

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

“CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN TESTER FUEL NOZZLE PARA EL LAVADO Y LIMPIEZA DE LOS INYECTORES DE COMBUSTIBLE DEL MOTOR PT6AG DEL AVIÓN DE FUMIGACIÓN THRUSH PERTENECIENTE A LA COMPAÑÍA FUMIGACIONES AEREAS PEREZ S.A. FAPSA”

POR:

Sr. MIGUEL ANGEL JARAMILLO PLUA

Trabajo de Graduación como requisito previo para la obtención del Título de:

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES

2014

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el SR. MIGUEL ANGEL JARAMILLO PLUA, como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES.

Ing. Rodrigo Bautista.
DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado primeramente a Dios por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional, a mis padres que a pesar de nuestra distancia física, siento que están conmigo, sé que este momento es especial para ustedes como lo es para mí, y porque que han sembrado muchos conocimientos tanto, en valores como en conocimientos, y por su apoyo para ser un buen hijo y una excelente persona para salir adelante y cumplir un logro más en mi vida.

MIGUEL ANGEL JARAMILLO PLUA.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar doy infinitamente gracias a Dios, por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida, y por darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

Le doy gracias a mis padres Delia y Miguel, que con su demostración de padres ejemplares me ha enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos y a cumplir las metas planteadas.

A todas las personas que me brindaron su apoyo para poder seguir mi educación superior y poder cumplir una meta más en mi vida para llegar a ser una buena persona y un buen profesional.

MIGUEL ANGEL JARAMILLO PLUA

ÍNDICE

PORTADA.....	I
CERTIFICACIÓN	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE	V
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABLAS	XI
RESUMEN	1
SUMARY.....	2

CAPÍTULO I

1.1 ANTECEDENTES	3
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	4
1.4 OBJETIVO.....	5
1.4.2 Objetivos general	5
1.4.2 Objetivos específicos.....	6
1.5 ALCANCE	6

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 AVIÓN THRUSH	7
2.1.1 Especificaciones.....	8
2.2 MOTOR PT6	9
2.2.1 Descripción del Motor	10
2.3 COMBUSTIBLE DE AVIACIÓN	11
2.3.1 Que es Combustible	11
2.3.2 Que es Combustible de Turbina.....	12
2.4 DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES	12
2.4.1 Bomba de Combustible	12

2.4.2 Filtros de Combustible	13
2.4.3 Calentador de Combustible	14
2.4.3.1 Cambiador de Calor Aceite-Combustible	14
2.4.4 Inyectores de combustible	14
2.4.4.1 Tipos de Inyectores	15
2.4.4.1.1 Inyectores Simplex	16
2.4.4.1.2 Inyectores Dúplex	17
2.4.4.2 Mantenimiento	19
2.4.5 Válvula de Presurización y Descarga	21
2.4.6 Unidad de Control de Combustible del Motor Turbohélice	22
2.4.7 Sistema de Lubricación del Motor Turbohélice	23
2.4.8 Sistema de Ignición	23
2.4.9 Líneas de Combustible	23
2.5 BANCO DE PRUEBAS	24
2.6 HERRAMIENTAS	25
2.6.1 Tornillo de Banco	26
2.6.2 Amoladora	27
2.6.2.1 Tipos de Amoladoras	27
2.6.3 Taladradora	28
2.6.4 Soldadora	29
2.6.4.1 Soldadura por Arco	30
2.7 MATERIALES	31
2.7.1 Tanque de Presión	31
2.7.2 Válvula Reguladora de Presión	32
2.7.3 Manómetro	33
2.7.3.1 Tipos de Manómetros	35
2.7.4 Cañerías de Presión	36
2.7.4.1 Cañerías Flexibles	37
2.7.4.2 Cañerías Rígidas	38
2.7.5 Acoples y Uniones	38
2.7.5.1 Aplicaciones	39
2.7.6 Filtro	40
2.7.7 Válvula Liberadora de Presión	41

2.7.8 Válvula de Cierre Rápido o Bola	42
2.8 Pintura	43
2.8.1 Componentes de las Pinturas	43
2.8.2 Cualidades de las Pinturas	44
2.9 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	44
2.9.1 Tapones para Oídos	45
2.9.2 Gafas de Protección	46
2.9.3 Ropa de Protección	47
2.9.4 Guantes de Protección	47
2.9.5 Calzado de Protección	48

CAPÍTULO III

CONSTRUCCIÓN	49
3.1 Preliminares	49
3.2 PLANTEAMIENTO Y ESTUDIO DE ALTERNATIVAS	50
3.2.1 Alternativas.....	50
3.2.1.1 Alternativa A.....	50
3.2.1.2 Alternativa B	51
3.2.2 Estudio de Factibilidad	51
3.2.3 Selección de Mejor Alternativa	52
3.2.4 Factor Económico	52
3.2.5 Requerimientos Técnicos	53
3.3 CONSTRUCCIÓN DE UN TESTER FUEL NOZZLE.....	53
3.3.1 Materiales Usados en la Construcción.....	53
3.3.1.1 Tanque de Presión	53
3.3.1.2 Válvula Reguladora de Presión	54
3.3.1.3 Manómetro	54
3.3.1.4 Cañería de Presión.....	55
3.3.1.5 Acoples y Uniones.....	55
3.3.1.6 Filtro	55
3.3.1.7 Válvula Liberadora de Presión	79
3.3.1.8 Válvula de Cierre Rápido.....	56

3.3.1.9 Plancha Metálica Tol	57
3.3.1.10 Suelta	57
3.3.2 Descripción del Tester Fuel Nozzle	58
3.3.3 Partes del Tester Fuel Nozzle	59
3.3.4 Orden de construcción	60
3.3.4.1 Construcción de la Base.....	60
3.3.4.2 Ubicación de las Conexiones	63
3.3.4.3 Ensamblado y Pintura	63
3.4 CODIFICACIÓN DE MÁQUINA, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS.....	64
3.5 DIAGRAMAS DE PROCESOS.....	66
3.6 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.....	70
3.7 ELABORACIÓN DE MANUALES.....	71
3.7.1 Manual de Operaciones	72
3.7.2 Manual de Mantenimiento	74
3.7.3 Manual de Seguridad	77
3.8 PRESUPUESTO	79
3.8.1 Detalles de Costos	79
3.8.1.1 Costos Primarios	79

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	82
4.1 Conclusiones.....	82
4.2 Recomendaciones.....	83
GLOSARIO.....	84
SIGLAS	86
BIBLIOGRAFÍA	87
ANEXOS	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Avión Thush	8
Figura 2.2 Descripción del Motor.....	10
Figura 2.3 Sistema de Combustible del Motor.....	11
Figura 2.4 Bomba Booster	13
Figura 2.5 Filtro de Combustible Tipo Galleta	14
Figura 2.6 Flujo del Inyector	15
Figura 2.7 Inyector Simplex.....	17
Figura 2.8 Inyector Dúplex de Doble Colector.....	18
Figura 2.9 Inyector Dúplex de un Solo Colector	19
Figura 2.10 Funcionamiento Aceptable y No Aceptable.....	20
Figura 2.11 Válvula De Presurización Y Descarga de Combustible.....	22
Figura 2.12 Banco de pruebas para inyectores.....	25
Figura 2.13 Tornillo de Banco	26
Figura 2.14 Amoladora.....	28
Figura 2.15 Taladro de Mano	29
Figura 2.16 Máquina soldadora.....	30
Figura 2.17 Soldadura por Arco	31
Figura 2.18 Cilindro	32
Figura 2.19 Regulador de Presión.....	33
Figura 2.20 Manómetro	34
Figura 2.21 Manómetro Gráfico	35
Figura 2.22 Manómetro de Bourdon.....	36
Figura 2.23 Cañerías de Presión.....	37
Figura 2.24 Cañerías Flexibles.....	37
Figura 2.25 Cañerías Rígidas.....	38
Figura 2.26 Acoples y Uniones.....	39
Figura 2.27 Filtro de Combustible	41
Figura 2.28 Válvula de Alivio	42
Figura 2.29 Válvula de Cierre Rápido	43
Figura 2.30 Pinturas	43

Figura 2.31 Equipos de Protección Personal	45
Figura 2.32 Tapones para Oídos.....	46
Figura 2.33 Gafas de Protección.....	46
Figura 2.34 Ropa de Trabajo.....	47
Figura 2.35 Guantes de Trabajo.....	48
Figura 2.36 Calzado de Seguridad.....	48
Figura 3.1 Tester Fuel Nozzle	50
Figura 3.2 Tester Fuel Nozzle	52
Figura 3.3 Base Metálica.....	57
Figura 3.4 Soldadura de Base Metálica	58
Figura 3.5 Tester Fuel Nozzle	59
Figura 3.6 Trazado de la base.....	61
Figura 3.7 Corte de la base.....	61
Figura 3.8 Dobles de la base.....	62
Figura 3.9 Soldadura de la base	62
Figura 3.10 Ensamblado y Pintura	64
Figura 3.11 Ensamblado y Pintura	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Especificaciones preliminares y datos de rendimiento	8
Tabla 3.1 Selección de Mejor Alternativa	52
Tabla 3.2 Codificación de Máquinas	64
Tabla 3.3 Codificación de Herramientas	65
Tabla 3.4 Codificación de Materiales	65
Tabla 3.5 Especificaciones de Construcción y Montaje	65
Tabla 3.6 Simbología de los Diagramas de Proceso.....	66
Tabla 3.7 Elaboración de Manuales	71
Tabla 3.8 Costos primarios.....	79
Tabla 3.9 Costos de Máquinas	80
Tabla 3.10 Costos de Mano de Obra	80
Tabla 3.11 Costos Secundarios	80
Tabla 3.12 Costo Total del Proyecto.....	81

RESUMEN

El estudio realizado dentro de las instalaciones de la compañía de fumigaciones “FAPSA”, se planteó la “CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN TESTER FUEL NOZZLE PARA EL LAVADO Y LIMPIEZA DE LOS INYECTORES DE COMBUSTIBLE DEL MOTOR PT6AG DEL AVIÓN DE FUMIGACIÓN THRUSH”, esta invitación fundada en una investigación que permitió conocer las deficiencias de la compañía, en la realización de sus tareas diarias, permitiendo de esta manera mejorar sus condiciones de mantenimiento. Se recolectó la información necesaria e importante para la realización de este proyecto, y los conocimientos que provean el conocimiento para guiar el correcto progreso del tema, para satisfacer la necesidad antes programada.

Se busco posibles alternativas para dar solución al problema. Donde se inicia la idea de construir un tester fuel nozzle, para ayudar a las labores de mantenimiento.

Para la construcción se utiliza máquinas herramientas que los conocimientos para su respectiva operación fueron impartidos en clases, como cizalladora, amoladora, esmeril, etc. Una vez terminada la construcción del equipo se realiza las diferentes pruebas.

SUMMARY

The study conducted within the premises of the fumigation company "FAPSA" he raised the "CONSTRUCTION AND IMPLEMENTATION OF A FUEL NOZZLE TESTER FOR WASHING AND CLEANING THE ENGINE FUEL INJECTORS PT6AG THRUSH AIRCRAFT SPRAYING" this invitation founded on research that allowed us to know the weaknesses of the company, in carrying out their daily tasks, thus enabling improved maintenance conditions. We collected the information necessary and important for the realization of this project, and expertise to provide the right knowledge to guide the progress of the subject, to meet the need before scheduled.

They seek alternatives to solve the problem. Where is initiated the idea of building a fuel nozzle tester, to help maintenance.

To build machines using knowledge tools for their respective operation were taught in classes, such as shearing, grinder, grinding, etc. After the construction of the instrument is carried out different tests.

CAPÍTULO I

1.1 Antecedentes

El año de 1982 en la zona de Triunfo, en la Pista Payo, el Capitán Guillermo Pérez Weisson inició las actividades de fumigación aéreas piloteando un avión pequeño PA25-235 matrícula HC-AYT. Al transcurrir un año de adquirió una segunda aeronave con las mismas características que la anterior con la matrícula HC-ARP, la cual llegaría hacer la segunda aeronave de la compañía.

Ubicado en la misma zona del Triunfo, un año después el Capitán Pérez adquirió una tercera aeronave con matrícula HC-AJC la misma que fue piloteada por el Capitán Hugo Cevallos Reasco. Luego de estas adquisiciones la empresa adquirió dos aeronaves más con matrícula HC-BJM y HC-BJH. La empresa creció de apoco hasta que fue adquirida una aeronave PA-18 con matrícula HC-AHD para reconocimiento de aéreas bananeras, y una aeronave CESSNA -172 para el transporte de Guillermo Pérez Weisson.

Para las aeronaves actuales no existen una máquina herramienta para la comprobación lavado y limpieza de los inyectores del motor PT6 del avión Thrush. Anteriormente se realizaba la prestación del servicio a un operador externo el cual poseía la hermanita adecuada para la realización de este trabajo.

Esta herramienta era capaz de la realización del trabajo para lo cual fue diseñado que es de lavar el inyector luego de haber salido de la máquina de ultrasonido para quitar el exceso de carbono de los inyectores y de su interior ya que no se podía hacerlo manualmente.

1.2 Planteamiento del Problema

FUMIGACIONES AÉREAS PÉREZ S.A. (FAPSA) es una compañía de aviación comercial dedicada al área agrícola, con lo que se refiere a fumigación, esta compañía actualmente tiene su campo de operación en la ciudad de Valencia provincia de Los Ríos, en la pista de los Hnos. Pérez.

En la compañía de fumigaciones no pasa desapercibida la necesidad de poseer un equipo apropiado para el lavado y comprobación de los inyectores del motor del avión, esto servirá como equipo principal para el mantenimiento ya que es muy necesario tener limpio dichos inyectores.

El mantenimiento de los inyectores de combustible del motor se realiza, basándose en los Manuales de Mantenimiento, Manuales de Procedimientos, Manuales de Mantenimientos Programados, manuales del motor, Catálogos Ilustrados de partes entre otros, los cuáles nos indican los procedimientos a realizarse correctamente.

Es una necesidad de la compañía de fumigación agrícola dotarse del equipo necesario que, cumpla con los parámetros necesarios para el lavado y comprobación de los inyectores del motor del avión Thrush, el mismo que no existe en la compañía, en la cual hay la necesidad de construir un equipo, que permita a los mecánicos realizar los trabajos de forma eficaz, eficiente y disminuir los tiempos utilizados en el proceso del lavado de los inyectores.

1.3 Justificación e Importancia

Para poder tener una aviación agrícola muy confiable y eficiente en su trabajo lista para ser competitiva en el campo comercial, y comprometida con el desarrollo y predominio de los intereses aéreos, el personal de mantenimiento de la Compañía Fumigaciones Aéreas Pérez S.A. deberá ser eficaz en las diferentes inspecciones que se realiza tanto avión como motor y hélices siendo esta área de mecánica la más importante, cumpliendo con las diferentes inspecciones las cuales incluyen el

sistema de combustible del motor por lo que es necesario, de equipos que faciliten el trabajo, el cual sería de gran importancia para el personal, y por lo tanto se mejorara la calidad del mantenimiento que no solo beneficiará a la imagen de la compañía “FAPSA”, sino que se tendrá mayor eficiencia para enfatizar fallas en los diferentes elementos del sistema de combustible del motor facilitando con esto un ahorro de dinero y tiempo revelador para la compañía

Serán beneficiados los mecánicos de la compañía “FAPSA”, con un aporte tecnológico ya que tendrán rapidez en la inspecciones periódicas, del sistema de combustible del avión Thrush con lo que mejorará la gestión de tareas de cada operador e inclusive mejorará mas, su experiencia en dicho sistema así aumentando sus destrezas en al campo práctico. Pero todo esto no tendrá éxito si no se lo complementa con lo teórico, logrando un desenvolvimiento laboral que representa mucho para seguir obteniendo conocimientos a cada momento por lo que se puede aumentar el profesionalismo tanto individual, como colectivo en la compañía.

Con dispositivos y equipos apropiados para el mantenimiento del sistema de combustible del motor se puede aumentar las operaciones, aumentando la producción de las mismas y disminuyendo los tiempos de mantenimiento, y la pérdida de recursos al resolver este problema se podrá dar solución ya que mejorará las condiciones operativas, de las aeronaves acortando los tiempos del mantenimiento de los mismos.

.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Construir e Implementar un Tester Fuel Nozzle para el lavado y limpieza de los inyectores de combustible del motor PT6AG del avión de fumigación Thrush perteneciente a la COMPAÑÍA FUMIGACIONES AÉREAS PÉREZ S.A. “FAPSA”.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Adquirir todos los elementos necesarios para proceder a la construcción del mismo.
- Realizar la construcción con todos los elementos ya adquiridos.
- Realizar las pruebas respectivas.
- Proceder a la elaboración de los manuales como son: de mantenimiento de seguridad y de operación.

1.5 Alcance

El presente trabajo de investigación tendrá lugar en la sección de mantenimiento de la compañía Fumigaciones Aéreas Pérez S.A. "FAPSA", donde se pretende realizar un estudio de disponibilidad y requerimientos del sistema de combustible para el mantenimiento, y así optimizar las operaciones en la ejecución del mantenimiento relacionado con el nivel de operatividad de las aeronaves, permitiendo optimizar y tecnificar el proceso y calidad del mantenimiento a favor del proceso y calidad del mantenimiento a beneficio del personal de mecánicos que opera en la misma.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Avión Thrush¹

Thrush Aircraft, adquirió los derechos de producción de la línea de productos Ayres en junio de 2003. Las oficinas centrales y planta de producción se encuentran en Albany, Georgia, donde ocupan 227.000 pies cuadrados de oficinas y complejos de fabricación. La fábrica está equipada con una Autonomía completa de maquinaria sofisticada como, corte láser, agua a presión, freno CNC, centros de mecanizado CNC, centros de torneado, forma de rollo, forma hidráulica, punzonadoras, tratamiento térmico, tratamiento de procesos químicos, y mucho más. La fuerza de trabajo tiene experiencia en la agricultura aérea desde 1960, incluyendo todas las fases de diseño, la producción de herramientas, planificación, fabricación de productos, apoyo técnico y servicio al cliente.

Ayres Corporation, y ahora aviones Thrush, tienen una historia de creación de "primeros servicios." Desde la certificación de la primera turbina de aviones agrícolas, hasta el diseño, certificación y construcción de la primera aeronave agrícola con cabina doble, y doble mandos. Ambas innovaciones han salvado innumerables vidas en la industria de la fumigación y han hecho que los clientes sean increíblemente más productivos.

¹<http://www.thrushaircraft.com/es/avion.html>



Figura 2.1 Avión Thrush.

Fuente: aerotec-argentina.com.ar/?page_id=481

2.1.1 Especificaciones

Tabla 2.1 Especificaciones Preliminares y Datos de Rendimiento.

ESPECIFICACIONES PRELIMINARES Y DATOS DE RENDIMIENTO		
• Longitud	32 pies y 4 pulgadas	9,854 metros
• Altura	10 pies	3,05 metros
• Envergadura	47 pies 6 pulgadas	14,478 metros
• Superficie de ala	365 pies cuadrados	33,9 metros cuadrados
• Ancho del tren de aterrizaje principal	10 pies	3,05 metros
• Capacidad de combustible	228 galones	863 litros
• Peso vacío	5.400 libras	2.450 kilogramos
• Peso típico de operación	10.500 libras	4.763 kilogramos
• Capacidad de la tolva (en seco)	74 pies cúbicos	2,10 metros cúbicos
• Capacidad de la tolva (Sistema de pulverización de líquidos)	550 galones	2.082 litros
• Velocidad de trabajo	90-150 mph	145-241 kph

• Velocidad de pérdida en aterrizaje con flaps/sin flaps	84/88 mph	135/142 kph
• VNE	220 mph	355kph
• Velocidad de ascenso al nivel del mar a 10,500 libras	750 pies por minuto	229 mpm
• Distancia de despegue a 10,500 libras	1.077 pies	328 metros
• Distancia típica de aterrizaje	600 pies	182,8 metros de distancia
• Distancia típica de aterrizaje, con reverso	400 pies	121,9 metros
• Consumo de combustible	65 a 70 gph	246-265 LPH
• Velocidad crucero a 55% de potencia	150 mph	241 kph
• Autonomía usando 55% de potencia 150 mph a 7.500 pies	648 millas	1.043 kilómetros

Fuente: <http://www.thrushaircraft.com/es/avion.html>.

Elaborado por: Investigador.

2.2 Motor PT6²

El motor denominado turbohélice es un tipo de motor a reacción el cual 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.

²<http://es.wikipedia.org/wiki/Turboh%C3%A9lice>.

2.2.2 Gráfico del Sistema de Combustible del Motor

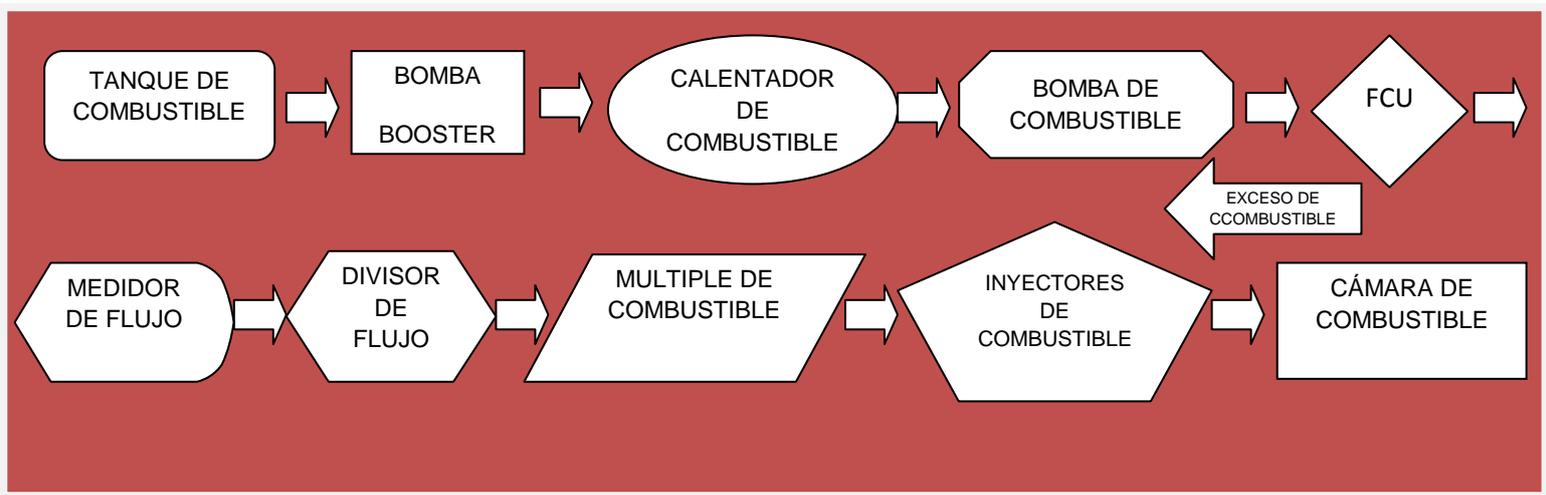


Figura 2.3 Sistema de Combustible del Motor

Elaborado por: Investigador.

2.3 Combustible de Aviación

2.3.1 Que es Combustible⁴

Los combustibles son materiales de generación de energía o combustibles que pueden ser aprovechados para generar energía mecánica, o energía cinética. La mayoría de los combustibles líquidos son derivados del petróleo.

Entre los combustibles fluidos, se encuentran los líquidos como el gasóleo, el queroseno o la gasolina y los gaseosos, como el gas natural o los gases licuados de petróleo, representados por el propano y el butano. Las gasolinas, gasóleos y hasta los gases, se utilizan para motores de combustión interna. El combustible se utiliza en aviones lo que contamina grandes ciudades y también el medio ambiente.

⁴ <http://www.manualvuelo.com/SIF/SIF36.html>

2.3.2 Que es Combustible de Turbina⁵

El JP-1 del inglés Jet Propulsión o propulsión a chorro fue uno de los primeros combustibles para motores a reacción, especificado en 1944 por el gobierno de los Estados Unidos. Compuesto de queroseno puro, contaba con un alto punto de inflamabilidad respecto al combustible de aviación habitual el punto de congelación limitó la disponibilidad del JP-1, que pronto fue sustituido por otros combustibles, mezclas de queroseno con nafta o gasolina las características principales de este combustible son:

- El punto de inflamación es de 43° centígrados.
- punto de congelación es de -60° centígrados.
- Es más económico que la gasolina de aviación.

2.4 Descripción de los Principales Componentes del Sistema de Combustible del Motor

2.4.1 Bomba de Combustible

La bomba centrífuga sumergida saca el combustible de los depósitos. Estas bombas están controladas desde el panel del mecánico de vuelo y se usan para:

- Para presurizar el combustible en la línea entre el depósito y la bomba arrastrada por el motor, asegurando así una alimentación positiva a la bomba de combustible.

Las bombas arrastradas por el motor normalmente son del tipo multietapas. El combustible fluye desde el depósito bajo la presión de la bomba sumergida de aproximadamente 30 psi hacia dentro del impulsor centrífugo. Este elemento eleva la presión hasta unos 100 psi.

⁵ Manual de Abastecimiento Aéreo "FAPSA"

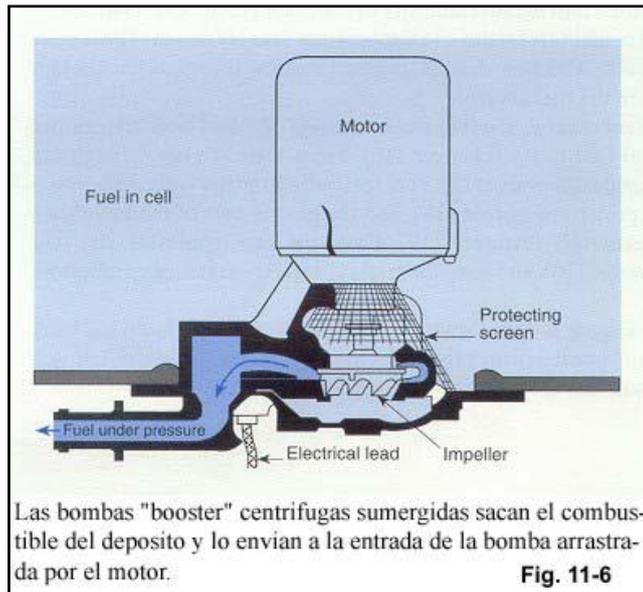


Figura 2.4 Bomba Booster.

Fuente: aerotec-argentina.com.ar/?page_id=481

2.4.2 Filtros de Combustible

Las unidades de control de combustible de los motores de turbina tienen unos componentes con unas tolerancias tan estrechas que incluso los más pequeños contaminantes pueden originar serios problemas. Por esta razón, los sistemas de combustible de los motores de turbina con frecuencia tienen un microfiltro que usa un elemento filtrante de celulosa reemplazable capaz de retener partículas extrañas tan pequeñas como de 10 a 25 micrones. Para ver este tamaño, un cabello humano tiene un diámetro de aproximadamente 100 micrones.

El filtro tipo galleta consiste en un paquete de discos que forman la pantalla tipo galletas hecha de unas 200 mallas de bronce, latón, o acero inoxidable. Este tipo de filtro tiene la posibilidad de retener partículas del combustible muy diminutas, y al mismo tiempo, soportar las altas presiones encontradas en un sistema de combustible de motor de turbina.

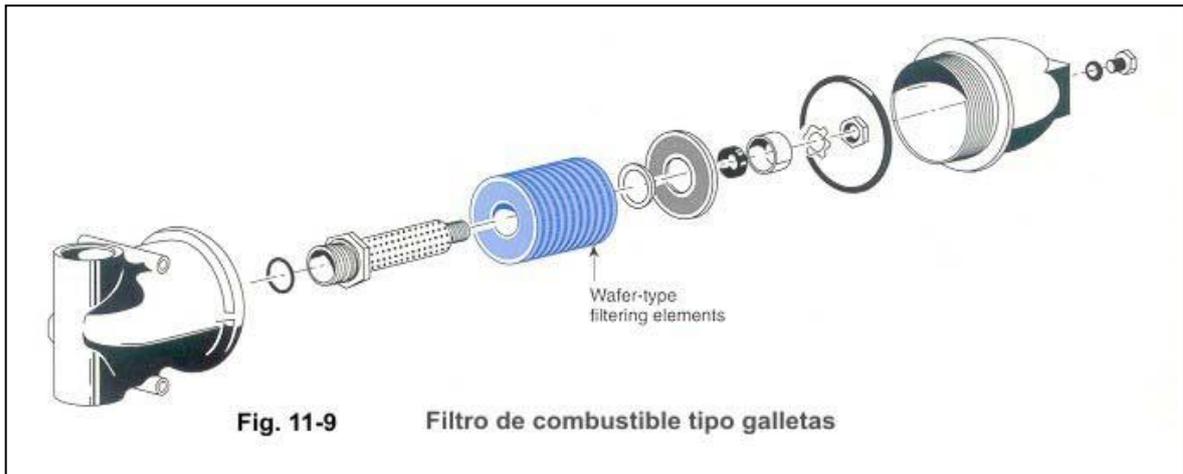


Figura 2.5 Filtro de Combustible Tipo Galleta.

Fuente: Sistema de Combustible del motor pdf.

2.4.3 Calentador de Combustible

Este conjunto tiene por misión la de eliminar del combustible los pequeños cristales de hielo que como consecuencia de la baja temperatura, que en algunas ocasiones se pudieran formar. Estos cristales, lógicamente impedirán el correcto funcionamiento de unidades posteriores, y especialmente el control de combustible.

2.4.3.1 Cambiador de Calor Aceite – Combustible

El siguiente componente en el sistema de combustible del motor turbohélice es el cambiador de calor aceite - combustible. Este es un tipo de intercambiador en los sistemas de lubricación del motor de turbina. El combustible fluye directamente a través de los tubos en el radiador, y el aceite del motor fluye alrededor de los tubos. El calor del aceite calienta al combustible, y el combustible enfría al aceite.

2.4.4 Inyectores de Combustible

El sistema está compuesto por 14 inyectores que rocían el combustible en la cámara de combustión. Los inyectores reciben el combustible del Fuel Manifold y lo suministra a la cámara de combustión.

Los inyectores son de tipo simple con una sola cámara de giro alimentada, por dos agujeros de entrada. El combustible arremolinado del giro agujerea la salida, a través de un orificio y descarga hacia unos 20 grados y consisten en 10 inyectores primarios, y 4 secundario los cuales crean un flujo de aire-combustible, los cuales tienen el trabajo de atomizar y pulverizar el combustible.

El combustible líquido no arderá, y para que libere su energía, debe vaporizarse de manera que se mezclará con el aire para formar una mezcla combustible. Existen dos tipos de inyectores usados para descargar el combustible: los ampliamente usados inyectores de atomización y los menos usados inyectores de vaporización.

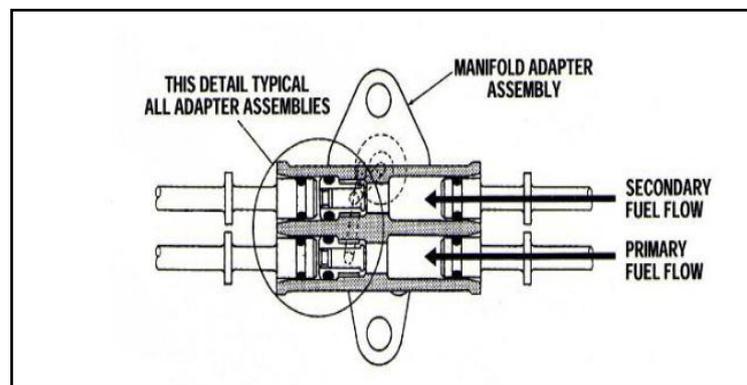


Figura 2.6 Flujo del Inyector.

Fuente: Pratt & Whitney Canadá.

2.4.4.1 Tipos de Inyectores

Los dos tipos de inyectores de atomización son:

- Los simplex.
- Los dúplex.

2.4.4.1.1 Inyectores Simplex⁶

El inyector simplex fue uno de los primeros inyectores con éxito. Este inyector se rosca directamente en el colector de combustible dentro de la cámara de combustión, y el combustible a presión procedente de la unidad de control de combustible fuerza a la válvula antirretorno del inyector fuera de su asiento y entra en el inyector. Este combustible luego pasa a través de una serie de surcos tangenciales, o ranuras, y sale pulverizado a través del único orificio de descarga en pequeñas gotas muy finas formando una pulverización como un cono.

Tan pronto como el motor se para y la presión del combustible cae por debajo del valor al cual la válvula antirretorno del inyector está ajustada, esta cierra y corta todo flujo hacia el orificio de descarga. Esto evita que el combustible gotee y continúe ardiendo.

Los problemas básicos con los inyectores simplex son su inadecuada atomización e impropio espectro pulverizador a baja velocidad y baja presión. Están diseñados para ser eficaces a altas presiones.

Durante el arranque solo se trabaja, con la sección primaria del sistema, los inyectores primarios están dispuestos de una manera circunferencial para atomizar el combustible, cerca de las bujías para facilitar la inyección, durante la operación normal los 14 inyectores entregan combustible hacia la cámara de combustión.

⁶<http://www.thejetengine.net/wp-content/upload/combustible.pdf>

El mantenimiento es de la siguiente manera:

- Se los limpia cada 200 horas.
- Chequear si existe erosión, o desgaste en el inyector.
- Cambiar los inyectores simplex por inyectores dúplex.

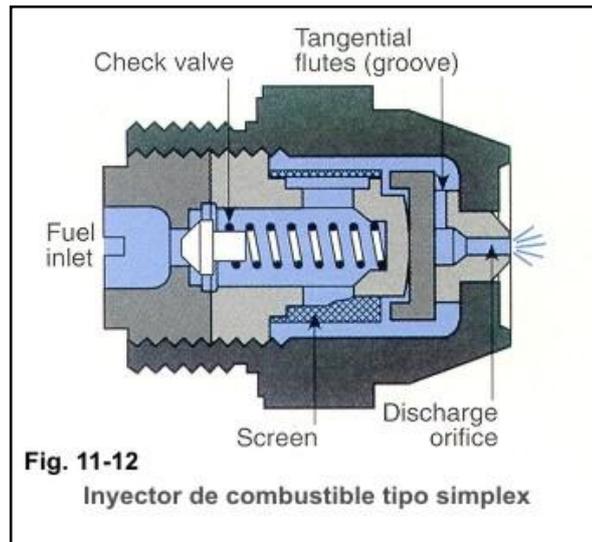


Figura 2.7 Inyector Simplex.

Fuente: <http://www.thejetengine.net/wp-content/upload/combustible.pdf>

2.4.4.1.2 Inyectores Dúplex⁷

Se usan dos tipos de inyectores dúplex en los motores modernos: inyectores de un solo colector.

Estos inyectores incorporan una válvula divisora de flujo que permite al combustible pulverizar desde un orificio central en un espectro amplio de pulverización para el arranque y ralenti.

⁷ <http://www.thejetengine.net/wp-content/upload/combustible.pdf>

Cuando la unidad de control de combustible calibra suficiente presión para abrir el divisor de flujo, el combustible fluye al orificio secundario. El gran volumen del combustible secundario y la alta presión a la cual sale del inyector estrechan el espectro de pulverización y fuerzan al combustible más corriente abajo en la cámara de combustión.

A los inyectores dúplex de un solo colector les llega el combustible desde la unidad de control de combustible a través de una sola línea o colector.

Algunos motores están equipados con inyectores de combustible dúplex de doble colector. Estos inyectores tienen pasos independientes a través de los cuales fluyen los combustibles primario y secundario. Para el arranque y condiciones de bajo flujo, solo el combustible primario llega desde la válvula de presurización, y se pulveriza desde el orificio central primario en una pulverización ancha.

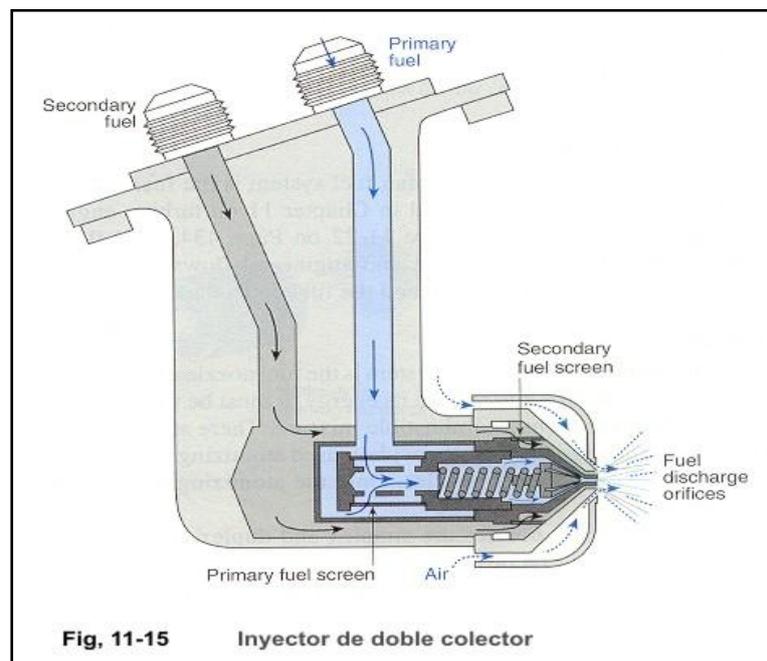


Figura 2.8 Inyector Dúplex de Doble Colector.

Fuente: <http://www.thejetengine.net/wp-content/upload/combustible.pdf>

Los inyectores dúplex de doble colector deben tener un divisor de flujo entre la unidad de control de combustible y los inyectores. A esta válvula con frecuencia se le llama válvula de presurización y descarga. Cuando el motor se está arrancando, el combustible procedente de la unidad de control de combustible incrementa la presión lo suficiente para abrir la válvula hacia el colector primario de combustible.

Cuando el motor se para y no hay más presión de combustible desde la unidad de control de combustible, una válvula cargada con muelle dentro de la válvula de presurización y descarga abre y permite que todo el combustible de los colectores hacia los inyectores drene.

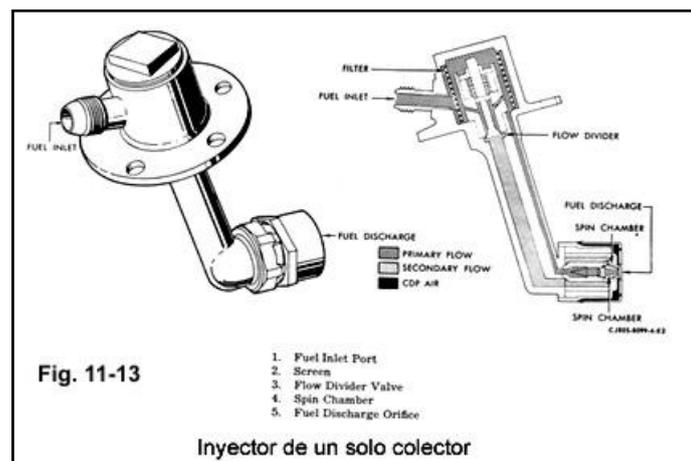


Figura 2.9 Inyector Dúplex de un Solo Colector.

Fuente: <http://www.thejetengine.net/wp-content/upload/combustible.pdf>

2.4.4.2 Mantenimiento

Para realizar labores de mantenimiento de los inyectores se debe hacer una inspección periódica la cual se debe seguir los pasos que están escritos en el manual de mantenimiento donde nos informa como detectar el buen y mal funcionamiento de los inyectores donde se describe a continuación:

➤ **Buena Condición de Funcionamiento:**

- Debe existir una buena pulverización del combustible el cual no tiene que tener un fluido tipo gotas sino debe de ser de tipo vapor.
- No deben existir rayas de luz en el combustible que no sean mayor al 20%
- La salida del combustible tiene que ser de manera uniforme de una buena calidad.

➤ **Mala Condición de Funcionamiento:**

- Cuando existe un goteo y se forma en la cara de la boquilla.
- Cuando exista salpiques.
- Cuando existe una o más rayas fuertes de combustible esto significa que el orificio de la boquilla se encuentra tapado.
- Cuando el ángulo de riego no es el correcto.

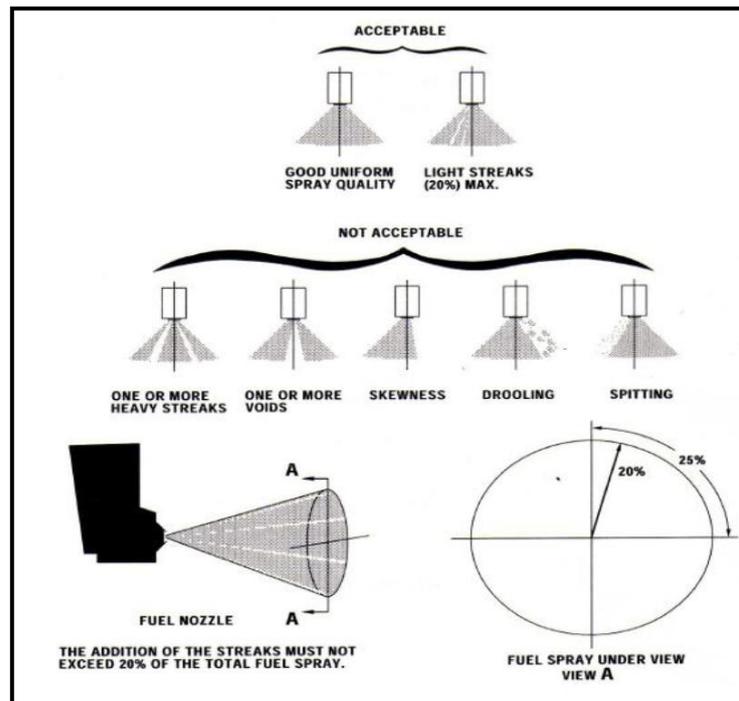


Figura 2.10 Funcionamiento Aceptable y No Aceptable.

Fuente: Pratt & Whitney Canadá.

2.4.5 Válvula de Presurización y Descarga⁸

Los inyectores dúplex de doble colector deben tener un divisor de flujo entre la unidad de control de combustible y los inyectores. A esta válvula con frecuencia se le llama válvula de presurización y descarga. Cuando el motor se está arrancando, el combustible procedente de la unidad de control de combustible incrementa la presión lo suficiente para abrir la válvula hacia el colector primario de combustible. Este combustible fluye dentro del inyector y se pulveriza a través del orificio de descarga primario en un espectro de pulverización ancho.

Cuando el motor acelera y la presión del combustible procedente de la unidad de control de combustible aumenta, la válvula de presurización cargada con muelle se abre más y permite que el combustible también fluya a través del colector de combustible secundario dentro del inyector y salga a través del orificio de descarga secundario. Este orificio rodea al orificio primario, y el combustible pulverizándose por él estrecha el espectro y lo lanza bastante más hacia atrás en la cámara de combustión.

Cuando el motor se para y no hay más presión de combustible desde la unidad de control de combustible, una válvula cargada con muelle dentro de la válvula de presurización y descarga abre y permite que todo el combustible de los colectores hacia los inyectores drene.

⁸ <http://www.thejetengine.net/wp-content/upload/combustible.pdf>

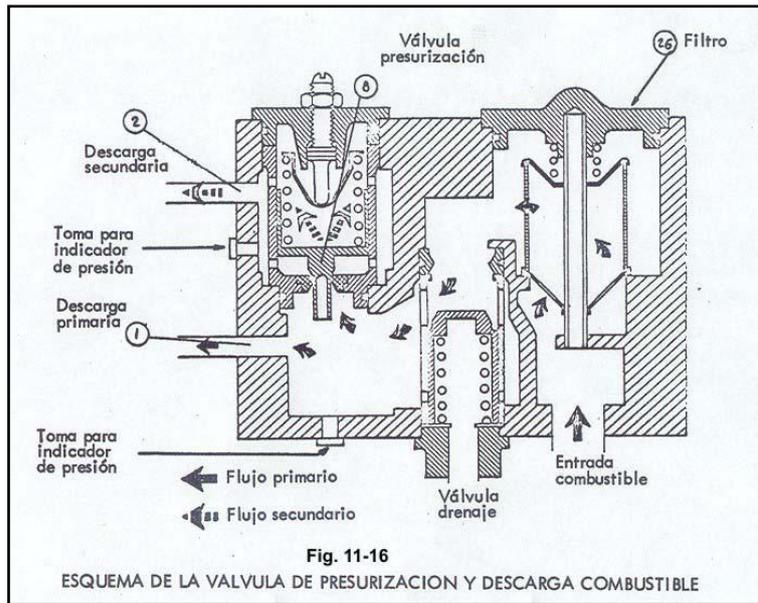


Figura 2.11 Válvula De Presurización Y Descarga de Combustible.

Fuente: Pratt & Whitney Canadá.

2.4.6 Unidad de Control de Combustible del Motor Turbohélice

La unidad de control de combustible para un motor turbohélice o turboeje recibe la señal del piloto para un determinado nivel de potencia. Entonces el control toma en consideración ciertas variables y ajusta el flujo de combustible del motor para proporcionar la potencia deseada, sin exceder no obstante, las limitaciones del motor de RPM y TIT.

El sistema de control de un motor turbohélice o turboeje tiene un trabajo adicional no compartido con sus colegas turborreactor y turbofan; debe controlar la velocidad de la hélice o de la turbina libre, y normalmente regula el paso de las palas de la hélice.

2.4.7 Sistema de Lubricación del Motor Turbohélice

El sistema de lubricación del motor PT6 está compuesto por un tanque de almacenamiento de aceite, el cual suministra aceite de manera constante a los componentes que necesitan del mismo como son: los cojinetes del motor, la caja reductora de velocidades, también suministra aceite a la caja de accesorios, y al gobernador de la hélice.

La función principal del aceite es de lubricar, refrigerar, y llevar las impurezas a un filtro el cual impide la circulación de las diferentes impurezas.

2.4.8 Sistema de Ignición

El sistema se compone de dos bujías, dos cables recubiertos, y un excitador de ignición el cual está compuesto por un circuito de estado sólido.

También las bujías son utilizadas para el calentamiento del combustible. Este sistema consiste en dos bujías de calentamiento dos cables recubiertos, y un regulador de corriente de ignición el cual tiene un circuito de dos posiciones de resistencia.

2.4.9 Líneas de Combustible

El combustible para ser dirigido desde los tanques contenedores de combustible hacia los inyectores necesitan de cañerías tanto flexibles como rígidas, el conjunto de cañerías flexibles que entrega el combustible consisten de un núcleo interno de fluorocarbonato plástico con malla de acero inoxidable y una cubierta de plástico sintético. La cubierta exterior tiene la función de ser aislante de fuego.

Las diferentes cañerías están incorporadas conexiones de acero inoxidable a los extremos de las cañerías.

2.5 Banco de Pruebas⁹

Un banco de pruebas es una plataforma para experimentación de proyectos de gran desarrollo. Los bancos de pruebas brindan una forma de comprobación rigurosa, transparente y repetible de teorías científicas, elementos computacionales, y otras nuevas tecnologías.

Un banco de pruebas se usa cuando un nuevo módulo se prueba aparte del programa al que luego será agregado. Un esqueleto se implementa alrededor del módulo para que el módulo se comporte como si ya formara parte del programa más grande.

Existen varios bancos de prueba entre ellos se tiene:

- Banco de pruebas para cañerías.
- Banco de pruebas para bombas.
- Banco de pruebas para filtros.
- Banco de pruebas para inyectores.
- Banco de pruebas para magnetos.
- Banco de pruebas para manómetros.
- Banco de pruebas para alternadores

⁹http://es.wikipedia.org/wiki/Banco_de_pruebas



Figura 2.12 Banco de pruebas para inyectores.

Fuente: Investigación de Campo.

2.6 Herramientas

Una herramienta es un objeto o utensilio que se elabora con la misión de facilitar el trabajo del hombre en las tareas mecánicas. Con las herramientas el hombre realiza trabajos que de otra forma tendría que gastar mucha más fuerza para hacerlo.

Existe varios tipos de herramientas: herramientas eléctricas, herramientas mecánicas, herramientas para medir y comprobar, de trazado, para sujetar. Las herramientas son utilizadas en todos los trabajos ya sean trabajos simples como complicadas.

Las Herramientas mecánicas manuales son aquellas que para usarlas solo se utiliza la mano del trabajador, sin ayuda de ningún tipo de energía externa. Este tipo de herramientas mecánicas manuales son el destornillador, un martillo, una llave de tubo, una lima. También herramientas mecánicas son objetos mecánicos que utiliza una fuente de energía externa para poder realizar el trabajo, como por ejemplo puede ser el aire comprimido o electricidad.

2.6.1 Tornillo de Banco¹⁰

El tornillo de banco es una herramienta que sirve para dar una eficaz sujeción, a la vez que sea ágil y fácil de manejar, a las piezas para que puedan ser sometidas a diferentes operaciones mecánicas como aserrado, perforado, fresado, limado o marcado. Se suele asentar en una mesa o banco de trabajo, bien atornillado a la superficie de la misma o apoyado en el suelo del taller.

Tiene dos quijadas, una fija y la otra movida por un tornillo, normalmente de rosca cuadrada o trapezoidal, que gira gracias a una palanca, entre ellas se fijan las piezas a mecanizar. Para no dañar las superficies de las piezas se suelen colocar unas protecciones llamadas mordazas blandas, realizadas en material blando.



Figura 2.13 Tornillo de Banco.

Fuente: <http://alberto-moratalla.blogspot.com/2010/05/tornillo-tuerca.html>.

¹⁰http://www.ecured.cu/index.php/Tornillo_de_banco

2.6.2 Amoladora¹¹

Es una herramienta electroportátil e industrial. Ésta cuenta con un motor y un mecanismo para hacer girar un usillo al igual que el taladro. En esta parte de la máquina se le puede acoplar una multitud de accesorios, para así convertirla y usarla como fresadora, lijadora o ranuradora para madera ya que estas herramientas también cortan, pulen y rectifican.

2.6.2.1 Tipos de Amoladoras

Existen diferentes tipos de amoladoras que más se caracterizan por el tamaño, la potencia y el diámetro de los discos. Estas son llamadas amoladoras y miniamoladoras.

- Las Amoladoras pequeñas o miniamoladoras utilizan discos de 115.mm o 125.mm y sus potencias alternan entre los 500W, 700W y 800W.
- Las Amoladoras grandes cuentan con discos de 230.mm y sus potencias son más altas que llegan a los 2000W y 2600W.

Los discos de material blando y flexible, se utilizan para el pulido y abrillantado de metales mientras los de alambre se emplean para quitar las rebabas de mecanizado que puedan tener algunas piezas. También pueden ser de material abrasivo, constituidos por granos gruesos o granos finos.

¹¹<http://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-electricas-y-accesorios/amoladora>



Figura 2.14 Amoladora.

Fuente: <http://hogar.uncomo.com/articulo/como-elegir-una-amoladora>.

2.6.3 Taladradora¹²

El taladro es una máquina herramienta donde se mecanizan la mayoría de los agujeros que se hacen a las piezas en los talleres mecánicos. Destacan estas máquinas por la sencillez de su manejo. 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.

Los taladros pueden ser de 2 tipos: el taladro de mano que es portátil y el taladro de sobremesa que permite bajar fácilmente la broca perpendicularmente al material que queremos agujerear y habitualmente se utiliza conjuntamente con la mordaza, herramienta que permite sujetar el material que se quiere perforar.

¹²http://www.gencat.cat/empresaocupacio/departament/centre_documentacio/publ



Figura 2.15 Taladro de Mano.

Fuente: http://www.construmatica.com/construpedia/Taladro_Portatil.

2.6.4 Soldadora¹³

Es una máquina herramienta que es usada principalmente para la unión de piezas, mediante la aplicación del calor. Estas máquinas necesitan para trabajar la energía, la cual proviene de un arco de electricidad, la soldadura se lleva a cabo por la acción de dos tipos de rayos láser y de electrones, la acción del procedimiento de fricción e incluso del de ultrasonido.

Las máquinas de corriente continua son las más económicas. Las máquinas con corriente alterna son las más empleadas por los artesanos y las empresas, esto se debe a que son las más económicas y las más eficientes.

Las máquinas de soldar son herramientas simples, para ser utilizadas correctamente se requieren de conocimiento eléctrico puesto que será la energía eléctrica la que se usa, además se necesita al menos un voltímetro y un amperímetro para leer la salida de corriente.

¹³<http://maquinariayherramientas.wordpress.com/2011/04/15/%C2%BFque-es-una-maquina-de-soldar/>



Figura 2.16 Máquina soldadora.

Fuente: <http://quito.olx.com.ec/soldadoras-mig-iid-185184893>

2.6.4.1 Soldadura por Arco.

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.

El arco eléctrico se inicia al acercar el electrodo a la pieza, después del contacto se separa rápidamente de la pieza a una distancia corta. El arco eléctrico produce temperaturas hasta 5500 °C o más que son suficientes para fundir cualquier metal. Se forma un pozo de metal fundido que consiste en metal base y el metal de aporte cuando se usa, cerca de la punta del electrodo.

En la mayoría de los procesos de soldadura con arco eléctrico se agrega un metal de aporte durante la operación para aumentar el volumen y fortalecer la unión soldada. Conforme el electrodo se mueve a lo largo de la unión, el pozo de metal fundido se solidifica de inmediato.



Figura 2.17 Soldadura por Arco.

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Soldadura>.

2.7 Materiales

2.7.1 Tanque de Presión

Son envases de acero de calidad especial, fabricados sin y con, uniones soldadas y tratados térmicamente para optimizar sus propiedades de resistencia y elasticidad para así lograr una durabilidad, y poder tener un cilindro confiable y resistente al momento de realizar la función de almacenar aire o líquidos a altas presiones.

La presión diferencial entre el interior del recipiente y el exterior es potencial peligrosa. Históricamente los aparatos a presión han sido una fuente importante de accidentes laborales. Consecuentemente, el diseño, manufactura y manipulación de estos dispositivos están regulados actualmente mediante normas ingenieriles exigentes. Por esas razones, el diseño y certificación de un recipiente diseñado para contener presión varía de país a país, y requiere definir parámetros tales como la máxima presión admisible y la temperatura máxima admisible.

Los recipientes de presión se utilizan en numerosas aplicaciones en la industria y los servicios. Los mismos se utilizan para el transporte, producción, manipulación, almacenamiento y procesos de transformación de líquidos y gases en todo tipo de industrias y aplicaciones.

Los recipientes de presión pequeños se suelen fabricar con un trozo de tubo y dos tapas. Una desventaja de estos recipientes es que los de mayores diámetros son más costosos, por lo que la forma más económica de un recipiente de presión de 1000 litros de capacidad y presión de diseño de 250 bares se incluyen las dos tapas semielípticas.



Figura 2.18 Cilindro.

Fuente: Investigación de Campo.

2.7.2 Válvula Reguladora de Presión

Las válvulas son unos de los instrumentos de control más esenciales en los diferentes trabajos, debido a su diseño y materiales, las válvulas se pueden abrir como cerrar, conectar y desconectar, regular, aislar una enorme serie de fluidos y gases, desde los más simples hasta los más tóxicos y corrosivos. Existe en el mercado diferentes tipos de tamaños.

Sirven para limitar o reducir la presión dentro de un sistema, para descargar la presión del compresor. Su función principal es de mantener la presión del sistema entre límites predeterminados. Las válvulas reguladoras de presión neumática, se utiliza para ajustar la presión de trabajo en equipos compresores de alta presión. La regulación es posible entre cero y un máximo diseñado, por el fabricante del regulador.

El regulador de presión es utilizado para ajustar la presión de aire en la línea de salida del tanque de almacenamiento a cualquier presión los rangos van de 0 y 150 PSI. El regulador incluye un manómetro de fácil lectura y una perilla para ajustar la presión.



Figura 2.19 Regulador de Presión.

Fuente: Investigación de Campo.

2.7.3 Manómetro¹⁴

Un manómetro es un aparato que sirve para medir la presión de fluidos contenidos en recipientes cerrados. Existen, básicamente, dos tipos: los de líquidos y los de gases.

¹⁴http://www.elhinel.com.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=1206&Itemid=516

Muchos de los aparatos empleados para la medida de presiones utilizan la presión atmosférica como nivel de referencia y miden la diferencia entre la presión real o absoluta y la presión atmosférica, llamándose a este valor presión manométrica; dichos aparatos reciben el nombre de manómetros y funcionan según los mismos principios en que se fundamentan los barómetros de mercurio y los aneroides. La presión manométrica se expresa ya sea por encima, o bien por debajo de la presión atmosférica. Los manómetros que sirven para medir presiones inferiores a la atmosférica se llaman manómetros de vacío o vacuómetros.

Todos los manómetros tienen un elemento que cambia alguna propiedad cuando son sometidos a presión, este cambio es manifestado en una escala o pantalla calibrada directamente en las unidades de presión correspondientes

Generalmente están hechos de vidrio o plástico, y aunque la mayoría tienen marcas para representar las mediciones, algunos son digitales. El manómetro con un único tubo mide sólo la presión de líquidos, ya que no hay lugar alternativo para poder comparar gases. Un manómetro con forma de U, compara la presión de dos gases diferentes y mide la fuerza del gas capturado. El aire que puede fluir es generalmente aire al nivel atmosférico actual.

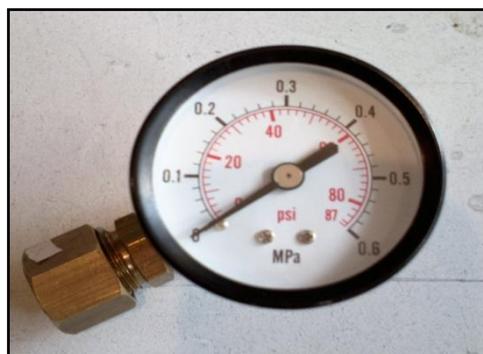


Figura 2.20 Manómetro.

Fuente: Investigación de Campo.

2.7.3.1 Tipos de Manómetros

Muchos de los aparatos empleados para la medida de presiones utilizan la presión atmosférica como nivel de referencia y miden la diferencia entre la presión real o absoluta y la presión atmosférica, llamándose a este valor presión manométrica; dichos aparatos reciben el nombre de manómetros y funcionan según los mismos principios en que se fundamentan los barómetros de mercurio y los aneroides y son:

➤ **Manómetro truncado.**

El llamado manómetro truncado sirve para medir pequeñas presiones gaseosas, desde varios hasta 1 Torr. No es más que un barómetro de sifón con sus dos ramas cortas.

➤ **Manómetro de Fuelle**

Los manómetros de fuelle tienen un elemento elástico en forma de fuelle como el acordeón al que se le aplica la presión a medir, esta presión estira el fuelle y el movimiento de su extremo libre se transforma en el movimiento de la aguja indicadora.

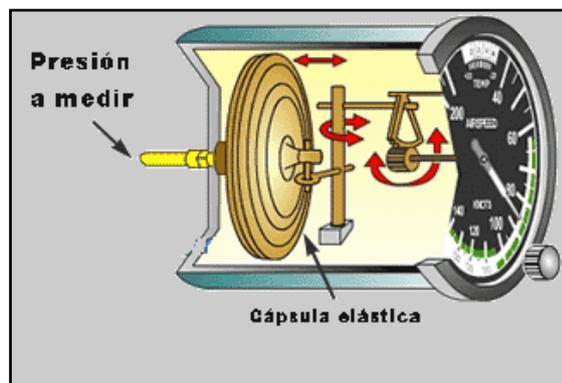


Figura 2.21 Manómetro.

Fuente: Investigador.

➤ **Manómetro de Bourdon.**

Consta de un fino tubo metálico de paredes delgadas, de sección elíptica muy aplastada y arrollado en forma de circunferencia. Este tubo está cerrado por un extremo que se une a una aguja móvil sobre un arco graduado. El extremo libre, comunica con una guarnición que se conectará al recipiente que contiene el gas comprimido. Cuando la presión crece en el interior del tubo, éste tiende a aumentar de volumen y a rectificarse, lo que pone en movimiento la aguja.

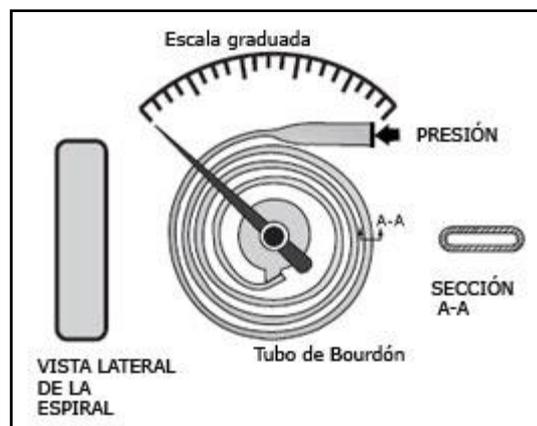


Figura 2.22 Manómetro de Bourdon.

Fuente: <http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica34.htm>

2.7.4 Cañerías de Presion¹⁵

Son conductos que cumple la función de transportar agua, gases u otros fluidos. Se suele elaborar con materiales muy diversos, y se los puede conseguir de dos tipos:

- Cañerías flexibles, de materiales tipo elastómero o de caucho sintético.
- Cañerías rígidas.

¹⁵<http://blog.gmveurolift.es/2010/04/conduccion-flexible-y-conduccion-rigida/>



Figura 2.23 Cañerías de Presión.

Fuente: <http://blog.gmveurolift.es/201conduccion-flexible-y-conduccion-rigida/>

2.7.4.1 Cañerías Flexibles

Se llama cañería o tubería flexible a un elemento de tipo tubular que tiene la ventaja de doblarse sin afectar su estructura, está fabricado de goma natural o en productos como elásticos sintéticos. Son empleadas en todas aquellas zonas de los sistemas en los que existe movimiento relativo entre los equipos o elementos del circuito ya sea por desplazamientos mecánicos, o por desplazamientos ocasionados por condiciones de servicio.

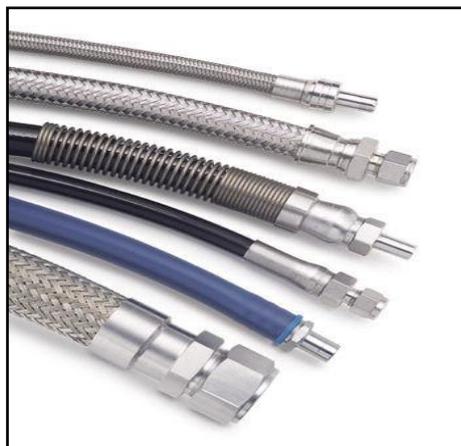


Figura 2.24 Cañerías Flexibles.

Fuente: <http://blog.gmveurolift.es/201conduccion-flexible-y-conduccion-rigida/>

2.7.4.2 Cañerías Rígidas

Se llama cañería rígida a un elemento de diferente tamaño y grosor formado por la unión de varias cañerías que se acoplan a través de tuercas.

Las cañerías de aleación de aluminio se emplean normalmente para presiones hidráulicas de medias y bajas, mientras que para presiones altas se emplea cañerías de acero y de aleación de titanio. Estas son empleadas en diferentes campos, en la aeronáutica se emplea en los sistemas hidráulicos de las aeronaves, están fabricadas de aleaciones de aluminio. Otras pueden ser de acero, o de una aleación de titanio.



Figura 2.25 Cañerías Rígidas.

Fuente: <http://blog.gmveurolift.es/201conduccion-flexible-y-conduccion-rigida/>

2.7.5 Acoples y Uniones¹⁶.

Los acoples tienen una sólida reputación por su facilidad de uso sin fugas y con una restricción mínima de flujo durante la operación del sistema. Están diseñadas para la transferencia de fluidos, en general, los acoplamientos rápidos incorporan controles de sellado de elastómero para las válvulas.

¹⁶<http://spanish.alibaba.com/photo-products/uniones-de-tuberias-pex.html>

Las uniones son trozos muy cortos de cañería con rosca macho o hembra en al menos uno de sus extremos el otro puede tener rosca macho o hembra y que sirve para unir cañerías más extensas estas pueden ser de diferentes formas y tamaños para unir diferentes diámetros. Los materiales con los que están hechos pueden variar dependiendo para el uso, algunos de estos son de plástico, otros de metal, de aluminio, y de aleaciones de titanio.

Los acoples permiten una rápida operación de acople y desacople algunos son con válvulas de retención, para diferentes presiones de trabajo, están fabricadas de materiales y modelos para cumplir con los más diversos requerimientos y necesidades de cada equipo.



Figura 2.26 Acoples y Uniones.

Fuente: <http://spanish.alibaba.com/photo-products/uniones-de-tuberias-pex.html>

2.7.5.1 Aplicaciones

- Unión de para cañerías
- Conexiones de aire en equipos estacionarios
- Conexiones de aire en equipos móviles
- Alimentación neumática para herramientas neumáticas

2.7.6 Filtro

El filtro de combustible es un elemento muy importante en el sistema de alimentación puesto que el mecanismo interno de los inyectores y otros componentes, deben estar bien protegidos contra cualquier agente externo extraño al mismo que se puede encontrar en el combustible.

Los filtros de combustible tienen la función de evitar el ingreso de partículas solidas a los inyectores y el motor. Los contaminantes vienen del surtidor, sus tanques, los recipientes usados para transportar el combustible, el cuello de su tanque y corrosión del mismo tanque. Los estudios demuestran que más de 90% de los problemas de inyectores son causados por combustible sucio.

El combustible puede aparecer limpio al ojo, porque no podemos ver las partículas menores de 40 micrones, pero si lo miramos con un microscopio podemos encontrar partículas que taponarán los filtros o los inyectores si logran a pasar. Aquí podemos ver diesel del surtidor y examinado por microscopio.

Los filtros pueden llegar a obstruirse, y cuando eso sucede, el filtro no está cumpliendo el objetivo para lo cual fue diseñado, por eso es bueno realizar periódicamente una inspección del filtro en busca de daños o impurezas que afecte el trabajo y el rendimiento se vean afectados negativamente.

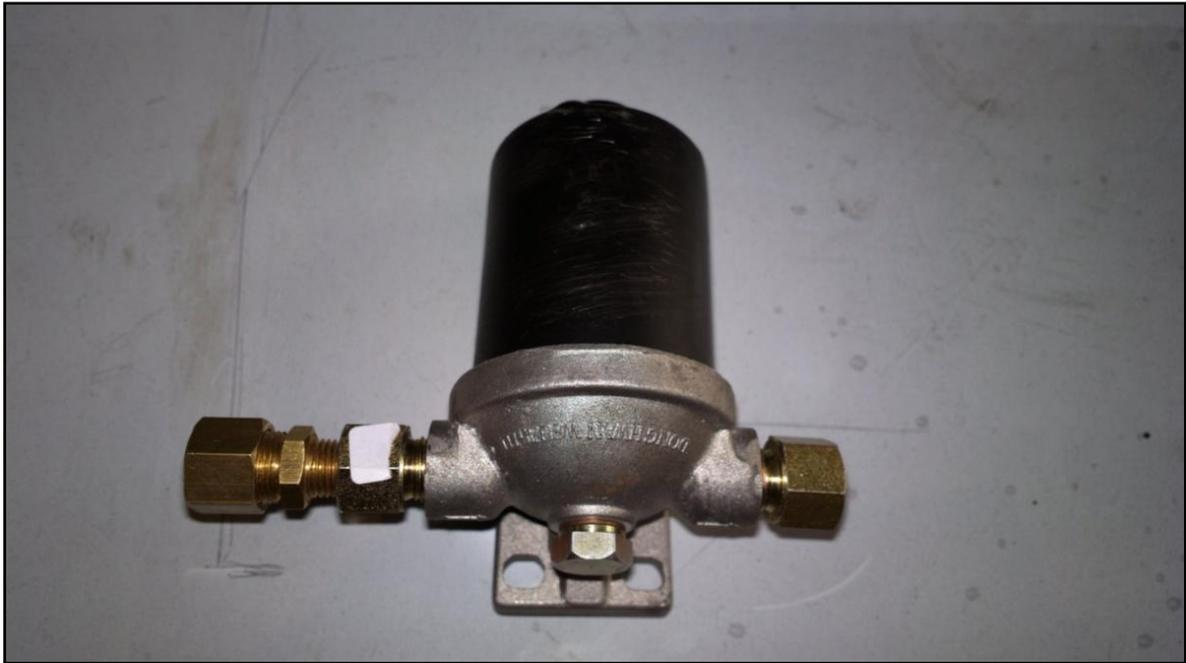


Figura 2.27 Filtro de Combustible.

Fuente: Investigación de Campo.

2.7.7 Válvula liberadora de Presión

Una válvula liberadora de presión o válvula de seguridad es la cual se necesita en todo trabajo que se haga con presión tanto hidráulica como neumática para así evitar accidentes.

Las válvulas de seguridad o válvulas de alivio, están diseñadas para liberar un fluido cuando la presión interna de un sistema que lo contiene supere el límite establecido. Su misión es evitar una explosión, el fallo de un equipo o tubería por un exceso de presión. Existen también las válvulas de alivio que liberan el fluido cuando la temperatura supera un límite establecido. Estas válvulas son llamadas válvulas de alivio de presión y temperatura.

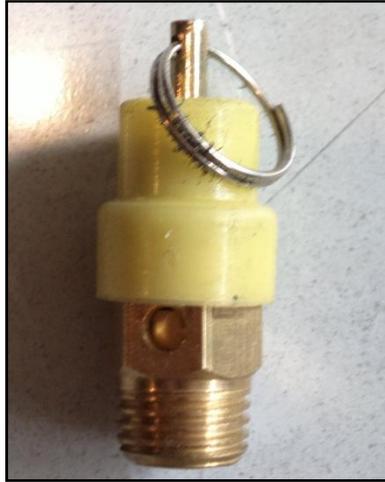


Figura 2.28 Válvula de Alivio.

Fuente: Investigación de Campo.

2.7.8 Válvula de Cierre Rápido o Bola

Una válvula de bola, conocida también como de esfera, es un mecanismo de llave de paso que sirve para regular el flujo de un fluido canalizado y se caracteriza porque el mecanismo regulador situado en el interior tiene forma de esfera perforada.

Se abre mediante el giro del eje unido a la esfera o bola perforada, de tal forma que permite el paso del fluido cuando está alineada la perforación con la entrada y la salida de la válvula. Cuando la válvula está cerrada, el agujero estará perpendicular a la entrada y a la salida. La posición de la manilla de actuación indica el estado de la válvula abierta o cerrada.

Este tipo de válvulas no ofrecen una regulación precisa al ser de $\frac{1}{4}$ de vuelta. Su ventaja es que la bola perforada permite la circulación directa en la posición abierta con una pérdida de carga bastante más reducida que las de asiento, y corta el paso cuando se gira la maneta 90° y cierra el conducto.



Figura 2.29 Válvula de Alivio.

Fuente: <http://coferval.com/taxonomy/term/15>.

2.8 Pintura

Es una mezcla líquida o viscosa que se aplica ya sea por extensión, proyección, inmersión, aspersion sobre un material u objeto a ser pintado lo reviste, le da color y le protege contra agentes externos como es la corrosión o alarga la vida o tiempo útil.



Figura 2.30 Pinturas.

Fuente: <http://www.pintomicasa.com/2008/03/carta-de-colores-de-esmaltes-sinteticos.html>.

2.8.1 Componentes de las Pinturas

Existen dos grandes grupos para los componentes de las pinturas que son:

- Componentes líquidos: Como para el vehículo, que a su vez consta de un aglutinante y un disolvente.
- Componentes sólidos: Como los pigmentos y las cargas.

Las pinturas se forman mezclando un pigmento que es la sustancia que proporciona el color con un aglutinante que hace de medio fluido, como por ejemplo el aceite de linaza, y que se solidifica al contacto con el aire.

2.8.2 Cualidades de la Pintura.

- Buena resistencia a la intemperie y a la corrosión.
- Ser neutro respecto al soporte.
- Ser dócil
- Estabilidad de color
- Buen rendimiento.
- Ser decorativa.
- Buena adherencia al objeto.

2.9 Equipos de Protección Personal.

Los equipos de protección personal tienen como propósito principal, prevenir las enfermedades y accidentes que pudieran alterar la salud de los trabajadores en el desempeño de cualquier actividad laboral.

Este equipo es utilizado en áreas donde los riesgos a los que se está expuesto no pueden evitarse de otra forma. Sin embargo, es muy importante tener en cuenta que este equipo de seguridad no va a desaparecer los riesgos presentes, sino que junto con actitudes responsables como el tener la información necesaria para el manejo de materiales peligrosos y manejo de equipos y buenas instalaciones, se asegurará la seguridad y salud de los usuarios.

Los equipos de protección personal comprenden todos aquellos dispositivos, accesorios y vestimentas de diversos diseños que emplea el trabajador para protegerse contra posibles lesiones.



Figura 2.31 Equipos de Protección Personal.

Fuente: <http://olgapinacontreras.blogspot.com/2012/08/equipos-de-proteccion-personal.html>.

2.9.1 Tapones para Oídos

Los tapones para los oídos son una prenda de protección personal que se inserta en el canal auditivo externo para evitar dañar la capacidad de audición de quien los lleva. Se usan en ambientes con ruidos muy fuertes, o para evitar que entre el agua, arena o viento.



Figura 2.32 Tapones para Oídos.

Fuente: <http://olgapinacontreras.blogspot.com/2012/08/equipos-de-proteccion-personal.html>.

2.9.2 Gafas de Protección

Las gafas protectoras, antiparras son un tipo de anteojos protectores que normalmente son usados para evitar la entrada de objetos, agua o químicos en los ojos. Son usados en laboratorios de química, mecánicas y carpintería. Las gafas protectoras comúnmente son usadas al trabajar con herramientas, como taladros o motosierras, para prevenir que partículas dañen los ojos. Existen varios tipos de gafas protectoras para diferentes usos.



Figura 2.33 Gafas de Protección.

Fuente: <http://olgapinacontreras.blogspot.com/2012/08/equipos-de-proteccion-personal.html>.

2.9.3 Ropa de Protección

Una adecuada vestimenta ayuda mucho en la seguridad e higiene en el proceso de trabajo, la ropa adecuada evita quemaduras y cortes, esta debe ser de una tela gruesa y de preferencia anti flama. Las enfermedades cutáneas laborales es en particular la dermatitis por contacto de irritantes con la piel, representa un número significativo de todas las enfermedades laborales manifestadas. La mayoría de los soldadores conoce el valor de los delantales protectores de trabajo rudo y los guantes de carnaza para el fuego. La ropa de cuero o de lana ofrece mayor protección que el algodón desde el punto de vista de las quemaduras. El es una tela tratada retardante a la flama.



Figura 2.34 Ropa de Trabajo.

Fuente: <http://olgapinacontreras.blogspot.com/2012/08/equipos-de-proteccion-personal.html>.

2.9.4 Guantes de Trabajo

Los guantes es un equipo de protección personal muy importante en el trabajo ya que protege las manos de cortaduras, quemaduras, desgarres. La flexibilidad del material del que están hechos ayuda a la comodidad al realizar algunos trabajos. Los guantes de cuero por tener mayor resistencia al calor se los utiliza en el proceso de la soldadura, evitando quemaduras y cortes con las aristas del material a trabajar se utiliza también guantes de tela para trabajos no tan exigentes.

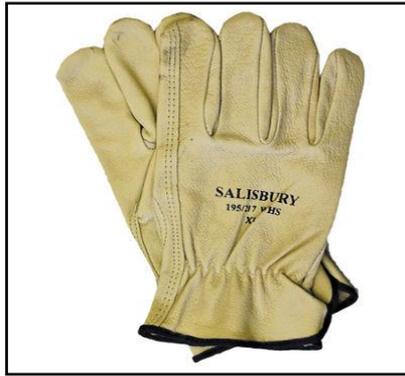


Figura 2.35 Guantes de Trabajo.

Fuente: <http://olgapinacontreras.blogspot.com/2012/08/equipos-de-proteccion-personal.html>.

2.9.5 Calzado de Seguridad

El calzado de seguridad pretende preservar la integridad de los pies y las piernas de los trabajadores, existiendo diferentes prestaciones y diseños en función de los requerimientos y las condiciones de trabajo existentes.

El calzado de seguridad es muy importante ya que previene de golpes fuertes por el descuido o por la mala fortuna del operario están recubiertos de cuero para aislar de la electricidad, calor evitando quemaduras y así proteger la integridad de los pies.



Figura 2.36 Calzado de Seguridad.

Fuente: <http://olgapinacontreras.blogspot.com/2012/08/equipos-de-proteccion-personal.html>.

CAPÍTULO III

CONSTRUCCIÓN

En este capítulo se hace referencia al proceso que se siguió para la construcción de un Tester Fuel Nozzle para el lavado, limpieza y comprobación de los inyectores del motor PT6, de una manera secuencial y describiendo cada uno de los pasos.

3.1 Preliminares

La construcción de un Tester Fuel Nozzle para el lavado y comprobación de los inyectores del motor PT6 responde a una necesidad, observado durante las proceso de pasantías en la compañía de fumigación “FAPSA”.

En la actualidad no existe ninguna herramienta apropiada, que brinde la posibilidad de, observar de una forma directa las características y funcionamiento de un lavador y comprobador de inyectores del motor PT6.

De esta manera el implementar un tester fuel nozzle se logrará disminuir el tiempo de que se demora en el mantenimiento, y así disminuir los costos operativos, para que los mecánicos realicen un trabajo de gran calidad, precisión, y eficiencia que es lo que busca la Industria Aeronáutica moderna y así tengan un buen desempeño en sus labores diarias en la compañía.

3.2 Planteamiento y Estudio de Alternativas

Para la construcción de un tester fuel nozzle se investigó sobre los diseños, y modelos existentes para el motor PT6 se pudo encontrar diversos modelos y diseños que existían.

3.2.1 Alternativas

3.2.1.1 Alternativa A

Un modelo corresponde al diseño que se encontró en los manuales de mantenimiento del motor PT6 perteneciente a la fábrica PRATT & WHITNEY. El cual es un diseño simple que usa presión neumática la que es regulada para presurizar un reservorio, que tiene líquido el cual se impulsa por medio de cañerías las cuales se encuentran conectadas al fondo del reservorio el cual es enviado a través de cañerías a un filtro de ahí pasa a un manómetro para saber la presión la cual pasa a unos adaptadores que se une al inyector.



Figura 3.1 Tester Fuel Nozzle.

Fuente: Investigación de Campo.

3.2.1.2 Alternativa B

Otro modelo corresponde a un diseño artesanal portátil que se puede llevar a diversos lugares donde no se encuentre con las instalaciones adecuadas para el trabajo de mantenimiento. Este modelo usa presión neumática la que es regulada para presurizar un reservorio, que tiene líquido el cual se impulsa por medio de cañerías las cuales se encuentran conectadas al fondo del reservorio, que conducen a un filtro para que este pueda ser usado a través de un adaptador que es la unión con el inyector permitiendo así el lavado limpieza y comprobación de los mismos.



Figura 3.2 Tester Fuel Nozzle.

Fuente: Investigación de Campo.

3.2.2 Estudio de Factibilidad

Para el estudio de factibilidad se considera los siguientes factores:

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

3.2.3 Selección de la Mejor Alternativa.

Para la construcción de esta herramienta tiene que cumplir con parámetros técnicos y operativos en cuanto al trabajo que se realiza para igualarse lo más posible que se pueda a las herramientas construidas por PRATT & WHITNEY usadas en talleres de mantenimiento.

Para la selección de la mejor alternativa se realizó una tabla donde se da una calificación de diez como máximo y cero como mínimo, donde se califica las alternativas.

Tabla 3.1 Selección de Mejor Alternativa.

	Alternativa A modelo portátil	Alternativa B modelo estático
Diseño.	10	7
Costo.	8	5
Traslado	10	2
Operación	10	10
Puntuación	38/40	25/40

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Investigador.

Los técnicos que hacen el mantenimiento en la compañía de fumigaciones “FAPSA”, tienen preferencia por la alternativa A que corresponde al modelo portátil ya que es un modelo fácil de transportar y se lo puede llevar a diferentes pistas, no como el modelo estático que necesita espacio y no se la puede cargar ya que las funciones de los modelos son las mismas.

3.2.4 Factor Económico

Es la gestión económica que se debe realizar para la construcción de un tester fuel nozzle para la compañía “FAPSA”

3.2.5 Requerimientos Técnicos

La seguridad que debe garantizar el tester fuel nozzle es muy necesaria e importante para que pueda tener un correcto funcionamiento y garantizar el trabajo al momento de realizar el lavado, limpieza, y comprobación de los inyectores del motor PT6 Además se debe cumplir con los siguientes requerimientos de operación:

- No ser pesada.
- Facilidad de transportación.
- Durabilidad de los materiales.
- Facilidad de operación y mantenimiento.

3.3. Construcción de un Tester Fuel Nozzle

Para la fabricación de esta herramienta se realizó un esquema donde se señalan los requerimientos que debe cumplir esta herramienta. Los diferentes cambios físicos que se realizó fueron hechos de acuerdo a la necesidad de los técnicos de la compañía “FAPSA”. Cabe aclarar que las modificaciones en su construcción son de tipo físico, apariencia, esto no cambia las características técnicas ni el funcionamiento. Con lo que se complació los requerimientos que tenían los técnicos de la compañía.

3.3.1 Materiales usados en la construcción.

3.3.1.1 Reservorio de Presión

El reservorio de presión que fue seleccionado para la construcción del tester fuel nozzle, tiene la capacidad de soportar una presión máxima de 150 PSI la cual sobre pasa la capacidad que se necesita para almacenar presión neumática la presión que se necesita es de 30 PSI está construido de acero galvanizado de 4mm de espesor.

La capacidad que tiene para almacenar líquido es de 7 litros, para la realización del trabajo es necesario tres litros de agua tibia.

Consecuentemente, el diseño, manufactura y manipulación de este dispositivos están regulados actualmente mediante normas ingenieriles exigentes. Por esas razones, el diseño y certificación de un recipiente diseñado para contener presión, y requiere definir parámetros tales como la máxima presión admisible.

3.3.1.2 Válvula Reguladora de Presión

La válvula reguladora de presión que se utilizó para la construcción de tester fuel nozzle es de perilla por lo cual se puede variar el ingreso del aire así se puede ajustar la cantidad de presión necesaria para la realización del trabajo. Su diseño de las válvulas se pueden abrir como cerrar, conectar y desconectar, regular, aislar una enorme serie de fluidos y gases.

El regulador de presión es utilizado para ajustar la presión de aire en la línea de salida del tanque de almacenamiento a cualquier presión los rangos van de 0 y 180 PSI. El regulador incluye un manómetro de fácil lectura y una perilla para ajustar la presión.

3.3.1.3 Manómetro

Se utilizo un manómetro de fluidos el cual da una indicación de 0 a 80 PSI. Ya que la presión requerida para el trabajo tiene un máximo de 30 PSI el manómetro es de tipo fuelle tienen un elemento elástico en forma de fuelle como el acordeón al que se le aplica la presión a medir, esta presión estira el fuelle y el movimiento de su extremo libre se transforma en el movimiento de la aguja indicadora.

3.3.1.4 Cañerías de Presión

Para la construcción se empleó cañerías flexibles que tienen una capacidad para conducir ya sea líquidos combustibles, o gas a presiones ya que está hecha de un material que es caucho sintético. La presión que soporta las cañerías es de 300 PSI como lo indica en la propia cañería, y soporta temperaturas de 170⁰c la cual es una sobre capacidad de presión y temperatura porque la temperatura que se necesita es de 50⁰c máximo y 30 PSI de presión.

3.3.1.5 Acoples y Uniones.

Se compró una serie de conexiones tanto de tipo neumático como de tipo hidráulicas de cobre, usadas para conectar entre si todos los componentes, la mayoría de tipo comercial para facilitar su compra. También se adquirió acoples que son necesarios para la máquina que conectaran al compresor externo.

También se utilizó reducciones de media a un cuarto de pulgada para ciertas conexiones que eran necesarias como por ejemplo a la salida del cilindro de presión.

3.3.1.6 Filtro

El filtro es un elemento muy importante para la construcción. Se necesitó un filtro que pueda filtrar impurezas, microscópicas las cuales tiene medida que puede ser 40 micras son, impurezas visibles a simple vista fue necesario implementar un filtro de 10 a 25 micras como lo dice el fabricante.

El filtro usado en esta construcción es un filtro de características similares a las requeridas para el funcionamiento del motor que, es de 10 micras es un filtro de polipropileno. Este filtro soporta temperaturas de hasta 75⁰c está recubierto con

un material plástico para evitar la corrosión y una capa de pintura como lo indica el fabricante MANN FILTER ya que se requiere que el líquido llegue limpio para poder lavar los inyectores ya que se necesita lavar los inyectores no incrementar las impurezas que pueda presentar los mismos.

3.3.1.7 Válvula liberadora de Presión

En la construcción del tester fuel nozzle se utilizó una válvula liberadora de presión la cual se abre a una cierta presión, esto como medida de seguridad para evitar posibles accidentes por sobre presión del tanque de almacenamiento.

Las válvulas de seguridad que se empleó en la construcción, están diseñadas para liberar un fluido cuando la presión interna de un sistema que lo contiene supere el límite establecido. Su misión es evitar una explosión del cilindro de presión, el fallo de un equipo o tubería por un exceso de presión.

3.3.1.8 Válvula de Cierre Rápido o Bola

En la construcción del tester se utilizó dos válvulas de cierre rápido al inicio para cerrar o abrir la entrada de aire y al final para abrir o cerrar al momento que se necesite o al tener la presión requerida para el lavado y comprobación de los inyectores estas soportan presiones de hasta 400 PSI como lo indica el fabricante AQ BRASS BALL VALVE.

Se abre mediante el giro del eje unido a la esfera o bola perforada, de tal forma que permite el paso del fluido cuando está alineada la perforación con la entrada y la salida de la válvula. Cuando la válvula está cerrada, el agujero estará perpendicular a la entrada y a la salida. La posición de la manilla de actuación indica el estado de la válvula abierta o cerrada.

3.3.1.9 Plancha Metálica Tol

Para la construcción de la base se utilizó una plancha de tol frío de 1mm de espesor para obtener una base adecuada para el tester fuel nozzle, se hizo el trazado de las medidas necesarias y correctas, para que los componentes se contengan de una buena manera y así, evitar daños de los componentes, y proveer una fácil transportación.



Figura 3.3 Base Metálica.

Fuente: Investigación de Campo.

3.3.1.10 Suelda

En la fabricación del tester fuel nozzle se necesitó la soldadura en la construcción de la base y al unir los componentes como fue el cilindro y la base donde se fija el filtro a la base.

La soldadura también se utilizó para soldar la manija para poder ser transportado fácilmente, el tester fuel nozzle, en el proceso de construcción de la base para el cilindro es la parte donde más se utilizó la soldadura, tanto para hacer las primeras uniones, como para luego formar y hacer un cordón de soldadura en las

diferentes caras que se unen. Se utilizó la soldadura al momento de unir la base, al cilindro de presión.



Figura 3.4 Soldadura de Base Metálica.

Fuente: Investigación de Campo

3.3.2. Descripción del Tester Fuel Nozzle

El tester fuel nozzle para el lavado limpieza y comprobación de los inyectores está construido en base, a un modelo ya hecho, en el cual la estructura principal, es el reservorio que fue adquirido ya armado y con las diferentes normas y que, soporte la presión necesaria, además de poseer los agujeros que sirven para el ingreso de combustible, y acoples necesarios para conectar los diferentes componentes al mismo.

La base del tester fuel nozzle está construido con una plancha metálica adecuada para que soporte el peso del tanque y de los componentes como es el filtro, manómetro y las cañerías de salida de combustible y proporciona estabilidad al momento de su uso.

El funcionamiento del tester fuel nozzle se necesita de agua tibia la mismo que para salga a presión requiere de presión neumática la cual suministra un compresor externo el cual está unido por acople rápido, al regulador de presión el cual aumenta o disminuye la presión neumática que ingresa al reservorio según sea la necesidad.

El filtro es de gran importancia ya que evitará que las impurezas lleguen al inyector y envía agua limpia hacia los inyectores. El filtro está ubicado a la salida del reservorio, luego del filtro se encuentra un manómetro con el cual se puede verificar la presión de salida, posterior se encuentra una cañería flexible el cual, lleva el agua a una válvula de cierre rápido para que a través de un acople llegue al inyector.



Figura 3.5 Tester Fuel Nozzle.

Fuente: Investigación de Campo

3.3.3. Partes del Tester Fuel Nozzle

El tester fuel nozzle contiene los siguientes elementos para su operación.

- Acople para toma de aire.
- Válvula reguladora de presión.
- Reservorio hidroneumático.
- Base

- Válvula de alivio.
- Filtro de combustible.
- Manómetro de salida.
- Válvula de cierre rápido.
- Adaptador para los inyectores.

3.3.4 Orden de Construcción

1. Base
2. Conexiones neumáticas y de combustible.
3. Ensamblado y pintura.

3.3.4.1 Construcción de la Base

Para la construcción de la base, del tester fuel nozzle se realizó de una forma cuadrada para que soporte el peso del reservorio y de todos los componentes la cual está hecha de una plancha de tol de 1 mm de espesor.

Cabe destacar que para la construcción de la base se utilizó herramientas tanto manuales con mecánicas las cuales son necesarias e importantes para la realización de esta herramienta.

Se realizó los siguientes pasos para la construcción que se detallara a continuación:

- Trazados de la plancha de tol para saber por dónde se va hacer los dobles.



Figura 3.6 Trazado de la base.

Fuente: Investigación de Campo.

- Se realizó el corte de la plancha de tol para lo que será la base.



Figura 3.7 Corte de la base.

Fuente: Investigación de Campo

- Se realizó los dobles necesarios para darle su forma definitiva.



Figura 3.8 Dobles de la base.

Fuente: Investigación de Campo

- Luego de esto se procedió a soldar las terminaciones.

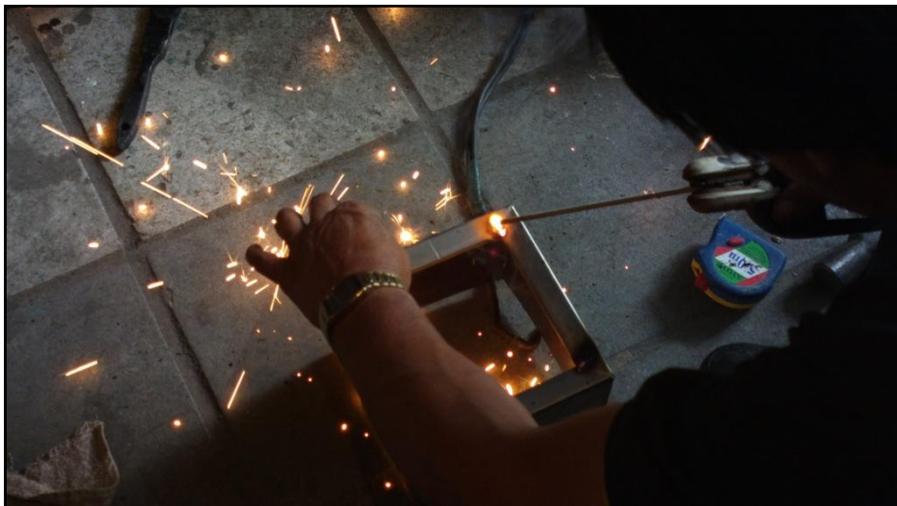


Figura 3.9 Soldadura de la base.

Fuente: Investigación de Campo

3.3.4.2 Ubicación de Conexiones

Las diferentes conexiones tanto neumáticas como hidráulicas se ubicaron al momento que se procedió a la unión de los componentes de acuerdo a la distancia necesaria al reservorio para que se facilite la instalación de los componentes del tester fuel nozzle.

Para las conexiones fueron necesarios los siguientes componentes tanto de tipo neumático como hidráulico.

Conexiones Neumáticas:

- Acople del compresor macho
- Regulador de presión.
- Reductor de media
- Orings

Conexiones Hidráulicas:

- Codo de 90 grados.
- Niplos y casquillos.
- Cañería flexible.
- Filtro.
- T de acero.
- Manómetro.
- Válvula de cierre rápido.
- Adaptador.

3.3.4.3 Ensamblado y Pintura

Obtenido todos los componentes necesarios y concluidos la construcción de los elementos se procedió a realizar la ensambladura de las diversas partes del tester

fuel nozzle, se verificó las diferentes conexiones para evitar posibles fugas, para que tenga un buen funcionamiento.

Para concluir con el trabajo se procedió a pintar con todos los componentes ya instalados y ubicados en la posición correcta teniendo un resultado bastante satisfactorio.



Figura 3.10 Ensamblado y Pintura.

Fuente: Investigación de Campo

3.4 Codificación de Máquinas, Herramientas y Equipos

Tabla 3.2. Codificación de Máquinas.

Nº	MÁQUINA	CARACTERÍSTICAS	CÓDIGO
1	Dobladora de tol	Lp 1500	M1
2	Amoladora	BOSH 110V	M2
3	Taladro de mano	110v 2000rpm	M3
4	Soldadora eléctrica	Miller 220v	M4
5	Compresor	150 Psi 4HP	M5

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Investigador.

Tabla 3.3. Codificación de Herramientas.

Nº	HERRAMIENTA	CÓDIGO
1	Calibrador pie de rey	H1
2	Flexómetro	H2
3	Sierra manual	H3
4	Rayador	H4
5	Tornillo de banco	H5
6	Guillotina	H6
7	Escuadras	H7
8	Pistola aerografía	H8

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Investigador.

Tabla 3.4 Codificación de Materiales.

Nº	MATERIAL	CÓDIGO
1	Electrodos	M5
2	Lija	M6
3	Teflón	M7
4	Pintura	M8

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Investigador.

Tabla 3.5 Especificaciones de Construcción y Montaje.

Nº	DESCRIPCIÓN	MÁQUINA	HERRAMIENTA	MATERIAL
1	Medición de base		1-2-7	
2	Trazado de base		7-4	
3	Corte y doblado de base	1	3-6	
4	Soldadura de base	4		5
5	Lijado	2		6
6	Uniones		5	7

7	Verificación de conexión	5		
8	Pintura	5	8	8

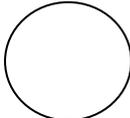
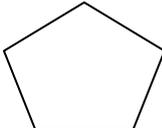
Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Investigador.

3.5 Diagrama de Procesos

En la siguiente tabla se detalla los diferentes procesos de construcción del tester fuel nozzle con su respectiva simbología.

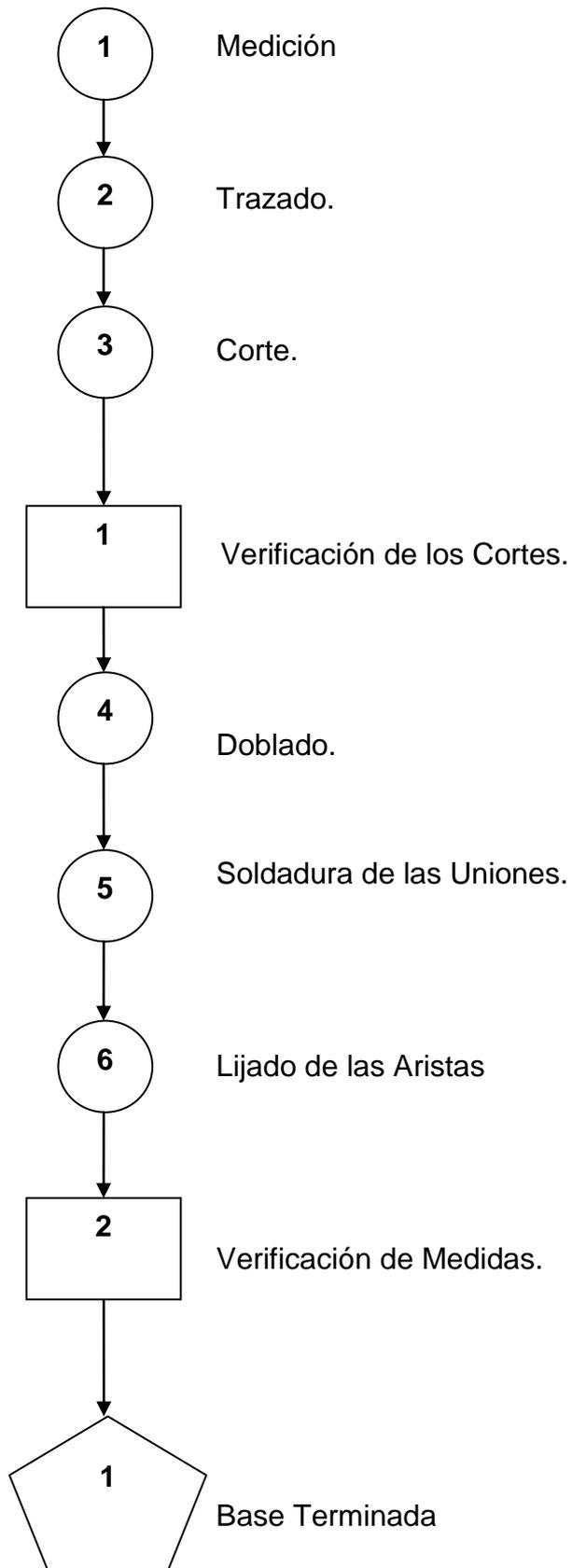
Tabla 3.6 Simbología de los Diagramas de Proceso.

Nº	SIMBOLOGÍA	DESIGNACIÓN
1		Operación
2		Inspección o verificación
3		Ensamble
4		Conector

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Investigador.

3.5.1 Base del Tester Fuel Nozzle



3.5.2 Conexiones

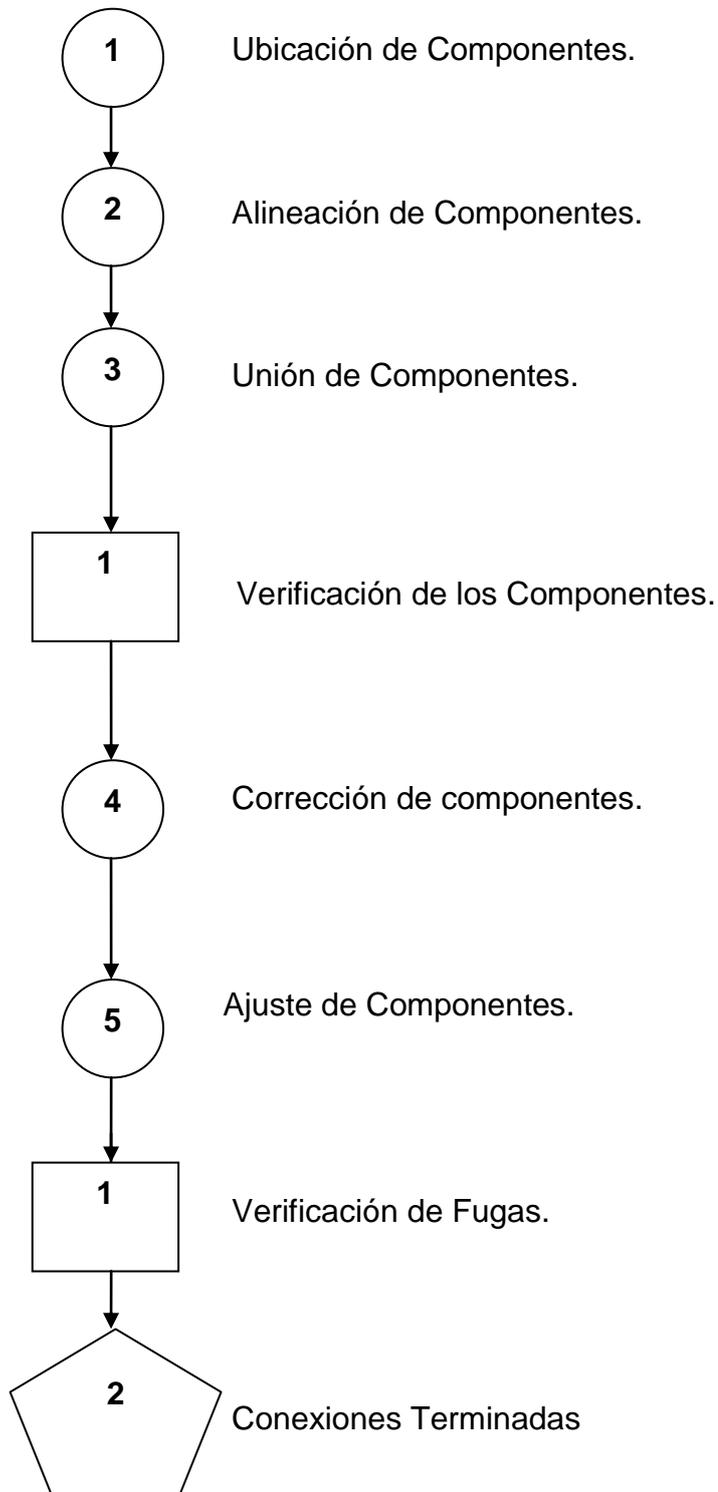
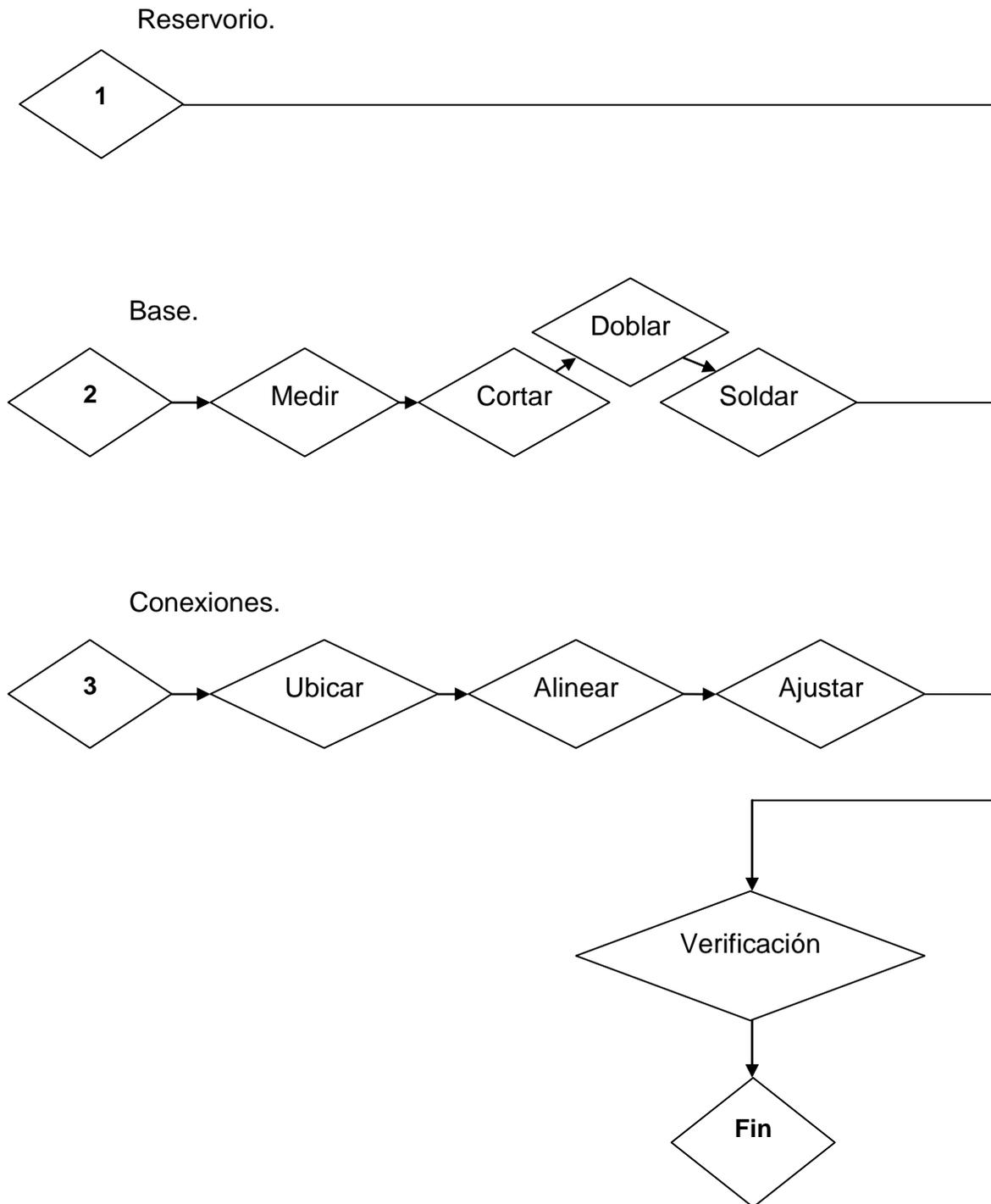


Diagrama del proceso de construcción del tester fuel nozzle para lavado, limpieza, y comprobación de los inyectores de combustible del motor PT6 de la compañía de fumigaciones “FAPSA”.

3.5.3 Diagrama de Ensamblaje del Conjunto



3.6 Pruebas de Funcionamiento

Una vez finalizada la construcción del tester fuel nozzle, se procedió a realizar todas las pruebas de funcionamiento, para comprobar la funcionalidad y operatividad de todos los elementos de la máquina. En busca de hacer ajustes o verificar si hay la existencia de fugas.

Se realizó verificaciones del proceso de maquinado, para su buena operación y funcionamiento. Para las pruebas operacionales de carga el tester fuel nozzle con el fin de hacer una simulación en condiciones de operación reales, se llenó el reservorio del tester fuel nozzle con agua para posteriormente comprimirlo con presión neumática externa la cual da una presión de aproximada de 80 a 130 PSI. En la cual se pudo constatar que no existía la presencia de fugas ni en los componentes ni en el reservorio, se probó en las válvulas que no exista ninguna fuga tanto en las válvulas de cierre rápido, en las diferentes uniones, y en el regulador de presión, las cuales funcionaban de forma adecuada.

Durante el proceso de construcción, del tester fuel nozzle cumplió con todos los parámetros y normas requeridas para proceder hacer el trabajo de lavado, limpieza, y comprobación que exige el manual de mantenimiento. Dando como exitosa el resultado obtenido quedando así construido el tester fuel nozzle para la compañía "FAPSA".



Figura 3.11 Ensamblado y Pintura.

Fuente: Investigación de Campo

3.7 Elaboración de Manuales

Es necesario e importante seguir procedimientos escritos, por lo que es necesario regirse en manuales los cuales nos permitan, hacer un desempeño correctamente, manteniendo parámetros de seguridad. Los manuales para el tester fuel nozzle corresponden a tres manuales que son:

- Operación.
- Mantenimiento.
- Seguridad.

A continuación se describe los procedimientos a seguir tanto en operación, mantenimiento y seguridad esto con el fin de hacer un trabajo bien hecho y el de obtener un trabajo bien planificado.

Tabla 3.7 Elaboración de Manuales.

Nº	PROCEDIMIENTO	CÓDIGO
1	Manual de operación del tester fuel nozzle para el lavado, limpieza de inyectores del motor PT6 de la compañía "FAPSA".	MOPE.
2	Manual de mantenimiento del tester fuel nozzle para el lavado, limpieza de inyectores del motor PT6 de la compañía "FAPSA".	MMAN.
3	Manual de seguridad del tester fuel nozzle para el lavado, limpieza de inyectores del motor PT6 de la compañía "FAPSA".	MSEG.

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Investigador.

3.7.1 Manual de Operaciones

	MANUAL DE OPERACIONES	Pág. 1 de 2
	OPERACIÓN DEL TESTER FUEL NOZZLE PARA EL LAVADO Y LIMPIEZA DE INYECTORES DE COMBUSTIBLE DEL MOTOR PT6 DE “FASA”	Código: MMO
		Revisión: 1
	Elaborado por: Miguel Angel Jaramillo Plua	
	Aprobado por: Ing. Rodrigo Bautista.	Fecha: 9/1/14
1. OBJETIVO. Dar a conocer los procedimientos del tester fuel nozzle para el correcto funcionamiento del mismo		
2. ALCANCE. El manual está dirigido al personal de técnicos que realizan la operación de mantenimiento de la compañía de fumigaciones “FAPSA”.		
3. PROCEDIMIENTOS. <ul style="list-style-type: none">➤ Llenar con agua tibia hasta el nivel indicado en el reservorio.➤ Conecte la línea de presión neumática al tester fuel nozzle.➤ Verificar que el que el manómetro del tester fuel nozzle tenga la presión requerida para el trabajo que es de 30 a 40 PSI.➤ Chequee exteriormente que todas la uniones y acoples del tester fuel nozzle estén bien conectadas y que no exista fugas.➤ Verifique que los manómetros estén operativos, y que se encuentren en posición cero.➤ Verifique que la válvula de alivio no se encuentre obstruida.➤ Conecte la manguera de suministro de hidroneumático del tester fuel nozzle con el accesorio para montaje de los inyectores.		

	MANUAL DE OPERACIONES	Pág. 2de 2
	OPERACIÓN DEL TESTER FUEL NOZZLE PARA EL LAVADO Y LIMPIEZA DE INYECTORES DE COMBUSTIBLE DEL MOTOR PT6 DE “FAPSA”	Código: MMO
		Revisión: 1
	Elaborado por: Miguel Angel Jaramillo Plua	
	Aprobado por: Ing. Rodrigo Bautista.	Fecha: 9/1/14
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Despacio vaya ajustando el regulador de presión aumentando la presión a 30 PSI hasta que indique el manómetro de presión accione la válvula de corte de esta manera se lavara completamente el inyector y su boquilla, y observe que el volumen de aspersion debe, extender uniformemente sobre el centro del orificio de la boquilla del inyector, si existe demasiada presencia de rayas del líquido, que exceda el 20% es evidente que ya no se la puede usar (ANEXO A). ➤ Reducir la presión del reservorio hasta quedar en cero, como indica el manómetro de presión del regulador. O accionamos la válvula de cierre rápido o de bola para desconectar el suministro de aire y desconéctela línea que se dirige a los acoples del inyector. <p>NOTA</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Si hay la presencia de goteo o de babeo, en la boquilla del inyector puede ser causadas por depósitos de carbono alrededor de la boquilla del inyector. Se los quita cepillando ligeramente la boquilla con un estropajo de algodón. ➤ Luego de realizar esta operación el orificio de la boquilla del inyector debe quedar en condiciones operables, si esto no sucede significa que la boquilla del inyector no está operable. 		

3.7.2 Manual de Mantenimiento

	MANUAL DE MANTENIMIENTO	Pág. 1 de 2
	MANTENIMIENTO DEL TESTER FUEL NOZZLE PARA EL LAVADO Y LIMPIEZA DE INYECTORES DECOMBUSTIBLE DEL MOTOR PT6 DE “FAPSA”	Código: MMA
		Revisión: 1
	Elaborado por: Miguel Angel Jaramillo Plua	
	Aprobado por: Ing. Rodrigo Bautista.	Fecha: 9/1/14
1. OBJETIVO. Dar a conocer los procedimientos de mantenimiento del tester fuel nozzle, para el correcto funcionamiento del mismo		
2. ALCANCE. Conservar en buenas condiciones de operación el tester fuel nozzle que fue construido.		
3. DEFINICIONES. Limpieza.- Es el acto de eliminar elementos contaminantes de las superficies. Mantenimiento.- Es todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida.		
3. PROCEDIMIENTOS. ➤ Verificar de forma visual en busca, de fugas de líquido o fugas de aire en la estructura de la máquina si hay la presencia de algún tipo de falla en alguno de los elementos reemplace el elemento defectuoso. ➤ Efectuar una limpieza exterior del tester fuel nozzle, en general para evitar la acumulación de agentes extraños que pueden causar problemas o daños al mismo.		

	MANUAL DE MANTENIMIENTO	Pág. 2 de 2
	MANTENIMIENTO DEL TESTER FUEL NOZZLE PARA EL LAVADO Y LIMPIEZA DE INYECTORES DECOMBUSTIBLE DEL MOTOR PT6 DE “FAPSA”	Código: MMA
		Revisión: 1
	Elaborado por: Miguel Angel Jaramillo Plua	
	Aprobado por: Ing. Rodrigo Bautista.	Fecha: 9/1/14
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Revise el filtro cada 50 operaciones en presencia de partículas o agentes extraños. Reemplace el filtro a las 300 operaciones del tester fuel nozzle y llenar la hoja de operaciones. ➤ Hacer una inspección visual cada 50 operaciones de los elementos del tester fuel nozzle y llenar la hoja de operaciones. ➤ Compruebe visualmente que las cañerías se encuentren en buen estado exterior. ➤ Compruebe con agua jabonosa la presencia de fugas de aire si existe reemplace el elemento defectuoso ➤ Verificar haciendo una inspección visual que las válvulas de cierre rápido funcionen correctamente caso contrario reemplazar las misma. ➤ Realizar el cambio de los manómetros si se encuentran en mal estado o defectuosos. 		

3.7.3 Manual de Seguridad

	MANUAL DE SEGURIDAD	Pág. 1 de 2
	MEDIDAS DE SEGURIDAD DEL TESTER FUEL NOZZLE PARA EL LAVADO Y LIMPIEZA DE INYECTORES DECOMBUSTIBLE DEL MOTOR PT6 DE "FAPSA"	Código: MSEG
		Revisión: 1
	Elaborado por: Miguel Angel Jaramillo Plua	
	Aprobado por: Ing. Rodrigo Bautista.	Fecha: 9/1/14
<p>1. OBJETIVO.</p> <p>Dar a conocer los procedimientos de seguridad que debe seguir el técnico del tester fuel nozzle, para el correcto funcionamiento del mismo</p> <p>2. ALCANCE.</p> <p>Precautelar la seguridad del técnico operario al momento de utilizar el tester fuel nozzle.</p> <p>3. PROCEDIMIENTOS.</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Al momento de realizar cualquier tipo de trabajo se debe tomar las medidas de seguridad, necesarias para precautelar la integridad del técnico operador.➤ Realizar siempre que se vaya a utilizar el tester fuel nozzle una inspección visual en busca de detectar que no exista ningún tipo de anomalías al momento de su uso.➤ La zona donde se vaya a realizar el trabajo debe ser el adecuado e indicadas por el operario.➤ La ventilación debe ser la adecuada para obtener un buen resultado.		

	MANUAL DE SEGURIDAD	Pág. 2 de 2
	MEDIDAS DE SEGURIDAD DEL TESTER FUEL NOZZLE PARA EL LAVADO Y LIMPIEZA DE INYECTORES DECOMBUSTIBLE DEL MOTOR PT6 DE "FAPSA"	Código: MSEG
		Revisión: 1
	Elaborado por: Miguel Angel Jaramillo Plua	
	Aprobado por: Ing. Rodrigo Bautista.	Fecha: 9/1/14
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Es necesario contar con equipos para el derrame de líquidos con el fin de evitar contaminación en el área de trabajo. ➤ El lugar donde se vaya hacer el trabajo debe contar con una buena iluminación para distinguir los daños que pudiera existir. ➤ La utilización de equipos de protección personal como son: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Gafas de protección para evitar el contacto con los ojos. ➤ Ropa de trabajo adecuada para proteger el cuerpo de preferencia overol jean. ➤ Guantes para evitar el daño o accidentes laborales en las manos. ➤ Calzado de seguridad para evitar posibles caídas y para proteger las extremidades inferiores. 		

3.8 Presupuesto

El presupuesto de la construcción de este proyecto está basado en preformas que fueron cotizadas para cada uno de los materiales y las máquinas herramientas empleadas, así como transporte alimentación, estadía, etc.

3.8.1 Detalles de costos

3.8.1.1 Costos primarios

Comprende el costo detallado de los materiales utilizados, las horas de las máquinas herramientas, entre otros.

Tabla 3.8 Costos primarios

Nº	MATERIAL	CANT.	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	Válvula Reguladora de Presión.	1	20	20
2	Filtro con Base.	1	90	90
3	Electrodos 6011	6	0.40	2.40
4	Plancha de Tol.	1	35	35
5	Manómetro.	1	5	5
6	Válvula Liberadora de Presión.	1	5	5
7	Cañería de Presión Neumática.	1	10	10
8	Juego de Uniones Neumáticas	1	43	43
9	Codo de Acero	1	0.40	0.40
10	Neplo	5	0.50	2.50
11	Teflón	3	0.50	1.50
12	T de Acero.	1	0.60	0.60
13	Válvula de Cierre Rápido.	2	4	8

14	Reservorio	1	150	150
	TOTAL			373.40 USD

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Investigador

Tabla 3.9 Costos de Máquinas

Nº	MAQUINARIA	COSTO
1	Dobladora manual.	4
2	Taladro.	4
3	Cizalla manual	2
4	Equipo de pintura	15
5	Suelda	4
TOTAL		29 USD

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Investigador.

Tabla 3.10 Costos de Mano de Obra

Nº	DETALLE	COSTO
1	Técnico mecánico y pintor	100
TOTAL		100USD

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Investigador.

Tabla 3.11 Costos Secundarios

Nº	DESCRIPCIÓN	COSTO
1	Materiales de papelería.	60
2	Internet.	10

3	Impresiones.	40
4	Transporte y movilización.	120
5	Anillado y empastado.	30
6	Alimentación	60
TOTAL		320USD

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Investigador.

Tabla 3.12 Costo Total del Proyecto

Nº	DESCRIPCIÓN	COSTO
1	Costo Primario	373.40
2	Máquinas y Equipos	29
3	Mano de Obra	100
4	Costo Secundario	320
TOTAL		822.40USD

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Investigador

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El presente capítulo resume las observaciones finales, acerca del trabajo terminado y se haya comprobado las especificaciones para las cuales fue construida.
- La construcción del tester fuel nozzle permitirá que los técnicos de la compañía tengan un mejor desempeño en sus funciones y un mejor mantenimiento de las aeronaves.
- El tester fuel nozzle es una herramienta indispensable para el mantenimiento de los motores PT6 del avión Thrush pertenecientes a la compañía de fumigación “FAPSA”.

4.1 Conclusiones

- Se realizó el análisis de la información que fue necesaria para el desarrollo del tema y poder de esta manera obtener conceptos básicos e importantes para su construcción.
- Se realizó la “CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN TESTER FUEL NOZZLE PARA EL LAVADO, LIMPIEZA DE LOS INYECTORES DEL MOTOR PT6 DEL AVION THRUSH PERTENECIENTE A LA COMPAÑIA DE FUMIGACIONES “FAPSA”. Manifestando a una necesidad propuesta por los técnicos de la compañía el mismo que fue desarrollado con el objetivo de facilitar a los técnicos las inspecciones periódicas del motor PT6 en lo que se refiere a lavado, y limpieza de inyectores.

- Se fabricó el tester fuel nozzle siguiendo normas de seguridad para precautelar la seguridad del personal que va hacer uso de esta máquina para el mantenimiento de los inyectores del motor.
- Se elaboró los respectivos manuales como son de operación, mantenimiento y seguridad los cuales, es una traducción de los manuales de mantenimiento del motor para así facilitar su buen funcionamiento y las seguridades correspondientes.

4.2 Recomendaciones

- Para el uso de esta máquina se recomienda tener el conocimiento y la información necesaria, sobre el funcionamiento del mismo para, obtener un trabajo satisfactorio.
- Esta máquina debe tener una correcta operatividad, ya que el mal uso podría causar daños, y accidentes por lo que se recomienda una correcta utilización.
- Es necesario la implementación de algunos bancos de prueba y de equipos y herramientas que reúna todas las características, tanto técnicas como legales, y garantice las operaciones de mantenimiento.
- Se hace necesario la ejecución de proyectos tanto de implementación como de innovación de ciertas herramientas y equipos con el fin de contribuir de manera óptima, las operaciones de mantenimiento en la compañía de fumigaciones “FAPSA”.

GLOSARIO

TÉRMINOS.

Aeronave.- Es toda máquina que tiene la capacidad de sustentarse en la atmosfera.

Factibilidad.- Cualidad o condición de factible.

Mantenimiento.- Es el conjunto de operaciones, y cuidados necesarios para que equipos, instalaciones, herramientas entre otros puedan funcionar correctamente.

Operatividad.- Es la capacidad para realizar una función.

Eficacia.- Es la capacidad para lograr el efecto que se desea o se lo espera.

Eficiencia.- Capacidad para lograr un efecto determinado optimizando los recursos disponibles.

Innovación.- Es toda transformación aportada intencionalmente, y significativamente a un sistema educativa, con el objetivo de revisar los objetivos de este sistema o de atender durante los objetivos planteados.

Tabular.- Expresar valores, magnitudes u otros datos por medio de tablas.

Factible.- Es lo que se puede realizar.

Reconstrucción.- Se refiere al proceso de recuperación, a mediano o a largo plazo de elementos que han sido afectados por diferentes causas.

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

Flexómetro.- Instrumento de medición similar a una cinta métrica, con la particularidad de que está construido en chapa metálica flexible debido su escaso espesor, dividida en unidades de medición.

Válvulas.- Son los mecanismos que regulan la entrada y salida del aire o fluido.

Corrosión.- La corrosión se define como el deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno.

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

SIGLAS.

- **DGAC:** Dirección General Aviación Civil.
- **HSI:** Inspección de la sección caliente.
- **FAPSA:** Fumigaciones Aéreas Pérez S.A.
- **RDAC:** Regulaciones de la Aviación Civil.
- **TLR:** Tiempo Límite de Revisión.
- **RPM:** Revoluciones por Minuto.
- **FCU:** Unidad de Control de Combustible.
- **NP:** Velocidad de la Hélice
- **NG:** Velocidad del motor.
- **AG:** Agrícola.

BIBLIOGRAFÍA.

Libros

- Manual de mantenimiento del Motor PT6
- Texto tomado de la recopilación de Derecho Aéreo “Código Aeronáutico de la Dirección de Aviación Civil, Parte 043 20-d
- Conocimientos del Avión – Obra adaptada al programa de estudios – Antonio Esteban Oñate - 6^{ta} Edición.
- Ferretería para aviones inter América Air Force Academy
- Tecnología Aeronáutica – Folleto de Instrucción – Energía Hidráulica – Antonio Esteban Oñate.
- Manual de mantenimiento del avión Thrush - Thrush Aircraft.
- Tecnología Aeronáutica.
- Folleto de Instrucción de la aeronave.
- Conocimientos básicos del Avión – Obra adaptada al programa de estudios –Antonio Esteban Oñate - 6^{ta} Edición.

Páginas Web

- <http://es.scribd.com/doc/63788493/14-TURBOHELICES>.
- <http://www.chismesmundo.com/motores-aeronauticos-parte-8-turbohelice/>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Historia_de_la_aviaci%C3%B3n