



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

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

CARRERA EN TECNOLOGÍA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

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

TEMA:

**“COMPROBACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA BLEED
VALVE DEL MOTOR TURBOHÉLICE PT6A-27/34 MEDIANTE
UN BANCO DE PRUEBA PARA EL AVIÓN TWIN OTTER DE
LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA”**

AUTOR: YÁNEZ ACUÑA CRISTIAN ANDRÉS

DIRECTOR: TLGO. NELSON TIGSE

LATACUNGA

2016



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

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, **“COMPROBACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA BLEED VALVE DEL MOTOR TURBOHÉLICE PT6A-27/34 MEDIANTE UN BANCO DE PRUEBA PARA EL AVIÓN TWIN OTTER DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA”**. Realizado por el Señor. **YÁNEZ ACUÑA CRISTIAN ANDRÉS**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor **YÁNEZ ACUÑA CRISTIAN ANDRÉS** para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 09 de Diciembre del 2016

Tlgo. Tigse Guishcacho Nelson

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN



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

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **YÁNEZ ACUÑA CRISTIAN ANDRÉS**, con cédula de identidad N° **050260288-1**, declaro que este trabajo de titulación **“COMPROBACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA BLEED VALVE DEL MOTOR TURBOHÉLICE PT6A-27/34 MEDIANTE UN BANCO DE PRUEBA PARA EL AVIÓN TWIN OTTER DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA”** ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

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

Latacunga, 09 de Diciembre del 2016

Yáñez Acuña Cristian Andrés

CI: 050260288-1



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

AUTORIZACIÓN

Yo, **YÁNEZ ACUÑA CRISTIAN ANDRÉS**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE la publicación en la biblioteca virtual de la institución, el proyecto de grado titulado **“COMPROBACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA BLEED VALVE DEL MOTOR TURBOHÉLICE PT6A-27/-34 MEDIANTE UN BANCO DE PRUEBA PARA EL AVIÓN TWIN OTTER DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, 09 de Diciembre del 2016

Yánez Acuña Cristian Andrés

CI: 0502602881

DEDICATORIA

La presente dedicatoria está dirigida primero a Dios por darme salud y vida, A mis padres por su amor incondicional, su apoyo moral, sus consejos brindados, ellos me han inculcado valores tales como: el respeto, la responsabilidad, la honestidad, la verdad, que jamás olvidaré. A toda mi familia por haberme brindado su apoyo incondicional a lo largo de mi carrera ya que sin su ayuda no hubiera terminado una de mis etapas profesionales.

A la vez está dedicada a todas las personas que de una u otra manera me han apoyado para lograr uno de mis objetivos.

YÁNEZ ACUÑA CRISTIAN ANDRÉS

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento está dirigido a Dios ya que él me ha dado la sabiduría necesaria para poder sobresalir de los problemas que he tenido en el transcurso de mis estudios y a lo largo de mi vida.

Agradezco a mis padres, hermanos, familia y amigos por haberme brindado su apoyo que en base a los consejos de sus experiencias me han sabido guiar y han hecho de mí una persona responsable, agradezco a Silvana Yáñez por haber permanecido a mi lado en los momentos buenos y malos también ya que su apoyo me ha dado la fortaleza para no caer y seguir adelante.

A la vez doy gracias a esta noble institución que me abrió las puertas y a todos mis maestros que impartieron sus conocimientos, experiencias y consejos que me han servido para ser un buen alumno.

YÁNEZ ACUÑA CRISTIAN ANDRÉS

ÍNDICE DE CONTENIDO

CARATULA	
CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO I	1
1. TEMA	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Planteamiento del problema	2
1.3 Justificación	2
1.4 Objetivo General	3
1.5 Objetivos Específicos	3
1.6 Alcance	3
CAPÍTULO II	4
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Twin Otter DHC-6	4
2.2 Especificaciones del Twin Otter DHC-6	5
2.2.1 Características generales	5
2.2.2 Rendimiento	6
2.3 Motor	6
2.3.1 Entrada de Aire	8
2.3.2 Compresor	8
2.3.2.1 Compresor centrífugo	8
2.3.2.2 Compresor axial	8
2.3.3 Cámara de combustión	9
2.3.3.1 Cámara de combustión tubular	9
2.3.3.2 Cámara de combustión anular	10
2.3.3.3 Cámara Mixta o Tubo Anular	10
2.3.4 Turbina	11

2.3.4.1 Turbina de compresor	11
2.3.4.2 Turbina de potencia	12
2.3.5 Ducto de Escape	12
2.3.6 Caja de reducción	13
2.3.7 Caja de engranajes de accesorios.	14
2.4 Sistema de aire general	15
2.5 Bleed Valve del compresor (Válvula de sangrado de aire)	16
2.6 Acero.....	17
2.7 Torno.....	18
2.8 Soldadura	19
2.8.1 Soldadura por Arco Eléctrico.....	20
2.8.2 Electrodo.....	21
2.8.2.1 Electrodos desnudos	21
2.8.2.2 Electrodos revestidos	21
2.9 Acoples Rápidos.....	23
2.10 Manómetros.....	23
2.10.1 Manómetros del tipo abierto	23
2.10.2 Manómetros diferenciales	23
2.11 Reguladores de Presión.....	24
2.11.1 Partes y Características del Regulador de Presión:	25
2.12 Taladro	26
2.13 Tornillo de Banco	27
2.14 Llaves de paso	28
2.15 Llaves manuales	28
2.16 Pintura.....	29
2.16.1 Preparación de superficies	29
2.16.2 Corrosión.....	29
2.16.3 Sistemas de pintado	30
2.17 Compresor de Aire.....	30
2.18 Garruchas (ruedas).....	31
CAPÍTULO III	33
3. DESARROLLO DEL TEMA	33
3.1 Introducción	33
3.2 Planteamiento de alternativas.....	34
3.2.1 Estudio de factibilidad	34
3.2.1.1 Factor Técnico Constructivo	34

3.2.1.2 Factor Operacional.....	34
3.2.1.3 Factor Económico.....	35
3.2.2 Requerimientos técnicos.....	35
3.3 Diseño.....	35
3.3.1 Descripción del Banco de Prueba.....	35
3.3.2 Partes del Banco de Prueba.....	36
3.4 Construcción del Banco de Prueba.....	36
3.4.1 Orden de construcción.....	36
3.4.2 Detalles de la construcción de las diferentes partes del banco.....	37
3.4.2.1 Construcción del soporte de sujeción para la Bleed Valve.....	37
3.4.2.2 Construcción de la base del soporte.....	38
3.4.2.3 Construcción de la mesa transportadora.....	39
3.4.2.4 Pintado de la mesa Transportadora.....	41
3.4.2.5 Calibración de los manómetros.....	41
3.4.2.6 Ensamblaje del banco de prueba.....	43
3.4.3 Elementos no Construidos.....	47
3.4.4 Codificación de máquinas, herramientas y equipos.....	48
3.4.5 Diagramas de proceso.....	51
3.4.5.1 Diagrama del proceso de construcción del soporte de sujeción.....	52
3.4.5.2 Diagrama de proceso de construcción de la mesa.....	53
3.4.5.3 Diagrama de proceso de construcción del banco de prueba.....	54
3.5 Pruebas de Funcionamiento.....	55
3.6 Condiciones de seguridad.....	56
3.7 Manuales de seguridad, operación y mantenimiento.....	57
3.8 Presupuesto.....	61
3.8.1 Rubros.....	61
3.8.1.1 Costo primario.....	61
CAPÍTULO IV.....	64
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	64
4.1 Conclusiones.....	64
4.2 Recomendaciones.....	65
GLOSARIO.....	66
BIBLIOGRAFÍA.....	69
ANEXOS.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Avión Twin Otter.....	5
Figura 2 Motor PT6A-27	6
Figura 3 Diseño de Turbina libre.....	7
Figura 4 Estaciones del Motor PT6A-27	7
Figura 5 Compresor centrífugo	8
Figura 6 Etapas del compresor	9
Figura 7 Cámara de combustión tubular	10
Figura 8 Cámara de combustión.....	11
Figura 9 Turbina del compresor	12
Figura 10 Turbina de potencia.....	12
Figura 11 Ducto de escape	13
Figura 12 Caja de reducción.....	14
Figura 13 Caja reductora planetaria.....	14
Figura 14 Caja de accesorios.....	15
Figura 15 Zona de sangrado del motor	15
Figura 16 Bleed Valve	17
Figura 17 Partes del torno	18
Figura 18 Principio general de la soldadura.....	19
Figura 19 Circuito Soldadura Arco Eléctrico.....	21
Figura 20 Electrodo	22
Figura 21 Nomenclatura de los Electrodos	22
Figura 22 Acoples rápidos para mangueras	23
Figura 23 Manómetro	24
Figura 24 Regulador de presión.....	24
Figura 25 Partes del regulador de presión.....	25
Figura 26 Partes del Tornillo de Banco	27
Figura 27 Llave de Paso.....	28
Figura 28 Llaves manuales.....	29
Figura 29 Partes del compresor de aire.....	31
Figura 30 Garrucha (rueda).....	32
Figura 31 Modelo basado para el banco de prueba	33
Figura 32 Soporte de sujeción moldeado en el torno.....	37
Figura 33 Agujeros para la ubicación de la Bleed Valve.....	37
Figura 34 Construcción de la base del soporte de sujeción	38
Figura 35 Soporte de sujeción para la Bleed Valve.....	39

Figura 36 Construcción de la mesa transportadora.....	40
Figura 37 Materiales utilizados para la mesa transportadora.....	40
Figura 38 Mesa transportadora culminada.....	41
Figura 39 Herramientas para la calibración del manómetro	42
Figura 40 Calibración de los manómetros	42
Figura 41 Soporte de sujeción en una entenalla	43
Figura 42 Elementos para ensamblar el Banco de Prueba	44
Figura 43 Ubicación del teflón en acoples y uniones	44
Figura 44 Ensamblado del banco de prueba.....	45
Figura 45 Armado finalizado del soporte de sujeción	45
Figura 46 Instalación de la Bleed Valve	46
Figura 47 Instalación del soporte de sujeción a la mesa transportadora.....	46
Figura 48 Banco de Prueba finalizado	47
Figura 49 Reguladores de presión utilizados	48
Figura 50 Elementos no construidos.....	48
Figura 51 Equipo de protección personal.....	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características del Twin Otter	5
Tabla 2 Rendimiento del Twin Otter	6
Tabla 3 Propiedades mecánicas.....	18
Tabla 4 Ventajas y desventajas de la Soldadura.....	20
Tabla 5 Codificación de Máquinas	48
Tabla 6 Codificación de Herramientas.....	49
Tabla 7 Codificación de Material	49
Tabla 8 Síntesis del proceso de construcción herramientas, máquinas y materiales..	50
Tabla 9 Simbología de los Diagramas de Proceso.....	51
Tabla 10 Costos Primarios	61
Tabla 11 Costo Mano de obra	62
Tabla 12 Costos Secundarios	62
Tabla 13 Costo total del proyecto.....	63

RESUMEN

El presente proyecto de grado se encuentra enmarcado en la comprobación del funcionamiento de la Bleed Valve del motor turbohélice PT6A-27/34 mediante un Banco de Prueba para el avión Twin Otter de la Fuerza Aérea Ecuatoriana. El problema se enfoca en la necesidad de mantener la aeronave 100% operativa, encontrando necesidades en el mantenimiento y chequeo operacional de la Bleed Valve.

El marco teórico se encuentra redactado en el capítulo II basando la información en el Manual de Mantenimiento PRATT AND WHITNEY CANADÁ. 75-30-00, además se ha hecho necesario la recopilación de datos, archivos y fotografías desde fuentes del internet, para facilitar el desarrollo del presente proyecto.

El banco de pruebas consta de dos partes, una mesa de transporte y soporte con ruedas para su fácil movilidad, la segunda parte consta de dos entradas de aire, una de ellas simula la salida de aire del compresor de la estación P3 y la otra de la estación P2.5. Cada entrada de aire dispone de un regulador de presión y una llave de cierre. Al colocar la válvula en el banco y enviar el aire adecuado se puede observar el funcionamiento de la misma.

La operación del banco de prueba es muy sencilla y permite crear las condiciones necesarias para simular la operación real de la válvula cuando está instalada en el motor y de esta manera comprobar su correcto funcionamiento.

En el Capítulo IV donde se encuentran las conclusiones obtenidas al finalizar el proyecto con el análisis respectivo de resultados y las recomendaciones emitidas para su utilización óptima y adecuada.

Palabras clave:

- Mantenimiento.
- Manuales técnicos.
- Bleed Valve.
- Banco de prueba.

ABSTRACT

This final research is framed in checking the operation of the Bleed Valve of PT6A-27/34 turboprop engine through a test bench for the Twin Otter plane from the Ecuadorian Air Forces. The problem is focused on the need to maintain the aircraft 100% operational, finding needs in the maintenance and in the operational check of Bleed Valve.

The theoretical framework is written in chapter II basing on the information in the PRATT AND WHITNEY CANADA. 75-30-00 Maintenance Manual and it also needed the collection of data, files and photos from internet sources to facilitate the development of this project.

The test bench consists of two parts: a transport table and stand with wheels for an easy mobility, and the second part consists of two air inlets, one of them simulates the air outlet of the compressor of P3 station and the other of P2.5 station. Each air inlet has a pressure regulator and a stopcock. By placing the valve on the bench and send the appropriate air you can observe the operation thereof.

The operation of the test bench is simple and allows you to create the necessary conditions to simulate the actual operation of the valve when installed in the engine and thus verify proper operation.

In Chapter IV, there are the conclusions took at the end of the project with the respective analysis results and the recommendations for optimal and appropriate use.

Keywords:

- Maintenance
- Technical manuals
- Bleed Valve.
- Test Bench

Checked by: Lic. Diego Granja
Jefe Sec. Dpto. Lenguas UGT

CAPÍTULO I

1. TEMA

“COMPROBACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA BLEED VALVE DEL MOTOR TURBOHÉLICE PT6A-27/-34 MEDIANTE UN BANCO DE PRUEBA PARA EL AVIÓN TWIN OTTER DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA.”

1.1 Antecedentes

La Fuerza Aérea Ecuatoriana está conformada por el Escuadrón Twin Otter, situada en la ciudad de Latacunga en el Hangar del CIMAN conjuntamente al CEMA. Tiene como deber el combinar medidas, recursos humanos y materiales para dar vida a la aviación, que conlleva el objetivo de la seguridad de los pasajeros, los tripulantes y el personal en tierra, es por esto que se deben cumplir con las prácticas de mantenimiento recomendadas por el fabricante, efectuando el mantenimiento de tipo preventivo a fin de mantener la aeronave operable y en buenas condiciones de funcionamiento, permitiendo que técnicos y estudiantes relacionados con la aviación realicen nuevos métodos de investigación e información acerca de varios sistemas para un mejor entendimiento.

El Avión Twin Otter posee en su motor un componente llamado Bleed Valve que está situada en la séptima etapa del generador de gas, consiste en una válvula que tiene la intención de desviar una parte del flujo de otro sistema ya que de su correcto funcionamiento depende un óptimo desempeño del motor.

Es por esto que el escuadrón debe realizar en base al manual de mantenimiento la “comprobación del funcionamiento de la Bleed Valve del motor Turbohélice PT6A-27/-34 mediante un Banco de Prueba para el Avión Twin Otter de la Fuerza Aérea Ecuatoriana”, el cual puede ser manipulado fácilmente por el personal de mantenimiento del escuadrón, al ser diseñado de una forma básica pero muy introducida a la realidad de operación en el entorno del avión.

1.2 Planteamiento del problema

La sección Twin Otter perteneciente al Ala 11 de la Fuerza Aérea Ecuatoriana está conformada por un personal apto y calificado para llevar a cabo el trabajo de mantenimiento respectivo de las aeronaves. De forma constante ha generado que la falta de equipos no presten las facilidades necesarias para complementar y cumplir de forma adecuada el procedimiento de overhaul de las aeronaves; originando vuelos inseguros es así que se requiere en la actualidad medios para evidenciar el funcionamiento y operación de las diversas partes y componentes de la aeronave.

Sin embargo a las condiciones en que estas aeronaves operan están propensas a sufrir daños en la parte del motor, las Bleed Valve sufren (atascamientos), lo que causa que el compresor deje escapar presión de aire y el motor no pueda desarrollar a su máxima potencia y el avión entraría a una condición insegura de vuelo.

Para que la Bleed Valve no se atasque, el manual de mantenimiento indica realizar un chequeo preventivo, por lo que se propone implementar un banco de comprobación para verificar el correcto funcionamiento de la Bleed Valve, el mismo que al momento la sección del personal técnico del Twin Otter no posee.

1.3 Justificación

El escuadrón Twin Otter al no contar con un banco de prueba para la comprobación del funcionamiento de la Bleed Valve del motor PT6A-27/34, no mejorará la condición incomoda al realizar estos trabajos que conllevan el empleo de muchos recursos y tiempo al realizar el mantenimiento y comprobación de la misma. En tal razón se justifica la construcción de este banco de prueba que va a ayudar a cumplir con los requerimientos antes mencionados y optimizar los trabajos que se realizan en este escuadrón.

1.4 Objetivo General

Comprobar el funcionamiento de la Bleed Valve del Avión Twin Otter de la Fuerza Aérea Ecuatoriana, cumpliendo con el manual de mantenimiento que indica desarrollar un Banco de Prueba, para así mejorar y facilitar el trabajo del personal de mantenimiento de dicha sección.

1.5 Objetivos Específicos

- Investigar el funcionamiento de la Bleed Valve.
- Construir la estructura del banco de prueba.
- Determinar los materiales y componentes a utilizar para el desarrollo del banco de prueba.
- Elaborar los manuales de seguridad, mantenimiento y operación del banco de prueba de acuerdo al Manual de Mantenimiento P/N 3013242 PRATT AND WHITNEY CANADA.

1.6 Alcance

El presente trabajo de investigación está dirigido al personal de mantenimiento de la sección Twin Otter de la Fuerza Aérea Ecuatoriana para facilitar y brindar beneficios de forma general, complementando con una de las tareas de mantenimiento programadas y reduciendo el tiempo estimado de inspección de una aeronave; el personal que se beneficiará directamente son los mecánicos del área de motores porque podrán realizar sus trabajos técnicamente empleando menos tiempo y recursos.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Twin Otter DHC-6

El DHC-6 Twin Otter es un avión de pasajeros, que está dentro de la configuración STOL (Short Take Off Landing) y avión utilitario desarrollado por la compañía canadiense de Havilland Canadá. Es considerado el programa aeronáutico con más éxito de la historia de Canadá. El tren de aterrizaje triciclo fijo, su relativamente alta tasa de ascenso lo han convertido en un exitoso avión de carga y pasajeros. Además, el Twin Otter es popular en las operaciones de paracaidismo. (WIKIPEDIA)

Los primeros aviones construidos fueron bautizados "Serie 1", la producción inicial en salir al mercado se denominó "Serie 100". En 1968 la producción de la "Serie 200" comenzó con el número de serie 116. Los cambios que se hicieron al inicio de la producción de la "Serie 200" incluían una mejora de las características STOL, agregando una proa alargada que contenía mayor espacio para equipaje (excepto en los aviones equipados con flotadores) y agregando una puerta más grande en el compartimento de equipaje trasero. Todos los aviones de la Serie 1, 100, y 200 y sus variantes (110, 210) fueron equipados con motores 550 HP PT6A-20. En 1969, se presentó la "Serie 300", comenzando con el número de serie 231. Tanto las prestaciones de vuelo, como la capacidad de carga, se incrementaron incorporando motores más potentes PT6A-27.

En 1974, la Fuerza Aérea Ecuatoriana adquirió los aviones Twin Otter, para ser destinados a cumplir misiones de "Acción Cívica" en la Región Litoral operando desde la Base Aérea Simón Bolívar de Guayaquil y en la Región Oriental desde la Base Aérea Mariscal Sucre de Quito.



Figura 1 Avión Twin Otter

2.2 Especificaciones del Twin Otter DHC-6

2.2.1 Características generales

Tripulación: mínimo 1, comúnmente 2 (debe ir a bordo un asistente de vuelo si el avión lleva al menos 19 pasajeros).

Tabla 1

Características del Twin Otter

CARACTERÍSTICAS	DETALLES
Capacidad	19-20 pasajeros.
Longitud	15,77 m.
Envergadura	19,80 m.
Altura	5,90 m.
Superficie alar	39 m ² .
Peso vacío	3.200-3.628 kg.
Peso máximo al despegue	5.670 kg.
Planta motriz	2× turbohélice Pratt & Whitney PT6A-27.
Potencia	620-680 HP 460-507 kW cada uno

Fuente: (https://es.wikipedia.org/wiki/De_Havilland_Canada_DHC-6_Twin_Otter, 2016)

2.2.2 Rendimiento

Tabla 2

Rendimiento del Twin Otter.

RENDIMIENTO	DETALLES
Velocidad nunca excedida	472 km/h.
Velocidad máxima operativa	340 km/h 210 mph.
Velocidad crucero	266 km/h 165 mph.
Alcance	1.690 km 1.050 mi.
Techo de vuelo	8.140 m 26.700 pies.
Régimen de ascenso	8,1 m/s 1.600 pies/min.

Fuente: (https://es.wikipedia.org/wiki/De_Havilland_Canada_DHC-6_Twin_Otter, 2016)

2.3 Motor

“El motor es la unidad que convierte la energía química del combustible en energía mecánica, para posterior generar energía cinética. Las etapas de funcionamiento de los motores son: admisión, compresión, combustión y escape”. (Oñate, 1981)

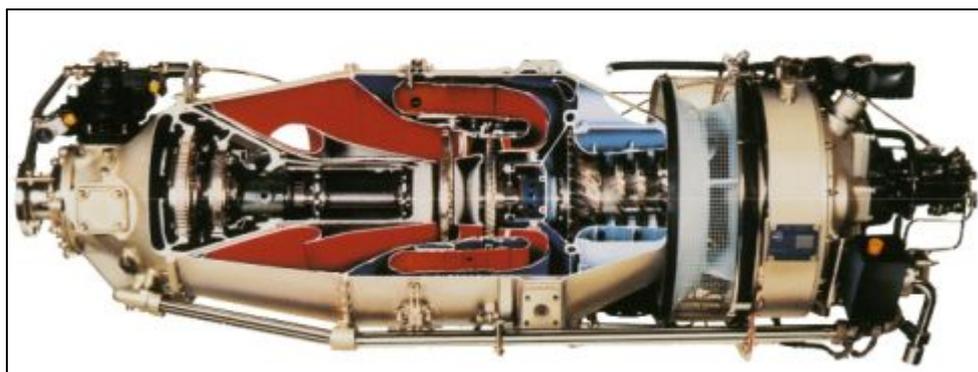


Figura 2 Motor PT6A-27

Fuente: (UNITED TURBINE, Manual de Entrenamiento, 2013)

“El motor PT6A-27 turbopropulsor sigue siendo el motor más popular del mundo en su clase y es uno de los mayores éxitos Pratt & Whitney Canadá. El PT6 es un motor de turbina libre y de pequeño tamaño y peso” (UNITED TURBINE, 2013, pág. 203).

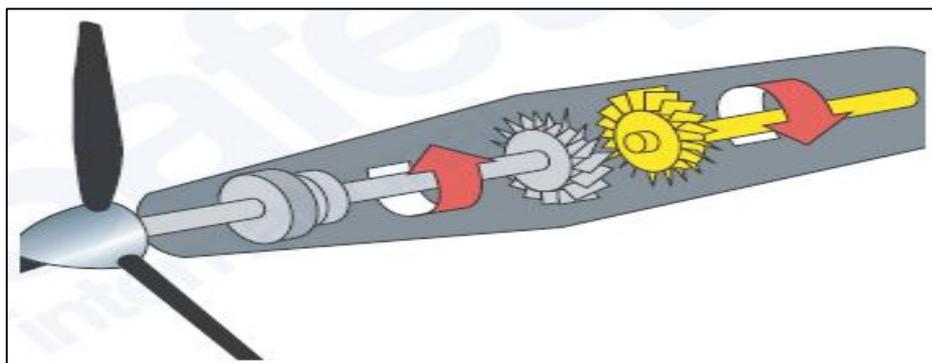


Figura 3 Diseño de Turbina libre

Fuente: (FLIGHT SAFETY, Twin Otter Pilot Training Manual, 2010)

Se divide en siete secciones principales las cuales son:

- Sección caja de accesorios
- Sección entrada de aire
- Sección compresor
- Sección cámara de combustión
- Sección turbinas
- Sección escape de gases
- Sección caja reductora

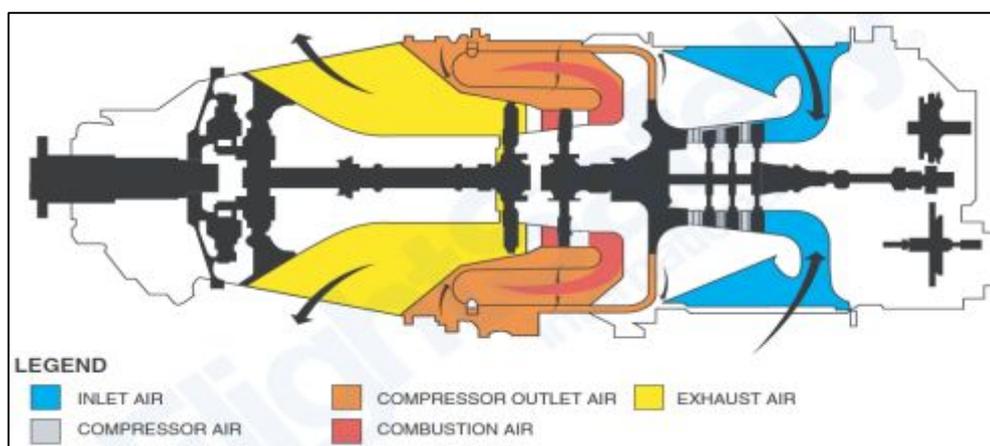


Figura 4 Estaciones del Motor PT6A-27

Fuente: (FLIGHT SAFETY, Twin Otter Pilot Training Manual, 2010)

2.3.1 Entrada de Aire

La entrada de aire está conformada por una carcasa (compressor inlet case) es una pieza de fundición de aluminio circular, su parte delantera forma la cámara de entrada de aire al compresor. Una malla metálica alrededor de la entrada de aire previene que partículas extrañas puedan entrar en el compresor, consiste en un conducto que orienta al aire hacia la sección de compresión. (UNITED TURBINE, 2013, pág. 13)

2.3.2 Compresor

Su función es elevar la presión del aire que entra en el motor para obtener una mayor potencia del mismo.

2.3.2.1 Compresor centrífugo

El aire entra en dirección axial y sigue una trayectoria radial, el rotor es un disco sobre el que están mecanizados una serie de perfiles que forman los canales de paso por donde pasa el aire y debido a la alta velocidad de giro del disco el aire es acelerado radialmente hacia la periferia. (Oñate, 1981)

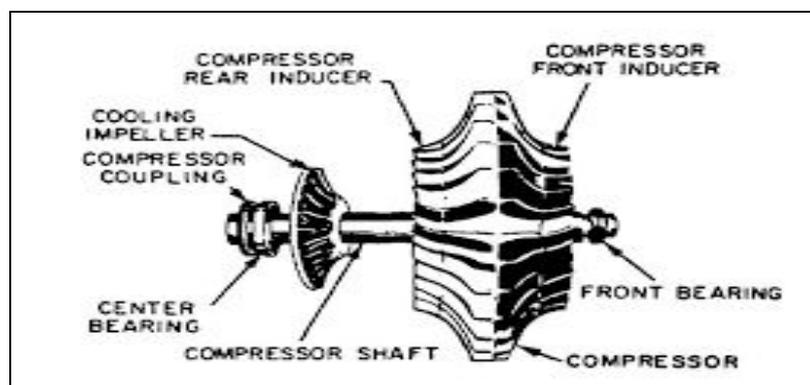


Figura 5 Compresor centrífugo

Fuente: (<http://termodinamicaymtg.blogspot.com/compressor-centrifugo.html>, 2013)

2.3.2.2 Compresor axial

El aire se mueve en una dirección paralela al eje del motor, este puede estar formado por una o por más etapas de compresión, las cuales están formadas por un conjunto de álabes rotores a los cuales les corresponde un conjunto de álabes fijos

conocidos como etapas estatoras cuya función es la de cambiar el sentido de entrada del aire para mantener la velocidad y elevar la presión. (Oñate, 1981)

El compresor del motor PT6A, recibe el aire de la toma y aumenta su presión brindando al aire la condición óptima para la combustión. Consta de tres etapas rotoras y una etapa impulsora centrifuga. Una salida de aire en la tercera etapa del compresor es la fuente de presión para los sistemas del avión tales como presurización, anti-hielo, el piloto automático, calefacción. (UNITED TURBINE, 2013, pág. 13)



Figura 6 Etapas del compresor

Fuente: (<https://www.youtube.com/watch?v=tAThLeX8Tt4>, 2012)

2.3.3 Cámara de combustión

Es el lugar donde se dirige el aire luego de elevar su presión y es donde se inyecta el combustible pulverizado para luego inflamarse. El resultado de la combustión produce un incremento en la temperatura de los gases proporcional a la cantidad de combustible.

Existen dos tipos básicos de cámaras de combustión y un tercero derivado de ellos.

2.3.3.1 Cámara de combustión tubular

Consiste de una serie de tubos cilíndricos interconectados alrededor del eje del motor en los cuales uno o más pueden estar equipados con una bujía de ignición para propagar la llama a través de los cilindros que no poseen mencionada bujía

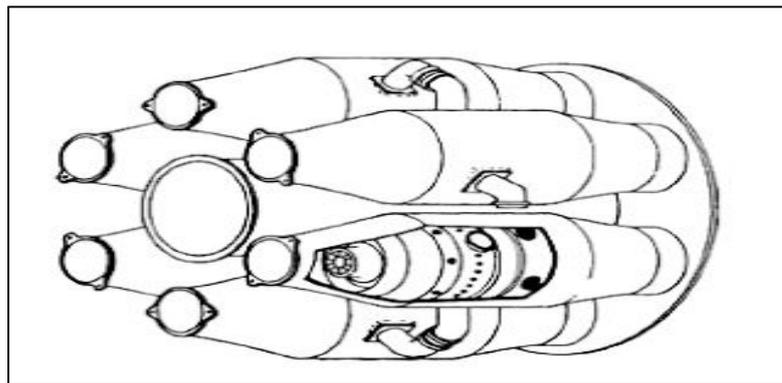


Figura 7 Cámara de combustión tubular

Fuente: (<http://aeronauticsfundamentals.blogspot.com/2015/09/tipos-de-combustores-camaras-de.html>, 2011)

2.3.3.2 Cámara de combustión anular

Consiste de una carcasa continua sin que exista la individualidad de los cilindros de la cámara de combustión tubular.

2.3.3.3 Cámara Mixta o Tubo Anular

No es otra cosa que una combinación de las dos anteriores en las cuales los cilindros se colocan uno a lado de otro formando un solo anillo.

En todos los casos las cámaras constan de agujeros de diferentes tamaños, los cuales sirven para que el aire entre directamente al interior de la cámara y se produzca la combustión, de igual manera existe agujeros que no ingresan a la cámara y son los encargados de dar refrigeración a las cámaras.

La cámara de combustión del motor PT6A es de flujo reverso y consiste de una cámara anular de aleación de tungsteno pesado resistente al calor y abierta por un lado. Una serie de agujeros, son diseñados para que provean la mejor mezcla de aire/combustible durante el arranque y durante la combustión sostenida. La dirección del aire se controla a través de aros de enfriamiento (cooling ring) que protegen las paredes de la cámara de la alta temperatura interna. Otras perforaciones de mayor diámetro aseguran que la temperatura de los gases sea homogénea y apropiada a la entrada de la turbina. (UNITED TURBINE, 2013, pág. 15)

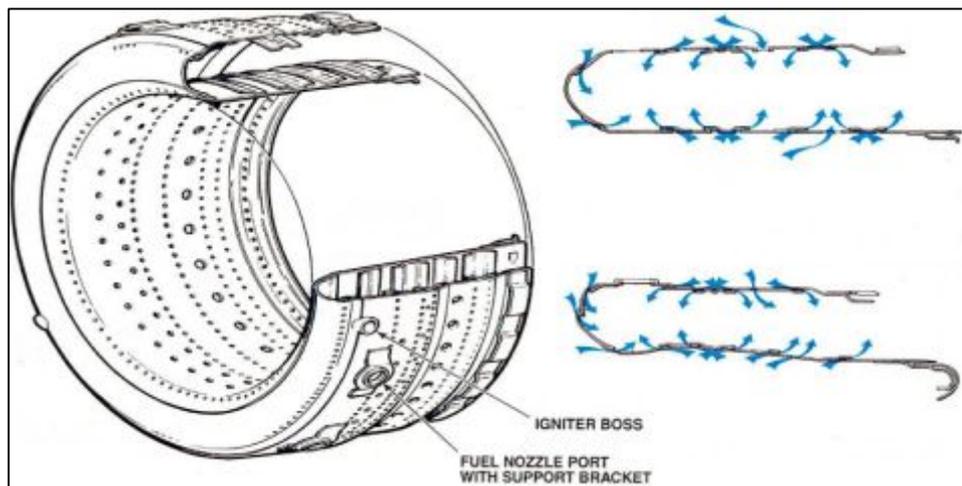


Figura 8 Cámara de combustión

Fuente: (UNITED TURBINE CORP. Manual de Entrenamiento, 2013)

2.3.4 Turbina

Se denomina turbina al mecanismo giratorio encargado de extraer la energía de los gases, es decir el trabajo mecánico obtenido a expensas del elevado nivel energético que es el producto de la combustión. Según el uso y la ubicación de la misma se puede hablar de turbinas de alta presión y de baja presión, para lo cual deberán cambiar en forma y tamaño según el diseño y motor en el cual van a ser empleadas. (Oñate, 1981)

El motor PT6A posee dos tipos de turbina independiente, es decir que la primera turbina se encarga de generar movimiento al compresor y la segunda turbina transmite movimiento hacia la caja de reducción para alimentar el movimiento y potencia del eje de la hélice. Ambas giran en sentido opuesto eliminando así la torsión y presión. Por lo tanto como se puede dar cuenta entre estas dos turbinas no existe una conexión mecánica por medio de un eje como se da en otros motores, su separación es de 8 cm. (UNITED TURBINE, 2013)

2.3.4.1 Turbina de compresor

Esta hace girar al compresor en sentido contrario a la agujas del reloj. El disco está unido a través de un eje al acople del compresor y sujeto por un tornillo y una arandela de retención. Una de las estrías es más grande, estría maestra, para que siempre se instale en la misma posición y mantener así su balance original. (UNITED TURBINE, 2013)

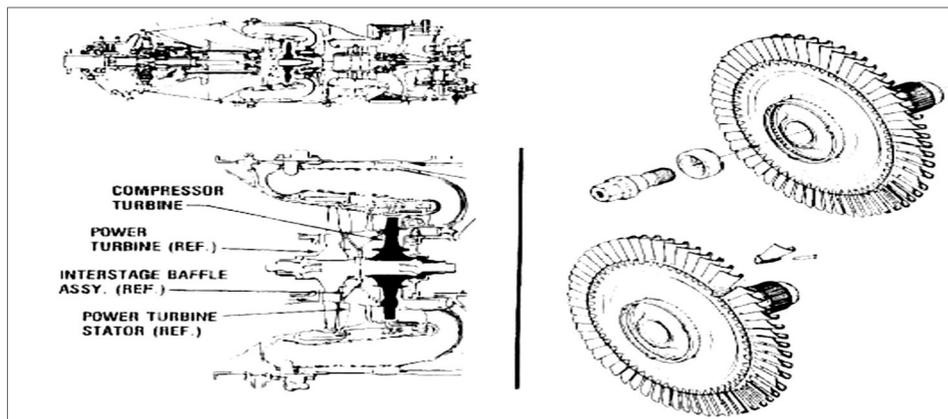


Figura 9 Turbina del compresor

Fuente: (UNITED TURBINE CORP. Manual de Entrenamiento, 2013)

2.3.4.2 Turbina de potencia

El conjunto de turbina de potencia se compone de un disco, Este mueve los engranajes de reducción a través del eje en el sentido de las agujas del reloj. El disco de la turbina es estriado en su eje, y engrana en el eje de la turbina de potencia siendo asegurado por un tornillo y una arandela de fijación. La punta de los álabes gira dentro de un aro. (UNITED TURBINE, 2013)

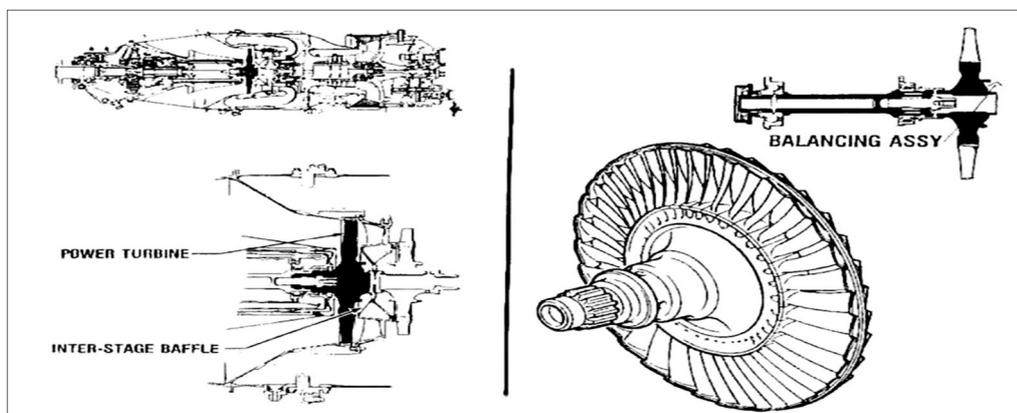


Figura 10 Turbina de potencia

Fuente: (UNITED TURBINE CORP. Manual de Entrenamiento, 2013)

2.3.5 Ducto de Escape

Según el tipo de motor el ducto de escape puede ser construido de varias formas y materiales, pero en si la función del escape es dirigir los gases de descarga de la turbina a la atmósfera. Para alcanzar el máximo empuje de una determinada masa de gas.

Donde deben cumplirse tres condiciones.

1. Los gases deben expansionarse completamente en las toberas de salida.
2. No deben tener componentes de velocidad tangencial, es decir no deben tener movimiento de rotación.
3. La dirección de los gases debe ser axial.

Para que se cumplan estos requisitos las toberas o escapes se construirán de formas convergentes o divergentes, según sea el caso.

“En el motor PT6A el conducto de salida de los gases consiste en un conducto de acero resistente al calor en forma divergente con dos salidas al exterior”. (UNITED TURBINE, 2013)

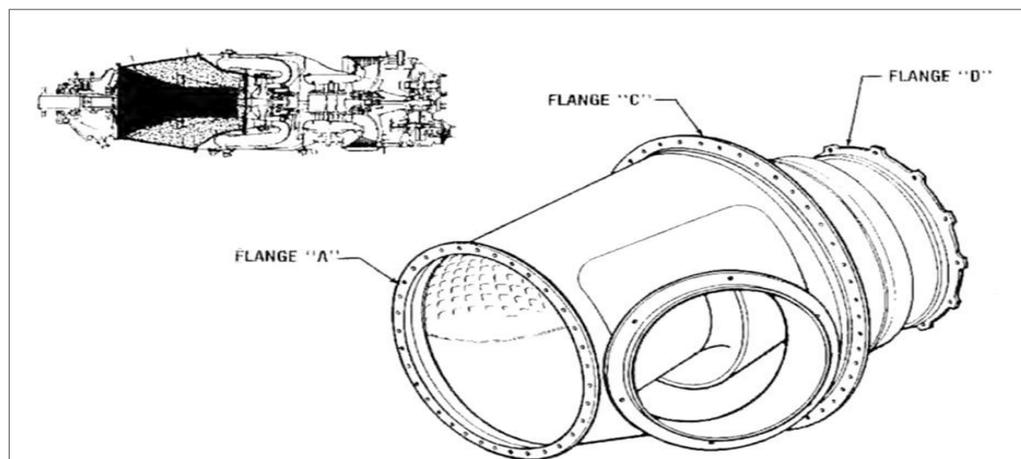


Figura 11 Ducto de escape

Fuente: (UNITED TURBINE CORP. Manual de Entrenamiento, 2013)

2.3.6 Caja de reducción

La caja reductora está localizada en la parte frontal del motor y consiste de dos carcasas atornilladas a la pestaña frontal del conducto de salida de los gases. El sistema se compone de dos etapas planetarias de reducción.

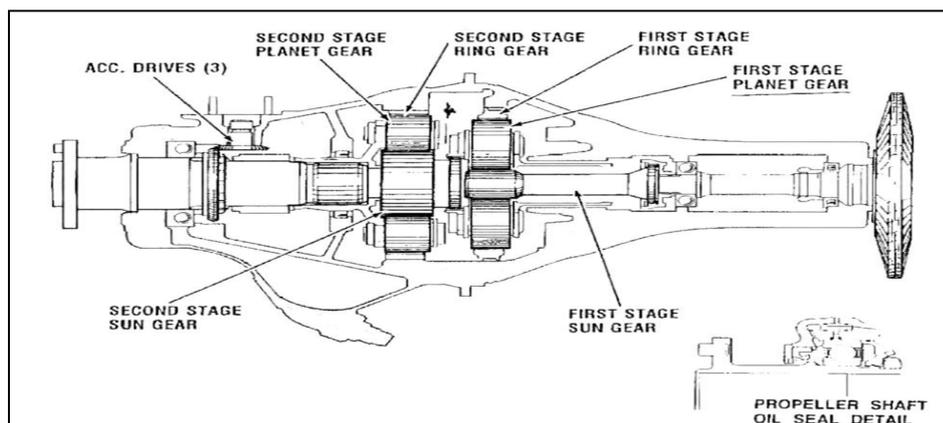


Figura 12 Caja de reducción

Fuente: (UNITED TURBINE CORP. Manual de Entrenamiento, 2013)

La función que cumple una caja reductora planetaria es disminuir las RPM provenientes del eje, para mover la hélice a una velocidad menor. El motivo de esto es que la hélice suele trabajar entre 900 rpm y 1900 rpm ya que velocidades superiores podrían hacer que las puntas de hélice girasen a una velocidad cercana a la del sonido, para lo cual no están diseñadas. (Take Off Briefing, 2013)

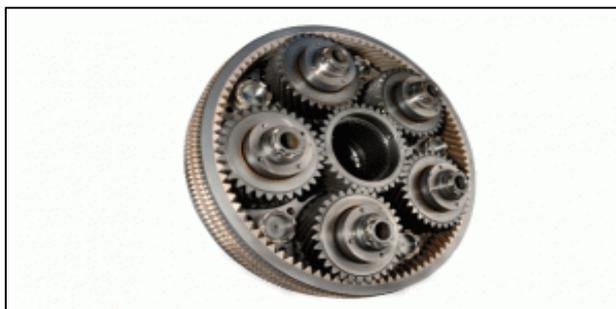


Figura 13 Caja reductora planetaria

Fuente: (<http://www.takeoffbriefing.com/transicion-al-turbohelice/>, 2013)

2.3.7 Caja de engranajes de accesorios.

La caja de accesorios está situada en la parte trasera del donde se encuentran las plataformas para montar los accesorios: generador/motor de arranque, bomba de combustible con el FCU (unidad reguladora de combustible), la caja de accesorios tiene en la parte superior izquierda una tapa con varilla para chequear el nivel de aceite y relleno si es necesario. (UNITED TURBINE, 2013)

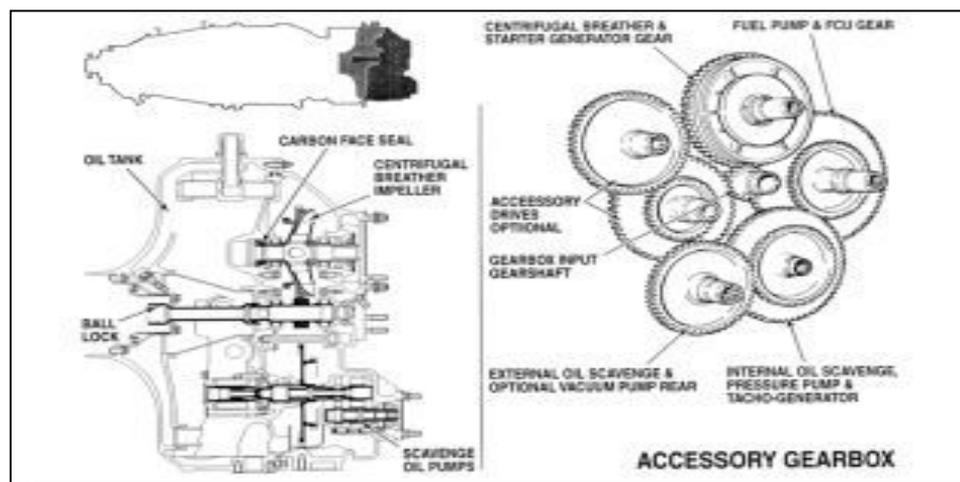


Figura 14 Caja de accesorios

Fuente: (UNITED TURBINE CORP. Manual de Entrenamiento, 2013)

2.4 Sistema de aire general

En el motor PT6A-27/34 encontramos tres sistemas diferentes que utilizan aire para ejercer su función: válvula de sangrado de aire del compresor, sellos de laberinto que mantienen al aceite dentro de la zona de cojinetes y aire de refrigeración de las secciones calientes. Hay dos fuentes opcionales de aire a presión. Una sale de la zona de sangrado del compresor a la presión P2.5 en la posición de la 1 del reloj del gas generador, la otra es la zona de descarga del compresor a la presión P3 en la posición de las 11 del reloj también en el gas generador. (UNITED TURBINE, 2013, pág. 30)

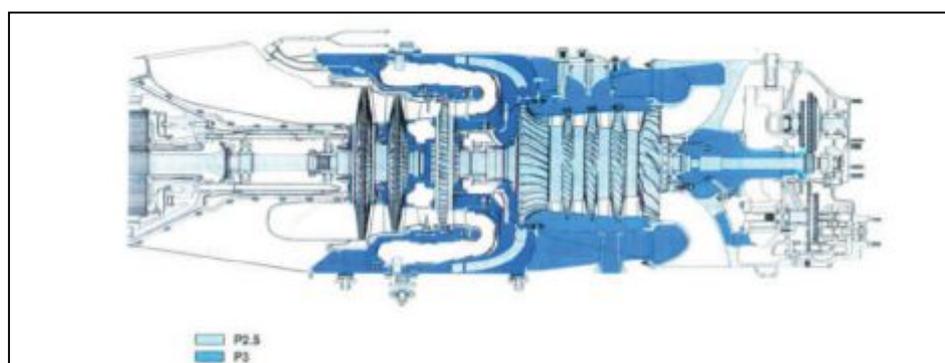


Figura 15 Zona de sangrado del motor

Fuente: (UNITED TURBINE CORP. Manual de Entrenamiento, 2013)

2.5 Bleed Valve del compresor (Válvula de sangrado de aire)

La función de la Bleed Valve es adaptar los dos módulos del compresor, axial y centrífugo, según la cantidad de aire que producen en baja y altas revoluciones. En baja, el compresor axial (3 o 4 etapas) produce más aire que el compresor axial puede procesar y si no se evacua una parte de este aire el compresor centrífugo se atora, produciendo una entrada en pérdida del compresor (stalling) y para evitarlo se abre un escape al aire del compresor en su etapa 2.5 evitando así la entrada en pérdida (stalling) del compresor a bajas revoluciones. Una vez que el compresor gana revoluciones el compresor centrífugo se hace más efectivo y puede recibir más aire, la Bleed Valve empieza a cerrarse paulatinamente hasta que ya todo el aire del compresor axial pasa por el centrífugo y de ahí a la cámara de combustión. En la serie -41 estos motores incorporan dos válvulas, una de baja y otra de alta. En las series -60/ -65 / -67 se ha llegado a una sola válvula con distintas configuraciones que en lugar de descargar el aire al exterior lo manda hacia la entrada al compresor para aumentar supuestamente su eficiencia aunque con efectos negativos en cuanto a la corrosión de la carcasa de entrada de aire al compresor. Está localizada en la posición de las 6 del reloj. (UNITED TURBINE, 2013, pág. 30)

La Bleed Valve está asegurada por cuatro pernos a una salida del cuerpo del generador de gas, que provee un pasaje directo del flujo del aire comprimido de entre etapas (P2.5) a la parte inferior de la válvula. Un guía resorte (spring pin) colocado en la base de la válvula de extracción sirve para alinear el agujero P3 con el correspondiente en el cuerpo del generador de gas.

El aire entregado por el compresor (P3) es extraído y medido a través de un orificio fijo en la unidad, entonces se dirige a través de la parte superior del pistón y sale a la atmosfera (Pa) a través de un orificio convergente-divergente. La presión controlada (PX) entre los dos orificios actúa contra el lado superior del pistón, por lo tanto cuando PX es mayor que P2.5, la válvula de extracción se cierra. En la posición cerrada, la salida está sellada por el pistón el cual es forzado contra su asiento por la acción de PX. (PRATT AND WHYTNEY CANADA 75-30-00)

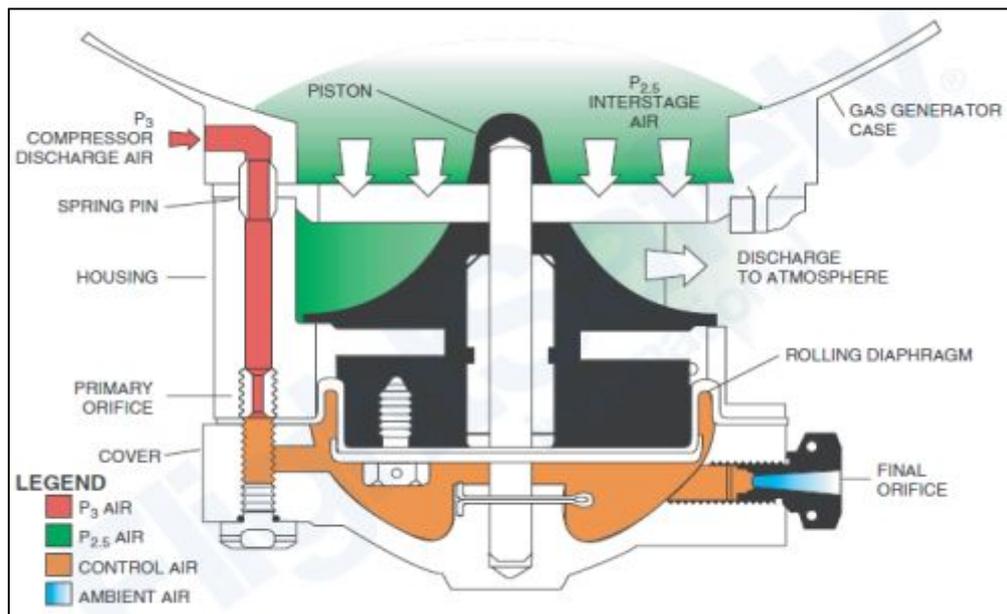


Figura 16 Bleed Valve

Fuente: (FLIGHT SAFETY, Twin Otter Pilot Training Manual, 2010)

2.6 Acero

Según (ARQHYS ARQUITECTURA, 2012) El Acero es una mezcla de metales (aleación) formada por varios elementos químicos, principalmente hierro y carbón como componente minoritario (desde el 0,25% hasta el 1,5% en peso). El acero inoxidable se caracteriza por su alta resistencia a la corrosión.

Características principales:

- **Resistencia al desgaste:** Es la resistencia que ofrece un material a dejarse erosionar cuando está en contacto de fricción con otro material
- **Tenacidad:** Es la capacidad que tiene un material de absorber energía sin producir Fisuras (resistencia al impacto).
- **Maquinabilidad:** Es la facilidad que posee un material de permitir el proceso de mecanizado por arranque de viruta.
- **Dureza:** Es la resistencia que ofrece un acero para dejarse penetrar.

Las propiedades del acero son suministro laminado en frío (medidas pequeñas hasta 2 ½) o torneado (medidas hasta 6”) las medidas 7”, 8”, 9”, 10” son suministradas laminas en calientes.

Tabla 3

Propiedades mecánicas

Propiedad	Diámetro
Esfuerzo de cedencia, N/mm ²	Min. 483
Resistencia a la tensión, N/mm ²	566
Elongación, A5	20%
Reducción de área, Z	57%
Dureza	163 HB

Fuente: (<https://es.wikipedia.org/wiki/Acero>, 2016)

2.7 Torno

“El torno es una máquina-herramienta para mecanizar piezas por revolución arrancando material en forma de viruta mediante una herramienta de corte. Ésta será apropiada al material y que siempre será más dura y resistente que el material mecanizado.” (Monografias.com, 2006). Permite mecanizar piezas de forma geométrica de revolución (cilindros, conos, hélices).



Figura 17 Partes del torno

Fuente: (<http://www.areatecnologia.com/herramientas/torno.html>, 2014)

2.8 Soldadura

Se denomina así a todos los procesos de unión de metales que se realizan por fusión localizada de las partes a unir, mediante la aplicación conveniente de calor o presión. Puede ser con y sin aporte de material a las piezas unidas, donde el material de aporte es de igual o diferente tipo a las partes a unir. Es importante tener en cuenta que la soldadura cambia la estructura física de los materiales que se sueldan, debidos a que cambia alguna de las propiedades de los materiales que se están uniendo. (ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA, 2008, pág. 9)

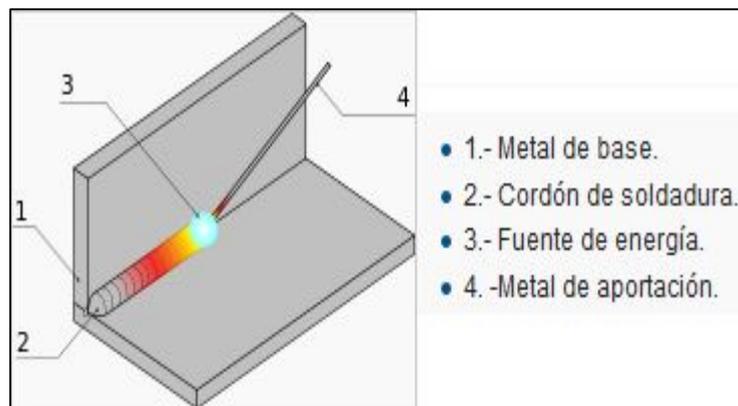


Figura 18 Principio general de la soldadura

Fuente: (<https://es.wikipedia.org/wiki/Soldadura>, 2016)

Los tipos de soldadura se clasifican por la forma de producir la fusión (calor), o el proceso, comúnmente se conoce a la soldadura por arco eléctrico, soldadura autógena, soldadura MIG, soldadura por resistencia (punto).

Tabla 4**Ventajas y desventajas de la Soldadura**

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Proporciona una unión permanente y las partes soldadas se vuelven una sola unidad. • La unión soldada puede ser más fuerte que los materiales originales si se usa un material de relleno que tenga propiedades de resistencia superiores a la de los metales originales y se aplican las técnicas correctas de soldar. • La soldadura es la forma más económica de unir componentes. • La soldadura no se limita al ambiente de fábrica, se puede realizar en el campo. 	<ul style="list-style-type: none"> • La mayoría de las operaciones de soldadura se hacen manualmente, lo cual implica alto costo de mano de obra. Hay soldaduras especiales y la realizan personas muy calificadas. • La soldadura implica el uso de energía y es peligroso. • Por ser una unión permanente, no permite un desensamble adecuado. En los casos cuando es necesario mantenimiento en un producto no debe utilizarse la soldadura como método de ensamble. • La unión soldada puede tener defectos de calidad que son difíciles de detectar. Estos defectos reducen la resistencia de la unión.

Fuente: (<http://senasoldadura.blogspot.com/2008/09/ventajas-y-desventajas.html>, 2008)

2.8.1 Soldadura por Arco Eléctrico

Es un proceso de soldadura por fusión en el cual la unificación de los metales se obtiene mediante el calor de un arco eléctrico entre un electrodo y pieza a soldar. El arco eléctrico es una descarga de corriente eléctrica a través de una separación en un circuito y se sostiene por la presencia de una columna de gas ionizado (llamado plasma), a través de la cual fluye la corriente. (ECURED)

El circuito básico de arco de soldadura se basa en una fuente de poder de CA o DC, está conectada por un cable de trabajo a la pieza de trabajo y por un cable caliente a un electrodo de algún tipo. Un arco se crea a través de la separación cuando el circuito con energía en la punta del electrodo toca la pieza de trabajo y se retira,. El arco produce una temperatura de aproximadamente 6500°F en la punta. Este calor se derrite tanto en el metal de base como en el electrodo, produciendo una pila de metal fundido llamado "cráter". El cráter se solidifica detrás del electrodo a

medida que se mueve a lo largo de la junta. El resultado es una unión por fusión. (LINCOLN ELECTRIC)

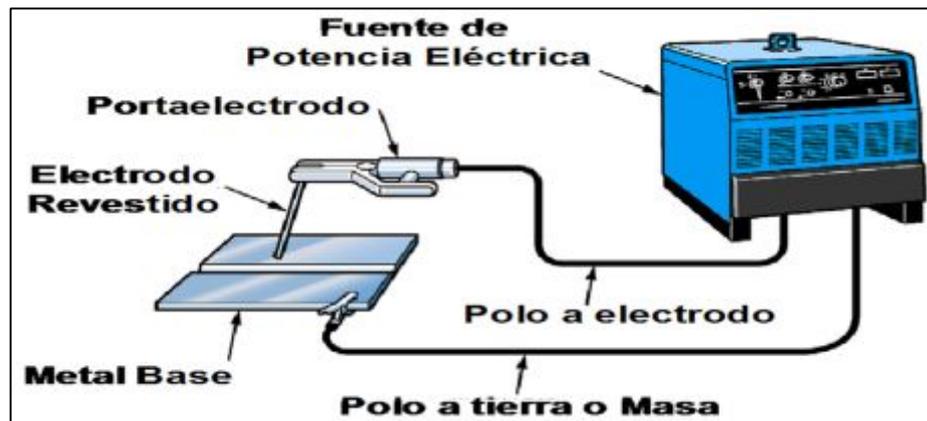


Figura 19 Circuito Soldadura Arco Eléctrico

Fuente: (<http://procesosdemanzuraymateriales.blogspot.com/2014/08/soldadura-por-arco-electrico-proceso-de.html>, 2014)

2.8.2 Electrodo

Según (DE MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS) El electrodo consiste en un núcleo o varilla metálica, rodeado por una capa de revestimiento, donde el núcleo es transferido hacia el metal base a través de una zona que conduce electricidad y que también pueden actuar como metal de soporte. Los electrodos podemos clasificarlos en dos tipos, los Desnudos y los Recubiertos:

2.8.2.1 Electrodos desnudos

Con estos electrodos, los materiales fundidos no están protegidos contra las acciones de los gases tales como el oxígeno y el nitrógeno, es por este factor que las soldaduras llegan a una calidad inferior. Estos electrodos únicamente se usan en los cordones secundarios y en las cargas estáticas.

2.8.2.2 Electrodos revestidos

Es un electrodo para soldaduras eléctricas, estos son los que generalmente se emplean en las estructuras metálicas. Este se encuentra protegido mediante un revestimiento compuesto de diversas sustancias, según las características que se deseen brindar al material de la soldadura y estas también protegen el metal fundido de la atmosfera y estabilizan el arco eléctrico.

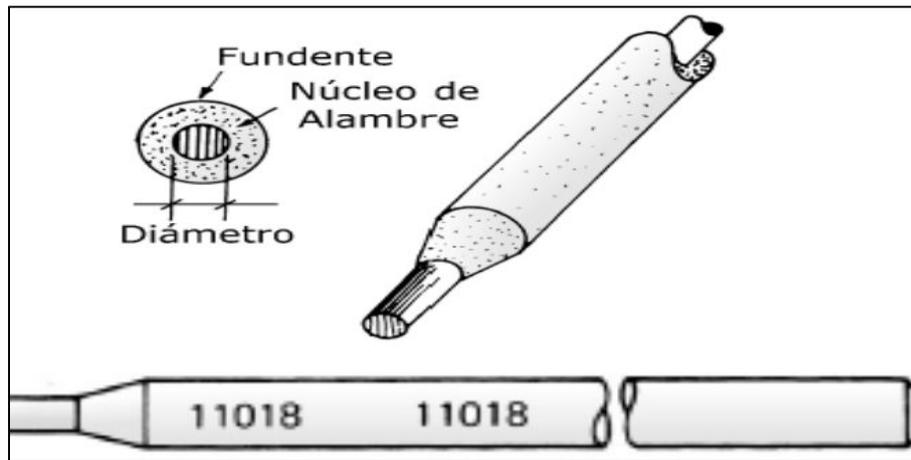


Figura 20 Electrodo

Fuente: (http://biblio3.url.edu.gt/Libros/2013/pro_ma/17.pdf, 2013)

El electrodo tiene diferentes propiedades y nomenclaturas lo cual conlleva a determinar un electrodo apropiado para el uso.

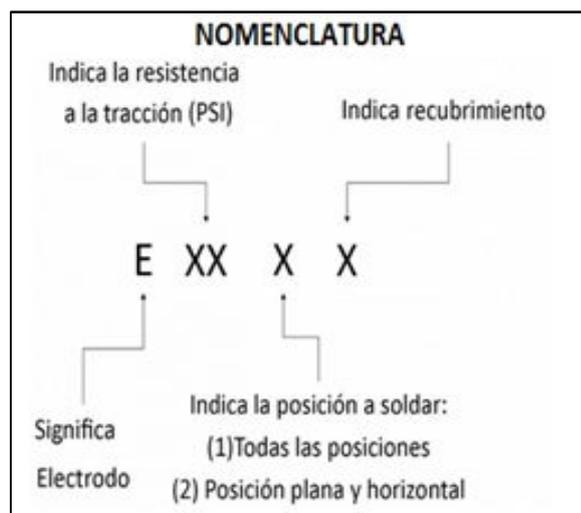


Figura 21 Nomenclatura de los Electrodo

Fuente: (http://soldadurayestructuras.com/2184409_Procesos-de-soldadura-y-corte.html, 2016)

2.9 Acoples Rápidos

Es un producto que permite unir dos puertos de elementos separados, uno de entrada y otro de salida, para transferencia en líneas neumáticas o de fluidos. Sus características principales son: Desempeño eficiente, variedad de tamaños y estilo, largo tiempo de vida útil. Fabricados en acero de alto desempeño con tratamiento anticorrosivo. Disponibles en rosca con conectores macho, hembra y fitting para manguera, su presión máxima de operación es de 250psi.



Figura 22 Acoples rápidos para mangueras

2.10 Manómetros

Es un instrumento de medición para la presión de fluidos contenidos en recipientes cerrados. Los manómetros pueden ser de dos tipos:

2.10.1 Manómetros del tipo abierto

Con una superficie atmosférica en un brazo y capaz de medir presiones manométricas.

2.10.2 Manómetros diferenciales

Sin superficie atmosférica y que sólo puede medir diferencias de presión.



Figura 23 Manómetro

Fuente: (<https://es.wikipedia.org/wiki/Man%C3%B3metro>, 2016)

2.11 Reguladores de Presión

Los reguladores o reductores de presión controlan la presión de salida equilibrando la fuerza de un muelle ajustable con las fuerzas causadas por las presiones de entrada y salida. La fuerza del muelle se ajusta girando el vástago/mando, lo que fija la presión de salida deseada. A medida que la presión de entrada disminuye, el equilibrio de fuerzas cambia. Para compensarlo, se incrementará la presión de salida. Esta variación en la presión de salida, es función del diseño y tipo del regulador. Si un regulador está sujeto a variaciones en la presión de entrada, y se necesita que la presión de salida sea constante. (SWAGELOK)



Figura 24 Regulador de presión

Fuente: (<http://www.herrcity.com>, 2016)

2.11.1 Partes y Características del Regulador de Presión:

- **Vástago.-** La rosca de paso fino permite un ajuste preciso del muelle con un bajo par de actuación.
- **Placa tope.-** Disco de seguridad que protege al diafragma de los excesos de presión.
- **Diafragma corrugado.-** El diafragma totalmente metálico actúa como el mecanismo sensor entre la presión de entrada y el rango del muelle.
- **Muelle de regulación.-** Al girar el mando, se comprime el muelle y se separa el obturador del asiento, aumentando la presión de salida.
- **Tapa de dos piezas.-** El diseño de dos piezas carga axialmente sobre el cierre del diafragma al apretar la tuerca de la tapa, evitando dañar al diafragma por torsión al ensamblar.
- **Filtro de entrada de malla.-** Las partículas del sistema pueden dañar a los reguladores. Se puede desmontar fácilmente para limpiarlo o para utilizar el regulador en servicio de líquidos.
- **Amortiguador del obturador.-** Mantiene el obturador alineado y reduce las vibraciones y la resonancia.

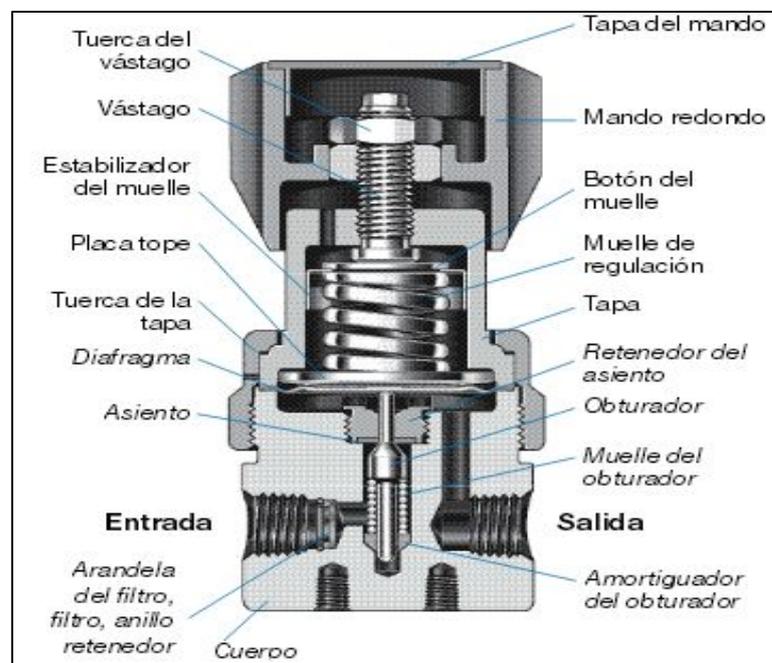


Figura 25 Partes del regulador de presión

Fuente: (<http://swagelok.com/downloads/WebCatalogs/ES/MS-02-230.pdf>, 2014)

2.12 Taladro

Es la herramienta donde se mecanizan la mayoría de los agujeros que se hacen a las piezas en los talleres mecánicos. Tienen dos movimientos: El de rotación de la broca que le imprime el motor eléctrico de la máquina a través de una transmisión por poleas y engranajes, y el de avance de penetración de la broca, que puede realizarse de forma manual sensitiva o de forma automática, si incorpora transmisión para hacerlo. (DE MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS)

Los tipos de taladros son: características y descripción

- **Barrena.-** Es la herramienta más sencilla para hacer un taladro. Básicamente es una broca con mango. Aunque es muy antigua se sigue utilizando hoy en día. Solo sirve para taladrar materiales muy blandos, principalmente maderas.
- **Berbiquí.-** El berbiquí es la herramienta manual antecesora del taladro y prácticamente está hoy día en desuso salvo en algunas carpinterías antiguas. Solamente se utiliza para materiales blandos.
- **Taladro manual.-** Es una evolución del berbiquí y cuenta con un engranaje que multiplica la velocidad de giro de la broca al dar vueltas a la manivela.
- **Taladro manual de pecho.-** Es como el anterior, pero permite ejercer mucha mayor presión sobre la broca, ya que se puede aprovechar el propio peso apoyando el pecho sobre él.
- **Taladro eléctrico.-** Es la evolución de los anteriores que surgió al acoplarle un motor eléctrico para facilitar el taladrado. Su versatilidad le permite no solo taladrar, sino otras muchas funciones (atornillar, lijar, pulir, desoxidar, limpiar, etc.)
- **Taladro sin cable.-** Es una evolución del anterior en el que se prescinde de la toma de corriente, sustituyéndose por una batería. La principal ventaja es su autonomía, al poder usarlo donde queramos sin necesidad de que exista un enchufe.
- **Martillo percutor.-** El martillo percutor es un taladro con una percusión (eléctrica, neumática o combinada) mucho más potente (utiliza más masa) y es imprescindible para perforar determinados materiales muy duros, como el hormigón, la piedra, etc., o espesores muy gruesos de material de obra.

- **Taladro de columna.-** Es un taladro estacionario con movimiento vertical y mesa para sujetar el objeto a taladrar. La principal ventaja de este taladro es la absoluta precisión del orificio y el ajuste de la profundidad. Permiten taladrar fácilmente algunos materiales frágiles (vidrio, porcelana, etc.) que necesitan una firme sujeción para que no rompan.
- **Minitaladro.-** Es como un taladro en miniatura. La posibilidad de utilizarlo con una sola mano y las altas revoluciones que coge, permiten una gran variedad de trabajos aparte del taladrado. Está indicado para aplicaciones minuciosas que requieren control, precisión y ligereza.
- **Minitaladro sin cable.-** Es igual que el anterior, pero accionado a batería, con la autonomía que ello supone. Como en el caso de los taladros, su principal inconveniente es la menor potencia.

2.13 Tornillo de Banco

El Tornillo de Banco o (Entenalla) sirve para la correcta sujeción de piezas de trabajo de cualquier material que deben cortarse, perforarse, limarse o mecanizarse para garantizar no sólo una operación precisa y de alta calidad, sino también la máxima comodidad y seguridad para el usuario. (DE MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS)

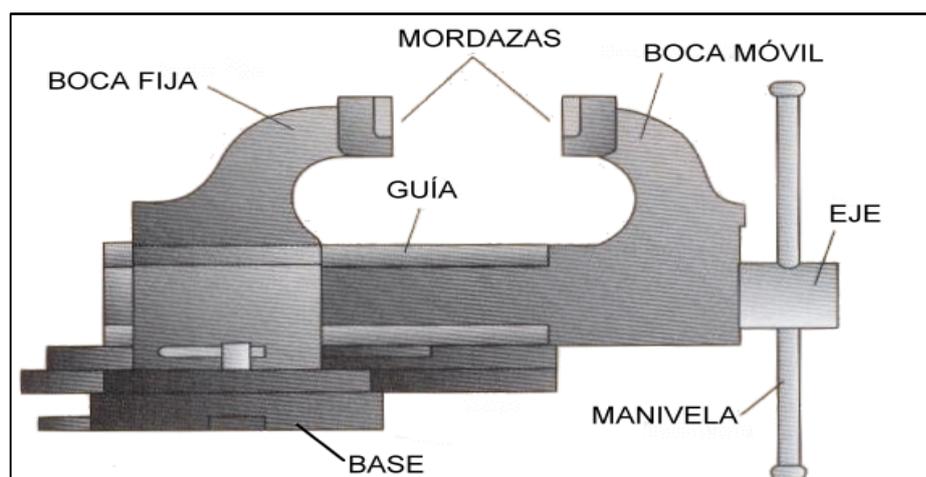


Figura 26 Partes del Tornillo de Banco

Fuente: (<http://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-manuales/morsas-o-tornillos-de-banco>, 2014)

2.14 Llaves de paso

Una llave de paso o llave de corte, es un dispositivo, generalmente de metal, usado para dar pasó o cortar el flujo de agua u otro fluido por una tubería o conducción en la que está inserto.

Existen varios tipos de llaves de paso:

- Llave de asiento
- Llave de macho o de bola
- Llave de discos cerámicos
- Llave de compuerta
- Llave de mariposa



Figura 27 Llave de Paso

Fuente: (<http://www.materialesdeoccidente.com/llave-de-paso-de-bola-12/>, 2016)

2.15 Llaves manuales

Son herramientas manuales que se utilizan para apretar elementos atornillados mediante tornillos o tuercas con cabezas hexagonales principalmente. Hay varios tipos de llaves:

- De boca fija
- De boca ajustable
- De tubo
- De par regulado (dinamo métricas).



Figura 28 Llaves manuales

Fuente: (https://es.wikipedia.org/wiki/Llave_herramienta, 2016)

2.16 Pintura

“Podemos definir una pintura como una composición líquida coloreada, que al ser aplicada sobre una superficie forma al cabo de un tiempo una película continua, de cualidades protectoras. Esta película se adhiere firmemente a la superficie.” (GrupoSur.net)

2.16.1 Preparación de superficies

Se entiende la limpieza que se efectúa, antes de aplicar la pintura, con el objeto de eliminar todo agente contaminante, partículas sueltas o mal adheridas, que sean ajenas o no a la superficie, dejándola apta para recibir una pintura. El realizar una limpieza inadecuada o poco cuidadosa puede provocar fallas prematuras en las pinturas, aunque las aplicaciones se realicen conforme a las indicaciones. Por esta razón se debe hacer especial hincapié en una limpieza de buena calidad especificarse para cada caso particular. (GrupoSur.net)

2.16.2 Corrosión

La corrosión es un proceso natural y normal de deterioro. La corrosión puede definirse por ello como el deterioro paulatino y permanente de los elementos metálicos por la acción del medio que los rodea.

2.16.3 Sistemas de pintado

Un sistema de pintado está constituido por varias capas de recubrimiento en que se complementan las cualidades de cada uno formando en su conjunto una capa protectora de alta resistencia. Un sistema está constituido normalmente por lo siguiente:

- Un primario o capa de fondo, Es una capa de pintura de gran adherencia a la base, normalmente contiene elementos pasavantes del metal en virtud de los pigmentos que contiene.
- En seguida se aplican las capas intermedias llamadas también Body o Barrier, para lo cual se emplean pinturas de altos sólidos, cuyo objeto primordial es llegar a los espesores finales especificados con un mínimo número de manos.
- Finalmente, se aplican las capas de sello o acabado, las que sellan definitivamente el sistema, otorgan el color final y las cualidades estética que se desean. Obviamente las pinturas seleccionadas para el sistema de ben ser compatibles entre sí.

2.17 Compresor de Aire

“Es una máquina que aspira aire ambiente a la presión y temperatura atmosférica y lo comprime hasta conferirle una presión superior. Son las máquinas generadoras de aire comprimido”. (Rincon del Vago)

Existen varios tipos de compresores, dependiendo la elección de las necesidades y características de utilización.

- Alternativos.- pistón, membrana
- Desplazamiento Fijo.- paletas, tornillo, roots
- Turbocompresores.- radial, axial



Figura 29 Partes del compresor de aire

Fuente: (<http://www.tuairescondicionado.com/elementos-del-compresor/>, 2015)

2.18 Garruchas (ruedas)

Mecanismo que consiste en una rueda giratoria que servirá cualquier uso, en especial industrial. Altamente indicado en aparatos para transporte con mediana y alta capacidad de carga.

Para un uso adecuado se debe tener en cuenta un montaje especializado. El producto tiene que estar firmemente ensamblado con el objeto en todos los puntos previstos. Las ruedas giratorias tienen que ser montadas, teniendo en cuenta que sus ejes oscilantes queden verticales. En un objeto sólo se pueden utilizar el mismo tipo de ruedas giratorias.

Características generales:

- Núcleo de rueda de poliamida
- Bandaje de goma elástica
- Sin dejar huellas
- Cojinete de bolas de precisión
- Pletina de fijación



Figura 30 Garrucha (rueda)

Fuente: (<http://www.ruedasygarruchas.com/Catalogo.html>, 2014)

CAPÍTULO III

3. DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Introducción

Para la comprobación del funcionamiento de la Bleed Valve se debe contar con el equipo adecuado especificado en el manual, ya que es una tarea de suma importancia para el buen funcionamiento del sistema de sangrado de aire del motor, se debe realizar una inspección fundamental y de esa manera mantener operativa la aeronave.

Es por eso que la elaboración de este banco de comprobación se hizo posible analizando el prototipo expuesto en el manual de mantenimiento del motor PT6A-27/34 ATA 75-30-00, el cual nos indica la operación de dicho banco comprobando fugas de la Bleed Valve indicado en las tareas de mantenimiento.

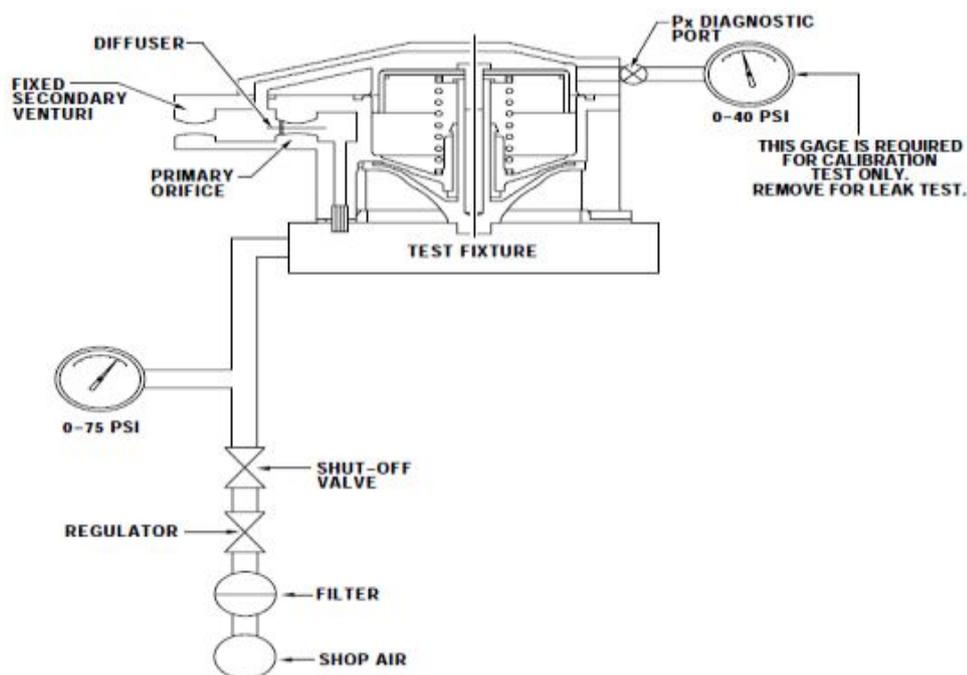


Figura 31 Modelo basado para el banco de prueba

Fuente: (Manual de Mantenimiento P/N 3013242 PRATT AND WHITNEY CANADÁ. 75-30-00, 2010)

3.2 Planteamiento de alternativas

Las alternativas para la construcción de este banco de prueba se reducen al diseño inicial que se analizó en el manual de mantenimiento del motor PT6A-27 ATA 75-30-00, Además de que todas las características del banco de pruebas fueron planteadas de acuerdo a las necesidades en los trabajos de mantenimiento,

En Cuanto al uso de los materiales, para la estructura no hubo ningún problema ya que el banco no soporta grandes cargas y no se requirió un análisis estructural de esfuerzos y cargas.

El resto del banco fue construido en base a las necesidades de acoplamiento de la Bleed Valve del motor, más que de esfuerzos, ya que las presiones con las que trabaja no son muy exigentes.

Posteriormente el diseño del banco de pruebas se fue mejorando e implementando los componentes y elementos necesarios para brindar las características operacionales deseadas.

3.2.1 Estudio de factibilidad

Para el estudio de factibilidad se consideran los siguientes factores:

- Factor técnico constructivo.
- Factor operacional.
- Factor económico.

3.2.1.1 Factor Técnico Constructivo

Se refiere al proceso de construcción de las piezas y partes del banco de prueba determinando el grado de dificultad de la construcción de los mismos, los materiales, así como la operación del banco en conjunto.

3.2.1.2 Factor Operacional

Se refiere al trabajo del banco de pruebas una vez finalizada su construcción a las características y funciones que presentará para realizar las tareas de mantenimiento.

3.2.1.3 Factor Económico

Se analiza la inversión económica que se debe hacer para la construcción del banco de prueba de la válvula de sangrado de aire.

3.2.2 Requerimientos técnicos

La seguridad que debe ofrecer este banco de prueba, para realizar las operaciones en el funcionamiento y mantenimiento de la Bleed Valve del motor, debe ser máxima, ya que va a ser manipulado por el personal encargado de la sección de motores del Twin Otter. Además se debe contemplar el cumplimiento de los siguientes requisitos:

- Facilidad en la transportación.
- De fácil operación y mantenimiento.
- Durabilidad de los materiales.

3.3 Diseño

3.3.1 Descripción del Banco de Prueba

El banco de prueba está constituido por un soporte de sujeción fabricado de acero para la Bleed Valve realizado en el torno, el cual cumple la función de simular las presiones de aire del motor P3 y P 2.5, para el funcionamiento de la válvula, tiene las adecuaciones necesarias para colocar la Bleed Valve en la posición correcta, tal y como va instalada en el motor, tiene dos entradas de aire, cada una con su respectivo regulador y válvula de cierre que permite enviar el aire de acuerdo a la necesidad, dos conductos con acoples rápidos para el suministro de aire.

Todo este equipo está montado sobre una mesa metálica que posee ruedas para el transporte en el hangar, además un recipiente para hacer la limpieza y mantenimiento de la válvula.

3.3.2 Partes del Banco de Prueba

Las partes que componen el banco de prueba son las siguientes:

- Una mesa metálica transportadora
- Soporte de sujeción para la Bleed Valve
- Base para el Soporte de sujeción para la Bleed Valve
- Acoples para la entrada de aire
- Reguladores de presión
- Válvula de seguridad de presión de aire
- Acoples rápidos
- Llaves de paso
- Acople desfogue a la atmosfera
- Pasador de seguridad para el soporte de sujeción para la Bleed Valve
- Recipiente plástico
- Garruchas (Ruedas)

3.4 Construcción del Banco de Prueba

3.4.1 Orden de construcción

- Adquisición y preparación del material para la construcción.
- Construcción del soporte de sujeción para la Bleed Valve.
- Construcción de la base del soporte para la sujeción a la mesa transportadora.
- Construcción de la mesa transportadora.
- Pintado de la mesa transportadora.
- Calibración de los manómetros.
- Ensamblado completo del banco de prueba.

3.4.2 Detalles de la construcción de las diferentes partes del banco

3.4.2.1 Construcción del soporte de sujeción para la Bleed Valve.

El soporte está construido de acero, cuyas medidas son 4" de diámetro por 2,5" de largo, tomando una forma cónica, en cuyo fondo está el ingreso de aire P2.5 y en uno de los extremos está el ingreso de aire P3. Los dos ingresos de aire fueron diseñados en base a las medidas de los acoples que se empernan, estos servirán como tomas de la entrada de aire. El proceso de modelado del reservorio fue realizado en el torno.



Figura 32 Soporte de sujeción moldeado en el torno

Se realizaron cuatro agujeros roscados para la sujeción de la válvula, tomando en cuenta la misma rosca, para de esta manera utilizar los mismos pernos de ajuste que van en el del motor.



Figura 33 Agujeros para la ubicación de la Bleed Valve

Una vez finalizado este proceso se verificó las medidas y se comprobó que la válvula se acople correctamente.

3.4.2.2 Construcción de la base del soporte

Se realizó el corte de piezas de acero para construir la base del soporte de sujeción de la Bleed Valve.

Se cortó 4 partes:

- Una de 9 cm de largo por 4 cm de ancho y 1 cm de espesor
- Una de 9 cm de largo por 5 cm de ancho y 1 cm de espesor
- Una de 9 cm de largo por 6 cm de ancho y por 1 cm de espesor
- Una de 7,5 cm de largo, por 4 cm de ancho y por 1 cm de espesor



Figura 34 Construcción de la base del soporte de sujeción

Además se utilizó una bisagra de 9 cm de largo de tres partes, una vez cortado el material, y verificadas las medidas, se procedió a soldar las partes y realizar los respectivos agujeros para incrustar en la mesa transportadora, el pasador de seguridad.

Por último se soldó el soporte a la base y terminado todo este proceso se verifico las medidas continuando con el respectivo lijado y pulido de la base del mismo, luego se le dio un tratamiento de cromado a toda la pieza con una protección anticorrosiva para de esta manera aumentar la vida útil del banco de prueba.



Figura 35 Soporte de sujeción para la Bleed Valve

3.4.2.3 Construcción de la mesa transportadora

La mesa metálica transportadora fue construida con tubo cuadrado de 3x3 cm con un espesor de 2mm, para lo cual se procedió a crear las medidas de 90cm, 55cm y 40cm que son las medidas del alto, largo y ancho respectivamente. Posteriormente se procedió cortar el tubo cuadrado con ayuda de la sierra manual.

Una vez terminado el corte, se realizó la unión de las piezas anteriores mediante puntos de suelda, utilizando la suelda eléctrica y electrodos AGA 6011 de 1/8 sin dejar pasar por alto la utilización de escuadras para las uniones a 45 grados. Luego fue necesario colocar puntos de suelda en los tubos de apoyo (patas) y acoples para las garruchas (ruedas) de la mesa transportadora de trabajo, con fin de que no se descuadre los tubos de apoyo (patas) al momento de rematar o soldar por completo todas las uniones de la mesa transportadora.



Figura 36 Construcción de la mesa transportadora

Una vez finalizado el proceso de suelda se siguió con el acabado, el mismo que consistió en cortar, esmerilar o pulir el cordón de suelda realizado con anterioridad, para que las uniones soldadas queden lisas y sin imperfecciones.

Una vez pulidos los puntos de suelda se procedió a cortar la plancha de tol de 45 cm de ancho por 60 cm de largo, para realizar la soldadura sobre la estructura de la mesa, dejando el respectivo espacio para el recipiente plástico, que también va acoplado en la mesa y para ello se hizo un corte circunferencial en el tol de radio de 11 cm basándonos en el recipiente plástico.



Figura 37 Materiales utilizados para la mesa transportadora

Una vez realizado esto se procedió al corte del tubo en dos pedazos de 55 cm, y dos de 34 cm, una vez obtenidos los elementos necesarios se procedió a la soldadura de las partes a la estructura de la mesa.

El siguiente paso en el proceso de construcción fue la soldadura de las dos garruchas (ruedas) en los tubos de apoyo (patas) de la mesa para su fácil transporte en el hangar.

Una vez acabada la mesa del banco procedemos a realizar el pintado de la misma con pintura anticorrosiva de color amarillo Caterpillar siguiendo lineamientos de seguridad.

3.4.2.4 Pintado de la mesa Transportadora

El proceso de pintado de la mesa se lo realizó al terminar el ensamble de todas las piezas, este proceso de pintado se lo hizo con pintura amarilla anticorrosivo con el fin de prevenir oxidación y corrosión en la mesa de transportación, además de cumplir con que los equipos de tierra deben tener este color.



Figura 38 Mesa transportadora culminada

3.4.2.5 Calibración de los manómetros

La calibración de los manómetros se llevó a cabo en el Ala de Transporte No. 11 perteneciente a la FAE, en el departamento de Metrología.

Este proceso fue necesario desarrollarlo para determinar que los manómetros se encuentren operacionales, teniendo una indicación correcta de la presión utilizada en el banco de prueba para la comprobación del funcionamiento de la Bleed Valve del motor PTA6-27/-34 del avión Twin Otter.

Para comenzar este proceso utilizamos las siguientes herramientas como:

- Bomba de presión (0-600 psi),
- Transductor de presión
- Display



Figura 39 Herramientas para la calibración del manómetro

Estas herramientas van conectadas entre sí para poder calcular el **porcentaje de exactitud** y así determinar el **ERROR MAX PERMITIDO**. Si el manómetro excede dicho error deberá ser sometido a un respectivo ajuste de calibración. (Ver Anexó D certificado de calibración de manómetros)



Figura 40 Calibración de los manómetros

3.4.2.6 Ensamblaje del banco de prueba

El ensamble del banco de prueba se lo realizo en primera instancia sujetando al soporte en una entenalla para así poder tener una mejor posición y trabajar en el ensamble.

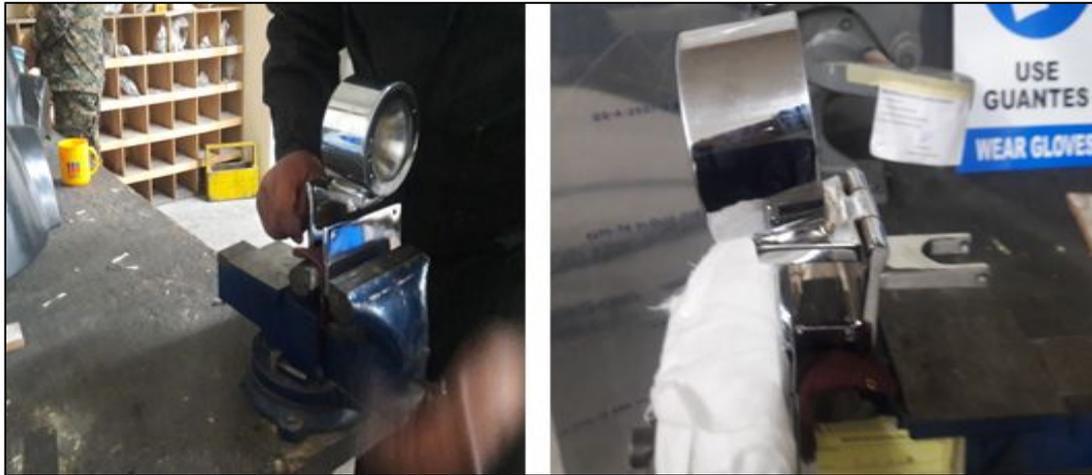


Figura 41 Soporte de sujeción en una entenalla

Con la utilización de herramientas, tales como llaves de ajuste para la unión de la mesa transportadora con el banco de prueba, se utilizó pernos y arandelas, para la entrada de aire, acoples y cañerías en donde se utilizó teflón (sellante) dando la unión entre los acoples con los reguladores de presión y abrazaderas para prevenir posibles fugas y pérdidas en el sistema.



Figura 42 Elementos para ensamblar el Banco de Prueba

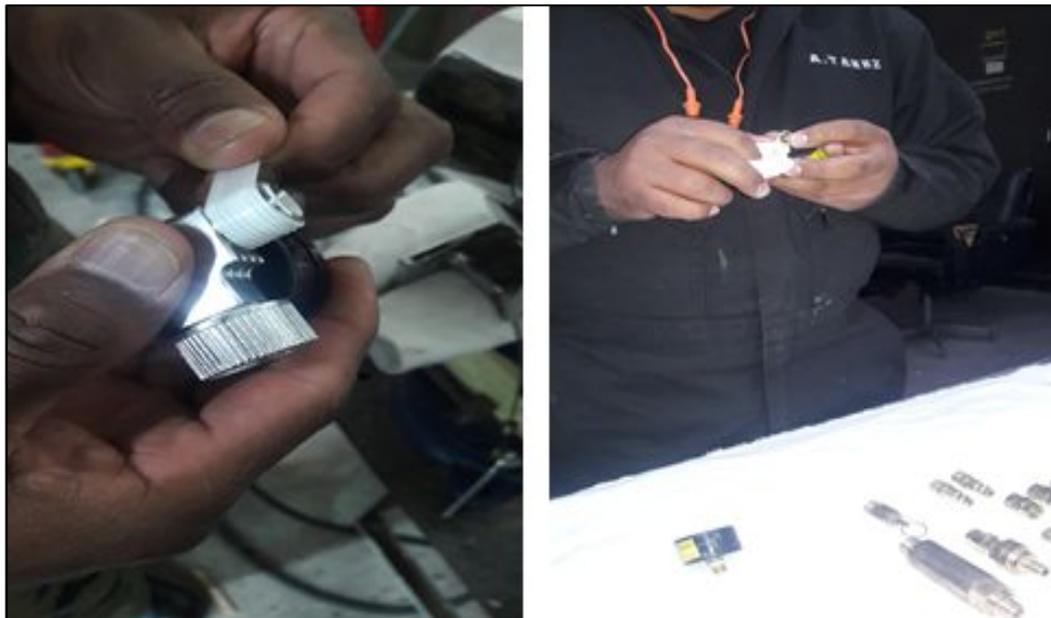


Figura 43 Ubicación del teflón en acoples y uniones

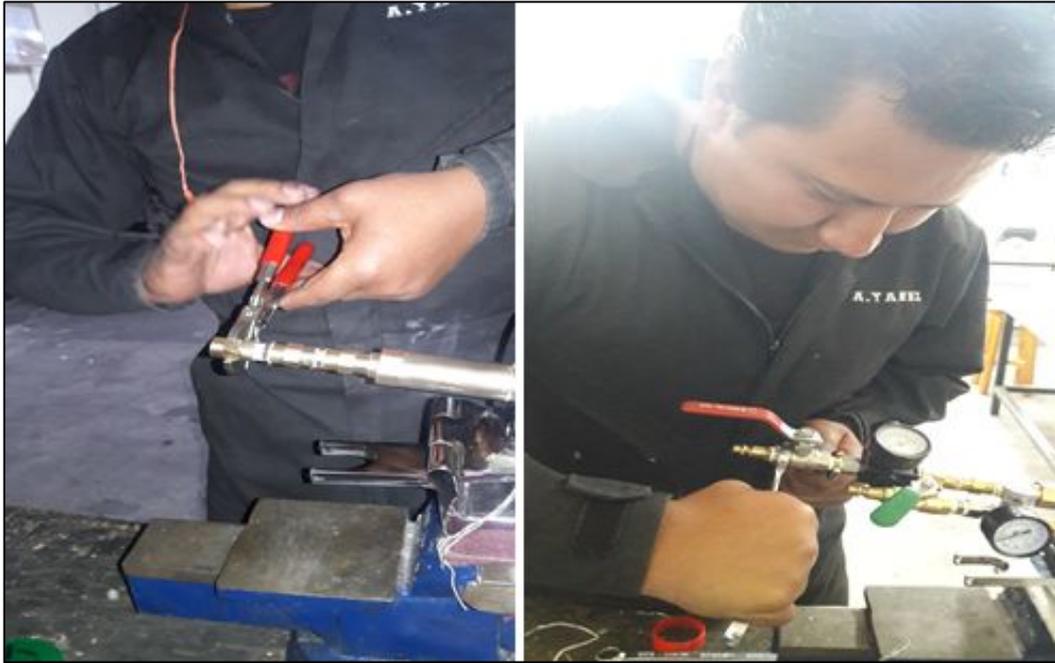


Figura 44 Ensamblado del banco de prueba



Figura 45 Armado finalizado del soporte de sujeción



Figura 46 Instalación de la Bleed Valve



Figura 47 Instalación del soporte de sujeción a la mesa transportadora



Figura 48 Banco de Prueba finalizado

3.4.3 Elementos no Construidos

- 2 Reguladores de Presión.
- 2 Llaves de paso.
- 2 ruedas para el transporte.
- 4 Pernos
- Tuercas
- Arandelas
- 2 juegos de acoples rápidos para compresor
- 1 Válvula de seguridad de presión de aire
- 1 Cable de acero flexible
- 1 Pasador de ½” por 3” de largo
- 1 Recipiente plástico
- Acople desfogue a la atmosfera con cañería flexible



Figura 49 Reguladores de presión utilizados



Figura 50 Elementos no construidos

3.4.4 Codificación de máquinas, herramientas y equipos

Tabla 5

Codificación de Máquinas.

Nº	MÁQUINA	CARACTERÍSTICAS	CÓDIGO
1	Soldadora Eléctrica	Lincoim 225° 220 V	M 1
2	Taladro de Pedestal	110v, 1725 rpm	M 2
3	Taladro de mano	Eléctrico 110V	M 3
4	Esmeril	MD3215 110v-1/2hp	M 4
5	Torno	Lp : 1500	M 5
6	Sierra Mecánica	Lp: 15"	M 6
7	Compresor	90 PSI - 3 HP	M 7
8	Equipo de pintado	Electrostático	M 8

Tabla 6**Codificación de Herramientas**

Nº-	HERRAMIENTA	CÓDIGO
1	Flexómetro	H 1
2	Sierra Manual	H 2
3	Calibrador Pie de Rey	H 3
4	Escuadra	H 4
5	Rayador	H 5
6	Entenalla	H 6
7	Guillotina	H 7
8	Lima	H 8
9	Llaves	H 9

Tabla 7**Codificación de Material**

Nº-	MATERIAL	CARACTERÍSTICAS	CÓDIGO
1	Lija	100-300	F 1
2	Pintura anticorrosiva	Amarilla	F 2
3	Disco de corte	4" x 1/8" x 7/8"	F 3
4	Pernos	2"	F 4
5	Machuelos	¼ -18 SKC	F 5
6	Electrodos	6011	F 6
7	Teflón líquido (sellante)	Abro Grey 999	F7

Tabla 8**Síntesis del proceso de construcción herramientas, máquinas y materiales**

N.	DESCRIPCIÓN	HERRAMIENTAS	MAQUINA	MATERIAL
1	Medición del material	H1 - H3		
2	Rayado y trazado	H4 - H5		
3	Corte	H2 - H6 - H7	M 6	
4	Torneado		M 5	F 5
5	Inspección de dimensiones	H 1 - H3 - H4		
6	Suelda del material		M 1	F 6
7	Limado	H 8		
8	Lijado	H 10		F 1
9	Pintura		M7 - M8	F1 – F2
10	Ensamble del banco	H 9		F 4
11	Inspección final			

3.4.5 Diagramas de proceso

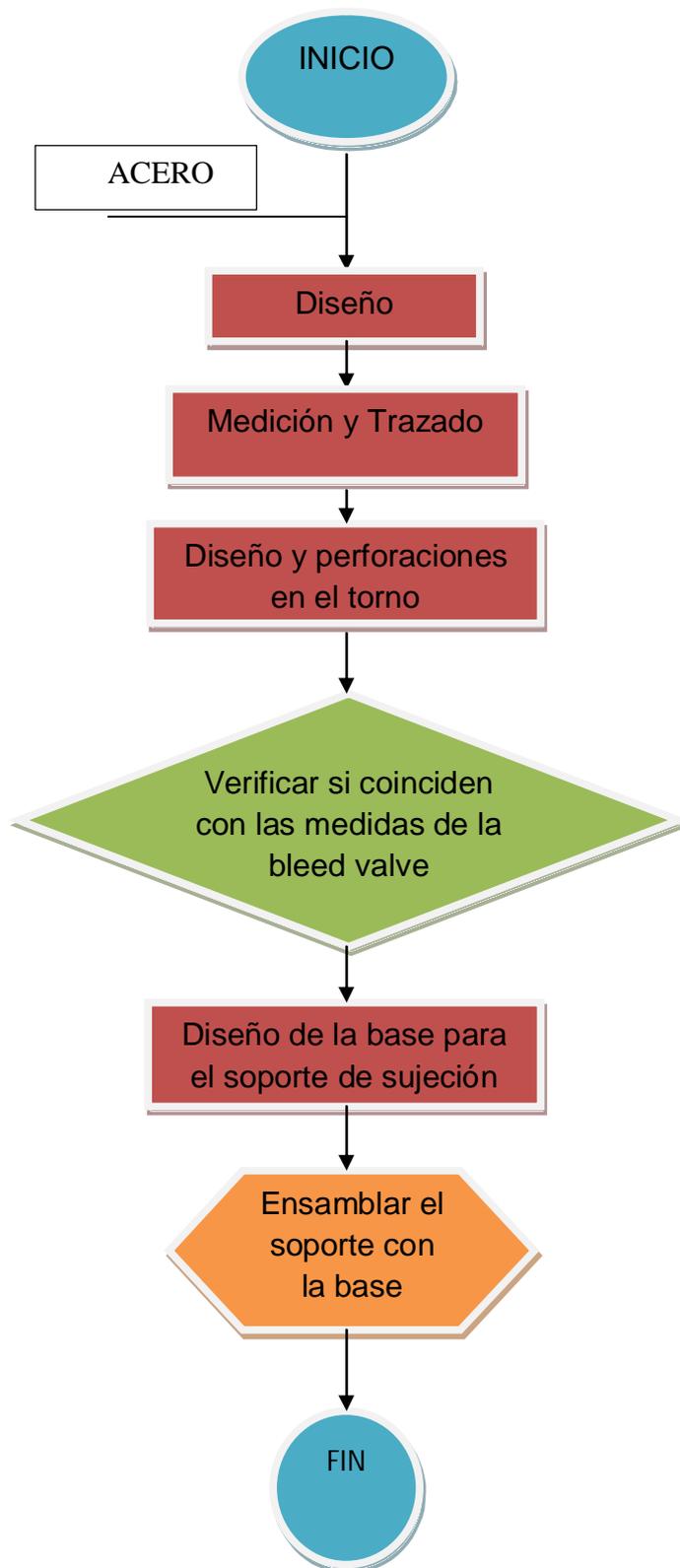
Es una representación gráfica de los pasos que se siguen del proceso o procedimiento, para la construcción del banco de prueba para así determinar el funcionamiento de la Bleed Valve del motor PT6A-27/-34, identificándolos mediante símbolos que se describen en la siguiente tabla para cada uno de los procesos.

Tabla 9

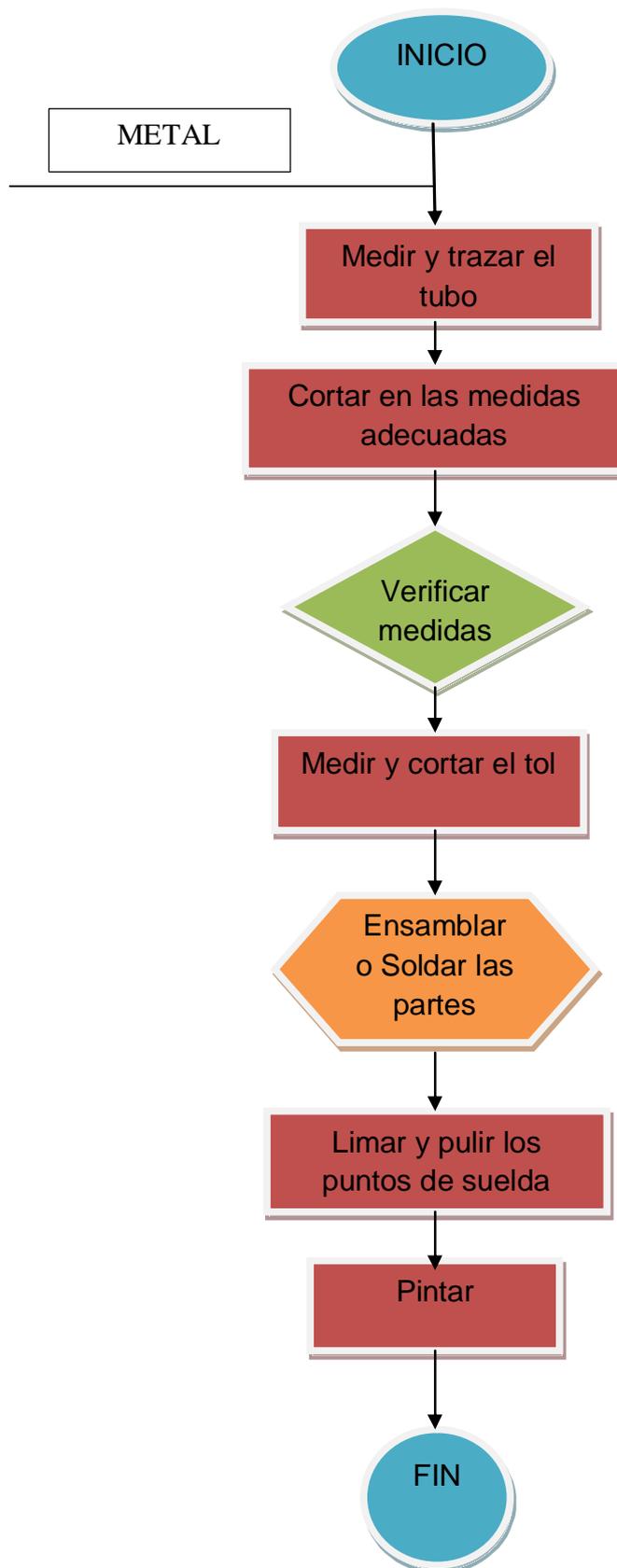
Simbología de los Diagramas de Proceso

N.	SIMBOLO	SIGNIFICADO
1		Inicio - Fin
2		Procedimiento
3		Alternativa y Verificación
4		Ensamblado
5		Conector

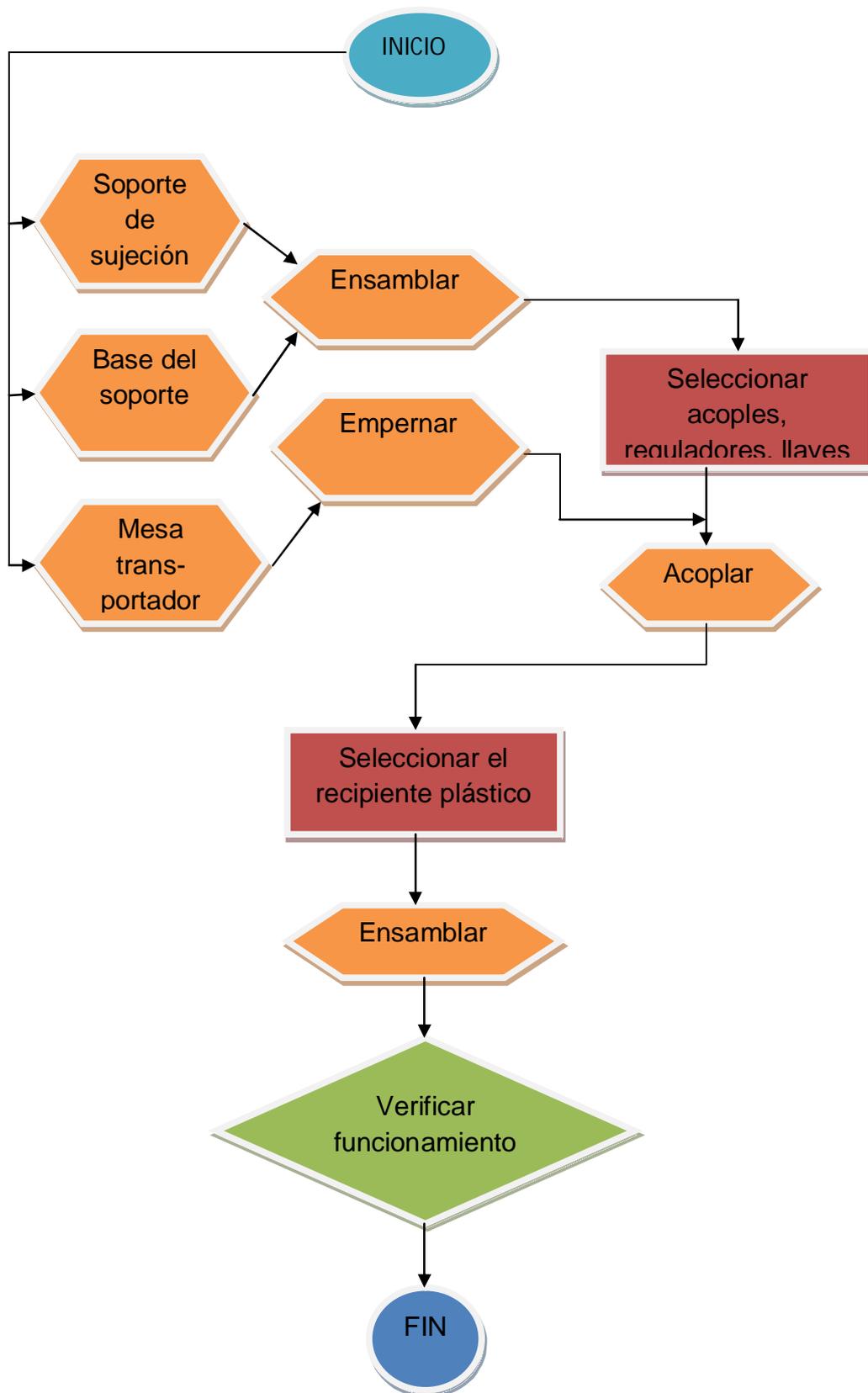
3.4.5.1 Diagrama del proceso de construcción del soporte de sujeción



3.4.5.2 Diagrama de proceso de construcción de la mesa



3.4.5.3 Diagrama de proceso de construcción del banco de prueba



3.5 Pruebas de Funcionamiento

Finalizada la construcción del banco se procedió a realizar las pruebas para verificar el funcionamiento de la Bleed Valve del motor PT6A-27/34, para comprobar la operatividad de todos sus componentes y verificar si es necesario hacer algún ajustes o buscar fugas del mismo.

Para las pruebas se utilizaron dos Bleed Valve, propias del motor PT6A, una de las cuales estaba en estado defectuoso y la segunda se encontraba en perfectas condiciones de acuerdo a lo establecido en el Manual de Mantenimiento referente al motor PT6A-27/34, el mismo que indica que el aire entregado por el compresor en la última etapa P3 tiene una presión de 103 PSI, y es extraído y medido a través de un orificio fijo en la unidad, entonces se dirige a través de la parte superior del pistón de la válvula y sale a la atmosfera (Pa) a través de un orificio convergente-divergente. La presión controlada (PX) entre los dos orificios actúa contra el lado superior del pistón de la válvula (De 35 PSI a 45 PSI), por lo tanto; cuando PX es mayor que P2.5 (26.4 PSI), la válvula de extracción se cierra a medida que aumenta la potencia el motor y este cierre de la válvula se da en forma secuencial.

La posición de la válvula es normalmente abierta a bajas revoluciones y cuando los motores están apagados.

Durante la fase de pruebas no se encontraron fugas en el sistema y los componentes del mismo funcionaban adecuadamente. La primera prueba se realizó en el hangar del CIMAN en la sección del Twin Otter utilizando como fuente de alimentación las cañerías de aire que se encuentran en dicha sección. Como segunda prueba de funcionamiento fue en las instalaciones de la UGT. Se utilizó como fuente de alimentación el sistema neumático del laboratorio de Motores del Bloque 42, el cual proporciona una alimentación de 100 PSI y como elemento para verificar el estado de la válvula se utilizó agua, el mismo que se depositó en el recipiente plástico y dentro del cual se introduce la válvula, operando las llaves de paso para simular las condiciones del motor para la apertura y cierre de la válvula a las presiones determinadas por el Manual de Mantenimiento.

3.6 Condiciones de seguridad

Para el funcionamiento del banco de prueba se debe tomar en cuenta las condiciones en las que va a trabajar ya que esto brinda confiabilidad al momento de la manipulación y funcionamiento del equipo por parte del personal técnico y de esta manera prevenir accidentes.

Se detallara las condiciones de seguridad que deben ser tomados en cuenta antes de utilizar el banco de prueba:



Figura 51 Equipo de protección personal.

3.7 Manuales de seguridad, operación y mantenimiento

UGT-ESPE	MANUAL DE SEGURIDAD	ALA DE TRANSPORTE N- 11
	BANCO DE PRUEBA PARA LA COMPROBACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA BLEED VALVE DEL MOTOR PT6A-27/-34	Código: M.S
		Revisado: Nº: 1
	Elaborado por: Yáñez Acuña Cristian Andrés	Septiembre 2016
Aprobado por: Tlgo. Nelson Tigse	Pág. 1 de 1	
<p>1. Objetivo Indicar las medidas de seguridad para el Banco de Prueba y comprobación del funcionamiento de la Bleed Valve del motor turbohélice PT6A-27/-34 del Avión Twin Otter perteneciente a la Fuerza Aérea Ecuatoriana.</p> <p>2. Alcance El presente manual está hecho para indicar las medidas de seguridad para el personal técnico que realice trabajos de mantenimiento y comprobación de funcionamiento de la Bleed Valve del motor PT6A-27/-34.</p> <p>3.- Procedimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilizar (overol) como ropa adecuada para la operación del banco de prueba. • Utilizar guantes de caucho para la limpieza de la Bleed Valve. • Antes de operar el banco de prueba conocer el funcionamiento, por lo cual es necesario leer el manual de operación. • Verificar que las cañerías con acoples rápidos estén debidamente conectados al banco y al suministro de aire. • Tener en cuenta que en el suministro de aire se encuentre la presión adecuada, el exceso de presión puede causar daño en las cañerías, o reguladores de presión. Exceso Max: (160 psi). • Verifique que no exista objetos extraños dentro del banco, ya que esto puede causar interferencia/daños en la válvula. • Antes de la utilización del banco verificar que este un lugar fijo y plano. <p>Firma de responsable:..... Pág. 1 de 1</p>		

UGT-ESPE	MANUAL DE MANTENIMIENTO	ALA DE TRANSPORTE N-11
	BANCO DE PRUEBA PARA LA COMPROBACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA BLEED VALVE DEL MOTOR PT6A-27/-34	Código: M.M
		Revisado: Nº: 1
		Septiembre 2016
Elaborado por: Yáñez Acuña Cristian Andrés	Pág. 1 de 1	
<p>1. Objetivo Describir el proceso de mantenimiento adecuado para mantener en condiciones óptimas de operación el banco de prueba de la Bleed Valve del motor turbohélice PT6A-27/-34 del Avión Twin Otter.</p> <p>2. Alcance El presente manual permite mantener el Banco de Prueba en condiciones de operación óptimas y preservar la vida útil del mismo.</p> <p>3. Mantenimiento Mensual.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificar que no exista fuga de aire en los acoples. • Revisar que no exista corrosión en el banco, esto puede dañar las superficies planas donde acopla la válvula y luego provocar fuga de aire • Verificar que el recipiente plástico no se encuentre roto. • Revisar que no exista corrosión en la mesa transportadora. <p>4. Mantenimiento Trimestral.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Engrasar los rodamientos de las ruedas. • Limpieza del banco, líneas de aire, y acoples. • Verificar que los pernos de sujeción se encuentren ajustados • Lubricar la bisagra del banco. • Mantenimiento de manómetros. • Realizar un seguimiento a la calibración de los manómetros. <p>5. Mantenimiento de la Bleed Valve</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revisar el boletín técnico local cada 250 horas/vuelo se da mantenimiento a la Bleed Valve. 		
Firma del responsable.....		pág. 1 de 1

UGT-ESPE	MANUAL DE OPERACIÓN	ALA DE TRANSPORTE N- 11
	BANCO DE PRUEBA PARA LA COMPROBACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA BLEED VALVE DEL MOTOR PT6A-27/-34	Código: M.O
		Revisado: Nº: 1
	Elaborado por: Yánez Acuña Cristian Andrés	Septiembre 2016
	Aprobado por: Tlgo. Nelson Tigse	Pág. 2 de 2
<p>1. Objetivo Establecer la condición correcta de operación y/o funcionamiento del banco de prueba para la comprobación del funcionamiento de la Bleed Valve del motor turbohélice PT6A-27/-34 del Avión Twin Otter.</p> <p>2. Alcance El presente manual está hecho para la correcta utilización del banco de pruebas por parte del personal técnico que realice el trabajo de mantenimiento y comprobación del funcionamiento de la Bleed Valve del motor turbohélice PT6A-27/-34.</p> <p>3. Procedimiento. Una vez tomadas todas las medidas de seguridad necesarias se procede de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Encender el compresor, en caso de estar apagado. • Verificar la presión de aire en el compresor, (100 PSI). • Llenar el recipiente plástico de agua. • Verificar que las llaves de paso y los manómetros se encuentren cerradas. • Conectar las cañerías al suministro de aire del compresor. • Conectar las cañerías con acoples rápidos al banco de prueba. • Abrir las llaves de paso. • Calibrar la presión de aire con los reguladores de presión, entrada principal 26PSI, (P 2.5), entrada secundaria 100 PSI (P3), y colocar la válvula de sangrado en el banco de prueba (Ver Anexo C ATA 75-30-00). • Proceder a realizar el mantenimiento y limpieza de la Bleed Valve. • Remover el perno de salida de aire a la atmosfera de la válvula y colocar la cañería con su respectivo acople. • Quitar el seguro del banco y colocar en la posición vertical de tal manera que quede igual a la posición que se encuentra en el motor. • Abrir la entrada principal de aire P2.5 (26 PSI). • Abrir la entrada secundaria de aire, en forma secuencial de tal manera que se pueda verificar que la válvula se cierre gradualmente, hasta quedar totalmente cerrada. 		

- Verificar que el diafragma o pistón no tenga fugas o se encuentre roto.
- Verificar que no exista escape de aire por el contorno de cierre de la válvula.
- Una vez terminado este proceso, cerrar las llaves de paso.
- Extraer la válvula de sangrado de aire.
- Desconectar las cañerías del suministro de aire.
- Desconectar las cañerías del banco de prueba.
- Limpiar el recipiente plástico.

Firma del responsable.....

pág. 2 de 2

3.8 Presupuesto

El presupuesto para la construcción de este proyecto se basó en proformas que se cotizaron para cada uno de los materiales y accesorios que se utilizaron llegando así a un monto total de QUINIENTOS NOVENTA Y CUATRO dólares americanos.

3.8.1 Rubros

Para determinar el costo total de la construcción de este proyecto se tomó en cuenta los siguientes rubros:

- Costo primario (Material).
- Maquinaria, herramienta y equipo.
- Mano de obra.
- Costo secundario (Material de Oficina).

3.8.1.1 Costo primario

Comprende el costo detallado de los materiales y accesorios utilizados.

Tabla 10

Costos Primarios

Nº-	MATERIAL	CANT.	V. UNIT	COS. T.
1	Acero 4" 1/2 de diámetro por 65 mm.	1	35	35
2	Reguladores de presión (0 a 160 PSI)	2	20	40
3	Juego de acoples	6	1.50	9
4	Plancha de tol	1	30	30
5	Tubos estructurales de 1" por 2mm. De espesor	2	16	32
6	Electrodos AGA 6011 1/8 (Lbrs)	2	2	4
7	Llave de bola ¼	2	5	10
8	Acero de 400mm de largo por 70mm de ancho y 12 mm de espesor.	1	15	15
9	Lija de acero	6	1	6
10	Válvula de seguridad	1	15	15
11	Sierra manual	1	10	10
CONTINUA				

12	Tiñer (galón)	1	5	5
13	Pintura amarilla (litros)	2	8	16
14	Fondo (fondo)	1	6	6
15	Cromado	1	40	40
16	Llave de corona de 1/4"	1	12	12
17	Ruedas (2" 70 kg)	2	3	6
18	Recipiente plástico	1	4	4
19	Pernos de 1/2 " por 2"	4	1	4
Costo Total				299

Tabla 11**Costo Mano de obra**

Nº-	PROCESO	VALOR (USD)
1	Tornero	40
2	Pintor	30
3	Calibración manómetros	20
Total		90

Tabla 12**Costos Secundarios**

Nº	DETALLE	VALOR (USD)
1	Asesoría	50
2	Internet	30
3	Hojas	20
4	Impresiones	30
5	Anillados y empastados	15
6	Varios	60
Total		205

Tabla 13**Costo total del proyecto**

N°	RUBRO	CANTIDAD (USD)
1	Materiales	299
3	Mano de obra	90
4	Otros	205
	Total	594

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Finalizado el proceso de construcción del banco de pruebas se comprobó el correcto funcionamiento del mismo, realizando pruebas en los que se verificó su total funcionalidad.
- Basándonos en los manuales de mantenimiento PT6A-27 **PRATT AND WHITNEY CANADA** se realizó un estudio para poder llevar a cabo paso a paso la comprobación del funcionamiento de la Bleed Valve.
- Se ha elaborado manuales de operación, seguridad y mantenimiento del Banco de Prueba para una correcta manipulación del mismo para precautelar la integridad física del operador y del banco.
- Se verifico toda la información descrita en el manual de mantenimiento. Para el desmontaje y montaje, de la Bleed Valve.
- Este banco de prueba se puede utilizar en todos los motores PT6A-27/-34, de las aeronaves que posee la Fuerza Aérea Ecuatoriana.

4.2 Recomendaciones

- Antes del uso del Banco de Prueba siempre leer los manuales de operación y seguridad para preservar la vida útil del sistema de comprobación del funcionamiento de la Bleed Valve.
- Verificar antes que del uso del banco se encuentre en un espacio plano y fijo para precautelar la seguridad del personal que lo utiliza.
- Incentivar al personal y estudiantes a la investigación para el desarrollo de este tipo de proyectos que ayudaran a resolver problemas encontrados en una aeronave.
- Se recomienda el asesoramiento de un técnico para el desarrollo del trabajo práctico que es de utilidad para la empresa o institución en la que se realiza la investigación.
- Se recomienda adecuar algunos bancos de prueba que están en las diferentes secciones de las instalaciones del CIMAN, los cuales por su uso están inoperables, mismos que son fundamentales durante los trabajos de mantenimiento de las aeronaves.

GLOSARIO.

Acero: Metal formado por hierro y carbono, normalmente con pequeñas cantidades de otros elementos. El acero es el metal más común en la manufactura.

Aeronave: Toda máquina que puede sustentarse en la atmósfera por reacciones del aire que no sean las reacciones del mismo contra la superficie de la tierra.

Agrietamiento: Fractura que se desarrolla en la soldadura después de completarse la solidificación. Las soldaduras con alta dureza pueden causar agrietamiento.

Aleación: Metal que consiste de la mezcla de dos o más materiales. Uno de estos materiales debe ser un metal.

Análisis.- distinción y separación de las partes de un todo hasta llegar a conocer sus principios o elementos.

Avión: es una aeronave de ala fija con mayor densidad que el aire, dotado de alas y un espacio de carga capaz de volar, impulsado uno o más motores

Banco de prueba: es una plataforma para experimentación de proyectos de gran desarrollo.

Bleed Válve.- Válvula de sangrado de aire del motor.

Capacitar.- Transmitir los conocimientos necesarios para el mejor desarrollo, basado en un plan con objetivos y actividades previstas.

Competitivos.- igualar una cosa a otra análoga, en la perfección o en las propiedades.

Cordón: Metal que se solidifica en una pasada.

Corriente alterna: es aquella cuyas cargas eléctricas dentro del conductor circulan en uno u otro sentido, trayendo como consecuencia que la corriente cambie constantemente de sentido.

Corriente continua: es aquella en la cual las cargas eléctricas dentro del conductor se desplazan en un solo sentido.

Ductilidad: Capacidad de un metal para ser extendido, estirado o formado sin romperse.

Dureza: Capacidad del material para resistir, penetración y rayado. El calor de la soldadura puede cambiar la dureza de un metal.

Electrodo: Dispositivo que conduce electricidad. En la soldadura por arco, el electrodo también puede participar como metal de aporte.

Escoria: Óxidos e impurezas provenientes de las áreas expuestas a la soldadura.

Escuadrón: Unidad militar de caballería grupo de aeronaves militares o buques de guerra mandada generalmente por un capitán

Esmerilado: Uso de un abrasivo para rebajar la superficie de una pieza de trabajo.

Innovador.- cambiar las cosas, introduciendo novedades.

Mantenimiento.- es realizar trabajos de mantención sobre un dispositivo o equipo para mantenerlo en óptimas condiciones de funcionamiento.

Metal base: Uno de dos o más metales que se sueldan para formar una unión.

Metal de aporte: Metal que se agrega a la unión en la soldadura. Los metales de aporte ayudan a la resistencia y a la masa de la unión soldada.

Muestra.- es una porción de elementos tomados para realizar un análisis sobre éstos.

Optimizar.- es el proceso de modificar un sistema para mejorar su eficiencia o también el uso de los recursos disponibles.

Parámetros.- son reglas que están dentro de un límite y que se deben cumplir.

Proceso.- son los pasos ordenados a seguir para cumplir un objetivo.

Puntos: Soldaduras hechas para sostener las piezas de una soldadura debidamente alineadas antes de que se aplique la soldadura final. Los puntos también se usan para ayudar en el precalentamiento.

Resistencia a la tensión: Capacidad de un metal para resistir fuerzas que tratan de separarlo o estirarlo.

Resistencia: Capacidad de un metal para resistir fuerzas que intenten romperlo o deformarlo.

Soldabilidad: Capacidad de un material para ser soldado bajo ciertas condiciones impuestas en una estructura específica y apropiada, la cual funciona eficientemente para el uso que se le destina.

Técnica.- persona que posee los conocimientos especiales de una ciencia o arte.

Temperatura de fusión: Temperatura que es necesaria para cambiar un metal de sólido a líquido. También se le conoce como punto de fusión.

Turbohélice: es un tipo de motor de turbina de gas que mueve una hélice.

Unión soldada: Unión permanente de dos o más partes, obtenida mediante la soldadura en una zona determinada.

ABREVIATURAS

ATA.- Asociación de Transportes Aéreos

CEMA: Centro de Mantenimiento Aeronáutico

CIMAN: Centro de Ingeniería y Mantenimiento de Aviación Militar

BIBLIOGRAFÍA

- ARQHYS ARQUITECTURA. (2012). *Propiedades del acero*. Obtenido de <http://www.arqhys.com/arquitectura/acero-propiedades.html>
- DE MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS. (s.f.). *El Taladro*. Obtenido de <http://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-electricas-y-accesorios/partes-taladro>
- DE MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS. (s.f.). *Electrodos para Soldadura*. Obtenido de <http://www.demaquinasyherramientas.com/soldadura/electrodos-soldadura>
- DE MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS. (s.f.). *Herramientas Manuales*. Obtenido de Que son las morsas o tornillos de banco: <http://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-manuales/morsas-o-tornillos-de-banco>
- ECURED. (s.f.). *Soldadura por Arco Electrico*. Obtenido de https://www.ecured.cu/Soldadura_por_arco_el%C3%A9ctrico
- ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA. (2008). *Curso Soldadura Protocolo Laboratori Produccion*. Obtenido de http://www.escuelaing.edu.co/uploads/laboratorios/3637_soldadura.pdf
- Flight Saffety International. (2008). *Twin Otter Pilot Training Manual*. Toronto.
- GrupoSur.net. (s.f.). *Manual de pintura para mantenimiento industrial*. Obtenido de <http://www.gruposur.net/sat/manual.pdf>
- LINCOLN ELECTRIC. (s.f.). *Fundamentos de Soldadura por Arco*. Obtenido de <http://www.lincolnelectric.com/es-mx/support/process-and-theory/Pages/arc-welding-detail.aspx>
- Monografias.com. (23 de 03 de 2006). *El Torno*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos35/torno/torno.shtml>
- Oñate, A. E. (1981). *Turborreactores*. Madrid: Aeronautica Summas, S.A.
- PRATT AND WHYTNEY CANADA 75-30-00. (s.f.). *Manual de Mantenimiento*.

SWAGELOK. (s.f.). *Reguladores de presión serie K*. Obtenido de <http://swagelok.com/downloads/WebCatalogs/ES/MS-02-230.pdf>

Take Off Briefing. (2013). *Transición al Turbohélice*. Obtenido de <http://www.takeoffbriefing.com/transicion-al-turbohelice/>

UNITED TURBINE. (22 de marzo de 2013). *Manual de Entrenamiento*. Obtenido de <http://www.unitedturbine.com/spanish/pdfs/PT6%20Manual%20Entrenamiento.pdf>

WIKIPEDIA. (s.f.). *de Havilland Canada DHC-6 Twin Otter*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/De_Havilland_Canada_DHC-6_Twin_Otter

ANEXOS

