



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  **TECNOLOGÍAS**

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA
MENCION MOTORES**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA
MENCION MOTORES**

**TEMA: “EJECUCIÓN DE LA PRÁCTICA DE
MANTENIMIENTO DE INSPECCIÓN-CHEQUEO DE BUJÍAS Y
CABLES DE IGNICIÓN DE MOTOR DE LA AERONAVE
FAIRCHILD FH-27J DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE
TECNOLOGÍAS-ESPE.”**

AUTOR: MANGUIA CALLE, DIEGO MARCELO

DIRECTORA: TLGA. NAUÑAY, MARITZA

LATACUNGA

2017



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo titulado, *“EJECUCIÓN DE LA PRÁCTICA DE MANTENIMIENTO DE INSPECCIÓN-CHEQUEO DE BUJÍAS Y CABLES DE IGNICIÓN DE MOTOR DE LA AERONAVE FAIRCHILD FH-27J DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS-ESPE”* realizado por el señor *MANGUIA CALLE DIEGO MARCELO*, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor *MANGUIA CALLE DIEGO MARCELO* para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 25 de mayo 2017

TLGA. MARITZA NAUÑAY
DIRECTORA



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **MANGUIA CALLE DIEGO MARCELO**, con cédula de identidad N° 0107142333, declaro que este trabajo de titulación **“EJECUCIÓN DE LA PRÁCTICA DE MANTENIMIENTO DE INSPECCIÓN-CHEQUEO DE BUJÍAS Y CABLES DE IGNICIÓN DE MOTOR DE LA AERONAVE FAIRCHILD FH-27J DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS-ESPE”**, ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Latacunga, 25 de mayo 2017

MANGUIA CALLE DIEGO MARCELO

CC.: 010714233-3



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**

AUTORIZACIÓN

Yo, ***DIEGO MARCELO MANGUIA CALLE***, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la Biblioteca Virtual de la Institución el presente trabajo de titulación ***“EJECUCIÓN DE LA PRÁCTICA DE MANTENIMIENTO DE INSPECCIÓN-CHEQUEO DE BUJÍAS Y CABLES DE IGNICIÓN DE MOTOR DE LA AERONAVE FAIRCHILD FH-27J DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS-ESPE”***, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, 25 de mayo 2017

MANGUIA CALLE DIEGO MARCELO

C.I.: 010714233-3

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a DIOS, por cuidarme durante toda mi vida y por ser el pilar fundamental en mi formación como persona. A mis padres, por darme su cariño incondicional y apoyo durante los momentos más difíciles de mi vida. A mis amigos y familiares en especial a la familia Calle Cevallos por brindarme su apoyo y su ayuda para poder así culminar este trabajo.

Diego Marcelo Manguia Calle

AGRADECIMIENTO

A Dios quien me dio la fuerza, la voluntad y por poner a esas personas que me apoyaron para culminar con este proyecto de grado. A mis padres quienes me brindaron su constante apoyo y sabiduría, a mis profesores de mi instituto quienes me brindaron la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, así como también haberme tenido toda la paciencia del mundo para guiarme durante todo el desarrollo de la tesis.

Para finalizar agradezco a mis amigos y familia que han brindado su amistad y apoyo moral, para seguir adelante en mi carrera profesional.

Diego Marcelo Manguia Calle

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv

CAPÍTULO I

TEMA

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

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Historia	5
2.2. Generalidades del avión Fairchild FH-227	6
2.3. Motor	8
2.4. Motores recíprocos	8
2.4.1. Motores en línea	8
2.4.2. Motores opuestos o de tipo O	9
2.4.3. Motores de tipo V	9
2.4.4. Motores radiales	10

2.5. Tipos de motores según la formación de mezcla	10
2.5.1. Motores de carburador	10
2.5.2. Motores de inyección	11
2.6. Motores de reacción	11
2.6.1. Motor Cohete	11
2.6.2. Motores aerorreactores de compresión mecánica	12
2.7. Generalidades del motor Rolls-Royce Dart 532-7L.....	15
2.8. Descripción del sistema de arranque del motor Rolls-Royce Dart 532-7L	16
2.8.1. Descripción del motor de arranque	16
2.9. Unidad de ignición del motor Rolls-Royce Dart 532-7L.....	17
2.10. Generalidades sistema de Ignición del motor Rolls-Royce Dart 532-7L	18
2.10.1. Generalidades de las bujías	18
2.10.2. Generalidades de los cables de HT	18
2.10.3. Generalidades de la inspección y mantenimiento del sistema de ignición	19
2.11. Generalidades del Megóhmetro	19
2.12. Puente de Wheatstone	20

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1. Preliminares.....	22
3.1.1. Indagación de información técnica.	22
3.1.2. Análisis de herramientas y equipos para la práctica de mantenimiento.....	22
3.1.3. Análisis para la adquisición de herramientas e insumos.	23
3.2. Equipos de medición y prueba	23
3.2.1. Docoooler Digital Insulation Tester	23
3.2.2. American Educational Wheatstone Bridge Experimental Set.....	25
3.3. Ejecución de la práctica.	26
3.4. Inspección 500Hrs.....	27
3.4.1. Comprobación del funcionamiento del sistema de ignición	27
3.4.2. Comprobación de cada cable de alta tensión	27
3.5. Inspección 1000Hrs.....	30
3.5.1. Remoción de cableado HT	30
3.5.2. Verificación y mantenimiento de botones de contacto.....	34
3.5.3. Verificación de aisladores del cable	35

3.5.4. Comprobación de continuidad de los cables	35
3.5.5. Comprobación de la resistencia de aislamiento del cable de alta tensión.....	36
3.5.6. Comprobación de resistencia con el Puente de Wheatstone	37

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones	39
4.2. Recomendaciones.....	40
BIBLIOGRAFÍA	41
GLOSARIO DE TÉRMINOS	42
ABREVIATURAS	45
ANEXOS	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características generales avión Fairchild FH-27J.....	7
Tabla 2 Docooler Digital Insulation Tester modelo AIM02.....	24
Tabla 3 Docooler Digital Insulation Tester modelo AIM02.....	24

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Dimensiones del avión Fairchild FH-27J	7
Figura 2 Motor en línea.....	8
Figura 3 Motor opuesto	9
Figura 4 Motor de tipo V	9
Figura 5 Motor radial	10
Figura 6 Carburador tipo flotador	10
Figura 7 Inyector de combustible.....	11
Figura 8 Motor cohete.....	12
Figura 9 Motor turbojet.....	12
Figura 10 Motor turboeje	13
Figura 11 Motor turbofan.....	14
Figura 12 Motor UDF	14
Figura 13 Motor turbohélice	15
Figura 14 Motor Roll Royce	15
Figura 15 Motor de Arranque.....	17
Figura 16 Unidad De Ignición.....	17
Figura 17 Bujía de Ignición HE	18
Figura 18 Megóhmetro.....	20
Figura 19 Puente de Wheatstone.....	20
Figura 20 Diagrama Puente de Wheatstone.	21
Figura 21 Docooler Digital Insulation Tester.....	23
Figura 22 Conjunto Experimental Puente de Wheatstone Educativo Americano .	25
Figura 23 Seguros de presión.....	28
Figura 24 Conexión codo guía de cable/bujía.....	28
Figura 25 Elementos de sujeción	29
Figura 26 Herramientas de trabajo.....	29
Figura 27 Junta soldada conexión externa/revestimiento metálico.....	30
Figura 28 Localización puerta de acceso a la caja de engranajes	30
Figura 29 Sujetadores de liberación rápida.....	31
Figura 30 Seguro de presión	31
Figura 31 Compartimiento de la caja de engranajes	32

Figura 32 Carenado lateral derecho	32
Figura 33 Punto de sujeción compartimiento derecho	33
Figura 34 Retenedores de la pared de fuego	33
Figura 35 Puntos de sujeción compartimiento tren retráctil	34
Figura 36 Limpieza de botones de contacto.....	34
Figura 37 Limpiador/Desengrasante con Tricloroetano.....	35
Figura 38 Aisladores del cable	35
Figura 39 Prueba de continuidad.....	36
Figura 40 Comprobación de resistencia de aislamiento del cable de HT	37
Figura 41 Comprobación Puente de Wheatstone	37

RESUMEN

El presente trabajo de titulación, ejecución de la práctica de mantenimiento de **inspección**-chequeo de bujías y cables de ignición, el cual se lo llevó a cabo en el motor Rolls-Royce Dart de la aeronave **Fairchild FH-27J** perteneciente a la Unidad de Gestión de Tecnologías de la extensión ESPE-Latacunga forma un aporte importante para el desarrollo de conocimientos teóricos y sobre todo en lo práctico tanto para docentes como estudiantes de la institución. Tras reconocer las falencias de no contar con los equipos necesarios para la práctica, se compiló la información necesaria y se optó por la fiabilidad y desarrollo del proyecto para su ejecución. Mediante la implementación de equipos como el **Puente de Wheatstone** y también del **Megger**, se pudo dar el cumplimiento de las tareas de mantenimiento expuestas en el **manual** y así también tener la potestad de consumir las inspecciones de 500Hrs. y 1000Hrs. respectivamente. Gracias al equipo **Megger** se pudo obtener una lectura directa del aislamiento en ohmios del cable de ignición, y con el **Puente de Wheatstone** se pudo calcular la resistencia desconocida entre el revestimiento del cable y el conducto metálico. Todas las tareas de mantenimiento fueron cumplidas y supervisadas por el tutor encargado de este proyecto de titulación.

PALABRAS CLAVE:

- **INSPECCIÓN**
- **MANUAL**
- **FAIRCHILD FH-27J**
- **PUENTE DE WHEATSTONE**
- **MEGGER**

ABSTRACT

The present work, the execution of the maintenance practice of **inspection**-check of the ignition plugs and leads, which was made at the Rolls Royce Dart engine of the **Fairchild FH-27J** airplane that belongs to Unidad de Tecnologías extensión ESPE-Latacunga forms an important contribution for the development of theoretical knowledge and especially in the practical for both teachers and students of the institution. After recognizing the shortcomings of not having the necessary equipment for the practice, the necessary information was compiled and the reliability and development of the project was chosen for its execution. By implementing equipment such as the **Wheatstone Bridge** and also the **Megger**, it was possible to comply with the maintenance tasks set forth in the **manual** and also to have the power to consummate the inspections of 500Hrs. And 1000Hrs. respectively. Thanks to the **Megger** equipment, a direct reading of the ohm insulation of the ignition cable could be obtained, and with the **Wheatstone Bridge** the unknown resistance could be calculated between the coating of the cable and the metallic conduit. All the maintenance tasks were carried out and supervised by the tutor in charge of this project.

KEY WORDS

- **INSPECTION**
- **MANUAL**
- **FAIRCHILD FH-27J**
- **WHEATSTONE BRIDGE**
- **MEGGER**

Checked by: María Elisa Coque
Docente UGT

CAPÍTULO I

TEMA

1.1. ANTECEDENTES

La Unidad de Gestión de Tecnologías - ESPE ubicada en la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi, es la encargada del adiestramiento del personal técnico aeronáutico en el país, y también de la preparación de los futuros técnicos de la carrera de Mecánica Aeronáutica mención Motores y Aviones, quienes poseen conocimiento especializado en una variedad de ámbitos, adquiridos a lo largo de los años de estudio en los diferentes tipos de motores de aviación, a quienes se les instruye en los diferentes tipos de mantenimiento de los mismos.

Para dar cumplimiento a la misión de la Institución, la Unidad de Gestión de Tecnologías cuenta con varios laboratorios con normativas de calidad aplicables a la aviación, dichos laboratorios se encuentran localizados al interior y exterior del edificio principal del establecimiento tales como: Bloque 42, Laboratorio de Hidráulica, Laboratorio de N.D.I., entre otros.

Uno de los bienes más importantes con los que cuenta la Institución es la aeronave Fairchild FH-27J, que es utilizado por el personal docente y estudiantil como avión escuela y laboratorio, dicho avión sirve para la experimentación e implementación de componentes aeronáuticos en sus sistemas: eléctricos, mecánicos hidráulicos y mixtos.

Al poseer amplio espacio y componentes similares a otros aviones permite que los estudiantes de la institución adquieran una gran variedad de conocimientos complementados entre teoría y práctica, permitiendo así a los futuros técnicos identificar problemas y dar solución a sus fallas, como también reconocer y operar diversos sistemas existentes en una aeronave, debido a que dicho avión está siendo continuamente actualizado, repotenciado y modernizado.

Por lo tanto, la ejecución de la práctica de mantenimiento para la inspección-chequeo de bujías y cableado del sistema de ignición del motor de la aeronave Fairchild FH-27J constituirá un aporte importante para el desarrollo de conocimientos para los estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica Mención Motores.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Unidad de Gestión de Tecnologías - ESPE, cuenta con el avión Escuela Fairchild FH-27J, el cual es usado por el personal de la institución para la ejecución de prácticas de mantenimiento. La aeronave no cuenta con todos los equipos necesarios para que el personal estudiantil realice ciertas tareas de mantenimiento de forma eficiente; una de las falencias encontradas es que no se puede ejecutar ciertas tareas de la inspección y chequeo de los cables y bujías de ignición en el motor de la aeronave, pues el equipo necesario no se encuentra disponible, lo cual provoca que la instrucción de los futuros técnicos de aviación no sea la adecuada, a raíz de esta problemática se plantea desarrollar dichas tareas por medio de la implementación del equipo que permita comprobar y obtener la información requerida con mediciones exactas y con un alto grado de fidelidad.

Al no conseguir ejecutar esta tarea de forma precisa ocasionará que el estudiante no pueda reconocer la problemática en un sistema de ignición, repercutiendo así en la aplicación de sus conocimientos adquiridos para otras aeronaves. Dicho equipo es importante puesto que permite comprobar que las partes y componentes del motor sometidas a mantenimiento se encuentran en condiciones óptimas de funcionamiento, los cuales son fundamentales para la seguridad del vuelo del avión.

Normalmente en el ámbito laboral de un técnico ejerciendo su profesión, si dicha tarea de mantenimiento no es desarrollada en forma eficiente, esta podría generar que en cualquier momento se ocasione un accidente y que en consecuencia se produzca pérdidas materiales e incluso humanas. El equipo está destinado para que los estudiantes puedan realizar la práctica de la manera adecuada, lo que les ayudará a relacionar sus conocimientos con la práctica en este campo.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Es importante y necesario al ejecutar las prácticas de mantenimiento de inspección y chequeo de cables y bujías de ignición, de forma que se mejore la instrucción práctica ya que permitirá al alumnado obtener de primera mano información exacta y fiable durante la ejecución de dichas tareas, también se optimizará la enseñanza entre docente y alumno aportando al progreso de mejores técnicos aeronáuticos para nuestra patria y perfeccionando así la imagen de la institución.

Los beneficiarios directos de la implementación de los equipos y del desarrollo del proyecto serán: la institución, puesto que los equipos serán los adecuados para dicha práctica de mantenimiento y que a su vez permanecerán de forma permanente en ella; el personal docente y estudiantil, ya que la instrucción de la práctica con los equipos es de fácil operación y servirá para el progreso en el conocimiento del estudiante.

El proyecto es factible gracias a que la institución cuenta con: el avión escuela, manuales de mantenimiento del avión y las herramientas bases para una práctica; facilitando de un previo conocimiento para adquirir los equipos faltantes, verificando que posean un costo accesible y que cumplan con los requisitos del manual para la práctica.

1.4. OBJETIVOS:

1.4.1. General

Ejecutar la práctica de mantenimiento de inspección-chequeo de bujías y cableado de ignición del motor de la aeronave Fairchild FH-27J mediante el uso de manuales técnicos y la implementación del equipo de comprobación Megóhmetro y puente de Wheatstone en la Unidad de Gestión de Tecnologías - ESPE.

1.4.2. Específicos

- Recopilar información acerca de la práctica de mantenimiento de inspección y chequeo de bujías y cableado de ignición de la aeronave.
- Adquirir e implementar los equipos requeridos para la ejecución de las tareas de mantenimiento.
- Realizar la comprobación operacional de las bujías y cables de ignición.

1.5. ALCANCE

El proyecto se llevará a cabo en la Unidad de Gestión de Tecnologías – ESPE, con el desarrollo de la misma se cubrirá el área de inspección y chequeo de bujías y cableado de ignición del motor de la aeronave Fairchild FH-27J, dotando a la institución del equipo requerido para realizar dicha práctica según especifica el manual de mantenimiento de la aeronave en la sección de inspección y chequeo, de la misma manera el presente proyecto ofrecerá beneficios a corto plazo y de manera primordial a los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica mención Motores al reforzar sus conocimientos sobre este tema.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. HISTORIA

Fairchild Aircraft, Inc. es un superviviente de la industria de aeronaves modernas. La compañía estaba casi arruinada durante la década de 1980 por diferencias dentro de su junta, y fue rescatada antes de la bancarrota por el inversionista Carl Albert. En sus inicios la compañía fue uno de los principales fabricantes de aviones de Estados Unidos, construyendo una línea de diseños comerciales y militares exitosa. Fairchild participó en el mercado de la aviación en gran medida como un subcontratista durante la Segunda Guerra Mundial. Después de la guerra, Fairchild buscó nuevas oportunidades en la creciente industria de la aviación.

Fairchild estableció un acuerdo con la constructora de aviones holandesa Fokker para construir versiones de su popular avión F-27. La compañía también comenzó el desarrollo de su sistema de misiles guiados "Goose". Incapaz de vender ambos diseños Fairchild cayó en una profunda crisis que duró desde 1958 hasta 1960. Sherman Fairchild regresó de su retiro para dirigir la empresa brevemente, y fue un éxito, pues reparó las relaciones dañadas con el gobierno y devolvió la disciplina financiera. Fue sustituido en 1961 por el ingeniero Edward G. Uhl.

Edward G. Uhl, comenzó una campaña que incluía la adquisición del Hiller Aircraft Company en 1964. Al año siguiente, Uhl encontró una oportunidad para comprar una empresa fabricante con dificultades financieras que poseía un ejército de buenos ingenieros. El 30 de septiembre, Fairchild tomó el control de la Corp. de Aviación de la república, un fabricante de aviones militares con base en Farmingdale, en Long Island.

En 1971 la compañía cambió su nombre a Industrias Fairchild y se halló buscando adquirir otro fabricante de aviones con capacidad excesiva y localizada fuera de la costa este. En noviembre de ese año, la búsqueda terminó con la Swearingen Aircraft Company; cuando la industria fue adquirida no era poco más que una tienda de diseño con una pequeña planta de fabricación ubicada en San Antonio, Texas.

En julio de 1987 Fairchild reestructuró sus operaciones y vendió sus operaciones de San Antonio a la firma de inversionistas GMF con sede en Los Ángeles, encabezados por el director Gene Morgan. Fairchild continuó recogiendo pequeños contratos para las versiones actualizadas del metro para la guardia nacional del aire y un grupo de aerolíneas cercanas. Después de un tiempo, su presidente y otros dos ejecutivos fueron despedidos por "diferencias filosóficas" con Morgan. Después de un enfrentamiento en la sala de juntas en enero de 1990, Fairchild se declaró en quiebra. Permaneciendo bajo una supervisión hasta el 15 de agosto, cuando un cliente anterior de Fairchild llamado Carl Albert ofertó para adquirir la compañía.

Bajo el cargo de Carl Albert, Fairchild surgió como una empresa financieramente sólida y el único fabricante consistentemente rentable de pequeñas aeronaves. La compañía fabricó derivados de su exitoso modelo Metro 23, que incluía zona: de pasajeros, carga, militar y versiones de vigilancia aérea.

2.2. GENERALIDADES DEL AVIÓN FAIRCHILD FH-227

El FH-227 es una aeronave monoplano de ala alta y un fuselaje monocasco, impulsada por dos motores turbohélice, constituidos por unidades de frenado de hélice operadas neumáticamente. La aeronave está equipada con un tren de aterrizaje neumático tipo triciclo el cual posee un dispositivo antideslizante que forma parte del sistema de freno.

Equipado en su borde de ataque se localiza un sistema de protección contra hielo, que incluye un sistema para la detección de fallas ocasionadas por bajas temperaturas. A su vez, la aeronave cuenta con propulsores aéreos, tubos pitot, y tomas estáticas.

En la cabina de pasajeros en su lado izquierdo-delantero la aeronave cuenta con un servicio higiénico. También cuenta con un sistema de presurización y un sistema de aire acondicionado para la tripulación. La aeronave cuenta con dos puertas ubicadas en su lado lateral izquierdo, una en su costado delantero y la otra en su costado trasero, que pueden ser operadas neumática o manualmente.

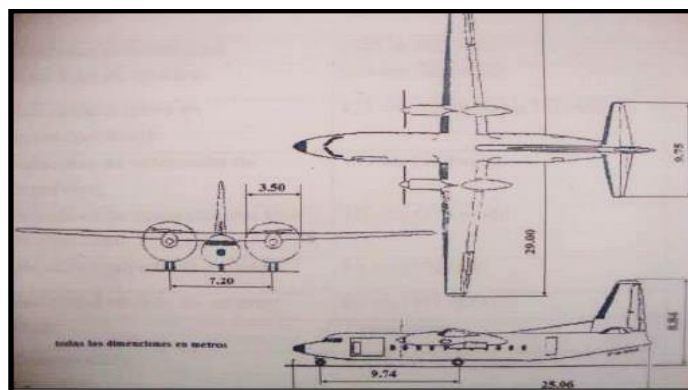


Figura 1 Dimensiones del avión Fairchild FH-27J

Fuente: (FH-27J, Fairchild)

Tabla 1

Características generales avión Fairchild FH-27J

Características generales avión Fairchild FH-27J	
Longitud	25,50 m
Envergadura alar	29 m
Altura	8,41 m
Peso vacío	18 600 kg (41.000 lb)
Peso máximo al despegue	20.640 kg (45.500 lb)
Peso máximo al aterrizar	20,410 kg (45.000 lb)
Planta motriz	2 motores turbohélice Rolls-Royce Dart 532-7L.
Potencia	1 692 kw (2 268 HP; 2 300 CV) cada uno.
Caja de reducción del motor	0,093:1.
Hélices	Cuadripala Rotol. Régimen máximo: 16.500 rpm, Posiciones: Ground fine pitch 0°, Flight fine pitch 16°, Cruise pitch 28° y Feathered con 83°.

Fuente: (FH-27J, Fairchild)

2.3. MOTOR

Un motor es aquella máquina que tiene la capacidad de convertir la energía química o eléctrica en energía mecánica, la cual sirve para impulsar o mover algún elemento. Los motores en aviación pueden ser clasificados por su ciclo de operación: ciclo Brayton o ciclo Otto, o por su forma de producción de empuje: propulsor y moto propulsor.

2.4. MOTORES RECÍPROCOS

Los motores recíprocos o también conocidos como motores alternativos funcionan bajo el principio del ciclo Otto; este tipo de motor posee un eje rotatorio al cual se interconectan una serie de pistones, que empiezan a moverse de arriba hacia abajo cuando el carburante combustiona en el cilindro que los contiene, la fuerza obtenida en este proceso es aprovechada por una hélice que se encuentra acoplada a su eje. Los motores recíprocos se clasifican según la disposición de sus cilindros y son:

2.4.1. Motores en línea

Un motor en línea por lo general está constituido por un número par de cilindros, no obstante, se han fabricado algunos motores de tres cilindros. Este motor puede ser refrigerado ya sea por líquido o refrigerado por aire; además, sus pistones pueden localizarse en posición vertical por encima del cigüeñal o invertidos por debajo del cigüeñal. Los motores en línea tienen una relación peso-potencia más baja

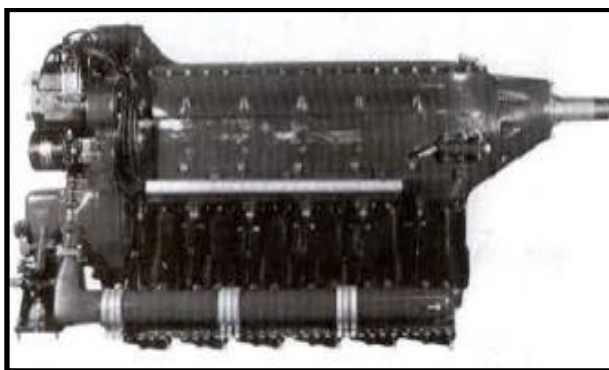


Figura 2 Motor en línea

Fuente: (Jeppesen Maintenance, 2004)

2.4.2. Motores opuestos o de tipo O

Dicho motor está compuesto por dos bancos de cilindros directamente opuestos uno al otro; sus pistones se encuentran conectados a un cigüeñal único y central. Asimismo, sus cilindros pueden ser ensamblados de forma vertical u horizontal. Este tipo de motor puede ser refrigerado ya sea por líquido o por aire, siendo el segundo el más predominante en aviación.



Figura 3 Motor opuesto

Fuente: (U.S. Department of transportation, 2012)

2.4.3. Motores de tipo V

Los cilindros están dispuestos alrededor de un solo cigüeñal en dos bancos en línea a 45, 60 o 90° de distancia. La mayoría de los motores tienen entre 8 y 12 cilindros, que son enfriados ya sea por líquido o refrigerado por aire.

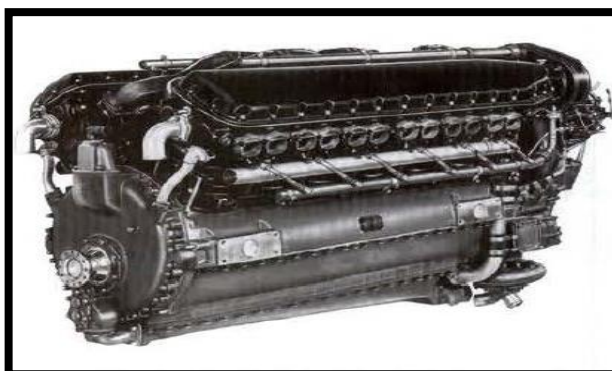


Figura 4 Motor de tipo V

Fuente: (Jeppesen Maintenance, 2004)

2.4.4. Motores radiales

El motor radial consiste en una fila o filas, de cilindros dispuestos radialmente alrededor de un cárter central. Este tipo de motor ha demostrado ser muy robusto y fiable. El número de cilindros que componen una fila puede ser de tres, cinco, siete o nueve. Algunos motores radiales tienen dos filas de siete o nueve cilindros dispuestos radialmente alrededor del cárter.



Figura 5 Motor radial

Fuente: (U.S. Department of transportation, 2012)

2.5. TIPOS DE MOTORES SEGÚN LA FORMACIÓN DE MEZCLA

2.5.1. Motores de carburador

Tienen la función de suministrar la mezcla de gasolina y aire en proporción conveniente. Los carburadores pueden ser de flotador o de presión.

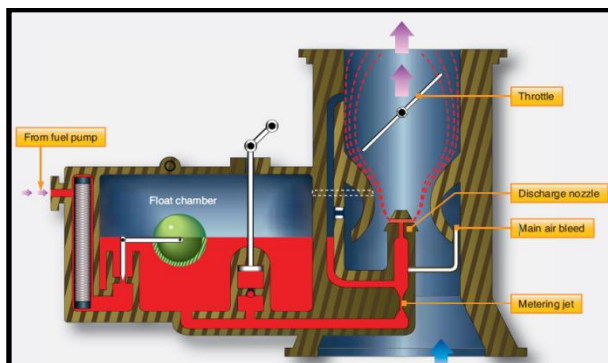


Figura 6 Carburador tipo flotador

Fuente: (U.S. Department of transportation, 2012)

2.5.2. Motores de inyección

El motor inyecta combustible directamente en los cilindros o a la entrada de la válvula de admisión durante el primer ciclo de trabajo del motor, para unirlos con el aire formando la mezcla perfecta para la combustión.

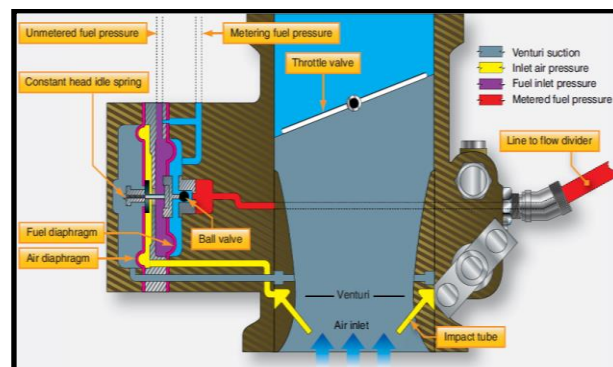


Figura 7 Inyector de combustible
Fuente: (U.S. Department of transportation, 2012)

2.6. MOTORES DE REACCIÓN

Son máquinas térmicas que transforman la energía química de la mezcla aire-combustible en energía cinética, mediante la expulsión del chorro de gases del interior del motor. Generalmente estos motores están basados en el principio de acción y reacción.

2.6.1. Motor Cohete

Dícese de aquella máquina que trabaja en un entorno con falta de oxígeno, pues su sistema embarca el combustible y el comburente que posibilitará la ignición y creará el chorro de gases. Los motores tipo cohete se clasifican según el origen de sus propulsores, que pueden ser líquidos, sólidos o ambos.



Figura 8 Motor cohete

Fuente: (Motores de Aviación, 2002)

2.6.2. Motores aerorreactores de compresión mecánica

Son motores de reacción que no trabajan por cuenta propia, es decir, que dependen de la absorción de aire en la atmosfera y de un sistema de combustible integrado para poder producir la combustión., Estos motores se clasifican en:

- **Turbojet**

Fue el primer tipo de reactor simple en emerger en el mundo. Este tipo de motor tiene forma tubular tipo cigarro, y por lo general opera eficientemente a velocidades supersónicas. Las desventajas de dicho motor se distinguen por ser bastante ruidoso y por carecer de un buen rendimiento a velocidades subsónicas. Puede ser de dos tipos: de simple o múltiple eje.

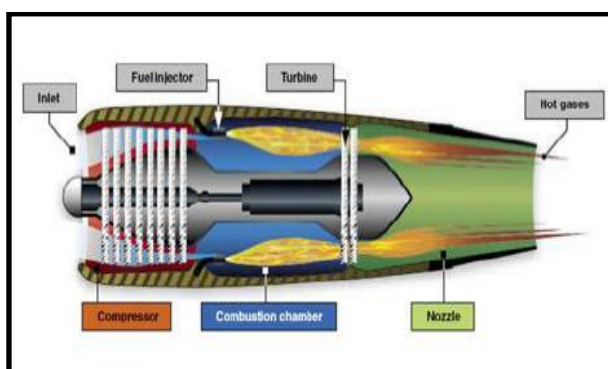


Figura 9 Motor turbojet

Fuente: (EL MOTOR TURBINA, 2011)

• Turboeje

Este tipo de motor suministra potencia a un eje que puede conducir otra cosa; la mayor parte de la energía producida por los gases en expansión se usa para accionar una turbina en lugar de producir empuje. Muchos helicópteros utilizan un motor tipo turboeje; en aviación son ampliamente utilizados como unidades de potencia auxiliar.

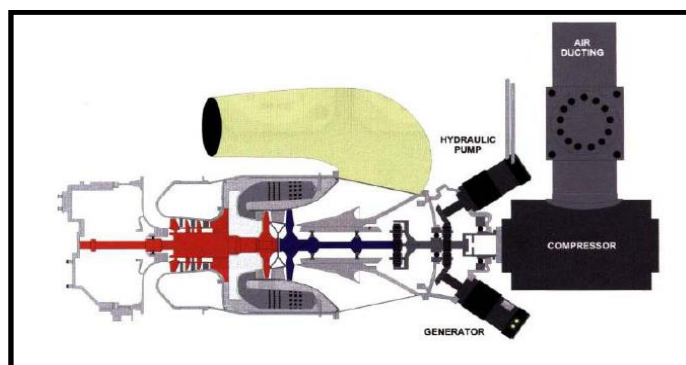


Figura 10 Motor turboeje

Fuente: (EL MOTOR TURBINA, 2011)

• Turbofan

El motor turbofan posee un ventilador de flujo axial de conducto cerrado, cuyo principio general consiste en convertir la mayor parte de energía del combustible en presión, puede tener el ventilador montado en el frente o en la parte posterior del motor. Los motores que tienen el ventilador montado en la parte delantera del compresor se llaman motores de fan delantero, mientras que los motores turbofan que tienen el ventilador montados en la sección de turbina son llamados motores de fan de popa.

Los Turbofan en aeronaves civiles se dividen generalmente en tres clasificaciones basadas en relación de derivación:

- De baja derivación (1:1)
- De derivación media (2:1 o 3:1)
- De alta de derivación (4:1 o mayor)

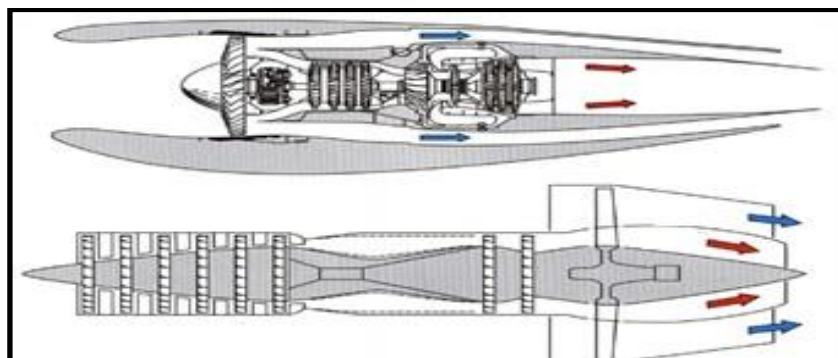


Figura 11 Motor turbofan

Fuente: (Jeppesen Maintenance, 2004)

• Unductedfan

Son motores de alto índice de derivación que utilizan titanio, acero inoxidable de peso ligero, y materiales compuestos para disminuir el consumo de combustible a comparación de varios motores turbofan de alta derivación en más de un 15%. Los fabricantes de motores han alcanzado una relación de derivación 30:1 mediante la incorporación de una o dos hélices compuestas con palas que son de entre 12ft y 15ft de diámetro. El uso de hélices de material compuesto reduce el peso y permite una operación segura en la punta velocidades más altas que las hélices convencionales.

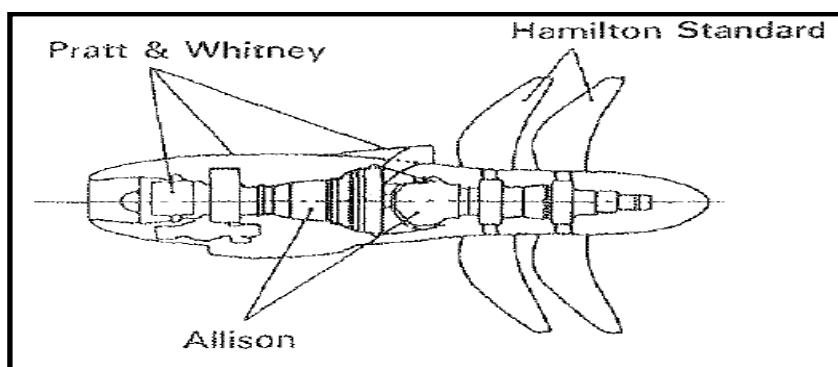


Figura 12 Motor UDF

Fuente: (American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc., 1989)

• Turbohélices

Es una combinación de un motor de turbina de gas, caja reductora y una hélice. La diferencia es que la turbina en el motor de turbohélice por lo general tiene etapas adicionales para extraer energía para accionar la hélice. Y se clasifica en dos tipos básicos de turbopropulsores:

- La turbina fija: tiene una conexión mecánica desde el generador de gas a la caja reductora y la hélice.
- La turbina libre: tiene solamente un acoplamiento de aire del generador de gas a las turbinas de la energía. No hay enlace mecánico desde la hélice hasta el motor de turbina de gas (generador de gas).

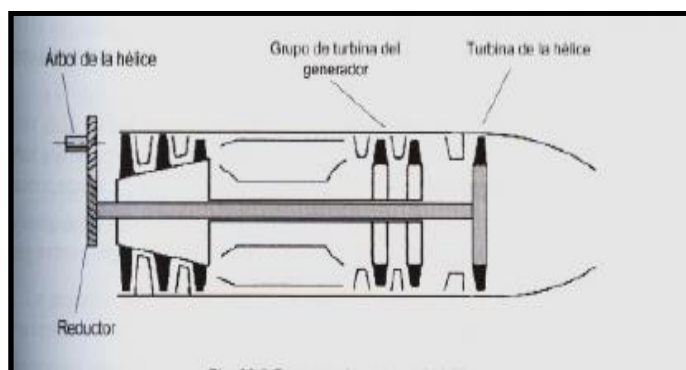


Figura 13 Motor turbohélice
Fuente: (Conocimientos del AVIÓN, 2007)

2.7. GENERALIDADES DEL MOTOR ROLLS-ROYCE DART 532-7L

El motor Rolls-Royce Dart 532-7L es un motor tipo turbohélice, que posee un compresor centrífugo de dos etapas cuya entrada de aire es axial; está compuesto por siete cámaras de combustión tipo anular en las cuales la combustión se produce en su parte posterior y que posee un colector de tipo circular que rodea toda la cámara con unos treinta orificios de salida, cada cámara de combustión posee un inyector. El motor se encuentra equipado con dos bujías ubicadas en las cámaras de combustión Nro. 3 y Nro. 7.

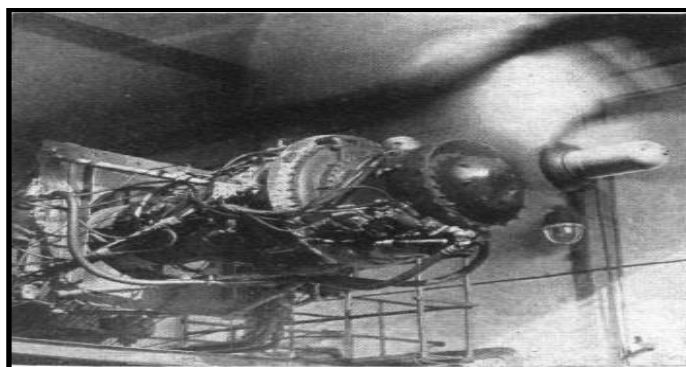


Figura 14 Motor Roll Royce
Fuente: (Flightglobal/Archive, 2017)

2.8. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ARRANQUE DEL MOTOR ROLLS-ROYCE DART 532-7L

Para el arranque del motor en tierra, el eje principal es girado por un motor de arranque, el aire es aspirado en el motor por la acción del compresor, y es forzado dentro de las cámaras de combustión para mezclarse con el combustible pulverizado; la combustión es iniciada por una descarga de alto voltaje eléctrico adyacente a la pulverización, toda la secuencia de inicio está gobernada por un circuito de control automático que des-energiza el sistema cuando el motor se ha convertido en autosostenible.

En el montaje del motor se encuentran localizadas dos unidades de alta energía, cada unidad está conectada a una superficie de descarga de las bujías de encendido, situadas en las cámaras de combustión en Nro. 3 y Nro. 7 para producir una chispa instantánea de alta intensidad y para encender el combustible pulverizado principal. Cuando el choro proveniente del quemador se enciende, la llama se propaga rápidamente en todo el motor, a través de las tuberías de interconexión de balance de las cámaras de combustión. Para el reencendido en vuelo, el sistema se energizará por separado, ya que no es necesario el funcionamiento del motor de arranque pues entrará en molinete.

2.8.1. Descripción del motor de arranque

Es de cuatro polos, motor bobinado-compuesto, de 28v que produce alrededor de 12HP; esta potencia de salida relativamente pequeña debe ser aplicada durante un período bastante largo para asegurarse que el motor alcance la velocidad de arranque.

El conjunto del armazón está soportado por un cojinete de bolas en el extremo final y por un rodamiento de rodillos en el extremo de accionamiento. Cada cojinete está pre envasado con grasa en su conjunto. Una capa de aceite está montada en el extremo de conducción para excluir la aspersion de aceite del motor.

El par de arranque se transmite al motor a través de un embrague de mordazas de discos múltiples por resorte que protege el motor de arranque de cargas de choque excesivas. La unidad del embrague se transmite al mecanismo de acoplamiento del arrancador mediante un eje inclinado y engranajes cónicos que proporciona la reducción de la velocidad necesaria para que el motor de arranque desarrolle el par máximo.

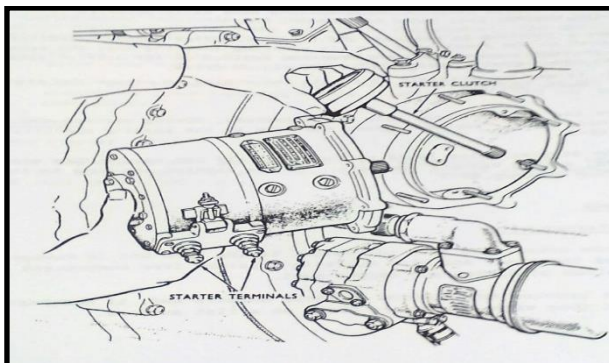


Figura 15 Motor de Arranque

Fuente: (FH-27J, Fairchild)

2.9. UNIDAD DE IGNICIÓN DEL MOTOR ROLLS-ROYCE DART 532-7L

Cada motor posee dos unidades de ignición o cajas excitadoras las cuales cuando son operadas, llegan a ser abastecidas con 24v DC provenientes del sistema eléctrico de la aeronave. Como factor de seguridad, cada unidad opera independientemente de la otra. La caja excitadora posee dos salidas de alta y baja tensión. La salida de alta tensión es la encargada de descargar la energía eléctrica almacenada en la caja excitadora por medio del cableado de alta tensión el cual supe 12J hacia las bujías.

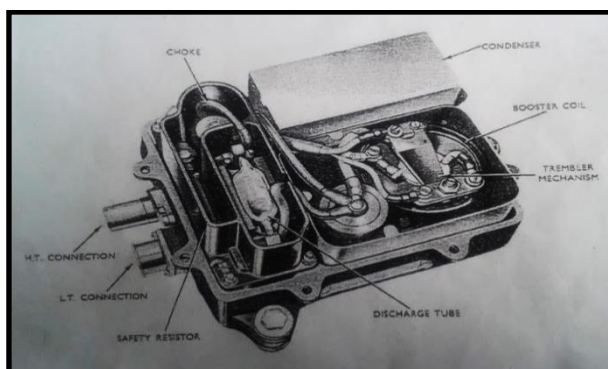


Figura 16 Unidad De Ignición

Fuente: (FH-27J, Fairchild)

2.10. GENERALIDADES SISTEMA DE IGNICIÓN DEL MOTOR ROLLS-ROYCE DART 532-7L

2.10.1. Generalidades de las bujías

Las bujías de encendido están equipadas en las cámaras de combustión Nro. 3 y Nro. 7 cada bujía consta de un centro y un electrodo de tierra separadas por un aislante semiconductor. La chispa o descarga se inicia mediante una ligera fuga eléctrica a través de la superficie del aislador, desde el centro del electrodo a tierra, proporcionando una trayectoria de baja resistencia para la descarga del condensador. El funcionamiento de la bujía no se ve afectada negativamente por la acumulación de carbón, el cual puede incluso mejorar la fuga eléctrica del cual depende la eficiencia de la bujía.

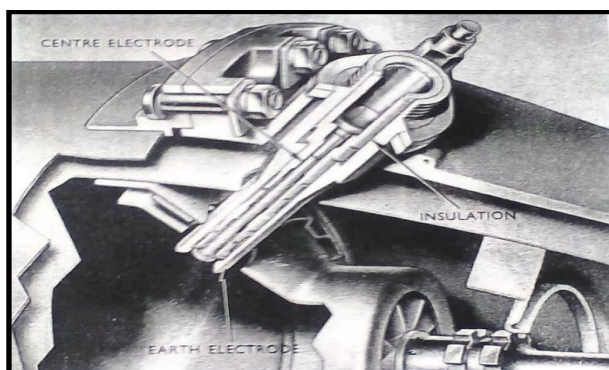


Figura 17 Bujía de Ignición HE

Fuente: (FH-27J, Fairchild)

2.10.2. Generalidades de los cables de HT

El abastecimiento eléctrico de alta tensión a las bujías de ignición es transportado por cables protegidos por separado, de metal trenzado, de conductos flexibles, desde dos unidades de ignición de alta energía montadas en la estructura.

2.10.3. Generalidades de la inspección y mantenimiento del sistema de ignición

El mantenimiento de un sistema típico de encendido del motor de turbina se compone principalmente de inspección, comprobación, solución de problemas, y la sustitución de diversos componentes. Sin embargo, al realizar estas operaciones, se debe tener en cuenta que la mayoría de los sistemas de encendido de motores de turbina producen cantidades letales de corriente eléctrica.

En situaciones en las que se debe quitar un transformador, se debe tener precaución, puesto que algunos transformadores viejos contienen cantidades de material radiactivo, el material radiactivo se utiliza para calibrar el punto de descarga a un voltaje preestablecido. Asimismo, en motores que han entrado a inspección y chequeo de su sistema de ignición, es imperativo que antes de manipular cualquier componente perteneciente a este, se realice la descarga de la energía almacenada que puede ser letal para el ser humano.

2.11. GENERALIDADES DEL MEGÓHMETRO

El megóhmetro o también conocido como Megger es un equipo móvil que permite obtener información directa de la resistencia de aislamiento en unidades de resistencia, mediante un generador DC integrado. Generalmente cuando se realizan pruebas e inspecciones en un componente que posee buen aislamiento, las lecturas del equipo se obtendrán en rangos superiores a los mega ohmios.

Existen diferentes tipos de megóhmetros que difieren según la manipulación del generador del equipo, pueden ser de manivela, batería o línea. Además, este equipo genera una alta cantidad de DC que forma minúsculas corrientes a través y sobre la superficie del aislamiento bajo prueba. La corriente equivalente es calculada por el ohmímetro, que posee rangos de indicación análogo, digital o ambas.



Figura 18 Megóhmetro
Fuente: (MEGGER, 2017)

2.12. PUENTE DE WHEATSTONE

La teoría de un puente que midiera resistencias desconocidas fue diseñada por Samuel Hunter Christie. Al pasar de los años fue adquirido y mejorado por el físico inglés Charles Wheatstone quien fue el primero en aplicarlo para la medición de resistencias en circuitos eléctricos, que posteriormente fue nombrado como Puente de Wheatstone en su honor.

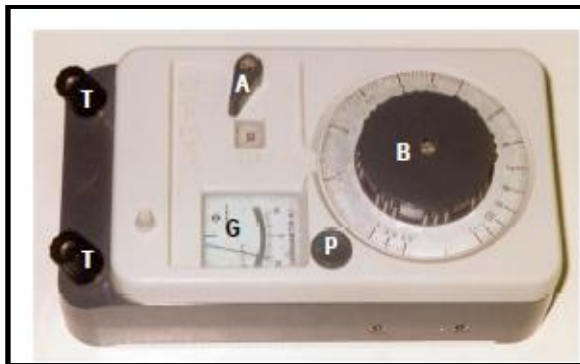


Figura 19 Puente de Wheatstone
Fuente: (Rodríguez Pozueta)

El puente de Wheatstone es un circuito eléctrico que tiene por objetivo la medición exacta de resistencias desconocidas. Generalmente dicho puente está constituido por una fuente de voltaje, tres resistencias conocidas y una desconocida quienes forman un circuito cerrado.

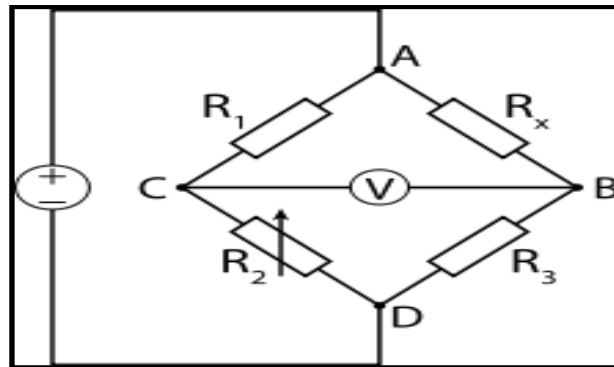


Figura 20 Diagrama Puente de Wheatstone.
Fuente: (Rodríguez Pozueta)

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1. PRELIMINARES.

3.1.1. Indagación de información técnica.

Para la ejecución de la práctica de mantenimiento como elemento primordial se procedió a indagar los documentos indispensables para la práctica en el AMM. Fairchild FH-27J, en el cual se especifica las instrucciones para ejecutar la orden de trabajo. Tomando en cuenta que la práctica hace referencia al sistema de ignición, se inició con la búsqueda del ATA. 74 (Encendido) en la que se detalla que para conocer más sobre este sistema debe referirse al ATA. 80 (Arranque).

En el ATA. de arranque se revisó la sección Nro. 2 que contiene la información más relevante para realizar la práctica de mantenimiento de inspección-chequeo de bujías y cables de ignición; y también se fotocopia las cuatro páginas de esta sección para usarlas durante la práctica. De la misma manera dado que algunas de las tareas de la práctica hacen referencia al ATA. 89 (Prácticas Estándar), se procedió a las fotocopias de la sección Nro. 1, sección Nro. 3 y sección Nro. 4.

3.1.2. Análisis de herramientas y equipos para la práctica de mantenimiento.

Al realizar el análisis de las herramientas y equipos que posee la institución, se determinó que bienes se encontraban disponibles para la ejecución de la práctica. Como resultado se concluyó que la institución cuenta con la mayoría de las herramientas necesarias, a excepción de los equipos especificados en el manual en el ATA. 80-2 los cuales son Megóhmetro y Puente de Wheatstone.

3.1.3. Análisis para la adquisición de herramientas e insumos.

Antes de adquirir los equipos, se indagó la disponibilidad de los mismos en algunas ciudades del país; para lo cual se consultó en diferentes establecimientos donde se venden este tipo de equipos electrónicos, tanto en las ciudades de Cuenca, Quito y Latacunga, que concluyó en lo siguiente: los establecimientos no tenían referencia de los equipos. Los establecimientos nos informaron que dada la circunstancia de indisponibilidad del equipo Megger y Puente de Wheatstone, se optara por la opción de importarlos. También se nos indicó que el segundo equipo podía ser fabricado, para lo cual se buscó una persona que conociera su construcción, pero no se lo consiguió. Al concluir el análisis se optó por la importación de los equipos, realizando un análisis de rentabilidad, costos, y educativos.

3.2. EQUIPOS DE MEDICIÓN Y PRUEBA

3.2.1. Docooler Digital Insulation Tester

El equipo para las pruebas de aislamiento Megger se lo importó de los Estados Unidos, para lo cual se indagó y comparó con otros modelos, sobre todo tomando en cuenta las especificaciones que se requiere para la ejecución de la práctica. Concluyendo con la compra del equipo Docooler Digital Insulation Tester con su modelo AIM02.



Figura 21 Docooler Digital Insulation Tester

Tabla 2

Docooler Digital Insulation Tester modelo AIM02.

Especificaciones Generales	
Rango de medición de voltaje	Voltaje DC 1000v, Voltaje AC 750v
Rango de medición de aislamiento	0.01M Ω hasta 100.0G Ω
Voltajes de prueba de aislamiento	250v, 500v, 1000v, 2500v
Corriente de cortocircuito de prueba de aislamiento	Nominal 3.0mA
Detección de circuito activo de aislamiento	Inhibir la prueba si el voltaje del terminal > 20v antes de la inicialización de prueba
Carga máxima capacitiva del aislamiento	operable con hasta 1 μ F carga
Fuente de alimentación	6 baterías LR14 1.5v
Tamaño del medidor	19.5cm (Ancho) *15cm (Largo) *7cm (Espesor)
Peso del medidor	855g

Fuente (Digital Insulation Tester Users Manual)

Tabla 3

Docooler Digital Insulation Tester modelo AIM02.

Rangos de Medición del Medidor de Aislamiento			
Salida de Voltaje	Rango	Resolución	Exactitud
250v (0-20%)	0-20M Ω	0.01M Ω	\pm (3%+5)
	20M Ω -200M Ω	0.1M Ω	
	200M Ω -250M Ω	1M Ω	
500v (0-20%)	0-20M Ω	0.01M Ω	\pm (3%+5)
	20M Ω -200M Ω	0.1M Ω	
	200M Ω -500M Ω	1M Ω	
1000v (0-20%)	0-20M Ω	0.01M Ω	\pm (3%+5)
	20M Ω -200M Ω	0.1M Ω	
	200M Ω -1000M Ω	1M Ω	
2500v (0-20%)	0-2000M Ω	1M Ω	\pm (3%+5)
	2000M Ω -20G Ω	0.01G Ω	\pm (5%+0.2G Ω)
	20G Ω -100G Ω	0.1G Ω	\pm (10%+0.2G Ω)

Fuente (Digital Insulation Tester Users Manual)

3.2.2. American Educational Wheatstone Bridge Experimental Set

El equipo para la medición de resistencias Puente de Wheatstone necesario para la práctica se lo importó de los Estados Unidos, después de una ardua comparación con otros modelos, y sobre todo a los detalles especificados en el manual, con lo que se accedió a comprar el equipo American Educational Wheatstone Bridge Experimental Set con su modelo 7-2305-1.



Figura 22 Conjunto Experimental Puente de Wheatstone Educativo Americano

Las características del Conjunto Experimental Puente de Wheatstone Educativo Americano son las siguientes:

- Conjunto Experimental Puente de Wheatstone para el estudio de electricidad y circuitos eléctricos.
- Banda de metal niquelada y un metro de regla ligera resistente, con poste de unión a metales para medir la resistencia eléctrica.
- Batería de 5.9v, multímetro, caja de resistencia de 0-999 Ω , cables conectores, tabla de seis resistencias montadas, y un contacto deslizante con fines de demostración.
- Montado sobre una base de madera teñida dura para su visualización.
- Instrucciones para su operación.

3.3. EJECUCIÓN DE LA PRÁCTICA.

El ATA. 80-2 de la práctica de mantenimiento de bujías y cables de ignición se encuentra dividido en varias secciones con una serie de tareas. Y las secciones son:

ANEXO A.

- Remoción/instalación: en la cual se describe como se debe remover e instalar cada componente perteneciente a las bujías de ignición.
- Ajuste/prueba: donde se describen las pruebas para el sistema de ignición, y los ajustes que se deben llevar a cabo en caso de encontrar problemas.
- Inspección/chequeo: esta sección describe los pasos para inspeccionar los cables de ignición y las bujías, de tal forma que se pueda saber si están en correcto funcionamiento.

Para la práctica es importante disponer de los EPP. los que nos servirán durante el desarrollo del trabajo y nos ayudan a minimizar los riesgos de contraer accidentes, ya que estos protegen las zonas más indispensables y vulnerables del cuerpo tales como: nuestros ojos, manos, pies. Los EPP. utilizados son: Overol, botas de punta metálica, guantes de caucho, guantes de nitrilo, protector visual.

Tomando en cuenta lo previamente descrito, es importante también inspeccionar, preparar y disponer de las herramientas y/o equipos: manuales, eléctricos o mecánicos indispensables para la ejecución de la práctica. Para la ejecución de la práctica se tomó en cuenta las inspecciones de rutina recomendadas **ANEXO B. (AMM. 89-4, Engine Inspeccion Periods, Pág. 2A/2B, Núm. 3-9; Pág. 5/6, Núm. 3-25)**

3.4. INSPECCIÓN 500HRS.

3.4.1. Comprobación del funcionamiento del sistema de ignición

La inspección de 500Hrs. se ejecutó acorde al manual de mantto. el cual menciona examinar el cableado de las bujías de ignición y verificar el correcto funcionamiento del sistema. **ANEXO B. (AMM. 89-4, Engine Inspeccion Periods, Pág. 2A/2B, Núm. 3 ítem 9)**, con la referencia en las tareas mencionadas en la práctica de mantto. para su ejecución. **ANEXO A. (AMM. 80-2, Igniter plugs and leads, Pág. 202, Núm. 3, literal A)**.

Dada la ausencia de las unidades de ignición en el motor no es posible realizar el literal A de la inspección. Pero en el caso que estuvieran presentes y operables las unidades en el motor se deberá colocar el interruptor maestro del arranque en posición SEGURO, y asegurarse que las palancas en cabina de alta presión estén CERRADAS. Luego se deberá operar el interruptor de prueba de ignición o el interruptor de reencendido y escuchar la ruptura final del descargador eléctrico a través de los electrodos de la bujía. En caso contrario que el sistema no funcione satisfactoriamente se deberá realizar los pasos descritos en el numeral 3. Inspección/Chequeo antes de cambiar las bujías y/o unidad de ignición.

3.4.2. Comprobación de cada cable de alta tensión

Para cumplir esta orden de mantto. se procedió abrir las puertas laterales del carenado del motor para tener acceso a las bujías y cables de alta tensión, para lo cual se presionó y se desbloqueó manualmente tres seguros de presión ubicados en la parte inferior de los carenados. Una vez abierta la compuerta se la bloqueó con su seguro tipo pasador ubicado en la mitad superior para seguridad personal y evitar posibles golpes del carenado.



Figura 23 Seguros de presión

Para dar cumplimiento al literal B (1) de la inspección, primero se verificó el frenado y la conexión del codo guía cable/bujía de manera ocular en búsqueda de presencias de esfuerzos o fatiga en el material, descartando anomalías visualmente perceptibles; también se verificó que la conexión de la bujía de encendido-codo guía de cable y las arandelas de las tuercas de retención no tuvieran rajaduras o cambios en sus propiedades estructurales. **ANEXO A. (AMM. 80-2, Igniter plugs and leads, Pág. 203, Núm. 3).** Después de forma manual se verificó el codo guía del cable, las tuercas, y el entorchado, y se detectó una incorrecta sujeción y roturas en el frenado que no fueron evidentes durante el chequeo visual. Dado las circunstancias anteriores se resolvió a proseguir con el literal B (2) de la inspección para dar solución a los inconvenientes.

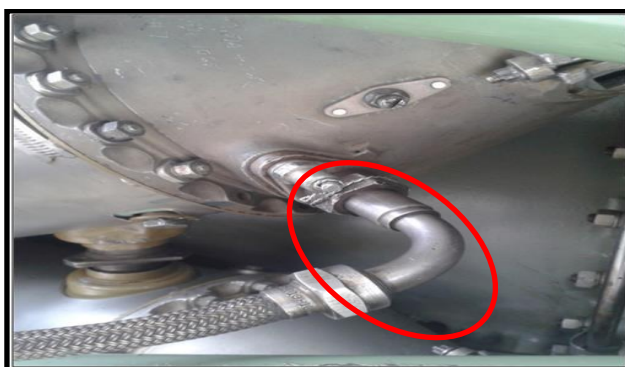


Figura 24 Conexión codo guía de cable/bujía

Se removió el alambre de frenado del capuchón roscado con punto de anclaje, utilizando una diagonal para cortarlo, y una pinza para retirarlo como un solo cuerpo, seguidamente se desajustó ambos capuchones roscados con la ayuda de una llave 15/32" o una llave de media vuelta con su respectivo dado para facilitar el trabajo.

Después se liberó la tuerca del cable que se une a la bujía con una llave combinada 13/16". Para finalizar la tarea, con la misma llave se ajustó la tuerca y con un torquímetro se aplicó un par de torsión de 228 lbf.in. **ANEXO D. (AMM. 89-3, Torque Tightening Technique, Núm. 1, Pág. 17/18, literal C)**. Para ajustar los capuchones roscados se los lubricó con aceite Pl. 198, y con una llave 15/32" o una llave de media vuelta con su respectivo dado se los aseguró, luego con el torquímetro se les aplicó un par de torsión de 75 lbf.in. **ANEXO D. (AMM. 89-3, Torque Tightening Technique, Pág. 15, Núm. 1, literal A)**.

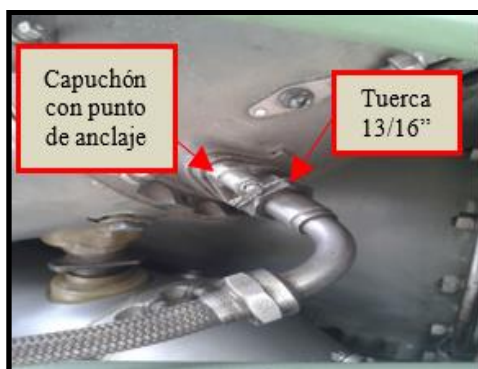


Figura 25 Elementos de sujeción

Con una diagonal se cortó una longitud óptima de alambre de freno de 22 s.w.g. **ANEXO E. (AMM. 89-1, Maintenance and storage materials, Pág. 13, Núm. 8)** y luego se frenó el alambre con una herramienta de aviación “entorchador” pasándolos por los puntos de anclaje del capuchón y de la tuerca. **ANEXO C. (AMM. 80-2, Igniter plugs and leads, Pág. 202, Núm. 1 literal B 3)**. Puesto que el codo guía de cable/bujía quedó correctamente asegurado no se procedió a efectuar el literal B (3).



Figura 26 Herramientas de trabajo

Para efectuar el literal B (4) se inspeccionó de manera visual que la junta soldada y el trenzado metálico estén enlazados correctamente y que no existan roturas, Luego con la mano se comprobó que el cable no se separe al halarlo de la parte metálica.



**Figura 27 Junta soldada
conexión externa/revestimiento metálico**

3.5. INSPECCIÓN 1000Hrs.

3.5.1. Remoción de cableado HT

Para la remoción del cableado de HT del motor de la aeronave, se utilizó dos escaleras acordes al tamaño del avión las cuales se encuentran disponibles en la institución, Una de las escaleras se usó para acceder a la puerta de ingreso a la caja de engranajes ubicada en la parte superior del ala de la aeronave.



**Figura 28 Localización puerta de
acceso a la caja de engranajes**

Para liberar la puerta primero se desaseguró cuatro sujetadores de liberación rápida que bloquean la parte delantera, para lo cual se empleó un destornillador de punta plana y se giró cada sujetador en sentido contrario a las manecillas del reloj.



Figura 29 Sujetadores de liberación rápida

También se desbloqueó tres seguros manualmente de la puerta, presionando donde se divisa la palabra PUSH hasta que la caperuza se levante. Una vez abierta la compuerta se colocó el seguro transversal que evita que esta se cierre bruscamente para prevenir posibles accidentes durante el trabajo.

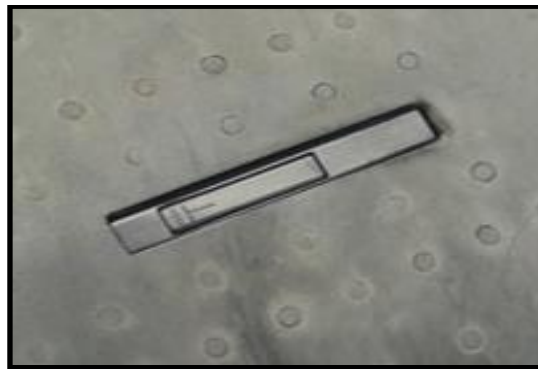


Figura 30 Seguro de presión

Dentro del compartimiento de la caja de engranajes se procedió a localizar en laberinto los puntos que aseguran al cable, los cuales están compuestos de un tornillo y una tuerca respectivamente, y se los retiró usando un destornillador largo de punta en estrella para las partes menos accesibles y un destornillador de bola de punta en estrella para elementos que requieren de presión, las tuercas se las retiró con una llave combinada de 3/8" o con una llave de media vuelta con su respectivo dado.

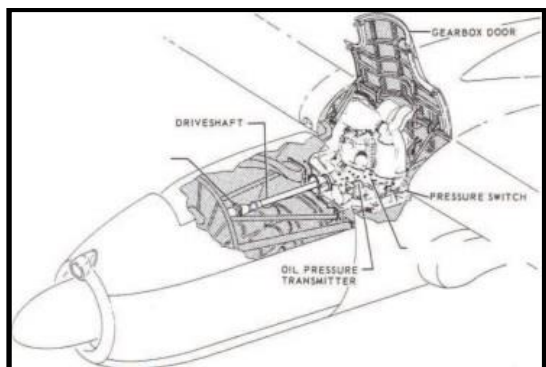


Figura 31 Compartimiento de la caja de engranajes

Fuente: (FH-27J, Fairchild)

La otra escalera se utilizó para alcanzar la parte inferior del motor y así abrir los dos carenados laterales del motor los cuales poseen tres seguros de presión que fueron desbloqueados pulsando en la palabra PUSH hasta que la caperuza se levante, para posteriormente acceder a los componentes del compartimiento delantero del motor.



Figura 32 Carenado lateral derecho

Se localizó y desconectó los cables de las bujías de las cámaras de combustión Nro. 3 y Nro. 7, para lo cual, se removió el alambre de seguridad con una diagonal para poder desenroscar la tuerca que asegura el cable a la bujía. Con una llave 15/32" o una llave de media vuelta se desaseguró los capuchones roscados para permitir una mejor maniobra en la remoción de la tuerca, que se retiró con una llave combinada 13/16". También se retiró los puntos de sujeción del cable de los compartimientos de cada lado del motor, que están ubicados en las paredes de fuego que separan el compartimiento de la caja de engranajes del compartimiento de accesorios del motor.



**Figura 33 Punto de sujeción
compartimiento derecho**

Se removió dos retenedores que evitan que el cable se mueva y pase de un lado al otro, estos se encuentran sujetos por cuatro tornillos con su respectiva tuerca, los tornillos fueron removidos usando una llave de media vuelta con una extensión y una copa de 3/8" con un acople de punta en estrella, y para retener las tuercas se usó una llave 5/16".



Figura 34 Retenedores de la pared de fuego

En el compartimento trasero del motor de la aeronave donde se aloja el tren retráctil en la pared de fuego que divide el compartimiento de la caja de engranajes y el del tren, se encuentran los cables sujetos en tres puntos de apoyo, cuyos tornillos fueron desasegurados con un destornillador en punta de estrella, para una mejor comodidad en lugar de usar el destornillador, se usó una llave de media vuelta con una extensión, un dado de 3/8" y una punta de estrella.



Figura 35 Puntos de sujeción compartimiento tren retráctil

3.5.2. Verificación y mantenimiento de botones de contacto

Se examinó minuciosamente cada botón de contacto en cada extremo del cable y además se removió la corrosión ligera con un cepillo de alambre fino en movimientos circulares de izquierda a derecha, posteriormente se limpió la corrosión retirada con una franela.



Figura 36 Limpieza de botones de contacto

Se limpió los botones y aisladores exhaustivamente con un solvente que controla la corrosión para eliminar cualquier residuo de corrosión. Ningún botón estaba profundamente corroído por lo cual el cable no debe ser desechado.



Figura 37 Limpiador/Desengrasante con Tricloroetano

3.5.3. Verificación de aisladores del cable

Se examinó los aisladores en cada extremo del cable para descartar posibles daños, también se inspeccionó que no exista una brecha entre cada aislador y botón de contacto girando el aislante. Al terminar este ítem de la inspección no se reportó ninguna anomalía.



Figura 38 Aisladores del cable

3.5.4. Comprobación de continuidad de los cables

Para realizar este ítem de la práctica se utilizó el Medidor de Aislamiento Digital pues dicho equipo además de realizar pruebas de aislamiento puede medir voltaje, resistencia, y continuidad. Antes de utilizar el equipo se lo preparo y programo, tal y como indica el manual de operación del medidor de aislamiento digital para pruebas de continuidad. **ANEXO F.**

Resultado: tras ejecutados los pasos indicados en el manual, la señal audible del equipo se activó lo cual nos permitió conocer el estado actual de los cables, dando como resultado que poseen continuidad, y que a su vez cumplen con el requerimiento indicado en este ítem de la práctica.



Figura 39 Prueba de continuidad

3.5.5. Comprobación de la resistencia de aislamiento del cable de alta tensión.

Previamente a la ejecución de este ítem de la práctica, se programó y preparó el equipo usando el manual de operación del medidor de aislamiento digital para comprobación de aislamiento. **ANEXO G.** Dado que el equipo dispone de tres formas para realizar la medición, se seleccionó la Nro. 3 la cual nos permite programar un temporizador, al que se le dio un valor máximo de veinte segundos, puesto que el manual indica que el valor mínimo debe ser cinco segundos.

El voltaje seleccionado para esta práctica fue de 2500v como lo especifica el manual. Las puntas de los cables de prueba fueron conectadas una al conducto metálico exterior y la otra a cada botón de contacto alternadamente, para agarrar el conducto metálico exterior se cambió una de las puntas de los cables de prueba por una punta de tipo lagarto, permitiendo una mejor manipulación del equipo cuando se está trabajando solo.

Resultado: Al realizar el test de aislamiento en los cables de ignición, los valores promedios de aislamiento alternadamente entre cada botón del cable y el conducto metálico exterior fueron de $88.8 \text{ G}\Omega$ y $98 \text{ G}\Omega$ respectivamente, lo que nos permitió deducir que el cable aún posee buen aislamiento, pues el manual explica que la resistencia no debe ser menor a $2 \text{ M}\Omega$.



Figura 40 Comprobación de resistencia de aislamiento del cable de HT

3.5.6. Comprobación de resistencia con el Puente de Wheatstone

Se probó la resistencia del circuito de unión del recubrimiento del conductor de retorno externo del cable de alta tensión y los terminales rígidos de las conexiones, usando un Puente de Wheatstone. Para la conexión del instrumental del equipo se empleó el manual del ANEXO H.



Figura 41 Comprobación Puente de Wheatstone

El punto nulo del circuito se encontró en la posición 4cm a la cual se le sumó la mitad de la longitud de la caja del contacto deslizante:

$$4\text{cm} + 2,5\text{cm} = 6,5\text{cm}$$

Obteniendo como resultado una distancia de 6,5cm. En las medidas de la caja de resistencias el valor nominal era 1 Ω .

Primero se transformó la resistencia R3 en unidad de longitud a unidad de resistencia usando una regla de tres, tomando en cuenta que 100cm equivalen a 100 Ω :

$$\begin{array}{l} 100\text{cm} \quad \longrightarrow 100 \Omega \\ 6,5\text{cm} \quad \longrightarrow x \end{array}$$

Finalmente, la respuesta obtenida de dicha regla fue que R3 es igual a 6,5 Ω , para obtener R4 se restó:

$$100\Omega - 6,5\Omega = 93,5 \Omega$$

Obteniendo que R4 es equivalente a 93,5 Ω .

Para obtener la resistencia desconocida, sabiendo que la forma para obtener RX es igual a:

$$RX = \frac{R2 \times R3}{R4}$$

Se despejó y multiplicó R2 que tenía un valor de 1 Ω por R3 con un valor de 6,5 Ω , para después dividirlos entre R4 con un valor de 93,5 Ω .

$$RX = \frac{1\Omega \times 6,5\Omega}{93,5\Omega}$$

Resultado: La respuesta de RX fue igual a 0,069 Ω que según el manual nos indica que el cable ya no tiene una buena resistencia entre el revestimiento y el conducto metálico ya que el rango permitido es de 0,050 Ω .

CAPÍTULO IV

4.1 CONCLUSIONES

- Luego de obtener y analizar la información técnica del A.M.M. ATA 80 y 89, y del I.P.C. ATA 72 y 74, se completaron las tareas de la práctica de mantenimiento de inspección, chequeo de bujías y cableado de ignición de la aeronave.
- Tras un arduo análisis y al discernir una serie de equipos de comprobación de resistencias y de medición de aislamiento con características similares, se eligió y adquirió el equipo Doocoler Digital Insulation Tester modelo AIM02 y el equipo American Educational Wheatstone Bridge Experimental Set modelo 7-2305-1 para el cumplimiento de las tareas de mantenimiento inspección-chequeo de bujías y cableado de ignición de la aeronave.
- Tras realizadas las pruebas operacionales de los cables de ignición y de las bujías se pudieron arrojar dos resultados concretos, el cable posee aún buen aislamiento entre el electrodo central y el revestimiento, pero entre la unión del recubrimiento del conductor de retorno externo del cable de alta tensión y los terminales rígidos de las conexiones no hay una resistencia correcta.

4.2. RECOMENDACIONES

- Se debe contar con los manuales durante la ejecución de cada una de las tareas para no obviar ningún paso y de esta forma evitar algún inconveniente.
- Es importante antes de empezar cualquier tipo de trabajo revisar que los equipos no estén descalibrados y que tengan un buen estado para evitar lecturas erróneas durante la ejecución de los trabajos.
- Tras haber terminado las pruebas operacionales con los equipos, se debe almacenarlos para preservar su integridad física. Además, es importante que antes de iniciar una nueva prueba, se debe encerrar las mediciones previamente ejecutadas para evitar una lectura errónea.

BIBLIOGRAFÍA

- (2007). En A. E. Oñate, *Conocimientos del AVIÓN* (pág. 298). THOMSON PARAINFO.
- (2011). En E. Vallbona Vilajosana, *EL MOTOR TURBINA* (pág. 9). CESDA.
- American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc. (1989). TESTING OF THE 578-DX PROPFAN PROPULSION SYSTEM.
- AVIA.PRO. (11 de ENERO de 2016). *AVIARA.PRO*. Obtenido de <http://es.avia.pro/blog/fairchild-f-27-tehnicas-harakteristiki-foto>
- Digital Insulation Tester Users Manual*. (s.f.).
- FH-27J, Fairchild. (s.f.). *Manual de Mantenimiento de la Aeronave*. *Flightglobal/Archive*. (06 de 05 de 2017). Obtenido de <https://www.flightglobal.com/pdfarchive/view/1953/1953%20-%200371.html>
- Jeppesen Maintenance. (2004). *A&P TECHNICIAN POWERPLANT TEXTBOOK*. Jeppesen Sanderson Inc.
- MEGGER. (06 de 05 de 2017). Obtenido de <http://csa.megger.com/medidor-de-resistencia-de-aislamiento-de-5-kv-mit515>
- Motores de Aviación. (2002). En J. d. Serrano Brotons, C. Lizán Escudero, & J. A. Lizán Escudero.
- Rodríguez Pozueta, M. A. (s.f.). *PUENTE DE WHEATSTONE*.
- System, J. A. (1997. 2002. 2003. 2004). *A&P Technician Powerplant Textbook*. Englewood, Colorado: Jeppesen Sanderson Inc.
- U.S. Department of transportation. (2012). *Aviation Maintenance Technician Handbook-Powerplant* .
- Vilajosana, E. V. (2011). *El motor de Turbina*. cesda.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

A

Aerorreactor: Reactor diseñado para desplazamientos en la atmósfera: un aerorreactor utiliza la propulsión por reacción.

Arnés: Conjunto de uno o más circuitos eléctricos, al que se le pueden ensamblar adicionalmente conectores, clips, terminales, cintas.

C

Caja reductora: Se denomina al mecanismo que consiste, generalmente, en un grupo de engranajes, con el que se consigue mantener la velocidad de salida en un régimen cercano al ideal para el funcionamiento de la hélice.

Ciclo brayton: El ciclo Brayton describe el comportamiento ideal de un motor de turbina de gas, como los utilizados en las aeronaves, las etapas del proceso son: admisión, compresión, combustión, turbina y escape.

Ciclo otto: El ciclo Otto es el ciclo termodinámico que se aplica en los motores de combustión interna de encendido provocado (motores de gasolina). Inventado por Nicolaus Otto en 1876. Se caracteriza porque en una primera aproximación teórica, todo el calor se aporta a volumen constante.

Cowling: Más conocido en español como carenados, son revestimientos de fibra de vidrio, plástico u otro material compuesto que llevan varias partes de los aviones con fines aerodinámicos.

Cruise pitch: Es el ángulo de la pala de una hélice que proporciona la eficiencia máxima de tracción de una hélice.

Cuadripala: hélice de cuatro palas.

Comburente: químico que oxida a otra sustancia en reacciones electroquímicas o de reducción-oxidación.

F

Feathered: Es el ángulo de la pala de una hélice que da una resistencia mínima cuando el motor está parado.

Flight fine pitch: Es el ángulo mínimo de las palas, sostenido por un tope removible, que la hélice de un motor turbohélice puede alcanzar mientras está en el aire, y que proporciona fricción de frenado para la aproximación de aterrizaje.

G

Gear box: Más conocido en español como caja de engranajes, se encuentran disponibles en motores turbohélice y sirven para reducir la velocidad del eje para permitir que la hélice gire a velocidades adecuadas de funcionamiento e impedir que las puntas de sus palas alcancen velocidad supersónica.

Generador: Todo dispositivo capaz de mantener una diferencia de potencia eléctrico entre dos de sus puntos.

Ground fine pitch: Es el ángulo más plano de la pala en una hélice de un motor turbohélice, que da una resistencia de frenado adicional y baja resistencia de la hélice al arrancar el motor.

Megóhmetro o megger: Es un aparato o instrumento que permite establecer la resistencia de aislamiento existente en un conductor o sistema de tierras. Funciona en base a la generación temporal de una sobre corriente eléctrica la cual se aplica al sistema hasta que se rompe su aislamiento, al establecerse un arco eléctrico.

O

Ohmímetro: aparato destinado a medir la resistencia de un conductor o de otro elemento, como una resistencia, al paso de la corriente se denomina Ohmímetro

Ohmio: Unidad de resistencia eléctrica en el Sistema Internacional de Medidas, equivalente a la resistencia eléctrica que da paso a una corriente de un amperio cuando entre sus extremos existe una diferencia de potencial de un voltio. Su símbolo es Ω .

P

Plug: Enchufe o inserción.

Propulsantes: Dícese de la sustancia que es fuente de energía y fluido de trabajo para los motores cohete.

R

Resistencia: La resistencia es entendida como la acción o capacidad de aguantar, tolerar u oponerse.

T

Torquímetro: es una herramienta de precisión, la cual es empleada para aplicar una tensión determinada en los tornillos, tuercas, bulones, etc. Son útiles en aplicaciones donde los accesorios de sujeción, como las tuercas y/o tornillos, deben tener una tensión específica.

Tricloroetano: es un líquido incoloro de aroma dulce. No arde fácilmente, puede disolverse en agua, y se evapora fácilmente. Es usado como solvente que eliminar a otra sustancia.

Tubos Pitot: instrumento que permite medir el flujo, es uno de los medidores más exactos para medir la velocidad de un fluido dentro de una tubería. Consiste en un tubo de pequeño diámetro con una abertura delantera, que se dispone contra una corriente o flujo de forma que su eje central se encuentre en paralelo con respecto a la dirección de la corriente para que la corriente choque de forma frontal en el orificio del tubo.

ABREVIATURAS

AC: Corriente Alterna.

AMM.: Aircraft Maintenance Manual (Manual de mantenimiento de la aeronave).

ATA.: Asociación de transportistas aéreos.

AVG: Average (promedio).

CI: Cédula de Identidad.

cm: Centímetros.

Corp.: Corporación.

CV: Caballos de vapor.

DC: Corriente Directa.

EPP.: Equipos de protección personal.

ft: Feet (pies).

g: Gramos.

HE: High Energy (alta energía).

HP: Horse Power (caballos de fuerza).

HT: High tension (alta tensión).

Hrs.: Horas.

I.P.C.: Illustrated Parts Catalogue (Catálogo de Partes Ilustradas).

J: Julios.

kg: Kilogramos.

kw: Kilowatts.

lb: Libras.

Lbf.in: Libras fuera por pulgada.

LT: Low tension (baja tensión).

m: Metros.

M.A.D.: Medidor de aislamiento digital.

mA: Mili amperio.

MO: Manual de operación.

mantto.: Mantenimiento.

N.D.I.: Non Destructive Inspections (inspecciones no destructivas).

Nro.: Número.

Núm: Numeral.

PW: Puente de Wheatstone.

R: Resistencia.

rpm: Revoluciones por minuto.

S.W.G.: Standar Wire Gauge (Calibre de Alambre Estándar).

UDF: Unductedfan.

U.S.: United States (Estados Unidos).

v: Voltios.

Ω : Ohmio.

M Ω : Mega ohmio.

G Ω : Giga ohmio.

μ F: Microfaradios.

ANEXOS

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A. Manual de mantenimiento.

ANEXO B. Periodos de inspección del motor.

ANEXO C. Prácticas de mantenimiento cables y bujías de ignición.

ANEXO D. Técnicas de ajuste de torque.

ANEXO E. Almacenamiento y mantenimiento de materiales.

ANEXO F. Manual de operación del medidor de aislamiento digital para pruebas de continuidad.

ANEXO G. Manual de operación del medidor de aislamiento digital para comprobación de aislamiento.

ANEXO H. Manual de operación del Puente de Wheatstone.