



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA

MENCIÓN MOTORES

MONOGRAFÍA: PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
TECNÓLOGO EN: MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

TEMA: INSPECCIÓN DE LOS MONTANTES DEL MOTOR ROLLS

ROYCE DART 532-7L DE LA AERONAVE FAIRCHILD FH-227

MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN TECLE TIPO ACORDEÓN

PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS -

ESPE UBICADA EN LA CIUDAD DE LATACUNGA

AUTOR: BENAVIDES MARIN, PABLO DAVID

DIRECTOR: TLGO. GRANDA GUALPA, EDISON MAURICIO

LATACUNGA

2020



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA

MENCIÓN MOTORES

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, ***“INSPECCIÓN DE LOS MONTANTES DEL MOTOR ROLLS ROYCE DART 532-7L DE LA AERONAVE FAIRCHILD FH-227 MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN TECLE TIPO ACORDEÓN PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS - ESPE UBICADA EN LA CIUDAD DE LATACUNGA”*** fue realizado por el señor ***BENAVIDES MARIN, PABLO DAVID*** el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 03 de febrero del 2020

TLGO. GRANDA GUALPA, EDISON MAURICIO
C.C.: 0502736648



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA

MENCIÓN MOTORES

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **BENAVIDES MARIN, PABLO DAVID**, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: ***“INSPECCIÓN DE LOS MONTANTES DEL MOTOR ROLLS ROYCE DART 532-7L DE LA AERONAVE FAIRCHILD FH-227 MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN TECLE TIPO ACORDEÓN PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS - ESPE UBICADA EN LA CIUDAD DE LATACUNGA.”*** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Latacunga, 4 de febrero del 2020



BENAVIDES MARIN, PABLO DAVID
C.C.: 172418358-5



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES


CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA

MENCIÓN MOTORES

AUTORIZACIÓN

Yo, **BENAVIDES MARIN, PABLO DAVID** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“INSPECCION DE LOS MONTANTES DEL MOTOR ROLLS ROYCE DART 532-7L DE LA AERONAVE FAIRCHILD FH-227 MEDIANTE LA IMPLEMENTACION DE UN TECLE TIPO ACORDEÓN PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS - ESPE UBICADA EN LA CIUDAD DE LATACUNGA”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 4 de febrero del 2020



BENAVIDES MARIN, PABLO DAVID
C.C.: 172418358-5

DEDICATORIA

Llegar al éxito no será posible sin la bendición y guía de Dios, él es quien ha permitido que logre culminar este proyecto.

Uno de los pilares fundamentales del hombre es la familia, y es por ellos que este proyecto se lo dedico a ellos a mis padres, quienes, con sus consejos y su apoyo, han sabido guiarme por el camino adecuado tomando en cuenta que no hay nada más dichoso que cumplir las metas y sueños seguidamente de tenerlos a ellos a mi lado.

Y como no dedicárselo este proyecto a mi madre que ha sido un apoyo fundamental para mi familia y de igual manera quien ha sabido confiar en mis capacidades, y así también a mis familiares cercanos quienes ha sido testigos de esta gran etapa de vida.

BENAVIDES MARIN PABLO DAVID

AGRADECIMIENTO

Para llegar al éxito es muy importante apreciar las caídas y seguir adelante a pesar de ella, y ese valor es gracias a las bendiciones de Dios, quien me ha dado la sabiduría necesaria para tomar las decisiones ante cualquier circunstancia, gracias a Dios logro culminar con éxito la carrera que con tanta pasión la he dedicado desde que inicie.

De no ser por las bendiciones y apoyo de mis padres el camino hubiese sido muy diferente, es por eso que les agradezco por haberme siempre guiado y aconsejado y además por haberme dado la mejor herencia que es la educación.

El camino no fue fácil pero tampoco fue imposible son lecciones de vida, los docentes compartiendo sus conocimientos para hacer de mi un gran profesional y persona, con grandes valores, también un gran agradecimiento a mi tutor, quien además de ser una excelente guía ha sido un amigo ya que ha sabido como impulsarme para no darme por vencido.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA

CERTIFICACIÓN	i
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD.....	ii
AUTORIZACIÓN.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvii
RESUMEN	xviii
ABSTRACT	xix

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes	1
1.2 Planteamiento del problema	2
1.3 Justificación e importancia	3
1.4 Objetivos	3
1.4.1 Objetivo General	3
1.4.2 Objetivos Específicos	4
1.5 Alcance	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1	Historia avión Fairchild Hiller 227 (FH-227)	5
2.1.1	Desarrollo.....	6
2.1.2	Versiones	7
2.1.3	Producción	9
2.2	Descripción moto propulsor de la aeronave Fairchild FH-227.....	12
2.3	Características motor roll royce dart 532-71	15
2.3.1	Componentes internos del motor roll royce dart 532-71	16
2.3.2	Performance del motor roll royce dart 532-71.....	19
2.4	Componentes para el funcionamiento del motor roll royce dart 532-71.....	19
2.4.1	Sistema de ignición y de arranque	19
2.4.2	Caja de engranajes de accesorios.....	20
2.5	Sistema de combustible	21
2.5.1	Control de combustible.....	23
2.6	Componentes de control del sistema de combustible	23
2.6.1	Palancas de control.....	23
2.6.2	Sistema de cables	23
a.	Sistema de varillas de doble efecto.....	24
2.7	Sistema de lubricación del motor roll royce dart 532-71.....	24
2.7.1	Función del sistema de lubricación del motor roll royce dart 532-71.....	24
2.7.2	Función del sistema de lubricación del motor roll royce dart 532-71.....	25
2.8	Palancas de potencia del motor roll royce dart 532-71	26

2.8.1 Controles del motor	26
2.9 Elevadores Mecánicos.....	27
2.9.1 Aplicabilidad de los elevadores mecánicos.....	28
2.10 Ventajas del uso de tecles.....	30
2.11 Materiales industriales para fabricación de tecles o elevadores.	32
2.11.1 Aleaciones metálicas.....	32
2.11.2 Elementos de construcción que contienen un tecele o elevador.....	34
2.12 Tipos de inspección no destructivas	38
2.12.1Tipos de Inspecciones.....	39
2.13 Seguridad en mantenimiento de aeronaves.	47
2.10. Elementos de software de ayuda.....	51

CAPÍTULO III

INSPECCIÓN DE LOS MONTANTES DEL MOTOR ROLL ROYCE

DART E IMPLEMENTACIÓN DEL TECLE TIPO ACORDEÓN

3.1 Descripción del equipo	53
3.2 Descripción del diseño	54
3.3 Simulación y análisis en el software	54
3.3.1 Modelo Geométrico	55
3.3.2 Puntos de unión	57
3.3.3 Barra unión.....	57
3.3.4 Barra de sujeción o soporte.....	58
3.3.5 Ruedas de la estructura tipo acordeón.	59

3.3.6 Resultados de la estructura	60
3.4. Cálculos estructurales	61
3.4.1 Área calculada.....	62
3.5 Componentes del tecla tipo acordeón.	65
3.6 Simbología de proceso de construcción	65
3.6.1 Simbología de procesos	65
3.6.2 Pilares de construcción	66
3.7 Proceso de construcción.	67
3.8 Procedimiento a la fabricación del acordeón (tijera)	69
3.9 Viga de sujeción	70
3.10 Proceso de lijado y pintura.	71
3.11 Maquinas herramientas utilizadas.	72
3.12 Diagrama de flujo a componentes bajo inspección.....	73
3.13 Inspección de los montantes del motor roll royce dart 532-7l	74
Elementos bajo inspección.....	74
a. Inspección visual al tubo estructural superior.....	75
b. Inspección visual a los herrajes de fijación de la pared de fuego	75
c. Inspección visual al montante superior derecho del motor derecho.	76
d. Inspección visual al montante inferior derecho del motor derecho	77
e. Inspección visual al montante superior derecho del motor Izquierdo.	77
f. Inspección visual al montante superior derecho del motor Izquierdo	78
g. Inspección visual a los pernos de sujeción del motor	79
3.14 Aplicación del ensayo por líquidos penetrantes al montante derecho.....	80

del motor roll royce darte 532-71	80
a. Aplicación por daño negible al tubo estructural	81
3.14.1 Herrajes de fijación a la pared de fuego. (End Fittings)	82
3.14.2 Daño negible al montante del motor derecho	85
3.14.3 Pernos de sujeción.	90
3.15 Diagrama de flujo de análisis de inspección de líquidos penetrantes	92

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones.....	93
4.2. Recomendaciones.....	94

GLOSARIO DE TÉRMINOS95

ABREVIATURAS.....97

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS99

ANEXOS.....106

ANEXO A: Diseño del teclé en el software de ayuda AutoCAD

ANEXO B: Diseño de partes del teclé tipo acordeón.

ANEXO C: Diseño de ruedas para el teclé tipo acordeón.

ANEXO D: Diseño de elementos movibles del teclé tipo acordeón

ANEXO E: Diseño de la viga de sujeción del teclé tipo acordeón.

ANEXO F: Certificado de Asesoramiento 43.13.1B Inspecciones no destructivas - Sección 5 Líquidos penetrantes.

ANEXO G: Parte del manual de reparación estructural de la aeronave

FAIRCHILD FH-227.

ANEXO H: Certificado de reporte de inspección ENI-J-TP- 200106.

ANEXO I: Manual de mantenimiento del teclé tipo acordeón.

ANEXO J: Manual de operación del teclé tipo acordeón.

ANEXO K: Manual de seguridad del teclé tipo acordeón.

ANEXO L: Reporte de cálculos.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Avión Fairchild.....	5
Figura 2. Vuelo crucero del avión Fairchild FH-227	6
Figura 3. Avión Fairchild Fh-227 D	8
Figura 4. Avión Fairchild Fh-227 C.	8
Figura 5. Avión Fairchild Fh-227 D	9
Figura 6. Dimensiones del avión Fairchild	11
Figura 7. Motor Parte Delantera	12
Figura 8. Motor del avión vista Lateral	12
Figura 9. Motor del avión parte posterior	13
Figura 10. Motor del avión.	14
Figura 11. Motor Roll Royce	15
Figura 12. Roll Royce Dart	16
Figura 13. Compresor Centrifugo	17
Figura 14. Sistema de Ignición y Arranque.	20
Figura 15. Instalación de los accesorios de la caja de engranajes	21
Figura 16. Sistema de combustible.....	22
Figura 17. Control de combustible	25
Figura 18. Palancas de control del motor	27
Figura 19. Elevador mecánico.	27
Figura 20. Grúa Pórtico	28

Figura 21. Elevadores Tipo Tijera.....	29
Figura 22. Elevadores de carga.....	30
Figura 23. Uso del tecele tipo acordeón.	31
Figura 24. Acero.....	32
Figura 25. Aluminio.....	33
Figura 26. Titanio	33
Figura 27. Tubos Rectangulares.....	34
Figura 28. Tubos Redondos	35
Figura 29. Pernos.....	36
Figura 30. Garrucha de carga.....	37
Figura 31. Wincha Eléctrica.....	37
Figura 32. Cable de acero inoxidable	38
Figura 33. Inspecciones Aeronáuticas.....	39
Figura 34. Corrientes Inducidas.....	40
Figura 35. Ultrasonido	41
Figura 36. Partículas Magnéticas (visual crack detection)	42
Figura 37. Líquidos Penetrantes.....	43
Figura 38. Proceso General por el método de inspección por líquidos penetrantes.....	45
Figura 39. Insp. Visual y Remota.....	46
Figura 40. Mantenimiento de aeronaves.....	47
Figura 41. Señalética en aeronave	48
Figura 42. Cuidado de hélice y chequeo FOD	48
Figura 43. Sustancias Químicas usadas en aviación.....	49

Figura 44. Manejo de Herramientas	50
Figura 45. EPP.....	51
Figura 46. AutoCAD	52
Figura 47. SAP 2000	52
Figura 48. Análisis del modelo geométrico escala de peligro.....	54
Figura 49. Modelo de elementos finitos	55
Figura 50. Elevador Tipo Acordeón	56
Figura 51. Barra de Unión.	58
Figura 52. Barra de sujeción.....	58
Figura 53. Ruedas para el acordeón.	59
Figura 54. Moldeado de Llanta.	59
Figura 55. Área calculada.....	63
Figura 56. Pilares de construcción.....	66
Figura 57. Procesos de Corte de tubos rectangulares.....	67
Figura 58. Procedimiento de soldadura de arco eléctrico 6011	68
Figura 59. Inserción de la suelda, electrodos 7018.....	68
Figura 60. Formación del acordeón.	69
Figura 61. Acordeón.....	69
Figura 62. Corte de material	70
Figura 63. Soldadura	70
Figura 64. Unión de la viga con el acordeón.....	71
Figura 65. Procesos de lijado al prototipo.....	71
Figura 66. Pintado	72

Figura 67. Diagrama de flujo	73
Figura 68. Montantes del Motor Roll Royce Dart.	74
Figura 69. Limpieza e inspección visual al tubo estructural.	75
Figura 70. Insp. Visual y limpieza de herrajes de sujeción.....	76
Figura 71. Montante superior derecho.....	76
Figura 72. Montante inferior derecho.....	77
Figura 73. Montante superior izquierdo	78
Figura 74. Montante Inferior izquierdo	78
Figura 75. Perno de sujeción.....	79
Figura 76. Tintes penetrantes.....	80
Figura 77. Tintes penetrantes en el tubo estructural.....	81
Figura 78. Tinte revelador en el tubo estructural.....	82
Figura 79. Numero de parte 27031-78109.....	83
Figura 80. Herrajes de fijación (End Fitting).....	83
Figura 81. Herrajes de fijación superior derecha (End Fitting)	84
Figura 82. Herrajes de fijación superior izquierda (End Fitting).....	84
Figura 83. Herrajes inferiores derecho y izquierdo	84
Figura 84. Tinte revelador.....	85
Figura 85. Tinte penetrante al montante superior derecho.	86
Figura 86. Tinte penetrante al montante inferior derecho.	86
Figura 87. Tinte penetrante al montante superior izquierdo.....	87
Figura 88. Tinte penetrante al montante inferior izquierdo.....	87
Figura 89. Tinte revelador montante superior derecho.	88

Figura 90. Tinte revelador montante inferior derecho.	88
Figura 91. Tinte revelador montante superior izquierdo.	88
Figura 92. Tinte revelador montante inferior izquierdo.	89
Figura 93. Perno de sujeción moderno a la pared de fuego de la aeronave.	90
Figura 94. Limpieza y eliminación de tinta removedora.	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Especificaciones Técnicas de Fairchild Hiller fh-227.</i>	10
Tabla 2. <i>Dimensiones de la aeronave.</i>	11
Tabla 3. <i>Características Generales.</i>	16
Tabla 4. <i>Performance del motor.</i>	19
Tabla 5. <i>Tubos rectangulares</i>	34
Tabla 6. <i>Tubo Redondo</i>	35
Tabla 7. <i>SAE: Society of Automotive Engineers.</i>	36
Tabla 8. <i>Clasificación de los materiales de inspección de penetrantes</i>	44
Tabla 9. <i>Muestreo de puntos de unión del prototipo</i>	57
Tabla 10. <i>Resultados estructurales.</i>	60
Tabla 11. <i>Procesos.</i>	65
Tabla 12. <i>Artefactos Utilizados</i>	72
Tabla 13. <i>Artefactos Utilizados.</i>	72

RESUMEN

La presente monografía se enfoca en la inspección de los montantes del motor del avión Fairchild e implementación de un equipo de apoyo para realizar la tarea de mantenimiento en los motores mediante la implementación de un tecele, el cual se lo lleva a cabo con los respectivos manuales y datos técnicos de mantenimiento como lo es normativo en el campo aeronáutico, para lograr cumplir con el proyecto se realizó un análisis del equipo de apoyo para realizar la inspección requerida en los montantes del motor, seguidamente se procedió con el tarea de mantenimiento en los montantes del motor, se inspecciono su estructura y partes del mismo con el método de inspección visual. Los componentes que conforman el mismo como producto clase III (pernos de sujeción del motor) principalmente fueron sometidos al ensayo no destructivos mediante líquidos penetrantes encontrándose en condiciones satisfactoria, para evitar que personal no tenga incidentes y su fácil accesibilidad al lugar de trabajo fue implementado un equipo de apoyo para facilitar su inspección, es muy importante tomar en cuenta la señalización y normativa de la misma, la cual ayudará al personal a poder maniobrar de la mejor manera en su sitio de trabajo. La inspección del montante y la implementación del equipo de apoyo es exclusivamente para remoción e instalación del motor, su elaboración será de gran ayuda para que tanto los alumnos como profesores logren profundizar los conocimientos teóricos mediante la práctica.

PALABRAS CLAVE:

- **AERONAVE FAIRCHILD FH-227**
- **AERONAVES - INSPECCIÓN**
- **AERONAVES - MANTENIMIENTO**
- **AERONAVES - NORMATIVAS DE INSPECCIÓN**

ABSTRACT

The present monograph focuses on the inspection of the engine mounts of the Fairchild aircraft and the implementation of a support team to perform the maintenance task on the engines by implementing a key, which is carried out with the respective manuals and technical maintenance data as it is normative in the aeronautical field, In order to achieve compliance with the project, an analysis of the support equipment was carried out to perform the required inspection on the engine mounts, followed by the maintenance work on the engine mounts and an inspection of the structure and parts of the engine using the visual inspection method. The components that make up the engine as a class III product (engine fastening bolts) were mainly subjected to non-destructive testing using penetrating liquids and were in satisfactory condition. To prevent personnel from having incidents and to ensure easy access to the work site, support equipment was implemented to facilitate the inspection. The inspection of the upright and the implementation of the support team is exclusively for the removal and installation of the engine, its development will be of great help for both students and teachers to achieve deep theoretical knowledge through practice.

KEY WORDS:

- INSPECTION**
- MAINTENANCE**
- NORMATIVE**
- SIGNALLING**

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes

La aviación se remonta al día en que el hombre observó vuelo de las aves y otros animales voladores, y pensaron en algo que pudiera volar y así muchos siglos después se inventaron las aeronaves. En la actualidad la aviación del Ecuador cuenta con la Unidad de Gestión De Tecnologías – ESPE la misma que es una institución de formación de tecnólogos militares y civiles a través de una educación integral en áreas técnicas, científicas y humanísticas, con el fin de aportar a la seguridad y desarrollo del país, así como planificar y ejecutar tareas de mantenimiento en áreas afines a la aeronáutica y comunidad en general siempre a la par del avance tecnológico.

Hoy en día la aviación se ha modernizado por medio del avance tecnológico para optar por otras técnicas de enseñanza, las Instituciones educativas especialmente de Aviación deben innovarse y ser más competitivas; por lo cual la Unidad de Gestión de Tecnologías que se somete a este cambio para adquirir nuevas formas de instrucción. La aeronave Fairchild FH-227, y sus motores Rolls Royce Dart 532-7L son perfectos para la realización de este proyecto ya que ayudará a realizar trabajos de mantenimiento como es la remoción e instalación de este para lograr consolidar el conocimiento y satisfacer las necesidades de los estudiantes para el aprendizaje y manipulación además de ser una herramienta practica para el docente.

1.2 Planteamiento del problema

La Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE, ubicada en la ciudad de Latacunga dentro de su amplia oferta académica cuenta con carreras únicas a nivel nacional. Ha presentado un indicador no favorable en la inspección de los montantes del motor para lo cual es indispensable contar con equipos de apoyo para el levantamiento e Ízaje de los motores Roll Royce Dart 532-7L, lo cual ha llevado a presentar varias causas que afectan la ejecución de trabajos de mantenimiento en el avión y motores.

Luego de una análisis de requerimientos a pesar que sus laboratorios y talleres poseen elementos necesarios para el aprendizaje y conocimiento en el campo aeronáutico, siempre es importante optar por otras formas innovadoras de enseñanza, oportuno a la necesidad para realizar trabajos de mantenimiento en las aeronaves estas razones dan necesidad que la herramientas existentes tiene carencia de funcionamiento, no están aptas para su uso, cuya consecuencia, le impide al estudiante, conocer las especificaciones técnicas y todos los temas relacionados al trabajo de inspección y mantenimiento en los motores Roll Royce Dart 532-7L.

En la actualidad, el crecimiento y desenvolvimiento tecnológico que se da en el ámbito aeronáutico hace que algunos componentes queden en omisión, por lo que es necesario implementar la herramienta técnica, el cual será de vital importancia para la preparación académica, así para mejorar el desempeño de realizar el mantenimiento e inspección del avión y motor.

1.3 Justificación e importancia

La Unidad de Gestión de Tecnologías por ser un Centro de Instrucción Civil para mecánicos de mantenimiento de aeronaves única en la República del Ecuador, debe ser por ende la mejor en la instrucción de los futuros profesionales, es por ello que con este proyecto se fomentará en los estudiantes realizar familiarizaciones de todos los aspectos en mantenimiento e inspección de los motores y avión con los equipos factibles para realizar las tareas de mantenimiento requeridas.

Llevar a cabo el presente proyecto ayudará a los estudiantes a familiarizarse con los procesos de mantenimiento e inspección como cambio de partes y preservación, lo cual se utilizará equipos de apoyo que a su vez es una ayuda para el estudiante y tenga un aprendizaje óptimo que sostendrá para futuras enseñanzas. Este proyecto es factible por la innovación que conlleva el mismo al ser competente en el campo aeronáutico y desarrollo de procesos tales como las tareas primordiales de mantenimiento e inspección, además ayudará a fomentar conocimiento teórico-práctico y un buen desarrollo educativo entre docentes y estudiantes.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Inspeccionar los montantes del motor Rolls Royce Dart 532-71 de la aeronave Fairchild FH-227, mediante la implementación de un tecla tipo acordeón perteneciente a la Unidad de Gestión de Tecnologías – ESPE.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Recopilar información técnica necesaria en manuales y datos técnicos del fabricante del motor y aeronave.
- Implementar un tecla tipo acordeón para el desmontaje de los motores Rolls Royce Dart 532-7L de la aeronave Fairchild FH-227.
- Ejecutar inspecciones en los motores Rolls Royce Dart 532-7L de la aeronave Fairchild FH-227 de acuerdo a los manuales y datos técnicos.
- Elaborar manuales para la manipulación, seguridad y mantenimiento del Tecla Tipo Acordeón.

1.5 Alcance

Tras el desarrollo del presente proyecto se busca incrementar en los estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica Mención Motores de la Universidad de Las Fuerzas Armadas – ESPE sus conocimientos teóricos que se adquieren en las aulas, permitirá desarrollar destrezas que solo se las adquiere durante en la práctica, y los llevará a un nivel de competitividad en el campo laboral, adicionalmente permitirá un mejor manejo de manuales e interpretación de los mismos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Historia avión Fairchild Hiller 227 (FH-227)

Las relaciones entre Fokker y Fairchild empezaron hacia el año 1952. Ambas fábricas hicieron anteriormente en la búsqueda de un avión que lograra remplazar el DC-3. En un principio Fairchild logra obtener la licencia de fabricación de las aeronaves de entrenamiento Fokker S.11, S.12 y S.14. El primer encargo americano por los aviones producidos por Fairchild no tarda en llegar: en abril de mismo año se recibe una orden inicial de la aerolínea West Coast Airlines por cuatro aviones, a la que les siguieron en mayo con una nueva demanda de Bonanza Airlines de tres unidades y en junio siete más para Piedmont Airlines. El primer F-27 por Fairchild es cedido a su cliente, poco tiempo antes que la fábrica Fokker en Schiphol-Holanda haya a su primer modelo de serie.



Figura 1. Avión Fairchild
Fuente: (Flickr Hive Mind, 2019)

Las aeronaves elaboradas por Fairchild recibieron designaciones diferentes a los modelos holandeses: F.27-100 por Fokker equivalía al F-27 de Fairchild. F.27-200 al F-27A de Fairchild. F.27-300 al F-27B de Fairchild. Fairchild por su parte innovó versiones propias, como la F-27F (un avión VIP en configuración ejecutiva), el F-27J, más pesado y remotorizado con Dart Mk 532-7 para la Allegheny Airlines y el modelo de prestaciones mejoradas en alta cota F-27M.

2.1.1 Desarrollo

En 1964 Fairchild se fusiona con el fabricante Hiller, creó así la Hiller Corporation y comienzan los estudios de desarrollo para un avión de mayor capacidad como también de mayor rendimiento, siempre empleando como base de desarrollo el Fokker F-27 y su planta motriz Rolls-Royce Dart. La designación se cambia de los aviones sucesivos, que en el futuro se llamarán FH-227.



Figura 2. Vuelo crucero del avión Fairchild FH-227
Fuente: (Ed Coates Collection, 2019)

Las tareas iniciales se fundan en un alargamiento de la estructura del fuselaje, así la suma de un plug delante de las alas que aumenta su longitud en 1.98 m adicionales. Esto permite pasar de una cabida de 40 pasajeros en los F.27 a 52 en los FH-227. Exteriormente, los aviones eran también reconocibles no solo por su mayor longitud, sino que ahora llevaban doce ventanillas ovas por lado, comparados a las diez de los F.27. Estos modelos iniciales fueron motorizados con Dart 532-7, los mismos motores de los F-27J.

El objetivo básico de la Fairchild Hiller era alcanzar un avión que fuera económicamente rentable, fiable y de fácil operación para las aerolíneas regionales. Los estudios de mercado le dieron la razón y pronto el libro de encargos registraba 46 por el nuevo avión. (Air International, 1993)

2.1.2 Versiones

- **FH-227:** Versión inicial motorizada con Dart 7 Mk 532-7 de 2.250 cv. Estos motores tenían una reduction gear de 0.093:1. Peso máximo en despegue 19.730 kg (43.500 lbs).
- **FH-227B:** Versión reforzada de mayor peso, pedida por Piedmont Airlines en abril de 1966 y que entrará en servicio en marzo de 1967. Como planta motriz se instalan Dart Mk 532-7L de 2.250 cv y el avión es equipado con hélices de mayor diámetro. El peso máximo en despegue pasa a 20.640 kg (45.500 lbs).



Figura 3. Avión Fairchild Fh-227 D

Fuente: (Lima, 2019)

- **FH-227C:** Básicamente un FH-227 con las hélices del FH-227B. Mismo peso máximo al despegue y motorización



Figura 4. Avión Fairchild Fh-227 C.

Fuente: (The Traveler, 2011)

- **FH-227E:** FH-227C modificado en FH-227D. Motorización Dart 7 Mk 532-7L de 2.300 cv. Peso máximo al despegue de 19.730 kg (43.500 lbs).
- **FH-227D:** Versión pasajeros-carga convertible. Equipada con frenos mejorados ABS y sistema de flaps con posiciones intermedias para el despegue. Motores Dart 7 532-7C o Dart 7 Mk 532-7L de 2.300 cv y reduction gear de 0.093:1. Peso máximo al despegue de 20.640 kg (45.500 lbs). (Fokker F27, 2018)



Figura 5. Avión Fairchild Fh-227 D

Fuente: (Aguirre, 2004)

2.1.3 Producción

La cifra de elaboración de Fairchild Hiller van de C/N 501 al C/N 579, de hecho, este último avión jamás fue terminado lo que da una producción de 78 aviones FH-227. Muchos de estos aviones fueron modificados a lo largo de su vida útil y pasaron de ser, por ejemplo, convertir de FH-227 a FH-227B u otras posibilidades según los deseos de los operadores. Pero en términos generales y acatar en cuenta su entrega inicial la producción puede dividirse en:

- **FH-227** 33 aviones
- **FH-227B** 37 aviones
- **FH-227D** 8 aviones

Fueron seis aviones en FH-227E, se incluye el C/N 501 originalmente el avión FH-227 ejemplo de Fairchild Hiller, enajenar después a la Mobil Oil donde volará con el registro N2657. Próximos aviones a lo largo de su vida útil en LCD, decir con la gran compuerta de carga del lado izquierdo, ese caso un FH-227E sería entonces un FH-227E.

De la serie final de ocho FH-227D, cinco aviones fueron hechos como FH-227D LCD, los tres aviones restantes para diferentes organismos de México carecían de la gran compuerta de carga. De los cinco FH-227D LCD, dos fueron de la Fuerza Aérea Uruguaya, entregó en 1968, fue abandonado en un trágico accidente en los Andes el 13 de octubre de 1972, lo que lleva a la FAU a pedir a Fairchild un avión adicional. (U.S. Department of Transportation, 2019)

Tabla 1.
Especificaciones Técnicas de Fairchild Hiller fh-227.

Tipo	Transporte civil
Dimensiones	
Longitud	25,50 m
Envergadura alar:	29 m
Altura:	29 m
Máximo al despegue (MTOW):	20.640 kg (45.500 lbs)
Vacío (ZFW):	18.600 kg (41.000 lbs)
Planta motriz:	2 Rolls-Royce Dart 532-7L de 2.300 cv, Reduction Gearing 0.093.1. Estos motores permitían un máximo de 15.000 rpm, y se recomendaba evitar operaciones entre las 8.500 y el 9.500 rpm.
Hélices:	Dos de tipo Rotor de un diámetro nominal de 12,5 ft. El máximo régimen permitido era de 16.500 rpm y funcionaban en 4 posiciones.

Fuente: (Balaguer, 1983, pág. 160)

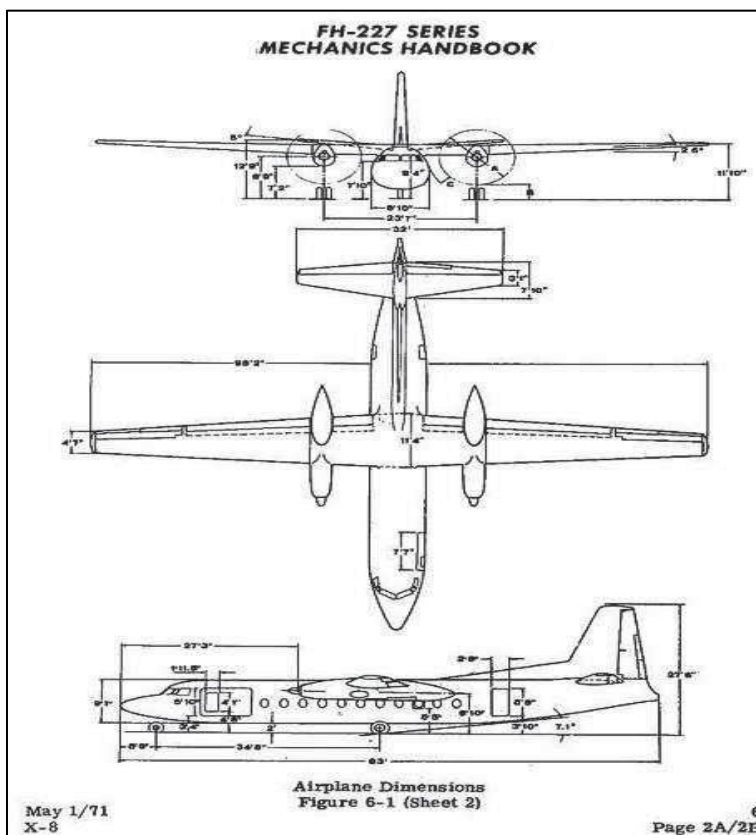


Figura 6. Dimensiones del avión Fairchild

Fuente: (Bautista Díaz, 2011)

Tabla 2.

Dimensiones de la aeronave

Velocidad máxima de operación (V _{mo})	227 kts (420 km/h) a 19.000ft
Velocidad de extracción de flaps (V _{fe})	140 kts (259 kph)
Velocidad de operación del tren de aterrizaje	170 kts (314km/h)
Velocidad mínima de control	90 kts (166 kph) (sin tren ni flaps abajo)
Velocidad mínima de control	85 kts (157 kph) (todo abajo, acatar el peso)
Flaps	7 posiciones
Combustible	5.150 l (1.364 galones)
Consumo	202 gal/hora
Máxima autonomía	2.661 km (1.437 nm)
Techo de servicio	8.535 m
Tripulación	2
Pasajeros	48 a 52
Carga útil	6.180 kg (13.626 lbs)
Producción	de 1966 a 1972 (cierre de la producción)
Ejemplares elaborados	78

Fuente: (HandBook, 1971, pág. 2A/2B)

2.2 Descripción moto propulsor de la aeronave Fairchild FH-227

El sistema propulsor está compuesto por dos motores turbohélice Rolls-Royce Dart, los montantes del motor son tubulares de acero, tiene cuatro palas Rotol, el motor posee cuatro cubiertas de fácil remoción, y diferentes equipos necesarios para la operación del motor.



Figura 7. Motor Parte Delantera



Figura 8. Motor del avión vista Lateral

El componente del sistema de drenaje del motor y sus accesorios es provisto para asegurar un apto drenaje del motor. Los tubos y mangueras de drenaje están conectados al drenaje principal y a la caja de drenaje fija en la parte inferior de la cubierta del motor. El sistema propulsor es intercambiable después de la unidad de escape de motor se vuelve a colocar para que encaje en el conjunto del tubo de escape.



Figura 9. Motor del avión parte posterior

El motor turbohélice Rolls-Royce Dart utiliza la producción de gases calientes en las cámaras de combustión para dirigirlos a la turbina. El poder desde las tres etapas de la turbina de flujo axial a lo largo del eje impulsor del motor a la segunda etapa del compresor centrífugo y a la caja reductora de la hélice. Las dos etapas de la caja reductora reducen la alta velocidad rotacional del eje impulsor del motor para producir rpm más eficientes para el eje de la hélice. La relación de reducción de los engranajes es de 1 a 0.093.



Figura 10. Motor del avión.

Las palancas de control del motor son diseñadas para proveer una máxima facilidad de control sin dispositivos automáticos, estas están localizadas en el pedestal del compartimiento de la tripulación.

El control de potencia está vinculado a la unidad controladora de la hélice, a la válvula reguladora en la unidad de control de flujo de combustible del motor, y a la unidad de control de agua/metanol. El compensador de control de combustible es también enlazar a la varilla de control de la válvula reguladora del motor para proveer una fina regulación de ajuste para adaptarse a las condiciones de temperatura ambiente sin afectar el ángulo de las palas de la hélice.

La instalación del control de potencia, produce una adecuada relación de aire/combustible y los parámetros correctos para el paso de la hélice en relación al rpm del motor. (Fairchild, 2000, págs. 1-15)

2.3 Características motor roll royce dart 532-7I

El motor Roll Royce se destinó como un proyecto turbohélice del país británico de larga vida, en lo cual la empresa Roll Royce Limited los fabrico, lo cual es muy conveniente e apropiado y exitoso para el mundo de la aviación comercial. Los componentes principales son un compresor centrífugo de dos etapas, siete cámaras de combustión y una turbina de flujo axial de dos etapas. El compresor se acopla directamente a la turbina a través de un eje y la hélice se acciona desde el compresor a través de un reductor compuesto.



Figura 11. Motor Roll Royce
Fuente: (Infórmate Digital, 2018)

El ciclo de operación es un proceso continuo de compresión de aire en el compresor de dos etapas, que se añade combustible para producir calor en las cámaras de combustión, y luego permite que los gases calientes se expandan a producir energía. La mayor parte de la energía de los gases en expansión es absorbida por la turbina para impulsar el compresor y la hélice. Sin embargo, algo de energía útil permanece en los gases de escape y produce el empuje del chorro. (Roll Royce, 2004, págs. 1-7)

a. Características generales.

Tabla 3.

Características Generales.

Tipo	Turbohélice
Compresor	Centrifugo de dos etapas
Combustión	7 cámaras
Turbina	3 etapas
Combustible	Kerosene

Fuente: (Vickers Viscount Network, 2005)

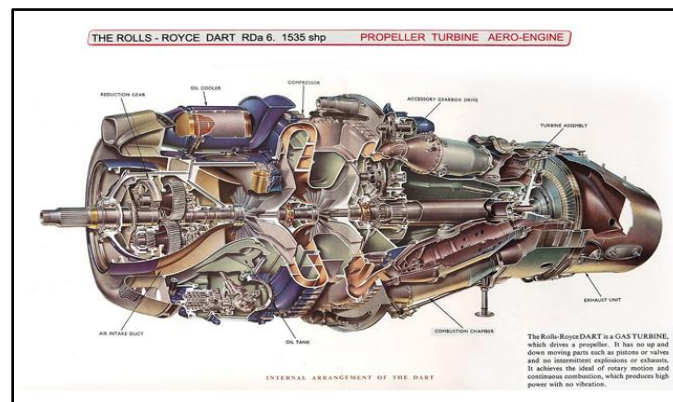


Figura 12. Roll Royce Dart

Fuente: (Vickers Viscount Network, 2005)

2.3.1 Componentes internos del motor roll royce dart 532-71

a. Cámara de combustión tipo anular

El motor del avión Fairchild FH-227 posee 7 cámaras de combustión estas son de tipo anular. Esta cámara consta de anillos circulares interiores y exteriores alrededor del eje compresor-turbina. Por tanto, una especie de anillo que rodea al motor. La combustión se realiza en la parte delantera. Suele llevar un colector de tipo circular que rodea toda la cámara con unos 30 orificios de salida, inyectores y dos bujías.

b. Compresor centrífugo.

Son los más sencillos en cuanto a su diseño y forma de trabajo. De ahí que fuesen los primeros utilizados en motores de reacción. En un motor de compresor centrífugo, la entrada de aire es prácticamente axial, es decir, paralela al eje del motor y preciso al rotor dicho aire sale al expulsar por fuerza centrífuga (de ahí su nombre), hacia la periferia. Esencialmente sus componentes son:

- Rotor
- Difusor
- Colector.

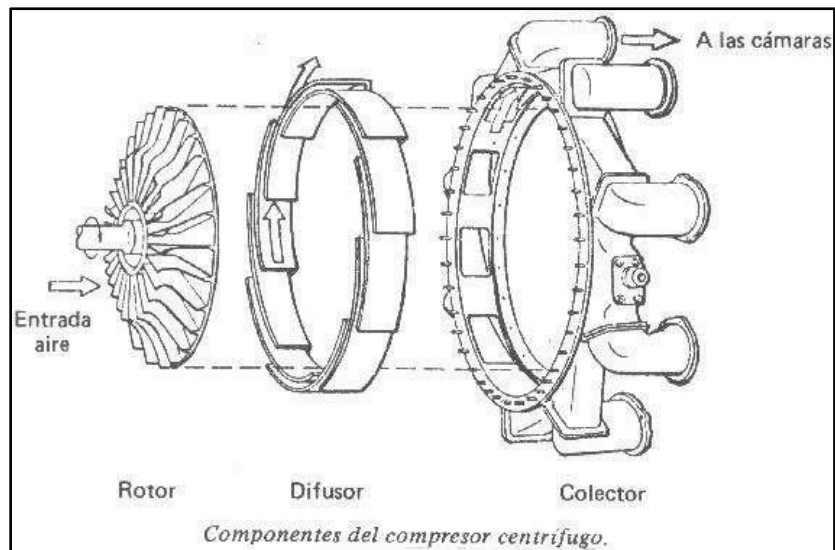


Figura 13. Compresor Centrífugo

c. Sección turbina.

El conjunto de turbina consiste en:

- Tobera de escape.
- Guías de entrada de aire de alta presión.
- Rueda de turbina de alta presión.
- Guías de entrada de aire de baja presión.
- Rueda de turbina de baja presión.

La turbina de dos etapas convierte la mayor parte de energía de los gases en energía de rotación que impulsa el compresor, la hélice y las unidades accesorias.

d. Caja planetaria

El accionamiento del eje compresor a la hélice se transmite, a través de un piñón de alta velocidad, a través de un conjunto de triple eje de transmisión al engranaje anular giratorio atornillado al eje de la hélice. Los dientes helicoidales se utilizan en todo el engranaje, el empuje axial hacia delante de los ejes tensores se opone a la presión de aceite que actúa en la cara del pistón en el extremo delantero de cada eje tensor.

La presión necesaria de aceite para equilibrar el empuje axial de los ejes tensores se mide para proporcionar una indicación de la potencia del motor y se conoce como presión torque meter. (Royce, 1960)

2.3.2 Performance del motor roll royce dart 532-7I

La performance de un motor depende del número de etapas de los compresores centrífugo o axiales de lo cual el tipo del ducto puede ser divergente o convergente para aumentar la presión o disminuir del mismo. El motor roll royce dart utiliza un performance diferente que compone dos componentes centrífugos el uno que es compresor y el otro que es turbina.

Tabla 4.

Performance del motor.

Potencia	1800 hp
Compresión	5,4:1
Consumo de aire	9,7 kg/s

Fuente: (Aerodacious, 2011)

2.4 Componentes para el funcionamiento del motor roll royce dart 532-7I

2.4.1 Sistema de ignición y de arranque

Al ruborizar el sistema de arranque del motor proyecta para realizar cuatro funciones principales en la operación del motor, el arranque del motor normal, volver a encender en vuelo, la prueba de ignición y escape del motor.

Para empezar el arranque normal , el motor de arranque gira el eje de transmisión del motor a través de un embrague y un tren de engranajes internos, que hace que el aire ingrese en los compresores y a las cámaras de combustión. El combustible de los quemadores se mezcla con el aire y la mezcla es encendida por las bujías de encendido. Los tubos de interconexión entre las cámaras de combustión el motor por completo.

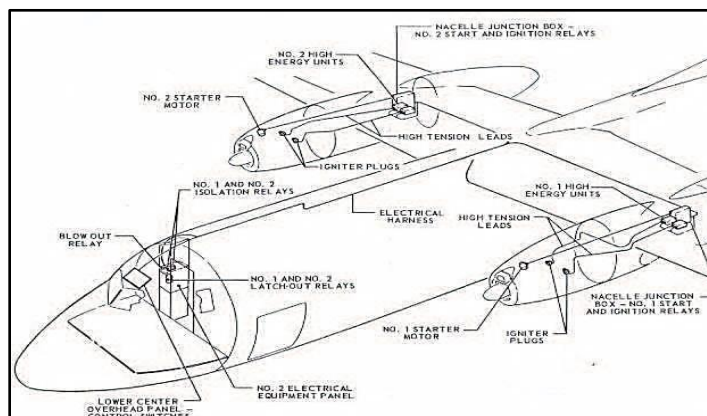


Figura 14. Sistema de Ignición y Arranque.

Fuente: (Manual, 1986)

Tal cual el motor está en marcha por sus propios medios, el motor de arranque se desconecta y el circuito eléctrico se desactiva de forma automática. Bajo ciertas condiciones, puede ser necesario volver a encender un motor durante el vuelo. Para encender nuevamente se lo realiza sin el uso del motor de arranque, ya que la acción del viento, mueve a la hélice, lo que impulsa al motor para dar la velocidad inicial. (FH-227, Fairchild, 2000, págs. 1-2)

2.4.2 Caja de engranajes de accesorios

El conjunto de la caja de engranajes de accesorios está montado en cada nacela entre la pared de fuego de la nacela y el larguero de la parte delantera del ala central. El conjunto de la caja de engranajes ofrece superficies de montaje para los accesorios del avión y está par impotencia por un eje de transmisión acoplado entre una brida de salida de potencia en el motor y la entrada de la cubierta del eje impulsor en el conjunto de la caja de engranajes, mientras que un sistema de desagüe por gravedad se presenta en el compartimiento de la caja de engranajes con el propósito de dirigir hacia afuera.

Cualquier fuga de aceite desde los sellos del impulsor de accesorios en la cubierta de la torre y el freno de hélice. Una baja presión de aceite de la caja es indicada mediante una luz de advertencia en el compartimiento de vuelo, por un interruptor de presión en el compartimiento de la caja de engranajes de montaje y / o el cambio de aceite del motor a baja presión. (Handbook, 2000, págs. 1-2)

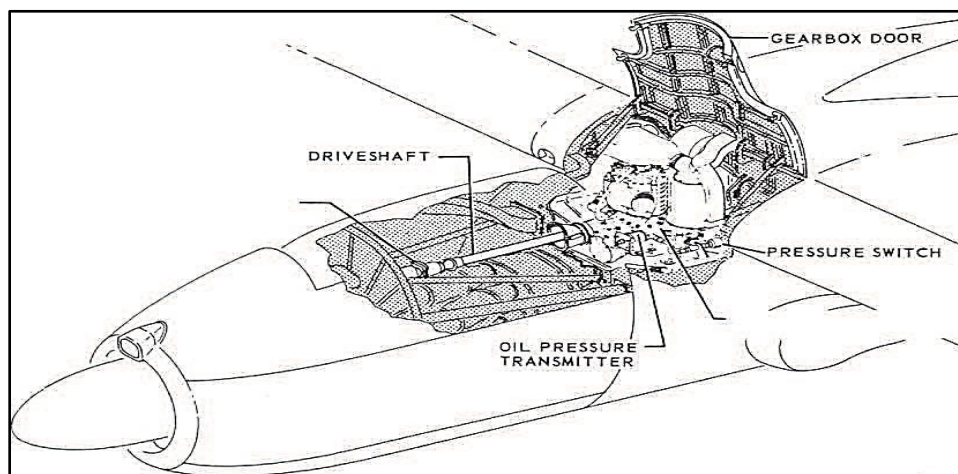


Figura 15. Instalación de los accesorios de la caja de engranajes
Fuente: (FH-227, Manual de mantenimiento ATA 83, 2000)

2.5 Sistema de combustible

Cada motor es alimentado por combustible independiente, con disposiciones para el suministro de cualquiera de los motores desde el lado opuesto por medio de un sistema de alimentación cruzada. El sistema de alimentación cruzada se controla mecánicamente a través de un sistema de cables, y poleas, termina con un control tipo perilla montada horizontalmente en la parte de atrás del compartimiento de la tripulación.

Un tanque integral se encuentra en cada ala, se realiza la alimentación por gravedad a un depósito colector situado en cada góndola. Dos bombas de refuerzo se encuentran

2.5.1 Control de combustible

El sistema de control de combustible es mecánicamente funciona por las palancas de control ubicadas en el compartimiento de la tripulación. Un sistema de cable se utiliza entre el pedestal y la pared de fuego.

El control de movimiento es guiado a la caja de control del motor mediante un sistema de varillas de doble efecto y por el conjunto de la palanca. Desde la caja de control del motor para las respectivas unidades de control del motor, se lo realiza por medio de un sistema de varillas de doble efecto, tubos de torsión y por un conjunto de palancas que son sujetos a la estructura del motor.

2.6 Componentes de control del sistema de combustible

2.6.1 Palancas de control

Existen dos palancas de control de combustible una para cada motor, instalados en el eje transversal del compartimiento de la tripulación. Están conectadas a las varillas de doble efecto y a las palancas acodadas que accionan las poleas ubicadas en la parte baja. El acceso a los mecanismos de control de la palanca es a través de paneles desmontables incorporados en el pedestal.

2.6.2 Sistema de cables

Desde las poleas en la parte inferior del compartimiento del pedestal de la tripulación, los cables para el control de combustible se encaminan debajo del piso del compartimiento de la tripulación, hasta la parte trasera del compartimiento de la

tripulación de atrás del mamparo, los cables para los motores izquierdo y derecho empiezan de los respectivos lugares de entrada a los compartimientos de la tripulación.

Desde los mamparos, los cables pasan a lo largo de cada lado de la parte superior del fuselaje y entra en la zona no presurizada, entre los revestimientos interior y exterior de la aeronave, a través de la guía de entrada de presión que conduce a la estación 198 del fuselaje y desde allí a la cara delantera del larguero central del ala. El ajuste del cable se realiza mediante tensores que se encuentran entre las estaciones 167 y 198 del fuselaje, accesibles desde abajo mediante la apertura de los carenajes.

a. Sistema de varillas de doble efecto

El control de combustible por medio de las varillas de doble efecto se encamina hacia delante desde la caja de control de la pared de fuego en el lado izquierdo de cada motor al conjunto de palanca que están montados en los soportes unidos al motor, desde la cual se adiciona varillas de doble efecto que son encaminadas a la captación del movimiento de las palancas de la caja de control del motor. (Handbook, págs. 1-3)

2.7 Sistema de lubricación del motor roll royce dart 532-7I

2.7.1 Función del sistema de lubricación del motor roll royce dart 532-7I

El sistema de lubricación proporciona lubricación a la caja de reducción de los engranajes de los accesorios, y a los cojinetes. El sistema de lubricación consiste de una bomba de aceite, filtro de aceite, válvula de alivio de presión, una válvula de alivio de derivación del filtro, un interruptor de presión de aceite, placas de separación de aceite,

conductos de aceite y el cárter de aceite (sumidero). El motor puede funcionar satisfactoriamente en cualquiera de los aceites aprobados, sin embargo, un tipo de aceite no debe ser mezclado con cualquier otro tipo de aceite.

2.7.2 Función del sistema de lubricación del motor roll royce dart 532-71

La bomba extrae el aceite del sumidero; el aceite es forzado a través de conductos hasta el filtro, el aceite entra en la carcasa del filtro, pasa por el elemento y sale a través de un pasaje en el filtro. En el filtro sale de su asiento una válvula de alivio de presión de 15 a 25 psi que permite que el aceite fluya desde el exterior del elemento, y continuará directamente.

La mezcla aire-aceite para la lubricación de rodamientos del eje del rotor se suministra a través de un chorro de aceite. Este chorro de aceite es en forma de aerosol que dirige al extremo de trasero del eje del engranaje cónico Zerol. Fluye hacia adelante por el exterior del eje del rotor, a través de los rodamientos del eje del rotor y se impulsa hacia adelante de la tuerca del deflector de aceite en el cárter de aceite. (Mantenice Manual, 1986, págs. 1-2)

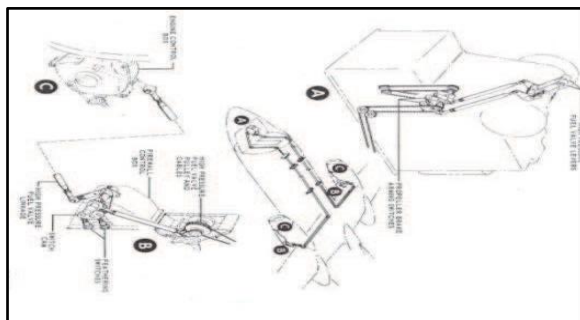


Figura 17. Control de combustible

Fuente: (FH-227, Manual de mantenimiento Ata 79, 2000)

2.8 Palancas de potencia del motor roll royce dart 532-71

2.8.1 Controles del motor

Las palancas para los controles de combustible están montadas en el centro del pedestal en el compartimiento de la tripulación e incorpora una entrada entre CLOSE y FEATHER y en las posiciones OPEN y EMER OUT. Las palancas están articuladas para permitir el movimiento, y para proceder desde CLOSE a FEATHER o desde OPEN a EMER OUT, es necesario tirar de las palancas en el tablero.

Cada sistema de control de potencia está conectado mecánicamente a la unidad de control de flujo de combustible, a la unidad enlaza a la hélice, y a la unidad de control de agua/ metanol. Además de las diversas funciones mecánicas anteriormente nombradas, las palancas de potencia accionan interruptores que operan parte de otros sistemas de la aeronave.

El movimiento de las palancas de potencia posiciona la unidad de control de flujo de combustible, la palanca del acelerador y la palanca del gobernador de la hélice en una proporción adecuada en cuanto a flujo de combustible y el ángulo de la pala. El control de agua/metanol se ve delicado por el sistema de control de potencia para la palanca avanza hasta conseguir el 14.500 rpm. El movimiento de las palancas a la posición CLOSED cierra las válvulas de presión de combustible y al abrir el interruptor gira la leva en cada góndola para desarmar automáticamente el embanderamiento. (Mantenice Manual, 1986, págs. 1-2)

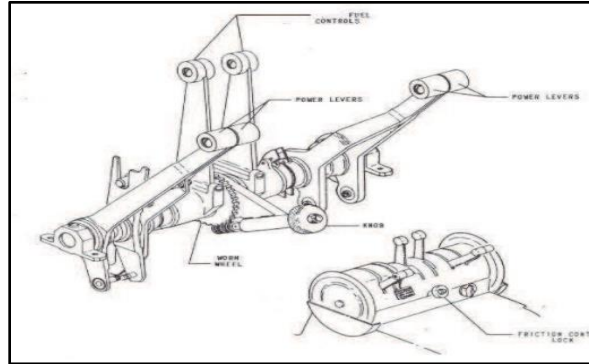


Figura 18. Palancas de control del motor
Fuente: (Manual de mantenimiento Ata 79)

2.9 Elevadores Mecánicos

Son unos elementos mecánicos que se emplean para levantar objetos pesados, por ejemplo, un automóvil que necesita una reparación común como cambiar una de sus neumáticos, proporciona el acceso a éste para que todo el transcurso se lleve a cabo con mayor agilidad. Los elevadores se usan con todo tipo de vehículos, desde motos, quads hasta grandes automóviles, y pueden utilizarse tanto en entornos profesionales como en el ámbito doméstico. (Ibérica, 2019)



Figura 19. Elevador mecánico.
Fuente: (Ibérica, 2019)

2.9.1 Aplicabilidad de los elevadores mecánicos.

Son unos aparatos mecánicos que se emplean para levantar objetos pesados, por ejemplo, un automóvil que necesita una reparación común como cambiar una de sus ruedas, facilitan el acceso a éste para que todo el proceso se lleve a cabo con mayor rapidez. Los elevadores se usan con todo tipo de vehículos, desde motos, quads hasta grandes automóviles, y pueden utilizarse tanto en entornos profesionales como en el ámbito doméstico.



Figura 20. Grúa Pórtico

Fuente: (Handling & Warehouse Equipment, 2006)

a. Elevadores tipo tijera (Acordeón)

Plataformas tijera son quizás el tipo más común de la plataforma de trabajo aéreo. Algunos tienen cojines neumáticos para el trabajo en los almacenes. Otros elevadores

de tijera tienen neumáticos y pueden movilizarse por terrenos discontinuos. Ellos tijera arriba y hacia abajo verticalmente y, depende del tipo, el cual mi diseño y prototipo obtiene la tijera para mayor seguridad y confiabilidad en la hora del trabajo de mantenimiento e inspecciones en el caso sería para la aeronáutica.



Figura 21. Elevadores Tipo Tijera

Fuente: (Machinery, 2020)

b. Elevadores de Carga.

En primer lugar, elevadores de tijera y plataformas elevadoras no son la misma cosa. De hecho, se les aplica diferentes estándares. Además, mi diseño es la fusión entre estas dos principales herramientas. Cada uno es más adecuado para manejar determinados puestos de trabajo en comparación con los demás. Por esta razón, es necesario comprender qué tipo de elevador aéreo es el mejor para el trabajo a mano. (Handling & Warehouse Equipment, 2006)



Figura 22. Elevadores de carga.
Fuente: (Machinery, 2020)

2.10 Ventajas del uso de tecles.

Su empleo o manejo está tan extenso por la cabida que éste tiene para alcanzar eminencias deseadas de trabajo y elevar grandes porciones de peso que antaño debían solucionarse a base de andamios y poleas, lo que ha supuesto una gran reducción en tiempo y esfuerzo en dichas tareas.

Las principales ventajas que encontramos con el uso de este tipo de elevadores son:

- Al tratarse de máquinas autopropulsadas se simplifica de forma considerable su desplazamiento a la zona de trabajo en cuestión, así como el cambio de posición de la misma dentro de la zona de trabajo para poder realizar todas las ocupaciones inexcusables.

- Evitamos la necesidad de tener personal para emplear tiempo en montar el andamio.
- Al disponer de una plataforma elevadora, permite alcanzar distintas alturas de trabajo sin necesidad por tanto de tener que añadir más pisos al andamio con el esfuerzo y tiempo que esto conllevaría.
- El trabajador cuenta con una superficie útil de trabajo mucho más extensa y segura que en el caso de utilizar andamios convencionales lo que permite realizar más tareas a la vez si todo el material necesario ya se dispone en la misma y no toca bajar a por él cada vez. (Maldonado Anrubia, 2015, pág. 20)



Figura 23. Uso del tecele tipo acordeón.

2.11 Materiales industriales para fabricación de tecles o elevadores.

2.11.1 Aleaciones metálicas

a. Acero

Es la mezcla entre un metal (el hierro) y un no metal (el carbono), que mantiene las características metálicas del primero, pero con cualidades mejoradas gracias a la añadidura del segundo y de otros elementos metálicos y no metálicos, largamente usado y a un costo inciertamente bajo, el acero mezcla la resistencia y la trabajabilidad, lo que se presta a fabricaciones diversas. (Brufau i Niubó, 2010)

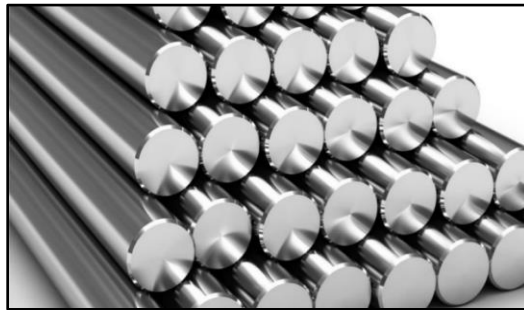


Figura 24. Acero.

Fuente: (Ivan Bohman C.A., 2019)

b. Aluminio

Este material contiene una formación de propiedades que lo hacen demasiado útil en los materiales de construcción, como su poca densidad (2.700kg/m³) y su alta vitalidad a la corrosión. Su moderada aleación se puede incrementar perceptivamente a la dureza de la mecánica. Además, es un buen conductor de energía eléctrica y de calor, se automatiza con sencillez y es económico. (Gallegos, 2013)



Figura 25. Aluminio
Fuente: (Gallegos, 2013)

c. Titanio.

El titanio es un componente que se entiende desde muchos años, pero solo se ha logrado importancia entre los 50 últimos años. La versatilidad del metal y sus aleaciones con su excelente resistencia/peso se ha comercializado considerablemente, mostrando pequeñas modificaciones en el nitrógeno, oxígeno, hidrógeno y carbono. Ya que las propiedades de alta resistencia, bajo peso, y la creciente resistencia a la corrosión, ha provocado que se lo maneje en el campo de plantas químicas, estructuras aeroespaciales, componentes de motor, etc. (Gallegos, 2013)



Figura 26. Titanio
Fuente: (Gallegos, 2013)

2.11.2 Elementos de construcción que contienen un tecele o elevador.

a. Tubos Rectangulares.

Tubo de acero con forma rectangular, norma de fabricación con norma INEN 2415 calidad SAE J403 1008 en presentación de acero negro galvanizado y además su largo es de 6 metros y un espesor desde 1.20 a 6mm. (Manta, 2016, págs. 1-1)

Tabla 5.

Tubos rectangulares

Calidad:	ASTMA-500
Recubrimiento:	Negro o Galvanizado
Largo Normal:	6.00 m
Dimensiones:	Desde 12.00 mm x 25 mm a 40.00 mm x 80.00 mm
Espesor:	Desde 1.20 mm a 3.00 mm

Fuente: (Manta, 2016, págs. 1-1)



Figura 27. Tubos Rectangulares.

Fuente: (Manta, 2016, págs. 1-1)

b. Tubo Redondo

Un tubo es un componente hueco de forma cilíndrica el cual, por lo general se encuentra abierto por ambos puntos extremos. Tampoco se toma por alto el hecho de que se emplea el término tubo para mencionar un largo recipiente de cilíndrica figura que contiene diferentes tipos de gases en su forma interior.

Tabla 6.

Tubo Redondo

Calidad:	AISI 304
Largo Normal:	6.00 m
Dimensiones:	Desde 1" a 2"
Espesor:	Desde 1.2 mm, 1.5 y 2 mm

Fuente: (Manta, 2016, págs. 1-1)



Figura 28. Tubos Redondos

Fuente: (Manta, 2016, págs. 1-1)

c. Pernos

Está relacionada con el tornillo, pero tiene un extremo de cabeza redonda, una parte lisa, y el otro extremo roscado para la chaveta, tuerca o remache, y se usa para sujetar piezas en una estructura, por lo general de gran volumen.

Tabla 7.

SAE: Society of Automotive Engineers

NUMERO DE GRADO	MATERIAL	CARGA DE PRUEBA (KPSI)	ESFUERZO DE RUPTURA (KPSI)
8	Acero al carbono aleado, templado y revenido	120	150

Fuente: (Manta, 2016, págs. 1-1)



Figura 29. Pernos

Fuente: (Manta, 2016, págs. 1-1)

d. Llantas

Máquina elemental, en forma circular y de poco grueso respecto a su radio, que puede girar sobre un eje o sobre su centro. Permite transformar el rozamiento de deslizamiento en otro de rodamiento. Banda de caucho suave de gran calidad (Dureza $70 \pm 2^\circ$ Shore A) vulcanizada sobre un robusto núcleo de nylon inyectado. Industriales en general, en el traslado manual de cargas ligeras y medianas y en los casos en que se requiera un

desplazamiento silencioso, absorción de golpes y vibraciones, máxima protección de los suelos y del equipo. (Manta, 2016, págs. 1-1)



Figura 30. Garrucha de carga.
Fuente: (S.A., 2020)

e. Wincha Eléctrica

Los equipos de levante son herramientas de gran utilidad dentro de los trabajos de montaje. Son ideales para izaje de elementos muy pesados, poder trasladarlos y colocarlos donde se debe. Dentro de estos equipos, los tecles y winches cumplen un rol muy fundamental. A pesar de que cuentan con una apariencia muy similar, cumplen funciones distintas, pero ambos hacen mucho más fácil el trabajo de carga de pesada.

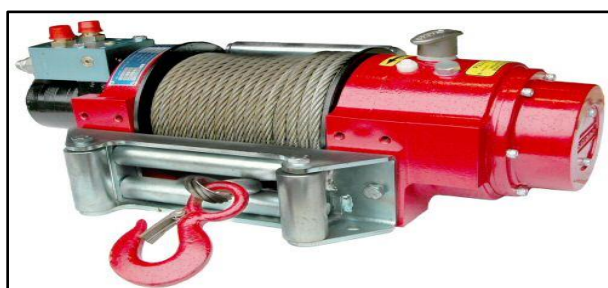


Figura 31. Wincha Eléctrica
Fuente: (CSBeaver Tecnología, 2019)

f. Cables de Acero

Un cable de acero es un tipo de cable mecánico se forma un conjunto de alambres de acero o hilos de hierro que forman un cuerpo único como elemento de trabajo. Estos alambres pueden estar enrollados de forma helicoidal en una o más capas, generalmente alrededor de un alambre central, forma así los cables espirales (Ibérica, 2016)



Figura 32. Cable de acero inoxidable

Fuente: (Servicables, S.A. de C.V., 2014)

2.12 Tipos de inspección no destructivas

Las inspecciones son exámenes visuales y controles manuales para determinar el estado de una aeronave o de un elemento. Una inspección de la aeronave puede variar desde una inspección casual hasta una inspección detallada que incluye el desmontaje completo y el uso de ayudas de inspección complejas.

Un sistema de inspección consiste en varios procesos, incluye informes hechos por mecánicos o por el piloto o la tripulación que vuela una aeronave e inspecciones regulares programadas de una aeronave. Un sistema de inspección está diseñado para mantener una aeronave en las mejores condiciones posibles. Las inspecciones minuciosas y repetidas deben considerarse la columna vertebral de un buen programa de mantenimiento. Las inspecciones irregulares y al azar provocarán invariablemente un

deterioro gradual y seguro de la aeronave. El tiempo dedicado a la reparación de una aeronave que ha sufrido de abuso suele ascender a muchos millones de euros. Más que en cualquier otro tiempo que se ahorra al apresurarse en la rutina inspecciones y mantenimiento.



Figura 33. Inspecciones Aeronáuticas.
Fuente: (PCE Instruments, 2019)

2.12.1 Tipos de Inspecciones

a. Corrientes Inducidas

El método de corrientes inducidas llamado también “Corrientes EDDY”, opera bajo el principio de la inducción electromagnética, donde un campo magnético alternante induce corriente sobre la pieza de ensayo si es de un material conductor. Las corrientes inducidas se utilizan para detectar grietas superficiales, picaduras, grietas subsuperficiales, corrosión en las superficies internas y para determinar la condición de la aleación y del tratamiento térmico.

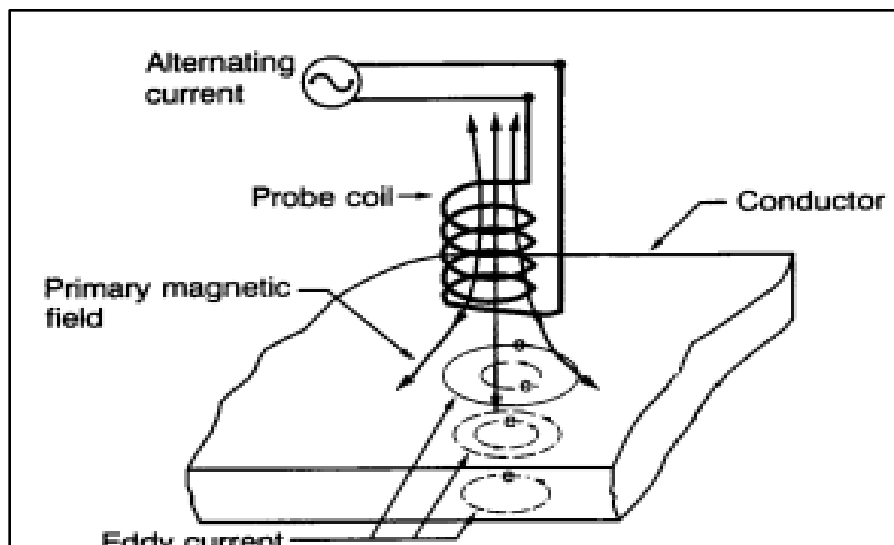


Figura 34. Corrientes Inducidas

Fuente: (Federal Aviation Administration, 1998, págs. 5-15)

b. Ultrasonido

La inspección ultrasónica es una técnica de NDI que utiliza la energía del sonido que se mueve a través del espécimen de prueba para detectar defectos. La energía sonora que pasa a través del espécimen se mostrara en un tubo de rayos catódicos (CRT), un programa de datos de computadora con pantalla de cristal líquido (LCD) o un medio de video/cámara. Las indicaciones de la superficie frontal y superior y las condiciones internas /externas aparecerán como señales verticales en la pantalla del CRT o en los puntos de datos del programa de prueba de la computadora. Existe tres tipos de patrones de visualización: el escaneo "A", el escaneo "B" y el escaneo "C", cada escaneo proporciona una imagen o vista diferente del espécimen que esta para escrutar.

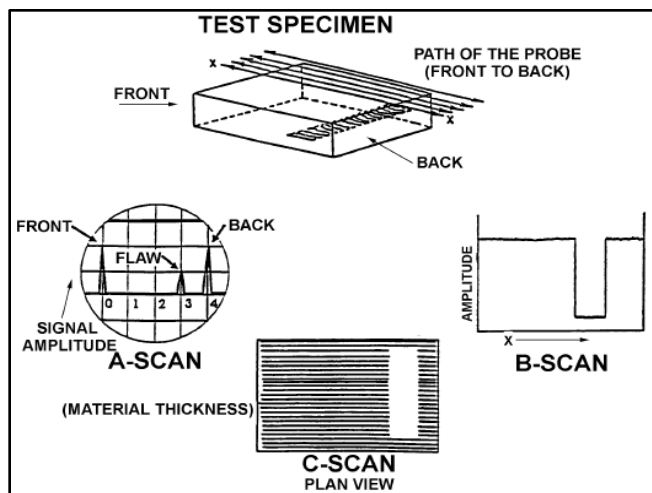


Figura 35. Ultrasonido

Fuente: (Federal Aviation Administration, 1998, págs. 5-42)

c. Partículas Magnéticas

La inspección por partículas magnéticas es un método para detectar grietas, golpes, costuras, vacíos, fosas, agujeros en el subsuelo y otras discontinuidades superficiales o ligeramente subterráneas en los materiales ferromagnéticos. La inspección por partículas magnéticas solo puede utilizarse en materiales ferromagnéticos (hierro y acero). Se puede realizar en materia prima, materiales terminados, materiales semiterminados, soldaduras, y piezas ensambladas o desensambladas en servicio.

Las partículas magnéticas se aplican sobre una superficie ya sea seca, en forma de polvo de magnesio, o húmeda, como partículas en un portador líquido como el aceite o el agua. Los usos comunes para la inspección por partículas magnéticas son: la inspección final, la inspección durante el proceso y control de calidad, el mantenimiento y overhaul.

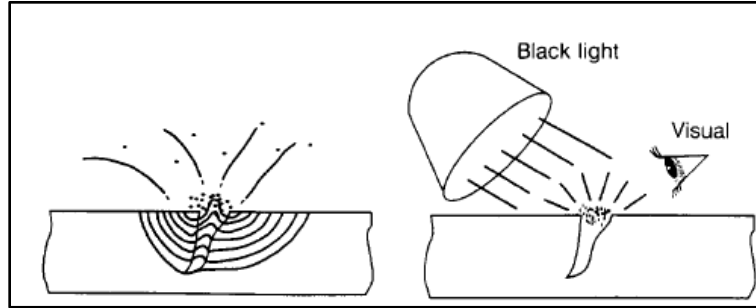


Figura 36. Partículas Magnéticas (visual crack detection)
Fuente: (Federal Aviation Administration, 1998, págs. 5-40)

d. Líquidos Penetrantes

La inspección por líquidos penetrantes se utiliza en componentes metálicos y no metálicos no porosos para encontrar discontinuidades de material que están abiertas a la superficie y pueden no ser evidentes para una inspección visual normal. La pieza debe estar limpia antes de realizar una inspección penetrante. El propósito básico de la inspección con penetrante es aumentar el contraste visible entre una discontinuidad y su fondo. Esto se logra aplicar un líquido de alto poder de penetración que entra en la abertura de la superficie de una discontinuidad.

El exceso de penetrante se remueve y luego se aplica un material revelador que extrae el líquido del defecto o la pieza a inspeccionar para revelar la discontinuidad, la evidencia visual del defecto sospechoso puede ser entonces vista ya sea por un contraste de color en la luz blanca visible normal.

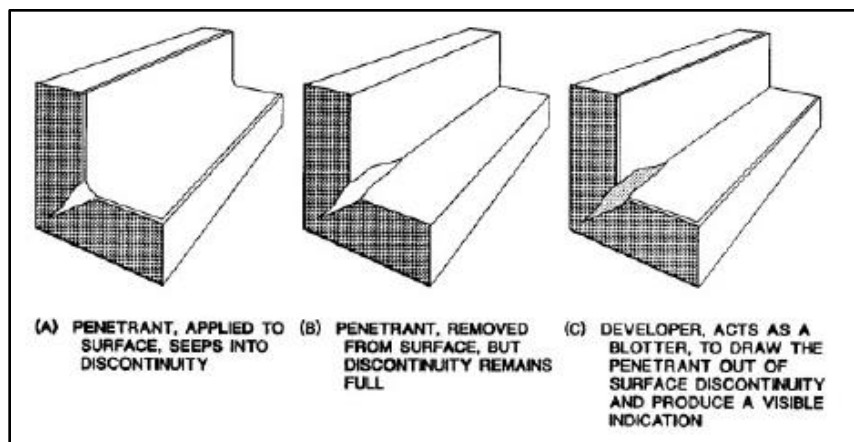


Figura 37. Líquidos Penetrantes.

Fuente: (Federal Aviation Administration, 1998, págs. 5-60)

d1. Método Penetrante.

El método penetrante no depende del ferro-magnetismo como la inspección de partículas magnéticas, y el arreglo de las discontinuidades no es un factor. El método penetrante es efectivo para detectar defectos de superficie en metales no magnéticos y en variedad de materiales no metálicos. La inspección penetrante también se utiliza para inspeccionar artículos hechos de aceros ferromagnéticos y su sensibilidad es generalmente mayor que la inspección de partículas magnéticas.

La inspección penetrante es superior a la inspección visual, pero no es tan sensible como otras formas avanzadas de prueba para la detección de grietas superficiales en servicio. Equipo utilizado para la inspección por método penetrantes.

Los equipos varían desde simples latas de aerosol utilizadas en un sistema totalmente automatizados contralados por un ordenador. Ya sea que se usen penetrantes fluorescentes o visibles, existen diferentes métodos de limpieza. Los penetrantes que se pueden lavar con agua a menudo se pueden eliminar mediante un simple proceso de

lavado con agua, mientras que los penetrantes con base de aceite pueden requerir solventes especial para su eliminación.

Algunos penetrantes a base de aceite tienen emulsionantes, ya sea añadidos después, que permiten el uso del lavado de agua, los reveladores utilizados pueden ser aplicados por un baño húmedo o seco. Por lo tanto, cada proceso de inspección de penetrantes puede requerir diferentes instalaciones y procedimientos de limpieza.

Pasos básicos para realizar la inspección de penetración.

La tabla 9 muestra un proceso general, en el diagrama de flujo de procedimiento, para los procesos de inspección de líquidos penetrantes comúnmente utilizados. Es importante asegurarse de que las piezas se limpien y se sequen completamente antes de realizar la inspección con líquidos penetrantes. La tabla 9 muestra las aplicaciones de varios métodos de pre-limpieza para la inspección del penetrante.

Tabla 8.

*Clasificación de los materiales de inspección de penetrantes
Cubiertos por la MIL-I-25135E.*

SISTEMA DE PENETRANTES	DESARROLLO	REMOVEDORES
Tipo I: Tinte fluorescente	Forma a: Un Polvo Seco	Clase (1) Halogenado
Tipo II: Tintura visible	Forma b: Soluble en agua	(clorado)
Tipo III: Tintura visible y fluorescente (modo dual)	Forma c: Agua Sostenible	Clase (2) No halogenado (no clorado)
	Forma d: No acuosa	Clase (3) Aplicación específica
	Forma e: Solicitud Específica	
Método A: Lavable con agua		
Método B: Post-emulsionable, Lipofílico		
Método C: Extraíble con disolvente		
Método D: Post Emulsionable, Hidrófilo		

Fuente: (Federal Aviation Administration, 1998, págs. 5-30)

d2. Limpieza y aplicación.

Se debe utilizar un limpiador para eliminar los contaminantes de las piezas de los materiales de inspección penetrantes. Después de que la inspección se haya completado, se eliminan los residuos del material de inspección penetrante. Los siguientes limpiadores se utilizan comúnmente durante el proceso de inspección con penetrantes.

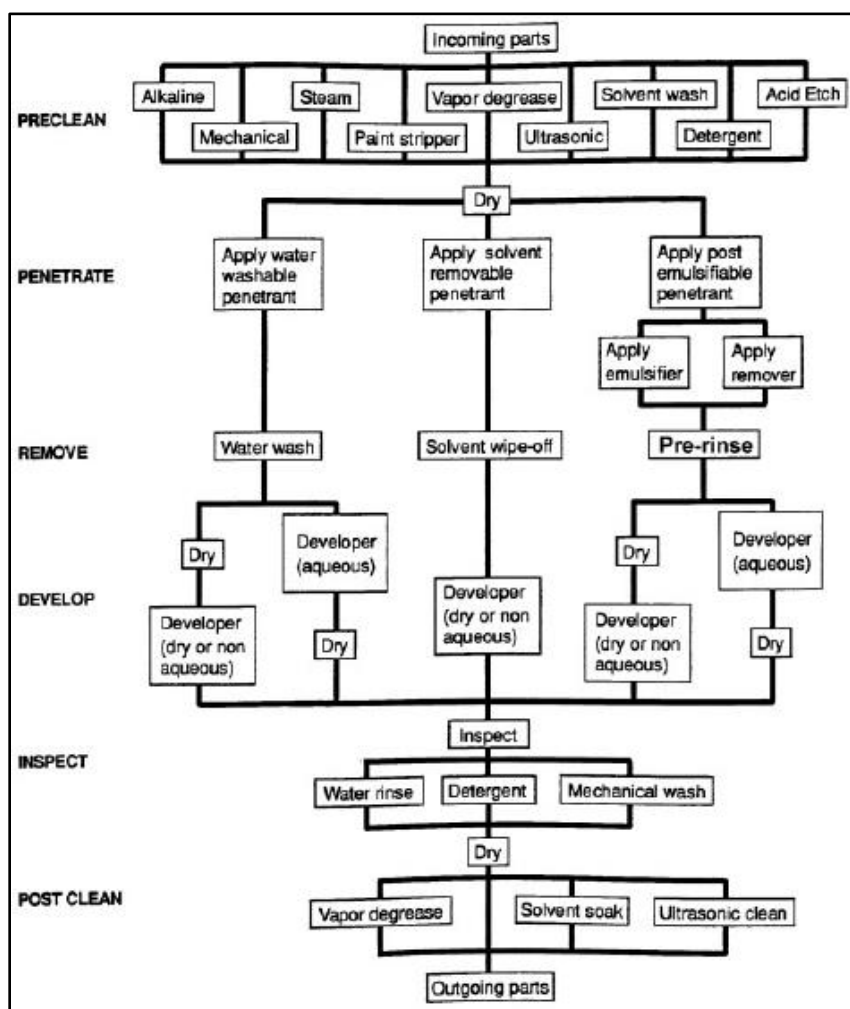


Figura 38. Proceso General por el método de inspección por líquidos penetrantes.
Fuente: (Federal Aviation Administration, 1998, págs. 5-62)

e. Inspección Visual directa y remota

La inspección visual es la forma más antigua y común de NDI para aeronaves. Aproximadamente el 20% de todos los procedimientos de NDI se llevan a cabo por los métodos visuales directos. Este procedimiento de inspección puede ser mejorado en gran medida por el uso de combinaciones apropiadas de instrumentos de aumento como: boroscopios, frentes de luz, escáner de video y otros dispositivos. La inspección visual proporciona un medio para detectar y examinar una amplia variedad de discontinuidades, tales como grietas, corrosión, contaminación, acabado superficial, uniones soldadas.

La inspección visual se utiliza ampliamente para detectar y examinar las grietas de la superficie de las aeronaves, que son particularmente importantes a su relación con fallas estructurales, además se usa frecuentemente para proveer verificación esporádica, los defectos son encontrados inicialmente usan otras técnicas de NDI. El uso de ayudas ópticas para la inspección visual es beneficioso y recomendado. (Federal Aviation Administration, 1998, págs. 5-15-89)

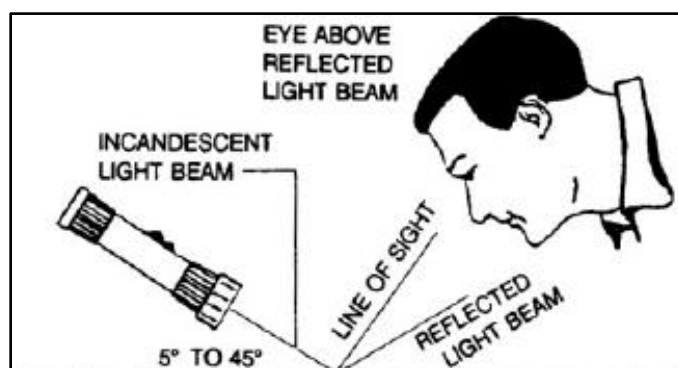


Figura 39. Insp. Visual y Remota

Fuente: (Federal Aviation Administration, 1998, págs. 5-15)

2.13 Seguridad en mantenimiento de aeronaves.

El trabajo de mantenimiento de aviones contiene la inspección y reparación de las estructuras del avión, así como los recubrimientos y sistemas de los mismos en hangares o en el aeropuerto. Una buena capacitación y buenas prácticas de trabajo aseguran la seguridad del trabajador y de la aeronave.

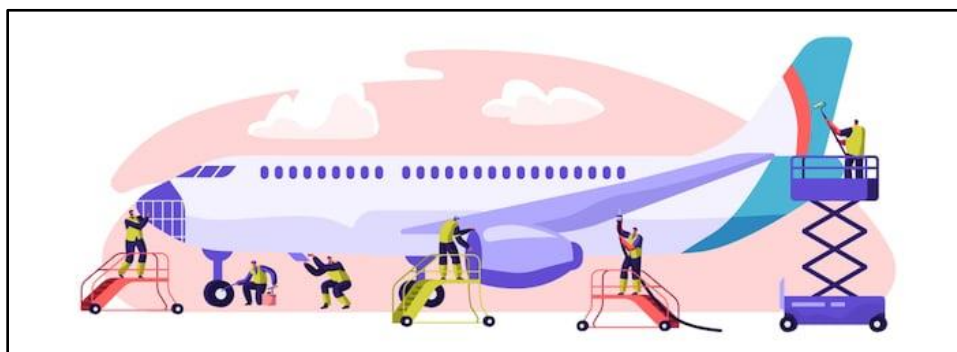


Figura 40. Mantenimiento de aeronaves

Fuente: (Shutterstock, 2003)

Las aeronaves grandes y pesadas hacen difícil ver al personal de tierra, se hacen maniobras en el hangar o en el área de mantenimiento. Vigilar y comunicarse con el operador del avión para evitar accidentes en los que alguna persona pueda resultar golpeada o aplastada, (ser atropellado por una rueda o golpearse contra un ala o la cola). Jamás entrar a rampa ni a las áreas de operaciones sin primero obtener permiso del centro de control del aeropuerto.

Trabaje a un ritmo uniforme. Apresurarse en las tareas aumenta el tiempo de trabajo y crea accidentes. Para evitar caídas, tenga cuidado de no tropezarse con las mangueras o cables conectados a la aeronave. Las áreas bien iluminadas brindan mayor seguridad. Vigile los bordes filosos del borde de ataque y los extremos de las alas, antenas

puntiagudas, sondas y banderillas de aviso (“Remove Before Flight”) que sobresalen del avión. Golpearse contra esas superficies o protuberancias filosas puede causar lesiones, cortadas o contusiones.



Figura 41. Señalética en aeronave
Fuente: (Remove Before Flight, 2001)

Manténgase dentro de las líneas de demarcación pintadas en el suelo y alejado del arco de la hélice del avión. Entrar en contacto con una hélice, un rotor o una pieza giratoria expuesta de cualquier tipo puede causar lesiones graves.



Figura 42. Cuidado de hélice y chequeo FOD
Fuente: (H. H. Mercer, Inc., 2019)

Los aviones grandes requieren el uso de escaleras, plataformas y andamios para alcanzar las áreas de trabajo. Cumpla con los lineamientos de seguridad para el uso de las escaleras. Use un arnés de protección contra caídas para que sea necesario. Es posible que deba trabajar en áreas estrechas mientras da mantenimiento a un avión. Evalúe las áreas de acceso al avión y las tareas a ejecutar en lugares estrechos y observe los procedimientos de seguridad para espacios reducidos como sea necesario.

Las sustancias químicas utilizadas en los aviones incluyen los lubricantes, los combustibles, fluidos quitadores de acabados, pinturas y disolventes. Estas sustancias pueden estar concentradas y contener materiales peligrosos; use las hojas de datos de seguridad de materiales (MSDS, por sus siglas en inglés). Las MSDS explican cómo manejar las sustancias químicas, así como su almacenaje y desecho correctos, y los equipos de protección personal (PPE, por sus siglas en inglés) necesarios para trabajar con seguridad. Nunca fume en los alrededores de las áreas de mantenimiento de aviones, donde puede haber sustancias químicas y combustibles inflamables.



Figura 43. Sustancias Químicas usadas en aviación

Fuente: (Exxon Mobil Corporation, 2003)

Las tareas de fabricación y reparación requieren el uso de herramientas tales como equipos de soldadura, taladros, remachadoras o esmeriladoras. Dé mantenimiento necesario a las herramientas y observe los procedimientos de seguridad. Al mover partes o materiales grandes y voluminosos de aviones, use dispositivos de ayuda o pida ayuda para levantarlos sin peligro.



Figura 44. Manejo de Herramientas

Fuente: (Servicios de la ergonomía, 2015)

Los PPE varían según las tareas a ejecutar. Los cascos protectores (bump caps) le protegen contra golpes accidentales en partes del avión. Un casco de seguridad (hard hat) le protege contra objetos que caen. Las gafas, careta o anteojos de seguridad le protegen la cara y los ojos, depende de la tarea y los materiales con que trabaja. Los overoles, y los guantes y botas de hule, le protegen las manos y los pies contra sustancias químicas. Unos guantes resistentes le protegen las manos contra cortaduras y rasguños, mientras que las botas con punta de acero y suelas antideslizantes le protegen los dedos de los pies y disminuyen el peligro de caídas. Use equipos de protección para los oídos (tapones, orejeras, etc.) para protegerse contra el ruido de los aviones. Así mismo, es posible que deba usar un equipo de respiración para controlar el polvo proveniente de operaciones de esmerilado o lijado.



Figura 45. EPP

Fuente: (Movitécnica, 2019)

2.10. Elementos de software de ayuda.

a) AutoCAD

AutoCAD es un software del tipo CAD (Computer Aided Design) que en castellano significa diseño por computadora, y que fue creado por una empresa norteamericana especializada en este rubro llamada Autodesk.

Si bien AutoCAD es el software más exacto de esta categoría, en el mercado existen otros competidores como MicroStation, Vector Works, IntelligentCad para el modelado tridimensional, y paramétricos como Catia, Solid Works y Solid Edges, pero lo cierto es que la robustez y la confiabilidad de AutoCAD lo han elevado al podio máximo en las preferencias de los profesionales del sector. (AutoCAD, 2018)



Figura 46. AutoCAD

Fuente: (Tecnología & Informática, 2019)

b) SAP 2000

El SAP2000 es un programa de elementos finitos, con interfaz gráfico 3D orientado a objetos, preparado para realizar, de forma totalmente integrada, la modelación, análisis y dimensionamiento de lo más amplio conjunto de problemas de ingeniería de estructuras.

Conocer por la flexibilidad en al tipo de estructuras que permite analizar, por su poder de cálculo y por la fiabilidad de los resultados, SAP2000 es la herramienta de trabajo diaria para varios ingenieros. (SAP 2000, 2019)



Figura 47. SAP 2000

Fuente: (CivilTed, 2018)

CAPÍTULO III

INSPECCIÓN DE LOS MONTANTES DEL MOTOR ROLL ROYCE

DART E IMPLEMENTACIÓN DEL TECLE TIPO ACORDEÓN

En este capítulo se detalla los trabajos y actividades que se realizaron para la inspección de los montantes del motor Roll Royce Dart 532-71 y la implementación del tecla tipo acordeón, puntualizar que los procedimientos fueron basados a técnicas e información técnica.

3.1. Descripción del equipo

El tecla tipo acordeón es un equipo de ayuda para verificar trabajos de mantenimientos e inspecciones aeronáuticas en el motor y determinar si existe o no algún problema determinado. Un sistema de inspección consta de varios procesos, que incluyen los informes hechos por los mecánicos o el piloto o tripulación que vuela una aeronave e inspecciones regulares programadas de una aeronave. Un sistema de inspección está diseñado para mantener una aeronave en las mejores condiciones posibles. Las inspecciones minuciosas y repetidas deben considerarse la columna vertebral de un buen programa de mantenimiento.

Las inspecciones irregulares y al azar provocarán invariablemente un deterioro gradual y seguro de la aeronave. El tiempo para dedicar la reparación de un motor que ha sufrido abuso es a menudo muy largo. Más que en cualquier otro tiempo que se ahorra

al apresurarse en la rutina inspecciones y mantenimiento. Las inspecciones de fuselajes y motores pueden ir desde inspecciones previas al vuelo hasta inspecciones detalladas. (Handbook, 2019)

3.2. Descripción del diseño

Como relación a bocetos de investigación en el internet acerca de elevadores mecánicos, tipos de soporte y de acuerdo a las dimensiones del motor y altura de levantamiento, se actuó a ejecutar los planos en el software AutoCAD.

3.3. Simulación y análisis en el software

Con apoyo de un software especializado en el análisis de materiales (SAP 2000), se llevó a cabo la simulación de los componentes y materiales a utilizar en la construcción de nuestro tecele tipo acordeón al querer la tensión, compresión, esfuerzos cortantes y deformación de los mismos, para así elegir los más factibles en la seguridad y operabilidad.(ver anexo L cálculos de resistencia)

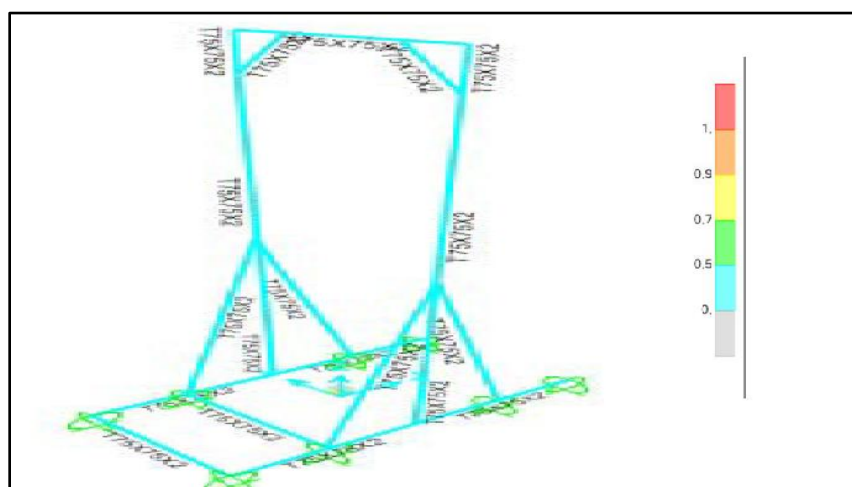


Figura 48. Análisis del modelo geométrico escala de peligro.

3.3.1. Modelo Geométrico

Esta división proporciona información sobre la geometría del modelo, incluye elementos como las coordenadas de las articulaciones, las sujeciones de las articulaciones y la conectividad de los elementos.

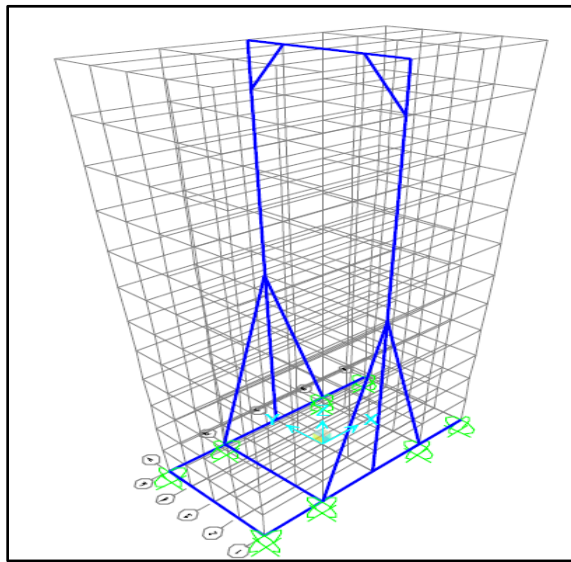


Figura 49. Modelo de elementos finitos

Conforma principalmente por barras metálicas de perfil rectangular unidas entre sí por espárragos y rigidizadores, se establece la forma típica de tijera que les caracteriza y orientadas de forma que el eje fuerte (el de mayor momento de inercia) es el que recibe el esfuerzo de la carga a la hora de elevarla, presentar mayor resistencia frente a los momentos flectores que se introducen en las mismas.

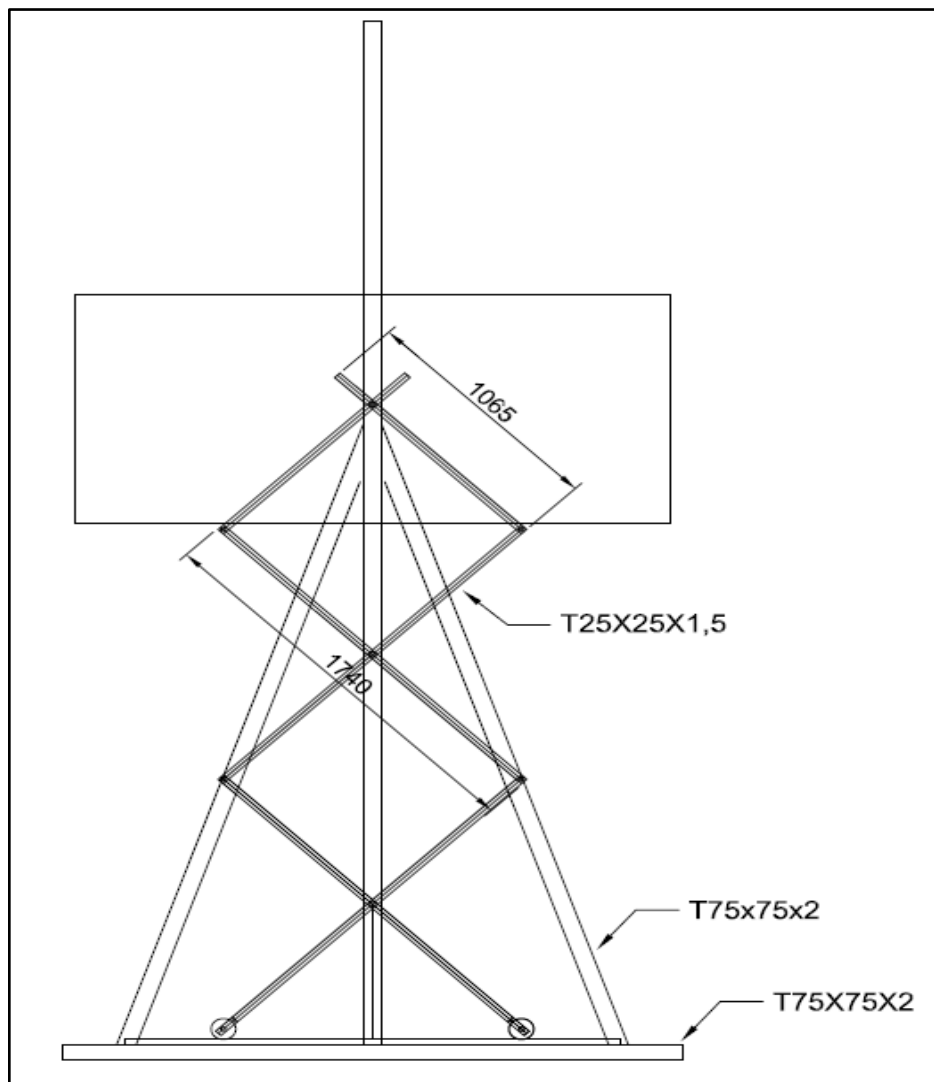


Figura 50. Elevador Tipo Acordeón

En función de la cantidad de barras que se encuentren edificadas, el mecanismo podrá alcanzar diferentes alturas, siempre poseer en cuenta la acotación estructural presente que confinan las alturas máximas de operación en este tipo de elevadores.

3.3.2. Puntos de unión

La tabla 10 muestra los puntos de unión abarcado por el software SAP 2000 en el cual podemos observar que en cada eje tenemos un esfuerzo, ya en si no arroja más de 10 esfuerzos, pero en si estos son los más importantes para el uso del tecele tipo acordeón.

Tabla 9.

Muestreo de puntos de unión del prototipo

Punto	CoordSys	CoordType	GlobalX m	Global Y m	Global Z m
1	GLOBAL	Cartesian	0,	-0,75	3,
2	GLOBAL	Cartesian	0,	0,75	3,
9	GLOBAL	Cartesian	0,	-0,75	6,
10	GLOBAL	Cartesian	0,	0,75	6,
11	GLOBAL	Cartesian	0,	0,375	6,
12	GLOBAL	Cartesian	0,	-0,375	6,

3.3.3. Barra unión

Se trata de las barras que unen el mecanismo de tijera a las placas del lado derecho e izquierdo por medio de las piezas, tolerar así el desplazamiento vertical del mismo gracias al deslizamiento horizontal de los tacos sobre las guías.

El objetivo de esta pieza es el de anclar el mecanismo de tijera tanto al tubo o guía izquierdo y derecho de forma que sólo se permita la rotación relativa entre ellas.

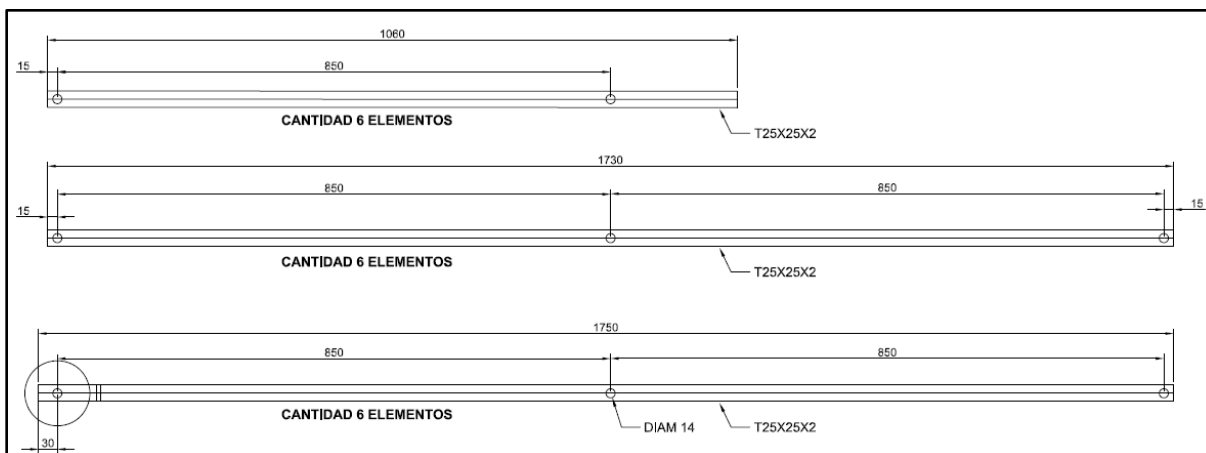


Figura 51. Barra de Unión.

3.3.4. Barra de sujeción o soporte

La barra de sujeción soporta cargas elevadas e impactos repentinos, y la mayoría de las jurisdicciones tienen normas de construcción que especifican qué cargas tienen que soportar. Generalmente se montan en elevadores mecánicos por ejemplo en este prototipo para que pueda soportar la carga inducida (motor). Pero no se pueden montar sólo atornilladas directamente sin una gruesa placa metálica de refuerzo en el otro lado, ya que no soportaría el peso de la carga.

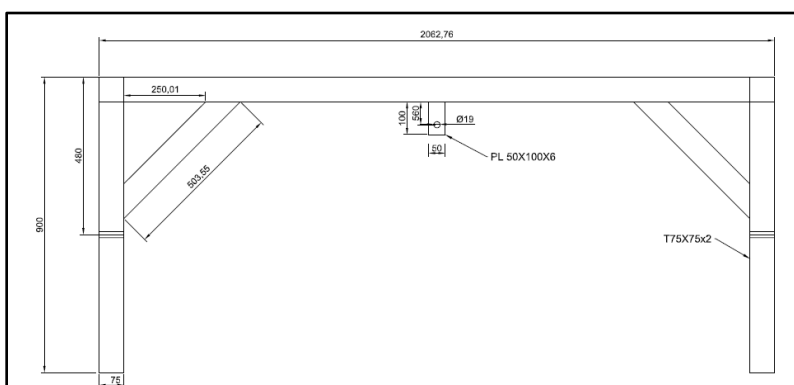


Figura 52. Barra de sujeción

3.3.5. Ruedas de la estructura tipo acordeón.

Las piezas que permiten el desplazamiento del acordeón, las ruedas propuestas son de reducir el tamaño, con el objetivo de mantener el centro de gravedad de la máquina lo más bajo posible para otorgarle la mayor estabilidad posible.

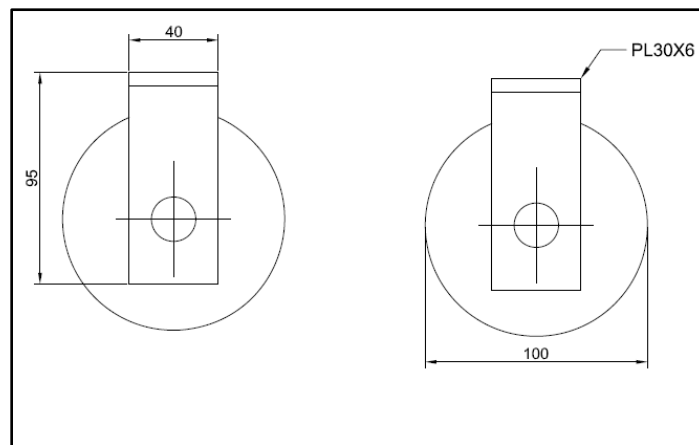


Figura 53. Ruedas para el acordeón.

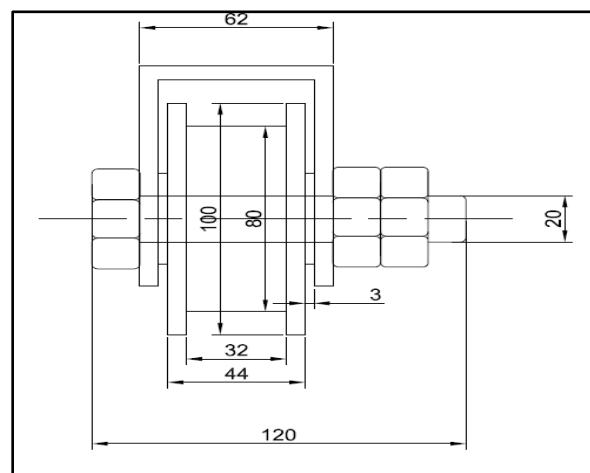


Figura 54. Moldeado de Llanta.

3.3.6. Resultados de la estructura

Proporciona los resultados de la estructura, incorpora elementos como los periodos estructurales y las reacciones de la base.

Tabla 10.
Resultados estructurales

Marco	Secc.Diseñ	Tipo	Radio
783	T75X75X2	Viga	0,018367
787	T75X75X2	Viga	0,018367
788	T75X75X2	Viga	0,013134
794	T75X75X2	Columna	0,128503
795	T75X75X2	Columna	0,128503
807	T75X75X2	Viga	0,012047
808	T75X75X2	Viga	0,029196
1	T75X75X2	Tirante	0,039913
2	T75X75X2	Tirante	0,022005
3	T75X75X2	Columna	0,009158
4	T75X75X2	Tirante	0,039913
5	T75X75X2	Tirante	0,022005
6	T75X75X2	Columna	0,009158
12	T75X75X2	Columna	0,02679
13	T75X75X2	Viga	0,269739
14	T75X75X2	Columna	0,02679
15	T75X75X2	Tirante	0,096694
16	T75X75X2	Tirante	0,096694

El ejemplar arroja los resultados estructurales en el cual se ven diferentes acciones o soportes en la estructura principales laterales con el objetivo de asistir aún más a soportar las cargas. La función de dichos soportes suplementarios es aumentar la rigidez de toda la estructura. También se muestra en color verde los soportes esquineros que soportan la flexión de las estructuras laterales respecto al eje X.

3.4. Cálculos estructurales

Para realizar los siguientes cálculos estructurales se parte de la información que se posee:

- Peso del motor Roll Royce = 561.1kg = 1234.42 lb, esfuerzo del material 36Ksi=36000 psi.
- Como se tiene estos datos se parte con la fórmula de factor de seguridad:

$$\text{Factor de seguridad} = \frac{\text{Carga ultima}}{\text{carga permisible}}$$

$$F.S = \frac{Fu}{Fp.}$$

$$Fu = (F.S)(Fp)$$

$$Fu = (3)(1234.42lb)$$

$$Fu = 3703.26lb$$

- Se utiliza la fórmula de esfuerzo para conocer sobre el área que se necesita de acuerdo al factor de seguridad.

$$\text{Esfuerzo} = \frac{\text{Fuerza}}{\text{Area.}}$$

$$\sigma = \frac{F}{A.}$$

$$A = \frac{F}{\sigma}$$

$$A = \frac{3703.26 \text{ lb}}{36.000 \text{ psi}}$$

$$A = 0.10287 \text{ in}^2$$

- Procede a transformar de pul² a mm².

$$A = 0.10287 \text{ in}^2 \frac{(25,4 \text{ lb})^2}{(\text{In})^2}$$

$$A = 66.37 \text{ mm}^2$$

3.4.1. Área calculada

- Esta consideración se toma de acuerdo a que la estructura no solo trabajará a compresión y tracción, sino también estará expuesta a carga de flexión y uniones en sus caras lo que puede causar desgarramiento laminar.
- Los pernos tienen una pulgada de diámetro y están expuestos a esfuerzo cortante doble y se asume la carga el peso total del motor que es 561.1 kg o 1234.42 lb.

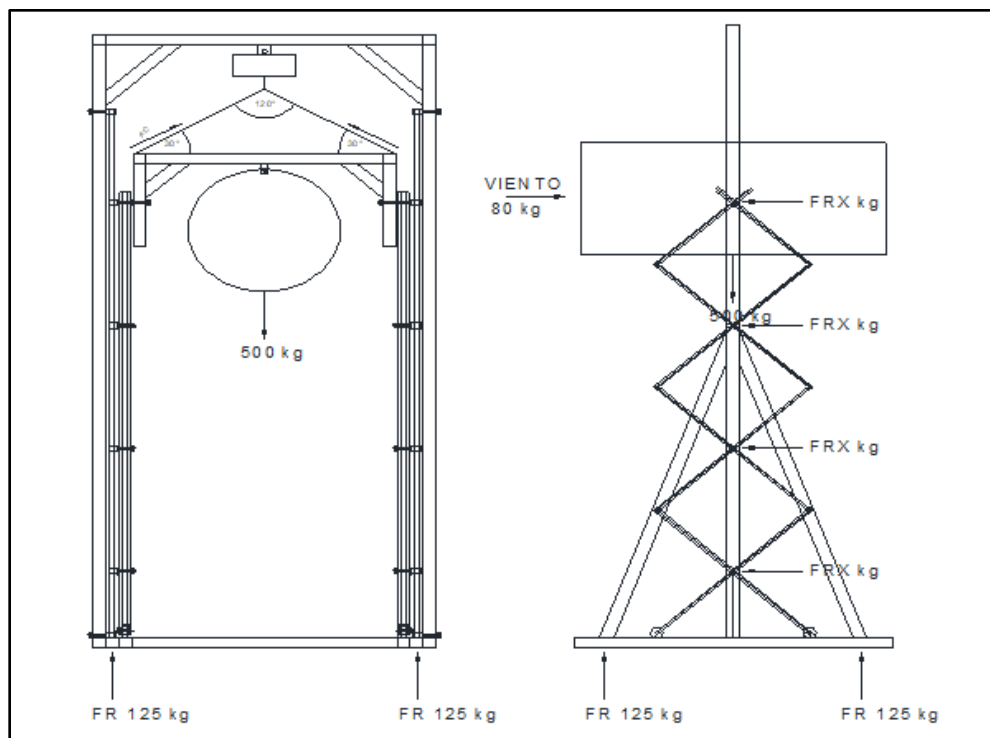


Figura 55. Área calculada

- Reacción de Fuerzas para cada rueda.

$$\Sigma Fy = 0$$

$$500kg = 4FR$$

$$FR = 125 kg$$

- Cargas de viento o desbalanceo del motor.

$$\Sigma Fx = 0$$

$$80kg = 4FRx$$

$$FRx = 20kg$$

- Cable tensión al cable de acero de la viga.

$$\Sigma Fx = 0$$

$$500Kg = 2Fy1$$

$$Fy1 = 250Kg$$

$$Fc = 250Kg / \text{sen } 30^\circ$$

$$Fc = 250Kg / \text{sen } 30^\circ$$

$$Fc = 250Kg / \text{sen } 30^\circ$$

$$Fc = 500kg$$

- Wincha Eléctrica.

$$\Sigma Fy = 0$$

$$500kg = FT$$

$$FT = 500kg$$

3.5. Componentes del tecele tipo acordeón.

El tecele tipo acordeón consta de elementos principales para el levantamiento y desmontaje del motor roll royce dart.







- Pilar de mayor longitud.
- Viga de sujeción.
- Motor eléctrico.
- Cables de tensión.

3.6. Simbología de proceso de construcción

Para la elaboración del tecele tipo acordeón se debe proceder de forma progresiva por lo que se requiere de procesos de construcción para ejecutar la estructura metálica

3.6.1. Simbología de procesos

Tabla 11.
Procesos

Número	Símbolo	Significado
1		Inicio
2		Proceso
3		Preparación
4		Inspección
5		Ensamblaje
6		Fin

3.6.2. Pilares de construcción

Estos elementos del teche tipo acordeón contienen perfil cuadrado y son de material ASTM A36 y el proceso de construcción al que se rige es el siguiente flujograma.

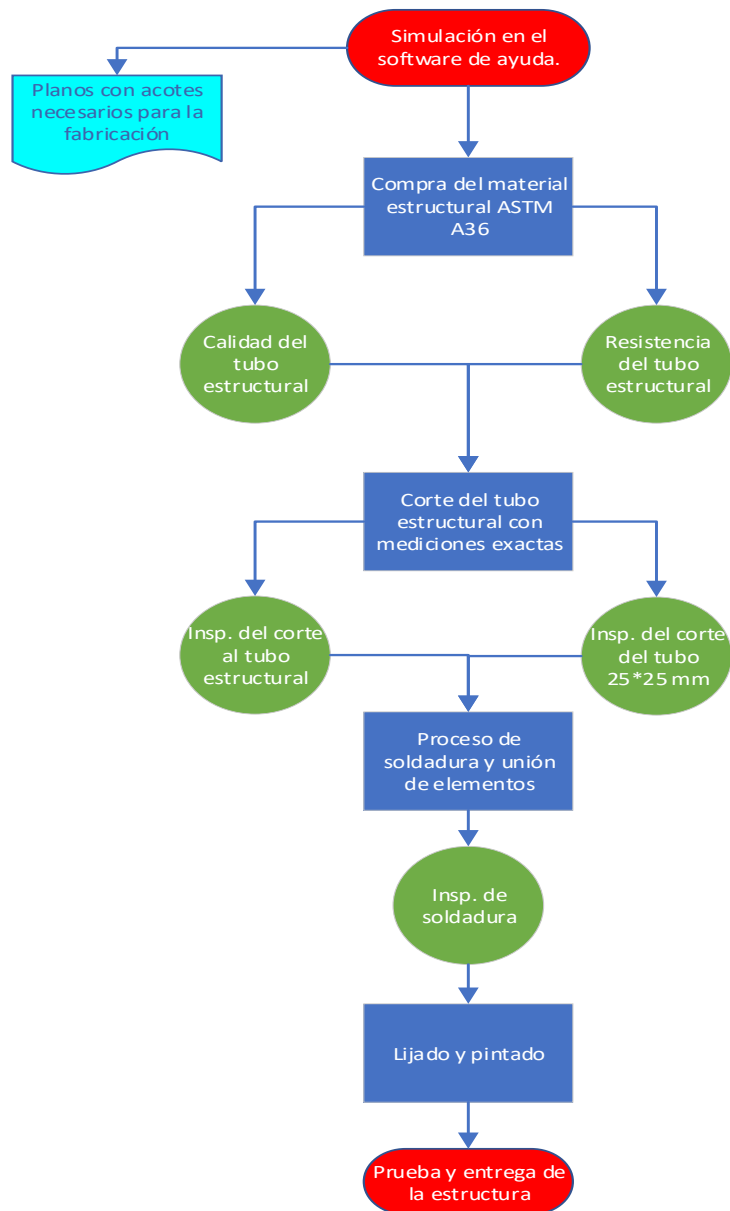


Figura 56. Pilares de construcción

3.7. Proceso de construcción.

La técnica de elaboración del tecele tipo acordeón inicia con la medida de los materiales, luego se procede con la cortadura, la unión de material y por último la pintura.

a. Corte de material

Se realiza el corte del material de acuerdo a las medidas establecidas en el plano con la ayuda en el software AutoCAD.

- Pilar de mayor longitud: 75*75 mm
- Pilar de menor longitud: 25*25 mm
- Viga de sujeción: 75*75 mm



Figura 57. Procesos de Corte de tubos rectangulares.

b. Unión del material

Después de los cortes de los materiales se procede a la unión de los elementos a través de la suelda ya que con ello se utiliza electrodos 6011 por su inserción y electrodos 7018 para su resistencia.



Figura 58. Procedimiento de soldadura de arco eléctrico 6011

Fusión total de los materiales (tubo rectangular), es aquí donde los materiales están adherentes.



Figura 59. Inserción de la suelda, electrodos 7018

3.8. Procedimiento a la fabricación del acordeón (tijera)

Previamente con los cortes de los materiales se procede al corte de tubos 25*25 mm los cuales van a ser la tijera para el prototipo. Adicionalmente para el funcionamiento de elevación se implementó una barra redonda de acero. La unión de los tubos rectangulares 25*25 mm es con pasadores roscados y asegurados con tuercas de aleación de acero inoxidable (tuercas de seguridad).



Figura 60. Formación del acordeón.



Figura 61. Acordeón.

3.9. Viga de sujeción

a. Edificación de la viga de sujeción.

Mediante la aplicación obtenida propuestas en el software (AutoCAD), se da inicio al proceso de realizar las medidas y sus respectivos cortes para el ensamblaje del tecla tipo acordeón.

b. Corte de material para la viga de sujeción

El material maleable con sus respectivas medidas se procede a cortar el tubo rectangular, también se realizan cortes con ángulos donde se unirán fijamente con la suelda de arco eléctrico con electrodos 6011 y para su resistencia electrodos 7018.



Figura 62. Corte de material



Figura 63. Soldadura

c. Unión de la viga con el acordeón

La viga rectangular de 75*75 mm se une a los tubos 25*25 mm mediante los pernos y tuercas de sujeción a los tubos que son del acordeón para distribuir las cargas tanto en la viga como en el acordeón.



Figura 64. Unión de la viga con el acordeón.

3.10. Proceso de lijado y pintura.

Se realiza la limpieza y lijado del tecele tipo acordeón para que acuerde con una superficie lista para la aplicación de las capas de pintura. Además, se efectúa una capa de barniz anticorrosiva y las capas de pintura para un perfecto estado.



Figura 65. Procesos de lijado al prototipo.



Figura 66. Pintado

3.11. Maquinas herramientas utilizadas.

Para la preparación del teclé tipo acordeón se empleó diferentes máquinas y equipos y herramientas que se detallan.

Tabla 12.
Artefactos Utilizados

Maquinas	
N	Descripción
1	Terreno de trabajo
2	Cizalla
3	Rectificadora
4	Pulidora
5	Taladro
6	Esmeril
7	Amoladora
8	Soplete

Tabla 13.
Artefactos Utilizados.

Herramientas	
N	Descripción
1	Flexómetro
2	Calibrador
3	Tiza
4	Arco de sierra
5	Martillo se acero
6	Disco de corte
7	Disco de pulir
8	Llaves de boca y corona

3.12. Diagrama de flujo a componentes bajo inspección.

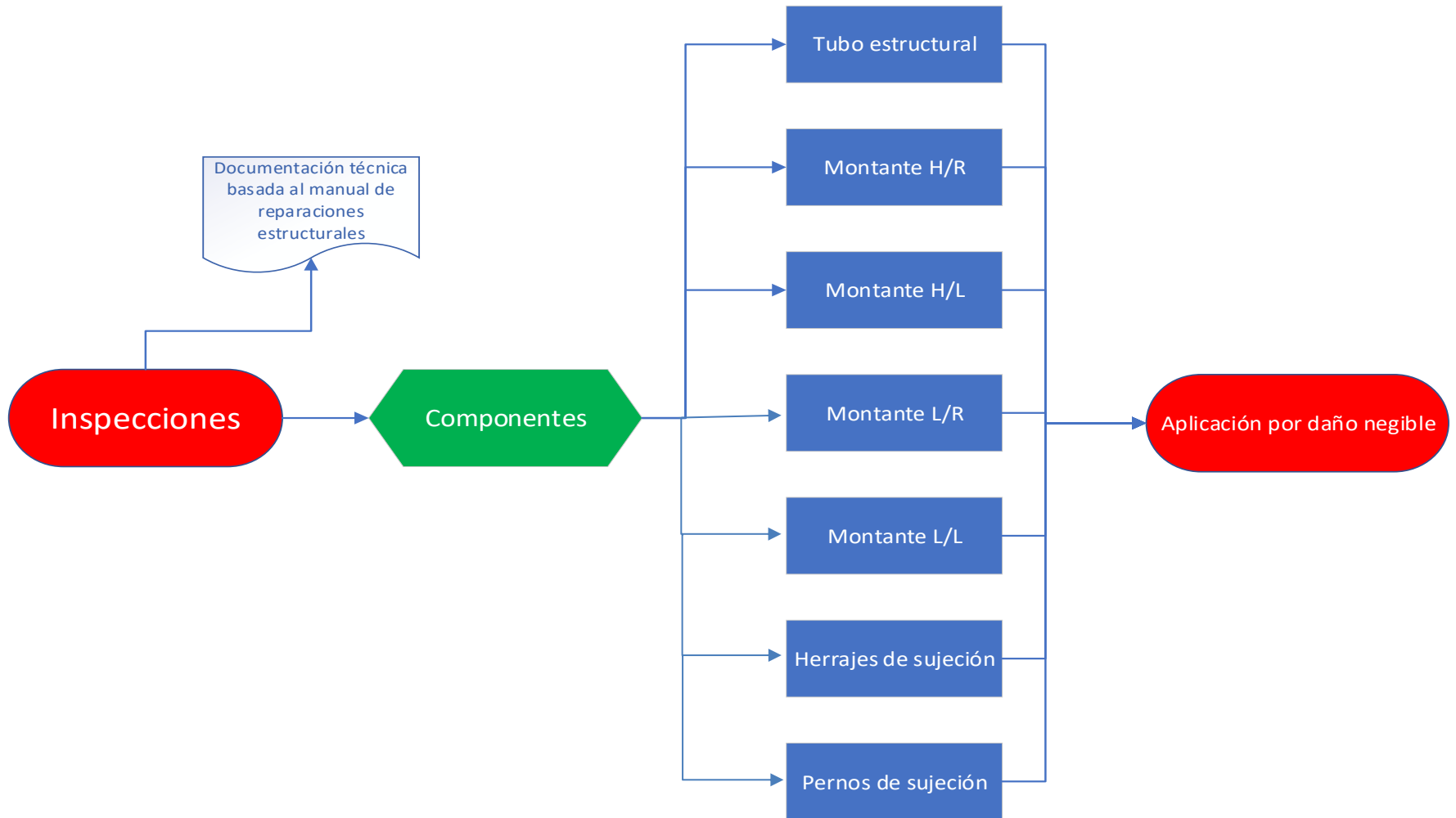


Figura 67. Diagrama de flujo

3.13 Inspección de los montantes del motor roll royce dart 532-71

Se ejecuto la inspección visual del montante de acuerdo al manual de mantenimiento ATA 72-00-00, que es un componente primordial en el motor, el cual soporta la carga del mismo. Por ello se utilizó elementos secundarios como lupas, espejos, linternas de mano (incandescentes) que me indica el fabricante para la realización del primer paso la inspección visual.

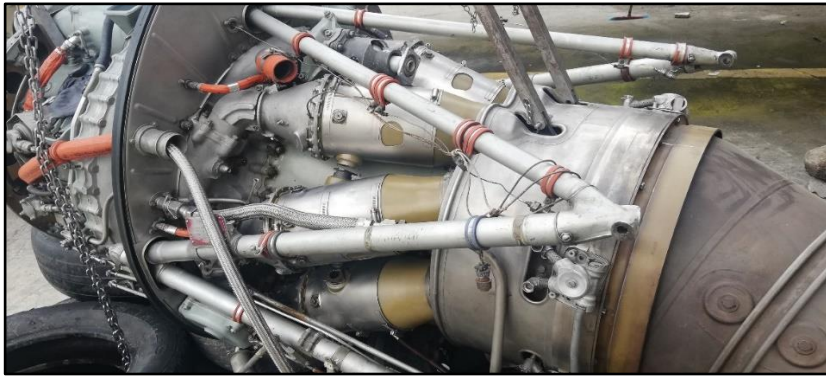


Figura 68. Montantes del Motor Roll Royce Dart.

Elementos bajo inspección.

- Tubo estructural superior .
- Herrajes de fijación de la pared de fuego (End Fittings).
- Montante superior derecho (Engine Mount H/R) del motor derecho
- Montante inferior derecho (Engine Mount L/R) del motor derecho
- Montante superior izquierdo (Engine Mount H/L) del motor izquierdo
- Montante inferior izquierdo (Engine Mount L/L) del motor izquierdo
- Pernos de sujeción.

a. Inspección visual al tubo estructural superior

Se hizo la inspección visual nivel uno la cual determina daños rajaduras, scratch, fittings y varias situaciones que provocan posibles rajaduras a futuro ya que el componente se encuentra inoperativo para su vuelo. Una vez contemplado con la documentación técnica y con materiales necesarios como lupa y linterna incandescente que me indica el fabricante para realizar la mencionada inspección se realizó la limpieza del tubo estructural superior central, en el cual no se encontró ningún daño o discontinuidad.



Figura 69. Limpieza e inspección visual al tubo estructural.

b. Inspección visual a los herrajes de fijación de la pared de fuego

También, al seguir los pasos del manual de mantenimiento se continua con la inspección visual, ya con los materiales necesarios y con la limpieza adecuada se pudo evidenciar polvo y un de fisis pequeño de corrosión en los herrajes de fijación (fitting).

El manual nos indica que se limpie la zona, se verifique discontinuidades o aplicar otro tipo de NDT, el cual por seguridad se aplicara tintes penetrantes para encontrar discontinuidades o rajaduras etc.

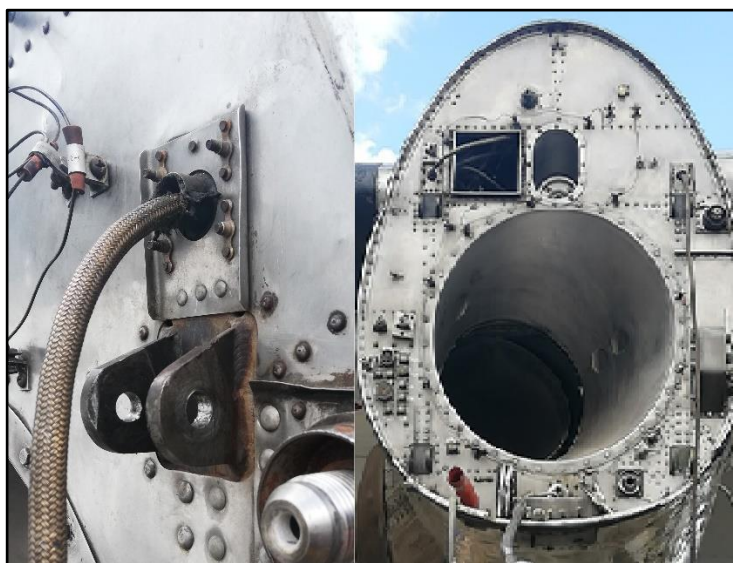


Figura 70. Insp. Visual y limpieza de herrajes de sujeción.

c. Inspección visual al montante superior derecho del motor derecho

Basado con las instrucciones del manual se emplea la limpieza en la cual no se encontró ninguna discontinuidad.



Figura 71. Montante superior derecho.

d. Inspección visual al montante inferior derecho del motor derecho

Igual mediante la información técnica se encontró que el montante está en perfectas condiciones gracias a la limpieza y la insp. visual dejando así ninguna discontinuidad o fatiga.



Figura 72. Montante inferior derecho.

e. Inspección visual al montante superior derecho del motor izquierdo

Actuando de la misma forma se cambia de sitio dirigiéndose al motor izquierdo, igual con la información técnica necesaria y con la ayuda de los materiales necesarios se realizó la limpieza adecuada y la inspección visual mandatoria.



Figura 73. Montante superior izquierdo

f. Inspección visual al montante superior derecho del motor izquierdo

Igualmente, como se realizó en el lado derecho se efectúa la limpieza y se determina si hay alguna discontinuidad en el montante con la ayuda de las herramientas que nos indica el manual del fabricante.



Figura 74. Montante Inferior izquierdo

g. Inspección visual a los pernos de sujeción del motor

Con la ayuda de la información técnica del fabricante y con las herramientas necesarias para la limpieza de los pernos se encontró pequeñas rajaduras en la cabeza del perno, ya que el manual de mantenimiento nos dice que se debe realizar otro tipo de NDT para mayor seguridad y aeronavegabilidad de esos pernos, además no se encontró ninguna discontinuidad severa en el cuerpo del perno de sujeción del motor.



Figura 75. Perno de sujeción.

Este tipo de método predictivo es uno más fiable que existe para la ayuda que se comprueba el estado de los componentes y sus respectivas soldaduras para no encontrar discontinuidades que presentan estas uniones o soldaduras. El principal instrumento de valoración es el ojo humano que se perfecciona con instrumentos de iluminación y medición. A conclusión de esta inspección se acató gracias a la agudeza visual al realizar el estudio en los componentes con sus respectivos porcentajes adecuados y basados en el manual de reparación estructural el cual da una tolerancia para la inspección. Ya que el fabricante nos señala por seguridad realizar otro tipo de NDT el cual es tintes penetrantes.

3.14 Aplicación del ensayo por líquidos penetrantes al montante derecho del motor roll royce darte 532-71

Los montantes del motor derecho Roll Royce de la aeronave Fairchild Fh 227 está diseñado y fabricado de acero con aleación de aluminio y permite el método de inspección por líquidos penetrantes, según el material y manejar paso a paso las condiciones que nos indica el manual de reparación estructural de la aeronave fairchild FH-227.

Para resolver el daño o discontinuidad en los montantes del motor roll royce dart se ejecutará un análisis que recomienda el estado del montante mediante el ensayo no destructivo como manda el manual de reparaciones estructurales Ata 54 pag. de la 7 a los 9 daños negibles.

Las tintas penetrantes de marca MAGNAFLUX WP2 que se utilizara cumplen la norma ASTM E165 las cuales son:

- Penetrante
- Removedor
- Revelador



Figura 76. Tintes penetrantes.

a. Aplicación por daño negible al tubo estructural

- **Daño Negible**

Las picaduras, no más de $1/5$ de del grosor de la pared del tubo en profundidad después de una limpieza, las ralladuras se clasifican como insignificantes cuando se pulen o se liman. Los límites de rajaduras o rayaduras longitudinales son una longitud máxima del doble del diámetro exterior del tubo y una profundidad máxima de $1/5$ de espesor en la pared del tubo. También se consideran insignificantes las hendiduras leves, sin grietas, con una profundidad que no exceda de $1/20$ de exterior de diámetro.

Al conocer el daño tolerante que puede evaluar se arranca con la aplicación de los tintes penetrantes en el tubo estructural. Se coloca el tinte penetrante a las secciones donde se encuentra uniones de suelda en el cual podremos encontrar algún daño negible como nos manda el manual de reparaciones estructurales.



Figura 77. Tintes penetrantes en el tubo estructural.

Se debe esperar un tiempo aproximado de 5 a 10 mnts el cual el tinte penetrante realiza la acción, transcurrido el tiempo, se aplica una capa de tinte revelador el cual también se considera un tiempo de 5 a 10 mnts.



Figura 78. Tinte revelador en el tubo estructural

Al conocer los resultados y comprobar con la información técnica del manual de reparaciones estructurales se pudo observar que el tubo estructural no presenta ninguna discontinuidad o fatiga, mediante este NDT el componente se encuentra Aeronavegable y operativo para su uso. Por último, se aplica el tinte revelador para que el elemento quede limpio sin ninguna mancha que impida su uso.

3.14.1. Herrajes de fijación a la pared de fuego. (End Fittings)

Nota: Los procedimientos de reparación descritos en este párrafo no se aplican al soporte con P/N 01-503105. Se debe realizar una consulta al AC 43,13,1 de la FAA para saber métodos de reparación aplicable. Para la reparación de grietas en la soldadura en los soportes del motor a los tubos de soporte delanteros y posteriores aplica en los extremos de los soportes.

Al conocer la información técnica se procede a revisar el número de parte del montante para conocer si aplica para la realización del NDT tintes penetrantes.



Figura 79. Numero de parte 27031-78109

Al conocer nuestro número de parte de los tubos estructurales, se conoce que el montante si se puede realizar la inspección por tintes penetrantes en el cual se procede a los herrajes de fijación.

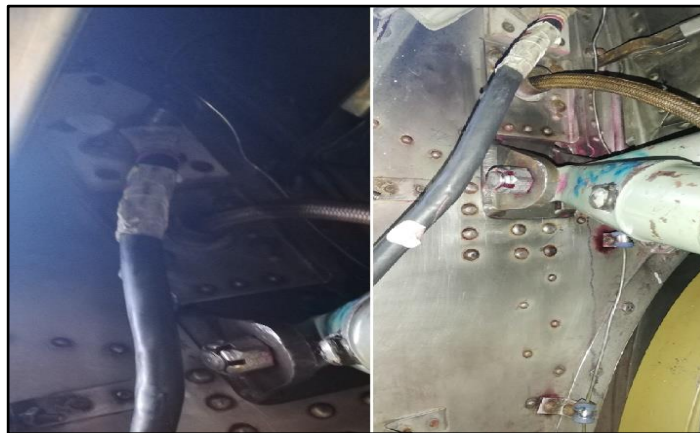


Figura 80. Herrajes de fijación (End Fittings)

Se aplica los tintes penetrantes en la zona de herrajes de fijación superior derecha para saber un resultado o tener alguna discontinuidad y saber si debemos realizar una reparación como nos manda el manual.



Figura 81. Herrajes de fijación superior derecha (End Fitting)

De igual manera al herraje de fijación superior izquierdo.



Figura 82. Herrajes de fijación superior izquierda (End Fittings)

Se toma en consideración el tiempo de penetración de 5 a 10 minutos determinando si obtendrá alguna discontinuidad o fatiga en el área de sujeción. A la vez se realiza la aplicación de los tintes penetrantes en la parte inferior izquierda y derecha.



Figura 83. Herrajes inferiores derecho e izquierdo

Después, se aplica el tinte revelador para saber sobre las discontinuidades y realizar la reparación estructural como manda el manual del fabricante. Los ítems de reparación (ver anexo G) se basan a un daño negible en la zona de herrajes de fijación.



Figura 84. Tinte revelador

Basado en los resultados los herrajes de sujeción están en un estado operativo por el cual basado en la información técnica solo se debe realizar limpieza remota al montar o desmontar los motores de la pared de fuego de la aeronave Fairchild FH-227.

3.14.2 Daño negible al montante del motor derecho

- **Daño negible**

Las rayaduras y las superficies de desgaste de rozamiento que tengan una longitud máxima de media pulgada pueden clasificarse como insignificante las cuales si se pueden ser eliminadas sin afectar el grosor de la pared del tubo estructural en una 5%.

Pequeñas abolladuras que son grietas libres tienen una profundidad menor de $1/20$ del diámetro del tubo con un diámetro máximo de $5/32$ de pulgada si son claras, pueden ser clasificada como insignificante. La deformación inicial que no exceda el cinco por ciento del diámetro del tubo y las grietas en las uniones de solda también se consideran insignificantes.

Con la información técnica del manual de reparaciones estructurales y al conocer los daños negibles o aceptables que puede sufrir el montante superior derecho. El cual se aplica los tintes penetrantes para verificar si hay alguna deformación o desgaste.



Figura 85. Tinte penetrante al montante superior derecho.



Figura 86. Tinte penetrante al montante inferior derecho.



Figura 87. Tinte penetrante al montante superior izquierdo.



Figura 88. Tinte penetrante al montante inferior izquierdo.

El paso siguiente se espera el tiempo estimado (2 a 3 minutos) para que el tinte penetrante realiza la acción, el cual nos va a identificar si hay alguna discontinuidad en las uniones de suelda o alguna fatiga que produzca un daño al diámetro del tubo del montante según el daño negible basado a la información técnica del fabricante.

Se aplica el revelador para ver discontinuidades, deformaciones o rajaduras en las uniones de suelda

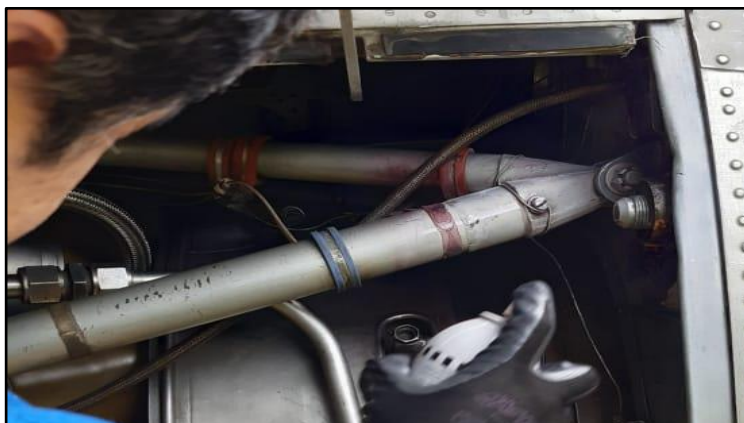


Figura 89. Tinte revelador montante superior derecho.



Figura 90. Tinte revelador montante inferior derecho.



Figura 91. Tinte revelador montante superior izquierdo.



Figura 92. Tinte revelador montante inferior izquierdo.

Con el tinte revelador, nos ayuda a ver discontinuidades, fatigas o imperfecciones en las uniones de suelda, además si hay algún desperfecto en el diámetro del tubo estructural el cual nos indica el manual de reparaciones estructurales de la aeronave Fairchild FH-227.

De acuerdo con el manual de reparaciones estructurales el tubo estructural no presenta ningún daño o fatiga, el montante del motor no presentó ninguna discontinuidad (ver anexo h) el cual basándose a la información técnica por daños negibles el montante es apto para su uso como el tubo estructural para futuras acciones de mantenimiento.

3.14.3 Pernos de sujeción.

Basado por seguridad los pernos de sujeción del motor fueron cambiados por vida útil ya que presentaban rajaduras en el cuerpo del perno.



Figura 93. Perno de sujeción moderno a la pared de fuego de la aeronave.

Con la inspección con el NDT de líquidos penetrantes como nos manda el /fabricante se obtiene los siguientes resultados.

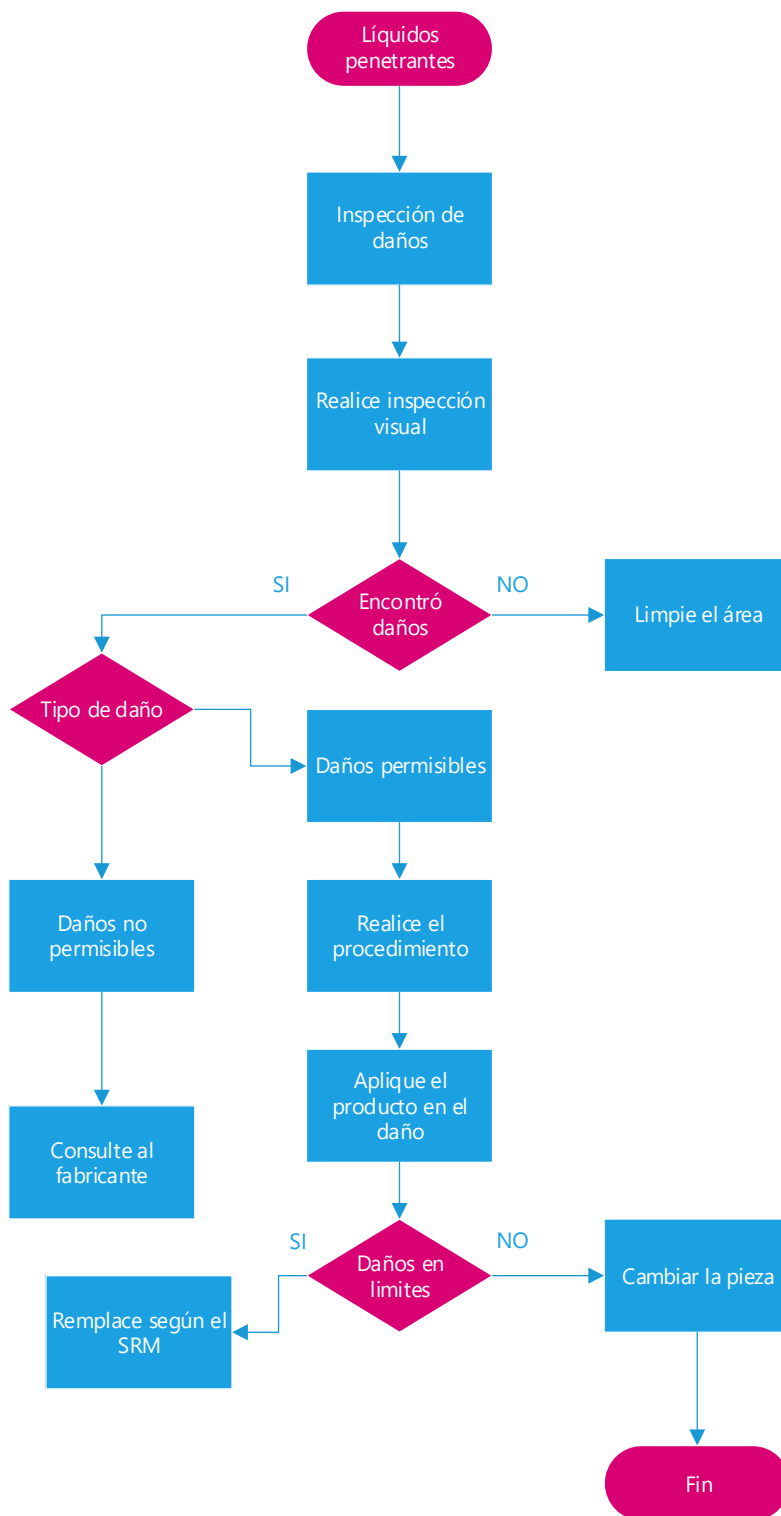
- Soldadura libre de defectos superficiales.
- Soldadura en armado de montantes en estado **“Operativo”** y **“Aeronavegable”**
- Cordones de soldadura en cuerpos, libres de defectos superficiales. (ver anexo H)



Figura 94. Limpieza y eliminación de tinta removedora.

- Realizada la inspección se encuentra favorable porque los elementos son de fabrica porque no a tenido mucho uso cuando la aeronave se ha quedado detenida o paralizada.
- Una vez realizada la tarea de mantenimiento como inspección bajo el método de ensayos no destructivos de líquidos penetrantes se determinó que los elementos de fabrica no han sufrido ningún daño en el traslado de la aeronave y durante los años sin funcionamiento, movilidad de la misma en el parque aeronáutico de la carrera de tecnología superior de mecánica aeronáutica. Por lo tanto, se encuentra favorable la inspección requerida (ver anexo h).

3.15. Diagrama de flujo de análisis de inspección de líquidos penetrantes



CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Una vez obtenida toda la información técnica de los manuales de la aeronave Fairchild FH-227 se ejecutó la tarea de mantenimiento satisfactoriamente sin tener inconvenientes en los accesos a los montantes, tubos, y a los elementos que se les aplico los ensayos no destructivos.
- Se fabrico de acuerdo los análisis y parámetros el modelo realizado en el software de ayuda SAP 2000 el teclé tipo acordeón, por lo cual se realizó la tarea de mantenimiento para poder realizar la remoción e instalación de los motores adecuado al manual de mantenimiento de los motores Power Plant 71-00-00
- Una vez removido los motores gracias a la implementación de un teclé tipo acordeón se ejecutó la inspección en los elementos requeridos en este proyecto técnico, por lo cual tuvo una condición favorable en su metodología gracias a las nuevas técnicas de innovación como los ensayos no destructivos por líquidos penetrantes que tuvo un significado favorable en la tarea.

4.2. Recomendaciones

- Seguir la documentación técnica estipulada por el fabricante de la aeronave, ya que los manuales especifican información necesaria, seguir los pasos o procedimientos para emplear cada inspección avalúa el correcto funcionamiento y prolongar la vida útil de las aeronaves.
- Para el uso de la herramienta de izaje antes de eso se debe guiar a los manuales de seguridad, operabilidad y mantenimiento para el manejo adecuado de la herramienta llamada tecla tipo acordeón.
- Para la utilización del tecla tipo acordeón se debe tomar en cuenta por seguridad y operatividad, la superficie donde se vaya a manipular debe ser plana sin ningún grado de inclinación por más seguridad la plataforma debe ser de hormigón para obtener resultados satisfactorios en la aplicación del tecla tipo acordeón.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Calor: Energía producida por la vibración acelerada de las moléculas, que se manifiestan a elevar la temperatura y dilatan los cuerpos y llega a fundir los sólidos y a evaporar los líquidos que depende el caso.

Densidad: Magnitud que expresa la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo. Su unidad de medida en el Sistema Internacional es el Kilogramo por metro cúbico (kg/m^3)

Esfuerzo: Empleo enérgico de la fuerza física contra algún impulso o resistencia.

Estructura: Distribución de las partes del cuerpo.

Fuerza: Toda causa capaz de modificar el estado de reposo o de movimiento de un cuerpo.

Geometría: Estudio de las propiedades y de las magnitudes de las figuras en el plano o en el espacio.

Implementación: Acción y efecto de poner en marcha un sistema.

Inspección: Actividad donde se verifica las condiciones de las aeronaves, ya sea porque manda los manuales o por ocasión.

Kerosene: Fracción de petróleo natural, obtenida por la refinación y destilación, usada en el alumbrado y como combustible en los propulsores a chorro.

Mecánica: Parte de la física que trata del movimiento de los cuerpos (cinemáticamente) y de las fuerzas que pueden producir (dinámica) así como del efecto que producen en las máquinas y el equilibrio (estática).

Molde: Pieza en que se hace en hueco la forma que quiere darse sólido a la materia que se vacía en él: un metal, un plástico, etc.

Optimizar: Buscar la mejor manera de realizar una actividad.

Performance: Proporción entre el resultado obtenido y los medios utilizados.

Plano: Superficie imaginaria formada por puntos u objetos situados sobre una unidad de superficie de un cuerpo.

Preservación: Cuidado y protección que se tiene sobre un equipo o herramienta para evitar que sufra un daño o un peligro.

Presión: Fuerza que se ejerce un gas, líquido o sólido sobre una unidad de superficie de un cuerpo.

Prototipo: Ejemplar original o primer molde en que se fabrica una figura u otra cosa.

Soporte: Equipo que sirve para sostener o soportar un peso.

Tracción: Esfuerzo a que está sometido un cuerpo a la acción de dos fuerzas opuestas que tiende a disminuir su volumen.

Turbohélice: Motor de aviación en que una turbina mueve la hélice.

ABREVIATURAS

A36: Acero 36000 psi.

AC: Advisory Circular (Circular de Asesoramiento).

AISI: American Iron and Steel Institute (Instituto Americano del hierro y el acero).

ASTM: American Society of Testing Materials (Asociación Americana de Ensayos de Materiales).

AWS: American Welding Society (Sociedad Americana de Soldadura).

CAD: Computer-Aided Design (Diseño asistido por computadora).

CFR: Federal Aviation Regulations (Regulaciones Federales de Aviación)

CRT: Tubos de rayos catódicos.

EPP: Elemento de Protección Personal.

FAA: Federal Aviation Administration (Administración Federal de Aviación).

F.S: Factor de Seguridad.

Gal: Galones.

HP: Horse Power (Caballos de Fuerza).

Kg: Kilogramos.

Kg/m: Kilogramo por metro.

KPH: Kilómetros por hora

KSI: Kilo libras por pulgada cuadrada.

Lbs: Libras.

Mm: Milímetros.

MTOW: Maximum Take – Off Weight (Peso máximo de despegue).

MRO: Maintenance, Repair and Overhaul (Manual de reparaciones y Overhaul)

NDI: Inspección no destructiva.

Psi: Libras por pulgadas cuadradas.

SAE: Society of Automotive Engineers (Sociedad de ingenieros Automotore).

ZFW: Zero-Fuel Weight.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aerodacious. (05 de Abril de 2011). *PO Box 15725 Wilmington, NC 28408-5725*.

Recuperado el 10 de Diciembre de 2019, de <http://www.aerodacious.com/>

Aguirre, E. (15 de Enero de 2004). *El primer vuelo a la Antártida*. Recuperado el 05 de

Diciembre de 2019, de El primer vuelo a la Antártida:

<http://www.pilotoviejo.com/memoriaseaantartida.htm>

Air International. (1993). *Air International vol. 44*. England: Gran British. Recuperado el

18 de Noviembre de 2019

AutoCAD. (2018). *AutoDesk*. Recuperado el 23 de Diciembre de 2019, de

<https://www.autodesk.com/products/autocad/overview>

Balaguer, L. F. (1983). *Enciclopedia Ilustrada de la Aviación (Vol. 7)*. Barcelona: Delta.

Recuperado el 18 de Diciembre de 2019

Bautista Díaz, C. A. (2011). *Montaje del estabilizador horizontal del avión Fairchild FH-*

227 con matrícula HC-BHD; e el campus del Instituto Tecnológico Superior

Aeronáutico. Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico. Recuperado el 06 de

Diciembre de 2019, de [https://docplayer.es/48612610-Carrera-de-mecanica-](https://docplayer.es/48612610-Carrera-de-mecanica-aeronautica.html)

[aeronautica.html](https://docplayer.es/48612610-Carrera-de-mecanica-aeronautica.html)

Benavides, P. (2019). *Elaboracion de un teclé tipo acordeón. Estudio de campo*.

Septiembre: AutoCAD.

Brufau i Niubó, R. (2010). *Rehabilitar con Acero*. APTA Asociación para la Promoción

Técnica del Acero. Recuperado el 02 de Enero de 2020

CivilTed. (05 de Agosto de 2018). *Descargar Sap2000 V20.2.0*. Recuperado el 25 de Diciembre de 2019, de <https://civilted.com/sap2000/>

CSBeaver Tecnología. (29 de Septiembre de 2019). *¿Qué son los tecles y los winches?* Recuperado el 13 de Diciembre de 2019, de <https://csbeaver.com/blog/que-son-tecles-winches/>

Ed Coates Collection. (10 de Enero de 2019). *Northeast Airlines Fairchild-Hiller FH-227 N377NE (c/n 510)*. Recuperado el 02 de Diciembre de 2019, de <http://www.edcoatescollection.com/ac3/Airline/Northeast%20Fairchild-Hiller%20FH-227.html>

Exxon Mobil Corporation. (Enero de 2003). *Mobil Aviation Grease SHC 100 - Grasa sintética para aviación*. Recuperado el 19 de Diciembre de 2019, de <https://www.exxonmobil.com/es-CL/Aviation/pds/GL-XX-Mobil-Aviation-Grease-SHC-100>

Fairchild. (2000). *Manual de Mantenimiento del avion Chapter 1 - FH-227*. England: Gran British. Recuperado el 20 de Diciembre de 2019

Federal Aviation Administration. (1998). *Acceptable methods, techniques, and practices - aircraft - inspection and repair - magnetic particle*. Estados Unidos : AC 43.13-1B.

Federal Aviation Administration. (6 de Marzo de 1998). *Acceptable methods, techniques, and practices - aircraft - inspection and repair - ultrasonic inspection*. Estados Unidos: AC 43.13-1B. Obtenido de <http://www.inspeccionesaeronauticas.com/>

Federal Aviation Administration. (1998). *Acceptable methods, techniques, and practices - aircraft inspection and repair - penetrant inspection*. Estados Unidos: AC 43.13.1B.

Federal Aviation Administration. (14 de Enero de 1998). *Acceptable methods, techniques, and practices aircraft-inspection and repair*. Washington DC: Advisory Circular FAA AC 43.13-1B. Obtenido de <http://www.aeroturbodecolombia.com/aeronautico/ciclo-de-inspeccion-por-corrientes-inducidas-de-alta-y-baja-frecuencia/>

Federal Aviation Administration. (1998). *Acceptable methods-techniques, and practices-aircraftinspection and repair-visual inspection*. Estados Unidos: AC 43.13.1B.

Federal Aviation Administration. (1998). *Advisory Circular Acceptable Methods Techniques, And Practices Aircraft Inspection And Repair*. AC 43.13 1B.

FH-227, F. (2000). *Manual de mantenimiento Ata 79*.

FH-227, F. (2000). *Manual de mantenimiento Ata 80*. Gran Bretaña. Recuperado el 26 de Diciembre de 2019

FH-227, F. (2000). *Manual de mantenimiento ATA 83*. Gran Bretaña. Recuperado el 24 de Diciembre de 2019

FH-227, Fairchild. (2000). *Manual de mantenimiento avion Fairchild Chapter 83 - FH-227 Series*. England: CAS8.

Flickr Hive Mind. (8 de Noviembre de 2019). *The World's newest photos of fh227 and tat - Flickr Hive Mind*. Recuperado el 01 de Diciembre de 2019, de <https://hiveminer.com/Tags/fh227%2Ctat/Timeline>

Fokker F27. (10 de Diciembre de 2018). *Fairchild Hiller FH-227*. Recuperado el 04 de Diciembre de 2019, de https://www.wikiwand.com/es/Fairchild_Hiller_FH-227

Gallegos, C. (15 de Diciembre de 2013). *Metalurgia y Materiales*. Obtenido de Aluminio: <https://cesarmetalugista.blogspot.com/p/aleaciones-de-aluminio.html>

H. H. Mercer, Inc. (7 de Enero de 2019). *Aircraft*. Recuperado el 19 de Diciembre de 2019, de <https://gearandthings.com/wordpress/services/aircraft/>

Handbook. (2000). *Manual de mantenimiento del avion Chapter 83 - FH-227 Series Mechanics*. Gran Bretaña. Recuperado el 23 de Diciembre de 2019

Handbook, F. A. (2019). *Inspection Fundamentals Chapter 8*. Estados Unidos: FAA. Recuperado el 05 de ENERO de 2020

Handling & Warehouse Equipment. (10 de Octubre de 2006). *Kit cambio de baterías con polipasto eléctrico + pórtico*. Recuperado el 10 de Diciembre de 2019, de Tymbia: <https://www.tymbia.com/es/producto/230-kit-cambio-de-baterias-con-polipasto-electrico-portico-baterias-y-accesorios-b402010007>

Ibérica. (05 de Julio de 2016). *Cable de acero Uso y descripción*. Recuperado el 13 de Diciembre de 2019, de <https://ibericadelcableyelevacion.com/cable-de-acero-uso-y-descripcion/>

Ibérica, L. (15 de Diciembre de 2019). *Inicio / Productos / Elevadores electrohidráulicos / Elevadores para alineación / Elevador TLT-830 WA*. Obtenido de Elevador TLT-830 WA: <https://www.launchiberica.com/productos/elevadores-electrohidraulicos/elevadores-tijera/tlt-830wa/>

Infórmate Digital. (15 de Junio de 2018). *Rolls Royce, emprende restructuración fundamental*. Recuperado el 08 de Diciembre de 2019, de <http://elinformatedigital.com/rolls-royce-emprende-restructuracion-fundamental/>

Lima, V. (11 de Enero de 2019). *Historias Individuales*. Recuperado el 03 de Diciembre de 2019, de <https://loudandclearisnotenough.blogspot.com/search/label/Fokker%20F->

27%2FFairchild%20F-27

Machinery, C. a. (01 de Enero de 2020). *Crane machine*. Obtenido de Crane machine:

<https://www.gruasyaparejos.com/elevadores/plataforma-elevadora-de-tijera/>

Maintenance Manual AVRO. (1961). *Engine Mounts Description Chapter 71-20-00*.

Maldonado Anrubia, M. (2015). *Diseño de una plataforma elevadora de tijera. Generación de su prototipo virtual y simulación mecánica*. Universitat Politècnica de Valencia.

Recuperado el 11 de Diciembre de 2019, de

https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/68914/TFG%20COMPLETO_14673

[872189144874399915212274064.pdf?sequence=3](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/68914/TFG%20COMPLETO_14673)

Maintenance Manual. (1986). *Manual de mantenimiento chapter 76 - Fairchild Fh-227*

Series. Gran Bretaña: CAS8. Recuperado el 28 de Diciembre de 2019

Maintenance Manual. (1986). *Manual de mantenimiento chapter 79 - Fairchild Fh-227*

Series. Gran Bretaña: CAS8. Recuperado el 28 de Diciembre de 2019

Movitécnica. (19 de Noviembre de 2019). *EPPS Y Su Vital Importancia En El Trabajo*.

Recuperado el 22 de Diciembre de 2019, de <https://movitecnica.com.pe/blog/epps-vital-importancia-trabajo/>

PCE Instruments. (05 de Noviembre de 2019). *Productos y soluciones para la industria*.

Recuperado el 14 de Diciembre de 2019, de <https://www.pce-instruments.com/>

Remove Before Flight. (2001). *Remove Before Flight*. Recuperado el 18 de Diciembre de

2019, de <http://www.removebeforeflight.es/>

Roll Royce, D. (2004). *Manual de Mantenimiento Dart Chapter 1*. Gran Bretaña: CAS8.

Recuperado el 20 de Diciembre de 2019

Royce, R. (1960). *Roll Royce Dart Aero Engine Maintenance*. England: CAS8.

Recuperado el 22 de Diciembre de 2019

SAP 2000. (2019). *Programa de elementos finitos para modelado, análisis y dimensionamiento de cualquier estructura*. Recuperado el 24 de Diciembre de 2019, de Computers and Structures, Inc.: <https://www.csiespana.com/software/2/sap2000#>

Servicables, S.A. de C.V. (7 de Julio de 2014). *Características del cable de acero*. Recuperado el 14 de Diciembre de 2019, de <http://www.servicables.com.mx/?sec=caracteristicas-cable-de-acero#>

Servicios de la ergonomía. (2015). *Servicios de la ergonomía*. Recuperado el 20 de Diciembre de 2019, de <http://www.ist.cl/prevencion/ergonomia.php>

Shutterstock. (2003). *Mantenimiento, inspección y reparación de aeronaves*. Recuperado el 17 de Diciembre de 2019, de <https://www.shutterstock.com/es/image-vector/plane-service-banner-aircraft-maintenance-inspection-1355123990>

Tecnología & Informática. (2019). *¿Qué es AutoCAD? ¿Para qué sirve?* Recuperado el 23 de Diciembre de 2019, de <https://tecnologia-informatica.com/que-es-autocad-para-que-sirve/>

The Traveler. (18 de Mayo de 2011). *Britt Airlines (USA). Fairchild-Hiller FH-227C aircraft*. Recuperado el 03 de Diciembre de 2019, de The traveler's drawer: <https://travelerdrawer.blogspot.com/2011/05/britt-airlines-usa-rolls-royce-powered.html>

Tolentino Morales, Juan;. (24 de Octubre de 2019). *Así es la carrera contrarreloj para darle mantenimiento a un avión*. Recuperado el 16 de Diciembre de 2019, de Aviación al Día: <https://aviacionaldia.com/2019/10/asi-es-la-carrera-contrarreloj->

para-darle-mantenimiento-a-un-avion.html

U.S. Department of Transportation. (10 de Octubre de 2019). *Aircraft Type Designators*.

Recuperado el 06 de Diciembre de 2019, de Order JO 7360. 1E:

<https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Order/2019-10->

[10_Order_JO_7360.1E_Aircraft_Type_Designators_FINAL.pdf](https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Order/2019-10-10_Order_JO_7360.1E_Aircraft_Type_Designators_FINAL.pdf)

Vickers Viscount Network. (25 de Enero de 2005). *Rolls-Royce Dart*. Recuperado el 09

de Diciembre de 2019, de The magic of a name:

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

Wikimedia Commons. (9 de Septiembre de 2018). Obtenido de

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:FokkerAnde1972.jpg>

Wikipedia. (15 de Septiembre de 2009). *Rolls-Royce Dart R*. Obtenido de

https://es.wikipedia.org/wiki/Rolls_Royce_Dart#/media/Archivo:RRDart.JPG

ANEXOS



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES


CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES

CERTIFICACIÓN

Se certifica que la presente monografía fue desarrollada por el señor BENAVIDES MARIN PABLO DAVID.

En la ciudad de Latacunga a los 4 días de febrero del 2020

Aprobado por:


Tigo. Granda Gualpa Edison Mauricio
DIRECTOR DEL PROYECTO


Ing. Rodrigo Bautista
DIRECTOR DE CARRERA


Abg. Santa Plaza
SECRETARIA ACADÉMICA