

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**“HABILITACIÓN DEL BANCO DE PRUEBA PARA EL LAVADO Y
LIMPIEZA DE INYECTORES DE COMBUSTIBLE DE LOS
MOTORES PT6A DEL GAE-44 “PASTAZA”.**

POR:

CBOP. DE A.E. ESCUDERO GOMEZ KLEBER ORLANDO

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

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA
MENCION MOTORES**

2012

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el Sr. CBOP. DE A.E. ESCUDERO GOMEZ KLEBER ORLANDO, como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA- MOTORES.

Tlgo. Ulices Cedillo

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

Latacunga, 17 de Mayo del 2012

DEDICATORIA

La realización de este trabajo quiero dedicarlo primeramente a mi Dios por haberme dado la vida que yo siempre había soñado y fuerzas para luchar. A mis padres Jorge y Gloria por haberme crecido como un hombre de bien e incondicionalmente apoyado en todo momento para así día a día seguir adelante en esta etapa de mi vida, debido a ello les dedico este trabajo como muestra de amor y gratitud quienes me han brindado el don de vivir y la gentileza del ser.

A mis hermanos que me apoyaron con sus consejos y presencia, ya que sin ellos no habría contado con los recursos económicos y morales, a mi bella y amada esposa Sandra Acurio Méndez quien me ha brindado su apoyo moral y sincero durante todo este tiempo de haber convividos juntos en todo momento dándome las fuerzas necesarias para continuar luchando día tras día y seguir adelante rompiendo todas las barreras que se me presenten.

También quiero dedicarle a mi hijo Dostyn, quien es lo más lindo que la vida me ha brindado.

ESCUDERO GOMEZ KLEBER O.

CBOP. DE A.E.

AGRADECIMIENTO

Al culminar con éxito mi carrera profesional, primeramente agradezco a Dios por estar conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar así mismo por darme lo más lindo que me ha podido brindar mi hijo Dostyn junto a mi esposa Sandra compañera inseparable en cada jornada.

Quiero agradecer a mis Padres por haberme dado la luz de la vida y enseñarme a ser un hombre de bien quienes me han ayudado a cumplir mis sueños del cual estoy muy orgulloso y que estoy seguro que ellos también lo están.

De corazón, agradezco a nuestra querida y distinguida Institución la Aviación del Ejército, por darme la oportunidad de capacitar en el campo de la Aeronáutica porque gracias a su apoyo estoy estudiando en este prestigioso Instituto.

Al Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico “ITSA”, manantial del saber en dónde me capacite y me forme como profesional, a todos los maestros que a lo largo de mi carrera supieron inculcarme no solamente con sus conocimientos sino también con sus valores que hoy practico en mi vida diaria.

ESCUDERO GOMEZ KLEBER O.
CBOP. DE A.E.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PAG
PORTADA.....	I
CERTIFICACIÓN	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE ANEXOS	XII
RESUMEN	XIII
SUMARY	XIV

CAPÍTULO I

EL TEMA

1 Antecedentes	1
2 Justificación.....	2
3 Objetivos	2
3.1 Objetivo General	2
3.2 Objetivos Específicos	3
4 Alcance.....	3

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades del Avión ARAVA T-201	6
---	---

2.1.1 Dimensiones.....	7
2.2 Descripción del motor	7
2.2.1 Componentes principales	8
2.2.2 Esquema del sistema de combustible del motor	8
2.3 Combustibles de aviación	9
2.3.1 Qué es combustible.....	9
2.3.2 Combustible de turbina.....	9
2.3.2.1 JP-1	9
2.4 Inyectores.....	10
2.4.1 Inspecciones periódicas para los inyectores	10
2.4.2 Inyectores simples.....	12
2.4.3 Inyectores dúplex o dobles.....	13
2.4.4 Condiciones de mantenimiento	15
2.4.4.1 Condiciones aceptables	15
2.4.4.2 Condiciones no aceptables	16
2.5 Broca	17
2.5.1 Tipos de brocas.....	17
2.5.1.1 Brocas para metales.....	18
2.5.1.2 Brocas para paredes	18
2.5.1.2.1 Brocas multiusos o universales	18
2.5.1.2.2 Brocas de tres puntas para madera	18
2.5.1.2.2.1 Brocas de avellanar.....	19
2.5.1.2.2.2 Brocas para vidrio	19
2.6 Tornillo de banco.....	19
2.7 Taladro de pedestal.....	20
2.8 Pinturas	21
2.8.1 Componentes de las pinturas.....	21
2.8.2 Cualidades que debe tener una pintura	21
2.9 Cañerías de presión	22
2.9.1 Cañerías rígidas	23
2.9.2 Cañerías flexibles	23
2.9.3 Utilización	24
2.10 Soldadura por arco eléctrico.....	24
2.10.1 Electrodo 6011	25

2.11 Acoples.....	25
2.11.1Aplicaciones	26
2.12 Manómetros de presión de combustible.....	26
2.12.1Aplicaciones	27
2.13 Qué es calibración de instrumentos	27
2.13.1 Beneficios.....	28
2.14 Válvula reguladora	29
2.14.1 Válvulas reguladoras de presión automática.....	29
2.14.2 Válvulas reguladoras de máxima presión o descarga	30
2.15 Válvula de cierre rápido o de bola.....	30

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Planteamiento y estudio de alternativas	32
3.1.1 Estudio de factibilidad	32
3.1.1.1Factor técnico	33
3.1.1.2 Factor operacional	33
3.1.1.3 Factor económico.....	34
3.2 Habilitación del banco de prueba	34
3.2.1 Situación actual del banco de prueba	34
3.2.2 Detalles de la habilitación del banco de prueba	37
3.2.3 Partes del banco de prueba	41
3.2.4 Codificación de maquinas, herramientas y equipos	42
3.3 Diagrama de procesos	43
3.4 Pruebas de funcionamiento.....	50
3.5 Elaboración de manuales.....	51
3.5.1 Tipos de manuales	51
3.5.1.1Manual de operación.....	53
3.5.1.2 Manual de mantenimiento	56
3.5.1.3 Manual de seguridad.....	58
3.5.1.4 Manual de verificación.....	60
3.6 Recursos	62

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones	65
4.2 Recomendaciones	66
Glosario.....	67
Abreviaturas	69
Bibliografía	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Codificación de máquinas	42
Tabla 3.2 Codificación de las herramientas	43
Tabla 3.3 Codificación de los equipos.....	43
Tabla 3.4 Simbología de los diagramas de proceso	44
Tabla 3.5 Codificación de los manuales y hojas de registro.....	52
Tabla 3.6 Recursos humanos.....	62
Tabla 3.7 Costos primarios.....	62
Tabla 3.8 Costos maquinas y equipos	63
Tabla 3.9 Gastos mano de obra.....	63
Tabla 3.10 Gastos varios.....	64
Tabla 3.11 Costo total del proyecto.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 Avión ARAVA T-201.....	6
Figura 2-2 Dimensiones del avión.....	6
Figura 2-3 Descripción del motor.....	7
Figura 2-4 Esquema del sistema.....	8
Figura 2-5 Fuel nozzle assemblies.....	11
Figura 2-6 Inyector simplex.....	13
Figura 2-7 Inyector duplex de un solo colector.....	14
Figura 2-8 Inyector duplex de doble colector.....	14
Figura 2-9 Fuel nozzle spray conditions acceptable.....	15
Figura 2-10 Fuel nozzle spray conditions not acceptable.....	26
Figura 2-11 Brocas.....	17
Figura 2-12 Tornillo de banco.....	20
Figura 2-13 Taladro de pedestal.....	20
Figura 2-14 Pinturas.....	21
Figura 2-15 Cualidades de una pintura.....	22
Figura 2-16 Cañerías de presión.....	22
Figura 2-17 Cañerías rígidas.....	23
Figura 2-18 Cañerías flexibles.....	24
Figura 2-19 Acoples.....	25
Figura 2-20 Manómetros de presión.....	27
Figura 2-21 Calibración de instrumentos.....	28
Figura 2-22 Válvula reguladora.....	29
Figura 2-23 Válvula de cierre rápido o de bola.....	31
Figura 3-1 Reservorio de combustible inoperable.....	35
Figura 3-2 Manómetros de presión inoperable.....	35
Figura 3-3 Llaves de cierre rápido en mal estado.....	36
Figura 3-4 Soporte de inyectores no adecuados.....	37
Figura 3-5 Depósito, soporte de inyectores e indicadores operables.....	38
Figura 3-6 Equipo de soldadura.....	38
Figura 3-7 Soldaduras de las partes de la mesa.....	39
Figura 3-8 Pulido de los puntos de suelda.....	39

Figura 3-9 Soldadura de las planchas, garruchas y recipientes en la mesa	40
Figura 3-10 Banco de prueba listo para ser probado	41
Figura 3-11 Partes del banco de prueba	41

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A Anteproyecto

ANEXO B Herramienta especial (PWC32811)

ANEXO C Herramienta especial (PWC 304050)

ANEXO D Condiciones de mantenimiento

ANEXO E Texto original del manual de mantenimiento sobre operación del banco

ANEXO F Factor técnico del banco de prueba de la casa fabricante

ANEXO G Planos del proyecto

ANEXO H Certificado de funcionamiento

ANEXO I Hoja de vida

RESUMEN

Este presente proyecto de grado está basado en la necesidad de la habilitación del banco de prueba para el lavado y limpieza de inyectores de combustible de los motores PT6A del GAE-44 "Pastaza". El contenido del proyecto incluye un resumen descriptivo y representativo del avión así como del sistema de combustible, todo en base al Manual de Mantenimiento y Operación del avión AravaT-201 de fabricación Israelita. La fase aplicativa del proyecto incorpora la habilitación y funcionamiento del banco de pruebas el cual va ser de fácil interpretación y manipulación por parte del usuario proporcionando un trabajo de calidad. Con este proyecto se pretende atender la necesidad del GAE-44 "Pastaza" especialmente en el taller de Hélices y Motores facilitando el trabajo por parte de los técnicos en las labores de Mantenimiento especialmente en las inspecciones del motor cuando se realiza el lavado de inyectores. En conclusión este proyecto de grado constituye una herramienta muy importante en vista que se va a optimizar y mejorar los procesos de mantenimiento dentro de la sección de motores del GRUPO AREO DEL EJÉRCITO No. 44 "PASTAZA".

SUMARY

This present degree project is based on the necessity of the Qualification of the test bank for the laundry and cleaning of injectors of fuel of the motors PT6A of the GAE-44 "Pastaza ". The content of the project includes a descriptive and representative summary of the airplane as well as of the system of fuel, everything based on the Manual of Maintenance and Operation of the airplane Arava T-201 of Israeli production. The phase applicative of the project incorporates the qualification and operation of the bank of tests which goes to bed of easy interpretation and manipulation on the part of the user providing a work of quality. With this project it is sought especially to assist the necessity of the GAE-44 "Pastaza " especially in the shop of Helixes and Motors allowing this way the easiness of the work on the part of the technicians in the works of Maintenance in the inspections of the motor when she/he is carried out the laundry of injectors. In conclusion this present degree project constitutes a very important tool in view that it will optimize and to not improve the maintenance processes inside the section of motors of the GRUPO AREO OF THE ARMY. 44 "PASTAZA ".

CAPÍTULO I

EL TEMA

1. ANTECEDENTES

El Grupo de Aviación del Ejército N° 44 “PASTAZA”, situado en el Cantón Mera de la Provincia de Pastaza, es una unidad operativa de la Brigada de Aviación del Ejército N° 15 “PAQUISHA”, la misma que combina operaciones de combate y misiones humanitarias dentro de todo el territorio ecuatoriano en especial en la amazonia operando con aeronaves de ala fija (aviones) y Ala rotatoria (helicópteros).

Es evidente que para mantener el buen funcionamiento y el nivel de aeronavegabilidad de su flota, se hace necesario el mantenimiento de las aeronaves para el buen funcionamiento, según el nivel de operaciones de las mismas, siendo de esta manera imperiosa la necesidad de: capacitar y perfeccionar al personal de técnicos en mantenimiento, la adecuación de su infraestructura, la implementación de herramientas y equipos de apoyo para el mantenimiento (herramienta comunes, especiales, equipos de comprobación, bancos de prueba, habilitaciones, etc.), en tal circunstancia se crea el Escuadrón de Mantenimiento Aéreo, el mismo que es pilar fundamental para el mantenimiento de las operaciones aéreas; es por esta razón que se realiza una investigación a fondo del problema presentado **(Ver Anexo A)** en el cual se determinó que es parte primordial realizar la HABILITACIÓN DEL BANCO DE PRUEBA PARA EL LAVADO Y LIMPIEZA DE INYECTORES DE COMBUSTIBLE

DE LOS MOTORES PT6A DEL GAE-44 "PASTAZA",el mismo que mejorará y facilitará el trabajo dentro de la sección de mantenimiento de motores del grupo aéreo; así como en la contribución de valiosa información necesaria para la limpieza y lavado de inyectores en sus respectivas inspecciones.

2. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad que formamos parte de un contexto globalizado y en constante desarrollo tecnológico razón por el cual es necesario utilizar bancos de prueba actualizados, modificados y habilitados de acuerdo a los nuevas tendencias en el mantenimiento con tecnología aeronáutica, es por eso que surge la necesidad de realizar la HABILITACIÓN DEL BANCO DE PRUEBA PARA EL LAVADO Y LIMPIEZA DE INYECTORES DE COMBUSTIBLE DE LOS MOTORES PT6A DEL GAE-44 "PASTAZA",el mismo que será implementado en la sección de mantenimiento del GRUPO AÉREO que permitirá un soporte técnico al personal que labora en esta sección, la realización de este proyecto permitirá desarrollar a los técnicos eficientemente en las prácticas de mantenimiento de una manera segura y fiable, así como también se pretende optimizar los recursos (humano y material) empleados para el mantenimiento, contribuyendo así al desarrollo tecnológico aeronáutico de la FUERZA TERRESTRE.

3. OBJETIVOS

3.1 GENERAL

Habilitar el banco de prueba para el lavado y limpieza de inyectores de combustible de los motores PT6A del GAE- 44 "PASTAZA", contribuyendo así al mejoramiento técnico de la sección de mantenimiento de motores del GRUPO AÉREO.

3.2 ESPECÍFICOS

- Seleccionar y analizar la documentación referente al motor y los diferentes sistemas como es el de combustible, de acuerdo a los manuales y las Ordenes Técnicas.
- Determinar materiales e instrumentos que se van a utilizar en la habilitación del banco de prueba.
- Habilitar el banco de prueba para el lavado y limpieza de inyectores de combustible de los motores PT6A del GAE- 44 "PASTAZA"
- Realizar pruebas de funcionamiento del banco de prueba, para así descubrir alguna novedad existente.
- Verificar el funcionamiento del banco de prueba una vez habilitado; aplicando todos los conocimientos teóricos y prácticos, para así entregar un material en óptimas condiciones de trabajo y fiable.
- Elaborar el manual de operación, mantenimiento, seguridad y formulario de registro.
- Implementar este proyecto de grado con su respectiva información técnica en la sección de mantenimiento del GRUPO AÉREO DEL EJÉRCITO No. 44 "PASTAZA".

4. ALCANCE

El presente proyecto tiene como alcance:

La habilitación del banco de prueba para el lavado y limpieza de los inyectores de los motores PT6-A34 y 36 para los aviones Arava T-201, este proyecto de grado se realizará empleando instrumentos de medición (manómetros y regulador de presión) los cuales tiene parámetros de funcionamiento establecidos por el fabricante motivo por el cual no es necesario realizar ningún análisis matemático o de operación sobre los mismos. Así como se emplearon válvulas de cierre rápido y material de ferretería entre otros componentes.

La función de este banco de prueba es lavar y limpiar el inyector para su correcto funcionamiento y a la vez detectar fallas de mal funcionamiento de los mismos en las inspecciones que se les realizan, tiene la capacidad de operar sin presentar ningún tipo de anomalía en el tiempo que el técnico requiera para realizar la tarea de mantenimiento.

Es liviano, de fácil operación y fácil de movilizar, gracias a las ruedas que se le han incluido, el reservorio permite trabajar con una presión máxima de 170 psi; la presión que el sistema requiere para trabajar es de 60 psi con esto se proporciona un margen de seguridad al técnico que emplee este proyecto, los manómetros necesitan ser calibrados y tener un mantenimiento para extender su vida útil y mantener un correcto funcionamiento.

De esta manera se facilita las tareas de mantenimiento y optimizar recursos (humanos, material), contribuyendo así a la economía de la BRIGADA DE AVIACIÓN DEL EJÉRCITO No.15 "PAQUISHA" y al desarrollo del GRUPO AÉREO DEL EJÉRCITO No. 44 "PASTAZA", cabe indicar que al finalizar este trabajo de grado será implementado inmediatamente en el área de mantenimiento específicamente en el taller de motores para su utilización ya que las inspecciones de los motores PT6A-34 se las realiza cada 300 horas y es necesario el lavado y limpieza de los inyectores, además este banco de prueba puede ser utilizado en todas las versiones y modificaciones del motor PT6A en sus diferentes inspecciones y servirá también como fuente de consulta para el personal técnico que requiera información de esta tarea de mantenimiento así como también a los estudiantes del ITSA y personal ajeno al mismo el cual se interese en el tema del presente proyecto de graduación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 GENERALIDADES DEL AVIÓN ARAVA T-201¹

El T-201 es un avión de múltiples usos que fue diseñado especialmente para servir a la vez como transporte de carga y pasajeros.

Este avión es fabricado por la Industria Aeronáutica Israelita (Israel Aircraft Industries I.A.I.) se le ha asignado al modelo civil el número 101 y al militar el 201, puede despegar y aterrizar en pistas cortas debido a la gran superficie de sus alas y dobles alerones, por lo que se denomina tipo Stol.

El avión está propulsado por dos turbohélices HC-B3TN-3D Hartzell, con hélices tripala de paso reverso.



Fig. 2.1 Avión Arava T-201

¹Manual de mantenimiento del avión ARAVA T- 201 ATA 01 página 04

2.1.1 Dimensiones

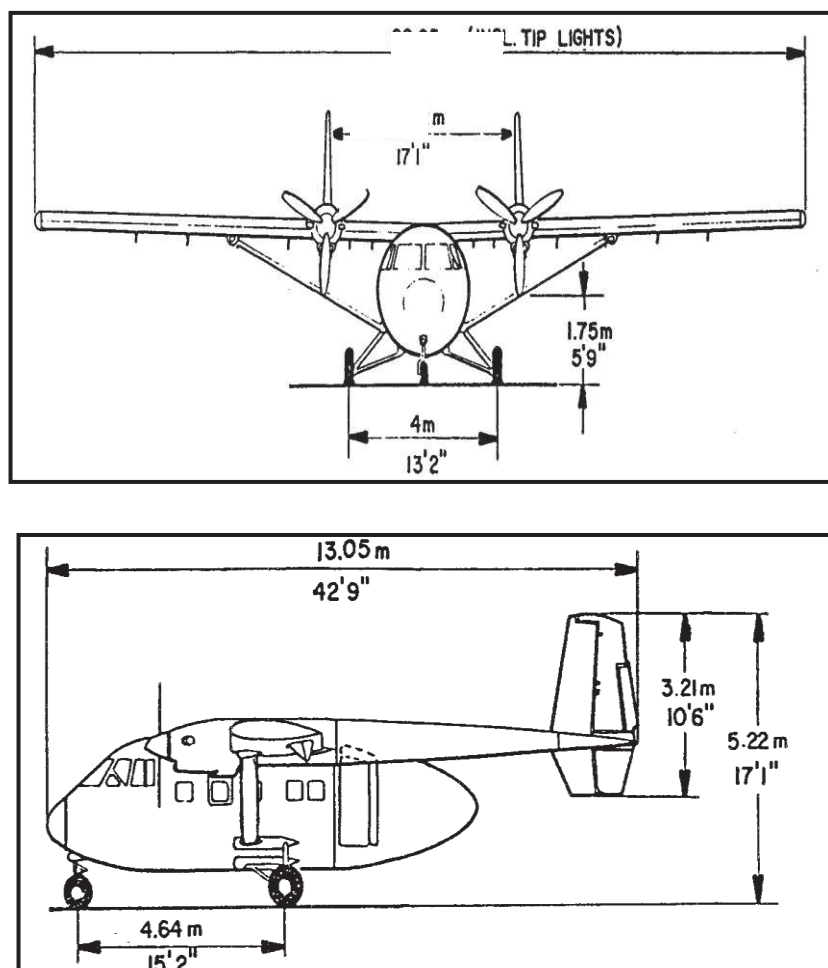


Fig. 2.2 Dimensiones del avión

Fuente: Aircraft dimensions and ground clearance ATA 06-00-03

2.2 Descripción del motor²

El motor PT6 es un turbomotor de peso liviano, los dos rotores no son conectados entre sí giran a diferentes velocidades y en dirección opuesta.

- Fabricación canadiense PRATT & WHITNEY
- N_p independiente de N_g

²Manual de Mantenimiento Turboprop Gas Turbina Engine Models PT6A-34/36/114/116/135

- Diseño modular.
- El aire ingresa a la cámara de combustión vía unos agujeros pequeños.
- El combustible es inyectado en la cámara de combustión por vía de 14 inyectores.
- RPM de la turbina de potencia 33000 RPM
- RPM de la hélice 2200 RPM
- RPM del generador de gas 38000 RPM

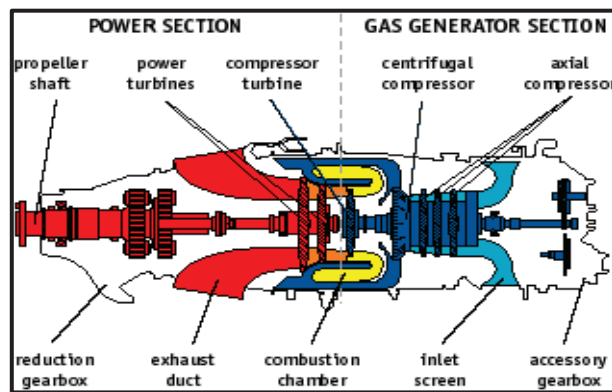


Fig. 2.3 Descripción del motor

Fuente: Engine cross-section (typical) ATA 72-03-00

- Turbina libre
- Son de 3 compresores axiales más una etapa de compresor centrífugo.

El depósito de combustible es parte integral, localizado entre la caja de accesorios y la carcasa de entrada de aire.

2.2.1 Componentes principales

- Unidad de control de combustible (FCU)
- Gobernador de la hélice

- Gobernador de sobre velocidad
- Tacómetro de NG
- Tacómetro de NP
- Unidad de control de arranque
- Inyectores de combustible
- Bombas de alta presión
- Intercambiador de temperatura

2.2.2 Esquema del sistema de combustible del motor

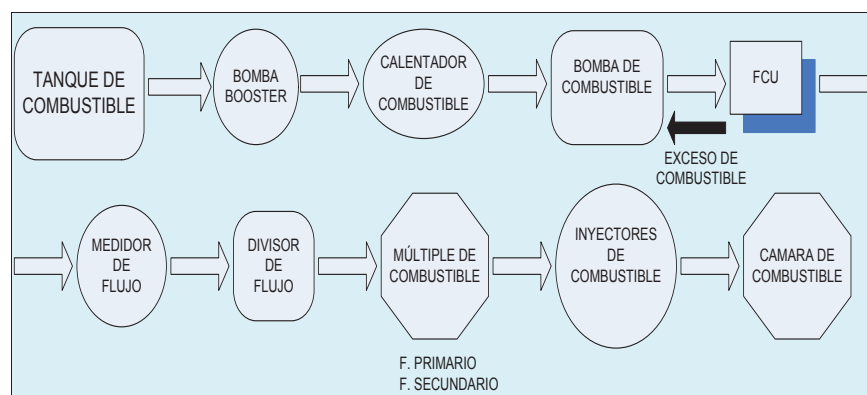


Fig. 2.4 Esquema del sistema

Elaborado por: Investigador

2.3 Combustible de aviación

2.3.1 Qué es Combustible³

Producto líquido, incoloro, volátil e inflamable, compuesto por una mezcla de hidrocarburos, obtenida entre otros productos en el proceso de refinado del petróleo y que arde en combinación con el oxígeno y una fuente de ignición (chispa) liberando una gran cantidad de energía.

³Antonio Esteban Oñate/Conocimientos del Avión/Pag.235

2.3.2 Combustible de Turbinas⁴

2.3.2.1 JP-1

También conocido como turbo combustible o turbosina. El Jet A-1 o JP-1A, es un destilado medio proveniente de la destilación atmosférica del petróleo. Es una mezcla de fracciones de kerosene y tiene muy pocas diferencias con el Jet A. El JP-1 es un combustible de resultados satisfactorios en todos los conceptos, tanto en turborreactores como en turbohélices. No obstante, sólo un pequeño porcentaje del petróleo puede convertirse en combustible que reúna estas especificaciones JP usados por los militares. La temperatura máxima a la salida de la cámara o cámaras de combustión debe ser tal, que los álabes guías de entrada en turbina, los álabes de estator y los álabes del rotor no sufran sobrecalentamientos o deformaciones.

Este tipo de combustible tiene las siguientes características:

- Punto de congelación de -60°C
- Punto de inflamación de 43°C
- Es transparente, incoloro y brillante.

2.4 Inyectores

Los 14 inyectores rocían el combustible en la cámara de combustión para operación normal del motor (Fig. 2.5). Los inyectores reciben el combustible del Fuel Manifold y lo suministra a la cámara de combustión.

Consisten en 10 inyectores primarios y 4 inyectores secundarios los cuales crean un flujo de aire-combustible contra-rotatoria. El combustible es dirigido a los inyectores para ser atomizado y pulverizado.

Los inyectores son de tipo simple con una sola cámara del giro alimentada por dos agujeros de entrada. El combustible arremolinado del giro agujerea la salida

⁴Manual de Abastecimiento Aéreo de la 15-BAE "PAQUISHA"

a través de un orificio y descarga hacia unos 20 grados el centro primario. Este cono señala con luz afuera a la salida. La salida contorneada proporciona un rocío de combustible de calidad bueno a la presión de combustible muy baja en el régimen de arranque.

Su objetivo principal es entregar el combustible pulverizados a la cámara de combustión para su explosión.

2.4.1 Inspecciones para los inyectores

Según el manual de mantenimiento del motor PT6A-34 cita lo siguiente:

La inspección y limpieza de los inyectores de combustible se la realiza cada 300 horas, según el manual de mantenimiento del motor, pero según un boletín de servicio emitido por la fábrica que se le considere según el usuario alargar 100 horas de servicio más.

Para las inspecciones de los inyectores tomamos en cuenta dos tipos de comprobaciones utilizando dos dispositivos o herramientas que son:

Por atomización o pulverización, utilizando una herramienta especial llamada. Nozzle Flow Fixture (PWC32811) (**Ver Anexo B**) que consiste en enviar una presión de 60 psi. Y comprobar que exista un as de flujo entre los 20% como se detalla más adelante.

Por fugas de combustible, utilizando una herramienta especial, Test Fixture (PWC304050) (**Ver Anexo C**), que consiste en chequear que no exista fugas de combustible por la base del inyector a una presión detallada más adelante, además de eso debemos realizar una inspección visual del inyector como es legibilidad de número de parte y número de serie, rajaduras y picaduras.

NOTA: Existen diferentes elementos de este sistema de combustible que se encuentran limitadas ante el técnico de mantenimiento.

Existen dos tipos de inyectores usados para descargar el combustible: los ampliamente usados inyectores de Atomización y los menos usados inyectores de Vaporización. Aquí solamente trataremos los inyectores de atomización.

Los dos tipos de inyectores de atomización son:

- Inyectores simplex
- Inyectores duplex o doble

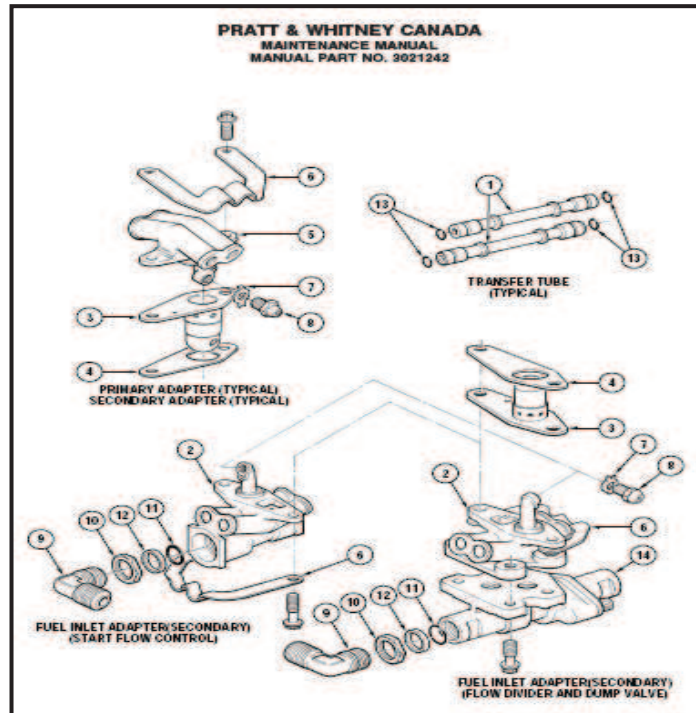


Fig. 2.5 Fuel nozzle assemblies

Fuente: Fuel manifold and nozzles- Maintenance practices ATA 73-10-05
page.20

2.4.2 Inyectores simplex⁵

Su objetivo principal es entregar el combustible pulverizados a la cámara de combustión.

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 anti retorno del inyector fuera de su asiento y entra en el inyector. Este combustible luego pasa a través de una serie de surcos tangenciales, 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 anti retorno del inyector está ajustada, esta cierra y corta todo flujo

⁵<http://www.thejetengine.net/wp-content/upload/COMBUSTIBLE.pdf>

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 altas presiones.

Su mantenimiento:

- Limpiar o reemplazar los inyectores cada 300 horas si fuera necesario lo que indica el Manual de Mantenimiento más el alcance del Boletín de Servicio emanado por la fábrica que es 100 horas según lo disponga el usuario.
- Con operador nuevo limpiar cada 200 horas.
- Alternar los métodos de limpieza en el motor a las 200 horas. para extender los intervalos antes de reemplazar.
- Si hacemos un desmontaje de las puntas pueden existir fugas.
- Chequear si existe erosión y desgaste en las láminas del inyector.
- Actualizar los inyectores simples por unos dúplex.

Durante el arranque solo vamos a trabajar con la sección primaria del sistema, los inyectores primarios y secundarios, los inyectores primarios están dispuestos de una manera circunferencial para atomizar cerca de las bujías o ignaiters para facilitar la inyección, a media que se incrementa las RPM del motor comienza a funcionar el sistema secundario, durante la operación normal los 14 inyectores entregan combustible a la cámara de combustión.

NOTA.- La mala pulverización de los inyectores reducirá la vida de los elementos de la sección caliente.

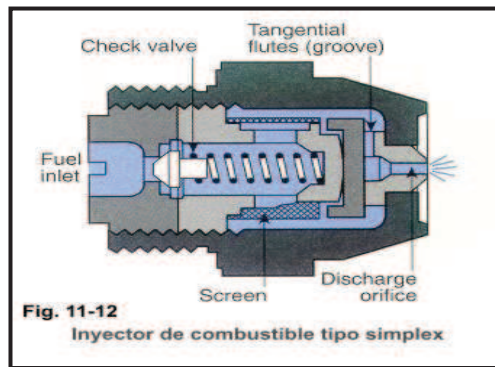


Fig. 2.6 Inyector simplex

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

2.4.3 Inyectores duplex o dobles⁶

Se usan dos tipos de inyectores duplex en los motores modernos: inyectores de un solo colector e inyectores de doble colector.

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

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

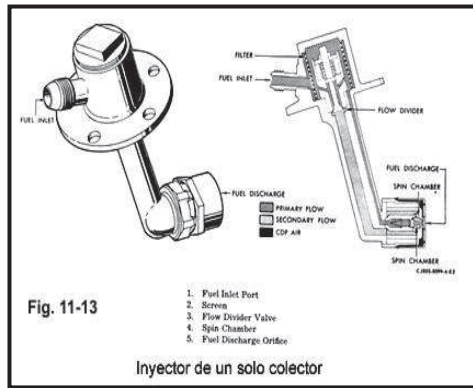


Fig. 2.7 Inyector duplex de un solo colector

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

Los inyectores de combustible duplex de doble colector 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.

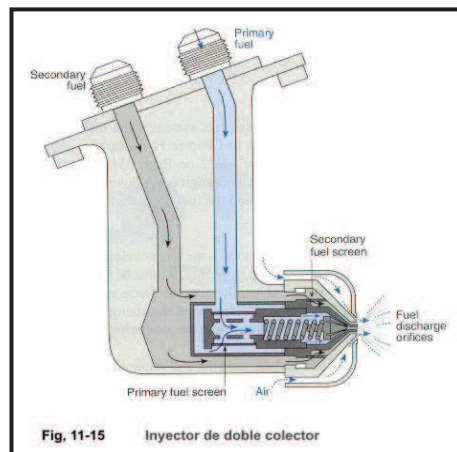


Fig. 2.8 Inyector duplex de doble colector

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

2.4.4 Condiciones de mantenimiento⁷

Para realizar la inspección periódica de limpieza y lavado de los inyectores se debe regirse en el manual de mantenimiento ATA (73-10-05) Page 218-219 Practicas de Mantenimiento donde nos indican condiciones aceptables y no aceptables, en su texto original (**Ver Anexo D**).

2.4.4.1 Condiciones aceptables

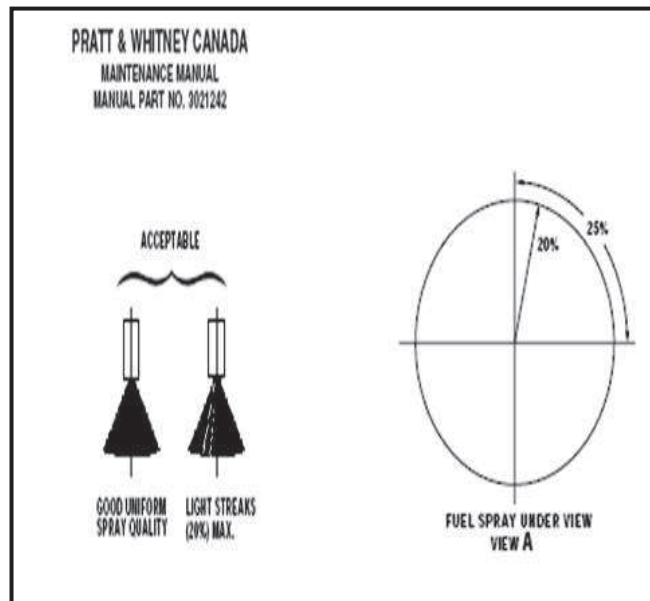


Fig. 2.9 Fuel nozzle spray conditions acceptable

Fuente: Manual de Mantenimiento del Motor PT6A ATA 73-10-05 Page.219

- La salida del combustible por los orificios del inyector debe ser; calidad de recio uniforme buena
- Debe existir rayas de luz en el combustible que no sobrepasen un 20% máximo.

⁷Manual de mantenimiento del avión ARAVA T- 201 ATA 73-10-05 pagina 218-219

2.4.4.2 Condiciones no aceptables

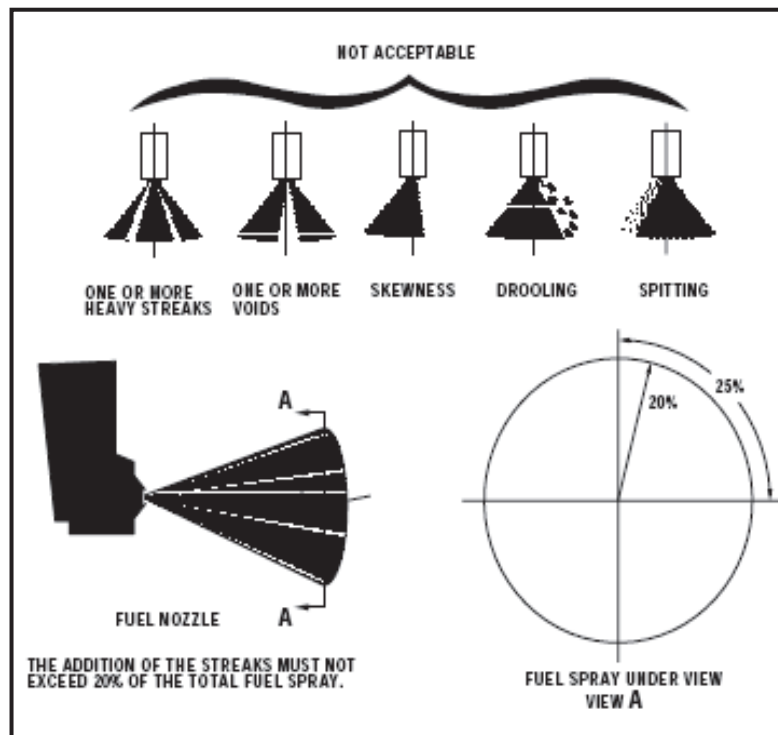


Fig. 2.10 Fuel nozzle spray conditions not acceptable

Fuente: Manual de Mantenimiento del Motor PT6A ATA 73-10-05 Page.219

- No es aceptable el cono de combustible a la salida del inyector cuando existan uno o más rayas fuertes de combustible, esto indica que el orificio de la boquilla se encuentra en mal estado por lo que se requiere ser remplazado.
- Cuando existe uno u mas rayas de separación de combustible en la boquilla del inyector esta será remplazado.
- Cuando el ángulo de riego no está centrado, causados por daños al orificio de la boquilla.
- Cuando existe un goteo y este se forme en la cara de la boquilla.
- No es aceptable cuando exista salpiques causados por el depósito de carbono en el fuel nozzle.

2.5 Broca⁸

La broca, también denominada mecha dependiendo de su tamaño, es una pieza metálica de corte utilizada mediante una herramienta mecánica llamada taladro, berbiquí u otra máquina afín, que haciendo girar la broca es normalmente empleada para crear orificios o agujeros en diversos materiales.

La gran diversidad de brocas, como la gran cantidad de industrias que emplean este tipo de piezas, hace que existan brocas específicas para usos específicos.

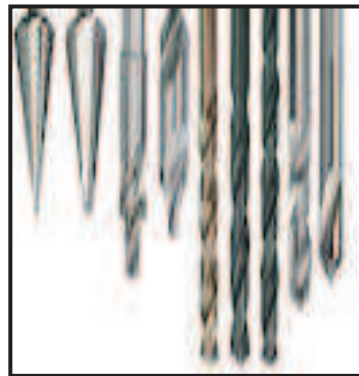


Fig. 2.11 Brocas

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

2.5.1 Tipos de brocas

El utilizar la broca adecuada a cada material es imprescindible no solo para que el trabajo sea más fácil y con mejor resultado, sino incluso para que pueda hacerse. Por ejemplo, con una broca de pared o de madera, jamás podremos taladrar metal, aunque sin embargo, con una de metal podremos taladrar madera pero no pared, pero en cualquier caso, lo más conveniente es utilizar siempre la broca apropiada a cada material y que sea de buena calidad.

⁸<http://es.wikipedia.org/wiki/brocas>

2.5.1.1 Brocas para metales

Sirven para taladrar metal y algunos otros materiales como plásticos por ejemplo, e incluso madera cuando no requiramos de especial precisión. Están hechas de acero rápido (HSS), aunque la calidad varía según la aleación y según el método y calidad de fabricación.

2.5.1.2 Brocas para paredes

Se utilizan para taladrar paredes y materiales de obra exclusivamente. No valen para metales ni madera. Tienen una plaquita en la punta de metal duro que es la que va rompiendo el material. Pueden usarse con percusión.

2.5.1.3 Brocas Multiuso o universales

Se utilizan exclusivamente sin percusión y valen para taladrar madera, metal, plásticos y materiales de obra. Si la broca es de calidad, es la mejor para taladrar cualquier material de obra, especialmente si es muy duro (gres, piedra) o frágil (azulejos, mármol). Taladran los materiales de obra cortando el material y no rompiéndolo como las brocas convencionales que utilizan percusión, por lo que se pueden utilizar sin problemas incluso con taladros sin cable aunque no sean muy potentes.

2.5.1.4 Brocas de tres puntas para madera

Son las más utilizadas para taladrar madera y suelen estar hechas de acero al cromo vanadio. Existen con diferentes filos, pero no hay grandes diferencias en cuanto a rendimiento. En la cabeza tiene tres puntas, la central, para centrar perfectamente la broca, y las de los lados que son las que van cortando el material dejando un orificio perfecto. Se utilizan para todo tipo de maderas: duras, blandas, contrachapados, aglomerados, etc.

2.5.1.5 Brocas de avellanar

Sirven para el embutido en la madera de tornillos de cabeza avellanada. Se utilizan después de haber hecho el orificio para el tornillo con broca normal. Para madera las hay manuales (con mango). Si se utilizan con taladro eléctrico es muy recomendable utilizar un soporte vertical.

2.5.1.6 Brocas para vidrio

Son brocas compuestas de un vástago y una punta de carburo de tungsteno con forma de punta de lanza. Se utilizan para taladrar vidrio, cerámica, azulejos, porcelana, espejos, etc. Es muy recomendable la utilización de soporte vertical o taladro de columna y la refrigeración con agua, trementina (aguarrás) o petróleo.

2.6 Tornillo de banco⁹

El tornillo de banco es una herramienta que mediante un mecanismo de husillo o de otro tipo permite ejercer y mantener una fuerza de compresión sobre una pieza para sujetarla por fricción.

Se utiliza en procesos de fabricación y reparación. Es un accesorio de sujeción de piezas en varios tipos de máquinas herramienta de mecanizado, como fresadoras o taladradoras.

⁹ <http://es.wikipedia.org/wiki/archivo-mordazas>



Fig. 2.12 Tornillo de banco

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/archivo-mordazas>

2.7 Taladro de pedestal.¹⁰

La taladradora 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.



Fig. 2.13 Taladro de pedestal

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

¹⁰<http://es.wikipedia.org/wiki/taladro>

2.8 Pinturas¹¹

Pintura es una mezcla líquida o viscosa que aplicada por extensión, proyección o inmersión sobre un objeto o material, lo reviste, colorea y protege.



Fig. 2.14 Pinturas

Fuente: <http://latinoamérica.com/pinturas-condor-sa/07200834728765399942/info/>

2.8.1 Componentes de las pinturas

Hay dos grandes grupos:

- Componentes líquidos; como el vehículo que a su vez consta de un aglutinante y un disolvente.
- Componentes sólidos como los pigmentos y las cargas.

Pueden además llevar secativos y aditivos.

2.8.2 Cualidades que debe tener una pintura

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

¹¹<http://latinoamérica.com/pinturas-condor-sa/07200834728765399942/info/>

- Buen rendimiento.
- Decorativa.



Fig. 2.15 Cualidades de una pintura

Fuente: Investigación de Campo

2.9 Cañerías de presión¹²

Las cañerías son parte esencial para la transmisión de líquidos o gases en un sistema sea este hidráulico o neumático. Pueden ser de dos tipos:

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



Fig. 2.16 Cañerías de presión

Fuente: Investigación de Campo

¹²<http://www.todoar.com>

2.9.1 Cañerías rígidas

Se llama cañería rígida a un elemento, más o menos largo, formado por la unión de varios tubos metálicos, que se acoplan mediante tuercas de unión (racores) u otros procedimientos de empalme.

Las cañerías rígidas que se emplean en los sistemas hidráulicos de los aviones pueden ser de aleación de aluminio, de acero, o de aleación de titanio. Las cañerías de aleación de aluminio se emplean normalmente para presiones hidráulicas medias y bajas, las de acero y de aleación de titanio se emplean para sistemas hidráulicos de alta presión.



Fig. 2.17 Cañerías rígidas

Fuente: http://rostor/cas_accessoris.01.html

2.9.2 Cañerías Flexibles.

Se llama cañería flexible a un elemento tubular flexible, fabricado de goma natural o en productos elásticos sintéticos. Las cañerías flexibles se emplean en todas aquellas zonas de los sistemas en los que existe movimiento relativo entre los equipos o elementos del circuito, bien por desplazamientos mecánicos (articulaciones, bisagras), o por desplazamientos ocasionados por las condiciones de servicio.



Fig. 2.18 Cañerías flexibles

Fuente: http://rostor/cas_accessoris.01.html

2.9.3 Utilización

Son utilizadas para permitir el paso de líquidos hidráulico, combustible, aire comprimido etc. hacia los diferentes sistemas para el funcionamiento del motor y avión o helicóptero y en este caso para el correcto funcionamiento del banco de prueba.

2.10 Soldadura por arco eléctrico¹³

El sistema de soldadura eléctrica con electrodo recubierto se caracteriza, por la creación y mantenimiento de un arco eléctrico entre una varilla metálica llamada electrodo, y la pieza a soldar.

El electrodo recubierto está constituido por una varilla metálica a la que se le da el nombre de alma o núcleo, generalmente de forma cilíndrica, recubierta de un revestimiento de sustancias no metálicas, cuya composición química puede ser muy variada, según las características que se requieran en el uso. El revestimiento puede ser básico, rúflico y celulósico. Para realizar una soldadura por arco eléctrico se induce una diferencia de potencial entre el electrodo y la pieza a soldar, con lo cual se ioniza el aire entre ellos y pasa a ser conductor, de modo que se cierra el circuito. El calor del arco funde parcialmente el material de base y funde el material de aporte, el cual se deposita y crea el cordón de soldadura.

¹³<http://www.google.com.ec/search?q=soldadura+electrica>

La soldadura por arco eléctrico es utilizada comúnmente debido a la facilidad de transporte y a la economía de dicho proceso.

2.10.1 Electrodo 6011¹⁴

El electrodo 6011 posee un revestimiento de tipo celulósico diseñado para ser usado con corriente alterna, pero también se le puede usar con corriente continua, electrodo positivo. La rápida solidificación del metal depositado facilita la soldadura en posición vertical y cobrecabeza.

El arco puede ser dirigido fácilmente en cualquier posición, permitiendo altas velocidades de deposición (soldadura). Este electrodo es apto para ser utilizado en todas las aplicaciones de soldadura en acero dulce, especialmente en trabajos donde se requiera penetración.

2.11 Acoples¹⁵

Permiten una rápida operación de acople y desacople para el sistema de combustible con o sin válvula de retención, para variadas presiones de trabajo con cierre estático; fabricados en diferentes materiales y modelos para cumplir con los más diversos requerimientos de cada equipo o necesidad.



Fig. 2.19 Acoples

Fuente: <http://www.sapiensman.com/neumática/mapadelsitio.htm>

¹⁴http://www.indura.com.mx/productos_detalle.asp?idq=1422&a=SOLDADURAS&ai=3413&b=ELECTRODO S&

¹⁵<http://www.sapiensman.com/neumática/mapadelsitio.htm>

2.11.1 Aplicaciones:

- Servicios generales en industrias y talleres de mantenimiento.
- Conexiones de aire en equipos estacionarios.
- Conexiones de aire en equipos móviles.
- Alimentación neumática de herramientas de mano.
- Aplicaciones especiales (equipos autónomos, líneas de ensamble, inyectoras de plástico, etc.).

2.12 Manómetros de presión de combustible¹⁶

Un manómetro es un instrumento que sirve para indicar la operación de la bomba de combustible e indica la condición del conducto de combustible desde el tanque hasta su utilización.

Si la presión de combustible es baja puede ser por las siguientes razones:

- El conducto o el filtro se encuentra tapado,
- Existe una localización de vapor
- Un recorrido demasiado largo que impide la circulación del fluido
- Una pérdida de combustible en alguna parte del conducto

Cuando exista una disminución de la presión de combustible con una fuerte aceleración indica insuficiente capacidad de bombeo por parte de la bomba de combustible o del compresor.

¹⁶ http://www.Manómetro_archivos/Manómetro.htm



Fig. 2.20 Manómetro de presión

Fuente: http://www.Manómetro_archivos/Manómetro.htm

2.12.1 Aplicaciones

Hidráulica (agua/aceite), neumática, marina, aire acondicionado y refrigeración, electro medicina, control de procesos, sistema de recogida de datos, alarmas, seguridades y regulación, edificios inteligentes.

2.13 ¿Qué es calibración de instrumentos?¹⁷

Es la determinación del error de un instrumento. Error con respecto a un patrón de referencia certificado internacionalmente. Es un proceso que permite determinar la exactitud de un instrumento para certificar o no la aptitud para el uso. Establece la confianza para el usuario de un instrumento. Sus resultados constan en un Certificado de calibración que tiene validez oficial y reconocimiento nacional.

Calibración no significa reparar, ajustar o dar mantenimiento a un instrumento, equipo, aparato o máquina. Cuando se conoce que un instrumento está dañado o que tiene errores grandes se lo debe reparar o ajustar antes de su calibración.

¹²http://www.quiminet.com/ar3/ar_zgtadddsaRsDF-que-es-la-calibracion-de-instrumentos.htm

2.13.1 Beneficios

Instrumentos calibrados significa:

- El incremento de la confiabilidad en la producción.
- El incremento de la competitividad y del mercado potencial.
- La optimización de recursos y tiempo al evitar rechazos y reproceso.
La reducción de desperdicios.
- El ahorro de dinero.

Para la competencia comercial nacional e internacional la palabra clave es calidad.

La Calidad nos conlleva a:

- Mejorar los productos y/o mercaderías a través de mediciones exactas. (La exactitud se obtiene a través de instrumentos calibrados y materiales medidos.)
- Cumplir con los requisitos de Ley y/o de Normas Internacionales ISO
- Aumentar la credibilidad de la empresa o laboratorio.
- Mejorar sus procesos de producción.
- Reducir el margen de errores.
- Aumentar el prestigio e imagen de la empresa y/o industria.

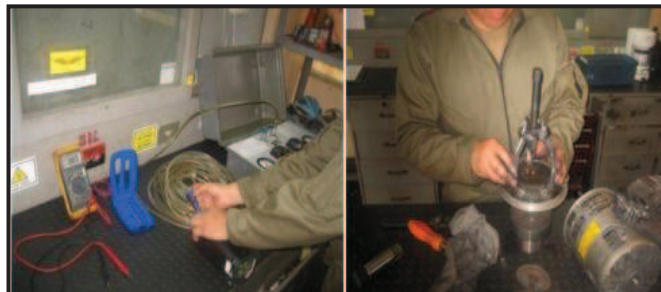


Fig. 2.21 Calibración de Instrumentos

Fuente: Investigación de campo

2.14 Válvula reguladora¹⁸

Sirven para limitar o reducir la presión dentro de un sistema, para descargar la presión de la bomba. Su función es mantener la presión del sistema entre límites predeterminados. Las válvulas reguladoras de presión se utilizan para ajustar la presión de trabajo en equipos con bombas de alta presión. La regulación es posible entre cero y el máximo de diseño del regulador, el líquido bombeado no consumida en la salida, es desviado por la vía de retorno o "bypass" del regulador de presión a un depósito, desagüe, etc.

La válvula reguladora de presión funciona permanentemente como una precisa válvula de seguridad, no permitiendo sobrepasar la presión regulada.

Las válvulas reguladoras de presión pueden clasificarse, según su forma de funcionamiento y modo de regulación.

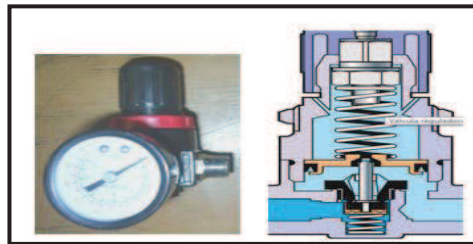


Fig. 2.22 Válvula reguladora

Fuente: <http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica5.htm>

2.14.1 Válvulas reguladoras de presión automáticas

Al cerrar la salida de agua a presión, la bomba no efectúa presión y el motor trabaja sin carga. Se utilizan para trabajos con pistola, válvula de pedal entre otros.

¹⁸<http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica5.htm>

2.14.2 Válvulas reguladoras de máxima presión o descarga

Al cerrar la utilización, la bomba se mantiene a presión y el motor trabaja con carga. La válvula funciona sólo como limitadora de presión. Se utilizan cuando generalmente no es necesario cortar la salida, por ejemplo en trabajos de limpieza de alcantarillado. Para los tipos accionados con regulador neumático, además de la versión de descarga básica, se dispone del modelo descarga sin fuga. En este otro tipo, en posición sin presión, además de liberar el agua hacia el retorno cierra internamente el orificio de salida para que no gotee al exterior.

2.15 Válvulas de cierre rápido o bola¹⁹

Las válvulas de bola, por sus características principales, son un tipo de válvula muy versátil en el manejo de fluidos lo que le permite ser una de las válvulas más populares dentro de la industria. Precisamente su cierre rápido de $\frac{1}{4}$ de vuelta ordinariamente con una palanca permite que su operación sea muy sencilla para quien la opera además de que su diseño es más pequeño que las válvulas de compuerta. Las válvulas de bola deben de ser utilizadas para dejar o no pasar un fluido (ON-OFF), de otra forma si se deja parcialmente abierta el fluido y la presión del mismo desgastara partes de la válvula que con el tiempo según sus condiciones de operación (fluido-presión-temperatura) averiaran los interiores de la válvula dando lugar a fugas indeseables.

Las válvulas de bola o de cierre rápido, como son conocidas, dejan pasar el flujo de manera completa o tienen paso estándar que significa que si la válvula es de 2", el flujo que pasara a través de ella será menor.

Entre las desventajas que existen con estas válvulas es la caída de presión que producen con este paso estándar o reducido además de que su cierre rápido genera "golpes de ariete" dentro de las líneas por lo cual hay que tomar las precauciones debidas antes de su instalación.

¹⁹<http://www.tyrolit.com.ar/page.cfm?vpath=divisiones/prec machining/bruido>

Una de sus principales ventajas es que algunas de ellas pueden ser reparables en línea y refaccionables ahorrando costos de mantenimiento. Se fabrican en 1, 2 o 3 piezas según la clase de operación y ahorro de costos que se requiera tener.

Los principales materiales en que se fabrican de línea las válvulas de bola son: cuerpo de acero al carbón, acero inoxidable, bronce; bola o esfera de acero al carbón, acero inoxidable; asientos de teflón.



Fig. 2.23 Válvula de cierre rápido o de bola

Fuente: <http://www.tyrolit.com.ar/cfm?vpath=divisiones/precmachining/bruido>

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Planteamiento de alternativas.

Las alternativas para la habilitación de este banco de prueba se lo realizó con la ayuda y colaboración del personal del Grupo Aéreo N°- 44 “Pastaza” en especial con el personal que trabaja directamente en el taller de motores; además de que la mayoría de las características del banco de prueba están escritos en su original texto en el MAINTENANCE PRACTICES 73-10-05 del manual de mantenimiento del motor PT6A-34 del Avión Arava. **(Ver Anexo E)**

Para el uso de los materiales en su habilitación no hay inconvenientes porque el banco no realiza grandes movimientos; es así que no se requirió un análisis estructural de esfuerzos, cargas y las presiones con las que trabaja tampoco son muy exigentes.

3.1.1 Estudio de factibilidad

Para el estudio de factibilidad se consideran los siguientes factores:

- Factor técnico
- Factor operacional.
- Factor económico.

3.1.1.1 Factor Técnico

En el Manual de Mantenimiento de los motores PT6A-34, específicamente en el ATA 73-10-05 página 224 **(Ver Anexo F)** nos muestra el equipo original de la fábrica Pratt&Whitney Canadá de donde son procedentes los motores el cual se encuentra en la actualidad en estado inoperable y sin la mayoría de elementos que lo conforman este banco de prueba.

Por tal motivo se ha visto la necesidad de poner operable dicho banco de prueba utilizando elementos (manómetros, regulador, válvulas, etc.) que se encuentran en el mercado nacional, pero que cumplen con las mismas condiciones y exigencias que el manual de mantenimiento exige.

3.1.1.2 Factor Operacional.

El banco de prueba una vez puesto en condiciones de operación, quedara en condiciones de operar en el Gae-44 "Pastaza" especialmente en el taller de motores el mismo que tiene las herramientas, medios y el personal para que este banco de prueba pueda cumplir con todas sus exigencias.

Este banco se encuentra en condiciones de trasladarse por el hangar por su adaptación que comprende garruchas, además cabe recalcar que se puede realizar el lavado y limpieza de inyectores en cualquier versión de los motores PT6A de la Aviación del Ejército.

3.1.1.3 Factor Económico.

Se analiza la inversión económica que se debe hacer para la habilitación de este banco de prueba, en este caso por cuestiones que están fuera del alcance jerárquico como militar y por condiciones que superan mi alcance económico no puede ser adquirido de la fábrica.

Se realizó un estudio económico y una propuesta de varios técnicos que conforman el taller de mantenimiento de motores que consiste en realizar un

trabajo con material que existe en el mercado nacional, con bajos precios y que cumplen con las necesidades y exigencias del banco de prueba original y que se encuentran escritas en el manual de mantenimiento, es por eso que se lo realiza el proyecto de grado detallado más adelante.

3.2 Habilitación del banco de prueba

3.2.1 Situación actual del banco de prueba

a. Reservorio de combustible

Esta es la parte principal del banco de prueba ya que en su interior se va depositar el líquido (JP-1) el cual va ser utilizado para el lavado y limpieza de los inyectores; por lo tanto debe encontrarse en condiciones óptimas de empleo, por su delicado compuesto.

En este caso el reservorio se encuentra en condiciones no adecuadas para el trabajo que fue diseñado como se lo pudo constatar, por lo que es necesario un tratamiento anticorrosivo para luego realizar una inspección minuciosa, verificación de rajaduras y que no existan fugas de líquido.



Figura 3.1 Reservorio de combustible inoperable

Fuente: Investigación de campo.

b. Indicadores de presión

Los indicadores de presión (2 manómetros) se encuentran en mal estado (no funcionan) y no pueden ser calibrados porque se encuentran prácticamente destruidos como se los puede observar, por lo que es necesario desecharlos para que puedan ser remplazados por unos nuevos de las mismas características que puedan cumplir las mismas funciones de los anteriores, al igual que los acoples y las uniones que van antes y después de los indicadores.



Figura 3.2 Manómetros de presión inoperable

Fuente: Investigación de campo.

c. Llaves de cierre rápido

Se encuentran en mal estado (inoperables); es necesaria que puedan ser puestas en funcionamiento para su utilización.

En este caso van a ser remplazadas por nuevas para un correcto funcionamiento del banco de prueba y que pueda contribuir a un adecuado mantenimiento de los inyectores de combustible.



Figura 3.3 Llave de cierre rápido en mal estado

Fuente: Investigación de campo.

Además cabe indicar que el regulador de presión no existe por lo que es necesaria la adquisición de uno para ser acoplado al banco, al igual que las mangueras de presión y la mesa transportadora junto con el soporte para los 14 inyectores, para el final acoplarle una iluminación al momento de su armado y pueda funcionar bajo los parámetros escritos en el Manual de Mantenimiento.

d. Soporte de inyectores

El personal técnico de mantenimiento, específicamente los que trabajan en los motores PT6A una vez que realizan el lavado y limpieza de los inyectores de combustible no existe un soporte adecuado y recomendado por el fabricante para ubicar a los 14 inyectores el mismo que nos va permitir mantener seguros y libres de contaminación por agentes extraños en el ambiente.

En taller de motores existe los soportes para los inyectores pero su estado no es el adecuado por su construcción y su deterioro, son fabricadas de madera y la otra de espuma flex lo cual no está correcto y es necesaria por seguridad que sean remplazadas por otra que cumpla las características del fabricante y las normativas de seguridad.

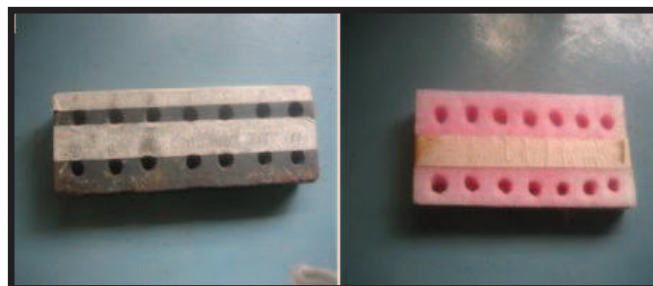


Figura 3.4 Soporte de inyectores no adecuados

Fuente: Investigación de campo.

3.2.2 Detalles de la habilitación del banco de prueba

a) Pintado del depósito de combustible

Una vez realizado un tratamiento corrosivo con Apocasix 1200 que es una sustancia líquida la cual protege al acero de la corrosión para luego dejarla descansar por 15 minutos y proceder a lavar con agua culminando con una inspección visual se procede a dar el fondo para su posterior pintado, el cual se lo realizó con una pintura roja cater pila capaz de soportar el contacto con el combustible y no sufra daños mayores.

Después de algunas horas el depósito de combustible del banco de prueba queda terminado y listo para ser montado sobre una mesa transportadora la cual nos va servir como transporte y descanso del banco de prueba

b) Instalación del regulador, manómetros de presión y válvulas de cierre rápido

Tras un estudio de alternativas y propuestas para obtener estos instrumentos de presión y las válvulas de cierre rápido que fueran capaces de cumplir con las expectativas técnicas del usuario como es una indicación del instrumento entre 100 y 200 psi según lo que indican los manuales técnicos ya que solo vamos a trabajar y utilizar 60 psi y es así que se definió por adquirir estos instrumentos a la Ecuatoriana Industrial Termoval Cía. Ltda. La cual nos brinda las garantías necesarias de su funcionamiento y un mantenimiento anual en el que está incluida la calibración de los instrumentos, siguiendo las normas de seguridad y control de los mismos.

La instalación la realizó la misma compañía por seguridad y normas que ellos mantienen con los usuarios, lo cual fue muy provechoso ahorrando tiempo y dinero.

Una vez instalado los instrumentos y las válvulas quedaron listos para ser acoplados al depósito para el posterior chequeo y funcionamiento del banco de prueba.

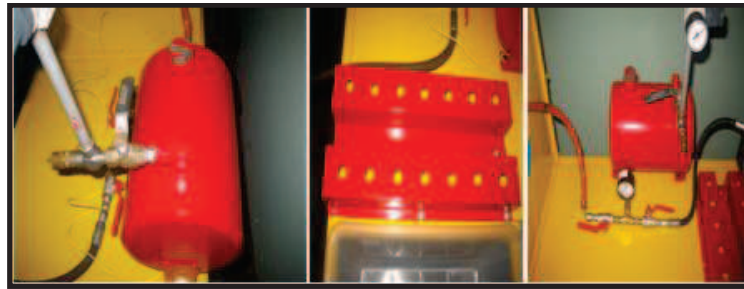


Figura 3.5 Depósito, soporte de inyectores e indicadores operables

Fuente: Investigación de campo.

c) Construcción de la mesa transportadora.

La mesa transportadora fue construida con tubo cuadrado de $\frac{3}{4}$ de pulgada con un espesor de $\frac{1}{16}$ de pulgada, para lo cual se procedió a plasmar las medidas de 80cm, 100cm y 45cm que son las medidas del alto, largo y ancho respectivamente, una vez señalando el tubo cuadrado, se procedió a cortar utilizando la sierra manual.

Las medidas que fueron dadas para la construcción de esta mesa transportadora es en base a que el depósito de combustible y los indicadores no van a ejercer fuerzas mayores por lo que no es necesario realizar cálculos y también porque necesitamos un fácil movimiento para trasladarse de un lugar a otro.

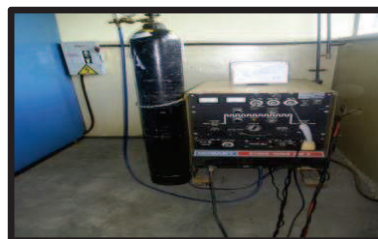


Figura 3.6 Equipo de soldadura

Fuente: Investigación de campo.

Terminado el corte se procedió a la unión de las piezas anteriores mediante puntos de suelda utilizando electrodos AGA 6011, luego fue necesario colocar soportes en la base principal de la mesa a fin de lograr su estabilidad y rigidez de la mesa.



Figura 3.7 Soldadura de las partes de la mesa

Fuente: Investigación de campo.

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



Figura 3.8 Pulido de los puntos de suelda

Fuente: Investigación de campo.

Luego de haber pulido los puntos de suelda se procedió a cortar la plancha de tol de 45 cm. de ancho por 100 cm. de largo, para realizar la soldadura sobre la estructura de la mesa, dejando el respectivo espacio para el recipiente plástico, que también va acoplado en la mesa, para ello se hizo un corte en el tol de 29 cm. de largo por 39 cm. de ancho.



Figura 3.9 Soldadura de la plancha, garruchas y recipiente en la mesa

Fuente: Investigación de campo.

d) Pintado de la mesa Transportadora.

El proceso de pintado de la mesa se lo realizó al terminar el ensamble de todas las piezas, este proceso de pintado se lo hizo con pintura amarilla anticorrosivo con el fin de prevenir oxidación en la mesa de transportación.

e) Habilitación del soporte para los inyectores

Este soporte se lo realizó una vez terminada la mesa transportadora del banco de prueba, se elaboró con una lámina de aluminio por su resistencia y su fácil manejo así como también por tener un taller de estructuras en la unidad existe la facilidad de obtener este material de aviación y posterior construcción con las siguientes medidas.

Largo 37 cm. ancho 5 cm. y el alto 4 cm. de cada una con una separación de 4 cm. Con un diámetro de 3 cm. cada agujero los cuales son 7 en cada lado.

Una vez terminado se precedió a pintar con pintura roja anticorrosiva con el fin de prevenir corrosión por el desgaste mismo del material, posteriormente armar las diferentes partes del banco de prueba como ya se puede definir (**Ver Anexo G**) para luego ser probado.



Figura 3.10 Banco de prueba listo para ser probado

Fuente: Investigación de campo.

3.2.3 Partes del banco de prueba.

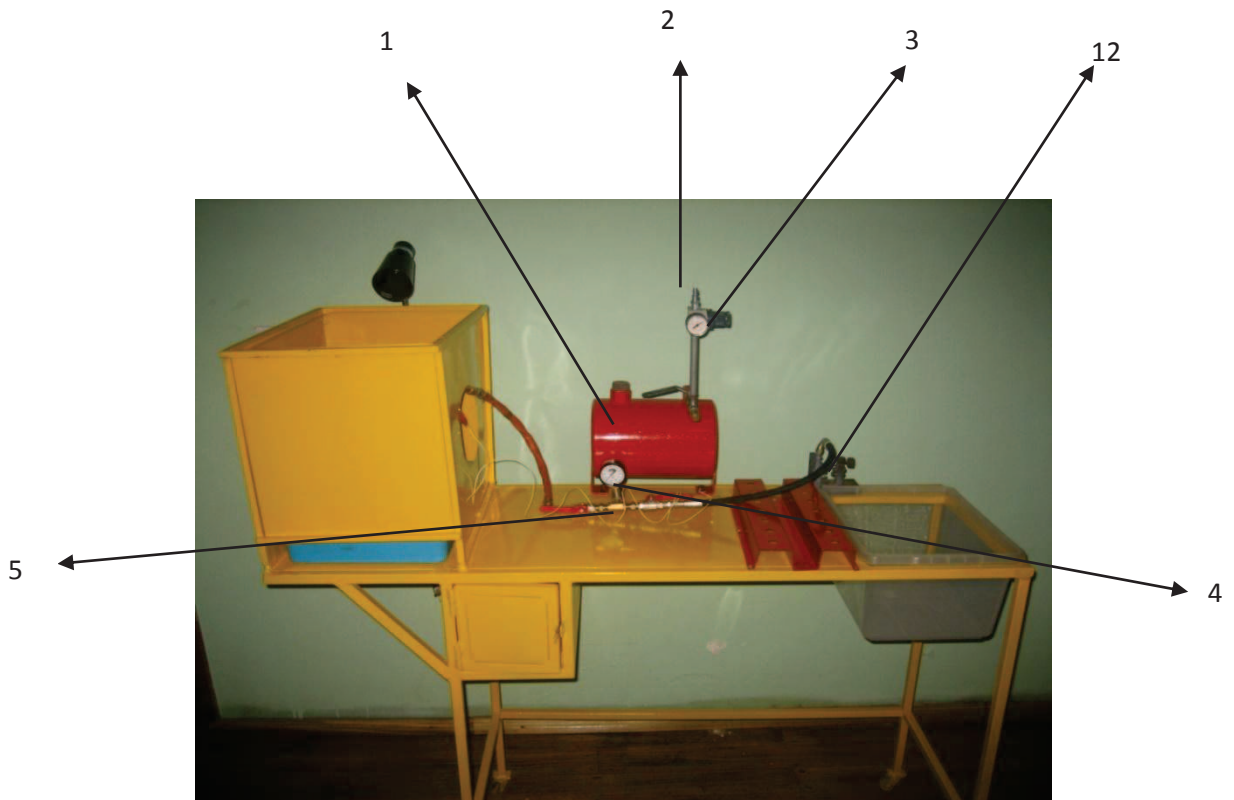


Figura 3.11 Partes del banco de prueba

Fuente: Investigación de campo.

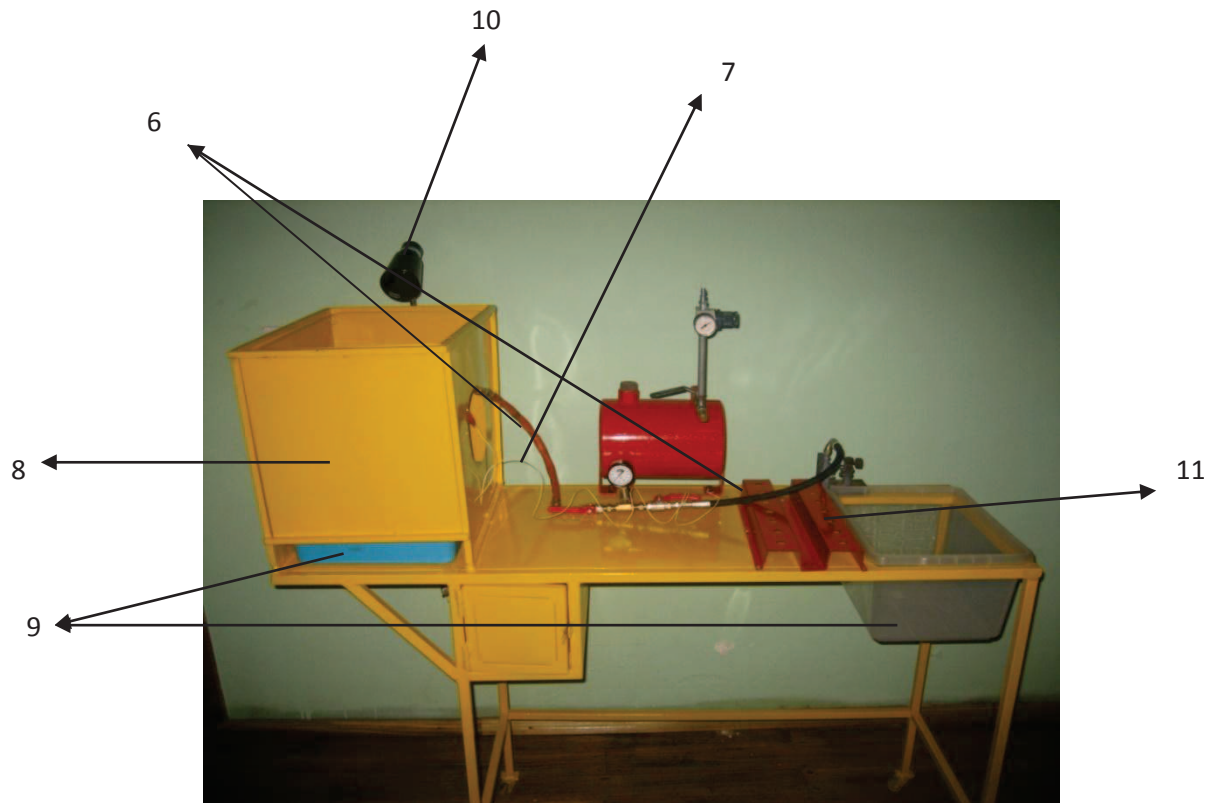


Figura 3.12 Partes del banco de prueba

Fuente: Investigación de campo.

1. Reservorio de combustible
2. Línea proveedora de aire
3. Regulador de presión
4. Manómetros de presión
5. Válvulas de cierre rápido o de bola
6. Cañerías depresión de aire-combustible
7. Cable electrostático
8. Mesa metálica transportadora con caja para lavado de inyectores
9. Recipientes plásticos
10. Lámpara con conexión de 110 Vca
11. Soporte para asentar los 14 inyectores
12. Test Fixture (PWC3045).

3.2.4 Codificación de Máquinas, Herramientas y Equipos

Tabla N° 3.1 Codificación de Máquinas.

N°	MÁQUINA	CARACTERÍSTICAS	CÓDIGO
1	Soldadora eléctrica	Miller 220 V	K 1
2	Taladro de pedestal	110v, 1725 rpm	K 2
3	Taladro de mano	Eléctrico 110V	K 3
4	Moladora	BOSH 110v-1/2hp	K 4
5	Dobladora de tol	Lp : 1500	K 5

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Investigador

Tabla N° 3.2 Codificación de Herramientas.

N°-	HERRAMIENTA	CÓDIGO
1	Flexómetro	H 1
2	Sierra manual	H 2
3	Calibrador pie de rey	H 3
4	Escuadras	H 4
5	Rayador	H 5
6	Tornillo de banco	H 6
7	Guillotina	H 7

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Investigador

Tabla N°3.3 Codificación de Equipos.

N°-	EQUIPO	CARACTERÍSTICAS	CÓDIGO
1	Compresor	90 PSI - 3 HP	E 1
2	Suelda eléctrica	110V - 220V	E 2
3	Equipo de pintado	Electrostático	E 3

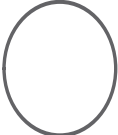


Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Investigador

3.3 Diagramas de proceso.

Los diagramas de procesos están constituidos por simbología que indica cada uno de los pasos del proceso de la habilitación del banco de prueba para el lavado y limpieza de inyectores de combustible de los motores PT6A del GAE-44 "PASTAZA"

Tabla N° 3.4 Simbología de los Diagramas de Proceso.

N°-	SIMBOLOGÍA	SIGNIFICADO
1		Operación
2		Inspección o Comprobación
3		Ensamblaje
4		Conector

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Investigador

Diagrama de proceso de construcción de la mesa transportadora del banco de prueba

Tubo cuadrado 2x2 cm.

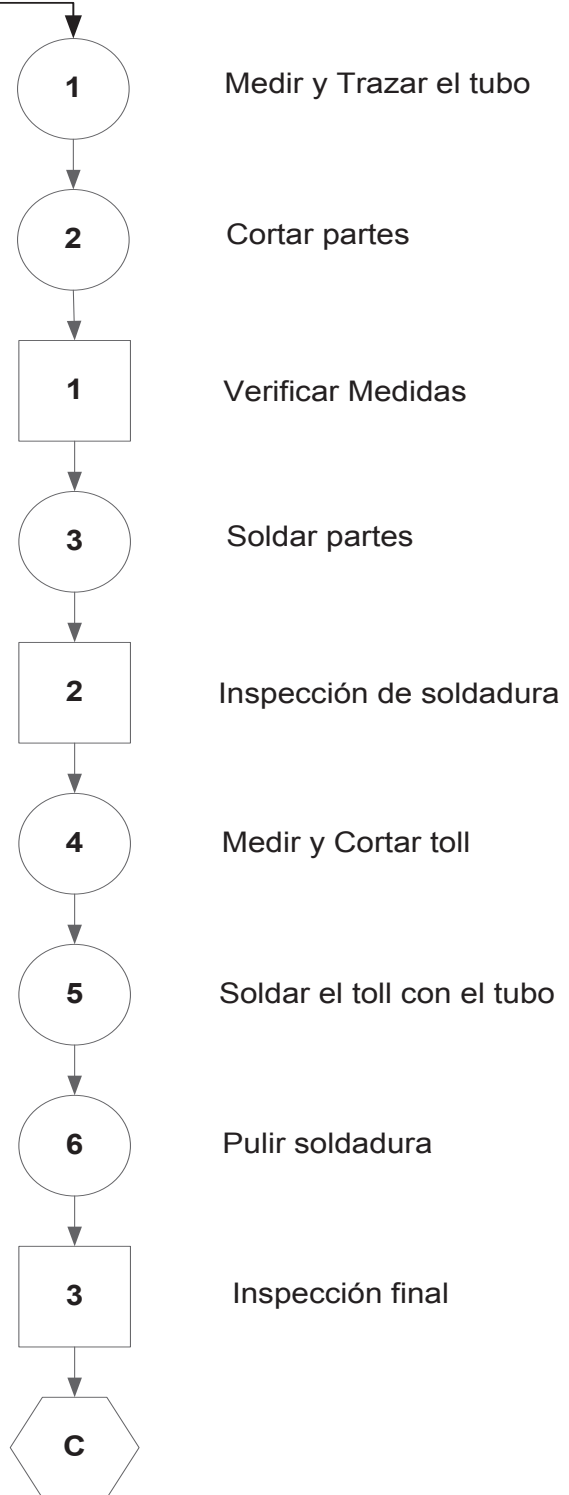


Diagrama de proceso de instalación de los manómetro y regulador de presión

Instalación de manómetros y regulador

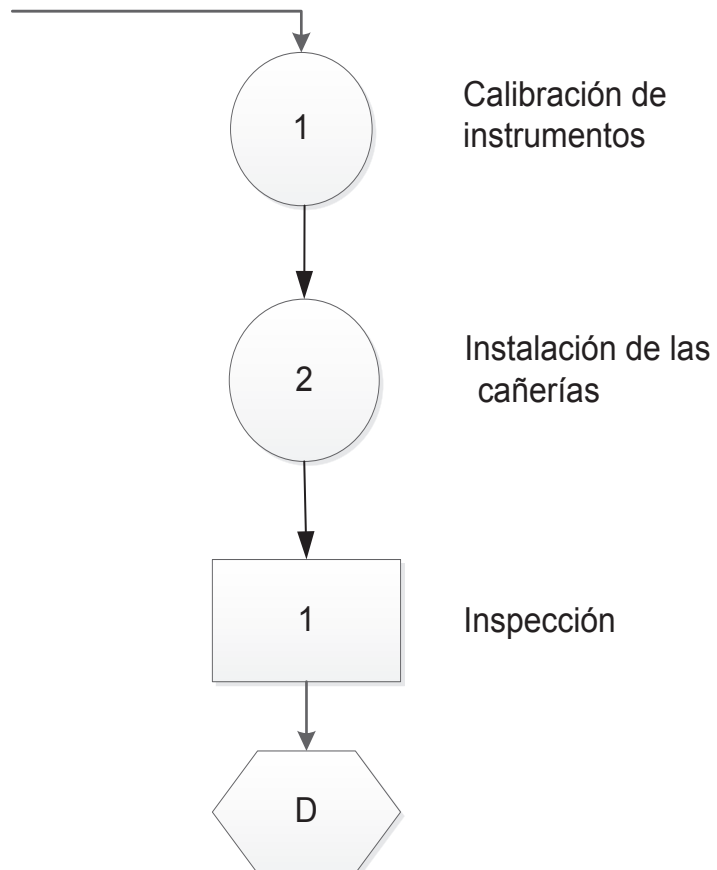


Diagrama de proceso de instalación de la válvula de cierre rápido.

Instalación de válvula de cierre rápido

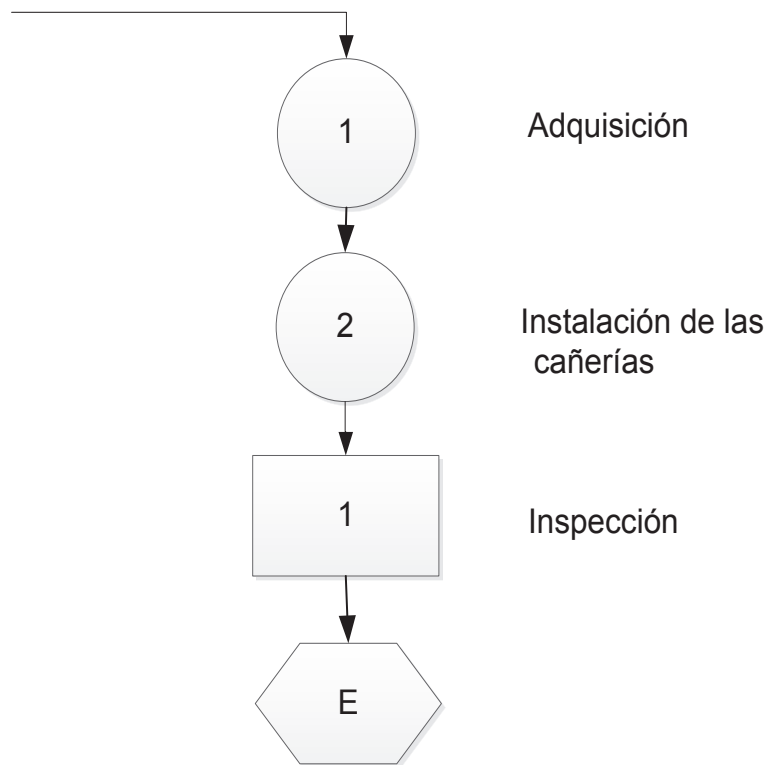
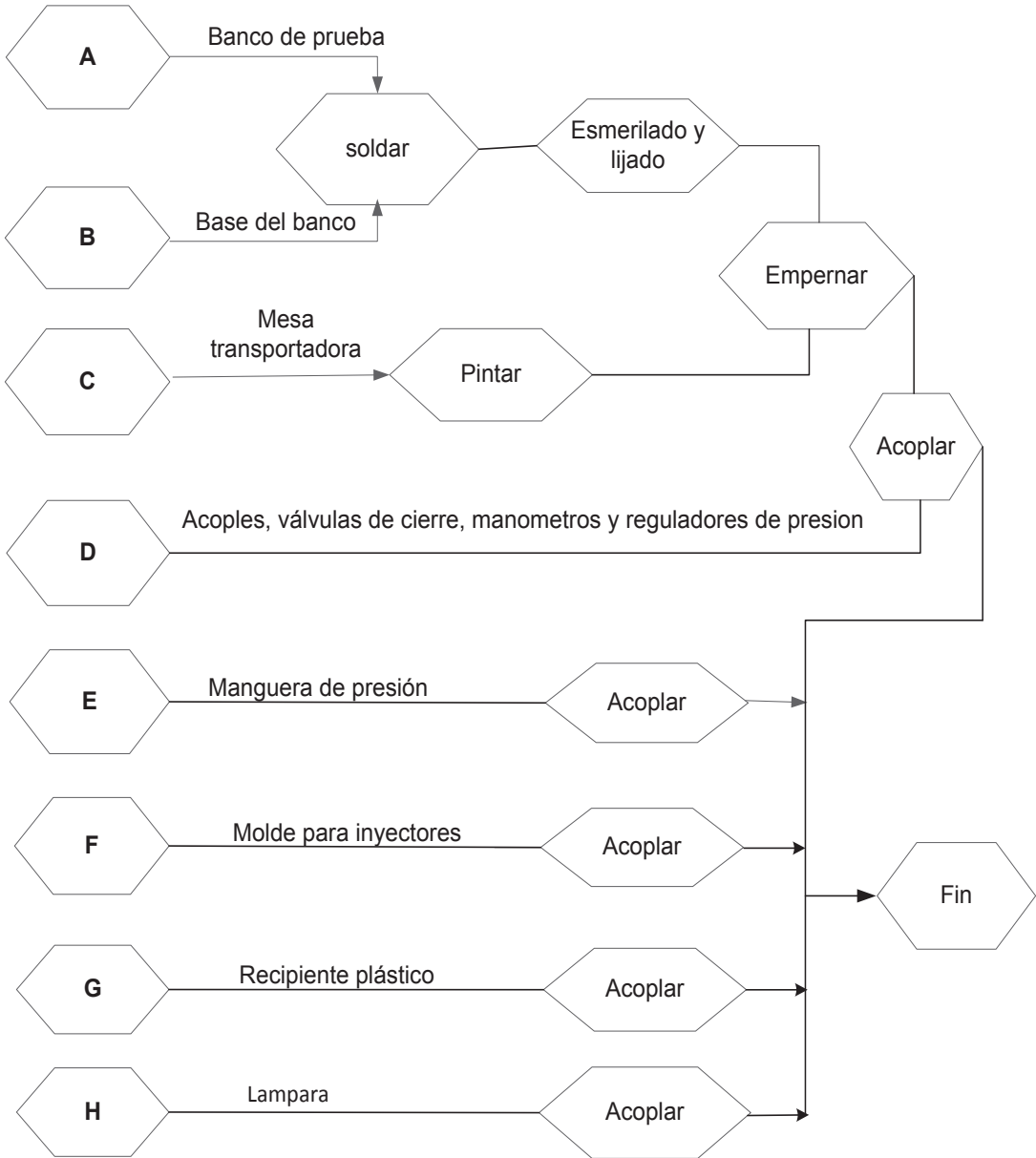


Diagrama de proceso de construcción del soporte para inyectores.



Diagrama de proceso de habilitación del banco de prueba para el lavado y limpieza de inyectores de combustible de los motores PT6A del GAE-44“PASTAZA”.

Diagrama de ensamble.



3.4 Pruebas de funcionamiento

Una vez finalizada la habilitación del banco de prueba, se procedió a realizar las respectivas prueba de funcionamiento, para comprobar la operatividad de todos los componentes, verificar si es necesario hacer ajustes, o buscar fugas.

Para las pruebas de funcionamiento se utilizó material práctico, los inyectores de combustible propios del motor PT6A-34, aprovechando que la inspección del motor se cumplía y se necesitaba realizar la limpieza y lavado de los inyectores de acuerdo a lo establecido en el Manual de Mantenimiento (MAINTENANCE PRACTICES) que lo indica realizar a las 300 Horas de funcionamiento con un alargue mediante un Boletín de Servicio emanado por la fábrica de 100 horas a conveniencia del usuario.

El trabajo se realizó en los hangares del GAE-44 "PAZTAZA", específicamente en la sección de Motores, el cual nos brinda todas las facilidades tanto en el área y espacio, manuales técnicos, ambiente de trabajo y las herramientas para desarmar y armar los inyectores del motor; así como también el sistema neumático que es necesario para el funcionamiento del banco de prueba.

Durante el desarrollo del trabajo, el banco de prueba cumplió con los parámetros y normas requeridas en el manual de mantenimiento como son para atomización o pulverización así como por fugas de combustible dando como resultado una inspección exitosa, quedando así habilitado el banco de prueba para sus futuras inspecciones.

3.5 Elaboración de manuales

Es necesario seguir procedimientos escritos, por lo cual es indispensable regirse en manuales los cuales nos permitan trabajar correctamente, manteniendo parámetros de seguridad para preservar el material y mantener la seguridad humana que es lo primordial según los requerimientos que exigen las normas; ya que en aviación cualquier error puede ser el último.

3.5.1 Tipos de Manuales.

A continuación se da a conocer los diferentes manuales que se aplican en este banco de prueba una vez habilitado para su correcta utilización:


- Manual de Operación.
- Manual de Mantenimiento.
- Manual de Seguridad.
- Manual de Verificación.
- Hoja de Registros.

A continuación se describen los formatos y procedimientos a seguirse tanto para la operación, mantenimiento, seguridad y verificación de la utilización del banco de prueba, así como su respectivo registro de las novedades y observaciones en su operación, mantenimiento, reparaciones y modificaciones con el fin de obtener un trabajo planificado


Tabla 3.5 Codificación de los manuales y hojas de registro

No.	PROCEDIMIENTO	CÓDIGO
1	Manual de operación del banco de prueba para el lavado y limpieza de inyectores de combustible de los motores PT6A del GAE-44 "Pastaza"	AE-BPLLIC-MO
2	Manual de mantenimiento del banco de prueba para el lavado y limpieza de inyectores de combustible de los motores PT6A del GAE-44 "Pastaza"	AE-BPLLIC-MM
3	Manual de seguridad del banco de prueba para el lavado y limpieza de inyectores de combustible de los motores PT6A del GAE-44 "Pastaza"	AE-BPLLIC-MS
4	Manual de verificación del banco de prueba para el lavado y limpieza de inyectores de combustible de los motores PT6A del GAE-44 "Pastaza"	AE-BPLLIC-MV
5	Registro de utilización del banco de prueba para el lavado y limpieza de inyectores de combustible de los motores PT6A del GAE-44 "Pastaza"	AE-BPLLIC-HR

3.5.1.1. Manual de Operación.

 <p>GAE- 44 “PASTAZA”</p>	MANUAL DE OPERACIÓN	Pág.: 1 de 3
	OPERACIÓN DEL BANCO DE PRUEBA PARA EL LAVADO Y LIMPIEZA DE INYECTORES DE COMBUSTIBLE DE LOS MOTORES PT6A DEL GAE-44 “PASTAZA”	Código : AE-BPLLIC- MO
	Elaborado por: Cbop. Escudero Kleber.	Revisión No. : 1
	Aprobado por: Tlgo.Ulices Cedillo	Fecha : 07-05-12
<p>1. OBJETIVO.</p> <p>Documentar los procedimientos de operación del banco de prueba para comprobar el correcto funcionamiento del mismo.</p> <p>2. ALCANCE.</p> <p>Describe las operaciones de funcionamiento y el personal indicado para realizar el trabajo en el banco de prueba que fue habilitado, además de las precauciones que se debe tomar.</p> <p>3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA.</p> <p>Manual de Mantenimiento del motor PT6A-36.</p> <p>4. PROCEDIMIENTOS.</p> <p>1) Visualizar el reservorio de combustible (JP-1) este en su nivel de trabajo</p>		


- 2) Chequee que el compresor de aire este funcionando.
- 3) Observe que todos los acoples y cañerías del banco de prueba y del compresor estén perfectamente conectados y que no exista fugas.
- 4) Conecte el cable de tierra del equipo antes de realizar la prueba; elimina el peligro de descargas electrostática.

 <p>GAE- 44 “PASTAZA”</p>	MANUAL DE OPERACIÓN	Pág.: 2 de 3
	OPERACIÓN DEL BANCO DE PRUEBA PARA EL LAVADO Y LIMPIEZA DE INYECTORES DE COMBUSTIBLE DE LOS MOTORES PT6A DEL GAE-44 “PASTAZA”	Código : AE-BPLLIC- MO
	Elaborado por: Cbop. Escudero Kleber.	Revisión No. : 1
	Aprobado por: Tlgo. Ulices Cedillo	Fecha : 07-05-12

- 5) Conecte el acople del compresor a la entrada del banco de prueba:
- 6) Conecte la manguera de suministro de aire del banco de prueba con el accesorio para montajes de los inyectores P/N (PWC32811)
- 7) Despacio ajuste el regulador de presión a 20 PSI; observe el modelo del rocío debe ser libre de escupir o babear el combustible en el inyector.
- 8) Ajuste el regulador de presión aumentando la presión a 60 psi. como debe indicar en el manómetro de presión, el volumen del rocío debe aumentar y debe extender uniformemente sobre el centro del eje del orificio de la boquilla del inyector. Si existe muchas rayas de combustible de más de 20% es evidente, desecho de la boquilla.
- 9) Si existe un goteo o babeo en la boquilla del inyector puede ser causados por depósito de carbono alrededor del orificio de la boquilla. Quite los depósitos ligeramente cepillando la cara de la boquilla con un estropajo de algodón o el cepillo de la cerda no-metálico mientras el combustible es fluyendo a través del orificio externo.

- 10) Luego de realizar estos trabajos el orificio de la boquilla del inyector debe quedar en condiciones operables, caso contrario deseche la boquilla del inyector.

- 11) Reduzca la presión para poner a cero, como indica el manómetro de presión, ajustando la presión del regulador. Cuando el flujo de combustible de la boquilla se detiene, desconecte la manguera de suministro de aire.

 <p>GAE- 44 "PASTAZA"</p>	MANUAL DE OPERACIÓN	Pág.: 3 de 3
	OPERACIÓN DEL BANCO DE PRUEBA PARA EL LAVADO Y LIMPIEZA DE INYECTORES DE COMBUSTIBLE DE LOS MOTORES PT6A DEL GAE-44 "PASTAZA"	Código : AE-BPLLIC- MO
	Elaborado por: Cbop. Escudero Kleber.	Revisión No. : 1
	Aprobado por: Tlgo. Ulices Cedillo	Fecha : 07-05-12


12) Desconecte la línea de entrada de aire que conecta el banco de prueba con el compresor de aire

13) Quite los adaptadores de los inyectores junto con los accesorios de montaje.

14) Si se encuentran uno o más boquillas inaceptable durante la prueba, examine la sección caliente para la evidencia de daños de calor visualmente o mediante una inspección borescope.

5. FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

3.5.1.2. Manual de Mantenimiento.

	MANUAL DE MANTENIMIENTO	Pág.: 1 de 2
	MANTENIMIENTO DEL BANCO DE PRUEBA PARA EL LAVADO Y LIMPIEZA DE INYECTORES DE COMBUSTIBLE DE LOS MOTORES PT6A DEL GAE-44 "PASTAZA"	Código : AE-BPLLIC-MM
	Elaborado por: Cbop. Escudero Kleber	Revisión No. : 1
GAE- 44 "PASTAZA"	Aprobado por: Tlgo. Ulices Cedillo	Fecha : 07-05-12

1. OBJETIVO.

Documentar los procedimientos de mantenimiento del banco de prueba para comprobar el correcto funcionamiento del mismo.

2. ALCANCE.

Mantener en buenas condiciones de funcionamiento al banco de prueba que fue habilitado

3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA.

Manual de mantenimiento del motor PT6A-36


4. DEFINICIONES.

Mantenimiento.- Es la conservación y preservación normales del equipo como consecuencia del trato, uso, desgaste y deterioro.

Limpieza general.- Eliminar suciedades superficiales.

5. PROCEDIMIENTOS.

El técnico debe realizar los siguientes procedimientos de mantenimiento:

 <p>GAE- 44 “PASTAZA”</p>	MANUAL DE MANTENIMIENTO	Pág.: 2 de 2
	MANTENIMIENTO DEL BANCO DE PRUEBA PARA EL LAVADO Y LIMPIEZA DE INYECTORES DE COMBUSTIBLE DE LOS MOTORES PT6A DEL GAE-44 “PASTAZA”	Código : AE-BPLLIC-MM
	Elaborado por: Cbop. Escudero Kleber	Revisión No. : 1
	Aprobado por: Tlgo. Ulices Cedillo	Fecha : 07-05-12

5.1 MANTENIMIENTO SEMANAL.

- 1) Realizar una limpieza general del banco y sus accesorios, para evitar la acumulación de agentes extraños en la superficie del mismo.
- 2) Realizar una inspección visual del banco de prueba.

5.2 MANTENIMIENTO MENSUAL


- 1) Realizar los pasos antes mencionados.
- 2) Verificar que no exista fricción entre las cañerías y la estructura del banco, para evitar desgaste, torceduras, fugas y corrosión.
- 3) Revisar las abrazaderas de sujeción por fisuras, desgaste, fatiga del material.
- 4) Verificar estado de los elementos del banco, cambiar según condición.
- 5) Verificar la condición de los manómetros y del regulador de presión.

5.3 MANTENIMIENTO ANUAL.

- 1) Realizar una inspección visual de los soportes y estructura del banco.
- 2) Calibración de los manómetros

6. FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

3.5.1.3. Manual de Seguridad.

	MANUAL DE SEGURIDAD	Pág.: 1 de 2
	MEDIDAS DE SEGURIDAD DEL BANCO DE PRUEBA PARA EL LAVADO Y LIMPIEZA DE INYECTORES DE COMBUSTIBLE DE LOS MOTORES PT6A DEL GAE-44 "PASTAZA"	Código : AE-BPLLIC-MS
	Elaborado por: Cbop. Escudero Kleber	Revisión No. : 1
GAE- 44 "PASTAZA"	Aprobado por: Tlgo.Ulices Cedillo	Fecha : 07-05-12

1. OBJETIVO.

Documentar los procedimientos de seguridad que debe seguir el operario del banco de prueba para comprobar el correcto funcionamiento del mismo.

2. ALCANCE.

Precautelar la seguridad del operario al momento de utilizar el banco de prueba habilitado para comprobar el correcto funcionamiento del mismo.

3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA.

Manual de Técnicas Corrientes.


4. DEFINICIONES.

Accidente.-Es todo acontecimiento imprevisto fuera de control e indeseado, que interrumpe el desarrollo normal de una actividad el cual puede producir daños materiales o personales.

Incidente.- Es todo acontecimiento no deseado en el cual no produce daños materiales ni humanos

5. PROCEDIMIENTOS.

- 1) Antes de realizar cualquier tipo de trabajo tome todas las medidas de seguridad para evitar algún tipo de accidente laboral.

 <p>GAE- 44 “PASTAZA”</p>	MANUAL DE SEGURIDAD	Pág.: 2 de 2
	MEDIDAS DE SEGURIDAD DEL BANCO DE PRUEBA PARA EL LAVADO Y LIMPIEZA DE INYECTORES DE COMBUSTIBLE DE LOS MOTORES PT6A DEL GAE-44 “PASTAZA”	Código : AE-BPLLIC-MS
	Elaborado por: Cbop. Escudero Kleber	Revisión No. : 1
	Aprobado por: Tlgo. Ulices Cedillo	Fecha : 07-05-12

- 2) Realizar una inspección visual del banco para detectar que no existan ningún tipo de anomalía antes de realizar el trabajo previsto.
- 3) Evitar el contacto del combustible con la piel u ojo, por lo que es recomendable utilizar equipo protector, tales como guantes, mascarillas, overoles, no utilice ropa de nylon.
- 4) Descargar la carga estática del personal.
- 5) Las zonas de pruebas asignadas para la inspección de los inyectores deben ser las indicadas por el operario.
- 6) La ventilación y la iluminación debe ser la adecuada para un trabajo óptico.

6. FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

3.5.1.4 Manual de verificación



**GAE- 44
"PASTAZA"**

MANUAL DE VERIFICACIÓN

Pág.: 1 de 1

VERIFICACIÓN DEL BANCO DE PRUEBA PARA EL LAVADO Y LIMPIEZA DE INYECTORES DE COMBUSTIBLE DE LOS MOTORES PT6A DEL GAE-44 "PASTAZA"

Código :
AE-BPLLI-MV

Elaborado por: Cbop. Escudero Kleber

Revisión No. : 1

Aprobado por: Tlgo. Ulices Cedillo

Fecha : 07-05-12

1. OBJETIVO.

Documentar los procedimientos de verificación del banco de prueba para comprobar el correcto funcionamiento del mismo.

2. ALCANCE.

Mantener el buen funcionamiento del banco de prueba que fue habilitado.

3. PROCEDIMIENTOS.

- 1) El técnico realiza la verificación de este soporte cada dos meses.
- 2) Limpiar bien los puntos de conexión de las entradas y salidas del banco de pruebas.
- 3) Verificar que la estructura del banco este correctamente fijo.
- 4) Verificar que no exista fugas, corrosión, en el sistema de combustible del banco.
- 5) Verificar que los indicadores de presión no tengan algún desperfecto.

4. FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

3.6 Recursos

Recurso humano

Tabla N° 3.6 Recurso humano

N°-	RECURSOS	DESIGNACIÓN
1	Cbop. Kleber Escudero	Investigador
2	Sr. Tlgo. Ulices Cedillo	Asesor

Fuente: investigación de campo

Elaboración: Investigador

Recurso material

Tabla N° 3.7 Costos Primarios

N°-	MATERIAL	CANT.	VALOR UNITARIO (USD)	COSTO (USD)
1	Plancha de aluminio de 35cm. por 30cm	1	30	30
2	Tubos estructurales de 3/4" por 1/16" de espesor	2	15	30
3	Reguladores de presión (0 a 200 PSI)	1	35	35
4	Manómetros de presión (0 a 200 PSI)	2	17	34
5	Plancha de tol	½	60	30
6	Electrodos AGA 6011 1/8 (Lbrs)	2	2	4
7	Cañería de alta presión (mts)	8	3	24
8	Lija de acero	8	1	8
9	Válvulas de cierre rápido o bola	2	12	24
10	sierra manual	1	12	12
11	Tiñer (galón)	1	7	7
12	Pintura amarilla y roja cater pila	2	15	30

	(litros)			
13	Fondo (fondo)	1	8	8
14	Garruchas o ruedas	4	2.5	10
15	Recipiente plástico	2	10	20
16	Cable electrostático	1	5	5
17	Pernos de acero	4	0,5	2
18	Lámpara	1	20	20
Costo Total				333

Fuente: investigación de campo

Elaboración: Investigador

Máquinas.

Tabla N° 3.8 Gastos Maquinas, Equipos

N°-	MAQUINA	VALOR (USD)
1	Suelda eléctrica	20
2	Dobladora de tol	10
3	Tornillo de banco	10
4	Taladro	10
Total		50

Fuente: investigación de campo

Elaboración: Investigador

Mano de obra

Tabla N° 3.9 Gastos Mano de obra

N°-	PROCESO	VALOR (USD)
1	Cortado	30
2	Soldado	25
3	Pintor	30
Total		185

Fuente: investigación de campo

Elaboración: Investigador

Otros

Tabla N° 3.10 Gastos varios

N°	DETALLE	VALOR (USD)
1	Transporte	200
2	Internet	40
3	Hojas	10
4	Impresiones	50
5	Anillados y empastados	40
Total		340

Fuente: investigación de campo

Elaboración: Investigador

Costo total del proyecto

Tabla N° 3.11 Costo total del proyecto

N°	RUBRO	CANTIDAD (USD)
1	Materiales	333
2	Máquinas	50
3	Mano de obra	85
4	Otros	340
TOTAL		808

Fuente: investigación de campo

Elaboración: Investigador

CAPÍTULO IV

4.1 Conclusiones

- Se realizó un análisis de toda la documentación referente al sistema de combustible de acuerdo a los manuales y las ordenes técnicas.
- Tras un estudio de alternativas para determinar las características técnicas de los instrumentos como son los manómetros, regulador, válvulas de cierre rápido, acoples, entre otros, se llegó a la conclusión de que la mejor propuesta de adquirir estos elementos fue a la Ecuatoriana Industrial Termoval Cia. Ltda. La cual nos brinda las garantías necesarias de funcionamiento y un mantenimiento anual en el que está incluido la calibración de los instrumentos
- Se realizó la HABILITACIÓN DEL BANCO DE PRUEBA PARA EL LAVADO Y LIMPIEZA DE INYECTORES DE COMBUSTIBLE DE LOS MOTORES PT6A DEL GAE-44 "PASTAZA", respondiendo a una necesidad planteada por el GRUPO AEREO, el mismo que fue desarrollado con el propósito de facilitar y agilizar las inspecciones periódicas de los motores PT6A en el lavado y limpieza de los inyectores.
- La verificación del funcionamiento de este banco de prueba se lo realizó en las instalaciones del Grupo Aéreo No. 44 " Pastaza" los mismos que arrojaron como resultado un funcionamiento satisfactorio. **(Ver Anexo H)**

- Se elaboro los manuales de operación, mantenimiento, seguridad y formulario de registros, los cuales fueron traducidos del Manual de Mantenimiento ya que se encontraban en otro idioma, quedando prestos para ser usados garantizando de esta manera un trabajo exitoso.
- Se realizó una impresión extra del proyecto de grado para la manoloteca lugar donde se encuentra toda la información de los manuales, libros de vuelo, boletines, etc. Para que puedan tener acceso todo el personal de técnicos del GAE-44 “PASTAZA”

4.2 Recomendaciones

- Tener en cuenta la documentación referente a combustible antes de realizar un trabajo.
- Tener en cuenta que para realizar un proyecto o un trabajo de mantenimiento primero se debe tomar en cuenta de un asesoramiento técnico (empresa, industria o personal calificado con licencia D.A.G.) para así garantizar el trabajo, tomando en cuenta que en Aviación el primer error es el último.
- Antes de empezar con la utilización de este banco de prueba se recomienda tener un conocimiento sobre la operabilidad del mismo, para de esta manera realizar un trabajo excelente.
- Lo más recomendable para utilizar este banco de prueba es en los hangares del Grupo Aéreo ya que existen los medios disponibles.
- Este banco de prueba debe tener una correcta utilización ya que los manuales están traducidos en nuestro idioma y no existe excusa alguna de llevar una correcta utilización.

- Se recomienda acercarse a una biblioteca o manualoteca para actualizarse con la información referente al trabajo que va realizar, para así de esta manera no tener inconvenientes en el desarrollo del trabajo a realizar.

GLOSARIO

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

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

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

Carena.- Es una cubierta estructural de las aeronaves cuya principal función, es reducir la resistencia que ofrece el desplazamiento a través del aire, y se encuentra ubicada en zonas de la aeronave donde potencialmente se pueda producir mayor resistencia que en otras.

Cognitivo.- Pertenece o relativo al conocimiento.

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

Eficacia.- Capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera.

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

Explícitamente.- Que expresa clara y determinadamente una cosa.

Factibilidad.- Cualidad o condición de factible.

Factible.- Que se puede hacer.

Habilitar.- Hacer funcionar un elemento que no haya estado operando o estado fuera de servicio bajo los parámetros normales.

Inspección.- Es el método de exploración física que se efectúa por medio de la vista

Interpolación de Movimiento.- es un tipo de animación en la que un objeto se mueve de una posición a otra.

Intimidatorio.- Causar o infundir miedo.

Manómetro- Es un instrumento que sirve para indicar la operación de la bomba e indica la condición del conducto.

Mantenimiento.-Es la conservación y preservación normales del equipo como consecuencia del trato, uso, desgaste y deterioro.

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

Perspectiva.- Conjunto de objetos que desde un punto determinado se presentan a la vista del espectador, especialmente cuando están lejanos y llaman la atención por el efecto agradable o melancólico que producen.

Pragmática.- Disciplina que estudia el lenguaje en su relación con los usuarios y las circunstancias de la comunicación.

Psicomotriz.- Conjunto de técnicas que estimulan la coordinación de dichas funciones.

Repostado.- Llenar de nuevo un depósito de combustible o reponer provisiones.

Variables.- Dato de un proceso que puede tomar valores diferentes dentro del mismo proceso o en otras ejecuciones del mismo.

ABREVIATURAS

- **15-BAE:** BRIGADA DE AVIACION DEL EJÉRCITO N° 15 “PAQUISHA”.
- **GAE-44:** GRUPO DE AVIACIÓN DEL EJÉRCITO N° 44 PASTAZA.
- **FAE:** FUERZA AÉREA ECUATORIANA.
- **IAI:** ISRAEL AIRCRAFT INDUSTRIES.
- **ITT:** TEMPERATURA ENTRE TURBINAS.
- **NG:** VELOCIDAD DE ROTACIÓN DEL MOTOR.
- **NP:** VELOCIDAD DE ROTACIÓN DE LA HÉLICE.
- **TLR:** TIEMPO LÍMITE ENTRE REVISIONES.
- **TLV:** TIEMPO LÍMITE DE VIDA.
- **R.P.M:** REVOLUCIONES POR MINUTO.
- **FCU:** UNIDAD DE CONTROL DE COMBUSTIBLE.
- **ON:** ENCENDIDO.
- **OFF:** APAGADO.

BIBLIOGRAFÍA

- Manual de mantenimiento del avión ARAVA T-201
- Manual de Mantenimiento Turboprop Gas Turbina EngineModels PT6A-34/36/114/116/135
- Antonio Esteban Oñate/Conocimientos del Avión/Pag.235
- Manual de Abastecimiento Aéreo de la 15-BAE “PAQUISHA”
- <http://es.wikipedia.org/wiki/brocas>
- <http://www.thejetengine.net/wp-content/upload/COMBUSTIBLE.pdf>
- <http://www.google.com.ec/search?q=soldadura+electrica>
- http://www.indura.com.mx/productos_detalle.asp?idq=1422&a=SOLDADURAS&ai=3413&b=ELECTRODOS&bi
- <http://es.wikipedia.org/wiki/archivo-mordazas>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/taladro>
- <http://latinoamérica.com/pinturas-condor-sa/07200834728765399942/info/>
- <http://www.todoar.com>
- <http://www.sapiensman.com/neumática/mapadelsitio.htm>
- http://www.Manómetro_archivos/Manómetro.htm
- http://www.quiminet.com/ar3/ar_zgtadddsaRsDF-que-es-la-calibracion-de-instrumentos.htm
- <http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica5.htm>
- <http://www.tyrolit.com.ar/page.cfm?vpath=divisiones/precmachining/bruido>

ANEXOS

ANEXO “A”

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

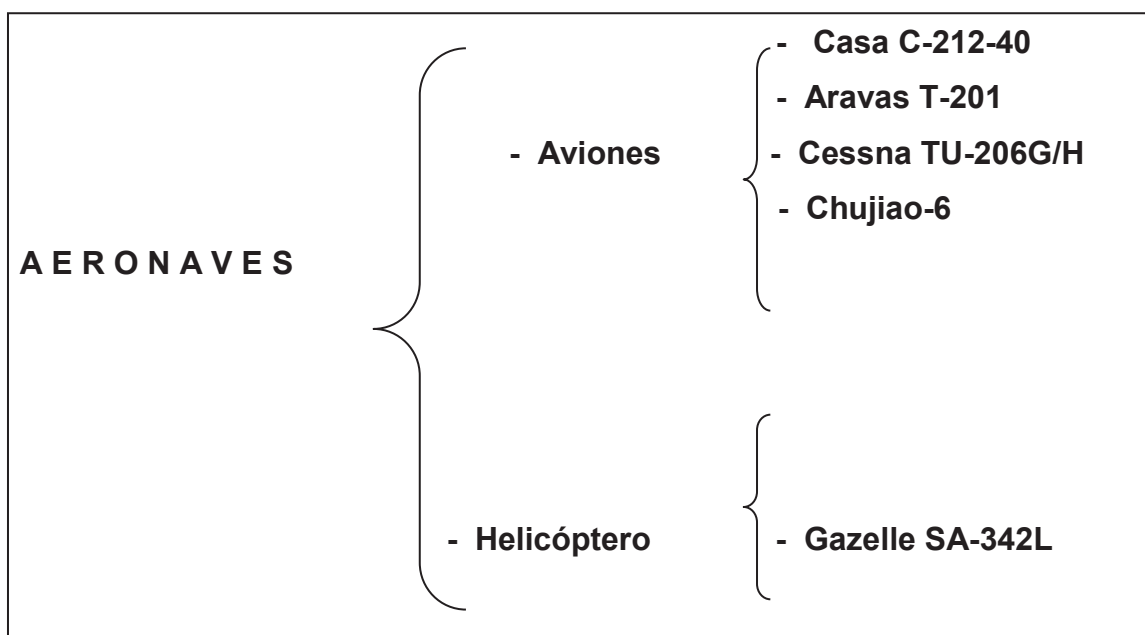
El Grupo de Aviación del Ejército N° 44 “PASTAZA”, situado en el Cantón Shell Mera de la Provincia de Pastaza, es una Unidad Operativa de Brigada de Aviación del Ejército N° 15 “PAQUISHA”, nace en donde la economía ecuatoriana encontró su fuente más pródiga. Y es allí donde el tiempo y las manos del soldado han seguido despejando el olvido, para construir un sinnúmero de pistas de aviación y helipuertos hasta en los últimos límites de nuestra Selva Amazónica.

Apenas nacían los primeros vuelos militares, el gran acto de valor y solidaridad, estaba enfocado hacia la Región Amazónica. Es así como la comunicación fluvial fue superada por la aérea, con el fin de dar mayor garantía a nuestro deber de salvaguardar nuestra soberanía, apoyar a la explotación petrolera, apoyar a la comunidad y fomentar su relación con el estado. Así es como se deriva un trabajo reconocido como el pilar fundamental de la Aviación del Ejército y de garantía y desarrollo para el país.

Las operaciones del Grupo de Aviación del Ejército N° 44 “PASTAZA”, se combinan entre operaciones de combate y misiones humanitarias; lo que viene a constituirse en el argumento real y tangible en la tarea conjunta de sus Aeronaves de Ala Fija (Aviones) y Ala Rotatoria (helicópteros), que realizan operaciones de vuelos para el cumplimiento de las misiones encomendadas.

Entre las aeronaves disponibles en el Grupo de Aviación del Ejército N° 44 “PASTAZA” tenemos los siguientes:

Cuadro sinóptico 1.1. Aeronaves disponibles en el GAE-44.



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Cbop. Escudero Kleber

El Escuadrón de Mantenimiento Aéreo N° 44 "PASTAZA" desde su creación con fines de operaciones de mantenimiento, ha venido desarrollando y ejecutando programas de mantenimiento como son; mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo y mantenimiento restaurativo, dentro de sus instalaciones, en cierto modo como en toda institución en vías de desarrollo tecnológico, se ha visto limitada en cierta parte en todas sus aéreas de trabajo, por la carencia de nuevas técnicas de ejecución en el mantenimiento, la falta de equipamiento y adecuación de espacio físico, así mismo de la falta de ciertos equipos de comprobación y la habilitación de algunos de ellos a su vez la misma necesidad de preparar y actualizar a sus técnicos en las operaciones de mantenimiento, lo cual ha dificultado en cierto modo el óptimo nivel de aeronavegabilidad de las aeronaves en conjunto.

En tal caso, de no darle una pronta solución a las deficiencias detalladas anteriormente, se seguirán surgiendo pérdidas de tiempo, recursos (humano, material), y se verá limitado las aeronaves en vista que no estarían en óptimas condiciones de uso y funcionamiento como demanda la autoridad aeronáutica.

Por consiguiente, es prioridad que en el Escuadrón de Mantenimiento Aéreo se realice un estudio y se implemente Herramientas y Equipos de Apoyo así mismo la habilitación de algunos de ellos que son necesarias para optimizar todos los recursos, permitiendo así desarrollar de mejor forma el proceso de mantenimiento acorde a la exigencia tecnológica, garantizando así la seguridad en el funcionamiento y las operaciones de vuelos.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo optimizar las operaciones de mantenimiento en el personal de técnicos del GAE-44 “PASTAZA”, mediante la Habilitación de Bancos de Prueba para incrementar y mantener el nivel de aeronavegabilidad?

1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Para poder tener una aviación con poder aeronáutico disuasivo lista para enfrentar las amenazas; comprometida con el desarrollo y proyección de los intereses aéreos, el Departamento de Mantenimiento del GAE-44 “PASTAZA” deberá ser eficiente en las inspecciones tanto célula como hélices y motores, siendo esta área de mecánica una de las más importantes, cumpliendo con inspecciones periódicas que incluyen el mantenimiento del sistema de combustible del motor por lo que es necesario de dispositivos que faciliten la labor, la cual sería de gran importancia para el progreso del reparto, y por ende mejoraremos la calidad de mantenimiento que no solo ayudará a que se eleve la buena imagen de la Aviación del Ejército, sino que tendríamos rapidez para descartar fallas en determinado elemento del sistema de combustible del motor, dando con esto un ahorro económico significativo para el Ejército.

Con un aporte tecnológico los mecánicos de la sección de mantenimiento de motores y hélices del GAE-44 serán los beneficiarios ya que tendrán rapidez en las inspecciones periódicas del sistema de combustible del motor, con lo que mejorará la administración de tareas de cada operador, e incluso se ampliará mucho más su experiencia en este sistema, desarrollando destreza en el campo práctico. Pero esto tendrá éxito si complementamos lo teórico con lo práctico,

logrando un desenvolvimiento laboral que representa mucho para seguir adquiriendo conocimientos día a día y así aumentar el profesionalismo individual y colectivo en el reparto.

Con dispositivos y equipo apropiado el operador tendrá mayor confianza para inspeccionar el sistema de combustible en el motor cuando llegue su inspección y la Aviación del Ejército se verá favorecida ya que ganará tiempo para reincorporar el componente nuevamente a su servicio o la final descartar posibles defectos causados por este componente.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general.

Habilitación del Banco de Prueba para el lavado y limpieza de inyectores de combustible de los motores PT6A del GAE-44 "Pastaza" para elevar el nivel operativo de las aeronaves y minimizar el empleo de recursos.

1.4.2 Objetivos específicos.

- Identificar cuáles son las principales deficiencias o dificultades que se presentan durante el mantenimiento de los motores del avión ARAVA T-201.
- Obtener información referente al mantenimiento de los sistemas del motor del avión ARAVA T-201, para determinar las mejoras que se puede realizar en los trabajos.
- Determinar cuál es la mejor alternativa para aportar con soluciones contribuyendo así en la mejora y perfeccionamiento de los trabajos de mantenimiento de los motores del avión ARAVA T-201.
- Habilitar el Banco de Pruebas.
- Verificar pruebas de operación, eficiencia y funcionamiento del equipo.

1.5 ALCANCE

El presente trabajo de investigación tendrá lugar en la Sección de Motores y Hélices del Escuadrón de Mantenimiento Aéreo del GAE-44 "PASTAZA", donde se pretende realizar un estudio de disponibilidad y requerimientos del sistema de combustible para el Mantenimiento Aéreo, y así optimizar las operaciones en la ejecución del mantenimiento relacionado con el nivel de operatividad de las aeronaves, permitiendo mejorar y tecnificar el proceso y calidad del mantenimiento a beneficio del personal técnico que opera dentro del mismo.

CAPÍTULO II

PLAN METODOLÓGICO

El presente plan de investigación tiene como propósito recolectar información clara y precisa de la situación actual del Escuadrón de Mantenimiento Aéreo en relación a la existencia de herramientas, equipos de apoyo y la habilitación de bancos de pruebas, lo que permitirá conocer las necesidades y plantear posibles soluciones.

2.1 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN:

- **De Campo**

Se realizara una investigación de campo en el lugar, por el hecho de ser miembro activo de la Aviación del Ejército y haber trabajado por algunos años en el GAE-44 "PASTAZA", me hallo inmiscuido y al tanto de las necesidades que presenta el mismo, adicional se recopilara información directamente de los técnicos de mantenimiento que se encuentran trabajando en las diferentes secciones, lo que permitirá conocer con profundidad las necesidades y deficiencias en las técnicas de ejecución del mantenimiento.

- **Bibliográfica Documental**

La investigación documental bibliográfica se lo realizara mediante el uso de manuales, documentación técnica, libros e internet, los mismos que proporcionaran información de gran importancia para el desarrollo del trabajo investigativo.

2.2 TIPOS DE INVESTIGACIÓN

- **No experimental**

La investigación no experimental, permitirá recolectar información sin manipularlas variables causa-efecto, esto implica observar los fenómenos como se presentan en su entorno natural, de esta manera se realizara una identificación clara y concreta del problema expuesto.

2.3 NIVELES DE INVESTIGACIÓN

El nivel de investigación que se maneja es el siguiente:

- **Descriptiva**

El uso de este nivel investigativo es describir detalladamente la situación del problema en estudio, permitiendo puntualizar situaciones y hechos de las variables para luego definirlos en términos claros y específicos.

2.4 UNIVERSO, POBLACIÓN Y MUESTRA

2.4.1. *Universo*

El universo es la totalidad del grupo o empresa a la que me voy a referir. Una vez efectuada la investigación se tomara como Universo al Grupo de Aviación del Ejército N° 44 "PASTAZA", el mismo que cumple con la misión fundamental el apoyo al servicio de combate, transporte y abastecimiento al interior, para el cual cuenta con una flota de aeronaves las mismas que se mantienen en optimas condiciones uso y de funcionamientos, las mismas que equivalen a unas 70 personas.

2.4.2. *Población.*

La población es la parte real dentro de una organización o grupo a la que voy a realizar la encuesta por lo tanto estableceré la factibilidad del presente trabajo investigativo considerando como *Población* al Escuadrón de Mantenimiento Aéreo que contempla a la Sección de Hélices y Motores debido a que son los que están involucrados.

Técnicos	8	80%
Supervisores de Mtto.	1	10%
Oficiales de Mtto.	1	10%
N	10	100%

2.4.3. Muestra

La muestra fijamos a los diez técnicos de la Sección de Motores y Hélices donde establecemos nuestro principal motivo de investigación, en donde obtuvimos la información necesaria que enunciamos en el desarrollo del anteproyecto la misma que se ve extraído mediante una encuesta al personal técnico de mantenimiento, tomado como muestra para nuestro estudio investigativo.

A continuación de detalla dicha fórmula:

$$n = \frac{PQ * N}{[(N - 1)E^2 / K^2] + PQ}$$

❖ De donde:

- **n** = Tamaño de la muestra
- **N** = Tamaño de la población
- **PQ** = Constante de la varianza población (0,25)
- **E** = Error máximo admisible (0.01 al 0.05: o sea entre 1% y 5 %).
- **K** = Constante de corrección del error (2)

- **NOTA:** Debido a que en el presente estudio el tamaño de la población (10) es pequeño, se considerará como muestra a este valor.

2.5 RECOLECCIÓN DE DATOS

Teniendo en cuenta los objetivos planteados, la recolección de datos se obtendrá en base a la observación de campo y la documentación técnica, el mismo que permitirá conocer bases fundamentales para cooperar con el nuevo proyecto investigativo. De igual forma el internet constituye una herramienta

indispensable para el estudio de nuevas alternativas para mejorar el Mantenimiento Aéreo.

Para la obtención de la información precisa se realizara la encuesta al personal de técnicos destinados para la muestra, quienes permitirán conocer las deficiencias y debilidades en la ejecución de las operaciones de mantenimiento debido a la inhabilitación de ciertos Bancos de Pruebas.

2.5.1 TÉCNICAS:

- **Bibliográfica**

Permite extraer la información relevante, en vista que facilitara la obtención de información que ayudará al desarrollo del marco teórico.

- **De campo**

Para realizar esta técnica de investigación de campo se tendrán en cuenta algunas técnicas como:

- **Observación**

La observación es una técnica fundamental que será ejecutada en las instalaciones del Escuadrón de Mantenimiento Aéreo, que permitirá conocer el sistema utilizado por los técnicos para la ejecución de las operaciones de mantenimiento.

- **Cuestionario**

El cuestionario auto administrado debidamente estructurado permitirá recopilar la información necesaria en el personal del Escuadrón de Mantenimiento Aéreo. Se deberá aplicar la encuesta a todo el personal de técnicos relacionados con esta sección por ser muy pequeña.

2.6 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Con la información que se recopilará se podrá crear un concepto claro, categorizar y asociadas con las variables. Esta información será procesada para:

- Codificar y tabular.
- Analizar los resultados.
- Representar en forma grafica.
- Interpretar y formular a conclusiones y recomendaciones.

2.7 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Este proceso permitirá tener una visión clara de la relación con los objetivos planteados para así definir si el requerimiento tendrá relevancia en la Sección de Mantenimiento. Los resultados serán analizados estadísticamente por medio de representación gráfica.

Se interpretaran los resultados por separado con la ayuda del programa Excel con lo que se realizará una síntesis del problema y necesidades que existieran en la Sección de Mantenimiento

2.8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones y recomendaciones se las planteará una vez realizada la investigación propuesta, las mismas que permitirán contribuir a la optimización de tiempo y recursos durante el mantenimiento de los motores de los aviones Araba T-201 del GAE-44 “Pastaza”, dando una orientación específica para poder concluir y determinar las mejores alternativas para dar solución al problema.

CAPÍTULO III

EJECUCIÓN DEL PLAN METODOLÓGICO

3.1. MARCO TEÓRICO

3.1.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Teniendo en cuenta la misión del Grupo Aéreo N°- 44 “PASTAZA” de mantener siempre operativas sus aeronaves para cumplir con tareas de abastecimiento aéreo, evacuación aeromédica y transporte de personal, para ello se requiere que sus aeronaves estén operables, por tal motivo se dispone de la sección de mantenimiento en donde se realizan trabajos de mantenimiento en los diversos sistemas de la aeronave, de los cuales se ha tomado en cuenta las principales necesidades y dificultades que tienen los mecánicos durante estos trabajos, teniendo resultado de este análisis la falta de equipo de comprobación, herramientas de aviación, habilitación de bancos de pruebas y capacitación para el personal de técnicos factores importantes que se debe tomar en cuenta para realizar un mantenimiento más productivo de esta manera optimizaremos tiempo y recursos en el Grupo Aéreo.

Además se han tomado como referencia para la elaboración de este trabajo investigativo los Proyectos de Grado relacionados como equipos de comprobación de determinados sistemas de la aeronave los mismos que son de gran beneficio para los trabajos de mantenimiento.

- Proyecto de Grado realizado por el Srs. Coque Taco Milton Bolívar y Quishpe Caiza Nestor cuyo tema es “HABILITACION DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE DE LOS AVIONES ESCUELA T-33A DEL ITSA”²⁰, donde el autor determina que; este trabajo práctico brindara alternativas de solución a los problemas de aprendizaje en los alumnos de cuarto nivel.
 - Proyecto de Grado realizado por el Sr. Cbos. MC-AV. Bermúdez Moreira Washington Miguel, cuyo tema es “CONSTRUCCION DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA LOS INYECTORES DEL MOTOR ALLISON 250-C20J(BELL-206)”²¹, “realizado en el año 2006, donde el autor determino que; “este proyecto se encamina tanto al ahorro y al mejor funcionamiento de sistemas de aviación como es la inyección de combustible de un motor, de este modo beneficiando así, al personal de técnicos, al escuadrón 200 y por consiguiente a la aviación naval”.

3.1.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1.2.1 Aeronaves²²

Una aeronave es cualquier artificio con capacidad para despegar, aterrizar y navegar por la atmósfera, siendo éste capaz de transportar personas, animales o cosas.

Existen dos tipos de aeronave:

Los aeróstatos, que son más livianos que el aire, fueron los primeros en ser desarrollados, ya que su principio de elevación los hacía mucho más asequibles al nivel científico y tecnológico. Los aeróstatos se elevan de acuerdo con el principio de Arquímedes, y se caracterizan por contener un fluido gaseoso de menor densidad que el aire. En este grupo se encuentran los dirigibles y globos aerostáticos.

²⁰ Tesis M-034 Mecánica Aeronáutica ITSA

²¹ Tesis M-148 Mecánica Aeronáutica ITSA

²²<http://es.wikipedia.org/wiki/Aeronave>

Los aerodinos son aeronaves más pesadas que el aire, y son las únicas capaces de generar sustentación. Dicho de otra manera: sólo una aeronave más pesada que el aire es capaz de generar sustentación es un aerodino.

3.1.2.2 Avión²³

Aeronave más pesada que el aire provisto de alas y un cuerpo de carga capaz de volar. Generalmente propulsado por un motor. Suelen clasificarse en aviones de pasajeros, de carga o de guerra (cazas, bombarderos, espía, etc.). Los dos primeros se utilizan como medio de transporte; Además, no sólo existen aviones comerciales, de carga, y/o de guerra, sino también existen de instrucción, de acrobacia, de aviación deportiva, trabajos especiales, y experimentales.

3.1.2.3 Helicóptero

Aerodino que obtiene la fuerza sustentadora y el control direccional, mediante superficies aerodinámicas llamadas rotores y compuestas por alas giratorias llamadas *palas* que giran movidas por uno o varios motores. El término helicóptero deriva del francés *hélicoptère* (ala en hélice) y fue acuñado en 1863 por el pionero de la aviación Gustave de Pontón d'Amecourt.

3.1.2.4 Mantenimiento²⁴

La labor del departamento de mantenimiento, está relacionada muy estrechamente en la prevención de accidentes y lesiones en el trabajador ya que tiene la responsabilidad de mantener en buenas condiciones, la maquinaria y herramienta, equipo de trabajo, lo cual permite un mejor desenvolvimiento y seguridad evitando en parte riesgos en el área laboral.

²³ <http://enciclopedia.us.es/index.php/Avi%C3%B3n>

²⁴ <http://www.monografias.com/trabajos16/mantenimiento-industrial/mantenimiento-industrial.shtml>

Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que las instalaciones, edificios, industrias, etc., puedan seguir funcionando adecuadamente.

3.1.2.5. Objetivos del Mantenimiento

En el caso del mantenimiento su organización e información debe estar encaminada a la permanente consecución de los siguientes objetivos:

- Optimización de la disponibilidad del equipo productivo.
- Disminución de los costos de mantenimiento.
- Optimización de los recursos humanos.
- Maximización de la vida de la máquina.

3.1.2.6. ¿Por qué hacer mantenimiento en una empresa?

Porque el mantenimiento representa una inversión que a mediano y largo plazo acarreará ganancias no sólo para el empresario quien a quien esta inversión se le revertirá en mejoras en su producción, sino también el ahorro que representa tener un trabajadores sanos e índices de accidentalidad bajos.

El mantenimiento representa un arma importante en seguridad laboral, ya que un gran porcentaje de accidentes son causados por desperfectos en los equipos que pueden ser prevenidos

3.1.2.7. Finalidad del Mantenimiento

Conservar la planta industrial con el equipo, los edificios, los servicios y las instalaciones en condiciones de cumplir con la función para la cual fueron proyectados con la capacidad y la calidad especificadas, pudiendo ser utilizados en condiciones de seguridad y economía de acuerdo a un nivel de ocupación y a un programa de uso definidos por los requerimientos de Producción.

3.1.2.8. Mantenimiento aeronáutico²⁵

Definición

Actividad técnica que tiene por objeto preservar las aeronaves y sus componentes (estructura, sistemas, planta propulsora, accesorios, instrumentos y equipos).

Propósito

Asegurar un estado operativo por el mayor tiempo posible, extendiendo al máximo su vida útil de funcionamiento y brindando completa seguridad.

3.1.2.9. Clases de mantenimiento:

Mantenimiento Preventivo.- Conjunto de inspecciones programadas para prevenir daños futuros producto de la operación. Se puede realizar al aire libre, bajo techo y en condiciones especiales

Mantenimiento Correctivo.- Es el mantenimiento no programado que se realiza para corregir daños ocasionados por la operación de la aeronave. Se puede realizar en los hangares o en la línea de vuelo dependiendo del grado de complejidad. Se puede dividir en mantenimiento periódico, mantenimiento de los elementos de vida propia y actividades de taller.

Mantenimiento Restaurativo.- Son las inspecciones mayores programadas que se realizan para que las aeronaves o los equipos vuelvan a su condición original o mejorada, este tipo de mantenimiento se lo realiza en la industria aeronáutica o en los talleres del fabricante. En este mantenimiento se incluyen las alteraciones, reparaciones, reconstrucción, modificación y repotenciación.

²⁵ Texto tomado de Diapositivas de Administración de Mantenimiento, realizado por el Sr. Ing. Washington Molina Pozo.

3.1.3. Aeronavegabilidad²⁶

Una aeronave debe completar un preciso programa de ensayos antes de recibir el certificado de aeronavegabilidad, siendo necesario un análisis previo de la documentación de diseño y control de calidad que soporte las pruebas a realizar.

3.1.4. Banco de pruebas²⁷

Los bancos de prueba son equipos industriales que permiten realizar evaluaciones previas de las condiciones de calidad de una parte de un ensamble. ASA y C tiene experiencia en el desarrollo y la integración de bancos de prueba para líneas de producción y ensamble.

Existen muchos bancos de prueba algunos de ellos tenemos:

- Banco de prueba para bombas
- Banco de prueba para inyectores
- Banco de prueba para cañerías
- Banco de prueba para válvulas
- Banco de prueba para filtros
- Banco de prueba para motores

3.1.5. Aviones Arava T-201²⁸

El avión Arava fue diseñado especialmente para transporte de carga y pasajeros, es decir para usos múltiples, ha sido diseñado y fabricado por la industria aeronáutica Israelí. El cual se le asignado al modelo civil con el número 101, y al militar el 201.

²⁶ <http://www.tecnociencia.es/entidades/inta/subsecciones/certificacion/aeronavegabilidad.html>

²⁷ <http://www.asayc.com/automatizacion/bancos.htm>

²⁸ Manual de mantenimiento del avión ARAVA T-201

Esta aeronave está diseñada para aterrizajes y despegues cortos, posee dos motores Turbo Hélice del tipo de turbina libre PT6A-36, fabricada por la United Aircraft of Canada, máxima potencia 750 SHP 783 ESP.

3.1.5.1. Sistemas del motor PT6A-36

1. Sistema de aire
2. Sistema de lubricación
3. Sistema de ignición
4. Sistema de combustible

3.1.5.2. Sistema de aire

El motor PT6A-36 tiene tres sistemas separados de extracción de aire: control de extracción de aire comprimido, sello de aire del compartimento de cojinetes, y sistema de extracción y un sistema de enfriamiento del disco de la turbina, dos tomas opcionales de aire a presión también se han provisto para la presurización de la cabina. Una toma de extracción P2.5 de aire comprimido del cuerpo del generador de gas en la posición 1 del reloj. La segunda toma provee P3 aire del cuerpo del generador de gas en la posición de las 11 del reloj. Cualquiera o ambas pueden ser obturadas dependiendo de los requerimientos de la instalación.

3.1.5.3. Válvula de sangrado del compresor:

Funciona automáticamente para evacuar aire comprimido entre las etapas; tiene características anti frenante a bajas velocidades del motor, esta se cierra gradualmente a medida que aumenta la velocidad el motor. Nos sirve para prevenir las bajas revoluciones del compresor, o en otros términos que entre en stoll.

3.1.5.4. Construcción

Está constituido por un pistón que esta soportado en el orificio del alojamiento por un diafragma el cual permite el recorrido total del pistón tanto en la dirección de abertura como de cierre, una calibración que controla el punto de cierre

3.1.5.5. Operación

Dos fuerzas actúan en la válvula: P_x para cerrar y $P_{2,5}$ para abrir. El aire entregado del compresor es extraído y medido a través de un orificio fijo de la unidad, entonces se dirige a través de la parte posterior del pistón y sale a la atmosfera (PA) a través de un orificio convergente divergente, la presión controlada entre los dos orificios forma P_X , cuando esta es mayor que $P_{2.5}$ se cierra la válvula.

3.1.5.6. Mantenimiento

- Cheque los cellos que no haya fugas
- Chequear el asiento del pistón por daños.
- Chequear que el pistón se mueva libremente.
- Chequear los puntos de cierre de las válvulas.

3.1.5.7. Sistema de aire secundario

De todo el aire que ingresa al motor se utiliza solo él:

- 25 % Para la combustión.
- 65% para refrigeración de partes calientes.
- 5% para uso de la aeronave.
- 5% para uso del aire secundario.

Utilidades:

Sistema de aire secundario se utiliza para:

- Para la refrigeración de partes calientes
- Para la presurización de los cojinetes y compartimientos
- Para la operación de la válvula de sangrado del compresor
- Válvula de purga
- Para la operación de la FCU.

3.1.5.8. Sistema de refrigeración de la turbina y aire de sangrado

El aire de P3 sirve para la refrigeración de la cámara de combustión y los anillos de alavés guías.

Utilizando el aire de P 2.5 y P3 se presuriza los cojinetes 1, 2, 3 que son de tipo laberinto

El aire que sale del sellado de los cojinetes, es recuperado por el sistema de recuperación de aceite luego pasa por el impulsor centrífugo (localizado en la caja de accesorios) y es eliminado hacia la atmosfera

El aire de p 2,5 y p3 es utilizado también para el sistema de climatización de la cabina, para el sistema de deshielo y para el sellado de las puertas.

3.1.5.9. Caja de accesorios

Función:

Conectar los diferentes accesorios del motor y de la aeronave tales como:

- Bomba de combustible y FCU
- Arrancador
- Bombas de recuperación y presión de aceite.

- Generador tacómetro.
- Tomas opcionales adicionales.
- Impulsor respirador centrífugo, separa el aire en la caja de accesorios.

3.1.6. Sistema de aceite

Función:

- Entregar aceite filtrado, para limpiar, refrigerar el motor.
- Entregar aceite para el gobernador y el control de velocidad, el paso de las hélices.
- Entregar aceite sistema de medidor de torque.

3.1.6.1. Descripción

El sistema consiste en unos sub sistemas De presión, recuperación y ventilación. Sirve para separar el aire del aceite. El sistema de aceite del motor PT-6A provee un constante flujo aceite filtrado a: cojinetes, caja de reducción, accesorios, torquímetro y a la caja de reducción de la hélice. Lubrica y refrigera los cojinetes llevando las impurezas, y está provisto de un chip detector en la caja de reducción.

3.1.6.2. Sistema de evacuación de aceite

Para cambiar el tipo de aceite tiene que ser removido totalmente el anterior. Los parámetros de aceite comienzan a funcionar desde:

- 0°C a 110°C
- 74° a 80°C optimo.
- En aviación es normal el consumo de aceite, se le va completando. Aproximadamente 3 libras de aceite por 10h de vuelo. Consumo máximo.
- Capacidad del tanque 2,5 galones.

- La cantidad utilizable es 1,5 galones.
- Capacidad de expansión del tanque es de 0,7 galones.

3.1.6.3. Sistema de presión

Aceite es extraído del tanque por una bomba de engranajes y de ahí va al filtro, válvula depuradora de presión. Se divide en dos flujos, existe una cañería central que lubrica al cojinete número 1 y al eje de la caja de accesorios, dentro y largo de esta tubería están montados el bulbo y un transmisor de presión. Existe otra tubería a la derecha, lubrica los cojinetes 2, 3, 4 a la caja de reducción y a los sistemas de medición y torque de la hélice.

3.1.6.4. Sistema de recuperación

Consta de cuatro bombas de engranajes, dos de ellas están fuera de la caja de accesorios y las otras dos dentro, junto al sistema y cañerías de recuperación tenemos dos válvulas de alivio. El rodamiento número uno es drenado por gravedad, el aceite en los cojinetes 1, 2, 3, 4, es llevado al intercambiador de calor del aceite. Una vez que pasa por el calentador de aceite pasa por un medidor de válvula de paso.

3.1.6.5. Sistema de indicación

Función:

Provee al piloto la indicación de los parámetros de vuelo del motor, y los parámetros de performance de la aeronave.

3.1.6.6. Sistemas de indicación del motor

- NG / NP generador –tacómetro
- Temperatura de aceite

3.1.6.7. Sistema de indicación de torque

- Velocidad del compresor

- Temperatura de aceite y presurización
- ITT
- Torque
- Velocidad de la hélice
- Temperatura inter-turbinas T5

3.1.6.8. Función

Provee la indicación de la temperatura inter turbinas, entre el compresor y la turbina y la primera etapa de turbina en el anillo de alabes guías.

3.1.6.9. Descripción

- Tiene 10 termocuplés
- 1 bus bar positivo
- 1 bus bar negativo
- 1 probeta de ajuste
- 1 t5 sistema de cableado (arneses)

Operar a la maquina a la máxima temperatura o sobre esta puede dañar los componentes de la sección caliente.

3.1.7. Sistema de combustible

Función:

Proveer combustible limpio al motor a la presión y flujo requerido para permitir el control de la potencia del motor.

3.1.7.1. Componentes

- Calentador de combustible.
- Bomba de combustible.
- FCU.
- 14 inyectores.
- 2 válvulas de drenaje o de purga.
- Divisor de combustible.

3.1.7.2. Combustibles y aditivos

Tenemos aditivos como:

- Anti corrosión.
- Anti hielo.
- Aditivos de estabilidad térmica.
- Anti microbianos.
- Usa gasolina de avión (AVGAS)
- Combustible diesel es solamente permitido para las fumigadoras.

EL combustible es enviado desde los tanques de la aeronave a los calentadores de combustible mediante las bombas booster. La bomba de combustible envía combustible al control (FCU) determinando la cantidad requerida por el motor para producir la potencia necesaria. Del FCU va al medidor de paso, de ahí al divisor enviando un flujo primario y secundario.

3.1.7.3. Límite de sobre torque

Función:

Es una unidad de respaldo que proveerá el sobre torque en el motor, el piloto es el responsable de la operación y los límites del motor.

3.1.7.4. Sistema de la hélice²⁹

Función:

Su función es cambiar la potencia producida por el motor en empuje para impulsar al avión a través del aire.

3.1.7.5. Descripción:

Están hechas de aluminio y materiales compuestos. La hélices son de paso variable y paso fijo

3.1.8. Un sistema CSU de control:

Velocidad:

- Modo gobernó, controla la velocidad de la hélice
- modo Beta controla el ángulo de las palas

3.1.8.1. Mecanismo de cambio de paso.

Función:

Es permitir variar el ángulo de las palas para mantener unas revoluciones constantes. Independientemente de las condiciones ambientales, y de la potencia que le demos al motor

²⁹ Manual de mantenimiento del Avión ARAVA T-201

3.1.9. Herramientas de aviación³⁰

Las herramientas de aviación son instrumentos simples destinados a realizar una diversidad de trabajos cuyo movimiento de desplazamiento se lo puede efectuar a través de las manos con el impulso de un motor o un dispositivo electromecánico que nos sirve para aumentar la eficiencia facilitan las operaciones y las demás actividades durante el trabajo contribuyendo de esta manera alcanzar el objetivo deseado con un mínimo esfuerzo.

Las herramientas en mal estado el manejo y la utilización inadecuada, han sido las causas de muchos accidentes, si bien estos no producen lesiones graves, representan una gran disminución en el rendimiento del trabajo.

Clasificación de las herramientas.

Según la naturaleza se clasifican en;

- Herramientas manuales
- Herramientas portátiles mecánicas

3.1.9.1. Herramientas manuales

Son aquellas accionadas por el operario sin la ayuda de un motor, estas a su vez se clasifican en:

- Herramientas de alizamiento
- Herramientas de ajuste y desajuste
- Herramientas de corte
- Herramientas de golpe
- Herramientas de punzación
- Herramientas de perforación

³⁰Ferretería para Aviones Inter American Air ForceAcademy (IAAFA)

- Herramientas de desprendimiento de rebabas
- Herramientas de sujeción
- Herramientas misceláneas

Herramientas portátiles mecánicas.- presentan una gran variedad de riesgos y peligros cuando no utilizadas correctamente o por que se encuentran en malas condiciones peligros que pueden producir quemaduras, cortes y laceraciones.

Se clasifican en herramientas portátiles neumáticas eléctricas de impacto y de combustión siendo las más comunes las eléctricas y las neumáticas tales como;

- Taladros
- Sierras eléctricas
- Soldadores
- Herramientas especiales

3.1.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL³¹

Basándose en la Parte 043 20-d “MANTENIMIENTO, MANTENIMIENTO PREVENTIVO, RECONSTRUCCIÓN Y ALTERACIONES” y la Parte 145 20-r “ESTACIONES DE REPARACIONES” SUBPARTE C – INSTALACIONES, FACILIDADES, EQUIPOS, MATERIALES Y DATOS, las mismas que enuncian textualmente a continuación, las que se encuentra el fundamento técnico legal que sustenta el presente trabajo.

³¹Texto tomado de la Recopilación de Derecho Aéreo “Código Aeronáutico” de la Dirección General de Aviación Civil, Tomo II Parte 043 20-d y del Tomo V Parte 145 20-r.

TOMO II

PARTE 043

20-d MANTENIMIENTO, MANTENIMIENTO PREVENTIVO, RECONSTRUCCIÓN Y ALTERACIONES

43.13 Reglas relativas a la realización de los trabajos (Generalidades)

- a) La persona que ejecute Mantenimiento, Mantenimiento Preventivo o Alteración en una aeronave, motor de aeronave, hélice o dispositivo y partes componentes, usará los métodos, técnicas y prácticas descritas en el Manual de Mantenimiento actualizado del Fabricante o las instrucciones para la aeronavegabilidad continuada preparada por su fabricante, u otros métodos, técnicas y prácticas aceptadas por el Director General excepto según lo indicado en la sección 43.16. El usará las herramientas, el equipo, y los aparatos de prueba necesarios para asegurar la terminación del trabajo de acuerdo con las prácticas aceptadas en la industria. Si el fabricante en cuestión recomienda equipo especial o aparatos de prueba, él debe usar esos equipos o aparatos o su equivalente aceptado por el Director General. b)
1. La persona que realice Mantenimiento, Mantenimiento Preventivo o Alteración en una Aeronave, Motor de aeronave, Hélice, Dispositivos y Partes Componentes deberá usar los útiles provistos por el fabricante o contruidos de acuerdo a planos del fabricante; emplear métodos, técnicas y prácticas señaladas en el Manual de Mantenimiento (actualizado) del Fabricante o en las Instrucciones para Aeronavegabilidad Continuada preparados por su fabricante, u otros métodos, técnicas y prácticas aceptadas por el Director General, excepto las indicadas en la sección 43.16 de esta Parte. Usará las herramientas, equipo y aparatos de prueba necesarios para asegurar la realización del trabajo de acuerdo con prácticas aceptadas en la industria. Si un equipo especial o aparato de prueba es recomendado por el fabricante, éste deberá usar tal aparato, equipo o su equivalente aceptado por el Director General;

2. Se deberá usar los útiles provistos por el fabricante o contruidos de acuerdo a planos del fabricante; y,
3. La persona que realice Alteración Mayor, Reparación Mayor, y/o Reconstrucción, no podrá comenzar dichos trabajos sin mediar una Orden de Ingeniería y la correspondiente autorización para el inicio de las tareas en correspondencia con dicha Orden de Ingeniería Aprobada emitida por parte del Director General.

- c) Disposiciones Especiales para poseedores de Certificados de Transportador Aéreo y Certificados de Operación emitidos bajo las disposiciones de la Parte 128 de esta RDAC.

A menos que sea notificado de otra manera por el Director General, los métodos, técnicas y prácticas, contenidas en el Manual de Mantenimiento o la parte del Manual de Mantenimiento aprobado de un poseedor de un Certificado de Transportador Aéreo o de un Certificado de Operaciones bajo la Parte 128, constituye un medio aceptable de cumplimiento con esta Sección.

- d) La persona que realice una Reparación y/o Alteración Mayor de aeronave deberá disponer de métodos, técnicas, prácticas y personal profesional de tal manera que asegure la aeronavegabilidad de la misma;
- e) Toda persona que realice una Reparación Mayor y/o Alteración Mayor de aeronaves deberá disponer de los métodos, técnicas prácticas y personal profesional de tal manera que asegure la aeronavegabilidad de la aeronave; y,
- f) Toda persona que realice una Reconstrucción deberá disponer de los métodos, técnicas y prácticas y poseer todos los útiles, herramientas, planos y especificaciones de procesos de materiales necesarios para llevar a cabo de forma correcta la Reconstrucción de acuerdo con las especificaciones del fabricante de la aeronave.

TOMO V

PARTE 145

20-r ESTACIONES DE REPARACIONES

SUBPARTE C– INSTALACIONES, FACILIDADES, EQUIPOS, MATERIALES Y DATOS

145.101 Generalidades

Una estación de reparación certificada debe proporcionar, instalaciones, facilidades, equipos, materiales, y datos que cumplan con los requerimientos aplicables para la emisión del certificado y habilitaciones que poseen las estaciones de reparación.

145.109 Requerimiento de equipos, materiales y datos.

- a) A menos que la DGAC prescriba lo contrario, una estación de reparación certificada tiene que tener el equipo, herramienta y material necesario para realizar el mantenimiento, mantenimiento preventivo o alteraciones de acuerdo a su certificado de estación de reparación y especificaciones operacionales y de conformidad con la Parte 43. Los equipos, herramientas y materiales tienen que estar localizados en las instalaciones y servicios y bajo el control de la estación de reparación cuando se está realizando el trabajo.
- b) Una estación de reparación certificada tiene que asegurar que todo el equipo de pruebas e inspección y las herramientas utilizadas para realizar las determinaciones de aeronavegabilidad de los artículos estén calibrados a un estándar aceptable por la DGAC.
- c) Los equipos, herramientas y materiales tienen que ser de aquellos recomendados por el fabricante del artículo o tienen que ser al menos equivalentes a aquellos recomendados por el fabricante y aceptados por la DGAC.
- d) Una estación de reparación certificada debe mantener, en un formato aceptado por la DGAC, los documentos y datos requeridos para la ejecución del mantenimiento, mantenimiento preventivo o

alteraciones según su certificado y especificaciones operacionales, de conformidad con la parte 43. Se debe mantener actualizados y accesibles los siguientes documentos y datos cuando se está realizando el trabajo pertinente:

1. Directivas de aeronavegabilidad,
2. Instrucciones para una aeronavegabilidad continuada,
3. Manuales de mantenimiento,
4. Manuales de overhaul,
5. Manuales de prácticas estándar,
6. Boletines de servicio, y
7. Otros datos aplicables, que sean aceptables o aprobados por la DGAC.

Basándose en las Regulaciones Aeronáuticas de la Aviación Civil en la cual estipula que todo centro operador de mantenimiento aeronáutico que realice en su interior trabajos en las aeronaves debe constar de todo el material apropiado para el mismo, sin incurrir en ninguna de las reglas establecidas, se basa la investigación, tomando en cuenta no solo el ámbito aeronáutico sino también en medidas de seguridad que deben ser cumplidas en cualquier empresa dedicada al ámbito técnico, salvaguardando la integridad de los técnicos.

3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

▪ De Campo

Mediante la aplicación de la investigación de campo realizamos la visita a la Sección de Motores y Hélices del Escuadrón de Mantenimiento del GAE-44 "PASTAZA", con la finalidad de recabar datos de lo cual se pudo observar lo siguiente:

- Dentro de las operaciones en la ejecución mantenimiento se puede detallar que se requiere la readecuación en sus instalaciones así como la implementación e innovación dentro de la Sección de Motores y Hélices, en vista que se presentan múltiples dificultades durante la

ejecución del mantenimiento y en la realización de inspecciones, tanto en motores y hélices detallados a continuación:

- Para el desmontaje de las hélices no se dispone de un dispositivo que permita su traslado y reposo, durante las tareas de mantenimiento conjuntamente con sus equipos.
- Cuando se realizar la extracción del motor y la movilización del mismo para la ejecución de las inspecciones y mantenimiento (revisiones, mantenimiento profundo, HSI, overhaul, etc.) debidamente programados no se cuenta con un equipo o herramienta diseñada para realizar dichos trabajos.
- Se pudo apreciar la inhabilitación, escases y la inoperancia de cierto Equipos y Bancos de Pruebas para una apropiada revisión, inspección, mantenimiento y corrección de parámetros de los distintos sistemas del motor, según como manda las Publicaciones Técnicas (Documentaciones de: Operación, Mantenimiento, Reparación y Complementarias) de cada aeronave. **(Ver Anexo “A1”)**

3.3 TIPOS DE INVESTIGACIÓN

Para cumplir con los objetivos propuestos y orientarnos hacia nuestro planteamiento del problema, utilizamos el tipo de investigación ***no experimental*** ya que nos permitió observar y adentrarnos en las operaciones de mantenimiento que se realizan los técnicos dentro de la Sección de Motores y Hélices, donde pudimos observar y constatar que el sistema de propulsión (motor) y el conjunto de hélices son desmontados de las aeronaves de ala fija(avión) con herramientas y tecles especiales a fin de no afectar la estructura haciendo que el trabajo sea lo más seguro posible, y posterior a esto se coloco en un soporte para el traslado el cual no ofrecía garantía y estabilidad por no estar dentro de las características que rige en el Manual Ilustrado de Herramientas y Equipos de las respectivas aeronaves.

Así también se presencio las inspecciones de 100Hrs. del motor pt6-34 (turbohélice) del avión Arava, donde los técnicos desarrollan sus operaciones con Equipos y Bancos de Pruebas para el reglaje de parámetros (Ng, Np, T°,

etc.) y puesta a punto del motor, en tal circunstancia amerita la implementación y la innovación de estos equipos para optimizar las operaciones de mantenimiento de manera segura y fiable.

3.4 NIVELES DE INVESTIGACIÓN

Dentro de los niveles de investigación recurriremos a la **descriptiva**. La utilización del nivel de investigación descriptiva permite profundizar el conocimiento de la realidad del problema en estudio, lo que conllevó a manifestar el déficit o la falta de equipos de comprobación, la habilitación de ciertos bancos de pruebas, soportes para motores o sus partes, organización de espacio, y capacitación del personal de técnicos. Luego de realizar esta investigación se buscará dar prácticas soluciones, buscando las más viables para solucionar los problemas con el fin de mejorar los procesos de mantenimiento.

3.5 UNIVERSO, POBLACIÓN Y MUESTRA

3.5.1. Universo

El universo es la totalidad del grupo o empresa a la que me voy a referir. Una vez efectuada la investigación se tomara como *Universo* al Grupo de Aviación del Ejército N° 44 “Pastaza”, el mismo que cumple con la misión fundamental el apoyo al servicio de combate, transporte y abastecimiento al interior, para el cual cuenta con una flota de aeronaves las mismas que se mantienen en optimas condiciones uso y de funcionamientos, las mismas que equivalen a unas 70 personas.

3.5.2. Población.

La población es la parte real dentro de una organización o grupo a la que voy a realizar la encuesta.

Para establecer la factibilidad del presente trabajo investigativo consideramos como *Población* al Escuadrón de Mantenimiento Aéreo

3.5.3. Muestra

Esta es parte de la población y es la parte específica para mi trabajo. La muestra fijamos a los diez técnicos de la Sección de Motores y Hélices donde establecemos nuestro principal motivo de investigación, en donde obtuvimos la información necesaria que enunciamos en el desarrollo del anteproyecto la misma que se ve extraído mediante una encuesta al personal técnico de mantenimiento, tomado como muestra para nuestro estudio investigativo.

En razón que la cantidad de personal técnico de mantenimiento es muy reducida se considera a toda la población como la muestra total a ser investigada

3.6 RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la recolección de datos primarios se hizo uso de la técnica de investigación de campo mediante la aplicación de encuestas y la observación propiamente, durante las visitas realizadas.

La encuesta fue aplicada de manera directa al personal técnico de mantenimiento de la sección de motores, mediante el uso de un cuestionario con preguntas de respuestas simples y directas, las mismas que permitieron obtener datos claros y concretos, con el fin de alcanzar información eficaz, fue necesario aplicar la encuesta a diez técnicos de mantenimiento.

La observación se realizó durante las visitas al Escuadrón de Mantenimiento Aéreo, precisamente en las operaciones de mantenimiento ejecutados por los técnicos de mantenimiento de la Sección de Motores y Hélices, donde determinamos el desempeño profesional y las condiciones en que se desarrollan donde recabamos las falencias y necesidades referentes a su infraestructura, herramientas y equipos para el mantenimiento.

- 1. ¿Cree Ud. que se debería *habilitar e innovar Herramientas, Equipos de Apoyo y Habilitar Bancos de pruebas para el Mantenimiento en la Sección de Motores y Hélices* para agilizar las operaciones de mantenimiento y de esta forma optimizar los recursos?**

Tabla 3.6.1. Resultados obtenidos

CATEGORÍA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	10	100%
No	0	0%
Resultados	10	100%

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Cbop. Escudero Kleber

2. **¿Cuáles son las Herramientas y Equipos de Apoyo para el Mantenimiento comúnmente más utilizados en la Sección de Motores y Hélices?**

3. **Tabla 3.6.2.** Resultados obtenidos

CATEGORÍA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Uñas hidráulicas	1	10%
Barras de anclaje	1	10%
Bancos de prueba	4	40%
Soportes transportadores	3	30%
Dispositivos de reglaje angular	1	10%
Aparatos de tratamientos térmicos	0	0%
TOTAL	10	100%

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Cbop. Escudero Kleber

4. **¿Enumere en orden ascendente la *prioridad* con la que considera a las Herramientas y Equipos que aporten y agiliten en las operaciones de mantenimiento. Marcando con 1 al de mayor prioridad?**

Tabla 3.6.3. Resultados obtenidos

CATEGORÍA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Uñas hidráulicas	1	10%
Barras de anclaje	1	10%
Bancos de prueba	5	50%
Soportes transportadores	2	20%
Dispositivos de reglaje angular	1	10%
Aparatos de tratamientos térmicos	0	0%
TOTAL	10	100%

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Cbop. Escudero Kleber

5. ¿Asigne un valor de 1 a 3 en orden de importancia, de los beneficiarios de las necesidades planteadas a continuación. Marcando con 1 al de mayor prioridad?

Tabla 3.6.4. Resultados obtenidos

		NECESIDADES		
BENEFICIARIOS		Infraestructura	Programas de Mmto.	Herramientas y Equipos
	Técnicos de Mmto.	5	6	10
	Personal Admtvo.	4	4	0
	EMCI	2	0	0

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Cbop. Escudero Kleber

6. ¿Cree Ud. que la habilitación de Bancos de Pruebas agilizaría el mantenimiento aeronáutico, evitaría accidentes de trabajo, reduciría riesgos de daño a la estructura del motor y de sus sistemas?

De acuerdo a las respuestas obtenidas se determina que la base en el desarrollo del mantenimiento se halla en la buena predisposición de todos estos elementos de apoyo para el mantenimiento de manera segura.

7. ¿Defina en sus propios términos lo que entiende por un banco de prueba?

Un banco de prueba es un dispositivo que nos sirve para regular, calibrar y corregir los distintos parámetros de funcionamiento de un sistema o conjunto de un motor, hélices y sistemas de la aeronave para garantizar su funcionamiento.

8. ¿Determine en sus propios términos lo que entiende por habilitación dentro de Aviación?

Una habilitación es habilitar un elemento que no haya estado funcionando u operando bajo parámetros normales de aviación.

3.7 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Una vez realizada la recolección de la información, que en este caso efectuamos la encuesta y para dar una cuantía a la misma se procede a hacer un procesamiento adecuado de toda la información obtenida durante la investigación, de forma que planteamos las preguntas, clasificamos las respuestas, después se hace una interpretación grafica para cada una de las preguntas ya que por medio del porcentaje obtenido se realiza un análisis y una interpretación del resultado.

3.8 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo a la encuesta al personal técnico de mantenimiento de la Sección de Motores y Hélices del Escuadrón de Mantenimiento Aéreo del GAE-44 y relacionando a la información planteada en el marco teórico se determina a continuación los resultados adjuntos a su análisis respectivo. (Ver Anexo “B1”)

9. ¿Cree Ud. que se debería *habilitar e innovar Herramientas, Equipos de Apoyo y Habilitar Bancos de pruebas para el Mantenimiento en la Sección de Motores y Hélices* para agilizar las operaciones de mantenimiento y de esta forma optimizar los recursos?

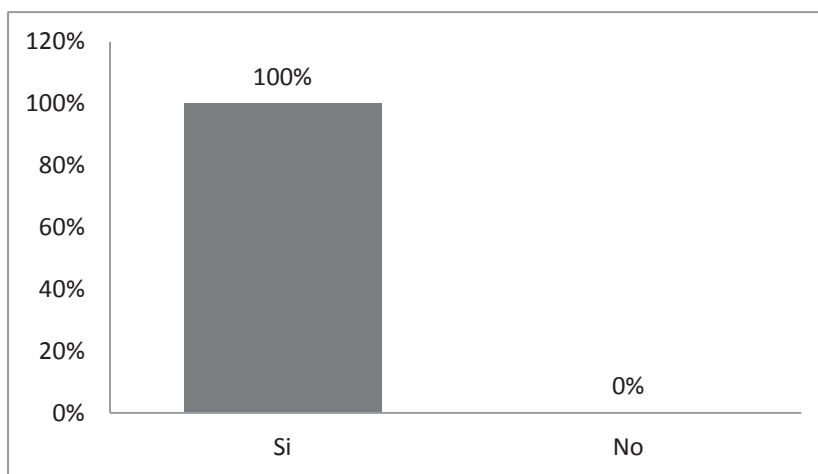
Tabla 3.8.1. Análisis de resultados

CATEGORÍA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	10	100%
No	0	0%
Resultados	10	100%

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Cbop. Escudero Kleber

Grafico 3.8.1.1. Representación estadística



Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Cbop. Escudero Kleber

Análisis:

Según el gráfico nos indica que el 100% de los técnicos de la Sección de Motores y Hélices del Escuadrón de Mantenimiento Aéreo del GAE-44, consideran que es necesario la habilitación de las Herramientas, Equipos de Apoyo y Bancos de Pruebas para el mantenimiento, de esta manera agilizar las operaciones de mantenimiento y de esta forma optimizar los recursos.

Interpretación:

Mediante el resultado obtenido en esta pregunta, se puede observar que el total de los técnicos de mantenimiento están descontentos con los elementos mencionados antes y que existen en la Sección de Motores y Hélices del Escuadrón de Mantenimiento Aéreo del GAE-44.

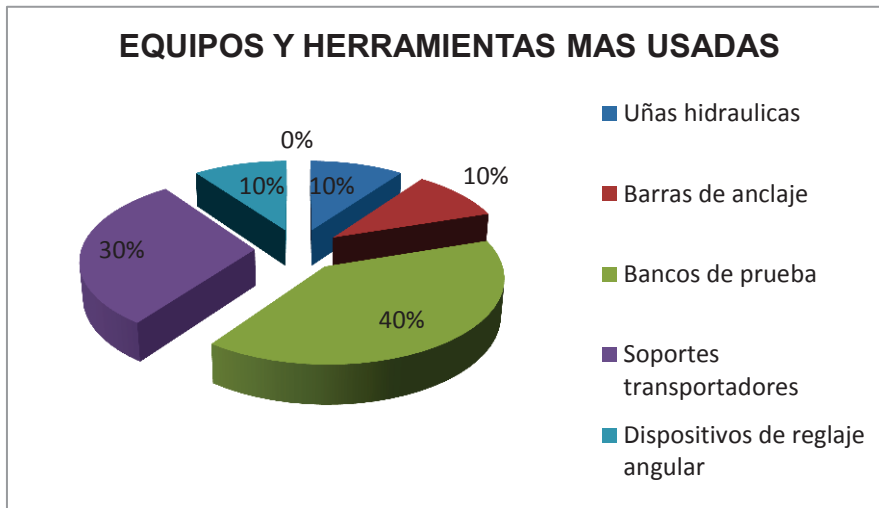
10. ¿Cuáles son las Herramientas y Equipos de Apoyo para el Mantenimiento comúnmente más utilizados en la Sección de Motores y Hélices?**Tabla 3.8.2.** Resultados obtenidos

CATEGORÍA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Uñas hidráulicas	1	10%
Barras de anclaje	1	10%
Bancos de prueba	4	40%
Soportes transportadores	3	30%
Dispositivos de reglaje angular	1	10%
Aparatos de tratamientos térmicos	0	0%

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Cbop. Escudero Kleber

Grafico 3.8.2.1. Representacion estadistica



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Cbop. Escudero Kleber

Análisis:

Se determina que el 30% y 40% del personal de técnicos están de acuerdo con la implementación e innovación de soportes transportadores y bancos de pruebas respectivamente, que es de suma importancia para las operaciones de mantenimiento.

Interpretación:

Según la interpretación anterior se hace notar que son de real utilidad para la correcta aplicación en la ejecución del mantenimiento, por lo que se requiere la implementación e innovación de soportes transportadores y bancos de pruebas.

11. ¿Enumere en orden ascendente la *prioridad* con la que considera a las Herramientas y Equipos que aporten y agiliten en las operaciones de mantenimiento. Marcando con 1 al de mayor prioridad?

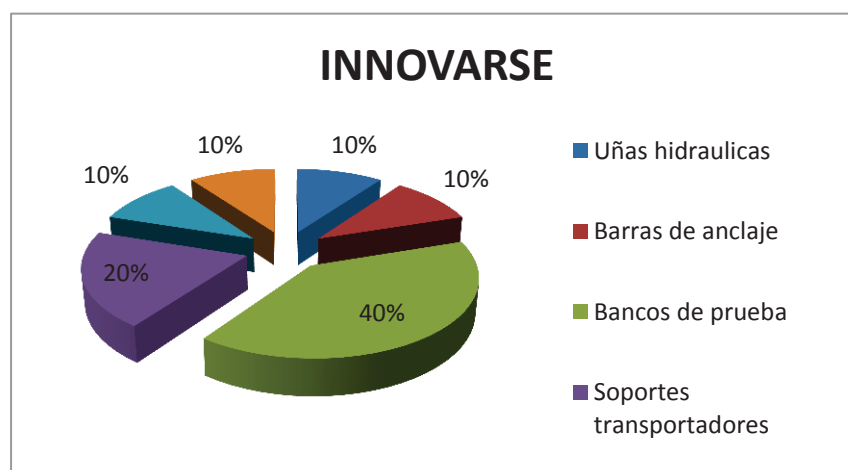
Tabla 3.8.3. Resultados obtenidos

CATEGORÍA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Uñas hidráulicas	1	10%
Barras de anclaje	1	10%
Bancos de prueba	5	50%
Soportes transportadores	2	20%
Dispositivos de reglaje angular	1	10%
Aparatos de tratamientos térmicos	0	0%
TOTAL	10	100%

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Cbop. Escudero Kleber

Gráfico 3.8.3.1. Representación estadística



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Cbop. Escudero Kleber

Análisis:

Se afirma que un 40% del personal de técnicos están de acuerdo en que se debe innovar las Herramientas y Equipos existentes, en este caso los bancos de pruebas y de esa manera agilizar las operaciones de mantenimiento.

Interpretación:

Según el resultado hace referencia a una inmediata innovación o modernización de los equipos existentes, en especial los equipos de análisis y pruebas, que son de mayor uso durante las inspecciones y operaciones de mantenimiento.

12. ¿Asigne un valor de 1 a 3 en orden de importancia, de los beneficiarios de las necesidades planteadas a continuación. Marcando con 1 al de mayor prioridad?

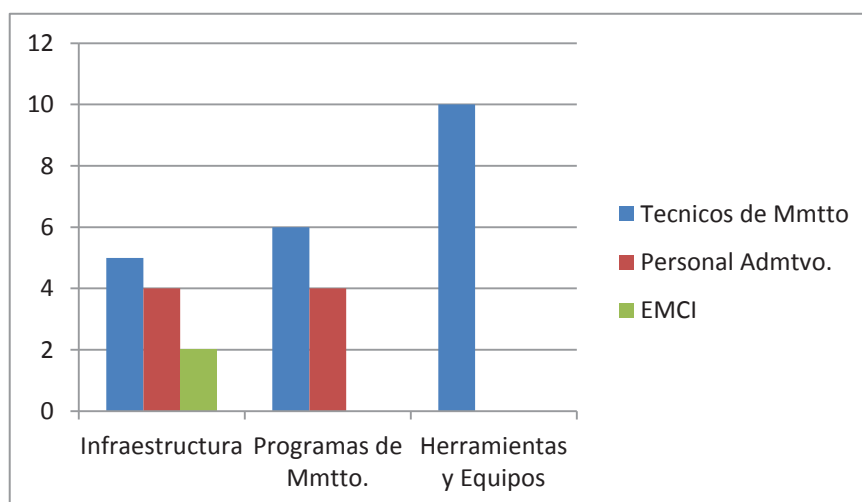
Tabla 3.8.4. Resultados obtenidos

		NECESIDADES		
		Infraestructura	Programas de Mmtto.	Herramientas y Equipos
BENEFICIARIOS	Técnicos de Mmtto.	5	6	10
	Personal Admtvo.	4	4	0
	EMCI	2	0	0

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Cbop. Escudero Kleber

Grafico 3.8.4.1. Representación estadística



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Cbop. Escudero Kleber

Análisis:

Según los datos podemos determinar que la disposición de programas de mantenimiento, herramientas y equipos son las necesidades más recurrentes respectivamente por los técnicos de mantenimiento.

Interpretación:

Dentro de las múltiples necesidades enfocadas a los técnicos se manifiestan que las herramientas y equipos son los factores que permiten el desarrollarse apropiadamente a los técnicos en mantenimiento.

13. Cree Ud. que la habilitación de Bancos de Pruebas agilizaría el mantenimiento aeronáutico, evitaría accidentes de trabajo, reduciría riesgos de daño a la estructura del motor y de sus sistemas?

De acuerdo a las respuestas obtenidas se determina que la base en el desarrollo del mantenimiento se halla en la buena predisposición de todos estos elementos de apoyo para el mantenimiento de manera segura.

13. ¿Defina en sus propios términos lo que entiende por un banco de prueba?

Un banco de prueba es un dispositivo que nos sirve para regular, calibrar y corregir los distintos parámetros de funcionamiento de un sistema o conjunto de un motor, hélices y sistemas de la aeronave, para de esta manera garantizar su funcionamiento.

14. ¿Determine en sus propios términos lo que entiende por habilitación dentro de Aviación?

Una habilitación es habilitar un elemento que no haya estado funcionando u operando bajo parámetros normales de aviación.

3.9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

3.9.1 Conclusiones:

- Durante la investigación desarrollada se determinó la inhabilitación y la inexistencia de Bancos de Pruebas, Equipos de Comprobación, Soportes Transportadores etc., así como el mal estados del material existente para el mantenimiento aeronáutico.
- La investigación de campo nos permitió establecer los requerimientos prioritarios y de esta manera considerar que es necesario la habilitación de un Banco de Prueba para las operaciones de Mantenimiento.
- Así mismo la encuesta realizada a los técnicos de mantenimiento nos proporcionaron como resultados, que dentro de las herramientas y equipos para la correcta aplicación del mantenimiento se requiere de la habilitación de este banco de pruebas de acuerdo a los manuales de mantenimiento y a la normativa aeronáutica legal.

3.9.2 Recomendaciones:

- Tomando en cuenta que en aviación “el primer error es el ultimo”, se debe considerar la total disposición de la infraestructura, el equipamiento, la capacitación de los técnicos, por lo que es imperativo la redistribución del espacio físico del Escuadrón de Mantenimiento Aéreo del GAE-44, a su medido tiempo sabiendo que la aeronavegabilidad y el correcto funcionamiento depende de una correcta operación de mantenimiento.
- Se hace imprescindible y necesario la habilitación e implementación de bancos de pruebas y equipos de comprobación en primera instancia, las mismas que reúna todas las características técnicas de uso y seguridad que optimice y garantice las operaciones de mantenimiento.
- Ejecutar proyectos de implementación e innovación de las herramientas y equipos de apoyo para el mantenimiento, a fin de contribuir de manera optima en las operaciones de mantenimiento que se realiza en el Escuadrón de Mantenimiento Aéreo y en especial de la Sección de Motores y Hélices; cómo podemos detallar a continuación:
 - Construcción de soporte transportador para motores y hélice.
 - Construcción de Bancos de Pruebas.
 - Habilitación del banco de pruebas para limpieza y lavado de inyectores de combustible de motor.

Los mismos que cumplan requerimientos técnicos del manual del fabricante y acorde a los avances tecnológicos.

CAPÍTULO IV

FACTIBILIDAD DEL TEMA

Luego de haber realizado la investigación correspondiente se ha concluido que la habilitación del banco de pruebas para el chequeo de limpieza y lavado de inyectores de combustible del motor será de gran beneficio y ayuda en la ejecución de las inspecciones y operaciones de mantenimiento del motor, que realizan los técnicos de mantenimiento dentro de la sección de motores y hélices.

4.1 TÉCNICA

El presente plan de investigación proporcionó como resultado que es factible la habilitación del banco de pruebas para limpieza y lavado de los inyectores de combustible de motor, en vista que contamos con los conocimientos necesarios para llevar a cabo este proyecto, para el cual contamos con los manuales de mantenimiento, catalogo ilustrado de partes, manual de equipos y herramientas, recopilación de derecho aeronáutico, etc. Esto nos permitirá solucionar el problema de manera eficiente.

4.2 LEGAL

Para la realización de este anteproyecto no existe ningún impedimento legal por parte del Escuadrón de Mantenimiento Aéreo del GAE-44, por lo tanto, el proyecto cuenta con todo el respaldo reglamentario.

4.3 OPERACIONAL

El equipo que se pretende habilitar en la sección de motores y hélices del Escuadrón de Mantenimiento Aéreo, será utilizado y operado por los técnicos motoristas y pretende ser de gran valor y ayuda durante la ejecución de inspecciones y las operaciones de mantenimiento de motores de las aeronaves.

4.4 ECONÓMICO FINANCIERO, ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO (TANGIBLE E INTANGIBLE)

4.4.1 Recursos Humanos

Tabla 4.1. Recursos humanos

N°	RECURSOS	DESIGNACION
1	Cbop. Escudero Kleber	Investigador
2	Personal Técnico de Mmtto. de la Sección de Motores y Hélices	Personal de Apoyo

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Cbop. Escudero Kleber

El personal técnico de la Sección de Motores y Hélices del Escuadrón de Mantenimiento Aéreo, colaborara con la obtención de la información, así como prestara las facilidades necesarias para el cumplimiento de los objetivos planteados para la Habilitación de dicho banco de pruebas de apoyo para mantenimiento.

4.4.2. Recurso Técnico

Se utilizará documentación técnica de la aeronave como son; Publicaciones Técnicas, Manuales de Operación, Manuales de Mantenimiento, Manuales de Reparación, Manuales Complementarios y Boletines de Servicio que están disponibles en la manualoteca del Escuadrón de Mantenimiento Aéreo, así como también haremos uso de la información disponible en el internet, y de los trabajos de graduación

referentes a la habilitación de bancos de pruebas que se encuentran disponibles en la Biblioteca del I.T.S.A.

4.4.3. Recursos materiales

Tabla 4.2. Costos de materiales e instrumentos

DETALLE	CANT.	V. UNIT. USD.	V. TOTAL USD.
Manómetros	2	40	80
Cañerías de acero de 1/4"	1m.	4	4
Cañerías de acero de 3/8"	1m.	6	6
Cañerías flexibles de alta presión	6m.	10	60
Regulador de presión	1	40	40
Válvula de seguridad	2	5	10
Neplos de 1/4"	4	2	8
Acoples de 1/4"	4	2	8
Codos de 1/4"	3	4	12
Sellador Loctite	2	3	6
Teflón	3	0.50	1.5
Plancha de tool galvanizado liza	80x80	30	30
Material de ferretería			5
Otros			30
Total			\$300.5

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Cbop. Escudero Kleber

Tabla 4.4. Costo de mano de obra

DETALLE	VALOR USD.
Corte y ensamblaje	20
Conexiones hidráulicas	20
Pruebas de laboratorio	15
Total	\$55

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Cbop. Escudero Kleber

Tabla 4.5. Costos varios

DESCRIPCION	VALOR USD.
Transporte y movilización	75
Materiales de papelería	40
Internet	5
Impresiones	20
Anillados y empastados	20
Total	\$160

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Cbop. Escudero Kleber

Tabla 4.6. Costo total del proyecto de graduación

DESCRIPCION	VALOR USD.
Materiales e instrumentos	300.5
Mano de obra	55
Costos varios	160
Total	\$515.5

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Cbop. Escudero Kleber

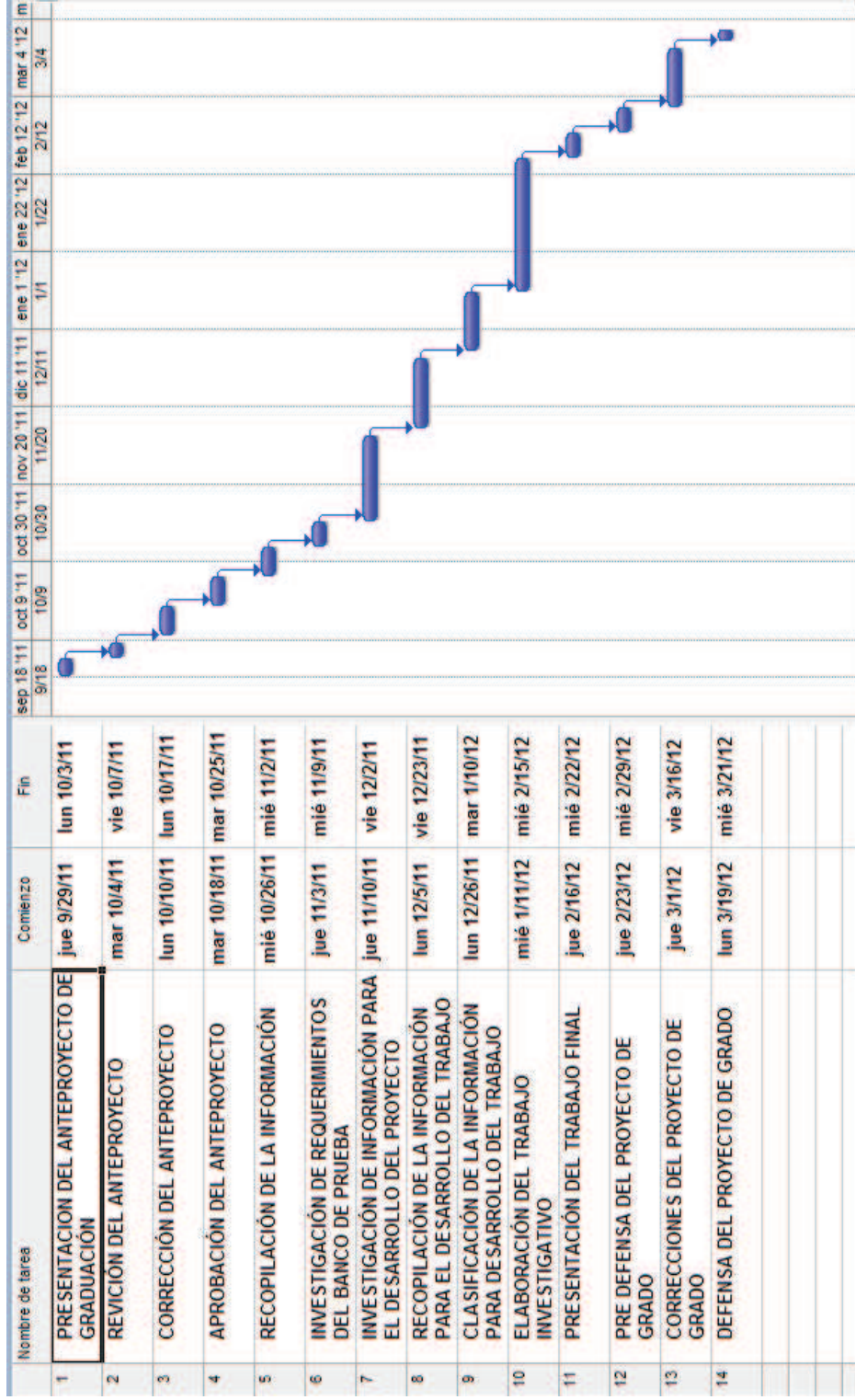
De acuerdo al análisis económico de los recursos que se estima utilizar para la habilitación de este banco de pruebas, se considera que es factible económicamente elaborar el presente proyecto de graduación.

CAPITULO V

5. DENUNCIA DEL TEMA

“HABILITACIÓN DEL BANCO DE PRUEBA PARA EL LAVADO Y LIMPIEZA DE INYECTORES DE COMBUSTIBLE DE LOS MOTORES PT6A DEL GAE-44 “PASTAZA”.

CRONOGRAMA



GLOSARIO

TÉRMINOS

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

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

Eficacia.- Capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera.

Factibilidad.- Calidad o condición de factible.

Factible.- Que se puede hacer.

Implementación.- Poner en marcha un proceso, organización o programa ya planificado

Innovador.- Toda transformación aportada intencionalmente y sistemáticamente a un sistema educativo, con vistas a revisar los objetivos de ese sistema o de atender mejor y de forma más duradera los objetivos ya asignados.

Mantenimiento.- Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industrias, etc., puedan seguir funcionando adecuadamente.

Overhaul.- Overhaul es un término genérico que se puede referir tanto a motor como a célula y que viene a significar revisión general para dejar como nuevo. Un overhaul es distinto para cada motor y para cada célula.

Operatividad.- Capacidad para realizar una función.

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

Recursos.- Medio de cualquier clase que, en caso de necesidad, sirve para conseguir lo que se pretende.

Repotenciación.- El remplazo de un motor que ha dejado de funcionar, por uno que ha sido re manufacturado o reconstruido.

Reconstrucción.- las actividades de reconstrucción se refieren al proceso de recuperación a medio y largo plazo de los elementos, componentes y estructuras afectadas por el desastre.

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

ABREVIATURAS Y SIGLAS

TLV	Tiempo Límite de Vida
15-BAE	Brigada de Aviación de Ejercito N° 15
GAE-44	Grupo de Aviación de Ejercito N° 44
TLR	Tiempo Límite de Revisión
HSI	Inspección de la sección caliente
DGAC	Dirección General de Aviación Civil

BIBLIOGRAFÍA

- Tesis M-034 Mecánica Aeronáutica ITSA
- Tesis M-148 Mecánica Aeronáutica ITSA
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Aeronave>
- Texto tomado de la Recopilación de Derecho Aéreo “Código Aeronáutico” de la Dirección General de Aviación Civil, Tomo II Parte 001 Subparte A Definiciones.
- <http://enciclopedia.us.es/index.php/Avi%C3%B3n>
- <http://enciclopedia.us.es/index.php/Helic%C3%B3ptero>
- <http://www.monografias.com/trabajos16/mantenimiento-industrial/mantenimiento-industrial.shtml>
- Texto tomado de Diapositivas de Administración de Mantenimiento, realizado por el Sr. Ing. Washington Molina Pozo.
- <http://www.tecnociencia.es/entidades/inta/subsecciones/certificacion/aeronavegabilidad.html>
- <http://www.asayc.com/automatizacion/bancos.htm>
- Manual de mantenimiento del avión ARAVA T-201
- Ferretería para Aviones Inter American Air ForceAcademy (IAAFA)
- Texto tomado de la Recopilación de Derecho Aéreo “Código Aeronáutico” de la Dirección General de Aviación Civil, Tomo II Parte 043 20-d y del Tomo V Parte 145 20-r.

ANEXOS

ANEXO “A1”
Investigación de campo



Figura 1. Escuadrón de Mantenimiento Aéreo GAE-44 “PASTAZA”



Figura 2. Taller de Motores y Hélices



Figura 3. Banco de pruebas de lavado y limpieza de inyector inoperable



Figura 4. Banco de pruebas de lavado y limpieza de inyector inoperable



Figura 5. Mesa para trabajo de inyectores



Figura 6. Hélice Hartzell sin soporte transportador



Figura 7. Motor PT6-34 (inoperable)



Figura 8. Avión Araba en inspección de 2400 horas

ANEXO “B2”
FUERZA TERRESTRE
AVIACION DEL EJÉRCITO
GAE-44 “PASTAZA”

Encuesta N°.....

Fecha.....

ENCUESTA DIRIGIDA A:

El personal del Grupo Aéreo del Ejército N° 44 “PASTAZA”

OBJETIVO:

Reciba un cordial saludo por parte del Sr. Cbop. Escudero Kleber estudiante del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico. Carrera mecánica.

Estimado técnico el propósito que se persigue en esta encuesta, es la de optimizar las operaciones de mantenimiento en la Sección de Motores y Hélices, mediante la implementación e innovación tecnológica en sus Herramientas y Equipos (maquinas herramientas, habilitación de bancos de pruebas, equipos de apoyo para el mantenimiento), de acuerdo a las exigencias del control de calidad para de esta manera ayudar a los técnicos en la ejecución del mantenimiento y mantener el nivel de aeronavegabilidad.

INDICACIONES:

- **Lea detenidamente cada pregunta.**
 - **Marque con una “X” la respuesta que crea correcta en las preguntas**
1. ¿Cree Ud. que se debería *habilitar e innovar Herramientas, Equipos de Apoyo y Habilitar Bancos de pruebas para el Mantenimiento en la Sección de Motores y Hélices* para agilizar las operaciones de mantenimiento y de esta forma optimizar los recursos?

Si.....

No.....

En caso de que su respuesta sea afirmativa continúe respondiendo la presente encuesta.

2. ¿Cuáles son las Herramientas y Equipos de Apoyo para el Mantenimiento comúnmente **más utilizados** en la Sección de Motores y Hélices?

DESCRIPCION	
Gatos hidráulicos	
Barras de anclaje	
Bancos de prueba	
Soportes transportadores	
Dispositivos de reglaje angular	
Aparatos de tratamientos térmicos	

3. Enumere en orden ascendente la prioridad en la que se deberían **innovarse** las Herramientas y Equipos para el Mantenimiento. (Marque con 1 al de mayor prioridad)

DESCRIPCION	ORDEN					
	1	2	3	4	5	6
Gatos hidráulicos						
Barras de anclaje						
Bancos de prueba						
Soportes transportadores						
Dispositivos de reglaje angular						
Aparatos de tratamientos térmicos						

4. Asigne un valor de 1 a 3 en orden de importancia, de los *beneficiarios de las necesidades* planteadas a continuación. (Marque con 1 al de mayor prioridad)

		NECESIDADES		
		Infraestructura	Programas de Mmto.	Herramientas y Equipos
BENEFICIARIOS	Técnicos de Mmto.			
	Personal Admtvo.			
	EMCI			

5. ¿Cree Ud. que la habilitación de Bancos de Pruebas agilizaría el mantenimiento aeronáutico, evitaría accidentes de trabajo, reduciría riesgos de daño a la estructura del motor y de sus sistemas?

Si su respuesta es afirmativa o negativa, determine sus razones.

.....

6. ¿Defina en sus propios términos lo que entiende por un banco de prueba?

.....

7. ¿Determine en sus propios términos lo que entiende por habilitación en Aviación?

.....

Datos socio-demográficos del encuestado:

Nombre:.....Dirección.....Teléfono.....

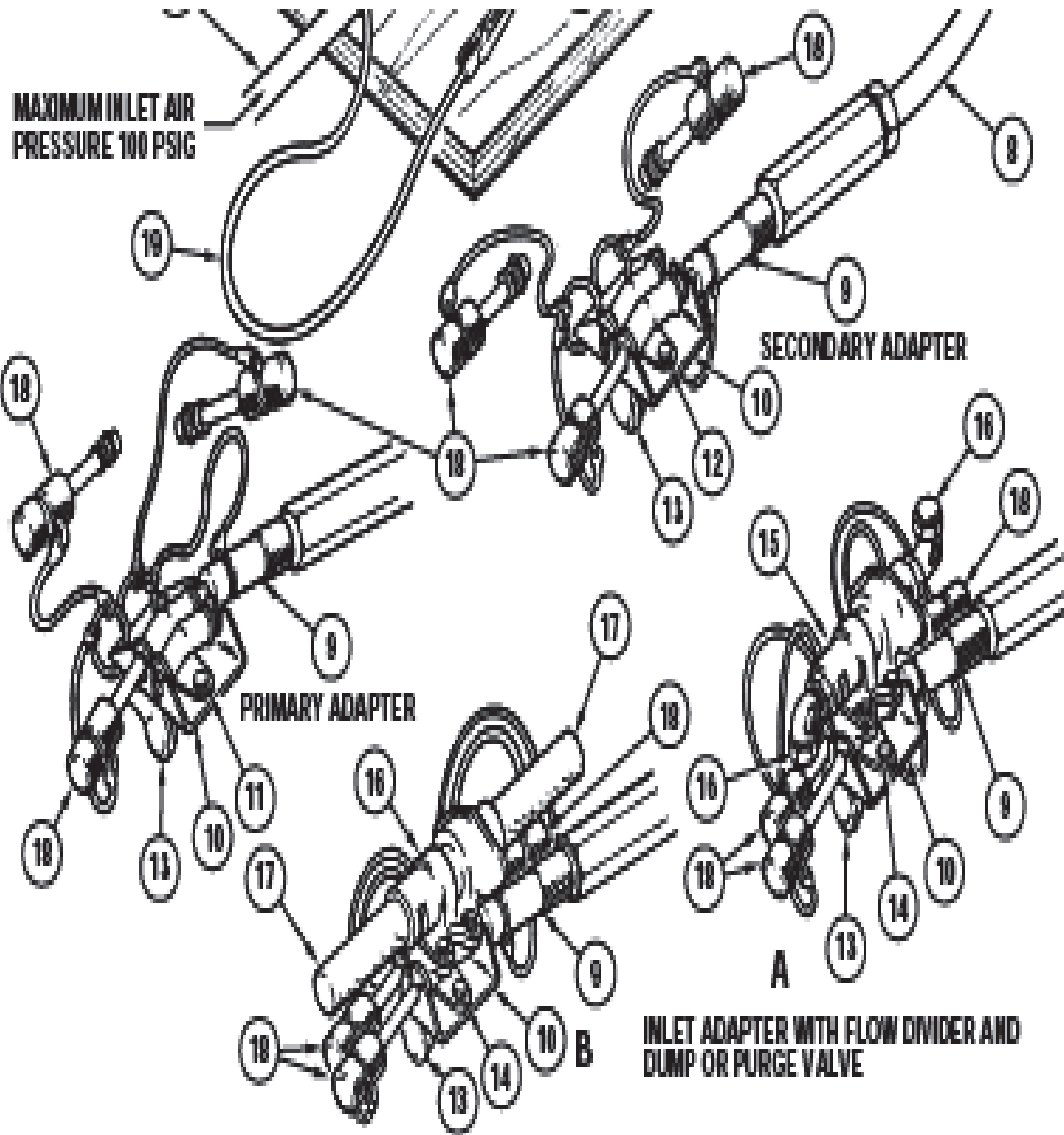
..... Edad.....Estado civil.....Nivel de

educación.....

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

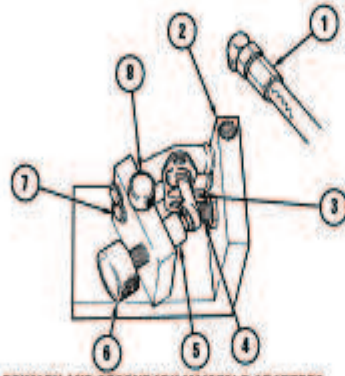
ANEXO “B”

PWC32811

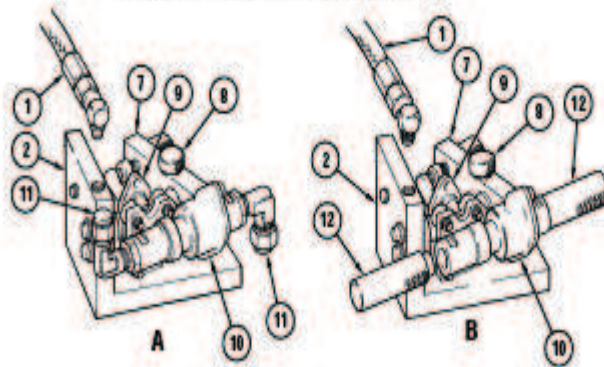


ANEXO “C”

PRATT & WHITNEY CANADA
MAINTENANCE MANUAL
MANUAL PART NO. 3021242



PRIMARY AND SECONDARY MANIFOLD ADAPTERS



**INLET MANIFOLD ADAPTER WITH
 FLOW DIVIDER AND DUMP/PURGE VALVE**

C1881

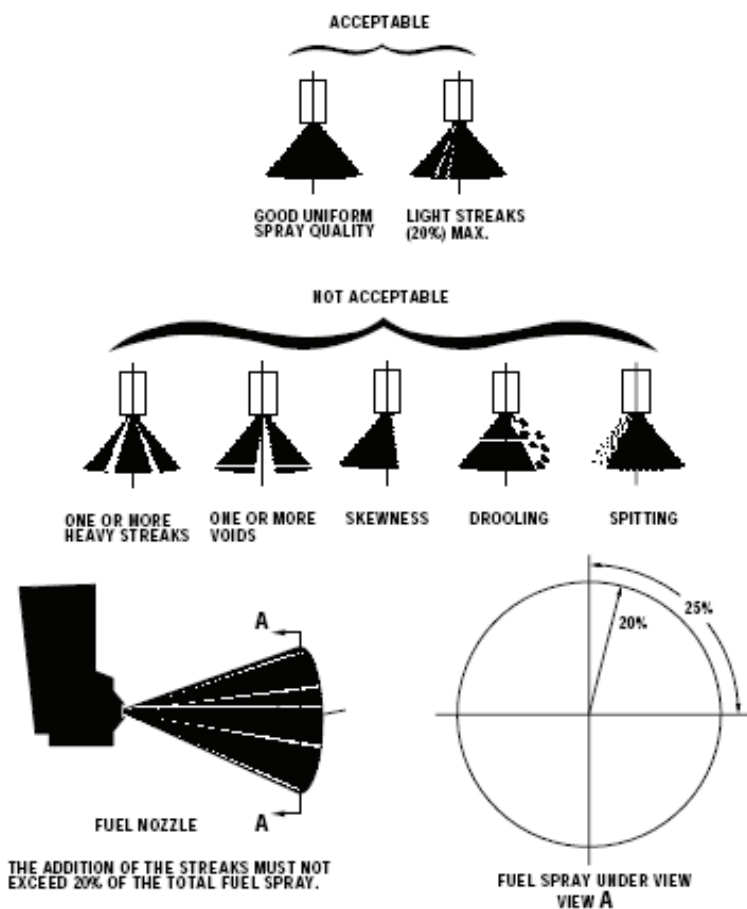
Manifold Adapter and Nozzle Assembly Leakage Test
 Figure 209

73-10-05
FUEL MANIFOLD AND NOZZLES - MAINTENANCE PRACTICES

Page 220
 Apr 25/2008

ANEXO “D”

PRATT & WHITNEY CANADA
 MAINTENANCE MANUAL
 MANUAL PART NO. 3021242



C67153A

Fuel Nozzle Spray Conditions
 Figure 208

73-10-05

FUEL MANIFOLD AND NOZZLES - MAINTENANCE PRACTICES

Page 219
 Apr 25/2008

PRATT & WHITNEY CANADA
MAINTENANCE MANUAL
MANUAL PART NO. 3021242

C. Manifold Adapter

- (1) Check the locating pin for security in the adapter and for burrs and similar defects. Check threads for damage.

8. Approved Repairs

CAUTION: REPAIRS ARE NOT PERMITTED ON NOZZLE ORIFICE FACE.

A. Procedure

CAUTION: DAMAGE MAY OCCUR TO THE ADAPTER SEALING FACE IF USING TOO COARSE A GRIT OF ABRASIVE CLOTH OR APPLICATION OF UNEQUAL PRESSURE ON ADAPTER FACE DURING LAPPING. THIS PROCEDURE IS ONLY RECOMMENDED FOR ADAPTERS THAT ARE FOUND TO BE LEAKING AFTER INSTALLATION OF A NOZZLE TIP.

CAUTION: IF LEAKAGE CANNOT BE STOPPED BY LAPPING OF THE ADAPTER SEALING FACE, DO NOT OVERTORQUE NOZZLE TIP TO ACHIEVE CORRECT SEALING. RETURN DEFECTIVE NOZZLE ASSEMBLY TO AN AUTHORIZED OVERHAUL SHOP FOR REPAIR.

- (1) Repair of adapters, sheaths and nozzle assemblies is limited to local blending of minor defects such as scores, nicks, scratches and gouges on exterior surfaces.
- (2) Clean up minor defects by blending with a fine stone or file and/or by polishing with crocus cloth (PWC05-061). Thread damage on adapters may be repaired with a suitable Swiss file, thread chaser or appropriate die.
- (3) Remove all sharp edges and high spots. Lap adapter sealing surfaces (Ref. Fig. 207) against a flat base (± 0.0002 inch flatness). Use compound (PWC05-145) or an abrasive cloth (PWC05-061) lubricated with a drop of fuel.
- (4) Clean all parts after repair by pressure washing in petroleum solvent (PWC11-027) or (PWC11-031).

9. Adjustment/Test

CAUTION: OBSERVE FIRE SAFETY PRECAUTIONS AT ALL TIMES WHEN PROCEDURES INVOLVE THE USE OF FUELS OR SIMILAR COMBUSTIBLES.

CAUTION: DAMAGE TO THE HOT SECTION MAY BE CAUSED BY DEFECTIVE FUEL NOZZLES. REGULAR NOZZLE INSPECTION AND CLEANING IS RECOMMENDED TO EXTEND HOT SECTION LIFE.

A. General

- (1) Definitions of terms used in the text to describe specified test conditions for nozzles (Ref. Fig. 208):
 - (a) "Streakiness" is defined as variation in spray quantity between different parts of spray cone and appearing as lighter or darker streaks in spray.
 - 1 A total of 20% of fuel spray may show light streaks.

73-10-05 Page 216
FUEL MANIFOLD AND NOZZLES - MAINTENANCE PRACTICES Apr 25/2008

PRATT & WHITNEY CANADA
MAINTENANCE MANUAL
MANUAL PART NO. 3021242

- 2 Caused by carbon deposit at nozzle face.
 - 3 Brush nozzle surface during flow test.
- (b) "Spitting" is a condition which exists when large drops of unatomized fuel occur intermittently and usually on outside of spray cone.
 - 1 No spitting allowed.
 - 2 Caused by carbon deposit at nozzle face.
 - 3 Brush nozzle during flow test.
- (c) "Drooling" is a condition which occurs when large drops of unatomized fuel form on nozzle face.
 - 1 No drooling allowed.
 - 2 Caused by carbon deposit at nozzle orifice or by partial obstruction of fuel nozzle distributor.
 - 3 Brush nozzle surface during flow test and ultrasonically clean.
- (d) "Void" area of fuel spray showing discontinuity in fuel flow (air gap).
 - 1 No void allowed.
 - 2 Caused by obstruction on internal fuel passage.
 - 3 Ultrasonically clean.
- (e) "Skewness" describes a spray condition that is not centered.
 - 1 No skewness allowed.
 - 2 Caused by damage to nozzle orifice.
 - 3 Not repairable at field level.

B. Leakage Test of Fuel Manifold Adapters (Ref. Fig. [209](#))

CAUTION: USE EXTREME CARE WHEN HANDLING FUEL NOZZLE ASSEMBLIES SINCE EVEN FINGERPRINTS ON THE ORIFICE MAY PRODUCE POOR SPRAY PATTERN. CLEAN, LINT FREE COTTON GLOVES OR SURGICAL GLOVES SHOULD BE WORN AT ALL TIMES WHEN HANDLING PARTS.

- (1) Loosen screws (8, 6 and 4) of test fixture (2) and remove pivot block (7).
- (2) Insert plugs of pivot block (7) into ports in the nozzle assembly. Make sure the preformed packings are not pinched during nozzle installation.
- (3) With plugs fully inserted into adapter ports, hold parts firmly and tighten pivot screw (8).

73-10-05

FUEL MANIFOLD AND NOZZLES - MAINTENANCE PRACTICES

Page 218
Apr 25/2008

ANEXO “E”

PRATT & WHITNEY CANADA
MAINTENANCE MANUAL
MANUAL PART NO. 3021242

- (7) Reduce pressure to fixture (2) to zero, disconnect hose assembly (1), and remove adapter assembly from fixture.

NOTE: If one or more unacceptable nozzle (s) is/are found, it is highly recommended that the hot section be inspected for damage by a direct visual inspection or borescope inspection.

C. Functional Test of Fuel Manifold Adapters (Ref. Figs. 208 and 210)

CAUTION: USE EXTREME CARE WHEN HANDLING FUEL NOZZLE ASSEMBLIES SINCE EVEN FINGERPRINTS ON THE ORIFICE MAY PRODUCE POOR SPRAY PATTERN. CLEAN, LINT FREE GLOVES SHOULD BE WORN AT ALL TIMES WHEN HANDLING PARTS.

NOTE: Although cleaning is recommended, nozzles can be reinstalled without cleaning provided that function test is within limits.

- (1) Partially fill reservoir (5, Fig. 210) of test rig (1) with clean fuel (PWC01-001).

CAUTION: CONNECT GROUND CABLE ON TEST RIG TO ELIMINATE DANGER OF ELECTROSTATIC DISCHARGE.

CAUTION: AVOID BREATHING FUEL VAPOUR DURING FUNCTIONAL TEST. MAKE SURE OF ADEQUATE VENTILATION DURING TEST OR USE AN EXPLOSION PROOF VENTILATION HOOD.

- (2) Functionally test the primary and secondary nozzle assemblies (13):

- (a) Insert one blanking tube assembly (18) and connecting tube assembly (9) of fixture (10) into ports of the manifold adapter (11 and 12) as shown. The two remaining blanking tube assemblies (18) are not required.

NOTE: Primary adapters are identified by a black stripe, weld spot or the letter P on the adapter.

- (b) Place manifold adapters (11 and 12) in fixture (10). Make sure the collars of tube assemblies (18 and 9) are located on the inside of fixture flanges with the tubes in the appropriate slots. Fasten adapter to fixture with screws and nuts.
- (c) Connect hose assembly (8) to the tube assembly (9) and tighten coupling nuts securely to prevent leaks.
- (d) Connect air supply line (2) with 100 psig maximum to pressure regulator (3) on test rig (1).
- (e) Slowly adjust pressure regulator (3) to 20 psig. With the nozzle pointing downward, observe the spray pattern at the nozzle. An open spray must be observed, free from spitting or drooling.

PRATT & WHITNEY CANADA
MAINTENANCE MANUAL
MANUAL PART NO. 3021242

- (7) Reduce pressure to fixture (2) to zero, disconnect hose assembly (1), and remove adapter assembly from fixture.

NOTE: If one or more unacceptable nozzle (s) is/are found, it is highly recommended that the hot section be inspected for damage by a direct visual inspection or borescope inspection.

C. Functional Test of Fuel Manifold Adapters (Ref. Figs. 208 and 210)

CAUTION: USE EXTREME CARE WHEN HANDLING FUEL NOZZLE ASSEMBLIES SINCE EVEN FINGERPRINTS ON THE ORIFICE MAY PRODUCE POOR SPRAY PATTERN. CLEAN, LINT FREE GLOVES SHOULD BE WORN AT ALL TIMES WHEN HANDLING PARTS.

NOTE: Although cleaning is recommended, nozzles can be reinstalled without cleaning provided that function test is within limits.

- (1) Partially fill reservoir (5, Fig. 210) of test rig (1) with clean fuel (PWC01-001).

CAUTION: CONNECT GROUND CABLE ON TEST RIG TO ELIMINATE DANGER OF ELECTROSTATIC DISCHARGE.

CAUTION: AVOID BREATHING FUEL VAPOUR DURING FUNCTIONAL TEST. MAKE SURE OF ADEQUATE VENTILATION DURING TEST OR USE AN EXPLOSION PROOF VENTILATION HOOD.

- (2) Functionally test the primary and secondary nozzle assemblies (13):

- (a) Insert one blanking tube assembly (18) and connecting tube assembly (9) of fixture (10) into ports of the manifold adapter (11 and 12) as shown. The two remaining blanking tube assemblies (18) are not required.

NOTE: Primary adapters are identified by a black stripe, weld spot or the letter P on the adapter.

- (b) Place manifold adapters (11 and 12) in fixture (10). Make sure the collars of tube assemblies (18 and 9) are located on the inside of fixture flanges with the tubes in the appropriate slots. Fasten adapter to fixture with screws and nuts.
- (c) Connect hose assembly (8) to the tube assembly (9) and tighten coupling nuts securely to prevent leaks.
- (d) Connect air supply line (2) with 100 psig maximum to pressure regulator (3) on test rig (1).
- (e) Slowly adjust pressure regulator (3) to 20 psig. With the nozzle pointing downward, observe the spray pattern at the nozzle. An open spray must be observed, free from spitting or drooling.

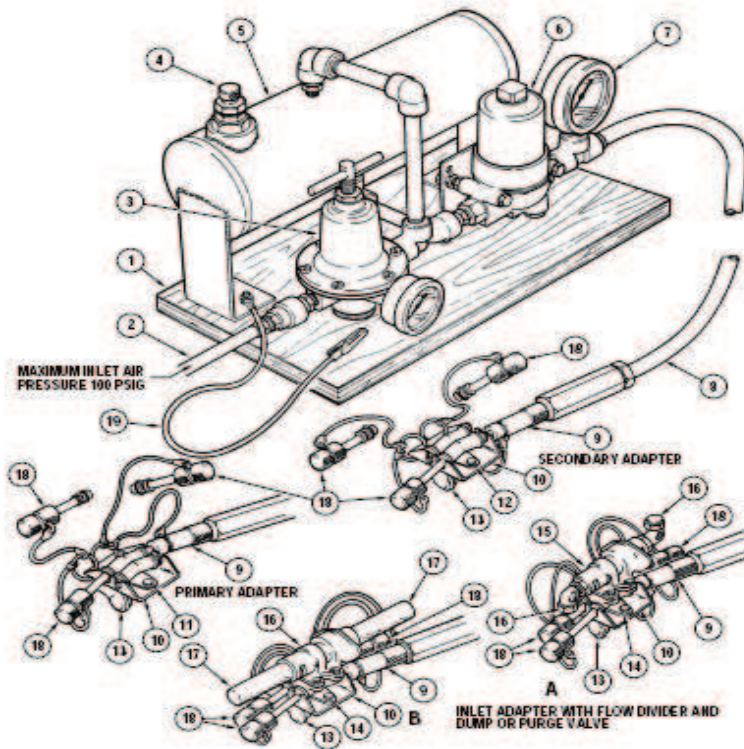
73-10-05

FUEL MANIFOLD AND NOZZLES - MAINTENANCE PRACTICES

Page 222
Apr 25/2008

ANEXO “F”

PRATT & WHITNEY CANADA
MAINTENANCE MANUAL
MANUAL PART NO. 3021242



C1882H

Manifold Adapter and Nozzle Assembly Functional Test
 Figure 210

73-10-05 Page 224
 FUEL MANIFOLD AND NOZZLES - MAINTENANCE PRACTICES Apr 25/2008

Key to Figure 210

1. Test Rig (PWC30506)
2. Air Supply Line
3. Pressure Regulator (0 to 250 psig)
4. Relief Valve (150 psig)
5. Reservoir
6. Filter (10 micron nominal)
7. Pressure Gage (0 to 100 psig)
8. Hose Assembly
9. Connecting Tube Assembly
10. Nozzle Flow Fixture (PWC32811)
11. Primary Manifold Adapter
12. Secondary Manifold Adapter
13. Nozzle Assembly
14. Inlet Manifold Adapter
15. Flow Divider
16. Blanking Cap
17. Plug
18. Blanking Tube Assembly
19. Electrostatic Ground Cable

ANEXO “G”

ANEXO “H”

ANEXO “I”

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

NOMBRE: Kleber Orlando Escudero Gómez
NACIONALIDAD: Ecuatoriana
FECHA DE NACIMIENTO: 23 de Diciembre de 1979
CÉDULA DE CIUDADANÍA: 171603800-3
TELÉFONOS: (02)2696-083 y 080639155
CORREO ELECTRÓNICO: kleberOEG@hotmail.com
DIRECCIÓN: Quito Cdl. Nueva Aurora calle Q-R



ESTUDIOS REALIZADOS

PRIMARIA Escuela Fiscal "Pablo Neruda"
SECUNDARIA Instituto Tecnológico Superior "Benito Juárez"
SUPERIOR Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

TÍTULOS OBTENIDOS

Bachiller, Especialidad "Informática"
Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica Mención "Motores"

CURSOS Y SEMINARIOS

ETAE: Curso de Aerotécnico Especialidad "Motores"
ETAE: Curso Seguridad de Bases
ESPE: Auxiliar en Computación.
ESFE-9: Paracaidismo
ITSA: Suficiencia en el Idioma Inglés.
GAE-44: Mecánico de Abordo Avión Arava T-201

EXPERIENCIA LABORAL

Grupo Aéreo del Ejército N° 44 "PASTAZA" (GAE-44)
Escuadrón de Mantenimiento

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

**DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE
RESPONSABILIZA EL AUTOR**

CBOP. DE A.E. ESCUDERO GOMEZ KLEBER ORLANDO

DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

ING. HEBER ATENCIO

Latacunga, 17 Mayo del 2012.

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, CBOP. DE A.E. ESCUDERO GOMEZ KLEBER ORLANDO, Egresado de la carrera de MACÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN-MOTORES , en el año 2011, con Cédula de Ciudadanía N°171603800-3, autor del Trabajo de Graduación **“HABILITACIÓN DEL BANCO DE PRUEBA PARA EL LAVADO Y LIMPIEZA DE INYECTORES DE COMBUSTIBLE DE LOS MOTORES PT6A DEL GAE-44 “PASTAZA”**, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

CBOP. DE A.E. ESCUDERO GOMEZ KLEBER ORLANDO

Latacunga, 17 de Mayo del 2012.