



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

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

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE TECNÓLOGA EN MECÁNICA AERONÁUTICA
MENCIÓN AVIONES**

**TEMA: COMPROBACIÓN Y CALIBRACIÓN DEL
TRANSMISOR DE PRESIÓN DE TORQUE DE LOS MOTORES
PT6A-27/34 PERTENECIENTES A LA ESCUADRILLA TWIN
OTTER DEL ALA DE TRANSPORTES Nro. 11 MEDIANTE UN
BANCO DE PRUEBA**

AUTORA: JENNY ELIZABETH CHUSETE CAIZA

DIRECTOR: TLGO. TIGSE NELSON

LATACUNGA

2016



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES**

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo titulado “**COMPROBACIÓN Y CALIBRACIÓN DEL TRANSMISOR DE PRESIÓN DE TORQUE DE LOS MOTORES PT6A-27/34 PERTENECIENTES A LA ESCUADRILLA TWIN OTTER DEL ALA DE TRANSPORTE NRO. 11 MEDIANTE UN BANCO DE PRUEBA**”, realizado por la señorita **JENNY ELIZABETH CHUSETE CAIZA**, 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 a la señorita **JENNY ELIZABETH CHUSETE CAIZA** para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 29 de noviembre del 2016

**TLGO. NELSON TIGSE
DIRECTOR**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES**

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **CHUSETE CAIZA JENNY ELIZABETH**, con cédula de identidad N° 0503177701 declaro que este trabajo de titulación **“COMPROBACIÓN Y CALIBRACIÓN DEL TRANSMISOR DE PRESIÓN DE TORQUE DE LOS MOTORES PT6A-27/34 PERTENECIENTES A LA ESCUADRILLA TWIN OTTER DEL ALA DE TRANSPORTE NRO. 11 MEDIANTE UN BANCO DE PRUEBA”**, 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.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico de trabajo de grado en mención.

Latacunga, 29 de noviembre del 2016

Jenny Elizabeth Chusete Caiza

C.I: 0503177701



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES**

AUTORIZACIÓN

Yo, **CHUSETE CAIZA JENNY ELIZABETH**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación “**COMPROBACIÓN Y CALIBRACIÓN DEL TRANSMISOR DE PRESIÓN DE TORQUE DE LOS MOTORES PT6A-27/34 PERTENECIENTES A LA ESCUADRILLA TWIN OTTER DEL ALA DE TRANSPORTE NRO. 11 MEDIANTE UN BANCO DE PRUEBA**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad

Latacunga, 29 de noviembre del 2016

Chusete Caiza Jenny Elizabeth

C.I: 0503177701

DEDICATORIA

Este trabajo de graduación lo dedico principalmente a Dios, ya que, gracias a él, estoy donde estoy, gracias a su amor infinito he logrado todo lo que soy.

A mi madre y hermana quienes han sido mi pilar fundamental en toda mi vida, ellas han sido quienes han estado apoyándome en todo momento, siempre guiándome por el camino del bien, todo esto ha sido gracias a ellas.

También quiero dedicar a todos los estudiantes y docentes de la Universidad de las Fuerzas Armadas-Espe y al personal del Ala de Transportes Nro. 11, para facilitar procedimientos de enseñanza-aprendizaje que les permita alimentar sus conocimientos y facilitar trabajos de mantenimiento en el campo Aeronáutico.

Jenny Elizabeth Chusete Caiza

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi Dios ante todo que me dio fuerzas para alcanzar mis objetivos guiándome siempre y dándome fuerzas para salir adelante. A mi familia por ser el pilar fundamental en mi vida, por su continuo apoyo y palabras sabias que me ayudaron a seguir luchando por mis sueños, anhelos y metas, los cuales constituyen el legado más grande que se puede recibir y por el cual viviré eternamente agradecida; a mi hermana quien con sus consejos han hecho de mí una mejor persona.

A mis docentes de la Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE que siempre me brindaron apoyo y conocimientos fortaleciendo mi espíritu capacitándome en aéreas técnicas para poder salir adelante en mi profesión. A mis compañeros de clase que siempre nos apoyamos en todo para terminar la carrera profesional, a mi estimado Tutor Tlgo. Nelson Tigse que con su paciencia, comprensión y colaboración permitió la realización de este trabajo de graduación.

Agradezco también el apoyo del personal del Ala de Transportes Nro. 11, que me abrió las puertas para poder realizar mi proyecto de grado y me brindo experiencia y conocimientos para el mundo aeronáutico en especial a los Técnicos de Mantenimiento quienes fueron mis mentores durante mi estancia en el Ala de Transporte Nro. 11.

Jenny Elizabeth Chusete Caiza

ÍNDICE DE CONTENIDO

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

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes	1
1.2 Planteamiento del problema	2
1.3 Justificación	3
1.4 Objetivos	4
1.5 Alcance	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Twin otter	6
2.2.1 Definiciones de mantenimiento	7
2.2.2 Niveles de mantenimiento.....	7
2.2.3 Tipos de mantenimiento.....	8
2.2.4 Tipos de chequeos.....	10
2.2.5 Mantenimiento aeronaves, motores, componentes o equipos	10
2.3 Motores.....	12
2.3.1 Definición	12
2.3.2 Clasificación.....	12
2.4 Motores recíprocos	12
2.5 Motor a reacción	13
2.5.1 Componentes principales.....	14

2.6 Motores turbo hélice	18
2.6.1 Componentes principales.....	19
2.6.2 Motor turbo hélice PT6A	20
2.6.3 Sistemas del motor PT6A	26
2.6.5 El torque.....	34
2.6.6 Transmisores de presión de torque	35
2.7 La presión	36
2.7.1 Presión absoluta	36
2.7.2 Presión atmosférica	36
2.7.3 Presión manométrica	37
2.8 Equipos y herramientas utilizados en el proyecto	37
2.8.1 Comprobador	37
2.8.2 Herramientas manuales	38
2.8.3 Herramientas eléctricas	39
2.8.4 Tipos de metales.....	41
2.8.5 Materiales auxiliares	42

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Preliminares.....	45
3.2 Implementación del banco de comprobación y calibración del transmisor de presión de torque	45
3.2.1 Descripción del equipo.....	46
3.3 Construcción del banco de comprobación y calibración del transmisor de presión de torque	47
3.4 Descripción de procedimientos	52
3.4.1 Llenado de fluido en el comprobador de presión	52
3.5 Equipos y materiales a utilizar	55
3.6 Pasos para la comprobación y calibración del transmisor de presión de torque en el banco	58
3.7 Diagramas de procesos	62
3.7.1 Diagrama de procesos de la construcción del banco de comprobación y calibración del transmisor de presión de torque.....	63
3.8 Manuales para el correcto uso del banco	64

3.8.1 Descripción y codificación de los manuales.....	64
3.9. Análisis económico	65

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones	67
4.2 Recomendaciones	67
GLOSARIO DE TÉRMINOS	68
GLOSARIO DE ABREVIATURAS.....	70
BIBLIOGRAFÍA.....	71
ANEXOS.....	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Twin Otter de la Fuerza Aérea Ecuatoriana.....	6
Figura 2 Fase de un motor de 4 tiempos	13
Figura 3 Componentes principales de un motor	13
Figura 4 Compresor axial.....	14
Figura 5 Compresor centrífugo	15
Figura 6 Compresor mixto	15
Figura 7 Cámara de combustión tubular.....	16
Figura 8 Cámara de combustión anular.....	16
Figura 9 Cámara de combustión tubo-anular.....	17
Figura 10 Tobera de salida	18
Figura 11 Tipos de toberas	18
Figura 12 Componentes principales de un motor turbohélice.....	19
Figura 13 Motor seccionado PT6A.....	22
Figura 14 Componentes principales del motor PT6A.....	25
Figura 15 Caja de engranajes seccionada.....	26
Figura 16 Flujo de aire del motor	28
Figura 17 Diagrama esquemático del sistema de lubricación	30
Figura 18 Sistema de ignición por bujías	31
Figura 19 Sistema de ignición por calentadores	31
Figura 20 Sistema de torsión del motor	33
Figura 21 Transmisor de presión de torque	35
Figura 22 Equipo de comprobación	38
Figura 23 Herramientas manuales.....	39
Figura 24 Suelda eléctrica y sus partes	40
Figura 25 Electrodo para suelda eléctrica.....	40
Figura 26 Tipos de taladros	41
Figura 27 Ángulos de hierro.....	42
Figura 28 Teflón.....	43
Figura 29 Cañería flexible	43
Figura 30 Reservorio	44
Figura 31 Manómetro digital	44
Figura 32 Equipo comprobador de presión.....	47
Figura 33 Proceso de soldado	48

Figura 34 Armado del soporte.....	48
Figura 35 Soporte del banco armado.....	48
Figura 36 Perforación de la base del banco	49
Figura 37 Instalación del indicador de torque	49
Figura 38 Instalación de los soportes para instrumentos	50
Figura 39 Instalación del cableado eléctrico	50
Figura 40 Transmisor de torque e indicador de torque	51
Figura 41 Instalación del inversor y cableado eléctrico.....	51
Figura 42 Comprobación del sistema eléctrico	52
Figura 43 Identificación de partes del probador de presión	54
Figura 44 Llenado de fluido en el comprobador.....	54
Figura 45 Herramientas para la implementación	56
Figura 46 Equipo de protección personal (Epp).....	57
Figura 47 Comprobación del sistema	58
Figura 48 Energización del sistema eléctrico.....	59
Figura 49 Procedimientos de comprobación.....	59
Figura 50 Indicaciones del transmisor y manómetro.....	60
Figura 51 Comprobación del transmisor de torque	61
Figura 52 Proceso de calibración del transmisor de torque	61
Figura 53 Diagrama de proceso de la implementación del banco de comprobación	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Especificaciones del motor PT6A	22
Tabla 2: Particularidades sobresalientes del motor PT6A	23
Tabla 3: Torsión máxima de los motores PT6A	32
Tabla 4: Especificaciones generales.....	46
Tabla 5: Lista de herramientas.....	55
Tabla 6: Lista de materiales.....	56
Tabla 7: Simbología de los diagramas de procesos	62
Tabla 8: Total de costos primarios	65
Tabla 9: Total de costos secundarios	66
Tabla 10: Costo total del proyecto	66

RESUMEN

La comprobación y calibración del transmisor de presión de torque de los motores PT6A-27/34 de los aviones Twin Otter pertenecientes al Ala de Transportes Nro. 11, tiene como finalidad aportar como equipo de apoyo y facilitar las tareas de mantenimiento ahorrando tiempo para el personal de la escuadrilla Twin Otter, también sirva como medio de instrucción para el nuevo personal que se presente ya sea civil o militar. El presente proyecto brinda mejoramiento en las actividades diarias optimizando el tiempo y facilitando recursos para el proceso de calibración del transmisor de presión de torque de los motores PT6A-27/34, ayudando así a mantener operativas las aeronaves en caso que se presente algún daño o fallo en los equipos Twin Otter. Con la implementación del banco de comprobación y calibración del transmisor de presión de torque, se consigue evitar el esfuerzo físico del personal técnico y beneficia a las mejoras de las tareas de mantenimiento en plazos cortos de tiempo y condiciones seguras. Se describe también todos los procesos y pasos utilizados para la implementación del mencionado banco, además de pruebas de operación y funcionamiento del mismo respaldando con la elaboración de manuales de operatividad, seguridad y mantenimiento para preservar la integridad y horas de vida útil para su uso en la aeronave Twin Otter, especialmente en el motor.

Palabras Claves:

- **Implementación**
- **Preservación**
- **Mantenimiento**
- **Torque**
- **Transmisor**

ABSTRACT

The checking and calibration of the torque pressure transmitter of the PT6A-27/34 engines of Twin Otter aircraft which belong to the N.- 11 transport wing, has the purpose to contribute as a support equipment and facilitate the maintenance tasks saving time to the personal of the Twin Otter squadron. It also serves as a medium of instruction for the new civil or military personnel. The present project provides improvements in the daily activities optimizing time and facilitating resources for the calibration process of the torque pressure transmitter of the PT6A-27/34 engines. It helps to keep operational aircraft in case some damaged or failed in the Twin Otter equipment appears. With the implementation of the check bank and torque pressure transmitter, it manages to avoid the physical effort of the technical personal and benefits the maintenance tasks in short time and safe conditions. It also describes all the processes and used steps for the implementation of the mentioned bank, besides operation tests of itself, with the elaboration of safety, operation and maintenance manuals to preserve the integrity and life hours inside the Twin Otter aircraft, especially in their engines.

KEYWORDS:

- **Implementation**
- **Preservation**
- **Maintenance**
- **Torque**
- **Transmitter**

Checked by:

Lic. Diego I. Granja Peñaherrera
English teacher UGT

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

Los aviones Twin Otter pertenecientes a la Fuerza Aérea Ecuatoriana cuentan con motores PT6A-27/34, y tiene como misión mantener el control del espacio aéreo y garantizar con las otras ramas de las Fuerzas Armadas la soberanía nacional y contribuir al desarrollo aeroespacial y socioeconómico del País, para lo cual entre otras aeronaves posee la aeronave TWIN OTTER, cuya finalidad es la de “Apoyar al desarrollo de nuestra región oriental, mediante programas de Transporte Aéreo Económico”.

Al momento de realizar la investigación dentro de las áreas de mantenimiento de la escuadrilla Twin Otter se observó las instalaciones y materiales suficientes para realizar labores de mantenimiento y comprobación de diferentes componentes del aeronave Twin Otter, pero también se presenció la necesidad de implementar un equipo que facilite ciertas labores de mantenimiento y comprobación de los transmisores de torque de los motores PT6A-27/34, que se encuentran en condición de reportados por falta de transmisores de torque que necesitan ser comprobados y calibrados para su disponibilidad operativa.

Una vez realizada la investigación del proyecto se determina que no existe un equipo que posea las mismas características, destacando principalmente el propósito que lo encamina a ponerlo en práctica, pues la comprobación y calibración del transmisor de presión de torque de la aeronave, facilitará a los técnicos de la especialidad de motores en el Ala de Transportes N° 11, la comprobación y calibración del elemento antes mencionado para disminuir los tiempos de parada de la aeronave pues la disponibilidad del mismo es primordial debido a que el equipo está encaminado a misiones logísticas de alta prioridad.

1.2 Planteamiento del problema

Después de algunas investigaciones que se realizó en la escuadrilla del Twin Otter del Ala de Transportes Nro. 11, se ha visto la problemática que se presenta en el proceso de mantenimiento de los motores, uno de los constantes problemas que se dan en los transmisores de presión de torque de los motores PT6A-27/34 en la escuadrilla Twin Otter del Ala de Transportes Nro. 11. Se tiene claro que la escuadrilla Twin Otter dispone de personal capacitado, pero la carencia de un banco de pruebas para la comprobación y calibración de presión de torque de los motores impide un mejoramiento en las actividades de mantenimiento ya que se pierde tiempo y esfuerzo.

Se realizará este proyecto para contribuir a la optimización de esfuerzo y tiempo facilitando el trabajo de los técnicos, ya que los aviones Twin Otter son muy necesarios para el cumplimiento de su misión en el transporte económico de la región oriental, es por eso que se vio la necesidad de implementar un mecanismo para facilitar el trabajo de mantenimiento también ayudara a reducir gastos durante los chequeos funcionales de las aeronaves y reducir el tiempo que se emplean en estas tareas, y a la vez solucionar el problema para la operatividad de las aeronaves, además servirá como medio de instrucción para el personal ya sea militar o civil de acuerdo a las necesidades que se les presente.

De no dar solución a este problema seguirán conservándose las falencias mencionadas ya que la aviación es un mundo en constante evolución y por ende sus técnicos necesitan actualizar sus conocimientos constantemente. Así como también es imprescindible la implementación de un banco de prueba para la comprobación y calibración de los transmisores de presión de torque de los motores PT6A-27/34, siendo esta una necesidad que facilita el mantenimiento y la disponibilidad de los transmisores de presión de torque, permitiendo que los aviones estén operables y sin problema alguno para cumplir con su misión.

1.3 Justificación

Considerando la importancia de la disponibilidad de los aviones Twin Otter para el cumplimiento de su misión en el transporte económico de la región oriental, se refleja la importancia de idearse alguna solución para ciertas labores de mantenimiento y comprobación de distintos componentes como son los motores con sus respectivos accesorios para un correcto funcionamiento, como en este caso la comprobación y calibración del transmisor de presión de torque de los motores PT6A-27/34 mediante un banco de pruebas con la finalidad de lograr la disponibilidad de los motores para continuar su operatividad y así reduciendo tiempo y gastos durante los chequeos funcionales en las aeronaves Twin Otter.

El interés por el que se realiza este proyecto es con la finalidad de que los conocimientos que tienen los estudiantes se intensifiquen un poco más buscando distintas maneras en medios como consultas en personas capacitadas porque de esta manera se obtendrá una idea clara del tema que se va a tratar lo que hace que se consiga mecanismos útiles que permitan facilitar la forma de impartir conocimientos para que estos sean captados y puestos en práctica en el campo profesional.

Para ello se ha propuesto elaborar un banco de pruebas para comprobar y calibrar el transmisor de presión de torque de los motores PT6A-27/34 de la escuadrilla Twin Otter pertenecientes al Ala de Transportes Nro. 11, la cual se ha determinado su factibilidad en términos económicos y necesarios para lo que corresponde al desempeño que este va a mostrar dentro del área práctica de mantenimiento.

Realizando la respectiva investigación del presente proyecto de graduación se ha comprobado su originalidad tomando en cuenta que este mecanismo es único al ponerlo en práctica a lo que se refiere a la comprobación y calibración del transmisor de presión de torque, en relación a los mecanismos antes realizados para su comprobación y funcionamiento.

Por todo lo citado anteriormente es de vital importancia la implementación de este banco de pruebas para mejorar el mantenimiento, comprobación y calibración del transmisor de presión de torque de los motores PT6A-27/34.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Realizar la comprobación y calibración del transmisor de presión de torque de los motores PT6A-27/34 de los aviones Twin Otter pertenecientes al Ala de Transportes Nro. 11, con un banco de prueba apropiado utilizando los manuales de mantenimiento de los aviones para facilitar el proceso de mantenimiento y a la vez sirva como medio de instrucción para el personal ya sea civil o militar.

1.4.2 Objetivos específicos

- Elaborar el banco de pruebas para la calibración del transmisor de presión de torque.
- Efectuar el funcionamiento del banco de prueba para la calibración del transmisor de torque.
- Elaborar manuales de procedimientos de operación, mantenimiento y seguridad para la comprobación y calibración de los transmisores de presión de torque de los motores PT6A, los mismos que servirán como guía para los técnicos nuevos asignados al Escuadrilla Twin Otter y estudiantes que realizan pasantías en mecánica aeronáutica.

1.5 Alcance

El presente proyecto está dirigido para el personal técnico que actualmente ejecuta tareas de mantenimiento en el Ala de Transporte N°11, ya que se conseguirá facilitar la comprobación y calibración de los transmisores de presión de torque en ausencia de las aeronaves disponibles en línea de vuelo, también se obtendrá más conocimientos y se lograra

mantener la disponibilidad de motores PT6A-27/34 en la escuadrilla Twin Otter para el cumplimiento de su misión y a la vez será fuente de ayuda para todos aquellos interesados en el tema, contribuyendo a la eficiencia profesional del personal de mantenimiento aeronáutico.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Twin otter

El de Havilland Canadá DHC-6 Twin Otter es un avión de pasajeros STOL y avión utilitario desarrollado por la compañía canadiense de Havilland Canadá. El tren de aterrizaje triciclo fijo, sus habilidades STOL y su relativamente alta tasa de ascenso lo han convertido en un exitoso avión de carga, de pasajeros regional y de evacuación médica, además el Twin Otter dispone de una capacidad de 22 pasajeros.

Los aviones Twin Otter pertenecientes a la Fuerza Aérea Ecuatoriana cuentan con motores PT6A-27/34, y tiene como misión mantener el control del espacio aéreo y garantizar con las otras ramas de las Fuerzas Armadas la soberanía nacional y contribuir al desarrollo aeroespacial y socioeconómico del País, para lo cual entre otras aeronaves posee la aeronave TWIN OTTER, cuya finalidad es la de “Apoyar al desarrollo de nuestra región oriental, mediante programas de Transporte Aéreo Económico”.



Figura 1 Twin Otter de la Fuerza Aérea Ecuatoriana

2.2 MANTENIMIENTO AERONÁUTICO

2.2.1 Definiciones de mantenimiento

Mantenimiento Aeronáutico se define en el Manual General de Manteamiento como la ejecución del conjunto de procesos y tareas de mantenimiento, reparación y/o modificación del material aeronáutico, para mantener o mejorar sus características y especificaciones originales, a efectos de cumplir con los estándares de aeronavegabilidad (González, 2015).

También Mantenimiento se define como la realización de las operaciones que, de acuerdo con el estándar aprobado por el fabricante o por la Autoridad competente, son declaradas de obligado cumplimiento (González, 2015). En tanto para (Patton, 1988), es la disciplina cuya finalidad consiste en mantener las máquinas y el equipo en un estado de operación, lo que incluye servicio, pruebas, inspecciones, ajustes, reemplazo, reinstalación, calibración, reparación y reconstrucción.

Se basa en el desarrollo de conceptos, criterios y técnicas requeridas para el mantenimiento, proporcionando una guía de políticas o criterios para toma de decisiones en la administración y aplicación de programas de mantenimiento (Miguel, 2003).

2.2.2 Niveles de mantenimiento

Los niveles de mantenimiento son las inspecciones específicas que se aplican a las aeronaves y equipos, de acuerdo al grado de complejidad de los trabajos de mantenimiento y son los siguientes:

- **I Nivel (Nivel Operacional)**

Consiste en tareas simples y rutinarias que se ejecutan en el lugar de operación. Los trabajos a ejecutarse en este nivel son: inspecciones visuales

(Pre, Entre y Pos Vuelo), complementarias de la aeronave, reemplazo de conjuntos, subconjuntos, equipos, unidades o partes en línea de fácil acceso (LRU Line Replacement Unit).

- **II Nivel (Nivel Intermedio)**

Son los procesos y tareas de mantenimiento aeronáutico que se realizan a las aeronaves, motores, hélices, componentes y equipos, en talleres, hangares o instalaciones móviles; entre otras está: inspecciones, reparaciones, desmontaje, ensamblaje, comprobación y calibración.

- **III Nivel (Nivel de Depósito)**

Son los procesos y tareas de mantenimiento aeronáutico que permiten la reconstrucción o modificación de productos, componentes y equipos aeronáuticos, ejecutados por el fabricante o estación reparadora certificada. Los trabajos en este nivel son: overhaul, inspección mayor, reparación mayor y alteración.

2.2.3 Tipos de mantenimiento

Como especifica el Manual General de Mantenimiento que el mantenimiento puede ser aplicado de 4 formas: Preventivo, Correctivo, Restaurativo y Modificación o alteración (González, 2015).

- **Preventivo**

Son acciones de mantenimiento, aplicadas al material aeronáutico que se encuentra en servicio para conservarlo en dicha situación o prevenir daños posibles como resultado de la operación cotidiana de las aeronaves o equipos, que incluye el mantenimiento programado y predictivo. Abarca acciones de monitoreo o seguimiento de parámetros del material, a efectos de determinar

una acción correctiva, en función de la variación con respecto a un estándar. (González, 2015).

- **Correctivo**

Son tareas de mantenimiento aeronáutico que se ejecutan en los talleres, hangares o instalaciones móviles, para corregir daños ocasionados debido a la operación de las aeronaves o manipuleo de los equipos, el cual permite mantener el estado de funcionamiento inicial o diseño original. (González, 2015)

- **Restaurativo**

Son acciones de mantenimiento aplicadas sobre el material aeronáutico que se encuentra fuera de servicio, para devolverlo al servicio operativo, sin introducir cambios en su conformidad o diseño original. (González, 2015)

- **Modificación o Alteración**

Son acciones de mantenimiento que introducen en el material aeronáutico, variaciones en la conformación o en el diseño original, con el objeto de mejorar su eficiencia o variar su capacidad. Algunas fuentes manejan otras alternativas de mantenimiento, pero los mencionados, forman las raíces de los diferentes tipos de mantenimiento manejados.

Según (Patton, 1988) encontró lo siguiente:

- Mantenimiento No Programado, es de emergencia con actividad correctiva, para restaurar un sistema o elemento dejándolo en condiciones de operación.
- Mantenimiento en Condiciones, inspecciones de las características que cuentan con un alto riesgo de falla, además de aplicación del mantenimiento preventivo después de la alerta de riesgo, pero antes de la falla total.

- Mantenimiento Programado, acciones previamente planeadas para mantener un elemento en una condición específica de operación.
- Mantenimiento Predictivo, monitorea una máquina, además de la experiencia empírica, se obtienen gráficas de comportamiento para realizar la planeación de mantenimiento. Se realiza una predicción del comportamiento en base al monitoreo del comportamiento y características de un sistema y se realizan cambios o plantea actividades antes de llegar a un punto crítico.

2.2.4 Tipos de chequeos

Según (Jorge, 2016) , encontró lo siguiente referente a mantenimiento menor en los sistemas de una aeronave: Chequeo A, incluye una inspección general de sistemas, componentes y estructura, tanto desde el interior como desde el exterior, para verificar su integridad, esta se realiza cada 100 horas de vuelo o 30 días calendario. Chequeo B, de mayor intensidad, comprueba la seguridad de sistemas, componentes y estructura, junto con el servicio del avión y la corrección de los elementos que lo precisen, se realiza cada 500horas de vuelo o 120 días calendario. Chequeo C, es una inspección completa y extensa, por áreas, de todas las zonas interiores y exteriores del avión, incluyendo los sistemas, las instalaciones y la estructura visible, se realiza en intervalos de 3000 horas de vuelo o 24 meses calendario.

2.2.5 Mantenimiento aeronaves, motores, componentes o equipos

El mantenimiento que se realiza en las aeronaves y sus diferentes componentes y equipos se basa a regulaciones y procedimientos en manuales de mantenimiento. Según (González, 2015) se encontró lo siguiente:

- **Mantenimiento en el Hangar**

Se realizan tareas de mantenimiento preventivo, correctivo y alteraciones, mediante órdenes de trabajo o ingeniería, etc., para lo cual se dispondrá del Inspector de Control de Calidad, Supervisor de Mantenimiento, Supervisor de Producción y Técnicos de las diferentes especialidades de mantenimiento, los mismos que utilizarán información técnica aprobada del fabricante (Approved Data), procedimientos del MGM y Regulaciones Aeronáuticas vigentes.

El Supervisor de Mantenimiento del Hangar asignará las tareas, basándose en los conocimientos, habilitaciones y experiencia de los técnicos; supervisará el correcto llenado de los formularios de mantenimiento, de acuerdo a las tareas ejecutadas y los entregará al Supervisor de Producción quien registrará las tareas cumplidas, así como los tiempos empleados y entregará toda la documentación de la inspección realizada al Inspector de Control de Calidad para su aceptación final.

Si dentro de los trabajos de mantenimiento fuese necesario realizar una Alteración o Reparación Mayor a la aeronave, motores, hélices o componentes, Control de Calidad elevará los informes correspondientes al Comandante del Escuadrón de Mantenimiento, detallando los trabajos a ejecutarse y este a su vez informará al escalón correspondiente.

- **Personal autorizado a realizar mantenimiento en las aeronaves, motores, componentes o equipos.**

El personal que disponga de la habilitación del tipo de aeronave, motor, componente o equipo, puede realizar y certificar con su firma la ejecución o supervisión del mantenimiento preventivo, correctivo y alteraciones, así como la liberación de aeronavegabilidad, de acuerdo a las atribuciones obtenidas. El personal que NO cuente con su habilitación de técnico de mantenimiento,

puede realizar mantenimiento, mantenimiento preventivo y alteraciones bajo la supervisión de un técnico de mantenimiento habilitado.

2.3 Motores

2.3.1 Definición

Un motor aeronáutico o motor de aviación es aquel que se utiliza para la propulsión de aeronaves mediante la generación de una fuerza de empuje. Los motores transforman la energía química presente en el combustible en energía mecánica. En el motor esta energía mecánica produce la rotación de un eje al que se une el mecanismo que se quiere mover (por ejemplo, una hélice).

2.3.2 Clasificación

Existen distintos tipos de motores de aviación, aunque se dividen en dos clases básicas: motores recíprocos (o de pistón) y de reacción (donde se incluyen las turbinas).

2.4 Motores recíprocos

Funciona según el ciclo OTTO de 4 tiempos; los cuatro tiempos son admisión, compresión, explosión y escape, en total, el ciclo se compone de dos subidas y dos bajadas del pistón, razón por la que se le llama motor de cuatro tiempos. En un motor real de explosión varios cilindros actúan simultáneamente, de forma que la expansión de alguno de ellos realiza el trabajo de compresión de otros, en aviación menor la mayoría de los motores son de 4 tiempos.

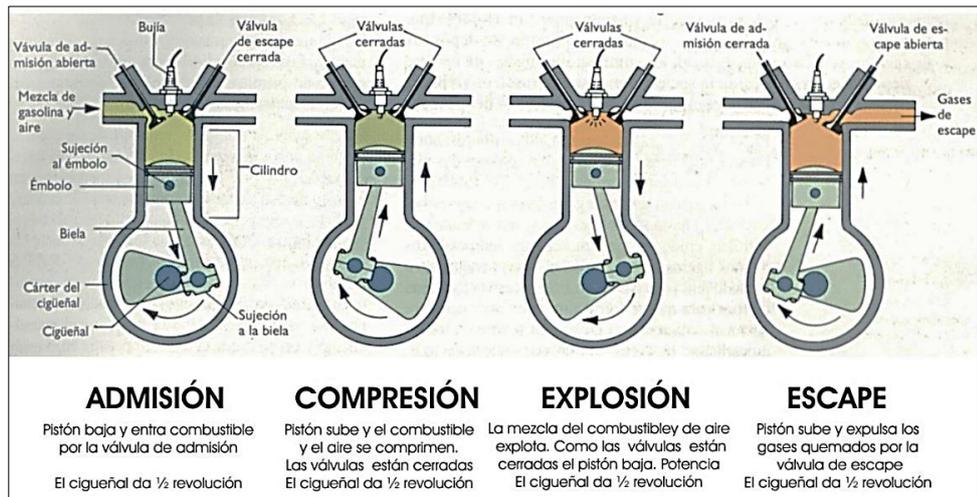


Figura 2 Fase de un motor de 4 tiempos

Fuente: (Landin, 2011)

Los motores se clasifican en:

- Motores de cilindros en línea
- Motores de cilindros horizontales opuestos
- Motores de cilindros radiales

2.5 Motor a reacción

Un motor de reacción, reactor o jet, es un tipo de motor que descarga un chorro de fluido a gran velocidad para generar un empuje de acuerdo a la segunda y tercera ley de Newton. Esta definición generalizada del motor a reacción incluye turborreactores, turbo fan, turbo hélices, turbo eje, cohetes y estator reactores. (Sainz Diez, 2004)

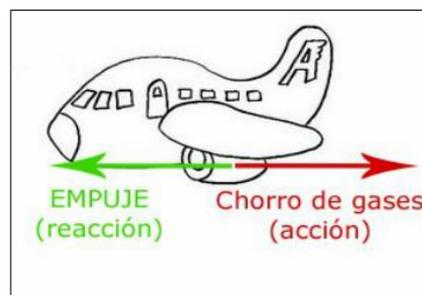


Figura 3 Componentes principales de un motor

Fuente: (LJN, 2009)

2.5.1 Componentes principales

Los componentes principales de un motor a reacción son similares en los diferentes tipos de motor, aunque no todos los tipos contienen todos los componentes.

- **Compresor**

El compresor está compuesto de varias etapas, está ubicado detrás de la toma de aire. Cada etapa consiste en álabes que rotan y estatores que permanecen estacionarios. El aire pasa a través del compresor, incrementando su presión y temperatura. La energía se deriva de la turbina que pasa por el rotor. Es decir, se encarga de comprimir el aire disminuyendo su velocidad y aumentando su presión estática antes de introducirlo en la cámara de combustión.

Tipos de compresores

Compresor Axial: están formados por varios discos llamados rotores y estatores que llevan acoplados una serie de álabes. Entre rotor y rotor se coloca un espaciador, el cual permite que se introduzca un estator entre ambos. Estos espaciadores pueden ser independientes o pertenecer al rotor. En el rotor se acelera la corriente fluida para que en el estator se vuelva a frenar, convirtiendo la energía cinética en presión.

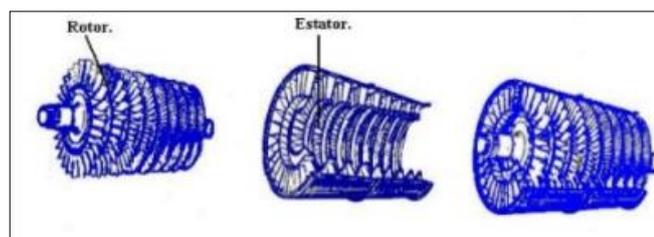


Figura 4 Compresor Axial

Fuente: (Cohen, 2012)

Compresor Centrifugo: es una turbomáquina que consiste en un rotor que gira dentro de una carcasa provista de aberturas para el ingreso y egreso del fluido. El rotor es el elemento que convierte la energía mecánica del eje en cantidad de movimiento y por tanto energía cinética del fluido.

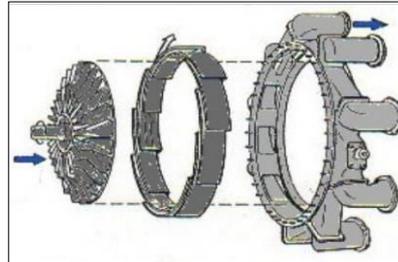


Figura 5 Compresor Centrifugo

Fuente: (Cohen, 2012)

Compresor Mixto: es una combinación de un axial y centrífugo.



Figura 6 Compresor Mixto

Fuente: (Cohen, 2012)

- **Cámara de combustión**

Es el lugar donde se produce la combustión mezcla de aire combustible.

Los tipos de cámara de combustión que existen son:

Tubular: Las cámaras de combustión tubulares tienen forma cilíndrica y están montadas de manera concéntrica en el interior de otro cilindro.

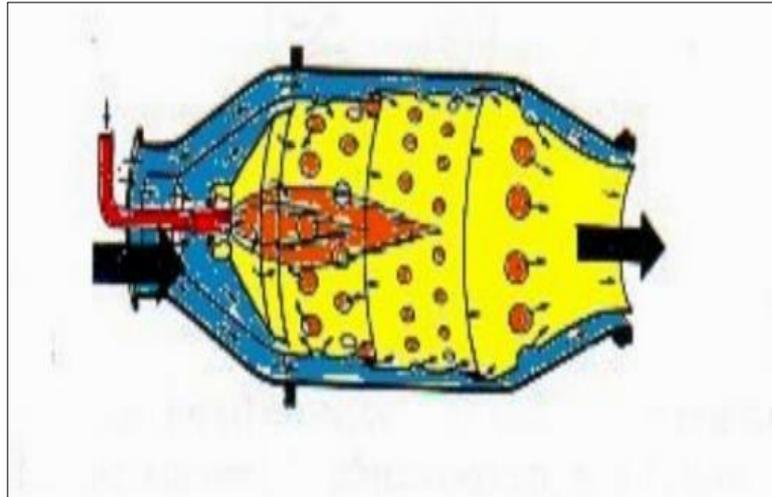


Figura 7 Cámara de combustión tubular

Fuente: (Cohen, 2012)

Anular: Estas cámaras de combustión suelen ser de flujo directo y son utilizadas principalmente en turbinas de aviación. El diámetro de estas cámaras de combustión es igual al del envolvente del compresor lo que hace que deba ser más aerodinámica. Estas cámaras de combustión requieren menos aire de refrigeración que las tuboanulares por lo que son indicadas para altas temperaturas de trabajo. Como inconveniente presentan el dificultoso mantenimiento y la dificultad de crear una distribución uniforme de temperatura (Francisco Soler Preciado, 2011).

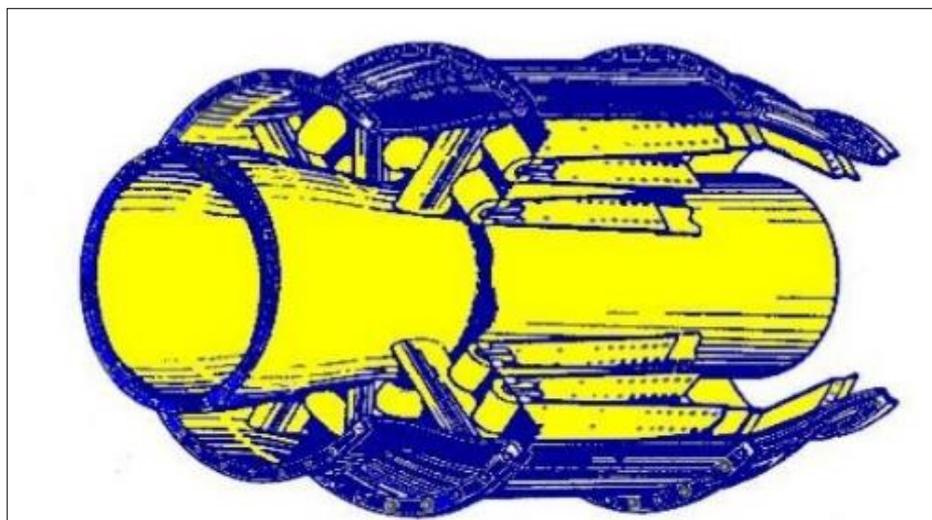


Figura 8 Cámara de combustión anular

Fuente: (Cohen, 2012)

Tubo anular: Las cámaras de combustión tuboanulares están formadas por grupos de cámaras tubulares que se montan en el interior de un cilindro. Este diseño trata de combinar las virtudes de los anteriores buscando la robustez de las tubulares combinada con la compacidad de las anulares.

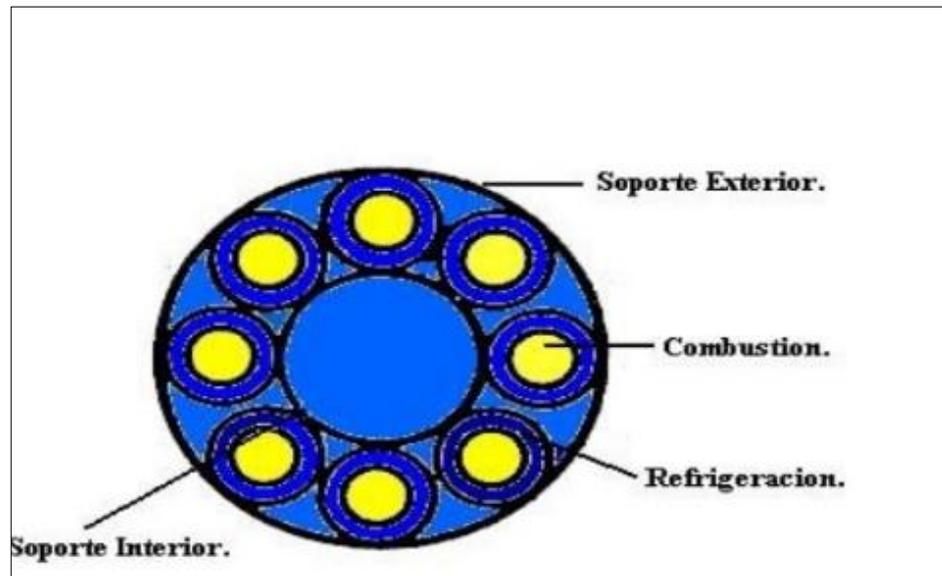


Figura 9 Cámara de combustión tubo-anular

Fuente: (Cohen, 2012)

- **Turbina**

Encargado de producir una expansión parcial del gas de combustión, también es considerado como un mecanismo giratorio que extrae energía de una corriente fluida, esta gira a la misma velocidad del compresor.

- **Tobera**

En la tobera los gases se expanden, adquiriendo velocidad. Después, salen a la atmósfera, el empuje es función de diferencia de velocidades entre la salida y la entrada del motor, es capaz de soportar altas temperaturas de gas y por tanto está fabricada a partir níquel y titanio.



Figura 10 Tobera de salida

Fuente: (LJN, 2009)

Hay dos tipos de toberas:

Tobera convergente: la velocidad del gas se incrementa proporcionando un mayor empuje.

Tobera convergente-divergente: cada vez que la relación de presión del motor es lo suficientemente alta para producir velocidades de gases de escape que podrían exceder 1 Mach en la tobera de escape del motor.

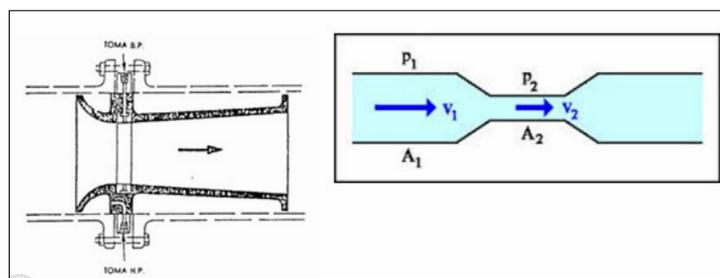


Figura 11 Tipos de toberas

Fuente: (Cohen, 2012)

2.6 Motores turbo hélice

El tipo de motor denominado turbohélice (en inglés: turboprop) tiene montada delante del reactor una hélice propulsada por una segunda turbina,

denominada turbina libre, o por etapas adicionales de la turbina que mueve el compresor tipo eje fijo (Douglas, 2004).

Alrededor de un 90 % de la energía de los gases expandidos se absorbe en la parte de la turbina que mueve la hélice y el 10 % restante se emplea para acelerar el chorro de gases de escape.

2.6.1 Componentes principales

Según Douglas (2004), el motor turbohélice típico puede descomponerse en conjuntos que son:

- El conjunto de la sección de potencia, que comprende los componentes principales usuales de los motores de turbina de gas (compresor, cámara de combustión, turbina, y la sección de escape).
- El conjunto medidor de torque, usado para indicar la potencia desarrollada por el motor turbohélice. El torque del motor o momento de torsión que es proporcional a los caballos de potencia y se transmite a través del reductor de la hélice.
- El conjunto de arrastre de accesorios.

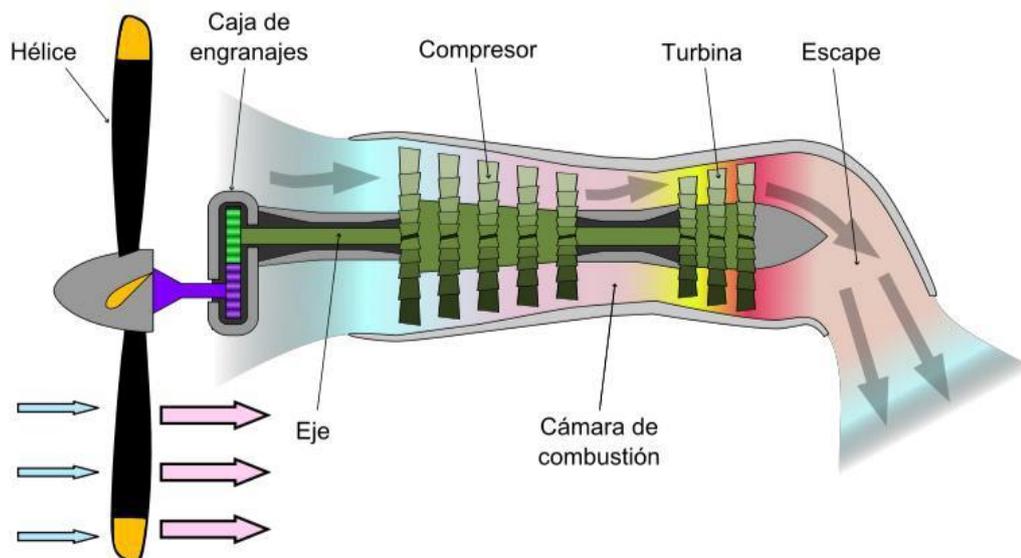


Figura 12 Componentes principales de un motor Turbohélice

Fuente: (Jorge G. d., 2014)

2.6.2 Motor turbo hélice PT6A

El PT6A es un motor ligero de turbina libre. El motor usa dos secciones de turbina independientes: la primera impulsa el compresor en la sección generadora de gases y la segunda impulsa el eje de la hélice por medio de una caja de reducción de engranajes. El motor es autosuficiente a partir de su generador de gases que impulsa el sistema de aceite el cual provee lubricación para todas las aéreas del motor, presión para el medidor de torque y poder para el control de paso de la hélice (Whitney, 1978).

El aire de entrada ingresa al motor a través de una cámara anular, formada por la cubierta de entrada del compresor, en donde este es dirigido hacia el compresor. El compresor consiste de tres etapas axiales combinadas con una sola etapa centrífuga, ensambladas como una sola unidad integral. Una serie de álabes estatores, localizados entre cada etapa de compresión, ordenan el aire, incrementan su presión estática y lo direccionan hacia la siguiente etapa de compresión. El aire comprimido pasa a través de unos tubos difusores los que giran la dirección del aire noventa grados y convierten su velocidad en presión estática. El aire ordenado entonces pasa a través de unos álabes rectos hacia la periferia de la cámara, la cámara de combustión y la carcasa del generador de gases.

La cámara de combustión consiste de una fundición anular la cual tiene perforaciones de varios tamaños que permiten la entrada del aire proveniente del compresor. El flujo de aire cambia de dirección en 180 grados conforme este ingresa y se mezcla con el combustible. La mezcla de aire/combustible es encendida y la resultante expansión de gases son dirigidos hacia las turbinas. La ubicación de la cámara elimina la necesidad de un eje largo entre el compresor y la turbina del compresor, esto a su vez reduce el largo total y el peso del motor.

El combustible es inyectado dentro de la cámara de combustión para el arranque. El combustible se abastece por medio de un múltiple dual que consiste en tubos de transferencia primarios y secundarios y adaptadores. La mezcla de aire/combustible es encendida por medio de dos bujías que sobresalen dentro de la cámara. Los gases resultantes se expanden desde de la cámara, invierten su dirección en la zona del ducto de salida y pasan a través de los álabes guías de entrada de la turbina del compresor hacia la turbina del compresor.

Los álabes guía aseguran que los gases en expansión impacten en los álabes de la turbina en el ángulo correcto, con la mínima pérdida de energía. Los gases aún en expansión son entonces dirigidos hacia adelante para impulsar a la turbina de potencia (Whitney, 1978). Las turbinas de potencia y del compresor están ubicadas aproximadamente en el centro del motor con sus respectivos ejes que se extienden en dirección opuesta.

Los gases de escape provenientes de la turbina de potencia son dirigidos a través de un escape anular hacia la atmosfera por medio de dos puertos de escape opuestos provistos en el ducto de escape. El abastecimiento de aceite para el motor está contenido en un tanque de aceite integral el cual forma la sección posterior de la carcasa de entrada del compresor. El tanque tiene una capacidad total de 2.3 galones. y está provisto de una varilla medidora de nivel.

El combustible que se abastece al motor desde una fuente externa es además presurizado por una bomba de combustible impulsada por el motor y su flujo hacia el múltiple de combustible está controlado por la unidad de control de combustible (FCU) y una unidad de control de flujo para arranque o un divisor de flujo y una válvula de botado de acuerdo a los requerimientos del modelo del motor. La turbina de potencia impulsa a la hélice por medio de una caja de engranajes de reducción planetaria de dos etapas ubicada en la parte frontal del motor. La caja de engranajes incorpora un dispositivo medidor

de torque integral el cual esta creado para proveer una indicación exacta de potencia del motor (Whitney, Maintenance Manual Turbo Prop Gas Turbine Engine Models 27/34 Manual Part Nro.3013242, 1978).

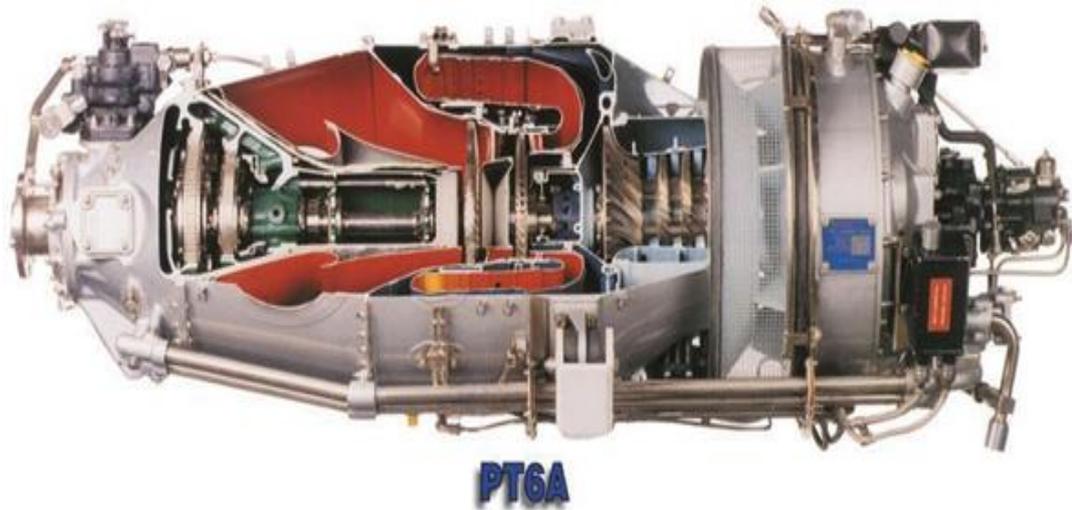


Figura 13 Motor seccionado PT6A

Fuente: (Whitney, PT6A Training Manual)

Tabla 1

Especificaciones del motor PT6A

CONDICIÓN DE OPERACIÓN	SHP	CONSUMO DE COMBUSTIBLE (lb/shp/)
Despegue	505	0.630
Continuo máximo	550	0.630
Ascenso máximo	550	0.630
Crucero máximo	550	0.630

Fuente: (Whitney, PT6A Training Manual)

CONTINUA

Tabla 2

Particularidades sobresalientes del motor PT6A

PARTICULARIDADES SOBRESALIENTES	
Tipo del motor	Turbina libre
Tipo de cámara de combustión	Anular
Relación de compresión	7.0: 1
Rotación del eje de la hélice (V/F)	Sentido horario
Configuración del eje de la hélice	Bridado
Relación de reducción del eje de la hélice	0.0664: 1
Diámetro del motor	19.0 in.
Largo del motor	62.0 in.
Consumo de aceite	0.2 lb/h.
Peso seco	328 lb.

Fuente: (Whitney, PT6A Training Manual)

Componentes principales del motor

El motor PT6A está dividido en 2 módulos principales: el generador de gases y la sección de potencia. El motor PT6 consta de los siguientes componentes generales.

- **La caja de accesorios**

Es impulsada por el compresor, esta se encuentra ubicada en la parte posterior del motor, su función es mover a los accesorios del motor y del avión tales como la bomba de combustible y la unidad de control de combustible, el arranque generador, las bombas de aceite de presión y recuperación, el generador tacómetro; además de dar soporte y alojamiento para el filtro de aceite, el medidor de nivel de aceite la bomba de presión de aceite y la válvula reguladora de presión.

- **El compresor**

Consta de 3 etapas axiales más 1 etapa centrífuga, este se encuentra alojado en la sección posterior de la carcasa del generador de gases y éste es impulsado por la turbina del compresor. El compresor provee el flujo de masa de aire necesario a la presión requerida para mantener la combustión y enfriar los componentes de la sección caliente, además de transmitir la energía rotacional desde la turbina del compresor para impulsar los accesorios montados en la caja de accesorios

- **La cámara de combustión**

Está contenida en la sección frontal de la carcasa del generador de gases, es de tipo anular, de flujo invertido (acorta el motor), provee un área para la combustión de la mezcla aire combustible. El aire proveniente del compresor es dirigido desde la sección difusora y éste se descarga dentro de la sección de combustión; el aire ingresa a través de perforaciones de varios diámetros, mezclándose con el combustible, esta mezcla es encendida. Los gases en expansión fluyen hacia atrás y dentro de la zona los ductos de salida en la cual el flujo de gases gira en 180° hacia la parte interior para fluir hacia adelante hasta los álabes guías de entrada a la turbina del compresor y a la turbina del compresor.

- **Turbinas**

El motor incorpora dos turbinas, una para la sección del compresor y otra para la sección de potencia. La turbina del compresor está adjunta a la parte frontal del eje del compresor; mientras que la turbina de potencia está adherida al conjunto del eje de la turbina de poder, el cual, a su vez, impulsa la caja de engranajes de reducción. La turbina del compresor es de una sola etapa (de rotación anti horaria), recupera la energía de los gases para impulsar al compresor. La turbina de potencia consta igualmente de una etapa de turbina (de rotación horaria), ésta es independiente de la turbina del compresor (turbina libre), extrae energía de los gases para mover a la hélice.

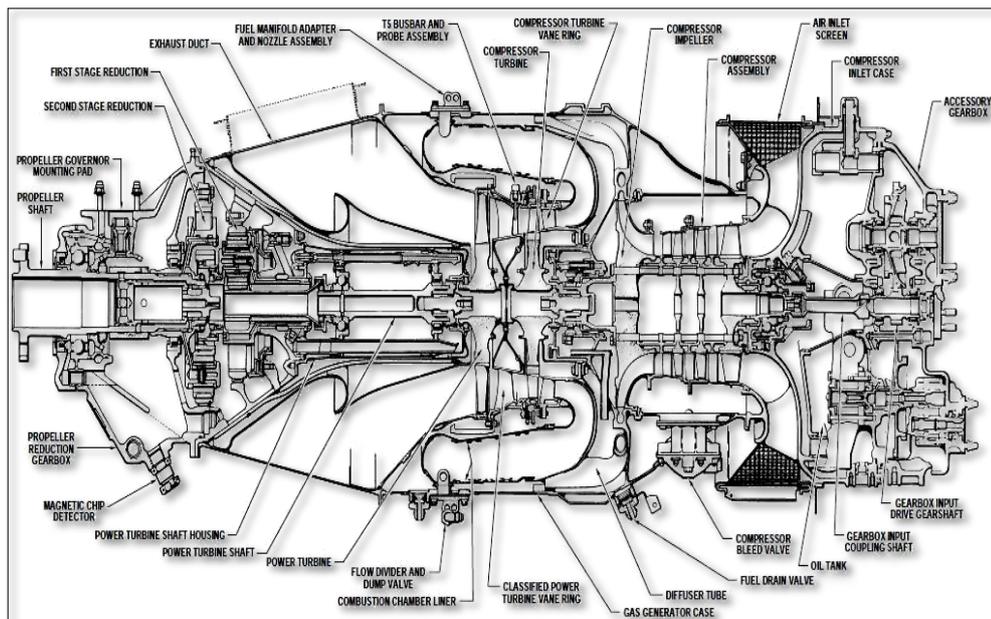


Figura 14 Componentes principales del motor PT6A

Fuente: (Whitney, PT6A Training Manual)

- **Caja de engranajes del motor PT6A**

La caja de reducción es una caja de dos etapas planetarias de engranajes de reducción, integra un sistema de aseguramiento de torque de tipo hidromecánico, reduce la velocidad de la turbina de potencia a una velocidad

adecuada para la operación de la hélice. Tiene una velocidad del eje de salida nominal de 2200 RPM en potencia de despegue. Los engranajes de reducción y el eje de la hélice, están ubicados en la parte frontal del motor, están alojados en dos cubiertas de aleación de magnesio, y está empernada a la brida delantera del ducto de escape. (Whitney, PT6A Training Manual)

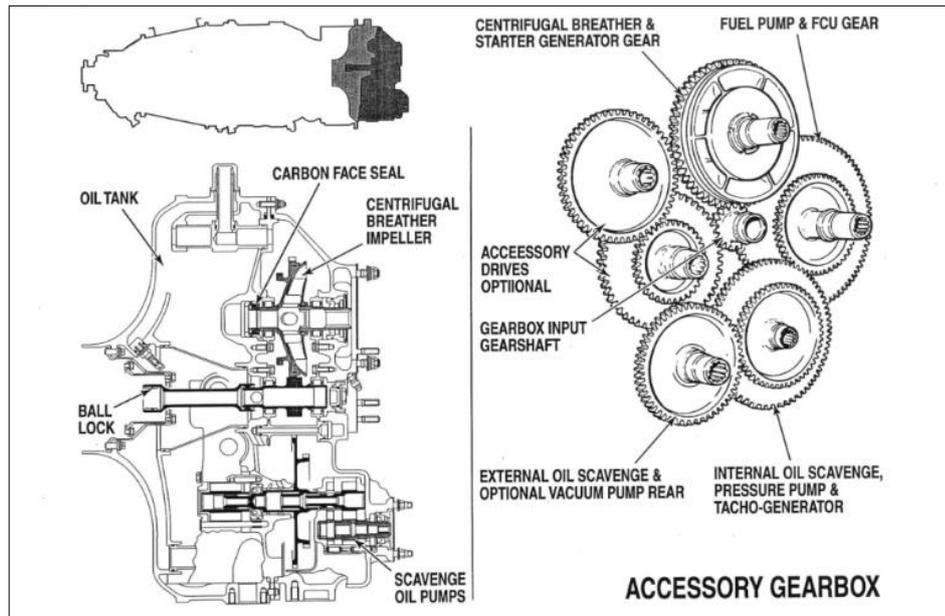


Figura 15 Caja de engranajes seccionada

Fuente: (Whitney, PT6A Training Manual)

2.6.3 Sistemas del motor PT6A

1. Sistema de aire

Tres sistemas de aire separados son suministrados para el motor, un sistema para el sellado del compartimento de los rodamientos, el segundo para refrigeración por aire, y el tercero para la válvula de purga del compresor y los servicios del fuselaje.

Sello de aire en rodamientos.

La presión del aire se utiliza para sellar el compartimiento N° 1, 2 y 3 de los rodamientos y para enfriar el compresor y los discos de potencia de la turbina y los alabes guía de la turbina del compresor. La presión del aire se utiliza en conjunción con sellos de laberinto que se componen de dos partes separadas. Una parte es en forma de una superficie plana de rotación, a veces con ventilación, la otra parte consiste en un sello estacionario circular con profundos surcos anulares. Estas piezas forman un sello de aire cuando se juntan. El juego de funcionamiento entre cada par de piezas giratorias y fijas se mantiene al mínimo. Aire de entre las etapas del compresor, es usado para proporcionar una presión diferencial a través del sello de laberinto situado en frente de los rodamientos.

- **Refrigeración.**

Los discos de turbina del compresor y de potencia son refrigerados por el aire de descarga del compresor de la zona de salida del difusor por la parte baja del conducto de salida. El aire de refrigeración que pasa sobre las caras delantera y trasera del compresor y los discos de potencia de la turbina se disipa en la corriente principal de los gases de escape en las raíces de los alabes. Adicionalmente el flujo de aire circundante al motor refrigera la sección caliente del motor, es decir la periferia de la cámara de combustión.

- **Válvula de purga del compresor.**

La válvula de purga del compresor, ubicada en la carcasa del generador de gas, abre automáticamente un puerto en la carcasa del generador de gases para obtener el aire de entre las etapas del compresor, y previene el stall del compresor. La válvula de purga se mantiene cerrada en altas velocidades del generador de gases.

El abastecimiento de aire para servicios del avión es un puerto ubicado en el lado izquierdo de la carcasa del generador de gases permite el abastecimiento hacia la aeronave accediendo el uso de la presión de descarga de aire del compresor para servicios de la aeronave (Aire Acondicionado).

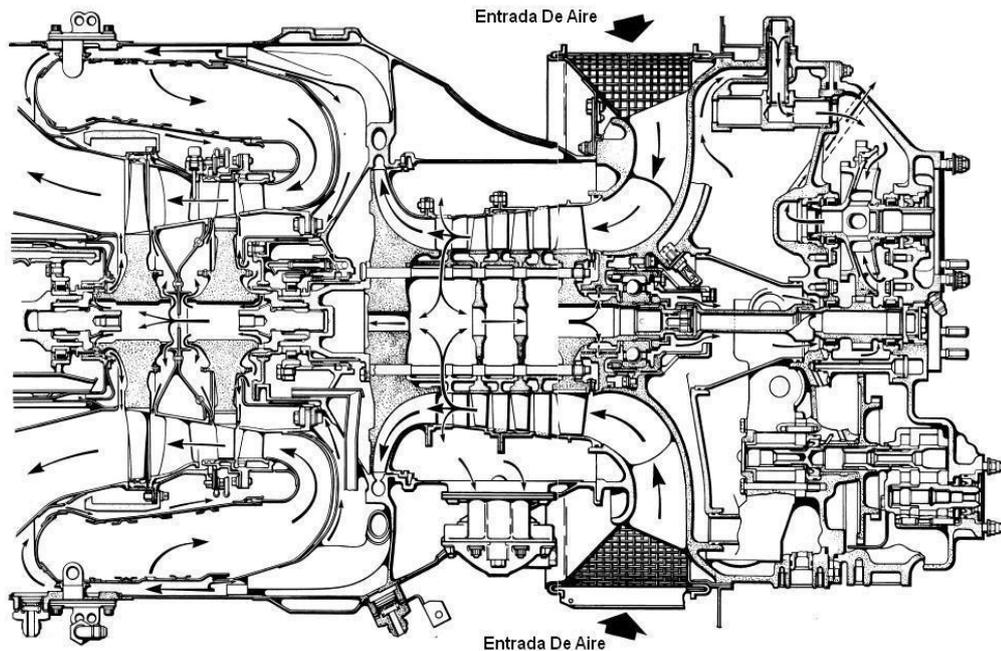


Figura 16 Flujo de aire del motor

Fuente: (Whitney, PT6A Training Manual)

2. Sistema de lubricación

El sistema de lubricación del motor integral contiene un tanque de aceite formada integralmente en la carcasa de la entrada del compresor que proporciona un suministro constante de aceite limpio a los cojinetes del motor, los engranajes de reducción, las unidades de accesorios, torquímetro y el gobernador de la hélice. El aceite lubrica y enfría los cojinetes y lleva las impurezas al filtro de aceite en el que se impide la circulación posterior.

La indicación de aceite se compone de una varilla medidora de cantidad de aceite, que forma parte integrante de la tapa de llenado del depósito de aceite. La caja de engranajes de accesorios proporciona el espacio para la

instalación del medidor de temperatura y suministra dispositivos de detección de presión. Un detector de chips se encuentra en la caja reductora para detectar fallas inminentes en los componentes. El sistema consta de un sistema de presión, sistema de recuperación, y un sistema de ventilación.

- **Sistema de presión de aceite.**

El aceite es conducido desde el reservorio de aceite a través de una bomba de engranajes, y es entregado al filtro de aceite y la válvula reguladora de presión. En la salida del filtro, el aceite a presión se separa en varios flujos. El rodamiento N° 1 y la entrada del eje impulsor de la caja de accesorios, son lubricados con aceite dirigido a través de pasajes y tubos de transferencia. El transmisor de presión de aceite y el bulbo de temperatura de aceite están montados en puertos ubicados en pasajes internos. Un tubo único ubicado en el fondo del lado derecho del motor, entrega aceite para lubricar los cojinetes N° 2, 3 y 4, la caja de engranajes de reducción, los accesorios frontales y después los sistemas de la hélice y de aseguramiento de torque.

- **Sistema de recuperación de aceite.**

El sistema de recuperación consiste de cuatro bombas de tipo engranajes en dos elementos dobles. Dos bombas están ubicadas dentro de la caja de accesorios mientras que las otras dos están montadas externamente en la parte posterior de la caja de accesorios. El aceite del rodamiento N° 1 es recuperado dentro de la caja de accesorios por gravedad.

El rodamiento N° 2 es recuperado a través de un tubo externo montado por debajo del motor. En alta potencia una válvula de alivio montada en la línea cercana a las bombas de recuperación permite que el aceite/aire de la cavidad del rodamiento dentro de la caja de accesorios, previniendo que la cavidad del rodamiento N° 2 se inunde. La caja de accesorio recibe aceite del sistema de recuperación de los rodamientos N° 1, 2, 3 y 4. Desde allí, el aceite

se rota hacia el calentador de combustible por medio de una bomba de recuperación.

3. Sistema de ventilación.

El aire de ventilación de los compartimentos de los rodamientos y de las cajas de accesorios y de reducción es ventilado hacia el ambiente a través de un respirador centrífugo instalado en la caja de accesorios. Los compartimentos de los rodamientos están conectados a la caja de accesorios por medio de pasajes y líneas de retorno de aceite.

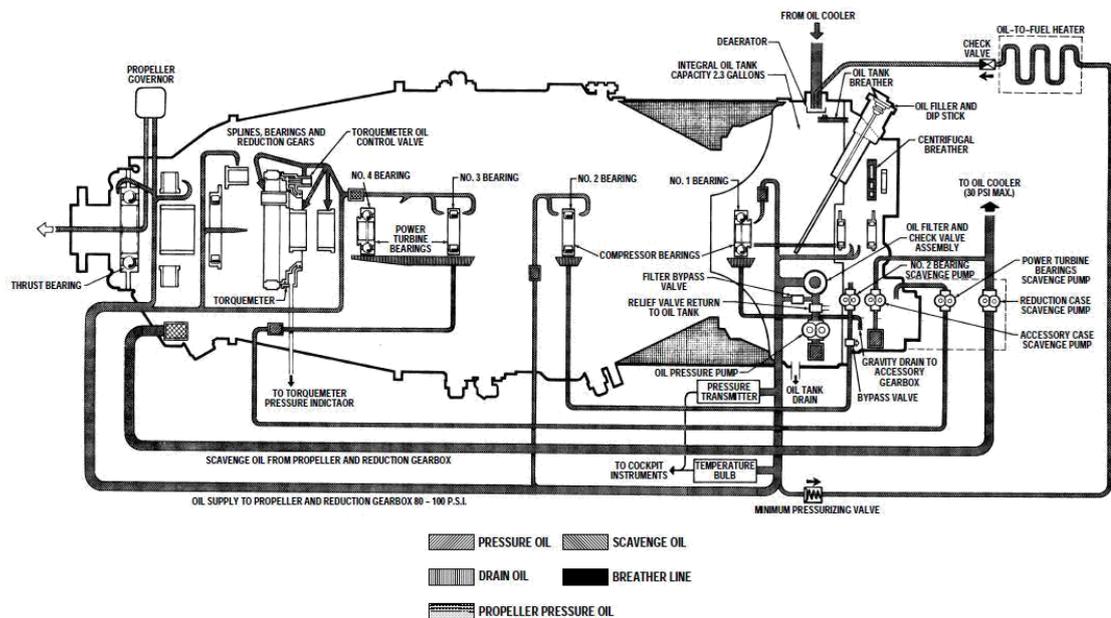


Figura 17 Diagrama esquemático del sistema de lubricación

Fuente: (Whitney, PT6A Training Manual)

4. Sistema de ignición

Existen dos tipos de sistemas de ignición disponibles para el motor PT6, dependiendo estos de la aplicación específica del modelo del motor relacionado con la aeronave. Cada sistema, es energizado desde el abastecimiento nominal del avión (28 Volt. D.C.), el cual provee al motor con

rápidas chispas a cualquier temperatura ambiente. Una aplicación usa el sistema de bujías (Fig. N° 18).

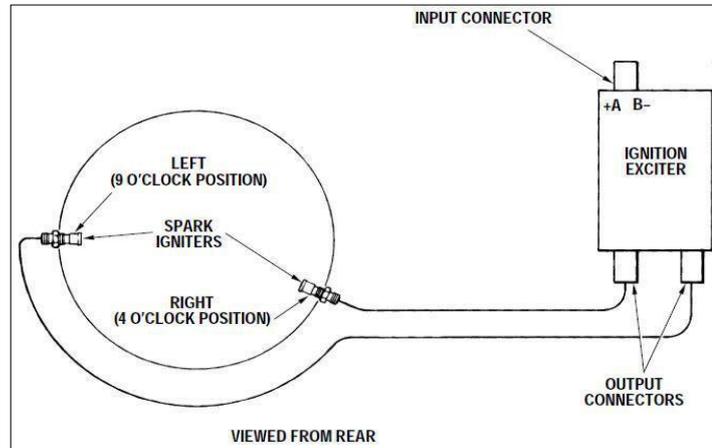


Figura 18 Sistema de ignición por bujías

Fuente: (Whitney, PT6A Training Manual)

La segunda aplicación usa el sistema de bujías de calentamiento o calentadores (Fig. N° 19). Este sistema consiste en dos bujías de calentamiento, dos cables recubiertos y un regulador de corriente de ignición el cual incorpora un circuito seleccionable de dos posiciones de resistencias.

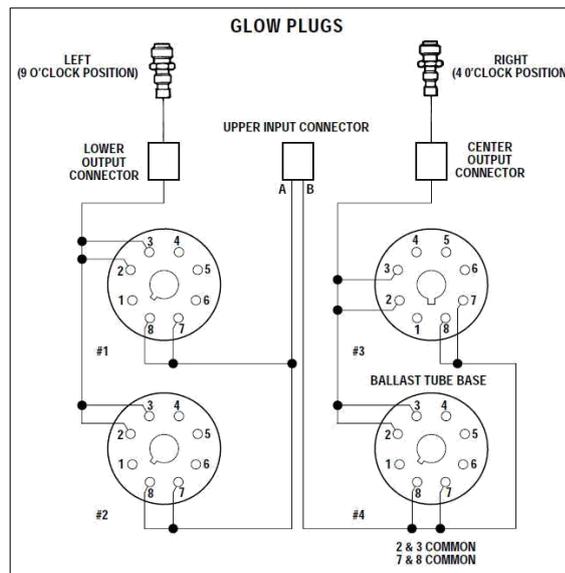


Figura 19 Sistema de ignición por calentadores

Fuente: (Whitney, PT6A Training Manual)

2.6.4 Sistema de torque

Proveer una representación de potencia (caballos de fuerza) al eje de la hélice generada por el motor, al indicar la torsión aplicada a la hélice. La torsión es una fuerza que se siente entre la turbina (potencia) impulsora y la hélice impulsada. El sistema es una unidad hidromecánica que consta de lo siguiente:

- Engranaje anular flotante de la primera etapa con estrías helicoidales
- Pistón y obturadores
- Cilindro
- Válvula de control de aceite accionada por resorte.

La torsión aplicada a la hélice induce un pequeño movimiento rotativo hacia atrás del engranaje anular de la primera etapa. Dicho movimiento se debe a las estrías helicoidales en el engranaje anular. El pistón y la válvula reguladora, son empujadas por el engranaje anular y siempre lo siguen. Al mover la válvula reguladora hacia atrás, hace que se habrá un orificio medidor de aceite y permite que más presión de aceite regulada en la cámara medidora de torsión ejerza una fuerza para igualar la fuerza de retroceso del engranaje anular. La presión estática del aire dentro de la caja de engranajes de reducción produce una fuerza en el pistón torsiómetro y podría generar una lectura errónea. Por este motivo, la misma presión estática se envía al lado opuesto del transductor y se resta de la lectura de torsión.

Tabla 3

Torsión máxima de los motores PT6A

Modelo de motor	Torsión máxima
PT6A-21	1315 Lb-Ft (42.5 psi)
PT6A-27/28	1628 Lb-Ft (53.3 psi)

CONTINUA 

PT6A-34	1970 Lb-Ft (64.5 psi)
---------	-----------------------

PT6A-114 1980 Lb-Ft (56.2 psi)

Fuente: (Whitney, PT6A Training Manual)

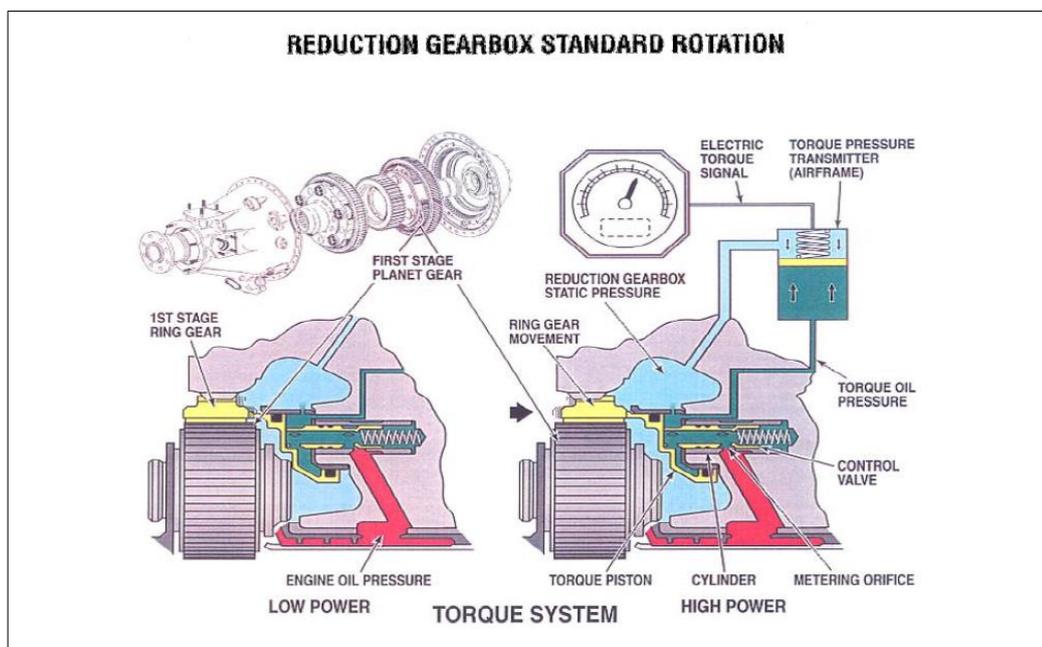


Figura 20 Sistema de torsión del motor

Fuente: (Whitney, PT6A Training Manual)

El Torquímetro

El Torquímetro es un sistema hidromecánico para medir la potencia generada por el motor; está situado dentro de la carcasa trasera de la caja de reducción. El mecanismo consiste de un cilindro, un pistón, sellos, válvula y muelle. La presión ejercida sobre el ring gear de la primera etapa esta contrarrestada por estrías helicoidales las cuales imparten un movimiento axial al ring gear y, por consiguiente, al pistón del torquímetro que lo empuja. Este a su vez, mueve la válvula contra el muelle abriendo un orificio que permite la entrada de aceite a presión dentro de la cámara del torquímetro. La diferencia entre la presión en el Torquímetro y la presión dentro de la caja reductora indica de forma inequívoca el torque producido por el motor. Estas

dos presiones se llevan al exterior a través de conductos internos y de ellos se saca la indicación del torque.

Sistema de indicación del motor

Según (Molina, 2010), encontró lo siguiente:

Proveer al piloto las indicaciones o parámetros del motor tanto en vuelo y en mantenimiento necesarias al piloto de alguna falla que suceda en el entorno entre los indicadores están:

- Indicación de torque
- Indicador de presión de aceite
- Indicador de cantidad de combustible
- Indicador de RPM de NG
- Indicador de RPM de NP
- Indicador de temperatura EGT
- Indicador de temperatura de aceite

2.6.5 El torque

El torque puede entenderse como el momento de fuerza o momento dinámico. Se trata de una magnitud vectorial que se obtiene a partir del punto de aplicación de la fuerza. En este sentido, el torque hace que se produzca un giro sobre el cuerpo que lo recibe. La magnitud resulta propia de aquellos elementos donde se aplica torsión o flexión, como una viga o el eje de una máquina. El momento de fuerza puede expresarse a través de la unidad newton metro.

El torque y la potencia del motor

Tanto el torque como la potencia son indicadores que permiten saber cómo funciona el motor, la fuerza que puede realizar y la rapidez con la que puede realizar un determinado movimiento. Para que se produce el torque se necesita un eje que gire y le proporcione al motor la energía para realizar la

fuerza; dicho movimiento de rotación recibe el nombre de torque. (Molina, 2010)

2.6.6 Transmisores de presión de torque

Es una unidad sellada de fábrica, la más baja y cuyo está provisto de dos roscas externas e internas para la conexión de presión. Puede ser instalado directamente en un soporte de presión en el motor por medio de la rosca exterior. También puede ser montado sobre un soporte por medio de estos hilos, se realiza la conexión de presión a las roscas internas por medio de accesorios y tubos. Un acceso de presión en la parte superior del transmisor permite la conexión de una línea de presión de ventilación. Un tapón extraíble existe en la parte superior del transmisor da acceso para el ajuste de la calibración.

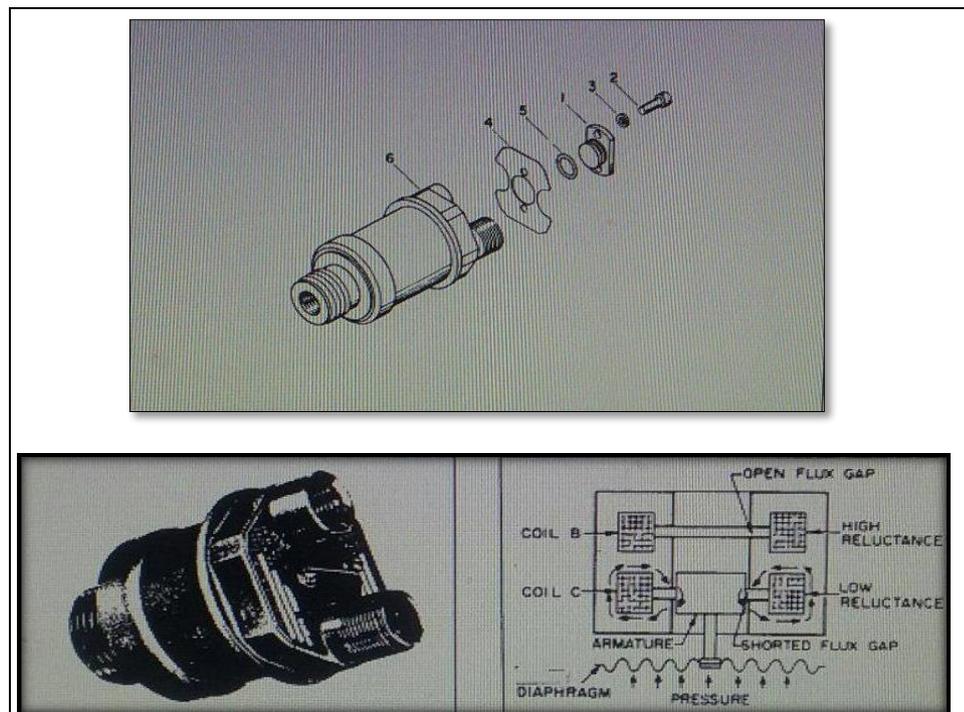


Figura 21 Transmisor de presión de torque

Fuente: (González, 2015)

La función del transmisor es proporcionar al indicador de un potencial eléctrico que varía en función de la presión aplicada. En el transmisor un diafragma

mueve una armadura magnética dentro de dos bobinas fijas cada vez que hay un cambio en la presión aplicada. (Ref. Fig. 19) Estas bobinas están Conectadas en serie con 26 voltios 400 Hertz fuente de energía y actúa como una variable división de tensión reluctancia. La posición de la armadura determina la boca abierta de flujo efectiva en el alojamiento magnético de las bobinas.

2.7 La presión

La presión puede definirse como una fuerza por unidad de área o superficie. Se le llama Presión, a la reacción inmediata que ejerce un cuerpo sobre otro en relación de peso o fuerza. La presión técnicamente se refiere a dos tipos fundamentales, opresión y compresión, la opresión es comúnmente asociada a la falta de libertad de un sujeto para movilizarse con plena independencia, y la compresión se refiere al esfuerzo o impedimento que realiza un cuerpo sobre otro impidiendo su salida de algún sitio. (Venemedia, 2011)

2.7.1 Presión absoluta

Es la presión de un fluido medido con referencia al vacío perfecto o cero absolutos. La presión absoluta es cero únicamente cuando no existe choque entre las moléculas lo que indica que la proporción de moléculas en estado gaseoso o la velocidad molecular es muy pequeña.

2.7.2 Presión atmosférica

El hecho de estar rodeados por una masa gaseosa (aire), y al tener este aire un peso actuando sobre la tierra, quiere decir que se está sometido a una presión (atmosférica), la presión ejercida por la atmósfera de la tierra, tal como se mide normalmente por medio del barómetro (presión barométrica).

2.7.3 Presión manométrica

Son normalmente las presiones superiores a la atmosférica, que se mide por medio de un elemento que se define la diferencia entre la presión que es desconocida y la presión atmosférica que existe, si el valor absoluto de la presión es constante y la presión atmosférica aumenta, la presión manométrica disminuye; esta diferencia generalmente es pequeña mientras que en las mediciones de presiones superiores, dicha diferencia es insignificante, es evidente que el valor absoluto de la presión puede abstenerse adicionando el valor real de la presión atmosférica a la lectura del manómetro.

2.8 Equipos y herramientas utilizados en el proyecto

2.8.1 Comprobador

Un comprobador es un equipo que permite realizar evaluaciones técnicas, mantenimiento, pruebas y chequeo de equipos o de algún sistema en general (ver en Anexo F). Para el efecto de este proyecto el comprobador corresponde al equipo que se utilizó para determinar el estado en el que se encuentran los atomizadores de combustible, el cual permite que el operario determine de acuerdo a parámetros preestablecidos la efectividad en la atomización del combustible dentro de la cámara de combustión, permitiendo juzgar si estos se encuentran dentro de límites de operación seguros y eficientes.

Existen varios tipos de comprobadores de inyectores, los cuales son construidos de acuerdo a los requerimientos del inyector en el cual se va a utilizar; equipos sencillos que solamente verifican el haz de atomización, comprobadores que comparan el caudal entre inyectores, modelos que permiten analizar la atomización de inyectores controlados eléctricamente, sin embargo, todos cumplen la misma función y requieren de un operador que emita su criterio técnico acerca del estado del inyector.

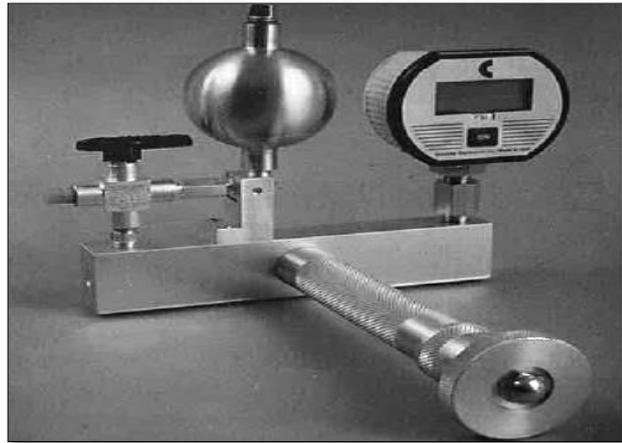


Figura 22 Equipo de comprobación

Fuente: (Barfield, 2014)

2.8.2 Herramientas manuales

Se denomina herramienta manual o de mano al utensilio, generalmente metálico de acero, madera, fibra, plástico o goma, que se utiliza para ejecutar de manera más apropiada, sencilla y con el uso de menor energía, tareas constructivas o de reparación, que sólo con un alto grado de dificultad y esfuerzo se podría hacer sin ellos.

- **Herramientas de corte**

Sirven para trabajar los materiales que no sean más duros que un acero normal sin templar. Como herramientas manuales de corte están las siguientes: Sierra de mano, lima, broca, macho de roscar, escariador, terraja de roscar, tijeras, cortafrío, buril, cincel, cizalla, tenaza.

- **Herramientas de sujeción**

Se utilizan para sujetar o inmovilizar piezas. En este grupo se pueden considerar las siguientes: Alicata, tornillo de banco.

- **Herramientas para la fijación**

Se utilizan para el ensamblaje de unas piezas con otras: Pertenecen a este grupo, los diferentes tipos de llaves que existen:

Llave, destornillador, remachadora.

- **Herramientas auxiliares de usos varios**

Martillo, extractor mecánico, números y letras para grabar, punzón cilíndrico, polipasto, gramil, punta de trazar, compás.



Figura 23 Herramientas manuales

2.8.3 Herramientas eléctricas

- **Soldadura:**

Es un proceso de fijación en donde se realiza la unión de dos o más piezas de igual o distintos materiales, por medio de una fusión de estos materiales al calentarse. Esta unión puede realizarse con o sin la aportación de otro material, al que se le llama suelda.

Tipos de soldadura:

- Soldadura autógena (oxiacetilénica)
- Soldadura eléctrica
- Soldadura de plomo

- Por puntos, etc.

- **Soldadura por arco eléctrico:**

El procedimiento de soldadura por arco consiste en provocar la fusión de los bordes que se desea soldar mediante el calor intenso desarrollado por un arco eléctrico. Los bordes en fusión de las piezas y el material fundido que se separa del electrodo se mezclan íntimamente, formando, al enfriarse, una pieza única, resistente y homogénea.

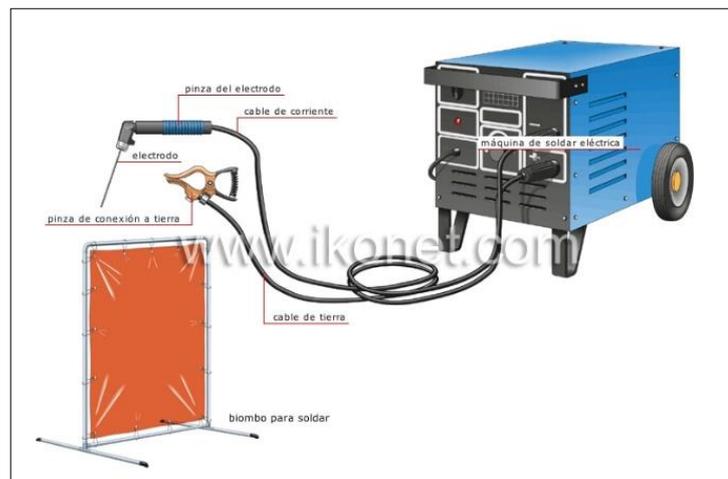


Figura 24 Suelda eléctrica y sus partes

Fuente: (International, 2016)

Los electrodos: cumplen dos funciones en la soldadura: por una parte, realizan la función de conductor de la electricidad y, por otra proporcionan al metal de aportación.



Figura 25 Electrodos para suelda eléctrica

Fuente: (Lopez, 2005)

- **Taladro**

El Taladro es una herramienta giratoria a la que se le acopla un elemento al que hace girar y realiza el trabajo.

Tipos de Taladros:

- **Manuales:** la rotación se hace de forma manual se suele llamar Berbiquís o taladro manual de pecho.
- **Eléctricos:** La rotación del taladro se hace por medio de un motor eléctrico. En este caso pueden ser portátiles si llevan batería y no necesitan cables, o por cable si necesita que se enchufe a la corriente eléctrica.
- **Neumático o hidráulico:** La rotación se produce por aire comprimido o por agua.

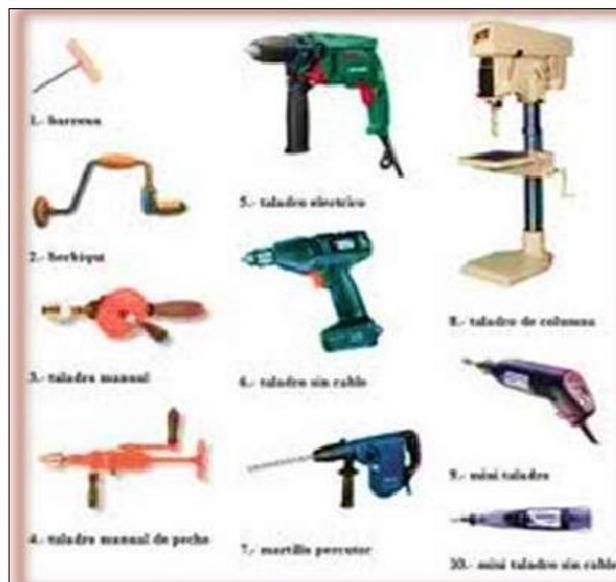


Figura 26 Tipos de taladros

Fuente: (Avila, 2012)

2.8.4 Tipos de metales

Hierro: La palabra hierro del latín “ferrum” es un metal. Es el metal más abundante en el planeta, y a partir del siglo XII a. C se constituye en sustitutivo

del bronce en la fabricación de armamentos, dando comienzo a la edad del Hierro.



Figura 27 Ángulos de hierro

Latón: Aleación de cobre y cinc de color amarillo, dúctil y maleable, que al pulirla brilla con facilidad; se emplea en la fabricación de recipientes y estructuras metálicas.

Aluminio: es un metal plateado, muy ligero, buen conductor y resistente a la oxidación, se usa en la construcción de aviones, vagones ferroviarios, automóviles, cascos de barcos, en arquitectura, envolturas flexibles, etc.

Acero: Aleación de hierro con pequeñas cantidades de carbono y que adquiere con el temple gran dureza y elasticidad.

2.8.5 Materiales auxiliares

Madera: Sustancia dura y fibrosa que forma el tronco y las ramas de los árboles.

Teflón: Material plástico que es muy resistente al calor y a la corrosión que se emplea para fabricar revestimientos.



Figura 28 Teflón

Cañerías:

Es un conducto por donde se distribuye un fluido, existen dos tipos de cañerías: rígidas y flexibles.

Las cañerías rígidas es la unión de varios tubos metálicos que se acoplan mediante procedimientos de empalme, mientras que las flexibles son elementos tubulares flexibles fabricados de goma natural o con productos elásticos sintéticos, se utiliza en conexiones hidráulicas.



Figura 29 Cañería flexible

Reservorios:

Los reservorios son unidades destinados al almacenamiento de fluido para mantener el normal abastecimiento en períodos de mayor consumo o por un determinado lapso, en eventuales interrupciones del Sistema.



Figura 30 Reservorio

Fuente: Investigación de campo

Manómetros:

Es un instrumento de medición para la presión de fluidos contenidos en recipientes cerrados. Se distinguen dos tipos de manómetros, según se empleen para medir la presión de líquidos o de gases. Los manómetros se clasifican en dos tipos; manómetros digitales y manómetros análogos.



Figura 31 Manómetro digital

Fuente: Investigación de campo

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Preliminares

El Ala de Transportes Nro. 11 y su Grupo Logístico Nro. 112 no cuenta con un banco que contenga un equipo de comprobación y calibración para los transmisores de presión de torque de los motores PT6A-27/34 de los aviones Twin Otter, por ello es necesaria la implementación de este equipo de comprobación y calibración para facilitar los trabajos de mantenimiento en línea y base en los accesorios e indicadores de los motores PT6A-27/34. Equipo el cual estará a disposición del personal de la especialidad de mecánica aeronáutica motores de aviación de la escuadrilla Twin Otter para trabajos de mantenimiento e instrucción al personal recién asignado al escuadrilla y alumnos de la Unidad de Gestión de Tecnologías -ESPE que llegan a realizar sus prácticas de especialización para adquirir conocimientos en procedimientos de operación de equipos de comprobación y calibración.

3.2 Implementación del banco de comprobación y calibración del transmisor de presión de torque

Se investigó en el manual de mantenimiento de motores de Pratt & Whitney Canadá varios procedimientos para realizar la comprobación y calibración de transmisores de presión de torque de los motores PT6A-27/34, entre uno de los cuales manifiesta el uso del equipo BARFIELD con su manual de uso e instrucción del comprobador para dicho trabajo de mantenimiento.

El comprobador de la presión Barfield está equipado con un manómetro adecuado, satisface la necesidad de pruebas de campo de los sistemas de presión en aeronaves con motores alternativos y turbina. Este probador proporciona la presión para la calibración y comprobación de todo tipo de transmisores de presión, e indicadores de tipo de presión y para las pruebas

de la existencia de fugas en el rango de 0-600 PSI. En el comprobador se realiza pruebas de hasta 1200 psi.

3.2.1 Descripción del equipo

El probador de la presión Barfield consiste en un cilindro equipado con un pistón de accionamiento manual para la obtención de la presión de salida deseada. Un depósito de fluido, situado en la parte superior del cilindro, está conectado a través de una válvula de control en el interior del cilindro. Un orificio de salida hembra de 1/8 de pulgada se proporciona en la válvula de control para la fijación a la unidad o el sistema a ensayar. El probador es portátil, robusto y preciso con una capacidad de amplio rango. Es fácil de operar, autónomo. Sus dimensiones y peso se enumeran en la siguiente tabla.

Tabla 4
Especificaciones Generales

Temperatura de funcionamiento	0 to 60°C (32 a 140°F)
Temperatura de almacenamiento	-20 to 60°C (-4 a 140 °F)
Humedad	N/A
Presión de seguridad	Buena
Aprobado	Por directiva de seguridad
Tamaño	9.8in(24.9cm),7.8in(19,8cm) 7.5in (19.1cm)
Peso	3.0lbs (1.36kg)
Conexión de presión	1/8 NPT hembra
Conexión del manómetro	¼ NPT hembra
Capacidad del fluido del deposito	134 cm ³ (8,18 IN ³)

Fuente: (Barfield, 2014)

Un medidor de presión principal está conectado en el adaptador como se muestra en la figura 32 correspondiente en el lado derecho del cuerpo del

colector. Se recomiendan tres tipos de medidores y disponibles en función de las necesidades del usuario: estándar, prueba de inspector y digital.

Este comprobador permite el uso de cualquier combustible, aceite o fluido hidráulico, cualquier aceite mineral o vegetal puede ser usado. Los principales fluidos no compatibles que no pueden utilizarse en el comprobador son: alcoholes, aldehídos, aminas, éteres y cetonas.

PRECAUCIÓN: Al cambiar de un tipo de fluido a otro, el desmontaje completo y la limpieza es necesaria para prevenir la contaminación del sistema que se comprueba, siguiendo el procedimiento adecuado (ver en el anexo F), El comprobador está construido por componentes metálicos como el latón, aluminio y acero resistente a la corrosión.



Figura 32 Equipo comprobador de presión

3.3 Construcción del banco de comprobación y calibración del transmisor de presión de torque

Para la construcción del soporte del banco se utilizó un ángulo de hierro de 1/4", el cual fue cortado en dos pedazos de 90 cm, dos de 1,10 m, cinco de 60 cm, y cuatro de 40 cm, posteriormente se realizó la unión de estos metales con soldadura eléctrica de punto, después se procedió a pintar el soporte de color negro, luego se instaló la madera como base en el soporte, la cual sirve como base para instalar los demás componentes del banco para su funcionamiento.



Figura 33 Proceso de soldado



Figura 34 Armado del soporte



Figura 35 Soporte del banco armado

Una vez terminado de instalar la madera en el soporte del banco, se continua con la perforacion de la base, para colocar el instrumento indicador de presión de torque, de modo que se mantenga fijo en la base del banco.



Figura 36 Perforación de la base del banco



Figura 37 Instalación del indicador de torque

Se instaló una base como soporte para el transmisor de presión de torque con tornillos para mantener inmóvil el transmisor de presión como se muestra en la figura 38, y otra para el equipo de comprobación, de manera que facilite las pruebas de comprobación y calibración en el banco. Se procede a pintar el banco de color amarillo y plomo.

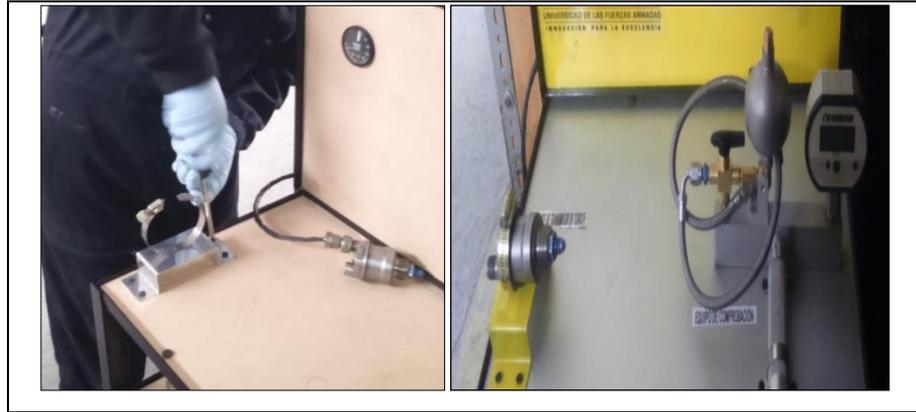


Figura 38 Instalación de los soportes para instrumentos

Se procede a la instalación del sistema eléctrico en el banco utilizando un arnés de cableado facilitado por el personal técnico de la especialidad electricidad e instrumentos de la Escuadrilla Twin Otter, de acuerdo al manual de mantenimiento y diagrama eléctrico de los aviones Twin Otter (ver en el Anexo D del diagrama eléctrico) para tener la simulación del funcionamiento del motor y poder realizar la comprobación y calibración del transmisor de presión de torque. Todo el trabajo de instalación se realizó con todas las normas de seguridad establecidas en mantenimiento y utilizando las herramientas adecuadas para su instalación.



Figura 39 Instalación del cableado eléctrico



Figura 40 Transmisor de torque e indicador de torque

Se procede a instalar el inversor para mantenerlo inmóvil es necesario sujetarlo, para evitar inconvenientes a futuro, inserto los cuatro tornillos en la base de la parte de abajo del soporte del banco y realizo las conexiones eléctricas correspondientes, estas son la conexión del indicador de torque con el transmisor de presión, también las conexiones respectivas del inversor hacia la fuente externa y para el indicador de presión de torque, para este tipo de conexión se utilizó 3 plug, cableado eléctrico, pines de conexión, como se puede visualizar en la figura 41.

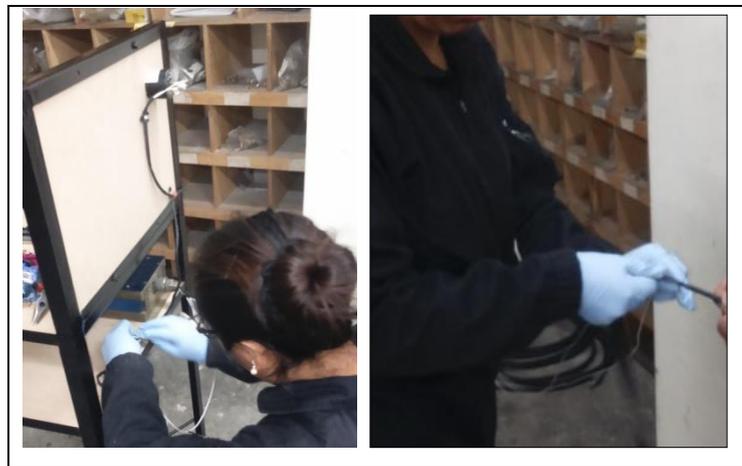


Figura 41 Instalación del inversor y cableado eléctrico

Una vez instalado el inversor, el transmisor y el indicador de presión de torque se procede a revisar la parte eléctrica y ver que las conexiones estén correctamente realizadas para el funcionamiento. Se adapta el cableado con unos conectores correspondientes para el inversor, transmisor de presión y el indicador de presión. Energizar la fuente externa para verificar que el cableado

este funcionando correctamente, esto se puede verificar al encender el manómetro y revisar que el indicador de presión funciona.



Figura 42 Comprobación del sistema eléctrico

3.4 Descripción de procedimientos

3.4.1 Llenado de fluido en el comprobador de presión

Al añadir o drenar fluidos, utilizar la protección adecuada para los ojos y la piel, así como un área de trabajo que va a evitar la contaminación de la superficie de trabajo. El probador de presión es suministrado vacío al usuario para mayor comodidad del operario, que puede llenar con el líquido apropiado para el uso deseado.

Para este primer llenado, o después de la prueba se ha vaciado, por lo que su fluido de trabajo se puede cambiar, aplicando el procedimiento siguiente:

Se asegura de que esta tarea se lleva a cabo correctamente, es decir, sin dejar burbujas de aire atrapadas dentro de este equipo, se debe realizar los siguientes procedimientos para el comprobador.

1. Verificar que el medidor maestro conectado al adaptador (# 14) tenga suficiente alcance para realizar la prueba de realización. Compruebe que está firmemente instalada en el probador.

PRECAUCIÓN: Use cinta de teflón si es necesario para evitar fugas.

2. Verificar que el fluido que se ha utilizado en el probador es compatible con la unidad y el sistema para ser probado.
3. Instalar un accesorio (# 18, no suministrado) en la salida de la válvula selectora (# 9), que es un NPT 1/8. Este ajuste tiene que coincidir con la manguera o el tubo que conecta el probador de la presión con la unidad o el sistema a ensayar.
4. Con la válvula selectora (# 9) flecha apuntando hacia el depósito (# 3), girar el tornillo de la manija (#1) totalmente en sentido horario (CW).
5. Retire el plug de ventilación (# 16) desde el depósito (# 3). Llene completamente el depósito con el fluido apropiado.
NOTA: Una vez lleno, el probador debe mantenerse en una posición aproximadamente a nivel con el depósito (#3) hacia arriba. Si no, el líquido se derramara a través de la ventilación Plug (# 16).
6. Girar el tornillo de la manija (# 1) totalmente hacia la izquierda (CCW) y agregar el líquido al depósito hasta dentro de 1/8 pulgada de lleno.
7. Girar el selector de la válvula 90 ° o a medio camino entre la posición de depósito y la posición de salida.
8. Gradualmente gire el tornillo de la manija (# 1) CW mientras observa el medidor maestro hasta que el indicador llegue a escala completa.
9. Espere unos segundos para que la presión se estabilice; a continuación, observar el indicador maestro por un minuto en caso de encontrar fugas.
NOTA: En función de la viscosidad del fluido en el probador, se puede producir una ligera fuga. Si la fuga no es más del 5% de la escala completa en un minuto, la precisión de las lecturas de las pruebas posteriores no se verá afectada. Sin embargo, la tasa de fuga debe ser considerada si pruebas posteriores implican la detección de fugas.
10. Girar el mango del tornillo (# 1) CCW hasta que el manómetro maestro llegue a cero.
PRECAUCIÓN: No permita que el medidor maestro este bajo de cero.
11. Gire la válvula selectora (# 9) flecha hacia el embalse (# 3) y continuar girando el tornillo de la manija (# 1) totalmente a la izquierda.
12. Girar la válvula selectora (# 9) flecha hacia el accesorio de salida (# 18) y gire lentamente el tornillo de la manija (# 1) hasta que aparezca líquido en

dicho puerto.

13. El probador está listo para su uso.

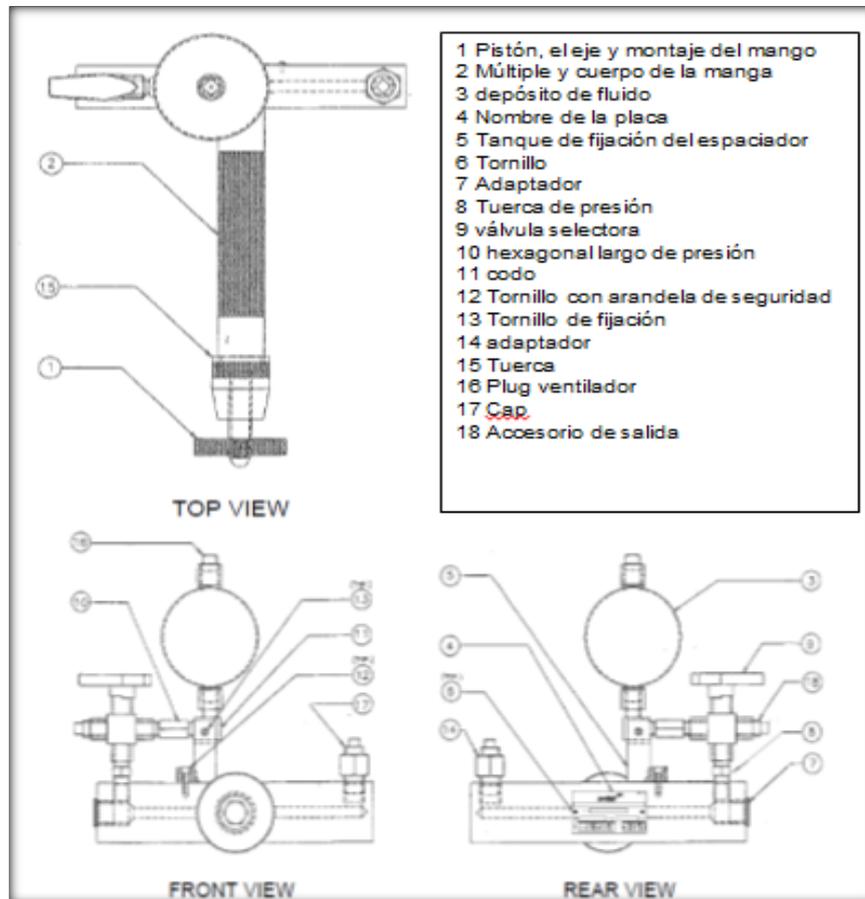


Figura 43 Identificación de partes del probador de presión

Fuente: (Barfield, 2014)



Figura 44 Llenado de fluido en el comprobador

3.5 Equipos y materiales a utilizar

Para llevar a cabo la implementación del banco de comprobación y calibración del transmisor de presión de torque se utilizó los manuales: (Barfield, 2014) que se encuentra en el anexo F, el manual de mantenimiento de los aviones Twin Otter (anexo E) y el Wiring Diagram (anexo D) en los que se encuentra toda la información necesaria referente a la estructura y funcionamiento del banco.

Tabla 5
Lista de Herramientas

Nº	Herramienta	Codificación
01	Llaves Mixtas 1/4, 5/16, 3/8, 7/16, 1/2, 9/16 y 5/8.	HM1
02	Destornillador Plano y Estrella.	HM2
03	Entorchador	HM3
04	Calibrador (Herramienta especial para calibrar)	HM4
05	Pinza de Puntas	HM5
06	Diagonal	HM6
07	Electrodos	HE1
08	Hexagonales	HM7
09	Brocas	HE2
10	Lima	HM9
11	Playo	HM10
12	Taladro	HE3
13	Soldadora	HE4
14	Tornillos	HM11
15	Abrazaderas	HM12

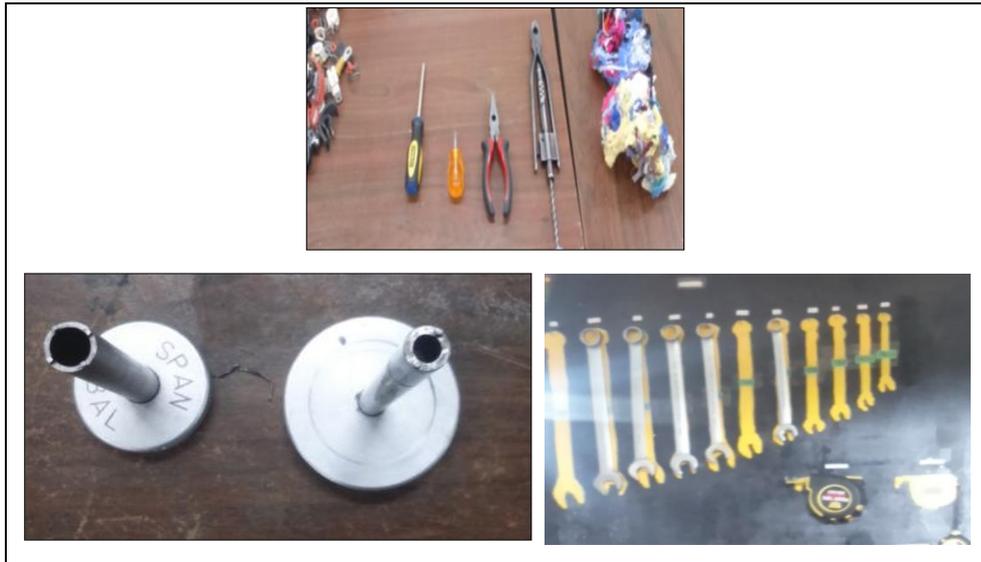


Figura 45 Herramientas para la implementación

Adicional de las herramientas también se necesita materiales tales como se describen a continuación.

Tabla 6

Lista de Materiales

Nº	Material	Codificación
01	Franela y guaípe	HM13
02	Indicador de torque	HM14
03	Cables Eléctricos	HE5
04	Aceite BPW-40	HM15
05	Mecanismo del probador	HE6
06	Accesorios	HM17
07	Cañerías	HM18
08	Manómetro de presión	HE7
09	Transmisor de presión	HE8

CONTINUA

10	Pintura	HM19
11	Inversor	HE9
12	Abrazaderas	HM20
13	Lijas	HM21
14	Embudo pequeño	HM22
15	Cinta negra para cables	HM23
16	Teflón	HM24
17	Brocha	HM25

Para el mantenimiento e implementación del banco de pruebas es importante tener en cuenta el EPP (Equipo de Protección Personal) que se utilizara en todo momento.



Figura 46 Equipo de protección personal (EPP)

Fuente: (Vargas, 2016)

3.6 Pasos para la comprobación y calibración del transmisor de presión de torque en el banco

Una vez realizado el procedimiento de llenado de fluido de aceite en el reservorio, como se indicó anteriormente se procede a realizar la comprobación del transmisor de presión de torque y su instrumento, instalando el transmisor de presión de torque en el soporte de seguridad, luego verificar que el fluido de aceite este lleno en la cañería, después conectar en el transmisor de presión de torque con una llave 9/16 ajustando el acople para evitar fugas de aceite del componente.



Figura 47 Comprobación del sistema

Energizar con corriente eléctrica para el funcionamiento del banco desde una fuente externa ubicada en el hangar militar.



Figura 48 Energización del sistema eléctrico

Una vez energizado el sistema eléctrico en el banco de comprobación se gira a la derecha la manija reguladora del equipo comprobador para que el fluido de aceite llegue al reservorio, y posteriormente proceder a encender el equipo comprobador BARFIELD, visualizar en el indicador digital del equipo de comprobación la indicación de presión al momento de encender y realizar la regulación en cero el indicador.



Figura 49 Procedimientos de comprobación

Luego, enviar presión de aceite girando a la derecha la manija reguladora, el equipo de comprobación hacia el transmisor de presión de torque que esta instalado en el soporte del banco de comprobación, luego de tener lecturas iguales tanto en el indicador de presión de torque como en el indicador digital del equipo de comprobación, dando una indicación de 20 psi en ambos indicadores antes mencionados, se continua enviando mas presión en rango de (10 en 10)psi para darse cuenta si el transmisor de presión de torque esta descalibrado o trabaja en perfectas condiciones de funcionamiento, esto se notara si uno de los indicadores da indicación diferente al otro.



Figura 50 Indicaciones del transmisor y manómetro

En la imagen de la figura 51 se puede observar que los indicadores tanto del equipo comprobador como el indicador de presión de torque del banco tienen una lectura diferente, eso da a deducir que el transmisor de presión de torque que se esta comprobando se encuentra descalibrado ya que se tiene lecturas erroneas, entonces al tener una lectura erronea es decir que tiene diferentes medidas tanto el indicador como el manometro de presión este transmisor de presión de torque necesita ser calibrado.

Con la lecturas diferentes de presión se procede a realizar la respectiva calibración, para realizar este procedimiento es necesario usar una herramienta especial que sirve para calibrar esta imagen se puede visualizar en la figura 45, cabe recalcar que para el proceso de calibración se debe

seguir los procedimientos de seguridad e instrucciones del manual de mantenimiento y uso del equipo comprobador.



Figura 51 Comprobación del transmisor de torque

En la figura 52 se observa, el procedimiento a calibrar del transmisor con las herramientas especiales para calibrar, para este proceso es necesario hacerlo paulatinamente ya que esto puede causar daños internos en el transmisor.

Una vez realizada la calibración del transmisor de presión de torque se realiza los mismos pasos o procedimientos anteriores con el banco de comprobación para comprobar si el transmisor de torque fue calibrado y esto se confirma mediante los indicadores del banco y del equipo, si me da la misma indicación en ambos el transmisor esta calibrado y queda este componente disponible para ser instalado en un motor PT6A-27/34 que necesite para su funcionamiento.



Figura 52 Proceso de calibración del transmisor de torque

Una vez concluido el trabajo de comprobación y calibración del transmisor de presión de torque se debe desenergizar el sistema eléctrico del banco, aliviar la presión existente en el comprobador para poder retirar la cañería que esta conectada al transmisor, retirar el transmisor se realiza la limpieza del sector donde se realizó el trabajo y se procede a guardar el banco de comprobación.

3.7 Diagramas de procesos

Un diagrama de procesos es la manera de representar gráficamente los pasos y actividades involucradas en la construcción del banco para la comprobación y calibración del transmisor de presión de torque.

Para la representación de los diagramas de procesos se tiene las siguientes simbologías descritas en la siguiente tabla.

Tabla 7

Simbología de los diagramas de procesos.

Nombre	Símbolo	Significado
Circulo		Inicio
Cuadrado		Proceso
Rectángulo		Subproceso
Hexágono		Decisión
Flecha		Conector

3.7.1 Diagrama de procesos de la construcción del banco de comprobación y calibración del transmisor de presión de torque.

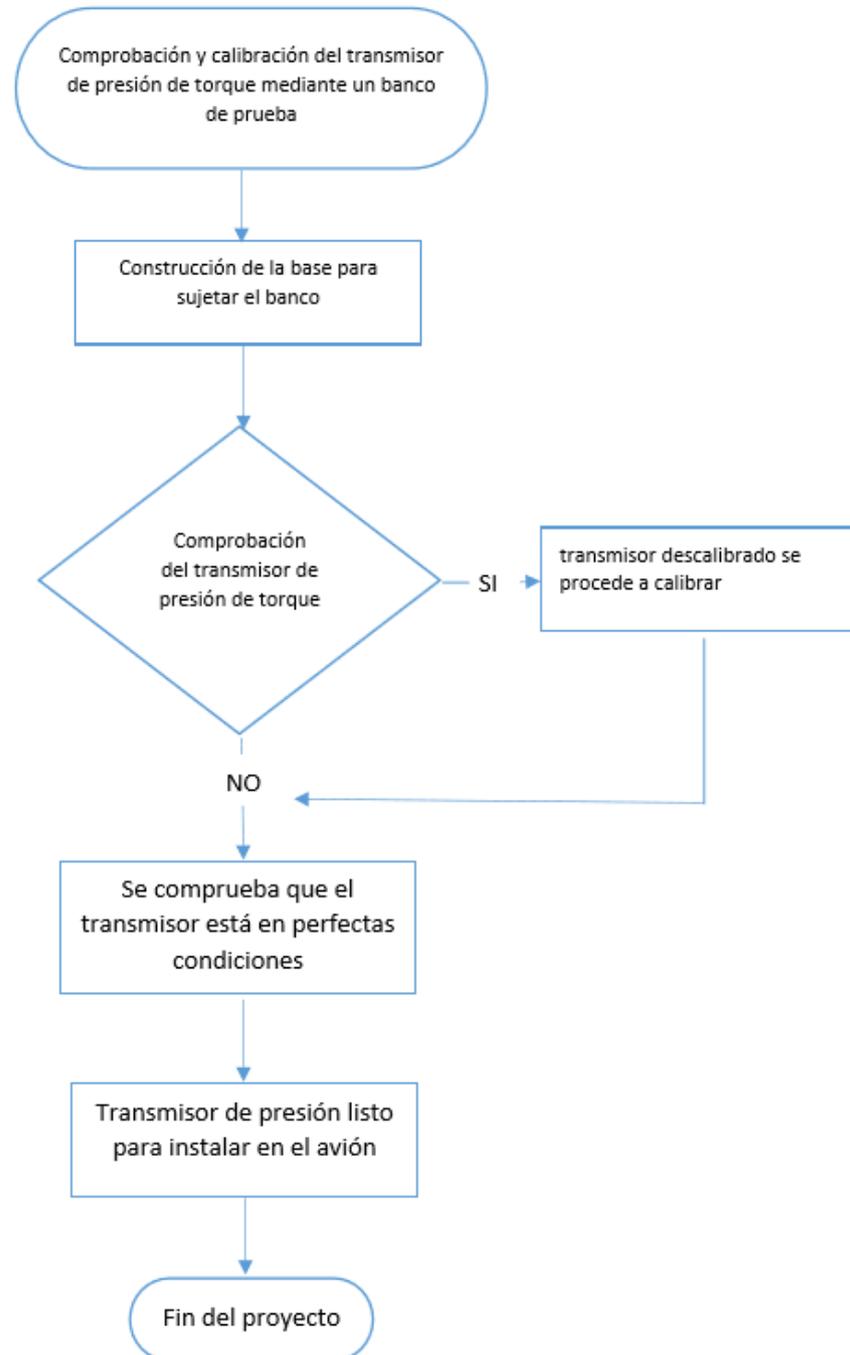


Figura 53 Diagrama de proceso de la implementación del banco de comprobación

3.8 Manuales para el correcto uso del banco

Los manuales para el uso del banco de comprobación y calibración del transmisor de presión de torque de los motores PT6A-27/34, corresponden a tres manuales, que son: operación, mantenimiento y seguridad. En los cuales se incluye todo lo necesario para poder realizar la labor de calibración y comprobación de los transmisores de torque para el motor PT6-27/34.

3.8.1 Descripción y codificación de los manuales

Manual de Seguridad (Código MSEG). - Este manual va dirigido en primera instancia a la protección del usuario, mostrando los requerimientos que debe cumplir para utilizar el comprobador de forma apropiada, usando el equipo de protección personal adecuado para realizar la tarea de comprobación y calibración del transmisor de presión de torque de los motores PT6A-27/34 de forma segura sin poner en riesgo su salud y del equipo. (ver en el Anexo A)

Manual de Operación (Código MOPE). - El contenido de este manual proporciona los pasos a seguir para operar el banco de comprobación y calibración del transmisor de presión de torque de los motores PT6A-27/34, mostrando los rangos de operación seguros del mismo. Además, se logrará la eficiencia y eficacia en el uso de este equipo permitiendo realizar la labor encomendada de forma rápida y efectiva, brindando así los procedimientos de operación para un correcto funcionamiento del banco de pruebas. (ver en el Anexo B)

Manual de Mantenimiento (Código MMAN). - Este instructivo permitirá obtener un máximo de vida útil del banco de comprobación y calibración del transmisor de presión de torque de los motores PT6A-27/34 siempre que se sigan los pasos que se describirán en el contenido del mismo. Cabe mencionar que todo el que use el equipo de comprobación deberá realizar el

respectivo mantenimiento del mismo para mantenerlo en un estado óptimo de funcionamiento. (ver en el Anexo C)

3.9. Análisis económico

Se muestra un estudio de todos los gastos realizados durante el proceso de la “Comprobación y calibración del transmisor de presión de torque de los motores PT6A-27/34 pertenecientes a la Escuadrilla Twin Otter del Ala de Transportes Nro.11 mediante un banco de prueba” se realiza un detalle de los gastos realizados, en el que se especifica: costos primarios, secundarios que a continuación se detalla.

Tabla 8

Total de costos primarios.

Cantidad	DETALLE	V/U	V/T
01	Mecanismo de Presión de torque	680.00	680.00
02	Manómetro de Presión	20.00	40.00
08	Accesorios	30.00	30.00
02	Cañerías	15.00	30.00
01	Letreros	7.00	7.00
02	¼ Aceite	12.50	25.00
04	Metros de cable	2.50	12.00
20	Tornillos	1.00	20.00
02	Teflon	1.00	2.00
01	Madera	5.00	5.00
02	Ángulos de hierro	10.00	20.00
SUBTOTAL			\$ 871,00

CONTINUA 

Tabla 9**Total de costos secundarios.**

Cantidad	Material	V/U	V/T
3	Anillados	1.50	4.50
3	Empastados	8.00	24.00
60	Alimentación	2.50	150
500	Copias	0.02	10
	Varios	50	100
SUBTOTAL			\$ 288,50

Tabla 10**Costo total del Proyecto**

Ítem	Detalle	Valor
1	Costos primarios	\$871,00
2	Costos secundarios	\$288,50
TOTAL DE COSTOS DEL PROYECTO		\$1.159,50

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se construyó la base para el equipo de comprobación y calibración del transmisor de presión de torque de los motores PT6A-27/34 el mismo que brinda seguridad y estabilidad en la superficie.
- Al culminar el trabajo de graduación y comprobar el funcionamiento del mismo, se realizó la comprobación y calibración del transmisor de presión de torque del motor PT6A-27, el mismo que se demostró que es de gran ayuda para facilitar una tarea de mantenimiento.
- Se elaboró Manuales de Operación, Mantenimiento y Seguridad del banco de comprobación y calibración del transmisor de presión de torque para su correcta operación.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda seguir todos los procedimientos de los Manuales de operación, mantenimiento y seguridad para realizar los diferentes trabajos de comprobación y calibración de los transmisores de presión de torque.
- Continuar con la implementación de otros equipos de comprobación de accesorios de los motores PT6A-27/34.
- Se recomienda investigar las nuevas innovaciones en equipos de comprobación y calibración de distintos accesorios de presión en los motores PT6A-27/34.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Abrasivo. Que desgasta o pule por fricción, especialmente una superficie.

Aleación. - Combinación o mezcla homogénea de dos o más metales con metales, para obtener materiales de condiciones y cualidades que no se hallan en los componentes.

Axial. - La palabra axial es usada como adjetivo que hace referencia a relativo a un eje, relacionado con el eje o que tiene forma de eje. La palabra axial es de origen latín "axis", formada por el sufijo "al" que significa "relativo a".

Aeroespacial. - De la aviación y de la astronáutica o relacionado con ellas.

Astronáutica. - es la teoría y práctica de la navegación fuera de la atmósfera de la Tierra por parte de objetos artificiales, tripulados o no, abarca tanto la construcción de los vehículos espaciales como el diseño de los lanzadores que habrán de ponerlos en órbita.

Carenado. - una cubierta externa cuya principal función consiste en reducir la resistencia al aire.

Comprobador. - Un comprobador es un equipo que permite realizar evaluaciones técnicas, mantenimiento, pruebas y chequeo de equipos o de algún sistema en general.

Cavidad. - Espacio hueco dentro de un cuerpo cualquiera.

Centricidad. - El estado o cualidad de ser centrada

Compacto. - Cosa o aparato formados por varios componentes unidos.

Contactador. - Interruptor automático que sirve para restablecer los enlaces entre distintos circuitos o aparatos eléctricos

Engranaje. - Conjunto de ruedas dentadas y otras piezas que encajan entre sí y sirven generalmente para transmitir un movimiento giratorio.

Excéntrico. - Pieza cuyo eje de rotación no ocupa el centro geométrico, a fin de transformar un movimiento de rotación en otro rectilíneo alternativo

Inducido. - Circuito de un motor eléctrico o una dinamo (rotor o estator) en el que se desarrolla corriente por inducción.

Inercia. - Tendencia de los cuerpos a oponerse a cualquier cambio de su estado de reposo o movimiento.

Magnetismo. - Propiedad que tienen los imanes para atraer el hierro.

Stall.- (del inglés de Short Take-Off and Landing, despegue y aterrizaje cortos) es el concepto usado en aviación para referirse a capacidades especiales de los aviones, gracias al aprovechamiento directo de las leyes de la inercia.

Torque. El término torque puede referirse a: la torsión mecánica; El torque es la fuerza aplicada en una palanca que hace rotar alguna cosa.

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

Atm: Atmosfera

Corp.: Corporación

FCU: Fuel Control United (Unidad de Control de Combustible)

LRU: Line Replacement Unit

MGM: Manual General de Mantenimiento

SI: Sistema Internacional de Medidas

BIBLIOGRAFÍA

- Avila, D. (21 de Abril de 2012). *SlideShare*. Obtenido de <http://es.slideshare.net/alixpa72/taladro>
- Barfield. (16 de Septiembre de 2014). *USER INSTRUCTION MANUAL BARFIELD M/N 2311FA*. Obtenido de www.barfieldinc.com
- DGAC. (2015). *Manual General de Mantenimiento Aeronáutico*.
- Douglas, W. (22 de febrero de 2004). *TURBOPROP HISTORY*. Obtenido de <http://www.propilotmag.com/archives/2009/feb09/turbohistory-p3.html>
- Emoscopes. (15 de Diciembre de 2005). *La industria aeroespacial 2007*. Obtenido de <https://www.aero.upm.es/departamentos/economia/investiga/Informe%202007/46Motores.html>
- González, M. (2015). *Manual General de Mantenimiento Aeronautico*.
- International. (2016). *Diccionario visual*. Obtenido de <http://www.ikonet.com/es/diccionariovisual/bricolaje-y-jardineria/bricolaje/herramientas-de-soldadura/equipo-de-soldadura-electrica.php>
- Jorge, G. d. (25 de Noviembre de 2014). *Terminología aeronáutica*. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=hx1TcFb8YrIC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_summary_r&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Jorge, O. (2016). *Descubri el viaje en avión*. Obtenido de AENA publicaciones España.
- Landin, P. (26 de Marzo de 2011). *Pelandintecno*. Obtenido de Blogger: <http://pelandintecno.blogspot.com/2011/03/motor-de-explosion-de-cuatro-tiempos.html>
- LJN, K. (15 de Junio de 2009). *Aeronáutica*. Obtenido de Como funciona un motor a reacción: <http://www.enocasioneshagoclick.com/2009/06/escuadron-click-como-funciona-un-motor.html>

- Lopez, B. G. (2005). *Tecnicas de construccion naval*. Coruña: segunda. Obtenido de <http://www.atmosferis.com/soldadura-por-arco-manual-con-electrodo-revestido/>
- Miguel, G. (2003). *Aeronavegabilidad y mantenimiento de la aeronavegabilidad*.
- Molina, E. (2010). Curso descriptivo y caza fallas United Turbine PT6. Miami Florida.
- Patton, J. (1988). *Maintainability and maintenance management*. USA: Segunda.
- Sainz Diez, V. (2004). *El motor a reaccion y sus sistemas auxiliares*. España: octava.
- Vargas. (2016). Vargas S.A. Obtenido de http://www.vargas-sa.com.mx/activacionsite_subs2.cfm?CID=5&SCID=19&Session=00258AFE-905B-377C-EC2C4D2CDA1843E6
- Venemedia. (9 de Septiembre de 2011). *Conceptos Definiciones de*. Obtenido de <http://conceptodefinicion.de/presion/>
- Whitney, P. &. (1978). *Maintenance Manual Turbo Prop Gas Turbine Engine Models 27/34 Manual Part Nro.3013242*. Canada.
- Whitney, P. &. (s.f.). *PT6A Training Manual*. Canada.

ANEXOS

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A:	MANUAL DE OPERACIÓN
ANEXO B:	MANUAL DE MANTENIMIENTO
ANEXO C:	MANUAL DE SEGURIDAD
ANEXO D:	DIAGRAMA ELECTRICO DEL MOTOR PT6A
ANEXO E:	MANUAL DE MANTENIMIENTO PT6A ENGINE
ANEXO F:	MANUAL BARFIELD

ANEXO A
MANUAL DE OPERACIÓN

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

	Manual de operación del Banco de Comprobación y Calibración del transmisor de presión de torque de los Motores PT6A-27/34.	Página: 1 – 1
	MANUAL DE OPERACIÓN	Código: MOPE
• Elaborado por: Chusete Caiza Jenny Elizabeth		Revisión: Nº 1
Aprobado por: Tglo. Nelson Tigse		Fecha: 01/11/2016
1.- OBJETIVO: Establecer los procedimientos de operación del Banco de Comprobación y Calibración del transmisor de presión de torque de los motores PT6A-27/34		
2.- ALCANCE: Describe operaciones de funcionamiento y precauciones que debe considerar quienes van a operar el banco de comprobación y calibración.		
3.- PROCEDIMIENTO: <ol style="list-style-type: none">Verificar antes de realizar la prueba todas las herramientas y lugar de trabajo.Rellene el depósito del comprobador con el fluido requerido para la prueba.Conectar la cañería al comprobador y al transmisor de presión de torque.Gire el tornillo de la manija del comprobador hasta alcanzar presiónGire la flecha de la válvula selectora apuntando hacia el depósito.Comprueba el estado del transmisor de presión y si es necesario realice su calibraciónCierre la válvula selectoraAlivie la presión del comprobadorDesconecte la cañería del transmisorVacié el fluido del comprobador y limpié completamente el comprobador.Limpiar el lugar de trabajo y asegure el equipo de comprobación		
4.- PRECAUCIONES <ol style="list-style-type: none">Use el fluido adecuado para la prueba de comprobación.		

- b. Utilice la corriente adecuada para chequeo del instrumento de torque.
- c. No exceder de la presión en el comprobador.

5.- FIRMA DEL RESPONSABLE

ANEXO B
MANUAL DE MANTENIMIENTO

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

	Mantenimiento del Banco de Comprobación y Calibración del transmisor de presión de torque de los Motores PT6A-27/34	Página: 1 – 1
	MANUAL DE MANTENIMIENTO	Código: MMAN
• Elaborado por: Chusete Caiza Jenny Elizabeth		Revisión: N° 1
Aprobado por: Tglo. Nelson Tigse		Fecha: 01/11/2016
1.- OBJETIVO: Establecer los procedimientos de mantenimiento del Banco de Comprobación y Calibración del transmisor de presión de torque de los Motores PT6A-27/34		
2.- ALCANCE: Mantener en óptimas condiciones de funcionamiento el Banco de Comprobación y Calibración del transmisor de presión de torque de los Motores PT6A-27/34		
3.- DEFINICIONES: a. Mantenimiento, Actividad para conservar un elemento en condición específica de operación, por medio de una inspección sistemática, detección y prevención de la falla inminente b. Limpieza, Acción de quitar la suciedad, lo superfluo o lo perjudicial de algo.		
4.- PROCEDIMIENTO: a. Realizar una limpieza general al banco y sus accesorios eliminando polvo o residuo de aceite. b. Realizar una inspección visual del estado del banco. c. Verificar el estado de cañerías, cables y accesorios cambiar según su condición. d. Verificar el estado de la batería que esté totalmente cargada para su operación. e. Verificar la condición del indicador y su respectiva conexión.		

- f. Revisar la cantidad de aceite que se encuentra en el reservorio del banco que no esté sobrellenado.

5.- PRECAUCIÓN:

- Si se encuentra algún desperfecto en el banco o sus accesorios reemplazarlo no operar el equipo.

6.- FIRMA DEL RESPONSABLE

ANEXO C
MANUAL DE SEGURIDAD

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

	Seguridad durante el uso del Banco de Comprobación y Calibración del transmisor de presión de torque de los Motores PT6A-27/34	Página: 1 – 2
	MANUAL DE SEGURIDAD	Código: MSEG
Elaborado por: Chusete Caiza Jenny Elizabeth		Revisión: N° 1
Aprobado por: Tglo. Nelson Tigse		Fecha: 01/11/2016
<p>1.- OBJETIVO:</p> <p>Elaborar los procedimientos de seguridad durante el uso del Banco de Comprobación y Calibración del transmisor de presión de torque de los Motores PT6A-27/34</p> <p>2.- ALCANCE:</p> <p>Prevenir accidentes e incidentes que debe considerar quien realiza comprobación y calibración de los transmisores de presión de torque de los motores PT6A-27/34.</p> <p>3.- DOCUMENTOS DE REFERENCIA:</p> <p>Manual de mantenimiento</p> <p>4.- DEFINICIONES:</p> <p>a. Seguridad Operacional</p> <p>La seguridad Operacional en un estado en el que el riesgo de provocar daños a las personas o a la propiedad, es reducido o mantenido por debajo de un nivel aceptable a través de un proceso continuo de identificación de los peligros y gestión de riesgo.</p> <p>b. Accidente</p> <p>Todo suceso relacionado con la utilización de un componente o accesorio de una aeronave, que ocurre dentro del periodo comprendido entre el momento en que una persona realiza un trabajo de mantenimiento y lo termina.</p>		

c. Incidente

Es todo suceso relacionado con la utilización de una aeronave, que no llega a ser un accidente, que afecte o pueda afectar a la seguridad de las operaciones.

5.- PROCEDIMIENTO:

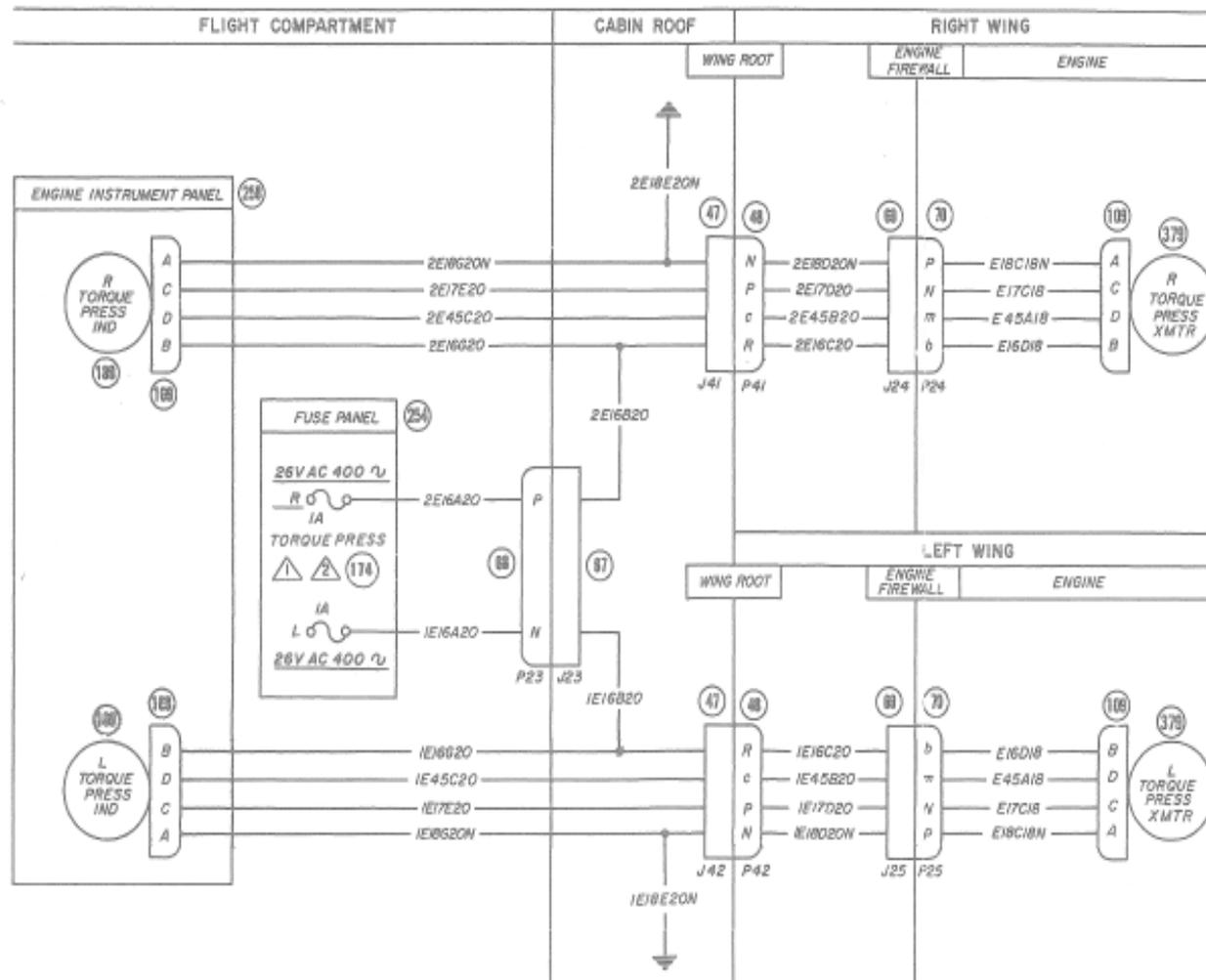
- a) Utilizar el equipo de protección personal para realizar el trabajo guantes, gafas, mascarilla, zapatos punta de acero, overol y tapones de oídos.
- b) Ubicar el banco en un lugar seguro y libre de obstáculos para proceder a utilizarlo.
- c) Inspeccionar el estado del banco y todo su equipo que este en perfectas condiciones.
- d) Constatar que el banco de comprobación y calibración no provoque ningún accidente al factor humano y material.
- e) Mantener la limpieza antes, durante y después del trabajo.
- f) Evitar trabajar de manera desordenada.
- g) Revisar que las cañerías y cables estén en óptimas condiciones.
- h) Limpiar el banco y ubicarlo en un lugar seguro para su próxima utilización.

6.- PRECAUCIONES:

- a. Tener precaución en el envío de presión de aceite hacia el transmisor.
- b. Si no conoce la presión, operación de la batería y el estado del mismo no lo utilice, ni opere el banco.

7.- FIRMA DEL RESPONSABLE

ANEXO D
DIAGRAMA ELECTRICO DEL MOTOR PT6A



NOTES:

1. POST MOD 6/1388 (453)
2. POST MOD S.O.G. 6142 1/2A (457)

TORQUE PRESSURE INDICATION
(BENDIX)

ANEXO E
MANUAL DE MANTENIMIENTO PT6A ENGINE

TORQUE PRESSURE TRANSMITTER NO. 418-01094

OVERHAUL INSTRUCTIONS

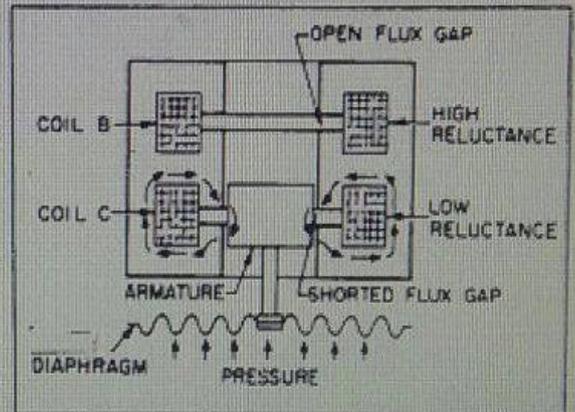
1. Description and Operation

The pressure transmitter covered by these overhaul instructions is the sensing unit of the EDISON variable reluctance type Torque Pressure Indicating System. (Ref. Fig. 1).

It is a factory sealed unit, the lower end of which is provided with both external and internal threads for pressure connection. It can be installed directly on a pressure boss on the engine by means of the external thread. It may also be mounted on a bracket by means of these threads, pressure connection being made to the internal threads by means of fittings and tubing. A pressure boss at the top of the transmitter permits connection of a vent pressure line if differential pressure is to be measured. A removable plug cap at the top of the transmitter gives access for calibration adjustment. An electrical connector receptacle is also on the top of the transmitter.



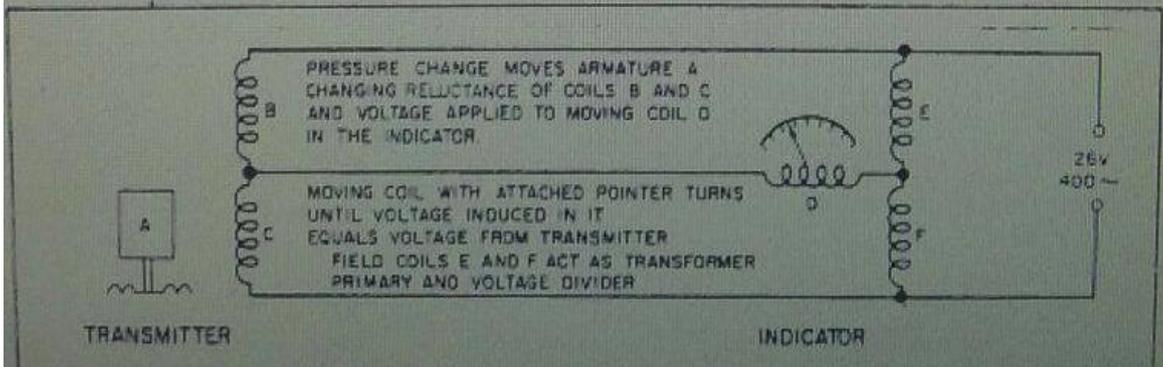
The Transmitter
Figure 1



Principle of Transmitter Operation
Figure 2

Table of Leading Particulars

Power Supply	26 V single phase 400 Hz
Pressure Range	0 to 75 psi



Basic Principle of Operation of the System
Figure 3

TORQUE PRESSURE TRANSMITTER NO. 418-01064

OVERHAUL INSTRUCTIONS

The function of the transmitter is to furnish to the indicator an electrical potential which varies according to the applied pressure. In the transmitter a diaphragm moves a magnetic armature inside of two stationary coils whenever there is a change in applied pressure. (Ref. Fig. 3) These coils are connected in series with a 26 volt 400 hertz power source and act as a variable reluctance voltage divider. The armature position determines the effective flux gaps in the magnetic housing of the coils, hence the reluctance of the coils. As connected to the indicator, which contains a similar but fixed voltage divider, a voltage regulated by the transmitter is applied to the moving coil of the indicator. (Ref. Fig. 3).

2. Disassembly (Ref. Fig. 7)

- A. Remove plug cap to permit calibration adjustment.
- (1) Remove lockwire.
 - (2) Remove screws (2) and lock washers (3).
 - (3) Remove plug cap (1) with "O" ring (5) attached.
 - (4) Remove nameplate (4).
 - (5) Remove "O" ring (5) from plug cap (1).
- B. Attempt no other disassembly.

3. Cleaning

- A. Wash outside with trichlorethylene and blow dry.

WARNING: AVOID BREATHING FUMES OR PERMITTING TRICHLOROETHYLENE TO CONTACT SKIN.

4. Inspection/Check

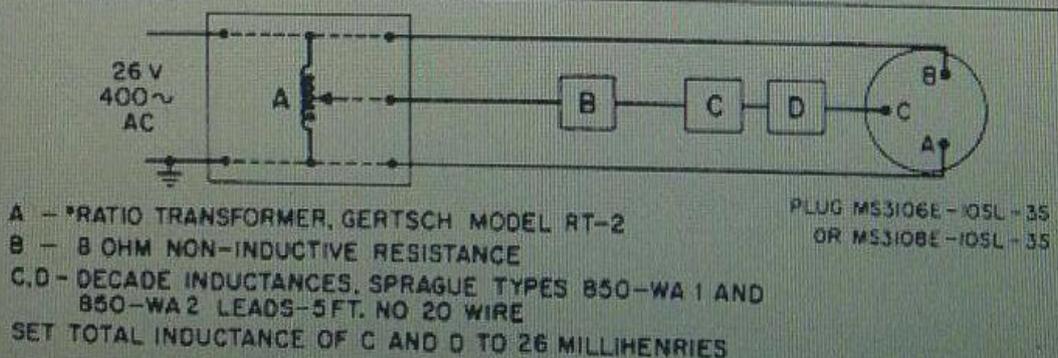
None required.

5. Repair

Non-repairable.

6. Assembly (Ref. Fig. 7)

- A. Install plug cap following calibration adjustment.
- (1) Install new "O" ring (5) on plug cap (1).
 - (2) Place nameplate (4) on transmitter.
 - (3) Install plug cap and "O" ring assembly on transmitter.
 - (4) Secure with screws (2) and lock washers (3).
 - (5) Install new lockwire.



Indicator Test Circuit

Figure 4

TORQUE PRESSURE TRANSMITTER NO. 418-01064

OVERHAUL INSTRUCTIONS

7. Fits and Clearances

None applicable.

8. Testing

A. For equipment required, refer to sub-heading 11.

B. Test calibration:

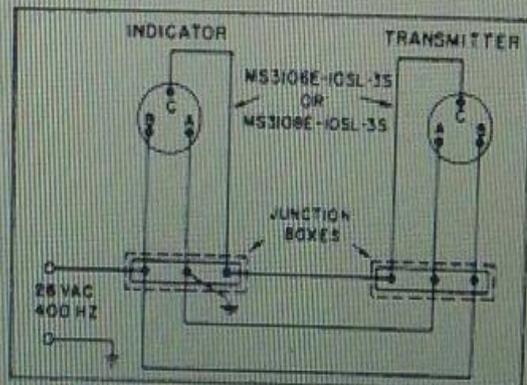
- (1) Connect test indicator, part No. 289-100A or 289-00341, to test circuit. (Ref. Fig. 4)
- (2) Check to be sure power applied to ratio transformer is 26 ± 0.5 volts, 400 ± 10 hertz.
- (3) Successively set the ratio transformer to the two values for each test pressure in Fig. 5 and record the readings either as a table or as range marks on a paper pasted on the indicator cover glass. Lightly tap the indicator before each reading.
- (4) Mount the transmitter in a vertical position on a dead weight tester or other type of pressure tester capable of supplying accurate pressure of dry air at each test value specified in Fig. 5.
- (5) Connect the transmitter to the test indicator. (Ref. Fig. 5)
- (6) Energize the circuit with 26 ± 0.5 volts, 400 ± 10 hertz.
- (7) Apply exact pressure, testing transmitter at each test value in Fig. 5. Before reading, lightly tap both transmitter and indicator. All indicator readings shall be between tolerance values as determined in step (3) for pressure involved.

C. Adjust calibration if necessary.

- (1) Leave transmitter connected to indicator and power on.
- (2) Set pressure to zero psi value.
- (3) Remove plug cap (Ref. sub-heading 2).
- (4) Using zero adjusting tool, part No. 41486, turn armature assembly inside transmitter until indicator reads approximately correctly.
- (5) Apply 75 psi pressure.
- (6) Using both zero adjusting tool, part No. 41486, and scale span adjusting tool, part No. 42015, hold zero adjusting tool stationary while turning scale span adjusting tool to give indicator reading within tolerance after tapping.
- (7) Reduce pressure to zero psi value.
- (8) Hold span adjusting tool stationary while turning zero adjusting tool to give indicator reading within tolerance after tapping.
- (9) Repeat steps (5) through (8) until both readings are within tolerance with tools removed before reading indicator.

Test Pressure PSI	Indicator Reading To Be Between Readings Caused By Transformer Settings of	Equivalent PSI Tolerance
0	.6015 .5945	± 1.30
10	.5741 .5683	± 1.10
20	.5473 .5425	± 0.90
30	.5203 .5167	± 0.70
40	.4931 .4905	± 0.50
45	.4801 .4781	± 0.40
50	.4671 .4657	± 0.30
60	.4423 .4393	± 0.60
70	.4172 .4126	± 0.90
75	.4048 .3992	± 1.10

Test Values
Figure 5



Transmitter Test Connections
Figure 6

TORQUE PRESSURE TRANSMITTER NO. 418-01084

OVERHAUL INSTRUCTIONS

- (10) Check readings at all test values, using method in "B. Test Calibration".
 - (11) Replace plug cap (Ref. sub-heading 6).
 - (12) Replace lockwire using No. 20 corrosion resistant steel wire.
- D. Test for leakage:
- (1) Disconnect wiring and pressure connection.
 - (2) Connect "VENT" hose to pressure tester by means of flexible tubing.
 - (3) With transmitter in vertical position, immerse it in alcohol until only the upper half of the electrical connector receptacle projects above the alcohol.
 - (4) Apply 15 psi air pressure to the "VENT". No evidence of leakage shall be visible.
 - (5) Remove from alcohol, blow dry, release pressure, and disconnect pressure tube.

9. Trouble Shooting

None required. If transmitter leaks, or can not be calibrated within tolerance, it must be scrapped since no repairs are possible.

10. Storage Instructions

Cover pressure and vent ports and electrical connector to keep out foreign matter during storage. Use shipping caps such as Edison No. 14234, 14235 and 14236, or other suitable means.

11. Special Tools, Fixtures and Equipment

Dead Weight or other Pressure Tester

Transmitter Test Indicator - Edison Part No. 289-100A or 289-00341

Zero Adjusting Tool - Edison Part No. 41486

Scale Span Adjusting Tool - Edison Part No. 42015

Ratio Transformer - Singer Metrics Div., Los Angeles, Calif. (Gertsch Model RT-2)

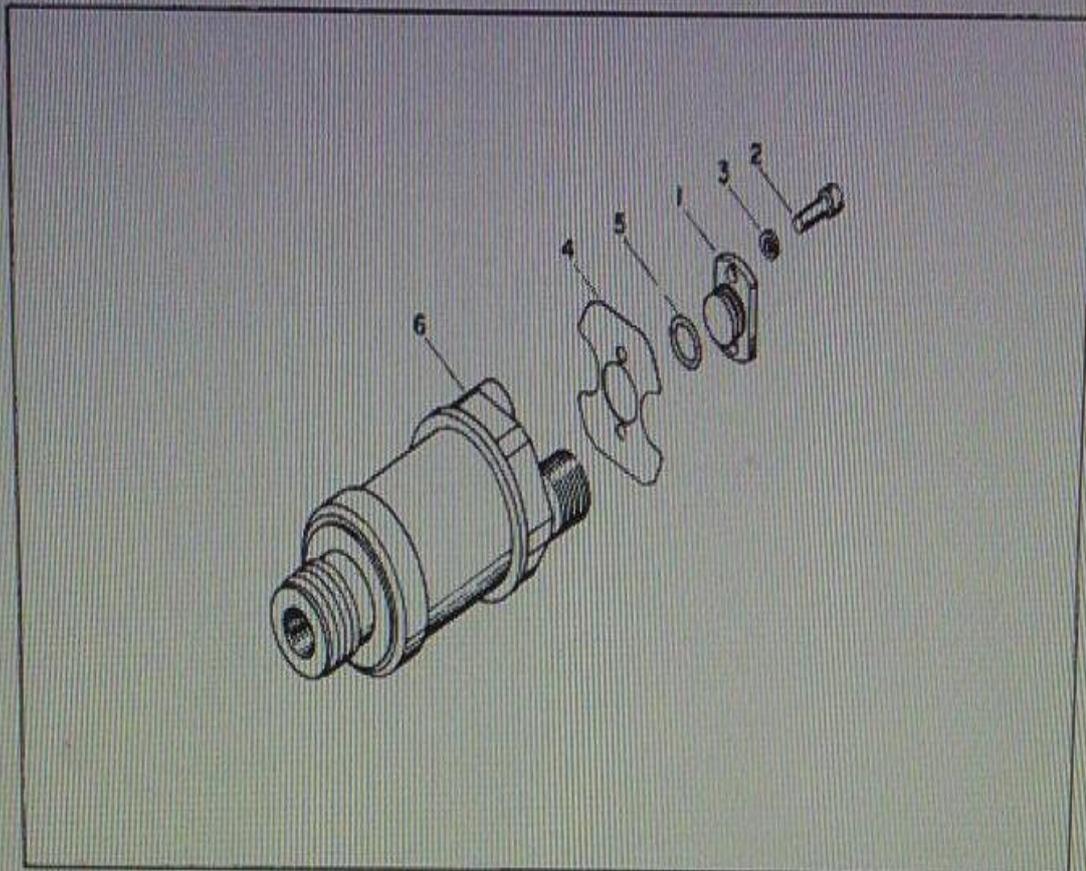
Resistor - 8 ohm non-inductive (General Radio Co., West Concord, Mass., Type 510B Decade Resistor, or equivalent.)

Decade Inductances - Sprague Elec. Co., North Adams, Mass. (Types 850-WA1 and 850-WA2 - one each required)

NOTE: If the last three items are unavailable, the table referred to in paragraph 8.B.3. can be made and supplied by the Edison Instrument Division for any individual test indicator.

TORQUE PRESSURE TRANSMITTER NO. 418-01064

ILLUSTRATED PARTS LIST



Exploded View
Figure 7

37

Figure & Index No.	Part No.	1	2	3	4	5	6	7	Nomenclature	Usage Code	Units per Assy
	418-01064								Transmitter - Torque pressure		Ref.
7-1	25687								Cap - Plug		1
-2	AN500D3-4								Screw		2
-3	AN935C3								Washer		2
-4	25693-42								Nameplate		1
-5	14879								"O" Ring		1
-6	No Number								Body - Assembly of Transmitter ...		Ref.

ANEXO F
MANUAL BARFIELD

CHAPTER 1

GENERAL INFORMATION

1. PURPOSE OF THE UNIT

The Barfield Inc. 2311FA Pressure Tester, equipped with a suitable Pressure Gauge (not included), fulfills the need for field-testing of aircraft pressure systems for both reciprocating and turbine engines as well as airframe pressure systems. It provides pressure for driving all types of pressure transmitters, warning switches, pressure-type torque (BMEP) indicators and for system leak testing in the 0-600 PSI range. The Tester is proof-tested to 1200 psi.

2. DESCRIPTION

The Barfield Inc. 2311FA Pressure Tester (Fig. 3) consists of a cylinder equipped with a manually operated piston for obtaining the desired outlet pressure. A fluid reservoir, located on top of the cylinder, is connected through a control valve to the inside of the cylinder. A 1/8 NPT female outlet port is provided at the control valve for attachment to the unit or system to be tested. The Tester is portable, rugged, and accurate with a wide range capability. It is simple to operate, self-contained and, is both line and shop proven. Its dimensions and weight are listed in Table 1.



Figure 3. 2311FA PRESSURE TESTER WITH A DIGITAL GAUGE (not included)

Table 1. GENERAL SPECIFICATIONS

Operating temperature	0 to 40°C (32 to 104°F)
Storage temperature	-20 to 60°C (-4 to 140°F)
Humidity	N/A
Pressure safety	Pressure Equipment Directive - Class: Sound Engineering Practice (SEP)
Approved	Not CE Marked as per the Directive
Size (L: W: H)*	9.8in (24.9cm), 7.8in (19.8cm), 7.5in (19.1cm)
Weight*	3.0lbs (1.36kg)
Pressure connection	1/8 Female NPT
Pressure Gauge connection	1/4 Female NPT
Hydraulic fluid	Reservoir capacity: 134 cm ³ (8.18 in ³)

* The dimensions listed exclude the Master Pressure Gauge connected at the Adapter (#14, Figure 4). The range, accuracy and type for the Master Pressure Gauge, which is sold separately, depends on the requirements of the system(s) to be tested and the user's preferences.

3. RECOMMENDED GAUGES

A Master Pressure Gauge is connected at the Adapter (#14, Figure 4) to the right side of the manifold body. Three types of gauges are recommended and available depending on the requirements of the user: standard, inspector test, and digital.

Table 2. SPECIFICATIONS OF RECOMMENDED GAUGES

TYPE	ACCURACY	PRESSURE RANGE	BARFIELD P/N
STANDARD (ANALOG)	± 2% Full Scale	0-60 PSIG	304-00003
		0-200 PSIG	304-00004
		0-600 PSIG	304-00005
INSPECTOR TEST (ANALOG)	± 0.5% Full Scale	0-60 PSIG	304-00100
		0-100 PSIG	304-00101
		0-160 PSIG	304-00102
		0-200 PSIG	304-00109
		0-300 PSIG	304-00103
		0-600 PSIG	304-00104
DIGITAL	± 0.25% Full Scale	0-200 PSIG	304-00006
		0-500 PSIG	304-00007
		0-7 Bar	304-00008

4. RECOMMENDED FLUIDS

The use of VITON (Fluoro -carbon) seals on the piston permits the use of any fuel, lubricating or hydraulic fluid except Skydrol or automotive hydraulic fluid. Any mineral or vegetable oil may be used with VITON seals. *The principal NON-COMPATIBLE fluids which are NOT to be used with VITON seals are: alcohols, aldehydes, amines, alkyl phosphate esters (Skydrol), ethers and ketones.*

CAUTION: When changing from one type of fluid to another, complete disassembly and cleaning is necessary to prevent contamination of the system being checked, following the procedure of section 2.2.

5. CONSUMABLES

Vaseline FED SPEC W-P-236A

Teflon Tape MIL-T-27730A (obsolete), A-A-58092

Silicon Grease Parker Super-O-Lube, Dow Corning Molykote 55

6. SHIPPING AND STORAGE

A. Shipping

Prior to shipping it is recommended that the tester be drained of all fluid as detailed in Chapter 2 Section 2.

The metal components consist of brass, aluminum and corrosive resistant steel. Normal care and no abusive handling will provide a longer life for the Tester.

There is no limit to the manner of transport.

B. Short Term Storage

When storing the Tester for short periods it is recommended that:

1. There are no trapped pressures left.
2. The reservoir's vented plug is replaced with a solid plug.

CAUTION: A Vented Plug must be reinstalled on the reservoir before Tester use

3. The Selector Valve is positioned midway – pointing toward the back.
4. If any hose is left attached to the outlet port that it be capped.
5. The Tester is tagged with the type of fluid contained.

C. Extended Storage

If the Tester is to be stored for an extended period it is recommended that the tester be drained, disassembled, cleaned and reassembled as detailed in Chapter 2 Section 2.

CHAPTER 2

FILLING AND FLUID-CHANGING PROCEDURES

NOTE: When adding or draining fluids, utilize appropriate skin and eye protection as well as a work area that will prevent contamination of the work surface.

1. FILLING THE TESTER WITH FLUID

The Pressure Tester 2311FA is supplied empty for the convenience of the user, who can fill it with the liquid appropriate for its intended use (refer to Section 1.4, for the list of recommended fluids). For this first filling, or after the Tester has been emptied so its working fluid can be changed (as explained in the following section), applying the procedure below ensures that this task will be accomplished correctly, that is, without leaving any air bubbles trapped inside this equipment.

NOTE: Refer to Figure 4 to identify items referenced in this section.

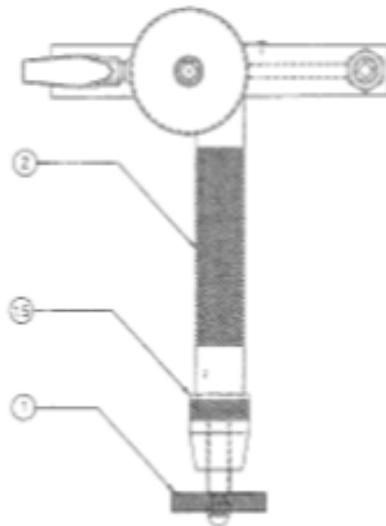
1. Verify that the Master Gauge connected at the Adapter (#14) has sufficient range and accuracy for the test to be performed. Verify that it is securely installed on the Tester.

CAUTION: Use Teflon tape if necessary to help prevent leaks.

2. Verify that the fluid to be used in the Tester is compatible with the unit and or the system to be tested (refer to Section 1.4, "Recommended Fluids").
3. Install a fitting (#18, not supplied) in the outlet of the Selector Valve (#9), which is a 1/8" NPT port. This fitting has to match with the hose or tubing that connects the Pressure Tester with the unit or system to be tested.
4. With the Selector Valve (#9) arrow pointing toward the Reservoir (#3), rotate the Screw Handle (#1) fully clockwise (CW).
5. Remove the Vented Plug (#16) from the Reservoir (#3). Fill the reservoir completely with the appropriate fluid.

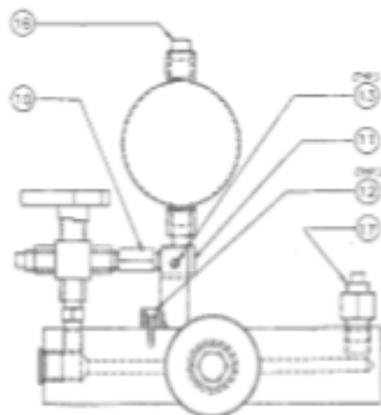
NOTE: Once filled, the Tester must be maintained in a position approximately level with the Reservoir (#3) up. If not, the fluid will spill through the Vented Plug (#16).

6. Rotate the Screw Handle (#1) fully counterclockwise (CCW) and add fluid to the reservoir until within 1/8 inch of full.
7. Rotate the Selector Valve 90° or halfway between the reservoir position and the outlet position.

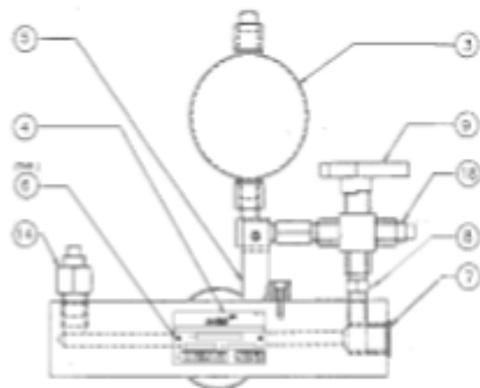


TOP VIEW

Item	Description
1	Piston, Shaft, and Handle Assembly
2	Manifold and Sleeve Assembly
3	Hydraulic Fluid Reservoir
4	Name Plate
5	Tank Fastening Spacer
6	Screw
7	Plug
8	Nipple
9	Selector Valve
10	Hex Long Nipple
11	Elbow
12	Cap Screw with Lock Washer
13	Set Screw
14	Adapter
15	Nut
16	Vented Plug
17	Cap
18	Outlet Fitting (Not Included)



FRONT VIEW



REAR VIEW

Figure 4. IDENTIFICATION OF PARTS OF THE 2311FA PRESSURE TESTER

NOTE: The Plug (#7) is needed only due to a manufacturing step of the Manifold (#2). This plug has no function in the operation of the Tester, and it is permanently attached to the Manifold. The user should not attempt to drive this Plug under any circumstance. This action could cause damage to the both parts, leading to leaks.



8. Gradually turn the Screw Handle (#1) CW while observing the Master Gauge until the gauge reaches full scale.
9. Allow a few seconds for the pressure to stabilize; then observe the Master Gauge for one minute to note if leakage occurs.

NOTE: Depending on the viscosity of the fluid in the Tester, a slight leakage may occur. If leakage is no more than 5% of full scale in one minute, the accuracy of later test readings will not be affected. However, the leakage rate must be considered if subsequent tests involve leak detection.

10. Rotate the Screw Handle (#1) CCW until the Master Gauge reaches zero.

CAUTION: Do not allow Master Gauge to go below zero.

11. Turn the Selector Valve (#9) arrow toward the Reservoir (#3) and continue rotating the Screw Handle (#1) fully CCW.
12. Turn the Selector Valve (#9) arrow toward the Outlet Fitting (#18) and **slowly** turn the Screw Handle (#1) until fluid appears at that port.
13. The Tester is now ready for use.

2. CHANGING THE TESTER FLUID

In the event that the working fluid of the Tester needs to be replaced with a different one, follow the procedure below to make sure that there will be no residues of the previous liquid remaining inside the Tester, which can contaminate the new fluid.

WARNING: Insure the Master Gauge reads zero before proceeding.

NOTE: Refer to Figure 4 to identify items referenced in this section.

1. Remove the Master Gauge from the Adapter (#14) using a wrench on the fitting only.

CAUTION: Do not attempt to turn the gauge by forcing the housing.

CAUTION: It is not recommended that a pressure gauge be used for multiple applications having different fluids in use as cross contamination and even explosive failure may occur (Ref. ASME B40.100-2005).

NOTE: To perform steps 2, 3, and 4 below, place the Tester inside a large plastic container to avoid spills of the hydraulic liquid.

2. Remove the Vented Plug (#16) from the Reservoir (#3).
3. Unscrew the Nut (#15) on the end of the cylinder and remove the Piston, Shaft, and Handle Assembly (#1) from the Tester.
4. Drain all the liquid from the Piston, Shaft, and Handle Assembly (#1) and from the Manifold and Sleeve Assembly (#2), in the plastic container referred above.



5. Carefully remove the O-rings from the Piston, Shaft, and Handle Assembly (#1) to avoid scratching the Piston. Rinse the O-rings in hot running water, and blow dry.

CAUTION: Do not use alcohol to clean the O-rings.

6. Rinse all metal parts in a solvent such as mineral spirits or naphtha. Then, rinse in hot running water.

NOTE: While cleaning and drying the Tester, turn the Selector Valve (#9) alternately between the Reservoir (#3) and the Outlet Fitting (#18) positions.

7. Drain all of the water. Then, rinse in alcohol and blow dry.

CAUTION: Do not use wood alcohol.

8. Install the O-rings (cleaned and dried in step 5) on the Piston, Shaft, and Handle Assembly (#1).

9. Using the large Nut (#15), assemble the Piston, Shaft, and Handle Assembly (#1) together with the Manifold and Sleeve Assembly (#2). To do this, lubricate the Threaded Shaft (#1) with commercial Vaseline, and the O-rings with silicon grease. Refer to Chapter 1 Section 5 for details.

10. Install the Master Gauge on the Adapter (#14) using Teflon tape.

11. Follow the procedure of Section 2.1, to fill the Tester with the new fluid.

CHAPTER 3

OPERATION

1. GENERAL

This chapter describes how to use the Pressure Tester 2311FA to deliver fluid, at the pressures needed by the user, to the unit or system to be tested.

2. OPERATION PROCEDURE

After completing all steps listed in Section 2.1 (Filling Procedure), connect, with the appropriate hose or tubing, the Tester Outlet Fitting (#18, not included) to the unit or system to be tested. The size of the outlet port of the Selector Valve (#9) is 1/8" NPT. Then, perform the following steps.

NOTE: Refer to Figure 4 to identify items referenced in this chapter.

CAUTION: Make sure that the maximum working pressure of the Tester (600 psig), or the maximum working pressure of the Master Gauge being used, whichever is lowest, is not exceeded during the test.

1. While observing the Master Gauge and the system or unit-under-test, and with the Selector Valve arrow (#9) pointing toward the Outlet Fitting (#18), rotate slowly the Screw Handle (#1) clockwise (CW), until reaching the desired testing pressure. Lightly tap the Master Gauge when taking test readings.

NOTE: When connected to units or systems with long lines, the Shaft Screw (#1) may reach the fully CW position, before the target testing pressure is achieved. If this happens, perform steps 2 through 9, and then continue with the rest of the test. If this situation does not happen, skip those steps and proceed directly to step 10.

2. Turn the Selector Valve arrow (#9) to point toward the Reservoir (#3).
3. Remove the Vented Plug (#16) from the Reservoir (#3).

CAUTION: Place a rag over the Vented Plug (#16) while removing it, to avoid possible exhaust spray.

4. Fill the Reservoir (#3) completely with the same type of fluid that was used during the previous steps.
5. Rotate the Screw Handle (#1) fully counterclockwise (CCW).
6. Refill the Reservoir (#3) until the level is approximately 1/8 inch under the top edge of the fitting.
7. Put the Vented Plug (#16) back in its place on the reservoir.
8. Turn the Selector Valve arrow (#9) to point toward the Outlet Fitting (#18).

9. Repeat step 1 above. If the required test pressure is not achieved yet, this cycle can be repeated as many times as needed.
10. After all testing is completed, rotate the Screw Handle (#1) CCW until the Master Gauge reaches zero pressure. If this Handle reaches full CCW before the Master Gauge reaches zero, skip step 11 and perform step 12 and on.

CAUTION: Do NOT keep rotating the Screw Handle CCW after the gauge indicates zero pressure.

11. Turn the Selector Valve (#9) toward the Reservoir (#3) and disconnect the test line between the Tester and the unit or system that was being tested.
12. If the Screw Handle (#1) reaches full CCW before the Master Gauge reaches zero, hold a rag over the Vented Plug (#16), because some overflow through it may occur, and turn the Selector Valve (#9) toward the Reservoir (#3). Rotate the Screw Handle (#1) fully CW.

NOTE: If a large volume of fluid was used during the test, to collect it back it is advisable to turn the Tester upside down, if the connecting hose allows it, and point the Vented Plug toward a container to receive the fluid.

13. Return the Selector Valve (#9) to the outlet position and repeat step 10. This cycle can be repeated as many times as necessary, in order to collect back the fluid pumped during the test.

CHAPTER 4

MAINTENANCE / REPAIR

1. MAINTENANCE

The term "Maintenance" refers to the action required for ordinary, periodic care to maintain the tester in serviceable condition.

Refer to Section 2 of Chapter 2 for detailed instructions on the disassembly, cleaning and reassembly of the tester in order to maintain the tester in serviceable condition.

2. REPAIR

The term "repair" refers to the action necessary to restore the tester to serviceable condition.

If during normal operation of the tester an excessive leak (more than 5% of full scale in one minute) is observed, then proceed as follows.

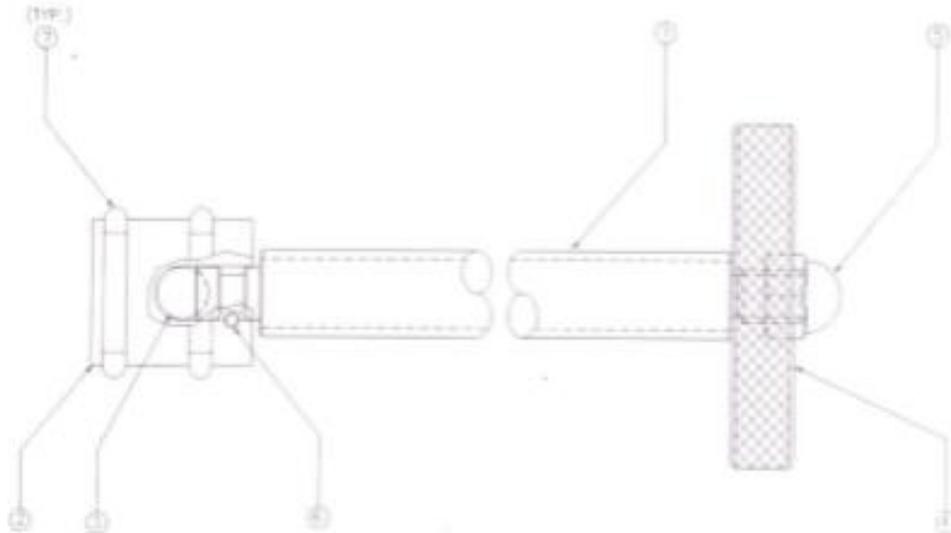
1. Return the Master Gauge to zero, reference instructions of Chapter 3.
2. Disconnect the tester from the unit or system under test.
3. Rotate the Selector Valve 90° or halfway between the reservoir position and the outlet position.
4. Gradually turn the Screw Handle (#1) CW while observing the Master Gauge until the gauge reaches full scale.
5. Allow a few seconds for the pressure to stabilize, then observe the Master Gauge for one minute to note the leakage.
6. If the excessive leak is no longer observed then the leak is in the unit or system under test or in the interconnecting lines or both.

NOTE: Subtract Tester leak from that observed with the entire system.

7. If the same excessive leak is still observed then visually inspect the tester for evidence of fluid leaking, paying particular attention to the connection for the Master Gauge.
8. If there is visual evidence found then note where and return the Master Gauge to zero.

CAUTION: Do **NOT** keep rotating the Screw Handle CCW after the gauge indicates zero pressure.

9. Fix the leak by tightening the fitting or by draining, disassembling as per Chapter Section 2 and applying new Teflon tape then reassemble, refill and repeat the test again.
10. If there was no visual evidence found then the problem may be the 2 O-Rings (#7) located on the piston (#2) of Figure 5.



2311FA
ASSEMBLY PISTON, SHAFT AND HANDLE
Figure 5

11. Unscrew the large nut (#15, Refer to Figure 4) at the end of the cylinder and carefully withdraw from the Sleeve (#2, Refer to Figure 4).
12. Carefully remove the O-Rings from the Piston, Shaft, and Handle Assembly (#1) to avoid scratching the Piston.
13. Carefully install 2 new O-Rings M83248-1-115 (see Chapter 1 Section 5) onto the Piston, applying Vaseline on the Shaft Screw and Silicone on the O-Rings.
14. Carefully insert the Piston into the Sleeve of the Manifold and Sleeve Assembly and push it in until the Shaft Retaining Nut can be screwed in the thread of the Sleeve and tighten the nut securely to 10.0 in-lbs (1.13 N-m).

HOJA DE VIDA

Nombres y Apellidos: JENNY ELIZABETH CHUSETE CAIZA

Estado Civil: SOLTERA

Cedula de ciudadanía: 050317770-1

Licencia: TIPO B

Lugar de Nacimiento: SALCEDO

Ciudad de Residencia: SALCEDO- COTOPAXI

Dirección: URBANIZACIÓN "LOS MOLINOS"

Teléfono: 032729940 0983782321

Email: jenny-liss5@hotmail.com



FORMACIÓN ACADÉMICA

Colegio "San Francisco de Asís" Bachiller Nacional del Ecuador Técnico en Comercio y Administración Especialización Informática.

Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE aprobado todos los niveles.

Título Obtenido: Tecnología en Mecánica Aeronáutica Mención Aviones.

Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE Suficiencia de Ingles culminada en la Escuela de Idiomas.

CURSOS REALIZADOS

Empresa: Centro de Capacitación FUNDEL.

Curso Realizado: Cajeros Comerciales y Bancarios.

Duración: 80 Horas.

Empresa: Centro de Capacitación FUNDEL.

Curso Realizado: Auxiliar Contable.

Duración: 80 Horas.

Curso: Matemática Moderna y sus Aplicaciones en la Ingeniería.

Lugar: Escuela Politécnica del Ejército "ESPE-L".

Duración: 30 Horas.

Curso: Procesos de Laminado en Caliente, Reciclaje, Fundición de Acero y Figurado de la Planta Novacero Lasso.

Lugar: NOVACERO LASSO.

Duración: 8 Horas.

EXPERIENCIA PRE-PROFESIONAL

Empresa: Ala de Transporte Nro. 11.

Cargo: Ayudante de Área de Mantenimiento.

Duración: 160 Horas.

Empresa: GAE 44 Ubicado en la SHELL-PUYO.

Cargo: Ayudante de Área de Mantenimiento.

Duración: 160 Horas.

Empresa: CEMA- Diaf (Centro de Mantenimiento Aeronáutico) Latacunga.

Cargo: Ayudante de Área de Mantenimiento.

Duración: 160 Horas.

Empresa: Compañía de Aviación Tame Amazonia SHELL-PUYO.

Cargo: Área de Mantenimiento en la Compañía de Aviación Tame.

Duración: 200 Horas.

Empresa: EMPRECAT CIA. LTDA.

Cargo: Asistente Contable

Duración: 1 año

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

ELABORADO POR:

JENNY ELIZABETH CHUSETE CAIZA

DIRECTORA DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

ING. RODRIGO BAUTISTA

Latacunga, 29 de noviembre del 2016