



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS**

**Preservación de los motores instalados Rolls Royce Dart Mk 532-7L del avión  
Fairchild de acuerdo Boletín de servicio de alerta N° Da70-10 para la Unidad de  
Gestión y Tecnologías – ESPE**

Vivanco Barro, Boris Paúl

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de tecnología en Mecánica Aeronáutica Mención Motores

Monografía, Previo a la Obtención del Título de Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica  
Mención Motores

Ing. Bautista Zurita, Rodrigo Cristóbal

28 de Septiembre del 2020



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y  
MECÁNICA**  
**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA**  
**MENCIÓN MOTORES**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que la monografía, “**Preservación de los motores instalados Rolls Royce Dart Mk 532-7L del avión Fairchild de acuerdo Boletín de servicio de alerta N° Da70-10 para la Unidad de Gestión y Tecnologías – ESPE**” fue realizado por el señor **Vivanco Barro Boris Paúl** el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 28 de septiembre del 2020

Firma:

**Bautista Zurita, Rodrigo Cristóbal**

C. C.: 1720240991

## REPORTE DE VERIFICACIÓN

# URKUND

### Document Information

Analyzed document	Boris Vivanco Teisis completa actual.pdf (D80990961)
Submitted	10/8/2020 1:06:00 AM
Submitted by	
Submitter email	bpvivanco@espe.edu.ec
Similarity	4%
Analysis address	rcbautista.espe@analysis.arkund.com

### Sources included in the report

<b>SA</b>	<b>Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / PAUCAR DANNY URKUND.pdf</b> Document PAUCAR DANNY URKUND.pdf (D80986212) Submitted by: dfpaucar2@espe.edu.ec Receiver: maarellano3.espe@analysis.arkund.com		6
<b>SA</b>	<b>Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / Tesis para urkund.docx</b> Document Tesis para urkund.docx (D78418092) Submitted by: jrzurita1@espe.edu.ec Receiver: jrzurita1.espe@analysis.arkund.com		6
<b>SA</b>	<b>Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / APOLO TORRES CESAR.pdf</b> Document APOLO TORRES CESAR.pdf (D40820309) Submitted by: cjapolo@espe.edu.ec Receiver: adproano4.espe@analysis.arkund.com		2
<b>SA</b>	<b>Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / TRABAJO DE TITULACIÓN - KARLA PÉREZ.docx</b> Document TRABAJO DE TITULACIÓN - KARLA PÉREZ.docx (D77684934) Submitted by: jrzurita1@espe.edu.ec Receiver: jrzurita1.espe@analysis.arkund.com		2
<b>SA</b>	<b>Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / BYRON ARROYO .pdf</b> Document BYRON ARROYO .pdf (D26107248) Submitted by: brarroyo@espe.edu.ec Receiver: jfvalencia2.espe@analysis.arkund.com		1
<b>W</b>	URL: <a href="http://laplace.us.es/wiki/index.php/Ciclo_Brayton">http://laplace.us.es/wiki/index.php/Ciclo_Brayton</a> Fetched: 10/8/2020 1:07:00 AM		1
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.thermal-engineering.org/es/que-es-la-teoria-del-ciclo-de-brayton-brayt...">https://www.thermal-engineering.org/es/que-es-la-teoria-del-ciclo-de-brayton-brayt...</a> Fetched: 10/8/2020 1:07:00 AM		1

Firma:



Bautista Zurita, Rodrigo Cristóbal

DIRECTOR



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y  
MECÁNICA**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA  
MENCION MOTORES**

**RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA**

Yo, **Vivanco Barro, Boris Paúl**, con cédula de ciudadanía N° **1750651711** declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **Preservación de los motores instalados Rolls Royce Dart Mk 532-7L del avión Fairchild de acuerdo Boletín de servicio de alerta N° Da70-10 para la Unidad de Gestión y Tecnologías – ESPE** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 28 de septiembre del 2020

Firma

.....  
**Vivanco Barro, Boris Paúl**

**C.C.: 1750651711**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y  
MECÁNICA**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA  
MENCION MOTORES**

**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN**

Yo **Vivanco Barro, Boris Paúl**, con cédula de ciudadanía N° **1750651711**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **Preservación de los motores instalados Rolls Royce Dart Mk 532-7L del avión Fairchild de acuerdo Boletín de servicio de alerta N° Da70-10 para la Unidad de Gestión y Tecnologías – ESPE**, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 28 de septiembre del 2020

Firma

.....  
**Vivanco Barro, Boris Paúl**

C.C.: 1750651711

## DEDICATORIA

A mis padres, tíos, abuelitos, primos, hermanas, suegra, amigos, por estar siempre pendiente de mi bienestar sea directa o indirectamente cada uno de ellos me ha dado un aporte que me ha ayudado a culminar esta importante etapa de mi vida.

Gracias a mi madre por estar siempre a mi lado dándome fuerza y la valentía necesaria para seguir adelante en el duro camino con tus grandes consejos, a mi padre quien fue mi pilar más fuerte para lograr ser la persona humilde, sencilla y trabajador que soy, a esas dos grandes personas quienes supieron darme la herramienta más importante de estudiar, a pesar de las grandes adversidades y la distancia que nos separó estuvieron siempre pendiente de mí.

A mi familia y mi novia que con su apoyo incondicional y la confianza constante nunca me dejaron decaer en esos momentos difícil que enfrentaba en ocasiones de mi vida y con eso me ayudaron a culminar mi crecimiento personal y profesional.

Boris Vivanco

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la fuerza y sabiduría por haber logrado culminar esta meta importante en mi vida y seguir adelante pese a las dificultades que se han presentado.

A cada uno de los miembros de mi familia quienes supieron apoyarme en todo este tiempo y gracias a ellos he culminado esta etapa, a mis padres por todas las palabras y esfuerzos por mantenerme, aunque he estado lejos de mi hogar, a mis tíos/as, hermanas, abuelitos y primos/as por estar pendiente de mí, a mi novia Denisse que me supo dar su apoyo y cariño en cada momento de este largo trayecto con consejos y motivaciones.

A mis profesores, mi director de carrera y tutor de tesis Ingeniero Rodrigo Bautista, quienes fueron las personas que me guiaron de principio a fin, y me formaron como profesional.

A todo el personal de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE quienes pese al gran desastre que enfrentamos ante esta pandemia a nivel mundial, pusieron su colaboración asistiendo a sus jornadas y lugares de trabajo para que yo pueda ser un profesional graduado.

A cada uno de mis compañeros que con el tiempo fueron parte de mi vida, como una familia más en cada situación que pasamos.

Boris Vivanco

**ÍNDICE DE CONTENIDO**

CARATULA .....	1
CERTIFICACIÓN .....	2
REPORTE DE VERIFICACIÓN.....	3
RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA .....	4
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN .....	5
DEDICATORIA .....	6
AGRADECIMIENTO .....	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	14
ÍNDICE DE TABLAS .....	17
RESUMEN .....	18
ABSTRAC .....	19
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>20</b>
<b>1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>20</b>
1.1. Tema .....	20
1.2. Antecedentes .....	20
1.3. Planteamiento del Problema.....	21
1.4. Justificación .....	21
1.5. ALCANCE.....	23
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>24</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>24</b>
2.1. Aeronave Fairchild FH-227 .....	24

2.1.1. Historia sobre la aeronave Fairchild .....	24
2.1.2. Especificaciones Técnicas de la Aeronave .....	25
2.2. Motor Aeronáutico .....	26
2.2.1. Leyes de newton .....	26
2.3. Tipos de Motores.....	27
2.3.1. Motores Alternativos .....	27
a. Ciclo de OTTO. ....	28
b. Los 4 Tiempos de Ciclo Otto.....	28
c. Tipos de Motores Alternativos .....	30
2.3.2. Motores a Reacción .....	31
a. Ciclo de Brayton.....	31
b. Ciclos Especificados. ....	32
2.3.3. Clasificación de los Motores a Reacción.....	33
a. Compresión Dinámica.....	33
b. Compresión mecánica. ....	33
2.4. Motor Mark 532-7L.....	37
2.4.1. Características del Motor Mark 532-7L.....	37
2.4.2. Secciones del motor Mark 532-7L .....	37
a. Carter de la Toma de Aire.....	37
b. Sección del Compresor.....	38
c. Sección de Combustión. ....	40
d. Sección turbina.....	43

	10
e. Tobera de Escape.....	44
f. Reductor del motor Mark 532-7L.....	45
2.5. Preservación y almacenamiento de motores .....	46
2.5.1. Materiales preventivos de la corrosión .....	47
2.5.2. Compuestos preventivos de la corrosión .....	48
a. Propiedades del Lubricante. ....	50
b. Aditivos del Aceite.....	50
c. Tipos de Aditivos.....	51
d. Clasificación de los lubricantes.....	53
e. Características del lubricante.....	54
2.5.3. Agentes deshidratantes .....	56
2.6. Inhibidores de la corrosión.....	58
2.6.1. Características de los inhibidores.....	59
2.6.2. Inhibidores de base Aceite/Solvente .....	59
2.7. Papel Inhibidor de corrosión VCI (Inhibidor Volátil de Corrosión).....	60
2.7.1. Propiedades del papel anticorrosivo VCI .....	60
2.7.2. Tipos de Papel Anticorrosivo VCI .....	61
2.8. Inspección .....	63
2.8.1. Tipos de Inspección .....	63
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>65</b>
<b>3. DESARROLLO DEL TEMA .....</b>	<b>65</b>
3.1. Introducción al capítulo: .....	65

3.2. Boletín de Servicio: .....	65
3.2.1. Efectividad .....	65
3.2.2. Introducción: .....	65
3.2.3. General: .....	66
3.2.4. Muestreo (antes de la vida básica) .....	66
a. Da70-8 (Apéndice IV).....	67
b. Remoción de las cámaras de combustión.....	68
c. Localización del diámetro interior del tubo de llama .....	69
d. Reborde de la soldadura del conducto de salida .....	70
e. Salida del reborde del ducto .....	70
3.2.5. Programa de incremento de vida.....	71
3.2.6. Tiempo de vida calendario .....	72
3.3. ATA 71-0 .....	72
3.3.1. Conservación durante períodos de inactividad .....	72
3.3.2. Ajuste de los cobertores y espacios .....	75
a. Ajuste de capotas.....	75
b. Colocación de funda preservante de humedad.....	75
c. Última revisión de cobertores .....	76
3.3.3. Insertar papel V.P.I. ....	76
a. Corte de papel V.P.I.....	76
b. Colocación del papel en la entrada de aire de motor.....	77
c. Colocación del papel V.P.I en la tobera de chorro .....	78

3.3.4. Aplicación de fluido inhibidor al eje de la hélice y a las unidades externas .....	78
a. Remoción del spinner de la hélice .....	80
b. Remoción de la cubierta del cilindro .....	81
c. Remoción del anillo de retención interno .....	82
d. Remoción del conjunto del cilindro .....	82
e. Remoción del seguro interior de la hélice .....	83
f. Remoción de la hélice .....	84
3.3.5. Aplicación de fluido inhibidor al eje de la hélice .....	85
a. Limpieza del eje de la hélice .....	85
b. Colocación de fluido inhibidor .....	86
c. Secado del fluido inhibidor .....	87
d. Preparación de instalación de la hélice .....	88
e. Montaje de la hélice en el motor .....	88
f. Ajuste de la hélice .....	89
g. Ajuste de la tuerca de retención de la hélice .....	90
h. Ajuste del Pitch Look .....	91
i. Colocación de seguros del Pitch Look .....	92
j. Instalación del Spinner de la hélice .....	92
3.3.6. Aplicación de Fluido inhibidor a las unidades externas .....	93
3.3.7. Inhibir el sistema de combustible .....	94
3.3.8. Inhibición del sistema de combustible del motor (usando equipo de inhibición por gravedad) .....	97

a. Configuración de interruptores.....	97
b. Remoción de las turecas de la bomba de combustibles.....	98
c. Drenaje del combustible.....	98
d. Colocación del tapón de drenaje .....	99
e. Desconexión de tubería de combustible y colocación del equipo inhibidor.....	100
f. Colocación del aceite en el equipo inhibidor .....	101
g. Entrada del aceite al sistema de combustible del motor.....	102
h. Descarga del colector y de los quemadores del motor .....	103
i. Desconexión del equipo Inhibidor y Obstrucción de conexión de combustible .....	103
j. Colocación de las turecas de la bomba de combustible .....	104
3.3.9. Controles de grasa.....	105
3.4. Apéndice del Boletín de servicio.....	106
3.4.1. Recomendaciones de vida básica .....	106
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>108</b>
<b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>108</b>
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	110
ANEXOS .....	115

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Aeronave Fairchild Fh-227 .....	24
<b>Figura 2.</b> Cuatro Tiempos Del Ciclo Otto.....	30
<b>Figura 3.</b> Tipos De Motores Según Los Cilindros .....	31
<b>Figura 4.</b> Ciclo De Brayton.....	33
<b>Figura 5.</b> Turborreactor .....	34
<b>Figura 6.</b> Turbofan.....	35
<b>Figura 7.</b> Motor Turboeje .....	36
<b>Figura 8.</b> Turbohélice .....	36
<b>Figura 9.</b> Carter De La Toma De Aire.....	38
<b>Figura 10.</b> Partes Básicas Del Compresor Centrifugo .....	39
<b>Figura 11.</b> Sección Compresora .....	40
<b>Figura 12.</b> Cámara Tipo Anular .....	41
<b>Figura 13.</b> Cámara De Combustión .....	43
<b>Figura 14.</b> Sección Turbina.....	44
<b>Figura 15.</b> Tobera De Escape.....	45
<b>Figura 16.</b> Reductor Del Motor Mark 532-71.....	46
<b>Figura 17.</b> Tipos De Lubricante Para Motores A Reacción.....	50
<b>Figura 18.</b> Tapón Deshidratador Rosado .....	57
<b>Figura 19.</b> Tapón Deshidratador Azul.....	57
<b>Figura 20.</b> Bolsa De Gel De Sílice .....	58
<b>Figura 21.</b> Inhibidor De Corrosión.....	59
<b>Figura 22.</b> Inhibidor De Aceite-Solvente.....	60
<b>Figura 23.</b> Papel Anticorrosivo Vci .....	62
<b>Figura 24.</b> Cámaras De Combustión Removidas.....	69
<b>Figura 25.</b> Medición Con Calibrador Del Diametro Interior Del Tubo De Llama .....	69
<b>Figura 26.</b> Conducto De Salida Del Tubo De Llama .....	70
<b>Figura 27.</b> Salida Del Reborde Del Ducto .....	71

<b>Figura 28.</b> Ajuste De Capotas.....	75
<b>Figura 29.</b> Colocación De Funda Preservante .....	76
<b>Figura 30.</b> Ultimo Ajuste De Cobertores.....	76
<b>Figura 31.</b> Corte Del Papel V.P.I .....	77
<b>Figura 32.</b> Colocación Del Papel V.P.I En La Entrada De Aire .....	77
<b>Figura 33.</b> Colocación Del Papel V.P.I En La Tobera De Chorro.....	78
<b>Figura 34.</b> Spinner Removido .....	81
<b>Figura 35.</b> Remoción De La Cubierta Del Cilindro .....	81
<b>Figura 36.</b> Anillo De Retención Interno.....	82
<b>Figura 37.</b> Conjunto Del Cilindro.....	83
<b>Figura 38.</b> Seguro Interior De La Hélice .....	83
<b>Figura 39.</b> Remoción De La Hélice.....	84
<b>Figura 40.</b> Desacoplamiento De Le Hélice .....	84
<b>Figura 41.</b> Asentamiento De La Hélice Al Soporte.....	85
<b>Figura 42.</b> Eje De La Hélice .....	86
<b>Figura 43.</b> Colocación Del Fluido Inhibidor .....	87
<b>Figura 44.</b> Eje De La Hélice Con Fluido Inhibidor .....	87
<b>Figura 45.</b> Preparación De La Instalación De La Hélice .....	88
<b>Figura 46.</b> Montaje De La Hélice En El Motor .....	89
<b>Figura 47.</b> Ajuste De La Hélice Con Herramientas Especiales.....	89
<b>Figura 48.</b> Soporte TI 3744 .....	90
<b>Figura 49.</b> Ajuste De La Tuerca De Retención De La Hélice.....	91
<b>Figura 50.</b> Herramienta Especial TI 4974 .....	91
<b>Figura 51.</b> Seguros Del Pitch Look.....	92
<b>Figura 52.</b> Spinner De La Hélice Instalado.....	93
<b>Figura 53.</b> Aplicación Del Fluido Inhibidor Lps Tipo li .....	94
<b>Figura 54.</b> Filtro De Malla 100 Micrones.....	95
<b>Figura 55.</b> Equipo Inhibidor Por Gravedad.....	96

<b>Figura 56.</b> Colocación De Los Interruptores En Cabina .....	97
<b>Figura 57.</b> Remoción De Las Tuercas Abobadas .....	98
<b>Figura 58.</b> Tapón De Drenaje De Combustible .....	99
<b>Figura 59.</b> Colocación De Tapón De Drenaje .....	99
<b>Figura 60.</b> Tubería De Combustible .....	100
<b>Figura 61.</b> Equipo De Inhibidor Por Gravedad .....	101
<b>Figura 62.</b> Colocación De Aceite Inhibidor En Equipo .....	102
<b>Figura 63.</b> Aplicación Del Aceite Inhibidor Al Sistema De Combustible .....	102
<b>Figura 64.</b> Desconexión Del Equipo Inhibidor Por Gravedad .....	104
<b>Figura 65.</b> Colocación De Las Tuercas Abobadas De La Bomba De Combustible	104
<b>Figura 66.</b> Grasa Lubriplate Para Los Controles Del Motor .....	105
<b>Figura 67.</b> Colocación De La Grasa En Los Controles .....	106

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Especificaciones Técnicas de la Aeronave .....	25
<b>Tabla 2.</b> Leyes de Newton.....	26
<b>Tabla 3.</b> Las 4 Etapas del Ciclo Otto .....	28
<b>Tabla 4.</b> Etapas Especificadas.....	32
<b>Tabla 5.</b> Características del motor Mark 532-7L.....	37
<b>Tabla 6.</b> Tipos de Almacenamiento de Motores .....	48
<b>Tabla 7.</b> Tipos de Mezcla del MIL-C6529C .....	49
<b>Tabla 8.</b> Descripción de los tipos de aditivos.....	51
<b>Tabla 9.</b> Clasificación General de los Aceites Lubricantes .....	54
<b>Tabla 10.</b> Formula de la Densidad Normal y API .....	55
<b>Tabla 11.</b> Tipos de Papel Anticorrosivo VCI .....	61
<b>Tabla 12.</b> Tipos de Inspecciones .....	63
<b>Tabla 13.</b> Motores aplicables según la efectividad correspondiente .....	65
<b>Tabla 14.</b> Preservación en motores instalados.....	73
<b>Tabla 15.</b> Herramientas especiales para la Remoción/Instalación de la hélice.....	79
<b>Tabla 16.</b> Configuración de interruptores y llaves de paso .....	97

## **RESUMEN**

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo la preservación de los motores Mark 532-7L de acuerdo a la información técnica especificada en el SB (Boletín de Servicio) de alerta No Da70-10, aplicable a la aeronave Fairchild F-27J la cual pertenece a la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, mismo que fue desarrollado de acuerdo al detalle que se redacta a continuación; el capítulo 1 está focalizando en la necesidad de preservación de los motores descritos en el párrafo anterior, debido que para llegar a realizar el presente proyecto se debe analizar el problema real, la necesidad que tiene la universidad y de ahí justificar la ejecución del presente trabajo; el capítulo 2 describe una investigación sobre los motores Mark 532-7L como son: características principales, componentes, sistemas, entre otras. Además de la historia previa de su operación y a partir de ahí se focaliza sobre los materiales que son usados para preservar en la aviación, su adecuado uso y también se explica sobre inhibidores y que tan importantes son la utilización en la preservación; el capítulo 3 se detalla sobre los procedimientos de inspección, limpieza y preservación, empleando una correcta inhibición y así conservar los motores por más tiempo, demostrando que con su correcto procedimiento se puede alargar su vida de utilización en la Universidad; Por último, se detalla en el capítulo 4 las recomendación y conclusiones que se obtuvo una vez realizado el proyecto.

### **PALABRAS CLAVES:**

- **INSPECCIONES**
- **PRESERVACIÓN**
- **PROCEDIMIENTO**
- **INHIBICIÓN**

## **ABSTRAC**

The present research has as objective the preservation of the Mark 532-7L engines according to the technical information specified in the SB (Service Bulletin) of alert No Da70-10, applicable to the Fairchild F-27J aircraft, which belongs to the Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, which was developed according to the detail that is written below; Chapter 1 It is focusing on the need to preserve the engines described in the previous paragraph, because in order to carry out this project, the real problem must be analyzed, the need that the University has and hence justify the execution of this research; Chapter 2 describes an investigation on the Mark 532-7L engines such as: main characteristics, components, systems, among others. In addition to the previous history of its operation and from there it focuses on the materials that are used to preserve in aviation, its proper use and also explains about inhibitors and how important are the use in the preservation; Chapter 3 details the inspection, cleaning and preservation procedures, using correct inhibition to preserve the engines for a longer period of time, demonstrating that the correct procedure can extend their life of use in the University; Finally, Chapter 4 details the recommendations and conclusions obtained after the project was carried out.

### **KEY WORDS:**

- **INSPECTIONS**
- **PRESERVATION**
- **PROCEDURE**
- **INHIBITION**

## CAPÍTULO I

### 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Tema

Preservación de los motores instalados Rolls Royce Dart Mk 532-7L del avión Fairchild de acuerdo al Boletín de Servicio de Alerta N° Da70-10 para la Unidad de Gestión de Tecnologías - ESPE

#### 1.2. Antecedentes

La Carrera de Tecnología en Mecánica Aeronáutica Mención Motores de la Universidad de las Fuerzas Armadas de ESPE al ser una entidad certificada bajo la RDAC 147, como Centro de Instrucción de Aeronáutica Civil para la Formación de Mecánicos de Mantenimiento de Aeronaves tiene la misión principal de formar profesionales en el campo de mantenimiento de aeronaves con altos estándares de calidad.

La fundamentación teórica de las ciencias aplicadas al campo de la aviación impartidas en la mencionada carrera requiere una retroalimentación mediante la experimentación de diversos procedimientos aplicados al mantenimiento aeronáutico en base a la documentación técnica ya establecida.

Durante el transcurso del tiempo, cada día la aviación mejora empleando diferentes procedimientos que ayudan a una aeronave a realizar su operación de vuelo y su operación de conservación en tierra. Para que una aeronave se preserve de manera correcta sin que afecte los diferentes factores atmosféricos siendo estos los más evidenciados, por lo cual los fabricantes han desarrollado diferente información técnica con son los SB (Boletines de servicio), AD (Directivas de Aeronavegabilidad, Manuales de mantenimiento, Manuales de operación, entre otros.

En la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE tiene diversos laboratorios que cuentan con la implementación necesaria para la práctica sustentada y tutoriada de los estudiantes, pues cuenta con diferentes tipos de motores, aeronaves, bancos de prueba, material de apoyo y la documentación técnica necesaria.

### **1.3. Planteamiento del Problema**

La Carrera de Tecnología en Mecánica Aeronáutica Mención Motores de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE campus Guillermo Rodríguez Lara ubicada en la parroquia de Belisario-Quevedo es el único centro aprobado de Instrucción Aeronáutica Civil a nivel nacional, razón por la cual debe presentar un alto rango de calidad con respecto a la formación académica, por lo que es necesario la utilización de herramientas y materiales que permitan la ejecución de prácticas adecuadas como se establece en la documentación técnica.

En el proceso de una práctica de mantenimiento es necesario el acceso a un área de trabajo adecuada y propicia, en el que se priorice la seguridad operacional. Los motores Rolls Royce Dart 532-7L son elementos fundamentales para la Universidad que conlleva a la instrucción práctica de los estudiantes, y los mismos al no contar con un espacio físico cerrado y adecuado, están expuestos a agentes atmosféricos lo cual hace que sean propensos a tener daños sea internos o externos, y al no contar con una adecuada preservación son más susceptibles a tener un daño corrosivo masivo lo cual sería muy perjudicial llegando a tal grado que si se deja que estos avancen, con el tiempo llegara a un punto que los motores ya no se los pueda utilizar para la instrucción aeronáutica, siendo así un problema para la carrera de mecánica aeronáutica debido que se realizan enseñanzas prácticas y teóricas.

### **1.4. Justificación**

La Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, tiene un amplio campo en conocimientos de diferentes áreas, lo cual sirve de mucha ayuda para la ejecución

de formación de personas que necesiten adquirir fundamentos en distintos temas basados en la realidad, pues las personas que adquieren estos conocimientos por lo general lo logran aplicar en su vida profesional y personal.

La adquisición de conocimientos formativo y la aplicación de la misma, es un factor primordial en la formación de profesionales de Mecánica Aeronáutica, pues el perfil de este personal incluye la capacidad para desarrollar tareas de mantenimiento en cualquier aeronave y en cualquier componente mayor razón por lo que es necesario la realización de prácticas pre profesionales en diversos componentes reales de una aeronave y estas deben ofrecer resultados de aprendizaje de calidad tomando en cuenta la seguridad laboral.

Las prácticas académicas de laboratorio deben asegurar una correcta experimentación para la adquisición de conocimiento de los estudiantes, por lo que se requiere la ejecución de la preservación de los motores Rolls Royce Dart MK 532-7L a fin de alargar su vida útil y cumplir con lo establecido en la documentación técnica remitida por el fabricante, garantizando la seguridad y la fiabilidad de los mismos.

### **Objetivos**

#### **Objetivo General:**

Preservar los motores Rolls Royce Dart MK 532-7L instalados en el avión Fairchild en base a la aplicación del Boletín de Servicio de Alerta N° Da70-10.

#### **Objetivos Específicos**

- Recopilar y clasificar la información técnica dispuesta en el Boletín de Servicio Da70-10.
- Ejecutar las tareas dispuestas en el boletín de servicio referente a los motores Rolls Royce Dart 532-7L.

- Inspeccionar la tarea ejecutada concerniente a la preservación de los motores Rolls Royce Dart 532-7L.

### **1.5. ALCANCE**

El presente proyecto permitirá que los estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica en su mención afines pertenecientes a la Unidad de Gestión de Tecnologías realicen sus prácticas de mantenimiento en los motores Rolls Royce Dart MK 532-7L en condiciones factibles conforme establece la documentación técnica emitida por el fabricante.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Aeronave Fairchild FH-227

##### 2.1.1. Historia sobre la aeronave Fairchild

En el año 1952 comienzan a tener su relación los fabricantes Fairchild y Fokker, lo cual en ese año ambos fabricantes buscaban lograr remplazar a la aeronave DC-3, por lo cual después estos dos fabricantes llegan a un convenio y así construir esta aeronave bajo la licencia de Fokker F27.

En 1964 Fairchild decide trabajar con el fabricante Hiller y así es como se constituyó Fairchild Hiller Corporation comenzando así el desarrollo del avión para mayor capacidad, pero guiándose en el Fokker F27 y utilizando siempre los motores Rolls-Royce, por lo cual los primeros trabajos en desarrollarse fue el alargamiento de la estructura de fuselaje así aumentándole una longitud de 1.98 metros más, esto permito la capacidad de 40 pasajeros.

El objetivo básico de este fabricante era lograr que este avión fuese económicamente rentable, fiable y de fácil operación para las aerolíneas.

(Encarnación, 2011)

#### Figura 1

*Aeronave Fairchild Fh-227*



Nota: (AirHistory.net, 2008)

### 2.1.2. Especificaciones Técnicas de la Aeronave

**Tabla 1**

*Especificaciones Técnicas de la Aeronave*

Especificaciones	Detalle
Fabricante	Fairchild hiller
Capacidad de Carga	6.180 kg
Longitud	23.56 m (77,33 ft)
Envergadura	29 m (95,1 ft)
Altura	8.4 m (27,6 ft)
Motores	2 motores turbohélice Roll-Royce Dart 532-7L
Hélices	Cuatro palas
Tipo de Ala	Ala Alta
Tren de Aterrizaje	Tipo Triciclo
Tipo de Avión	Aviación comercial y de transporte
Flaps	7 posiciones
Combustible	5.150 L (1.364 galones)
Pasajeros	48 a 52
Alcance	2661 km

Nota: (Casa, 2012)

## 2.2. Motor Aeronáutico

Se define como motor aeronáutico a todo aquel que proporciona una propulsión a la aeronave por medio de la generación de una fuerza de empuje, pues como se sabe los motores usan el mecanismo de transformar la energía química el cual sería el combustible y lo trasfiere a energía mecánica.

En caso de los motores a reacción lo hace por la expansión de gases y esto mueve los demás mecanismos que generan la fuerza de empuje o tracción por la masa de aire que se encuentra en el ambiente y generada por el motor, este hace que actúe según las leyes de Newton y por estas razones es que se les ha denominado como motores de combustión interna. (Bernal, 2012)

### 2.2.1. Leyes de newton

**Tabla 2**

*Leyes de Newton*

Leyes de Newton	Descripción	Formula
Primera Ley de Newton	Todo cuerpo persevera en su estado de reposo o movimiento uniforme a lo largo de una línea recta, a menos que una fuerza impresa lo obligue a cambiar su estado	$\sum F = 0 \leftrightarrow \frac{dv}{dt} = 0$
Segunda Ley de Newton	El cambio de movimiento es proporcional a la fuerza motriz impresa, y se realiza en la dirección	$F = m \cdot a$ De la dinámica es: $F = d(m \cdot v)/dt$

Leyes de Newton	Descripción	Formula
	en la que actúa la fuerza impresa	
Tercera Ley de Newton	Para cada acción existe siempre una reacción, y las acciones mutuas entre dos cuerpos son siempre iguales y en dirección contraria	$F_{1-2} = F_{2-1}$

Nota: (Universidad Simón Bolívar, 2013)

### 2.3. Tipos de Motores

Los motores de aviación por lo general se dividen en dos grupos.

1. Motores de embolo también llamados motores alternativos o de explosión.
2. Motores de turbina o turborreactores.

#### 2.3.1. Motores Alternativos

Son aquellos motores que transforman la energía química que se encuentra en el combustible en energía mecánica y a la vez esta se manifiesta haciendo la rotación del cigüeñal.

La serie de cilindros comprimen la mezcla aire-combustible haciendo que se inflamen, pero esta mezcla se suele dar gracias a un dispositivo ya sea por un sistema de inyección o un carburador, la inflamación de la mezcla realiza presión de gas y esto se lo aplica al pistón, este con el movimiento que realiza de forma ascendente y descendente en el cilindro hace que el movimiento sea circular y por el sistema de articulación hace girar el eje del motor, este tipo de motores trabajan bajo el ciclo otto.

### a. Ciclo de OTTO.

Es un ciclo termodinámico donde se presenta una serie de eventos en donde la energía está en un nivel elevado, así transformándose a un trabajo de mayor cantidad y lo transmite al resto de componentes que lo rodean.

El primer motor donde fue comprobado este ciclo fue un motor de cuatro tiempos el cual completa cuatro carreras del pistón, dos vueltas del cigüeñal y una del eje de levas, es por esto que este ciclo se aplica a todos los motores a pistón no importa si es de cinco o más pistones este ciclo se aplica a todos, este consiste en 4 etapas los cuales son admisión, compresión, expansión y escape, los cuales se detallan a continuación. (Mercedes & Hernández, 2014)

### b. Los 4 Tiempos de Ciclo Otto.

**Tabla 3**

*Las 4 Etapas del Ciclo Otto*

Etapa	Descripción
Admisión	En esta etapa el pistón ejecuta el movimiento deslizando hacia abajo por la válvula de admisión quien se abre y aspira la mezcla de aire-combustible
Compresión	Una vez que el pistón se encuentra en la parte inferior, las válvulas se cierran, después se comprime la mezcla ya mencionada anteriormente

---

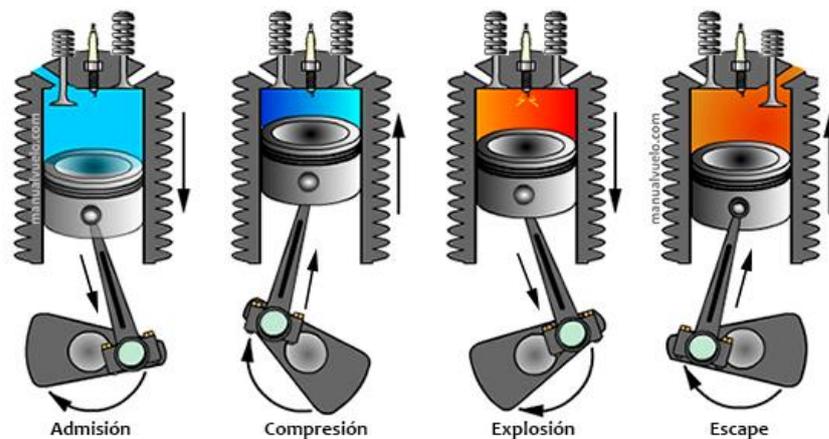
Etapa	Descripción
Explosión	Una vez que el pistón llega a la carrera superior, la mezcla alcanza su presión máxima, la chispa ocasionada por la bujía realiza la explosión y arroja velozmente el pistón hacia la parte inferior
Escape	El pistón al realizar la carrera hacia arriba la válvula de escape se abre y el pistón empuja haciendo salir a los gases que se encuentran en el cilindro, al llegar arriba el pistón la válvula de escape se cierra y se abre la de admisión y comienza de nuevo el ciclo.

---

Nota: (Miguel, s.f)

**Figura 2**

*Cuatro tiempos del ciclo otto*



Nota: (Miguel, Cuatro tiempos del ciclo OTTO, 2020)

### c. Tipos de Motores Alternativos

**Lineales:** Número de cilindros pares, enfriados por líquido o aire, cilindros por debajo de cigüeñal es un motor invertido, ventaja al tener un tren de aterrizaje más corto y factibilidad de visualización al piloto, utilizado en aeronaves livianas antiguas como por ejemplos en motores de serie L-200.

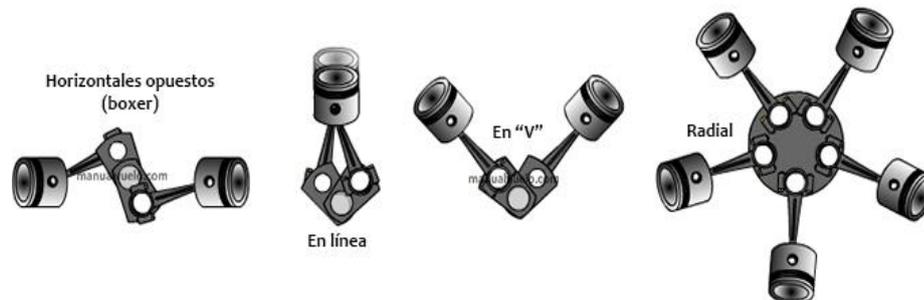
**Horizontalmente opuestos:** Dos hileras de cilindro opuesto con el cigüeñal en el centro, en la aviación su sistema de enfriamiento es por aire, baja relación de peso-potencia y silueta estrecha, de baja vibración, empleado en motores de serie como los O-360.

**En V, W:** Cilindros distribuidos en línea formando un ángulo por lo general de 60°, se emplea en motores de más de 12 cilindros, refrigerados por aire o líquido, en forma de V o W para su desplazamiento, empleando en motores de serie como los V-1710.

**Radiales:** Uno o más pistones distribuidos de forma radial a un cigüeñal central, más fuerte y confiable, ya no son usados en la aviación, pero se utilizaban en motores de serie como los R-3350. (Ricardo, 2017)

### Figura 3

*Tipos de motores según los cilindros*



Nota: (Miguel, Tipos de motores según los cilindros, 2020)

#### 2.3.2. Motores a Reacción

Los motores a reacción son conocidos por realizar una fuerte descarga de chorro de fluido (aire) a una gran velocidad para generar un empuje adecuado requerido, por lo general estos tipos de motores usan una turbina para realizar ese empuje es por esto que se les relaciona más con la 3 ley de Newton, existen varios tipos de motores dependiendo de su configuración, pues estos también usan un ciclo constante para su funcionamiento y a esto se le aplica el ciclo de Brayton.

##### a. Ciclo de Brayton.

Es uno de los ciclos térmicos más usados en centrales eléctricas de turbinas de gas o en aviones, y este consiste en dar presión para luego calentarlo a base de quemar el combustible, pero este antes pasa por una turbina donde se extrae su energía, una parte al compresor y el resto pasa a girar el generador eléctrico y este

ciclo también tiene sus 5 fases que cumple para que el motor funcione los cuales son admisión, compresión, combustión, turbina y escape. (Connor, 2020)

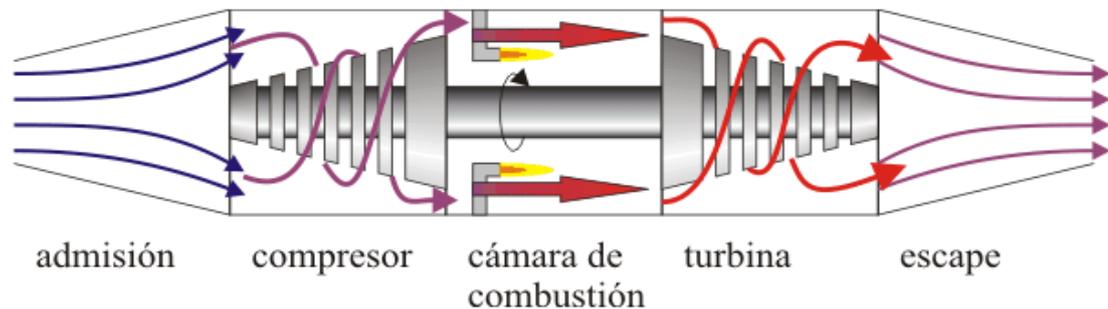
**b. Ciclos Especificados.**

**Tabla 4**

*Etapas Especificadas*

Etapa	Descripción
Admisión	Todo el aire frío con la presión atmosférica ingresa por el FAN de la turbina.
Compresión	Una vez que el aire ingresa es comprimido y redirigido a las cámaras de combustión por el compresor el cual es desplazado por la turbina
Combustión	El aire es calentado por el combustible de Queroseno en la cámara, y como está abierta el aire puede expandirse.
Turbina	Todo el aire caliente que manda la combustión pasa a la turbina haciendo que este se expanda y se enfríe de manera veloz
Escape	El aire frío pero con mayor temperatura a la que inicio sale al exterior y a con una mayor fuerza.

Nota: (Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 2019)

**Figura 4***Ciclo de brayton*

Nota: (Universidad de Sevilla, 2009)

### **2.3.3. Clasificación de los Motores a Reacción**

Los motores a reacción se clasifican en 2 grandes grupos:

**1. Motores cohete:** Son motores que llevan a bordo las 2 especies químicas que intervienen en la combustión, estos gozan de total autonomía de vuelo, pues el funcionamiento es independiente del medio exterior en el que se desplazan, pueden ser de combustible sólido o de combustible líquido, son empleados dentro o fuera de la atmosfera terrestre.

**2. Motores Aerorreactores:** Son motores de reacción no autónomos, mismos que necesitan captar aire atmosférico, para la combustión, cabe recalcar que esto están divididos en motores de compresión dinámica y mecánica.

#### **a. Compresión Dinámica.**

Si esta es suficientemente alta, es posible transformar parte de la velocidad relativa de la corriente en presión (transformación de la energía cinética en energía de presión).

#### **b. Compresión mecánica.**

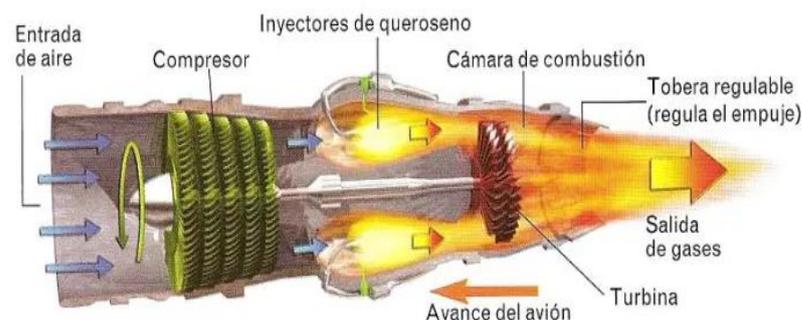
Se efectúa en compresores, los compresores de los motores turbina pertenecen al grupo de las tubo-maquinas (maquinas rotativas) mismos que se clasifican en turborreactores, turbofan, turboeje y turbohélice.

- **Turborreactor o Turbo-jet.**

Este motor es caracterizado por ser de un único flujo en otras palabras la masa completa de gases que entra en el motor por medio de los compresores pasa por las cámaras de combustión y de ahí a la turbina de salida haciendo que salgan el flujo de aire para el empuje necesario que requiere el avión, siendo así uno de los motores más eficientes en velocidades supersónica y de alto ruido es por eso que empresas comerciales los cambiaron por otros motores turbohélice, son usados por lo general en misiles (Hector, 2012)

### Figura 5

#### *Turborreactor*



Nota: (Roberto, 2017)

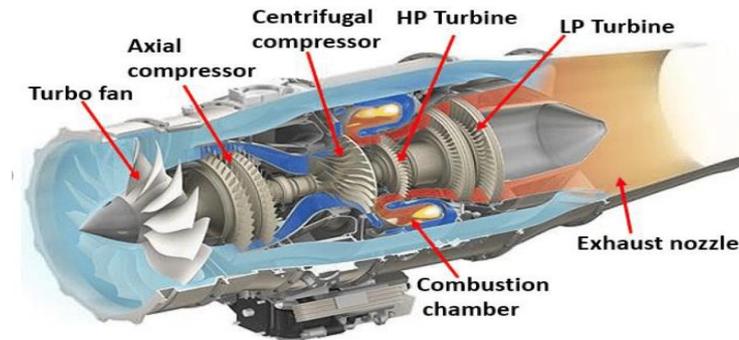
- **Turbofán.**

Este tipo de motores es utilizado más por la demanda de aerolíneas en todo el mundo ya que este motor permitió vuelos de cruceros más extensos que los que tiene los turbohélices y un consumo de combustible más ahorrativo que los que pedía los turborreactores, pues este motor le añadieron una gran toma de entrada de aire también conocida como FAN y una turbina de baja presión que lo mueve,

pues este usa un flujo secundario que fluye por la carcasa del motor hasta la turbina y esto hace que se mezclen los gases que salen de la misma y un flujo primario que es antes de la tobera. (Angel, 2013)

## Figura 6

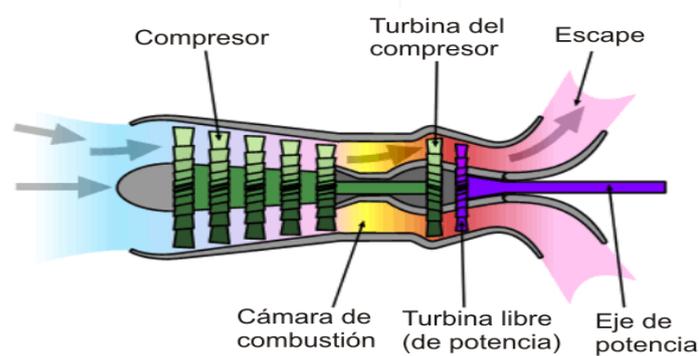
### *Turbofan*



Nota: (Lakshya, 2018)

- **Turboeje.**

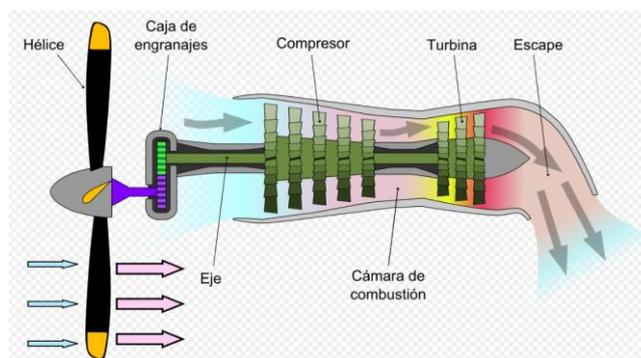
Es un motor parecido al turbohélice, pero este en cambio es una turbina de gas que trasfiere la potencia a un solo eje, este no efectúa el movimiento directo a la hélice, la fuerza que este motor genere lo toma gracias a su propia turbina, el cual se lo puede identificar en la corriente de gases del escape, regularmente este tipo de motores está orientado hacia los helicópteros ya que operan a unas r.p.m que estos requieren. (VeryBadGirl, 2013)

**Figura 7***Motor Turboeje*

Nota:(Wikipedia, 2019)

- **Turbohélice.**

Es un motor a reacción a el cual en vez de un FAN se le añadido un Hélice, pues la diferencia del turbofan este obtiene su empuje de la hélice ya que la hélice en este caso proporciona casi el 90% de tracción y así la corriente que sale de la tobera es tan solo 10%, estos no pueden competir con los turboreactores o turbofan, entre los motores turbohélice se puede describir como ejemplo el motor Mark 532-7L. (Javier, 2019)

**Figura 8***Turbohélice*

Nota:(Wikipedia, 2019)

## 2.4. Motor Mark 532-7L

### 2.4.1. Características del Motor Mark 532-7L

**Tabla 5**

*Características del motor Mark 532-7L*

Tipo	Turbohélice
Turbina	3 etapas
Combustión	7 cámaras
Compresor	Centrifugo de 2 etapas
Combustible	Queroseno

### 2.4.2. Secciones del motor Mark 532-7L

Es de gran importancia saber que el motor en general se lo puede reconocer porque está constituido en secciones del motor la cuales se detallan, dividiéndolo en sus principales grupos estructurales, los cuales son:

- Carter de toma de aire
- Sección compresor
- Sección de combustión
- Sección de la turbina
- Tobera de escape
- Reductor

#### a. Carter de la Toma de Aire.

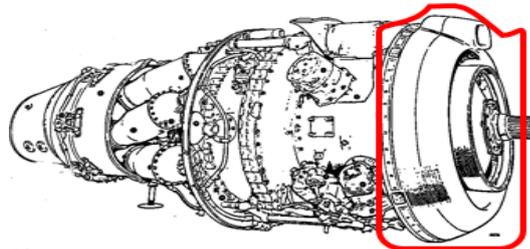
Este componente esta realizado de una aleación de magnesio, este envía el aire a el interior del compresor por el conducto anular.

Alrededor de esta toma se puede visualizar el deposito anular de aceite, en su centro se encuentra el reductor, el aire es dirigido también para la caja de engranajes de las bombas de aceite del motor y las bombas del combustible, por ultimo las argollas para la refrigeración del aceite está en la parte superior del cartel

Para proporcionar el fácil acceso de aire en el ingreso al motor existe un componente de aplazamiento del carenado de la hélice el cual está instalado en el reductor. (Roll Royce Limited, s/f, p. TDa741-2)

### Figura 9

*Carter de la toma de aire*



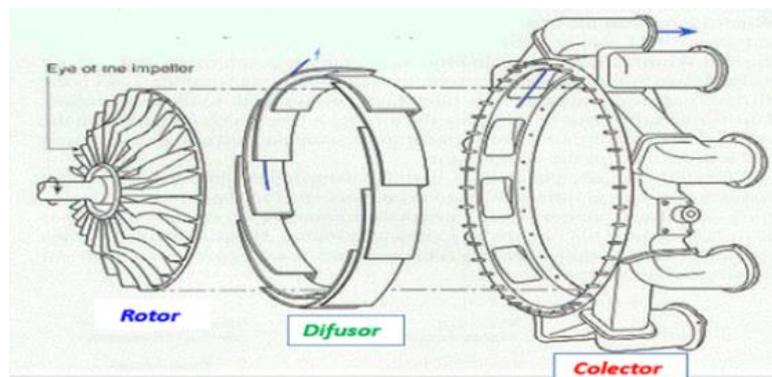
Nota:(Roll Royce Limited, s/f)

#### **b. Sección del Compresor.**

Este motor tiene un compresor centrifugo es el más usado en los primeros motores a reacción y es porque el trabajo que elabora es sencillo, la entrada de aire es prácticamente axial (paralela al eje del motor) por el rotor puesto el aire sale por la fuerza centrífuga hacia la periferia, sus componentes son el rotor, difusor y colector.

## Figura 10

### Partes básicas del compresor centrífugo



Nota:(Jorge, 2015)

Este tipo de compresor está compuesto por 2 fases. Su conjunto rotativo de las 2 fases está compuesto por un rotor y alabes, encajados en medio de las ranuras del eje y subyugados por una turca, estos están encajados de intermedio de ranuras.

Existen tres cárteres que encierran los conjuntos principales mismo que son:

1. El cárter de admisión
2. El cárter intermedio
3. El cárter de salida

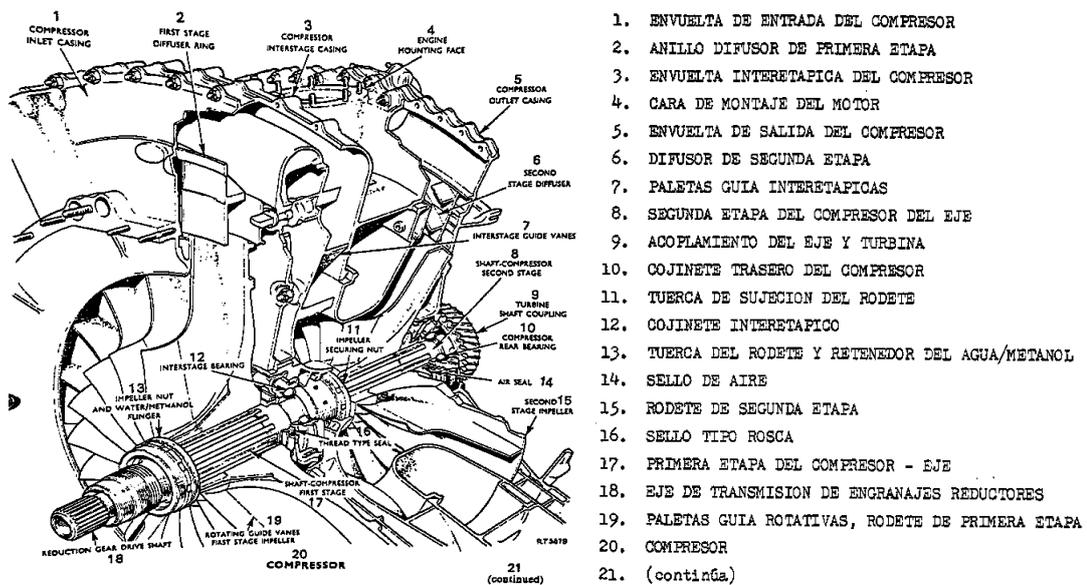
Tos estos cárteres están realizados por aleaciones de aluminio.

En el cárter de entrada y salida debe estar instalado una argolla difusora por cada rotor que lo rodea. Su Carter intermedio mantiene a los alabes de guía y en el mismo se ha dictado la distribución de los puntos de asentamiento del motor.

En el cárter de salida está instalado los 7 codos, lo cual gracias a los alabes dirigen todo ese aire a las cámaras de combustión. (Roll Royce Limited, s/f, p. TDa 741-2)

Figura 11

## Sección Compresora

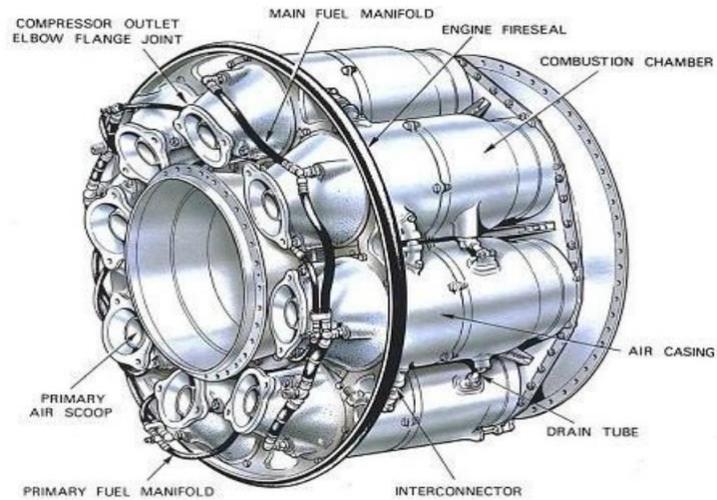


1. ENVUELTA DE ENTRADA DEL COMPRESOR
2. ANILLO DIFUSOR DE PRIMERA ETAPA
3. ENVUELTA INTERETAPICA DEL COMPRESOR
4. CARA DE MONTAJE DEL MOTOR
5. ENVUELTA DE SALIDA DEL COMPRESOR
6. DIFUSOR DE SEGUNDA ETAPA
7. PALETAS GUIA INTERETAPICAS
8. SEGUNDA ETAPA DEL COMPRESOR DEL EJE
9. ACOPLAMIENTO DEL EJE Y TURBINA
10. COJINETE TRASERO DEL COMPRESOR
11. TUERCA DE SUJECION DEL RODETE
12. COJINETE INTERETAPICO
13. TUERCA DEL RODETE Y RETENEDOR DEL AGUA/METANOL
14. SELLO DE AIRE
15. RODETE DE SEGUNDA ETAPA
16. SELLO TIPO ROSCA
17. PRIMERA ETAPA DEL COMPRESOR - EJE
18. EJE DE TRANSMISION DE ENGRANAJES REDUCTORES
19. PALETAS GUIA ROTATIVAS, RODETE DE PRIMERA ETAPA
20. COMPRESOR
21. (continúa)

Nota:(Roll Royce Limited, s/f)

### c. Sección de Combustión.

Están compuestas de siete cámaras de combustión tipo anular se numeran en sentido horario, mirando desde la parte posterior del motor.

**Figura 12***Cámara Tipo Anular*

Nota:(Joana, 2012)

Cada cámara consta de lo siguiente componentes:

- Interconectores
- Quemador
- Tubo de llama
- Cámara de expansión
- Caja de aire
- **Cámaras de Expansión.**

Estas cámaras de expansión son por lo general instaladas en las curvas o codos de la salida del compresor mediante los pernos que lo sujetan.

En la parte posterior se anclan a la caja de aire por medio de un destaje con los pernos, observar la figura 13.

Por cada cámara existe un quemador, se ha tomado precauciones para el montaje de la unión del drenaje de combustible si lo necesita, cabe recalcar que para la marcha del motor se tiene montado bujías en las cámaras tres y siete.

- ***Cajas de aire.***

En la parte frontal de las cámaras están ancladas con pernos, en la parte posterior están sobremontadas suavemente por las toberas de descarga. De esta manera de instalación permite que la salida pueda correr libremente, de ahí las cajas de aire se instalan al lado de cada una por los segmentos del pistón para evitar fugas de gases, observar la figura 13.

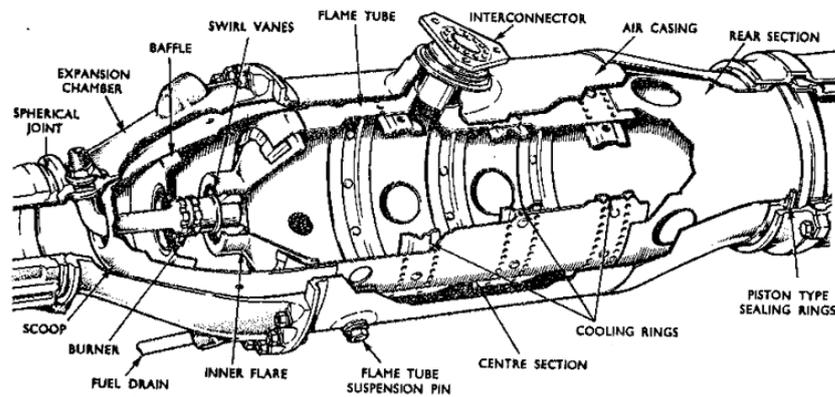
- ***Tubos de Llama.***

Su fabricación es de una manera parecida a una chapa metálica con sus juntas soldadas. Están situadas en su frente de la caja de aire por la intervención de 3 espigas coincidentes, y por detrás se las instala de manera manual en las cajas de aire, por sus extremos, asentados en las toberas dados la vuelta para el chorro que admitirá la ampliación observar la figura 13.

- ***Interconectores.***

En cada interconector está compuesto de 2 tubos los cuales vinculan los tubos de llama a las cajas de aire por medio de los catalizadores que trabajan independientemente, esto lo que produce es una igualdad de presiones de los gases y da paso al arranque

Una brida de tres pernos forma la unión entre cada interconector, conectando las cámaras de combustión contiguas, y el tubo exterior lleva los retenes que se apoyan en un agujero formado en la caja de aire observar la figura 13. (Roll Royce Limited, s/f, pp. TDa741-2)

**Figura 13***Cámara de combustión*

Nota:(Roll Royce Limited, s/f)

**d. Sección turbina.**

La turbina se encuentra asentada en la caja de toberas persuasivas en el cárter exterior, tambor de montaje, un cono interno y el hospedaje de los cojinetes de la turbina, esta caja de toberas está anclada con pernos al cárter intermedio el cual está dirigido a la hasta la parte de atrás del cárter de salida, pero del compresor de alta.

Por medio de sus 7 tirantes están sujetas de manera centrada el cárter exterior con el cono interior.

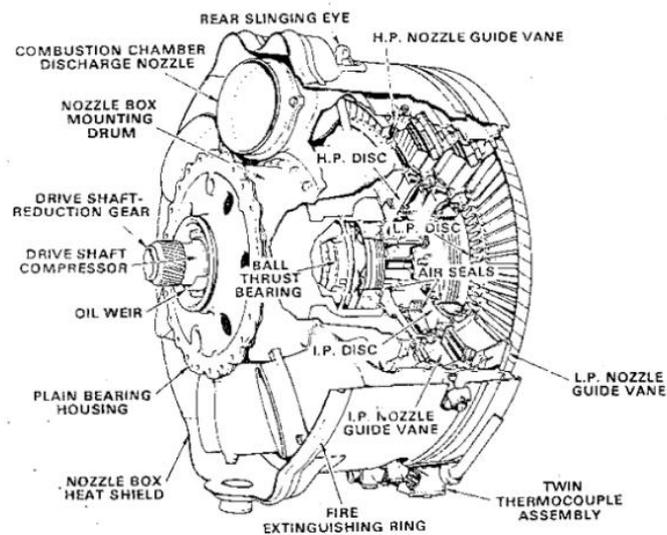
Las toberas realizan la aceleración de los gases los cuales están dirigidos a la turbina, ya que, la caja de toberas se encuentra en la parte frontal de turbina y esto hace que los alabes guíen esta potencia a las toberas y forman el perfil aerodinámico. Al ser este una turbina de 3 fases, los termopares se encuentran montados en 12 alabes en su borde de ataque guiando las toberas de presión intermedio.

Esta turbina por lo general esta compuesta de 2 o 3 discos los cuales realizan la sujeción de los alabes que embonan perfectamente, estos discos ya

mencionados están anclados entre ellos por medio de pernos y al eje de la turbina.  
(Roll Royce Limited, s/f, pp. TDa741-3)

## Figura 14

### Sección Turbina

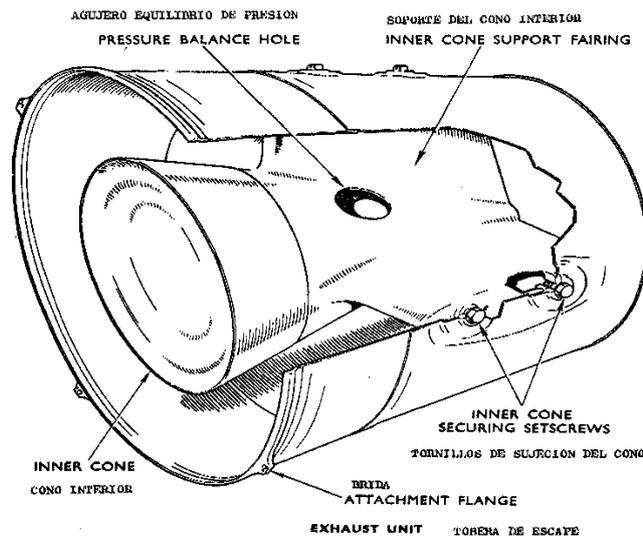


Nota:(Roll Royce Limited, s/f)

### e. Tobera de Escape.

Esta tobera de escape por lo general se encuentra instalada en la brida posterior de la caja de toberas, está compuesta de un cono interior y otro exterior los cuales son muy resistentes a temperaturas altas, estos conos ya mencionados están sujetos por un sistema de 3 sujetadores careados atornillados a la placa de sostén del cono exterior.

Los termopares se encuentran instalados en la tobera de escape y hay que mencionar que este componente tiene agujeros los cuales son necesarios para el drenaje de combustible, por o general existe en motores de 2 etapas. (Roll Royce Limited, s/f, p. TDa741-4)

**Figura 15***Tobera de Escape*

Nota:(Roll Royce Limited, s/f)

**f. Reductor del motor Mark 532-7L.**

Este componente, radica en:

- Un piñón de alta velocidad anclado por medio de estrías en el eje de torsión interno
- 3 conjuntos de ejes auxiliares con engranajes.
- Una corona que se ancla con pernos al eje de la hélice

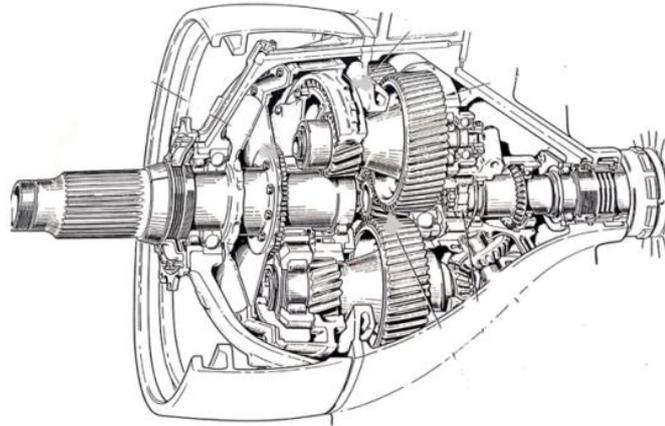
Se utiliza un sistema hidráulico automático el cual hace uso del aceite del motor pero esta entregado a presión desde la bomba para equilibrar el movimiento axial de estos ejes por los engranajes utilizados y este es movido por el disco del eje de la hélice.

Desde el eje reductor del eje auxiliar inferior esta intercomunicado con el desenlace de la bomba de combustible, regulador de la hélice y a las bombas de lubricación del motor.

En él piñón de alta velocidad es donde se encuentra enganchado el mecanismo de arrancador. (Roll Royce Limited, s/f, pp. TDa 741)

### **Figura 16**

*Reductor del motor Mark 532-71*



Nota:(Roll Royce Limited, s/f)

## **2.5. Preservación y almacenamiento de motores**

Son todas aquellas operaciones a realizar al motor con el objetivo de protegerlo durante periodos de inactividad del mismo, ya sea por las condiciones atmosféricas a la que este expuesto, o ya sea por la posible intrusión de agentes o líquidos extraños, estos procedimientos van a depender de los factores que este el motor como los siguientes. (Galmés, 2018)

- Duración de la inactividad del motor
- Operatividad del motor: si el motor es operativo o no
- Condiciones ambientales locales: temperatura y humedad, proximidad a zonas de agua salada, etc.
- Ubicación del motor durante el periodo de preservación (exterior o interior)

Un motor en espera de revisión o que vuelva a funcionar después de la revisión debe recibir una atención minuciosa. No recibe el cuidado diario y la

atención necesaria para detectar y corregir las primeras etapas de la corrosión. Por esta razón, se debe tomar alguna medida definitiva para evitar que la corrosión afecte al motor. Es posible que los motores que no se ponen en marcha regularmente no alcancen una vida útil normal debido a la corrosión dentro y alrededor de los cilindros. El proceso de combustión normal crea humedad y subproductos corrosivos que atacan las superficies desprotegidas de las paredes de los cilindros, las válvulas y cualquier otra zona expuesta que esté desprotegida. En los motores que han acumulado 50 horas o más de tiempo en servicio en un período corto, las paredes de los cilindros han adquirido un barniz que tiende a protegerlos de la acción corrosiva; los motores en condiciones atmosféricas favorables pueden permanecer inactivos durante varias semanas sin evidencia de daños por corrosión. Este es el mejor escenario posible, pero las aeronaves que operan cerca de océanos, lagos, ríos y regiones húmedas tienen una mayor necesidad de preservar los motores que los motores que operan en zonas secas y poco húmedas. (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2018)

### ***2.5.1. Materiales preventivos de la corrosión***

Un motor en servicio es en cierto sentido auto-purgante de humedad, ya que el calor de la combustión evapora la humedad dentro y alrededor del motor, y el aceite lubricante que circula por el motor forma temporalmente una capa protectora sobre el metal con el que entra en contacto.

Si se limita o suspende el funcionamiento de un motor en servicio durante un período de tiempo, el motor se conserva en mayor o menor medida, según el tiempo que vaya a estar inoperante. (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2018)

Existen tres tipos de almacenamiento de motores:

**Tabla 6***Tipos de Almacenamiento de Motores*

Almacenamiento	Descripción
Motor Activo	Un motor en almacenamiento activo se define como aquel que tiene al menos una hora continua de funcionamiento con una temperatura de aceite de al menos 165 °F a 200 °F y un tiempo de almacenamiento no superior a 30 días
Temporal	Describe una aeronave y un motor que no se vuela durante 30 a 90 días
Indefinido	Para una aeronave que no se vuela durante más de 90 días o que se retira de la aeronave durante un tiempo prolongado

Nota:(FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2018)

### **2.5.2. Compuestos preventivos de la corrosión**

Los materiales de preservación que se examinan se utilizan para todos los tipos de almacenamiento de motores. Los compuestos anticorrosivos son productos derivados del petróleo que forman una película similar a la cera sobre el metal al que se aplican. Se fabrican varios tipos de compuestos anticorrosivos de acuerdo con diferentes especificaciones para adaptarse a las diversas necesidades de la aviación. El tipo que se mezcla con el aceite de motor para formar una mezcla anticorrosiva es un compuesto relativamente ligero que se mezcla fácilmente con el aceite de motor cuando la mezcla se calienta a la temperatura adecuada.

La mezcla ligera está disponible en tres formas: MIL-C-6529C tipo I, tipo II o tipo III.

**Tabla 7**

*Tipos de Mezcla del MIL-C6529C*

Formas de mezcla	Descripción
Tipo I	Es un concentrado y debe mezclarse con tres partes de aceite de grado 1100 MIL-L-22851 o MIL-L-6082C (SAE J1966) a una parte de concentrado
Tipo II	Es un material preparado con aceite MIL-L-22851 o grado 1100 y no requiere dilución
Tipo III	Es un material preparado con aceite de grado 1010 para su uso en motores de turbina solamente
Mezcla Ligera	Está destinada a ser utilizada cuando un motor conservado va a permanecer inactivo durante menos de 30 días. También se utiliza para pulverizar cilindros y otras áreas designadas

Nota:(FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2018)

Aunque los compuestos anticorrosivos actúan como aislantes de la humedad, en presencia de una humedad excesiva, con el tiempo se descomponen y comienza la corrosión. Además, los compuestos acaban secándose porque su base de aceite se evapora gradualmente. Esto permite que la humedad entre en contacto

con el metal del motor y ayuda a corroerlo. Por lo tanto, cuando se almacena un motor en una caja o contenedor de transporte, debe utilizarse algún agente deshidratante (eliminador de humedad) para eliminar la humedad del aire dentro y alrededor del motor. (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2018)

**a. Propiedades del Lubricante.**

- Disminuir el roce entre los componentes metálicos del motor
- Completar fallas extrañas de manera que las áreas lubricadas existan contacto realizando la disminución del roce.
- Reducir la temperatura en las partes calientes del motor absorbiendo toda la parte acalorada
- Prevenir la presencia de corrosión y oxido en el motor. (Redacción in Academia de aviacion, 2010)

**Figura 17**

*Tipos de lubricante para motores a reacción*



Nota:(PNGWING, 2020)

**b. Aditivos del Aceite.**

Los aditivos son sustancias químicas activas que se aumentan a los aceites para mejorar ciertas propiedades existentes en los lubricantes o bien para añadirles otras nuevas propiedades que optimen las prestaciones según el tipo de prestación,

se introducen en la composición de los lubricantes para su mercadeo y así conseguir fundamentalmente sus objetivos primordiales. (Cronaser, 2018)

**c. Tipos de Aditivos.**

**Tabla 8**

*Descripción de los tipos de aditivos*

Aditivos	Descripción
Detergente	Este aditivo por poseer una propiedad alcalina realiza una neutralización de ácidos presente en el motor evitando que exista corrosión, además conserva el motor fuera de suciedad.
Dispersante	Este tipo de aditivo lo que realiza es la detención de contaminantes que se presentan por la combustión, ya que el filtro por lo general solo retiene contaminantes grandes y es por eso que a veces el aceite suele producirse negro.
Anti-desgaste	Este aditivo por lo general realiza la alineación de una película para evitar la relación metálica, también reduce el deterioro del motor más cuando se efectúa arranque en climas de baja temperatura y contribuye a una mejor lubricación

---

Aditivos	Descripción
Antioxidante	Este tipo de aditivo lo que realiza es la protección al motor y ayuda a un periodo de drenado factible, ya que por lo general los aceites son sometidos a temperaturas altas y más la presencia de oxígeno suelen descomponer el motor.
Anticorrosión	Este aditivo protege a todas las partes metálicas, ya que por lo general dentro de los motores también existe presencia de humedad por las temperatura expuesta lo cual este aditivo lo ayuda a proteger.

---

Aditivos	Descripción
Modificador de Viscosidad	Reduce la variación haciendo que el aceite sea más fluido o menos viscoso en frío y más grueso o más viscoso en caliente , dependiendo en las operaciones que este se encuentre
Presión Extrema	Ya que los engranajes soportan cargas muy elevadas hacen que la película lubricante se rompa y este aditivo elaborado de fosfato y azufre, también realiza la formación de una película más potente evitando el contacto metálico.
Anti-espumante	Evitan que se formen burbujas de aire y se dé la formación de espuma en los lubricantes en condiciones severas de trabajo

Nota: (Torres, 2013):

#### **d. Clasificación de los lubricantes.**

Las normativa SAE fue determinada por la sociedad SAE (Sociedad de Ingenieros Automotrices), esta clasificación SAE se describe exclusivamente a la viscosidad del aceite.

El API (institutos petroleros americanos) es una clasificación del servicio de aceite, el cual observa las condiciones que el aceite trabaja en el motor, este lo que realiza es una comprobación de calidad y da una certificación del aceite para

comprobar el trabajo y la vida del motor, cabe recalcar que esta clasificación API es considerada el complemento de las especificaciones SAE.

Las MIL (Especificaciones militares) no sistematizan los usos en aceites en civiles, pero muchos usuarios civiles requieren aceites que han sido calificados bajo estas obligaciones, porque dichos aceites han apaleado éxitos en su utilización, ya que por ser recinto militar sus especificaciones son más exigentes en la medida que el progreso tecnológico de los motores mejora. (Torres, 2013)

**Tabla 9**

*Clasificación General de los Aceites Lubricantes*

Clasificación	Detalle
Por su Viscosidad	SAE ( Sociedad de ingenieros Automotrices)
Por su Densidad	API ( Institutos Petroleros Americanos)
Por especificaciones militares	MIL-L (de empleo en la aviación)
Por especificaciones civiles	Diversas

**e. Características del lubricante.**

**Densidad:** La medida de grados API para la densidad de los aceites lubricantes es una medida de expresar cuando pesa un producto de petróleo en relación al agua, si este es más liviano que el agua y flota sobre el agua, entonces el grado API será mayor de 10, y si tendría un grado API menor que 10 son más pesados que el agua y por tanto, se asientan en el fondo. (Noria Latín América S.A, 2014)

La fórmula para obtener en grado API es la siguiente:

**Tabla 10***Formula de la Densidad Normal y API*

Formula de la densidad	Formula de la densidad de lubricantes
Para cualquier material es la relación existente entre una masa y el volumen que ocupa.	La densidad del aceite se expresa en gramos por centímetro cúbico(g/cm <sup>3</sup> ).
$Densidad = \frac{masa}{volumen}$	Grados API= $\frac{141,5}{densidad} - 131,5$

**Viscosidad:** Existen varias formas de viscosidad que se puede medir y cada una con sus unidades de medida, pero se explicara más de la viscosidad cinemática ya que esta está actualmente utilizada en el mundo de los aceites lubricantes.

Se la puede definir como el tiempo en segundos que tarda en pasar a través de un tubo capilar una determinada cantidad de aceite, considerando el aceite a una temperatura de 40°C o bien a 100°C, y la unidad que se utiliza es la Centistoke (cSt). (Troyer, 2020)

$$\underline{1 \text{ stoke} = 100 \text{ centistokes} = 1 \text{ cm}^2/\text{s} = 0,0001 \text{ m}^2/\text{s}}$$

**Punto de inflamación:** Lo establece la temperatura mínima a la cual desprende vapores inflamables que se prenden en presencia de una llama o de un punto incandescente, este punto debe ser lo más alto posible para evitar que el aceite se incendie al estar en contacto con zonas del motor a altas temperaturas. (Ascensión, s/f)

**Punto de congelación:** Es la temperatura más baja a partir de la cual el aceite pierde sus características de fluido para tolerar como una sustancia sólida,

este punto debe ser lo más bajo viable para que el aceite mantenga la fluidez suficiente a bajas temperaturas (Ascensión, s/f)

### **2.5.3. Agentes deshidratantes**

Hay varias sustancias (denominadas desecantes) que pueden absorber la humedad de la atmósfera en cantidades suficientes para ser útiles como deshidratantes. Una de ellas es el gel de sílice. Este gel es un agente deshidratante ideal ya que no se disuelve cuando se satura.

Como prevención de la corrosión, se colocan bolsas de gel de sílice alrededor y dentro de varias partes accesibles de un motor almacenado. También se utiliza en los tapones de plástico transparente, llamados tapones deshidratadores, que se pueden atornillar en las aberturas del motor, como los agujeros de las bujías. El cloruro de cobalto se añade al gel de sílice que se utiliza en las bujías del deshidratador. Este aditivo hace posible que las bujías indiquen el contenido de humedad, o humedad relativa, del aire que rodea al motor.

El gel de sílice tratado con cloruro de cobalto permanece de un color azul brillante con baja humedad relativa; a medida que la humedad relativa aumenta, el tono del azul se hace progresivamente más claro, convirtiéndose en lavanda a un 30 por ciento de humedad relativa y desvaneciéndose a través de los diversos tonos de rosa, hasta que a un 60 por ciento de humedad relativa es un color natural o blanco.

**Figura 18***Tapón deshidratador rosado*

Nota:(FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2018)

Algunos tipos de tapones deshidratadores pueden secarse quitando el gel de sílice y calentando el gel para secarlo, devolviéndole su color azul original. Cuando la humedad relativa es inferior al 30 por ciento, la corrosión no se produce normalmente. Por lo tanto, si los tapones del deshidratador son de color azul brillante, el aire del motor tiene tan poca humedad que la corrosión interna se mantiene a un mínimo.

**Figura 19***Tapón deshidratador azul*

Nota:(FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2018)

Este mismo gel de sílice tratado con cloruro de cobalto es utilizado en los sobres indicadores de humedad. Estos sobres pueden se sujetarán al motor almacenado para que puedan ser inspeccionados a través de una pequeña ventana en la caja de transporte o el motor de metal contenedor. Todos los desecantes se sellan en contenedores para evitar se saturan de humedad antes de ser usadas. Se debe tener cuidado de no dejar nunca el recipiente abierto o cerrado incorrectamente.

### **Figura 20**

*Bolsa de gel de sílice*



Nota:(Seochimical, 2019)

### **2.6. Inhibidores de la corrosión**

Se lo denomina de esta manera a aquella sustancia que, añadida en cantidades pequeñas a una sustancia corrosiva, este trata de minorar el daño ante el metal, pues, saben efectuar con la formación de películas en las áreas metálicas o por lo general también explicado cede sus electrones al centro. (Rojas, 2012)

**Figura 21**

*Inhibidor de corrosión*



Nota:(DISUMIN, 2015)

**2.6.1. Características de los inhibidores**

- Recubren las áreas metálicas tanto física como químicas.
- Crean un muro aislante ante la humedad que se observe en la superficie metálica.
- Crean una barrera para quitar el oxígeno del área metálica.
- logra contrarrestar la acidez o la alcalinidad del área. (Rojas, 2012)

**2.6.2. Inhibidores de base Aceite/Solvente**

Establecen una alineación de muros protectores para advertir la presencia del agua con las áreas metálicas, estos inhibidores suelen ser empleados en componentes que requieran un recubrimiento de un periodo extensos o para aquellas que se encuentren en condiciones ambientales severas, como puede ser productos que se encuentren al aire libre y este inhibidor es muy recomendado debido que la película que forma es pesada y por sus propiedades rechaza por totalidad el agua. (Milacron, 2012)

## Figura 22

### *Inhibidor de aceite-solvente*



Nota:(Vecoin, 2016)

## **2.7. Papel Inhibidor de corrosión VCI (Inhibidor Volátil de Corrosión)**

Es un papel de embalaje extenso de nitritos con VCI el cual protege las piezas metálicas de la corrosión durante el transporte, el ambiente y el almacenamiento, por su bajo costo hace que sea muy utilizado en la actualidad para proteger los materiales metálicos, este papel por lo general al colocarlo alrededor de las piezas metálicas, trasfiere las moléculas al metal, protegiendo al producto del ataque de numerosos contaminantes atmosféricos que producen la corrosión, es por eso que este papel tiene distintas aplicaciones, es por eso que está indicado como capa de interposición entre productos de VCI. (Propagroup, 2019)

### ***2.7.1. Propiedades del papel anticorrosivo VCI***

- Elasticidad
- Capacidad de extensión
- Capacidad de crespado (Propagroup, 2019)

### 2.7.2. Tipos de Papel Anticorrosivo VCI

**Tabla 11**

*Tipos de Papel Anticorrosivo VCI*

Tipo	Detalle
De doble cara	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las moléculas volátiles del VCI subliman de los 2 lados del papel, estos están especializados para llegar a cabo una acción de interposición entre 2 capas del producto y así prolongar su eficiencia y duración</li> </ul>
De doble cara crepé	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tiene la mismas características del papel doble cara pero aquí se añade la elasticidad y la capacidad de extensión del crespado, estos son realizados para productos de industria pesada</li> </ul>
Politenado	<ul style="list-style-type: none"> <li>Su elaboración está compuesta de una lámina de polietileno en su papel pie, su funcionamiento es proteger de los agentes atmosféricos externos presentes en el área y evitar la propagación de esta sustancia sea interna.</li> </ul>

Tipo	Detalle
Acoplado Politenado	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suelen ser utilizados acoplándose en materia prima como suele ser las redes de tela, plásticos, etc., pues junta lo anticorrosivo del papel y la fuerza de estos materiales asiéndolo más resistente ante la presencia de estos agentes atmosféricos</li> </ul>
Cartón	<ul style="list-style-type: none"> <li>Protección de manufacturados metálicos pesados</li> </ul>

Nota:(Propagroup, 2019)

### Figura 23

#### PAPEL ANTICORROSIVO VCI



Nota:(Propagroup, 2019)

## 2.8. Inspección

Es considerado como método para identificar anomalías ya sea a nivel estructural de la aeronave o componentes, esta puede tener varias maneras dependiendo de lo que se vaya a realizar sea de manera visual, dimensional o por complejidad de acceso o a veces siendo un ensayo no destructivo para así determinar la condición física de los elementos. (González, 2012)

### 2.8.1. Tipos de Inspección

**Tabla 12**

*Tipos de Inspecciones*

Inspección	Descripción
Por limpieza	Esta se la realiza siempre y cuando exista condiciones de existencia de grasas, polvo, suciedad, arenilla, tierra y así poder llevar acabo esta limpieza necesaria.
Visual	En esta inspección se detecta fallas y irregularidades, esta inspección por lo general se lo realiza en condiciones de normales de buena iluminación ya sea luz natural o artificial como son las linternas, a veces removiendo paneles de acceso o puertas y así utilizando otro tipo de materiales para poder acceder a una visualización clara a donde se quiere inspeccionar

Inspección	Descripción
Condición General	Está basado para redescubrir ya sea la tarea orden por parte de los manuales del fabricante o la inspección que se esté ejecutando en el instante
Boroscopía	Se logran efectuar por una herramienta llamada baroscopio, la cual por lo general es conocida por transmitir en un pantalla imágenes de sitios incomodos o inaccesibles, se usa para tener acceso a lugares inaccesibles en las aeronaves o motor así reduciendo enormes costos de desarme
Ensayos no destructivos (END)	Inspecciones especiales que requieren de entrenamiento y equipamiento específico para la ejecución, pero esta inspección no altera las propiedades de los componentes envueltos

Nota: (Contreras, 2018)

## CAPÍTULO III

### 3. DESARROLLO DEL TEMA

#### 3.1. Introducción al capítulo:

En este capítulo se explicara los procesos que se realizaron para el mantenimiento y la preservación del motor Mark 532-7L, al igual que sus componentes de acuerdo al SB (Boletín de Servicio) de Alerta No Da70-10 y manuales de mantenimiento del mismo con las medidas de precaución y seguridad necesarias para evitar accidentes.

#### 3.2. Boletín de Servicio:

##### 3.2.1. Efectividad

El boletín de servicio de alerta No Da70-10 es aplicable para los motores:

**Tabla 13**

*Motores aplicables según la efectividad correspondiente*

Motor	Serie
DART	506, 510, 511-7E, 514, 514-7, 525, 526, 527, 528-7E, 529-7E, 529-7H, 529-8E, 529-8H, 529-8X, 529-8Y, 529-8Z, 530, 532-1, 532-7, 532-7L, 532-7N, 532-7P, 532-7R, 532-9, 533-2, 534-2, 535-2, 536-2, 536-2T, 536-7P, 536-7R, 542-4, 542-4K, 542-10, 542-10J, 542-10K, 543-10, 543-10K

Cabe mencionar que de la lista anteriormente detallada se encuentra el código del motor a desarrollar como proyecto, el cual es el motor Mark 532-7L.

##### 3.2.2. Introducción:

Este boletín servicio Da71-10 presenta un programa de incremento de vida del motor. Es particularmente designado para los operadores de pequeñas flotas con

utilización relativamente baja y para Operadores Corporativos. Es publicado para solo orientación, y es recomendado que los operadores no pertenecientes a líneas aéreas deberían siempre consultar con su agencia de overhaul al formular su propio programa particular de motor.

### **3.2.3. General:**

El tiempo del motor entre overhauls (T.B.O.) es dependiente en un numero de variables tal como el tiempo de vuelo, condiciones de operación, medio ambiente y modificaciones estándar del motor. En base a las considerables aerolíneas que utilizan el motor Dart y la experiencia aérea en todo el mundo, el incremento de vida útil puede ser recomendada por cada motor Mark que hace tolerancia para tales variables.

Estas recomendaciones básicas se dan en el Apéndice del Boletín de servicio Da70-10 y proporciona un punto de inicio para incrementar la vida a través de un programa controlado al máximo del motor T.B.O.

### **3.2.4. Muestreo (antes de la vida básica)**

Muestreo por "inspección de campo" es necesario en algunos motores Marks para monitorear el efecto que las variables en ciertas etapas como la de combustión y componentes de la turbina, para comparar que la condición de estas partes es conmensurable con la de otros operadores comparables, quienes tienen establecido actualmente la vida básica o superior del motor.

Los detalles de los requerimientos para la inspección de campo se muestran en el Apéndice y los estándares de aceptación requeridos se detallan en el Boletín de servicio Da70-8, apéndice IV.

a. **Da70-8 (Apéndice IV)**

**Evaluación de condición de la combustión y los componentes de turbina**

El propósito este boletín de servicio es proporcionar la aceptación estándar básica sobre la experiencia realizada en los componentes por la continuación del servicio.

Los componentes que son aceptables a estos estándares o inaceptables, pero que están dentro del manual de mantenimiento con límites aceptables, deberán ser revisados dentro de los intervalos no excedentes de 400 horas en orden que determina su máximo potencial de vida.

**Boquillas de descarga:**

Con la boquilla de descarga, se realizó una examinación minuciosa de la siguiente manera:

1. Localización del diámetro interior del tubo de llama: El desgaste es inaceptable si tiene una profundidad que supera las 0.030 pulgadas, y también, si la línea guía que se encuentra en la boquilla no se encuentra en su posición o se ha movido dentro del diámetro interior de la ubicación, es inaceptable.
2. Reborde de la soldadura del conducto de salida: Las grietas son inaceptables en la soldadura o adyacente al extremo más alejado de la línea localizada del tubo de llama. El recalentamiento es inaceptable como lo indica la superficie de erosión, o la oxidación ha causado una deformación localizada en la lámina del conducto de salida adyacente a la soldadura.
3. Salida del reborde del ducto: Las grietas son inaceptables ya sea en lo convexo o cóncavo del reborde de salida. si cualquiera de los dos rebordes

es deformado o si alguno de los dos rebordes ha sido penetrado por el contacto de deterioro por vibración que las H.P. boquillas aletas guías, que también es inaceptable.

Si algunos de las anteriores condiciones se presentan, se debería remover las boquillas de descarga se debe de examinar lo siguiente:

1. En el anterior ítem descrito se encuentra presenta el punto (1) y (2) se lo debe realizar “como se ha dado anteriormente”.
2. Salida del reborde del ducto, el siguiente es inaceptable: cualquier grieta longitudinal más larga que 0.200in.; grietas más cortas superan las seis en número a lo largo de cualquier longitud 0.200in. en el reborde de salida; la grieta excede dos en número; el reborde de salida es deformado, las grietas desarrolladas en áreas de deterioro por vibraciones, cualquier otra área en el reborde de salida que el deterioro por vibraciones tiene a reducido el grosor de la sección por debajo de los 0.200in.

La erosión es inaceptable en cualquiera de los rebordes de los conductos de salida, el grosor de la sección se ha reducido a menos del veinticinco del porcentaje (25%) del original grosor.

#### **b. Remoción de las cámaras de combustión**

Se procedió a retirar las cámaras de combustión desacoplando de su lugar y enumerándolas para no perder su posición y luego instalarlas de nuevo después de la inspección.

**Figura 24**

*Cámaras de combustión removidas*

**c. Localización del diámetro interior del tubo de llama**

Se realizó la medición con el calibrador en la localización del diámetro interior del tubo de llama, lo cual una vez observada su medición denoto que no superaba las 0.030 pulgadas, por lo cual es aceptable.

**Figura 25**

*Medición con calibrador del diametro interior del tubo de llama*



**d. Reborde de la soldadura del conducto de salida**

Se procedió a realizar una inspección visual del reborde de la soldadura del conducto de salida, lo cual se denoto que las grietas no se encuentran en condiciones dañadas, y el recalentamiento del tubo de llama no denoto ningún síntoma de oxidación o daño en la lámina del conducto de salida por lo cual queda en condición aceptable.

**Figura 26**

*Conducto de salida del tubo de llama*

**e. Salida del reborde del ducto**

Se dirigió a realizar una inspección minuciosa de la salida del reborde del ducto de las cámaras para observar si estas se encontraban con algún deterioro por las vibraciones o el contacto de las aletas de las H.P (high pressure), lo cual no se denoto ningún deterioro ni desgaste del material, por lo tanto queda como condición aceptable.

**Figura 27**

*Salida del reborde del ducto*

**3.2.5. Programa de incremento de vida**

Cuando un motor ha sido examinado y confirmado para ser satisfactorio en la recomendación de vida básica, se sugiere que el siguiente tipo de programa se adopte para incrementar la T.B.O

A. El incremento de extensión de vida útil debería ser 400 horas con un motor inspeccionado en cada cojinete.

B. Mientras se espera el resultado de la tira examinada de la muestra del motor el restante motor en la flota es permitido correr hasta 200 horas en exceso del motor bajo examinación.

C. Cuando un overhaul es aprobado después de un examen satisfactorio de un motor, el motor debe pasar a la siguiente etapa de vida, es decir, 400 horas más.

D. El procedimiento puede ser repetido hasta tal tiempo como las características limitantes de vida, en cuya etapa de overhaul del desarrollo de vida debe ser terminada hasta:

- 1) Se han evidenciado bastante el funcionamiento de los motores mismos que se pueden justificar para la continuación del desarrollo de vida. y/o
- 2) Las modificaciones han sido encargadas para eliminar las características limitantes de vida. y/o
- (3) La reelaboración ha sido instituido para remplazar componentes limitantes.

### **3.2.6. *Tiempo de vida calendario***

Operadores con baja utilización de aeronaves deben tener en cuenta que, debido a la posibilidad de problemas relacionados con el tiempo, tal como la corrosión interna y deterioro de componentes de goma, una primordial limitación de vida de 10 años es recomendada. (Referirse al Manual de Mantenimiento del Motor, ATA 71-0 o 72-0-Limpieza/Pintura/Preservación).

### **3.3. ATA 71-0**

Motores instalados en ambientes no marítimos

#### **3.3.1. *Conservación durante períodos de inactividad***

- a. Los motores requirieron protección en contra de la corrosión y la entrada de materia extraña. La corrosión puede ser prevenida colocando papel V.P.I. en la entrada de aire y en el tubo de chorro. La materia extraña se evitó obstruyendo todas las aperturas.
- b. La siguiente tabla proporciona tratamientos recomendados para preservación de motores instalados.
- c. Según recomendación del manual remitido por el fabricante, durante el almacenamiento bajo condiciones externas, los motores instalados se inspeccionaron minuciosamente y funcionaron en tierra cada 30 días bajo condiciones templadas.

d. Cada período de funcionamiento en tierra debería ser de 10 minutos de duración, comprende 9 minutos en marcha lenta r.p.m. y 1 minuto en crucero r.p.m.

Para cumplir los párrafos (c) y (d) se decidió que, debido que los motores son utilizados como instructivo y enseñanza en la universidad estos no están operativos y no funcionan, lo que se realizó en estos periodos son arranques en seco, estos se logran con una planta externa de la universidad la cual energizo la aeronave, se realizó 6 ciclos de 30 segundos de duración, luego debe transcurrir como mínimo un intervalo de 15 minutos para dejar que se enfríe el motor de arranque.

e. Para completar los párrafos (c) y (d) se registró en libro del avión.

**Tabla 14**

*Preservación en motores instalados*

Medio Ambiente		Periodo anticipado	Ajuste de los cobertores y espacios	Insertar papel V.P.I.	Motor de tierra, véase el párrafo B.(1)(d)	Inhibir el sistema de combustible	Aplicar Fluido inhibidor al eje de la hélice y a las unidades externas	Controles de grasa	Quitar el motor y tratar como desinstalado (referirse al párrafo. A.)
Fuera	La temperatura y la sequedad tropical	De 1 a 7 días	*						
		De 7 a 30 días	*	*					
		De 30 días a 6 meses	*	*	*		*	*	
		Más de 6 meses	*	*		*	*	*	*

Medio Ambiente		Periodo anticipado	Ajuste de los cobertores y espacios	Insertar papel V.P.I.	Motor de tierra, véase el párrafo B.(1)(d)	Inhibir el sistema de combustible	Aplicar Fluido inhibidor al eje de la hélice y a las unidades externas	Controles de grasa	Quitar el motor y tratar como desinstalado (referirse al párrafo. A.)
Tropical Húmedo (más del 80% de humedad )	De 1 a 3 días	*							
	De 3 a 14 días	*	*						
	De 14 días a 3 meses	*	*	*			*	*	
	Más de 3 meses	*	*			*	*	*	*
Dentro Hangar calefaccionado y seco tropical	De 1 a 7 días	*							
	De 7 a 30 días	*	*						
	De 30 días a 6 meses	*	*			*	*	*	
	Más de 6 meses	*	*			*	*	*	*
Dentro Hangar sin calefacción templado	De 1 a 7 días	*							
	De 7 a 30 días	*	*						
	De 30 días a 6 meses	*	*			*	*	*	
	Más de 6 meses	*	*			*	*	*	*
Tropical Húmedo (más del 80% de humedad )	De 1 a 3 días	*							
	De 3 a 14 días	*	*						
	De 14 días a 3 meses	*	*			*	*	*	
	Más de 3 meses	*	*			*	*	*	*

Desacuerdo a la tabla, se tomó en cuenta todos los puntos necesarios que requieren este trabajo de titulación los cuales se detallarán a continuación:

### **3.3.2. Ajuste de los cobertores y espacios**

#### **a. Ajuste de capotas**

Se procedió ajustar y cerrar bien las capotas, realizando el ajuste de los tornillos de media vuelta con un desarmador de cabeza plana, se procedió a colocar los 6 seguros de la capota que cubren el motor y se verifico que estén cerradas apropiadamente.

#### **Figura 28**

*Ajuste de capotas*



#### **b. Colocación de funda preservante de humedad**

Se procedió a forrar todo el motor con el cobertor cubriendo totalmente para evitar que materiales extraños entren, templando bien el forro para que no quede grietas arrugadas.

**Figura 29**

*Colocación de funda preservante*

**c. Última revisión de cobertores**

Se procedió a ajustar los últimos detalles en el motor para que no allá espacios que puedan entrar los materiales y el cobertor no pueda ser removido por el viento.

**Figura 30**

*Ultimo ajuste de cobertores*

**3.3.3. Insertar papel V.P.I.****a. Corte de papel V.P.I**

Se procedió a cortar el papel V.P.I con un estilete una vez tomado la medida de la entrada de aire y la tobera de chorro, para que el papel quede bien instalado y no allá dificultades al colocarlo.

### **Figura 31**

*Corte del papel V.P.I*



### **b. Colocación del papel en la entrada de aire de motor**

Se procedió a colocar cuidadosamente el papel V.P.I en la entrada de aire verificando que el papel no se haya desgarrado al manipularlo y quede correctamente colocado.

### **Figura 32**

*Colocación del papel V.P.I en la entrada de aire*



**c. Colocación del papel V.P.I en la tobera de chorro**

Se procedió a colocar el papel V.P.I en la tobera de chorro verificando que el papel no se haya desgarrado al momento de manipularlo para su colocación y quede correctamente colocado.

**Figura 33**

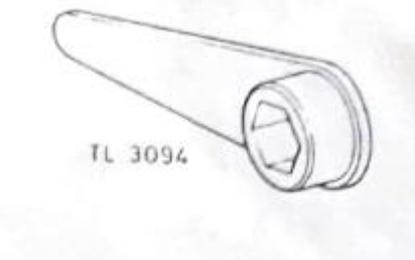
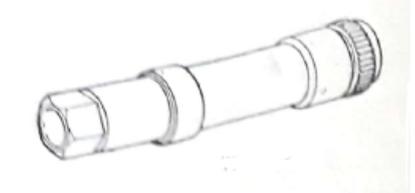
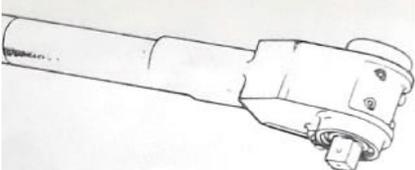
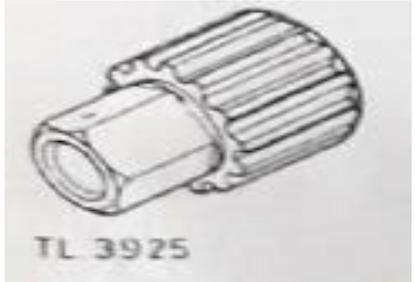
*Colocación del papel V.P.I en la tobera de chorro*

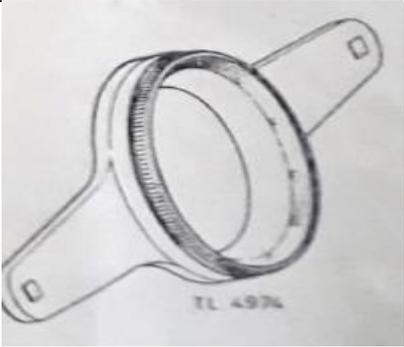
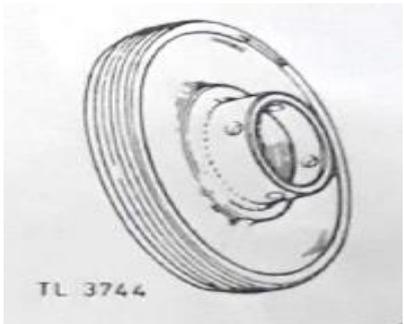


**3.3.4. Aplicación de fluido inhibidor al eje de la hélice y a las unidades externas**

Para acceder a eje de la hélice fue necesario la remoción e Instalación de la hélice, para culminar esta tarea fue necesario aplicar la herramienta especial las cuales fueron las siguientes:

**Tabla 15***Herramientas especiales para la Remoción/Instalación de la hélice*

Nombre de las herramientas Especiales	Numero de parte	Herramienta
Llave de tuerca	Dowty Rotol P- N TL.3094	
Extractor de la tuerca de retención	Dowty Rotol P- N TL.4458	
Extractor	Dowty Rotol P- N TL.3913	
Extensión de la llave Allen	Dowty Rotol P- N TL.3201	
Adaptador	Dowty Rotol P- N TL.3925	

Nombre de las herramientas Especiales	Numero de parte	Herramienta
Llave para la tuerca de retención	Dowty Rotol P- N TL.4974	
Soporte	Dowty Rotol P- N TL.3744	
Equipo de levantamiento	Dowty Rotol P- N TL.3916	

## Remoción de la hélice

### a. Remoción del spinner de la hélice

Con un destornillador plano se afloja los cuatro pines de seguridad del spinner. Se giró cada uno de los pines de seguridad a la posición de desbloqueo. Una vez desbloqueados los pines de seguridad se giró progresivamente el conjunto del spinner para realizar su remoción.

**Figura 34**

*Spinner removido*

**b. Remoción de la cubierta del cilindro**

Se aseguró que la posición de las palas de la hélice se encuentre en paso de embanderamiento. Se removió el anillo de retención de la ranura que se encuentra en las estrías de la tuerca de la cubierta del cilindro.

**Figura 35**

*Remoción de la cubierta del cilindro*



### c. Remoción del anillo de retención interno

Para retirar el anillo de retención interno se encajó la herramienta especial en los engranajes del cilindro y se removió girándolo en sentido horario la herramienta.

### Figura 36

*Anillo de retención interno*



### d. Remoción del conjunto del cilindro

Una vez removido el anillo interno de retención se encajo la herramienta especial en el borde delantero del cilindro. Con las medidas de seguridad adecuadas se procedió a halar el conjunto del cilindro para retirarlo.

**Figura 37***Conjunto del cilindro***e. Remoción del seguro interior de la hélice**

Con la ayuda de la herramienta especial se giró en forma horaria para remover el seguro interior de la hélice. Con ayuda de las manos se retiró cuidadosamente el seguro de la hélice fijándose en qué posición fue removido para evitar confusiones al momento de realizar la instalación del mismo.

**Figura 38***Seguro interior de la hélice*

#### f. Remoción de la hélice

Para realizar la remoción de la hélice fue necesario seguir las medidas de seguridad dictadas por el manual de mantenimiento evitando posibles accidentes, de acuerdo al manual de mantenimiento, se colocó la herramienta especial alrededor del conjunto de la hélice para su posterior levantamiento.

#### Figura 39

*Remoción de la hélice*



Una vez colocada la herramienta especial se procedió a enganchar el tecele a dicha herramienta y se procedió a desacoplar el conjunto de la hélice del motor haciendo presión en el conjunto.

#### Figura 40

*Desacoplamiento de la hélice*



Una vez desacoplada se procedió a colocar con mucho cuidado el elemento removido en el soporte de la hélice.

#### **Figura 41**

*Asentamiento de la hélice al soporte*



#### **3.3.5. Aplicación de fluido inhibidor al eje de la hélice**

##### **a. Limpieza del eje de la hélice**

Se procedió a limpiar el eje de la hélice con un trapo absorbente de tela suave para quitar todo material extraño que se encuentre, para después proceder aplicar el fluido inhibidor.

**Figura 42**

*Eje de la hélice*

**b. Colocación de fluido inhibidor**

Se procedió a revisar que el fluido inhibidor que sea el correcto, ya que en este conjunto de acuerdo el manual, se verificó que está a este componente va aplicada el LPS tipo 3, el cual forma una película suave y cerosa que evita que los agentes atmosféricos lo dañen, y después se procedió a colocarlo en todo el eje recubriéndolo totalmente.

**Figura 43**

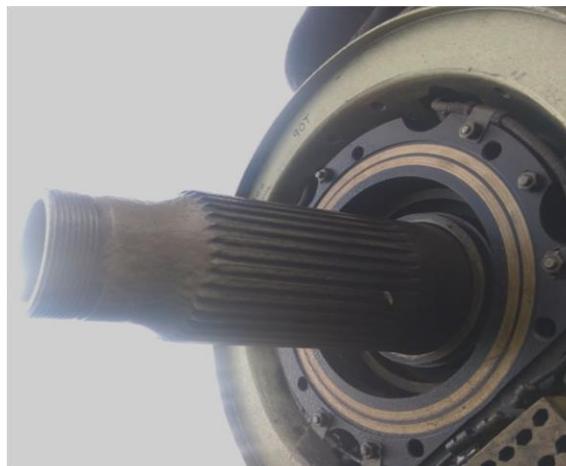
*Colocación del Fluido Inhibidor*

**c. Secado del fluido inhibidor**

Una vez recubierto se dejó un tiempo prudente hasta que este inhibidor se seque bien, para volver a colocar la hélice, ya que este inhibidor se debe tornar en color marrón y así verificar que se colocó correctamente.

**Figura 44**

*Eje de la hélice con Fluido Inhibidor*



## Instalación de la hélice

### d. Preparación de instalación de la hélice

Se colocó la hélice frente del motor y se procedió a colocar el equipo de levantamiento de la hélice TL 3916 y posteriormente se sujetó con el gancho del tecla para levantar la hélice de la base.

### Figura 45

*Preparación de la instalación de la hélice*



### e. Montaje de la hélice en el motor

Se procedió a mover la estructura con la hélice, hasta colocarla frente al eje del motor de manera que la hélice encaje sin hacer mucho esfuerzo, para este paso es importante manejar el tecla con movimientos lentos para que la hélice quede a la misma altura del eje.

**Figura 46**

*Montaje de la hélice en el motor*

**f. Ajuste de la hélice**

Se colocó la tuerca de retención de la hélice primero con las manos hasta dejarla en su posición y posteriormente se ajustó con las herramientas especiales P-N (TL 3094, TL 3744 y TL 4458).

**Figura 47**

*Ajuste de la hélice con herramientas especiales*



Se colocó el soporte TL 3744 en la cámara central de la hélice y se ajustó en sentido antihorario.

### **Figura 48**

*Soporte TI 3744*



### **g. Ajuste de la tuerca de retención de la hélice**

Se ajustó la tuerca de retención de la hélice utilizando la herramienta especial TL 4458 y la llave de tuerca TL 3094, la tuerca de retención se ajustó en sentido horario.

**Figura 49**

*Ajuste de la tuerca de retención de la hélice*

**h. Ajuste del Pitch Lock**

Se instaló la tuerca de retención del Pitch lock utilizando la herramienta especial TL 4974 y se ajustó en sentido anti-horario.

**Figura 50**

*Herramienta Especial TI 4974*



### i. Colocación de seguros del Pitch Look

Una vez ajustado el pitch look se procedió a colocar los seguros, insertando primero el seguro más grande que entrara en la parte posterior y luego se instaló el seguro más pequeño que quedara instalado en la parte intermedia del seguro del pitch look.

### Figura 51

*Seguros del Pitch Look*



### j. Instalación del Spinner de la hélice

Finalmente se instaló el spinner de la hélice, durante este procedimiento se verifico que los seguros del spinner se encuentren en la posición adecuada para que se desplacen hacia atrás sin hacer mucho esfuerzo, una vez que el spinner encaja, se giró los 4 pines de seguridad a la posición de asegurado.

**Figura 52**

*Spinner de la hélice instalado*

**3.3.6. Aplicación de Fluido inhibidor a las unidades externas**

Se procedió aplicar el fluido inhibidor a todas las unidades externas del motor, el tipo de inhibidor que se usó para esta unidad fue el LPS tipo 2, el cual formo una película que lubrica y a la ves protege contra la corrosión que está expuesta estas unidades externas.

**Figura 53**

*Aplicación del fluido inhibidor LPS Tipo II*



### **3.3.7. Inhibir el sistema de combustible**

Para realizar este procedimiento se tomó en cuenta el ATA 71-0/ pág. 709 el punto [3-A, B(2), D(1-10)], los cuales se explicaron de la siguiente manera:

#### **a. Generalidades**

El método recomendado de proteger el sistema de combustible es drenando el sistema de combustible y llenándolo con aceite inhibidor bajo presión de un equipo motorizado.

Si el equipo motorizado no está disponible un equipo de alimentación por gravedad puede ser utilizado, requiriendo un cambio de marcha del motor durante la inhibición.

Cuando el H.P. de la válvula de purga de aire y el acelerador están abiertos completamente con el motor parado, el descenso del circuito de engrosamiento de la hélice automática está completa si los servicios eléctricos de la aeronave están prendidos.

Prevenir esto disparando el interruptor del circuito apropiado o evitando abrir el acelerador más allá de la mitad de la posición.

#### **b. Equipo Inhibidor**

Debido que al no contar con el equipo motorizado se procedió directamente a realizarlo con la plataforma de alimentación por gravedad el cual consiste en:

#### **Equipo de alimentación por gravedad**

El equipo de alimentación por gravedad comprende un tanque de 5 galones imperiales de capacidad (6 U.S.), montada para dar un mínimo de 3 ft., por encima del punto más alto en el sistema de combustión y un tubo de 1 pulgada, agujero equipado con una llave de cierre. filtración del fluido de inhibición es provista por un filtro de malla 100 (estándar británico) ubicada a la salida del tanque.

#### **Figura 54**

*Filtro de malla 100 Micrones*



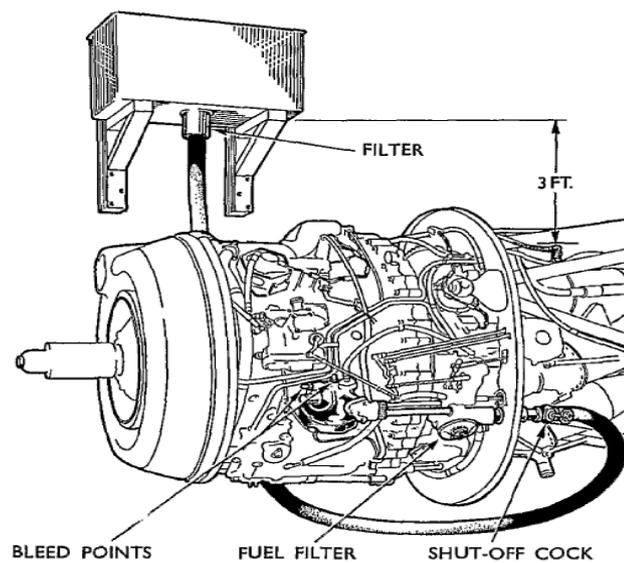
La tubería de conexión del tanque a la entrada principal entrada de combustible al motor debe estar libre de curvas cerradas y debe tener su llave de cierre ajustados lo más cerca posible de la conexión del motor.

Cuando el motor está instalado en la aeronave, el sistema de arranque de la aeronave puede ser usado para hacer girar el motor durante la inhibición, el motor debe permitir poder descansar entre los ciclos de conducción, como operación del motor de arranque mientras que el motor esta aun girando esto resultara en daño al mecanismo de arranque del motor.

Si el sistema de arranque de la aeronave es inapropiado, un equipo de giro debe ser empleado un equipo puede ser fácilmente construido desde un equipamiento estándar usando baterías de 30 voltios y un panel de arranque de aeronave completo con interruptores y cables al arranque del motor.

### Figura 55

*Equipo Inhibidor por Gravedad*



### 3.3.8. Inhibición del sistema de combustible del motor (usando equipo de inhibición por gravedad)

#### a. Configuración de interruptores

Se configuro los interruptores y llaves de la aeronave como se indica en el manual de mantenimiento:

**Tabla 16**

*Configuración de interruptores y llaves de paso*

Interruptores y llaves de paso	Posición
Interruptor maestro de arranque	Seguro
Encendedores	Apagado
H.P. y L.P. grifos de combustible	Cerrado
Válvula mariposa o de admisión	Cerrado

**Figura 56**

*Colocación de los interruptores en cabina*



**b. Remoción de las tuercas de la bomba de combustibles**

Se removió las tuercas de los puntos de sangrado de la bomba de combustible haciendo el uso de una llave mixta 9/16 pulgadas y se ajustó la herramienta de sangrado.

**Figura 57**

*Remoción de las tuercas abobadas*

**c. Drenaje del combustible**

Se aflojo el tapón de drenaje del filtro LP (low pressure) con la llave 11/16 pulgadas y se dreno el combustible.

**Figura 58**

*Tapón de drenaje de combustible*

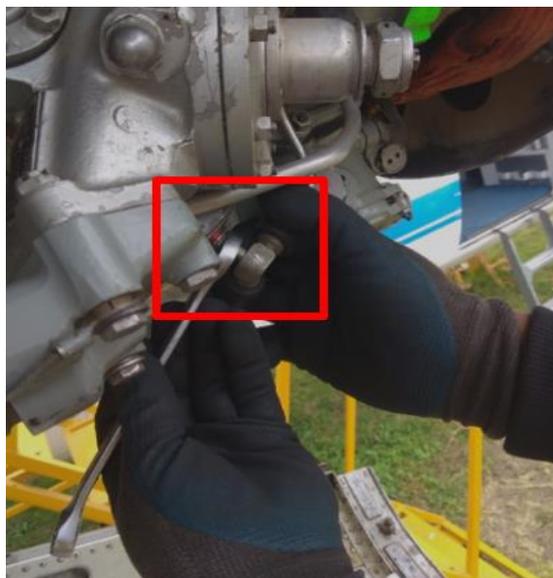


**d. Colocación del tapón de drenaje**

Se apretó el tapón de drenaje con la llave 11/16 pulgadas, una vez que se evidencio que ya no queda residuos de combustible.

**Figura 59**

*Colocación de Tapón de Drenaje*



**e. Desconexión de tubería de combustible y colocación del equipo inhibidor**

Se desconectó la tubería de entrada de combustible con la llave 5/8 y se bloqueó la tubería para evitar que objetos extraños ingresen.

**Figura 60**

*Tubería de Combustible*



Se conectó el sistema de inhibición del tubo de entrada ajustándolo bien para evitar que este tenga algún tipo de fuga, se verificó que el tubo esté libre de toda restricción.

**Figura 61**

*Equipo de inhibidor por gravedad*



**f. Colocación del aceite en el equipo inhibidor**

Se revisó que el tanque de inhibición contenga el aceite predeterminado para esta tarea el cual fue el Anderol Mil-C-6529C que cumple como está especificado en el manual de mantenimiento.

**Figura 62**

*Colocación de aceite inhibidor en equipo*



**g. Entrada del aceite al sistema de combustible del motor**

Se ha levantado la plataforma de inhibición por gravedad con el aceite puesto hasta que el aceite salga en una corriente constante sin burbujas de aire y dejando que el sistema de combustible se replete de este aceite.

**Figura 63**

*Aplicación del aceite Inhibidor al sistema de combustible*



#### **h. Descarga del colector y de los quemadores del motor**

Se revisó que el tanque del motor contenga suficiente aceite, luego, con el interruptor maestro arranque ajuste en BLOW OUT, se realizó un ciclo motorizado; a mitad del ciclo, se abrió la llave H.P. y se aceleró para descargar el colector del quemador y los quemadores.

Cabe mencionar que el arranque tuvo una duración de seis ciclos cada uno de 30 segundos y no mas ya que eso es lo que nos permite el arranque de estos motores y se debe dejar descansar al arranque mínimo 15 minutos que este se enfríe ya que se usó una plata externa que energizo la aeronave la cual nos ayudó a dar esto arranques en seco permitiendo realizar esta tarea, los motores por si solos no arranca debido que son motores no activos.

#### **i. Desconexión del equipo Inhibidor y Obstrucción de conexión de combustible**

Cuando el motor paro de girar, se cerró llave H.P., se desconectó la tubería del equipo de inhibición y se bloqueó la conexión de alimentación de combustible inmediatamente.

**Figura 64**

*Desconexión del equipo Inhibidor por gravedad*

**j. Colocación de las tuercas de la bomba de combustible**

Se removió las herramientas de sangrado de la bomba de combustible y se reajusto las tuercas con las llaves 9/16 de pulgada, dejándolas apretadas y verificando que estén colocadas de manera correcta.

**Figura 65**

*Colocación de las tuercas abobadas de la bomba de combustible*



### 3.3.9. Controles de grasa

Se procedió a realizar la verificación de la grasa que se colocaría en los puntos de controles del motor, el cual cumplía con las especificaciones requeridas para estos puntos, lo cual se procedió a colocarlo sin ningún problema.

#### Figura 66

*Grasa lubriplate para los controles del motor*



Se procedió a colocar grasa cuidadosamente en cada punto de los controles del motor, para esto se lo realizo manualmente poniéndolo poco de grasa en cada punto verificando que la grasa entre y se lubrique totalmente, para así evitar daños a futuro.

**Figura 67**

*Colocación de la grasa en los controles*



### **3.4. Apéndice del Boletín de servicio**

#### ***3.4.1. Recomendaciones de vida básica***

IMPORTANTE: Se recomienda a los operadores leer cuidadosamente las Notas del 1 al 6.

Nota 1:

La recomendación básica y muestreo de vida se basa en un promedio de distancia de 45 minutos o mayor. Rolls-Royce debería ser consultado sobre el efecto de más corto promedio etapa de longitud.

NOTA 2:

Operadores con motores por debajo del estándar mínimo de modificación deben Referirse a Rolls-Royce para algún consejo.

## NOTA 3:

Inspecciones de campo pueden ser ejecutados en las vidas recomendadas más o menos 300 horas y la aceptación estándar detallada en el Boletín de Servicio Da.70-8, Apéndice IV deben aplicar los estándares de aceptación detallados en el Boletín de servicio Da.70-8, Apéndice IV, debe aplicarse.

## NOTA 4:

Donde hay un 'requisito' para renovar los tubos de llama, esto significa que estos deberían ser removidos y reemplazados por componentes estándar nuevo o overhaul.

## Nota 5:

Evaluación de potencia en tierra de un motor debería ser llevado a cabo en concordancia con el manual de mantenimiento, capítulos 72-5 y 71-0 antes y después de la renovación de los tubos de llama.

## Nota 6:

Los motores retornan del overhaul compra por reparación a menudo proporciona información del incremento de vida útil y esto puede ser asistido en condiciones de monitoreo del motor hasta, y más allá de la vida lograda.

## CAPÍTULO IV

### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### Conclusiones:

- Se recopiló y clasificó la información técnica dispuesta en el Boletín de Servicio Da70-10, ya que en el mismo fue apoyado directamente con el manual de mantenimiento del motor en sus diferentes capítulos siendo importante ya que en ellos se encontró directamente materiales, descripciones y procedimiento técnicos necesarios para la culminación de este proyecto de titulación.
- Se ejecutó las tareas dispuestas en el boletín de servicio referente a los motores Rolls Royce Dart 532-7L, puesto que los procedimientos descritos fueron de ayuda para poder lograr el entendimiento correcto del uso del boletín y establecer junto al manual de mantenimiento una ejecución correcta de la preservación de los motores.
- Se inspeccionó la tarea ejecutada concerniente a la preservación de los motores Rolls Royce Dart 532-7L, ya que una vez culminado el trabajo de titulación se pudo comprobar con la inspección que la preservación en los motores es un factor de vital importancia para el alargamiento de vida útil de los mismos

#### Recomendaciones:

- Al momento de clasificar la información técnica del boletín y de los manuales de mantenimiento es recomendado primero hacer la traducción técnica, clasificar los materiales y herramientas a usar en una lista para evitar conflictos al momento de realizar las tareas de mantenimiento.

- Al ejecutar el trabajo practico tener en cuenta que el lugar de trabajo se encuentre disponible y realizar con tiempo el pedido de cualquier herramienta necesaria para evitar tener conflictos con el avance de esta práctica.
- Tener en cuenta que al momento de inspeccionar la ejecución de preservación no se debe adulterar ni mover la documentación puesta en el motor ya que este será de gran ayuda para cuando se vaya a utilizar el motor.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AirHistory.net. (2008). *Fairchild FH-227*. Recuperado el 03 de Junio de 2020, de [Fotografía]: recuperado de <https://www.airhistory.net/photo/145820/HC-BXC>
- Angel, M. (20 de Mayo de 2013). *MOTORES TURBOFAN*. Recuperado el 07 de Junio de 2020, de Scribd: <https://es.scribd.com/doc/142621110/Motores-Turbofan>
- Ascensión, S. (s/f). *Lubricantes*. Recuperado el 12 de Agosto de 2020, de Química Orgánica Industrial: <https://www.eii.uva.es/organica/qoi/tema-13.php>
- Bernal, H. (30 de MARZO de 2012). *¿CÓMO FUNCIONA EL MOTOR DE UNA AVIÓN?* Recuperado el 05 de Junio de 2020, de Tecnoblogueando: <https://tecnoblogueando.blogspot.com/2012/03/como-funciona-el-motor-de-un-avion.html>
- Casa, D. (2012). Montaje del tren derecho del avion fairchild FH-227 con matricula HC-BHD; ubicado en el campus del instituto tecnológico superior aeronáutico. (*Trabajo de titulacion*). Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, Latacunga. Recuperado el 04 de Junio de 2020
- Connor, N. (09 de Enero de 2020). *¿Qué es la teoría del ciclo de Brayton? Brayton Engine: definición*. Recuperado el 06 de Junio de 2020, de Thermal Engineering: <https://www.thermal-engineering.org/es/que-es-la-teoria-del-ciclo-de-brayton-brayton-engine-definicion/>
- Contreras, E. (24 de Enero de 2018). *Técnicas de inspeccion*. Recuperado el 21 de Julio de 2020, de SlideShare: <https://es.slideshare.net/euclidesiriarte/tecnicas-de-inspeccion>
- Cronaser. (16 de Abril de 2018). *Aditivos para lubricantes: tipos y funciones*. Recuperado el 11 de Agosto de 2020, de Cronaser-Lubricantes industriales y soldadura: <https://cronaser.com/blog/aditivos-para-lubricantes-tipos-funciones/>
- DISUMIN. (2015). *Inhibidor de Corrosión*. Recuperado el 22 de Julio de 2020, de [Fotografía]: Recuperado de <https://www.disumin.com/producto.php?id=5>
- Encarnación, R. (2011). Desmontaje del ala parte superior del fuselaje del avion Fairchild FH-227 con la matricula HC-BHD para su traslado del ala de transporte N° 11 hasta el campus del instituto tecnológico superior

aeronautico. (*Trabajo de Titulación*). Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, Latacunga. Recuperado el 03 de Junio de 2020

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. (2018). *Aviation Maintenance Technician Handbook-Powerplant, Volume 2*. Recuperado el 10 de Agosto de 2020, de [https://www.faa.gov/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aircraft/media/amt\\_airframe\\_hb\\_vol\\_2.pdf](https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aircraft/media/amt_airframe_hb_vol_2.pdf)

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. (2018). *Tapon Deshidratador Azul*. Recuperado el 13 de Agosto de 2020, de [Fotografía].

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. (2018). *Tapon Deshidratador Rosado*. Recuperado el 13 de Agosto de 2020, de [Fotografía].

Galmés, B. (2018). *Motores de reacción y turbina de gas*. España: Paraninfo. Recuperado el 21 de Julio de 2020, de <https://books.google.com.ec/books?id=XMpyDwAAQBAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>

González, F. (2012). *Técnicas de inspección en sistemas de aeronaves*[Tesis de Tecnología, Universidad Técnica Federico Santa María]. Repositorio Institucional. Recuperado el 21 de 07 de 2020, de <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/49071/3560902034355UTF5M.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Hector, B. (30 de Marzo de 2012). *¿CÓMO FUNCIONA EL MOTOR DE UN AVIÓN?* Recuperado el 07 de Junio de 2020, de Tecnoblogueando: <https://tecnoblogueando.blogspot.com/2012/03/como-funciona-el-motor-de-un-avion.html>

Javier, Y. (25 de Septiembre de 2019). *Motores a Reacción*. Recuperado el 07 de Junio de 2020, de Asociación AIRE: <https://www.aire.org/motores-a-reaccion/>

Joana, M. (Julio de 2012). *Cámara tipo anular*. Recuperado el 07 de Junio de 2020, de [Fotografía]: Recuperado de [https://www.researchgate.net/figure/9-Camara-de-combustion-Tubo-anular-14\\_fig2\\_293939005](https://www.researchgate.net/figure/9-Camara-de-combustion-Tubo-anular-14_fig2_293939005)

Jorge, C. (08 de Agosto de 2015). *Compresor Centrifugo*. Recuperado el 07 de Junio de 2020, de [Fotografía]: Recuperado de <https://aerocomando.blogspot.com/2015/08/compresores.html>

- Lakshya, K. (Agosto de 2018). *Turbofan*. Recuperado el 07 de Junio de 2020, de [Fotografía]: Recuperado de [https://www.researchgate.net/figure/Cross-section-of-a-turbofan-engine-1\\_fig1\\_334737601](https://www.researchgate.net/figure/Cross-section-of-a-turbofan-engine-1_fig1_334737601)
- Mercedes, R., & Hernández, A. (2014). *CARACTERIZACIÓN DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA CON DOS TIPOS DE COMBUSTIBLE*. Querétaro, México: Recuperado de <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt417.pdf>. Recuperado el 06 de Junio de 2020
- Miguel, M. (2020). *Cuatro tiempos del ciclo OTTO*. Recuperado el 06 de Junio de 2020, de [Fotografía]: Recuperado de [https://www.manualvuelo.es/3sifn/31\\_motor.html](https://www.manualvuelo.es/3sifn/31_motor.html)
- Miguel, M. (2020). *Tipos de motores según los cilindros*. Recuperado el 06 de Junio de 2020, de [Fotografía]: Recuperado de [https://www.manualvuelo.es/3sifn/31\\_motor.html](https://www.manualvuelo.es/3sifn/31_motor.html)
- Miguel, M. (s.f). *Sistemas funcionales*. Recuperado el 06 de Junio de 2020, de Manual de Vuelo: [https://www.manualvuelo.es/3sifn/31\\_motor.html](https://www.manualvuelo.es/3sifn/31_motor.html)
- Milacron. (2012). *Selección de un Inhibidor de Corrosión*. Recuperado el 22 de Julio de 2020, de Reporte Técnico CIMCOOL: <http://www.cimcool.ca/uploads/downloads/SelecciondeunInhibidordeCorrosion.pdf>
- Noria Latin América S.A. (05 de Noviembre de 2014). *Medición de la densidad relativa de los lubricantes*. Recuperado el 12 de Agosto de 2020, de Noria: <https://noria.mx/lublearn/medicion-de-la-densidad-relativa-de-los-lubricantes/>
- PNGWING. (2020). *Tipos de lubricante para motores a reacción*. Recuperado el 21 de Julio de 2020, de [Fotografía]: Recuperado de <https://www.pngwing.com/es/free-png-pkrqh>
- Propagroup. (12 de Abril de 2019). *Papel anticorrosivo Propatech vci*. Recuperado el 22 de Julio de 2020, de SlideShare: <https://es.slideshare.net/Propagroup/papel-anticorrosivo-propatech-vci>
- Propagroup. (12 de Abril de 2019). *Papel Anticorrosivo Propatech VCI*. Recuperado el 22 de Julio de 2020, de [Fotografía]: Recuperado de <https://es.slideshare.net/Propagroup/papel-anticorrosivo-propatech-vci>

- Redacción in Academia de aviacion. (14 de Febrero de 2010). *Sistema de lubricación en los motores de aviacion*. Recuperado el 21 de Julio de 2020, de ASOC.PASIÓN POR VOLAR: <http://www.pasionporvolar.com/sistema-de-lubricacion-en-los-motores-aviacion/>
- Ricardo, C. (05 de Abril de 2017). *Generalidades de Motores a Pistón*. Recuperado el 06 de Junio de 2020, de SlideShare: <https://www.slideshare.net/RicardoCcoyureTito/motores-de-aviacin-1>
- Roberto, V. (08 de Junio de 2017). *Turborreactor*. Recuperado el 07 de Junio de 2020, de [Fotografía]: Recuperado de <https://mmop406conalep.wordpress.com/2017/06/08/el-turborreactor/>
- Rojas, A. (21 de Octubre de 2012). *Inhibidores de la corrosion*. Recuperado el 22 de Julio de 2020, de SlideShare: <https://es.slideshare.net/acazro/inhibidores-de-la-corrosion>
- Roll Royce Limited. (s/f). *Camara de combustion*. Obtenido de [Fotografía].
- Roll Royce Limited. (s/f). *Carter de la toma de aire* . Obtenido de [Fotografía].
- Roll Royce Limited. (s/f). *Reductor*. Recuperado el 07 de Agosto de 2020, de [Fotografía].
- Roll Royce Limited. (s/f). *Seccion compresora*. Obtenido de [Fotografía].
- Roll Royce Limited. (s/f). *Seccion Turbina*. Obtenido de [Fotografía].
- Roll Royce Limited. (s/f). *Tobera de Escape*. Obtenido de [Fotografía].
- Seochimical. (2019). *Absorbentes de Humedad para contenedores*. Recuperado el 13 de Agosto de 2020, de [Fotografía].
- Torres, L. (01 de Julio de 2013). *Lubricantes*. Recuperado el 11 de Agosto de 2020, de SlideShare: <https://es.slideshare.net/luistorres921/lubricantes-23741089>
- Troyer, D. (16 de Enero de 2020). *La viscosidad cinemática explicada*. Recuperado el 12 de Agosto de 2020, de Noria Latín América: <https://noria.mx/la-viscosidad-cinematica-explicada/>
- Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. (20 de Mayo de 2019). *Ciclo Brayton*. Sahagún: Recuperado de [https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P\\_Presentaciones/Sahagun/industrial/2019/Ciclo-Brayton.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/Sahagun/industrial/2019/Ciclo-Brayton.pdf). Recuperado el 07 de Junio de 2020

Universidad de Sevilla. (20 de Mayo de 2009). *Ciclo de Brayton*. Recuperado el 07 de Junio de 2020, de [Fotografía]: Recuperado de [http://laplace.us.es/wiki/index.php/Ciclo\\_Brayton](http://laplace.us.es/wiki/index.php/Ciclo_Brayton)

Universidad Simón Bolívar. (2013). *Las Leyes de Newton de la mecánica: Una revisión histórica y sus implicaciones en los textos de enseñanza*. Caracas: Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/71022947.pdf>. Recuperado el 05 de Junio de 2020

Vecoin. (2016). *Inhibidor de corrosión*. Recuperado el 22 de Julio de 2020, de [Fotografía]: Recuperado de <http://www.vecoin.net/anticorrosivos/>

VeryBadGirl. (18 de Mayo de 2013). *Motores aeronáuticos (parte 9)- Turboeje*. Recuperado el 12 de Agosto de 2020, de Taringa!: [https://www.taringa.net/+aerospacio/motores-aeronauticos-parte-9-turboeje\\_12z630](https://www.taringa.net/+aerospacio/motores-aeronauticos-parte-9-turboeje_12z630)

Wikipedia. (13 de Agosto de 2019). *Motor Turboeje*. Recuperado el 12 de Agosto de 2020, de [Fotografía]: <https://es.wikipedia.org/wiki/Turboeje>

Wikipedia. (17 de Diciembre de 2019). *Turbohélice*. Recuperado el 07 de Junio de 2020, de [Fotografía]: Recuperado de <https://es.wikipedia.org/wiki/Turboh%C3%A9lice>

# ANEXOS