona de nitrógeno, un manorreductor, dos manómetros (1000psi) (4000psi), manguera que soporte mínimo 1000psi, acoples machos y hembras para unir las mangueras y acoplar las mismas al manorreductor y el fitting a la manguera.

El proceso se llevó a cabo inicialmente colocando el manorreductor a la boca de la bombona de nitrógeno, posteriormente se añadieron los manómetros, tomando en cuenta las entradas y salidas de alta y baja presión, en consiguiente se unieron las mangueras utilizando acoples machos a cada salida, ya que la manguera inicial era muy corta y no daba acceso longitudinalmente al shock absorber, por ende se unió con otra manguera de la misma capacidad de presión y se utilizó de por medio un acople macho de bronce 5/16. Para la salida de nitrógeno de la manguera, se añadió el fitting de embone a la válvula de carga del Shock Absorber y se terminó con el ensamblaje del equipo, recalcando que para el ensamblaje se utilizó teflón, con el objetivo de mitigar fugas en cada unión.

El funcionamiento del equipo de nitrógeno inicia desde las dos llaves de paso.

La llave anterior al manorreductor, alimenta el manorreductor y el manómetro de alta presión (4000psi) directamente desde la bombona de nitrógeno y la llave del manorreductor, alimenta el resto del sistema, es decir, el manómetro de baja presión, y la salida de nitrógeno por la manguera al Shock absorber.

Figura 24

Equipo de carga de nitrógeno



Líquido hidráulico

El líquido hidráulico necesario para el servicio fue por orden del manual el MIL-H-5606 pero por causas de investigación y eficiencia, las empresas fabricantes de esta especificación la descontinuaron y sacaron otras especificaciones que son totalmente compatibles y aprobadas por los fabricantes, tomando alternativas aplicables como el MIL-H-5606A en fabricante X/C y el MIL-PRF-5606 en fabricante ROYCO, los mismo de los cuales se ha hecho uso requiriendo de 1 galón para cada tren principal y 0.5 galón para el tren de nariz.

Figura 25

Galón Líquido hidráulico fabricante X/C y ROYCO



Nota. Líquido hidráulico necesario para servicio al tren de aterrizaje de nariz y principal FH-227.

Grasa de servicio

La grasa ordenada para el servicio según el manual de overhaul es MIL-G-23827 pero por motivos de investigación en búsqueda de mejor eficacia en el rol que cumple el lubricante, esta especificación se discontinuó en factor de fabricación, por ende, fabricantes como AeroShell con su grasa 33 adaptaron la especificación para una mejorada respecto a rango de acción en altas temperaturas, siendo esta la nueva especificación MIL-PRF-23827 compatible aceptada para el uso en la siguiente practica de servicio. Para determinar su aplicabilidad según su especificación se chequeó la hoja de datos técnica del fabricante AeroShell en su producto Grease 33.

Figura 26

Cambio de especificación MIL-G-23827

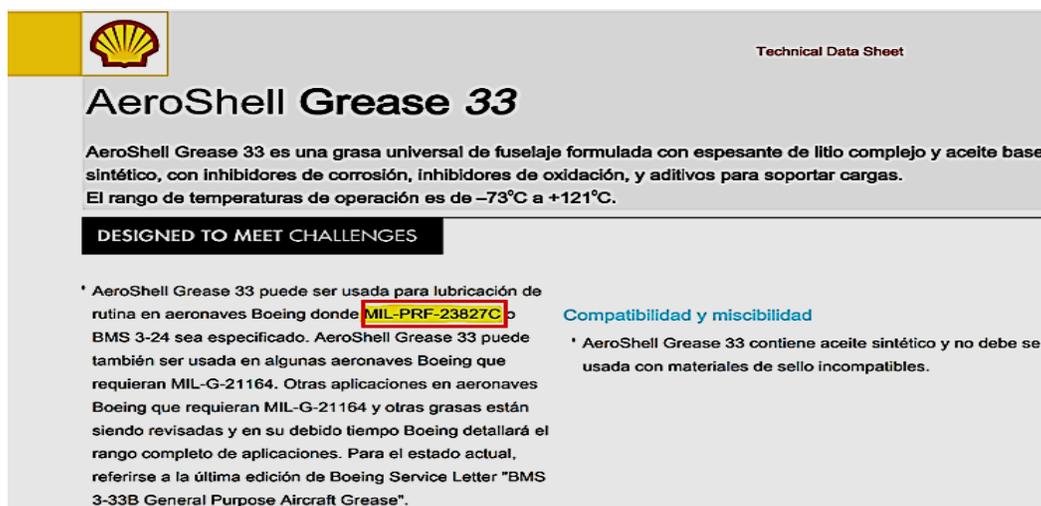
	MIL-G-23827 Revisión B, 20 de junio de 1983 Documento completo GRASA, AERONAVES E INSTRUMENTOS, ENGRANAJES Y TORNILLO DEL ACTUADOR, NÚMERO DE CÓDIGO OTAN G-354, MÉTRICO Incluye todas las enmiendas y cambios hasta la Enmienda 1, 7 de abril de 1988.
Resumen detallado	
VER RESUMEN DETALLES DE PRODUCTO HISTORIA DEL DOCUMENTO	<div style="border: 2px solid red; padding: 5px;"> <p>⚠ Reemplazado por: MIL-PRF-23827</p> </div> <p>Comentarios adicionales: CNCL S/S POR MIL-PRF-23827</p>

Nota. Reemplazo de especificación por Centro de Publicaciones y Formularios Navales (NPFC).

Tomado de ACCURIS, 1988.

Figura 27

Especificación aplicable MIL-PRF-23827 Grease 33



Technical Data Sheet

AeroShell Grease 33

AeroShell Grease 33 es una grasa universal de fuselaje formulada con espesante de litio complejo y aceite base sintético, con inhibidores de corrosión, inhibidores de oxidación, y aditivos para soportar cargas. El rango de temperaturas de operación es de -73°C a $+121^{\circ}\text{C}$.

DESIGNED TO MEET CHALLENGES

- * AeroShell Grease 33 puede ser usada para lubricación de rutina en aeronaves Boeing donde MIL-PRF-23827C sea especificado. AeroShell Grease 33 puede también ser usada en algunas aeronaves Boeing que requieran MIL-G-21164. Otras aplicaciones en aeronaves Boeing que requieran MIL-G-21164 y otras grasas están siendo revisadas y en su debido tiempo Boeing detallará el rango completo de aplicaciones. Para el estado actual, referirse a la última edición de Boeing Service Letter "BMS 3-33B General Purpose Aircraft Grease".
- * **Compatibilidad y miscibilidad**
AeroShell Grease 33 contiene aceite sintético y no debe ser usada con materiales de sello incompatibles.

Nota. Aplicabilidad de especificación de fabricante Fairchild con AeroShell Grease 33. Tomado de AeroShell, 2015.

Manuales

- Manual de mantenimiento Fairchild FH-227 series. Levantamiento y apuntalamiento (Ata 71-00, págs. 1-2)
- Manual de overhaul al tren de aterrizaje Fairchild de Dowty Rotol

Desarrollo inspección estructural sección trenes de aterrizaje

La inspección general por método visual a todo el conjunto de trenes y la aplicación de servicio a montantes amortiguadores, desarrollando llenado de líquido hidráulico y carga de nitrógeno, será el orden que se seguirá para explicar el proceso de inspección estructural a los trenes de aterrizaje.

Inspección general al tren de aterrizaje de nariz

Inicialmente para la inspección se realizó la limpieza total del tren de nariz. Se limpió con alcohol industrial y unos paños secos el pivot bracket, shock absorber, wheel lever, plates,

pernos y tuercas anexos al conjunto y uniones, encontrando restos de grasa, líquidos lubricantes, polvo, arácnidos, insectos, etc.

Figura 28

Tren de nariz libre de suciedad



Inspección estructural del tren de aterrizaje de nariz. Inicialmente la inspección se llevó a cabo realizando un chequeo de todas las partes que sujetan el shock absorber. Se inspeccionó fugas en el gland housing y se verificó el nivel de humectación en el cilindro móvil, determinando que no existe fugas por presión, por empaques y ni un exceso de lubricación.

Para el chequeo estructural del pivot bracket, se verificó rajaduras y grietas, donde no se encontró ninguna discrepancia.

Figura 29

Pivot bracket condición on



El wheel lever forma parte del sistema de flexión del tren, por ende, de la misma manera se inspeccionó su estructura por presencia de rajaduras y grietas, determinando totalmente libre de discrepancias.

Figura 30

Wheel lever condición on



Para componentes móviles o piezas que permiten el movimiento entre componentes se chequeó y se aseguró que todo esté totalmente acoplado, no hubo juego entre rodamientos y pernos de sujeción y se verificó que el conjunto es totalmente funcional y sin discrepancias.

Inspección general al tren de aterrizaje principal

La limpieza del tren principal izquierdo y derecho se realizó con el uso de paños secos y alcohol industrial, se limpió componentes como el lock strut, drag stay, outler cylinder, upper member, up-lock roller, picketing shackle, torques links y sliding member encontrando en el proceso, al igual que el tren de nariz, restos de grasa, líquidos lubricantes, polvo, arácnidos, insectos, etc. Durante la inspección visual al tren de aterrizaje izquierdo se visualizó una compresión considerable del amortiguador, esto por acción del levantamiento por medio de las gatas hidráulicas, por ende, se procedió a reportar la discrepancia para su posterior solución.

Conforme a la inspección visual del tren de aterrizaje derecho, no se encontró discrepancias posteriores a la limpieza, se chequeó la compresión del amortiguador y estaba correcto, no presentaba compresión y estaba totalmente liberado.

Figura 31

Inspección general visual al tren de aterrizaje derecho



Inspección estructural del tren de aterrizaje principal. Inicialmente la inspección se llevó a cabo realizando un chequeo detallado de todas las partes conjuntas al miembro de bloqueo del amortiguador, como lo es el lock strut que todo esté en perfecto estado estructural y funcional, verificando que no exista riesgo de movimiento, que pernos y tuercas estén ajustados y seguros.

Después se inspeccionó todo el cilindro quien es el amortiguador del tren, chequeando que la válvula de carga esté ajustada así evitando fugas de aire y fugas de líquido por el cilindro deslizante y por sus empaques.

Después, se examinó el movimiento libre de las tijeras del conjunto visualmente para asegurarse de que el perno de unión y la tuerca de ajuste estén sostenidos y en condiciones favorables.

A continuación, se llevó a cabo una inspección estructural del retenedor de carga para asegurarse de que no se moviera con el amortiguador. En el tren de aterrizaje izquierdo, se examinó el retenedor de carga derecho y se descubrió que había movimiento en las

abrazaderas que sostenían un tubo de acero con cables conectados a sensores en los frenos de los neumáticos.

Figura 32

Abrazaderas con movimiento



El procedimiento para dar solución a este problema, constó de la remoción de las abrazaderas con su respectiva ferretería (pernos, tuercas y arandelas) para remplazarlas con ferretería nueva.

Figura 33

Remoción de abrazaderas y ferretería



Posteriormente las abrazaderas removidas se procedieron a dar mantenimiento, lijando las partes con corrosión, y removiendo la pintura para que con la ferretería nueva que será la intercambiable por la antigua, se sometían a un proceso de pintado. En principio se ubicó los componentes sobre una superficie limpia y plana para que durante el pintado no exista problemas después se le sometió al pintado con primer como base de la pintura.

Figura 34

Aplicación de primer a los componentes



En consiguientes se añadió la pintura blanca, esto para dar un mejor acabado al componente como protección y con fin estético.

Figura 35

Aplicación de pintura blanca a los componentes



Ya habiendo realizado el proceso de pintado, se continuó con el armado de las abrazaderas, pernos, tuercas y arandelas al drag stay del tren de aterrizaje principal derecho.

El proceso se llevó a cabo en las 5 abrazaderas, cada una con 1 perno 5/16, 1 tuerca autoblocante y una arandela. Inicialmente se pasó el perno, se puso la arandela y al final la tuerca, ya habiendo dado torque leve con la mano, se procedió a utilizar una racha y un dado

5/16 para proceder ajustar y generar que las abrazaderas no tengan movimiento con el tubo anexo al drag stay.

Figura 36

Ajuste de tuerca de perno de abrazadera



Como paso final se inspeccionó nuevamente si existía movimiento y se obtuvo un resultado satisfactorio de la práctica, encontrando que con la aplicación del procedimiento anterior se eliminó el estado móvil de los componentes.

Figura 37

Mantenimiento e inspección del conjunto abrazaderas del drag stay del tren de aterrizaje principal derecho



Finalmente se inspeccionó los rodamientos y puntos móviles, verificando que no tengan juego entre rodamientos y pernos de sujeción y que todo esté en perfecto estado.

De la práctica realizada se obtuvo un resultado favorable, no encontrando ninguna discrepancia con el conjunto de tren de aterrizaje principal. Nota: El procedimiento se aplicó a los trenes de aterrizaje derecho e izquierdo.

Levantamiento de la aeronave FH-227

Inicialmente para continuar con la inspección se requiere que la aeronave este sobre gatas, pero para la fecha de la práctica esta ya se encontraba sobre ellas, por ende, se procedió a utilizar el manual mantenimiento sección de levantamiento, para verificar los puntos de izado.

Con referencia en la documentación técnica se verificó por puntos de levantamiento, siendo para las alas, las gatas se ubicaron a 26.9" pulgadas desde el borde interior del neumático a una altura de 116" pulgadas y para la nariz, a 57" pulgadas para atrás del borde exterior del neumático, a una altura de 30" pulgadas.

El objetivo del levantamiento es liberar los amortiguadores de carga de los trenes principal y de nariz, los mismo que durante el levantamiento se inspeccionó verificando que tan presionados estaban el strut de los trenes y se encontró que el amortiguador del tren izquierdo se encontrada comprimido. Para dar solución a este problema se requirió de ayuda extra para que simétricamente se realice el levantamiento de las gatas principales y así liberar el strut del tren izquierdo. Se ejecutó la acción y se levantó aproximadamente 35cm el lado izquierdo, hasta visualizar el strut se liberó.

Finalmente, por seguridad se verificó nuevamente que los trenes estén liberados de carga y se dio por finalizada la tarea.

Figura 38

Aeronave Fairchild Fh-227 sobre gatas hidráulicas



Llenado de líquido hidráulico del tren de nariz

Para el llenado de líquido hidráulico el proceso requiere que el shock absorber del tren de nariz esté totalmente liberado, entonces se procedió al levantamiento simétrico y coordinado de las gatas hasta liberarlo.

Figura 39

Absorbedor de choque sin peso y libre de carga



Se retiraron los pernos de servicio después de liberar completamente el shock absorber sin carga. Para completar la tarea, se fijó la cabeza del perno del amortiguador con una llave inglesa, girando el perno en sentido antihorario para recordar que el componente tiene dos pernos de servicio.

Figura 40

Pernos de servicio en Shock Absorber



En consiguiente se procedió a observar el nivel de líquido hidráulico contenido dentro del amortiguador, determinando la inexistencia de líquido entonces, se procedió a llenarlo con

el uso de una manguera y un acople hembra por uno de los 2 agujeros del shock absorber. Se introdujo la boca del acople y se ingresó el líquido hidráulico ya que al otro extremo de la manguera se puso un embudo por el cual que se vertió el líquido de la especificación del fabricante, pero con otra variante aplicable, siendo este el líquido Hidráulico Royco 756 de la Especificación MIL-PRF-5606.

Figura 41

Puesta de acople hembra al Shock Absorber



En consiguiente se procedió abrir el otro perno del shock absorber, mientras se ponía el líquido hidráulico con el objetivo de quitar el vacío del amortiguador e ingrese el líquido a todo el componente. Después del llenado por el agujero izquierdo, se sacó y se pudo al lado derecho, ya que por gravedad faltaría completar el llenado al lado derecho. Se tapó el lado izquierdo y se puso el acople de llenado al derecho y se vertió el líquido. Cuando el líquido empezó a salir por el agujero de llenado derecho por el exceso, se abrió un poco el perno izquierdo, con el objetivo que salga el aire del amortiguador y se llene totalmente.

El proceso se realizó 6 veces hasta que ya no salía burbujas por la manguera de llenado dando por concluido el llenado del shock absorber del tren de nariz. Finalmente se procedió a poner los pernos que actúan como tapones, se ajustó y se frenó.

Figura 42

Llenado con líquido hidráulico el shock absorber



Carga de nitrógeno al tren de nariz

Para el procedimiento de carga se utilizó el equipo de nitrógeno, el mismo que se movilizó a poca distancia de la boca de válvula del shock absorber.

Figura 43

Pivot de carga al Shock Absorber



Para la carga, inicialmente se embonó el pivot en la boca de válvula de carga y con el uso de una llave se giró la tuerca de seguridad de la válvula de carga del shock absorber media vuelta sentido antihorario.

Figura 44

Tuerca de válvula de carga posición abierta



Posteriormente se realizó la apertura total de la llave de paso de la bombona, permitiendo así el flujo de nitrógeno por el sistema, marcando el manómetro de alta 2300psi de presión enviados al manorreductor.

Figura 45

Apertura y paso de nitrógeno al sistema



En consiguiente se abrió la llave del manorreductor progresivamente trabajando en conjunto con el manómetro de baja presión, sabiendo que este indica la presión enviada al shock absorber. Según recomendación del manual se abrió la llave de carga de nitrógeno hasta alcanzar el valor numérico exacto de 1000psi en el manómetro de baja presión cumpliendo con el requerimiento especificado.

Figura 46

Carga de nitrógeno a cámara de absorbedor de choque



Después de liberar completamente el amortiguador sin carga, se retiraron los pernos de servicio. Para terminar el trabajo, se fijó la cabeza del perno del amortiguador con una llave inglesa y se giró el perno en sentido antihorario. Tenga en cuenta que el componente tiene dos pernos de servicio.

Figura 47

Tuerca de válvula de carga de la cámara del absorbedor de choque en posición cerrada



Ya habiendo retirado el acople de la boca de la válvula de carga retiró el equipo de carga de nitrógeno, se inspecciono visualmente el cambio que generó en el amortiguador y se limpió.

Figura 48

Servicio finalizado al shock absorber



Llenado de líquido hidráulico del tren de aterrizaje principal

El proceso detallado a continuación fue aplicado a los trenes de aterrizaje principal izquierdo y derecho de la aeronave.

Primeramente, se obtuvo el líquido hidráulico de acuerdo a la especificación MIL-PRF5606 en Royco o MIL-H-5606 en Aviation (un galón por cada tren de aterrizaje), después se procedió a extraer el seguro que atravesaba las tuercas, en consiguiente se aflojó la tuerca de retención con el uso de la llave 1" ¼ de la parte superior del amortiguador.

La extracción de la tuerca del tren izquierdo se realizó sin antes atornillar un perno 5/16 a la cabeza de la válvula interior de la cámara del amortiguador, para evitar que este caiga y así poder tener la cámara sin vacío para el llenado de líquido hidráulico.

Figura 49

Remoción de tuerca de retención de cámara del montante amortiguador del tren izquierdo



Nota. Las tuercas de seguridad se extrajeron con sus arandelas, 2 flexibles y 1 rígida.

Para la extracción de la tuerca de retención del tren derecho, se aplicó el mismo procedimiento que del tren izquierdo, sin antes asegurarse que la zona de la tuerca esté totalmente limpia y libre de polvo. Se limpió, se atornilló el perno de retención y se extrajo la tuerca con seguridad, almacenando sus arandelas.

Figura 50

Remoción de tuerca de retención de cámara del montante amortiguador del tren derecho



Nota. Se extrajeron las tuercas de seguridad con sus arandelas, dos flexibles y una rígida.

Se comprimió el tren de aterrizaje con una gata hidráulica después de retirar la tuerca de retención. Esta gata se colocó en el punto de elevación, que se describe como un codo de acero en el medio de los dos neumáticos, de donde se elevó y comprimió el strut. Luego se llenó lentamente y gradualmente la cámara del montante con líquido hidráulico, lo que se hizo unas cinco veces hasta que se consumió todo el líquido.

Figura 51

Compresión del cilindro amortiguador del tren izquierdo y derecho



Nota. Se preparó una base estable y nivelada para ubicar la gata hidráulica.

Posteriormente, se utilizó la gravedad para llenar completamente, lo que resultó en el consumo de un galón de líquido hidráulico. El primer paso fue conectar una manguera a la cámara del montante amortiguador antes de colocar la tuerca de tapón de la cámara. El llenado del montante izquierdo del tren con líquido hidráulico se llevó a cabo sin problemas. Sin embargo, se notó que debido a que el amortiguador y la válvula de la cámara del montante estaban pegados a la parte inferior del cilindro durante tanto tiempo, se requería un lubricado más lento.

Figura 52

Llenado con líquido hidráulico a la cámara del amortiguador del tren principal izquierdo



El llenado del tren derecho con líquido hidráulico fue fácil. Se informó que después de proporcionar lubricante, el líquido fugara lentamente por el cilindro inferior exterior porque la cámara del amortiguador no estaba sellada y el líquido se expulsaba por gravedad. El sellado de la cámara del montante con la tuerca de retención de la válvula interior es una solución porque crea un vacío dentro del amortiguador que impide que el líquido hidráulico contenido dentro salga. Es importante recordar que este fenómeno de fuga es completamente normal durante el llenado.

Figura 53

Llenado con líquido hidráulico a la cámara del amortiguador del tren principal derecho



Carga de nitrógeno al tren principal

Para llevar a cabo el procedimiento en el tren de aterrizaje, se utilizó el equipo de carga de nitrógeno y se movió cerca de la válvula de carga de amortiguador.

Figura 54

Movilización de equipo de carga de nitrógeno junto al tren izquierdo y derecho respectivamente



Posteriormente se abrió la válvula de carga de nitrógeno del strut, para la cual se utilizó una llave 3/4, girando la tuerca media vuelta sentido antihorario.

Figura 55

Apertura de válvula de carga de nitrógeno del tren izquierdo y derecho respectivamente



Luego se procedió a conectar la el pivot de carga de la bombona de nitrógeno hacia la boca de la válvula de carga del strut.

Figura 56

Conexión del pivot a boca de la válvula de carga del amortiguador izquierdo y derecho respectivamente



La carga se realizó de acuerdo a la tabla de rangos de presión respecto a la temperatura ambiental según el manual de mantenimiento.

Tabla 8

Presiones y temperaturas

	Rango de temperatura	Presión de carga
Normal	+40°C a 0°C (+104°F a +32°F)	260 psi (carga)
Frío	0°C a -20°C (-4°F a -40°F)	332 psi (carga)
Muy Frío	-20°C a -40°C (-4°F a -40°F)	377 psi (carga)

Nota. Tomado de Fairchild Hiller, 1965.

Para la carga se procedió a la apertura total de la llave de paso de la bombona, el manómetro marcó 2300psi de presión enviados al manorreductor, después se abrió la llave del manorreductor progresivamente, se trabajó en conjunto con el manómetro de baja presión que indica la presión enviada al shock absorber, entonces se abrió la llave hasta alcanzar el valor numérico exacto de 260psi en el manómetro.

Figura 57

Carga de nitrógeno a cámara del montante amortiguado izquierdo y derecho respectivamente



En consiguiente se procedió a girar en sentido horario media vuelta la tuerca de seguridad de la válvula de carga del strut, para que se pueda retirar el pivot sin que la presión puesta en el componente sea expulsada y como paso final, se retiró el equipo de carga de nitrógeno de la zona del tren de aterrizaje y se culminó con la carga de nitrógeno.

Engrase de puntos móviles del tren de aterrizaje de nariz y principal

El engrase se realizó en todos los puntos dispuestos en los trenes. La grasa utilizada fue AeroShell 33 de la especificación MIL-PRF-23827C.

Figura 58

Tubo de grasa AeroShell 33 MIL-PRF-23827C



La práctica se realizó con el uso de una engrasadora manual y su pivot adecuado que embone en los accesos de engrasado, distribuidas por todo el conjunto de los trenes de aterrizaje.

Figura 59

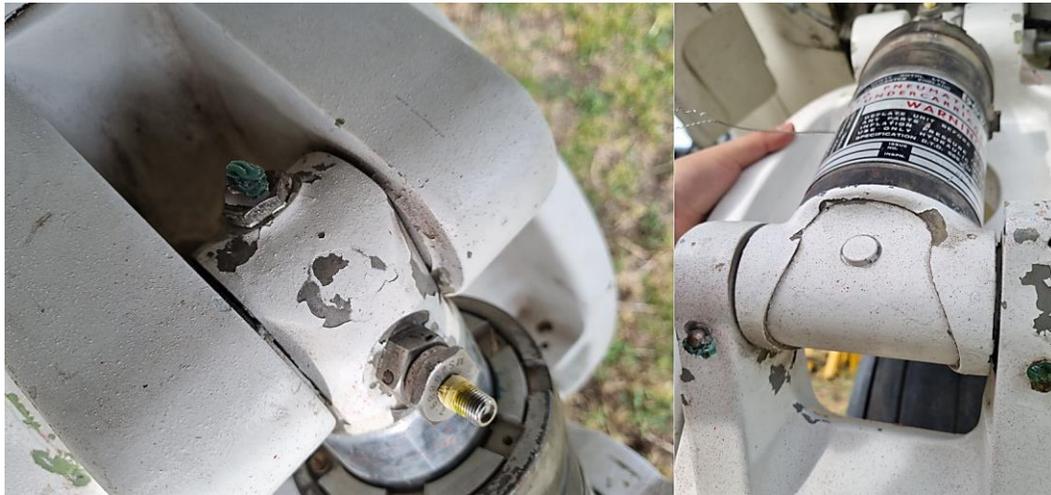
Engrasadora manual



El engrasado en el tren de nariz se realizó sin dificultades, indicando que se aplicó la grasa hasta que este brote mínimamente del componente, entendiendo que se llenó la cámara interior del componente, ocasionando que esta sea expulsada al exterior por los bordes de los cojinetes.

Figura 60

Engrasado de tren de nariz



Posteriormente se realizó el engrasado en los trenes principales izquierdo y derecho, reportando que algunos accesos de engrasado en el tren estaban obstruidos con restos de pintura blanca, por ende, se procedió a limpiarlos y a retirar las obstrucciones con el uso de un pequeño puntal de plástico para evitar dañar el acceso, para después proceder a ingresar grasa y esta tenga un paso suave. El engrasado se terminó satisfactoriamente visualizando la expulsión de exceso por los bordes de los rodamientos.

Figura 61

Engrasado de tren principal izquierdo y derecho



Posterior al engrase se procedió a limpiar el exceso de grasa que fue expulsado y se culminó con la práctica.

Resultados

La inspección estructural al tren de aterrizaje de nariz fue realizada con éxito.

La práctica se realizó sin discrepancias en pernos de bloqueo, rodamientos contenidos en la estructura principal, además de aplicar un chequeo por movimiento estructural del tren, 77 poniendo y quitando la carga al shock absorber, en consiguiente se aplicó el servicio al amortiguador, detectando que este se encontraba vacío y se procedió con el llenado de líquido hidráulico no detectando ninguna anomalía durante el proceso, así mismo se procedió con la carga de nitrógeno, procedimiento el cual fue aplicado con el cilindro deslizante introducido generando mayor eficiencia de carga y por último el engrasado, practica que se aplicó hasta llenar las cámaras lubricación de todos los componentes que poseían puntos de engrase, finalizando la inspección al tren de nariz exitosamente de acuerdo a la información técnica utilizada.

La inspección estructural al tren de aterrizaje principal izquierdo y derecho se culminó exitosamente.

La evaluación se realizó inspeccionando que exista un correcto ajuste de todos los miembros estructurales anexos al sistema del tren principal, chequeando que su estructura se encuentre en condiciones operables, encontrando que los amortiguadores de cada tren precisaban de un servicio, llevándolo a cabo con el llenado de la cámara del montante de líquido hidráulico y la posterior carga de nitrógeno a los amortiguadores izquierdo y derecho, aplicando el procedimiento según los requerimientos expuestos por el fabricante, para que finalmente esté este operable. Se realizó exitosamente el llenado y carga de nitrógeno a los trenes y se engrasó los puntos móviles distribuidos por todo el tren de aterrizaje principal. Finalmente se aplicó las tareas de inspección utilizando como referencia los manuales técnicos aplicables.

Capítulo IV

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- El daño al que están expuestos los montantes de los motores y el conjunto de trenes de aterrizaje es al deterioro por factores químicos y climáticos debido a que las intervenciones técnicas realizadas durante la instrucción dejan residuos corrosivos, los mismos que no se descontaminan, perjudicando las propiedades físicas de los materiales y debilitando su estructura.
- La inspección estructural por partículas magnéticas líquidas a los montantes de los motores RDa-7 Mk.532 reveló una buena preservación de los componentes, analizando e interpretando un nulo desgaste en las soldaduras de la estructura.
- El proceso de inspección estructural a los trenes de aterrizaje permitió identificar que los amortiguadores no contenían líquido hidráulico y nitrógeno, a los mismos que se les aplicó el llenado y carga como servicio de los trenes descritos por el manual de mantenimiento y overhaul.
- Se engrasó las áreas permisibles por medio de los pivot ubicados en los trenes de aterrizaje de nariz y principales proporcionando una mayor lubricación de los componentes al igual que preservando su tiempo de operación.

Recomendaciones

- Antes de cada carreteo de la aeronave fairchild FH/227 medir la cantidad de presión de nitrógeno contenida dentro de la cámara de montante amortiguador de los trenes principales y de nariz.
- Revisar el nivel de líquido hidráulico contenido dentro de la cámara de montante amortiguador de los trenes principales y de nariz, cada 6 meses, esto ayudará a conservar la integridad de la aeronave en caso de fugas.
- Seguir todas las normas de seguridad utilizadas en aviación, además de hacer uso permanente de los equipos de protección personal cuando se trabaje en la aeronave.
- Manipular con mucha precaución el equipo de carga de nitrógeno, debido a que para trabajar con presiones tan altas se requiere de un nivel de responsabilidad, enfoque y concentración acordes a la inspección.
- Inspección por partículas magnéticas húmedas a los montantes de los motores RDa-7 Mk.532 requiere “para el revelado”, de un área con niveles de claridad mínimos y sin presencia de corrientes de aire, por ende, se recomienda cubrir totalmente la zona y general la condición adecuada para la aplicación del ensayo no destructivo.

Abreviaturas

	A
AD: Directiva de aeronavegabilidad.	
	C
Cv: caballos de vapor	
	K
Kts: Velocidad verdadera	
	L
Lbs: Libras	
	M
MLG: Main Landing Gear	
	N
NLG: Nose Landing Gear	
NPFC: Centro de Publicaciones y Formularios Navales	
	R
RDa: Rolls & Royce Dart.	
	V
Vne: Velocidad de nunca exceder	
Vmo: Velocidad máxima operativa	

Glosario

A

Aeronave: Toda máquina capaz de transportar pesos útiles (personas o cosas) y que pueda sustentarse y moverse en la atmósfera mediante reacciones del aire que no sean las reacciones del aire contra la superficie terrestre.

Altura: La distancia vertical que existe entre un nivel, punto u objeto que se considera punto y una referencia específica.

Ala: El cuerpo aerodinámico, formado por perfiles aerodinámicos, tiene la capacidad de generar una diferencia de presión entre su intradós y extradós mientras se mueve por el aire, lo que genera sustentación, que mantiene el avión en vuelo.

B

Boletín de servicio: Documento creado por el fabricante de productos aeronáuticos que sugiere inspecciones, técnicas, procedimientos o cambios en el mantenimiento de los productos que fabrica.

D

Dispositivo: Cualquier instrumento, mecanismo, equipo, parte, aparato, órgano auxiliar o accesorio que se use o se trate de usar en la operación o control de una aeronave, instalado en ella o fijado a ella, y que no sea parte de la estructura, motor o la hélice.

Directiva de aeronavegabilidad (AD): Comunicación o publicación escrita obligatoria emitida por la autoridad aeronáutica ecuatoriana o del país de origen de algún producto aeronáutico que detalla un trabajo, acción, método o procedimiento para aplicar a dichos productos aeronáuticos en los que existe una condición de inseguridad con el fin de mantener su aeronavegabilidad en ciertas aeronaves.

G

Grupo motor: Conjunto de uno o más motores y componentes auxiliares que producen tracción o empuje, independientemente del funcionamiento continuo de cualquier otro grupo motor o grupo motor, pero que no incluye los dispositivos que producen tracción durante cortos períodos de tiempo. Un conjunto completo de componentes, componentes y accesorios que son necesarios y suficientes para convertir energía para propulsar la aeronave. Las hélices no están incluidas.

H

Hora de vuelo: El tiempo (hora) que transcurre entre un inicio de vuelo y descenso.

M

Motor de la aeronave: El motor utilizado para impulsar una aeronave consta de turbo sobrealimentadores, componentes y accesorios esenciales para su operación, sin incluir hélices.

N

Norma: Toda regla, regulación, estándar, requisito, procedimiento o sistema específico establecido que se considera esencial para la seguridad, la regularidad o la eficiencia de la aeronavegación.

Bibliografía

Academic. (2010). *Fairchild Hiller FH-227 [Fotografía]*. Obtenido de Academic: <https://en-academic.com/>

ACCURIS. (1988). *MIL-G-23827*. Obtenido de Standards Store:

https://global.ihs.com/doc_detail.cfm?document_name=MIL%2DG%2D23827&item_s_key=00057613

AeroEXPO. (2024). *Nitrogen service cart [Fotografía]*. Obtenido de AeroEXPO:

<https://www.aeroexpo.online/prod/semco-ltd/product-168945-7475.html>

AeroShell. (2015). *Technical Data Sheet AeroShell Grease 33 [Fotografía]*.

Alan Wilson. (25 de Diciembre de 2022). *Tail-Wheel Gear [Fotografía]*. Obtenido de Wikimedia

Commons: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Piper_J.3C-](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Piper_J.3C-65_Cub_%E2%80%98G-BVAF%E2%80%99_(32714647720).jpg)

[65_Cub_%E2%80%98G-BVAF%E2%80%99_\(32714647720\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Piper_J.3C-65_Cub_%E2%80%98G-BVAF%E2%80%99_(32714647720).jpg)

amazon. (2023). *Phillips 66 X/C 5606A Líquido hidráulico de aviación [Fotografía]*. Obtenido de

amazon: [https://www.amazon.com/Phillips-5606A-Aviation-Hydraulic-](https://www.amazon.com/Phillips-5606A-Aviation-Hydraulic-Fluid/dp/B00GP3GDDE)

[Fluid/dp/B00GP3GDDE](https://www.amazon.com/Phillips-5606A-Aviation-Hydraulic-Fluid/dp/B00GP3GDDE)

Aprendamos Aviación. (21 de Junio de 2022). *Tipos de fluidos hidráulicos - Aviación*. Obtenido

de Aprendamos Aviación: [https://pa-2.aprendamos-aviacion.com/2022/06/tipos-de-](https://pa-2.aprendamos-aviacion.com/2022/06/tipos-de-fluidos-hidraulicos-aviacion.html)

[fluidos-hidraulicos-aviacion.html](https://pa-2.aprendamos-aviacion.com/2022/06/tipos-de-fluidos-hidraulicos-aviacion.html)

Arpingstone. (6 de Agosto de 2023). *Tren de aterrizaje y flaps del Boeing 777-200ER N788AN de American Airlines [Fotografía]*. Obtenido de Wikimedia Commons:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:American_Airlines_Boeing_777-200ER_N788AN_landing_gear_and_flaps.jpg

Atlas Copco. (14 de Noviembre de 2022). *Uso del nitrógeno en la industria aeroespacial*.

Obtenido de Atlas Copco: <https://www.atlascopco.com/es-es/compressors/air-compressor-blog/nitrogeno-industria-aeroespacial>

Aviastar. (2010). *Fairchild FH-227 1958 [Fotografía]*. Obtenido de Virtual Aircraft Museum:

<https://www.aviastar.org/index2.html>

blacklight_trace. (28 de Febrero de 2020). *Dibujos del tren de aterrizaje del avión*. Obtenido de

iStock: <https://www.istockphoto.com/es/vector/dibujos-del-tren-de-aterrizaje-del-avi%C3%B3n-gm1208714772-349481546>

Dowty Rotol. (1969). *Overhaul Manual Landing Gear*. Gt. Bretaña.

Dr. Soyuz. (2012). *MT - PARTÍCULAS MAGNÉTICAS [Fotografía]*. Obtenido de DR Soyuz

Engineering & Inspection SA de CV: <https://www.soyuz.mx/ensayos-no-destructivos/particulas-magneticas/>

Fairchild. (1967). *F-27 Series Overhaul Manual*. Gt. Bretaña.

Fairchild Hiller. (1965). *Maintenance Manual F-27 SERIES*. Gt. Bretaña.

Federal Aviation Administration. (1964). *AC 20-106 Aircraft Inspection for the General Owner*.

Oklahoma: FAA.

Federal Aviation Administration. (2018). *Aviation Maintenance Technician Handbook–*

Powerplant, Volume 2. Oklahoma.

Fieldsairmotive. (2011). *Rolls Royce Dart [Fotografía]*. Obtenido de Fieldsairmotive:

<https://fieldsairmotive.weebly.com/dart-engine.html>

Red Vickers Viscount. (2005). *Rolls-Royce Dart*. Obtenido de Red Vickers Vizconde:

http://www.vickersviscount.net/Pages_Technical/Rolls-RoyceDart.aspx

Rolls Royce. (1962). *Dart Engine*. AMM.

Silvestre, C., & García, C. (9 de Septiembre de 2020). *¿En qué consiste una inspección*

aeronáutica? Obtenido de Tecnatom: [https://www.tecnatom.es/blog/en-que-consiste-una-inspeccion-](https://www.tecnatom.es/blog/en-que-consiste-una-inspeccion-aeronautica/#:~:text=La%20inspecci%C3%B3n%20aeron%C3%A1utica%2C%20tanto%20en,por%20el%20organismo%20oficial%20competente.)

[aeronautica/#:~:text=La%20inspecci%C3%B3n%20aeron%C3%A1utica%2C%20tanto%20en,por%20el%20organismo%20oficial%20competente.](https://www.tecnatom.es/blog/en-que-consiste-una-inspeccion-aeronautica/#:~:text=La%20inspecci%C3%B3n%20aeron%C3%A1utica%2C%20tanto%20en,por%20el%20organismo%20oficial%20competente.)

Trillo , A. (12 de Agosto de 2017). *Motor a Reacción*. Obtenido de Alta Tecnología HITECH:

<https://altatecnologia-hi-tech.blogspot.com/2017/11/como-funciona-el-motor-reaccion.html#comment-form>

ANEXOS