

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

ESCUELA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**HABILITACIÓN DEL BANCO DE SIMULACIÓN DEL SISTEMA DE
TRANSFERENCIA DE COMBUSTIBLE DEL AVIÓN T-33 A
UBICADO EN EL BLOQUE 42 DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO
SUPERIOR AERONÁUTICO E IMPLEMENTACIÓN DE MANUALES
DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

POR:

**CBOS. ALVEAR ACOSTA WILSON OSWALDO
CBOS. ESPARZA YACELGA FREDDY ROBERTO**

Tesis presentada como requisito parcial para la obtención del título de:

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA

2001

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por los srs. Cbos. Alvear Acosta Wilson Oswaldo y Cbos. Esparza Yacelga Freddy Roberto, como requerimiento parcial a la obtención del título de TECNÓLOGOS MECÁNICOS AERONÁUTICOS.

Sgos. Ing. Allauca Kléver

Latacunga, a 18 de diciembre del 2001

DEDICATORIA.

El esfuerzo de este fructífero proyecto lo dedico a esta noble y honrosa institución de la Fuerza Aérea, a mis padres y a mis hermanos quienes día a día me han sabido brindar su notorio apoyo incondicional tanto moral como económico, mi familia es lo mas bello que tengo en la vida.

A mis amigos y compañeros que de una manera desinteresada han contribuido al desarrollo y ejecución de este proyecto.

Cbos. Alvear Acosta Wilson Oswaldo.

Esta tesis que la ejecutado de la manera más eficiente la dedico a la altiva y noble institución de la fuerza aérea.

A mis padres que me han brindado todo su amor y colaboración para salir adelante, con la obediencia y respeto que siempre me han inculcado.

Cbos. Esparza Yacelga Freddy Roberto.

AGRADECIMIENTOS.

Al término de este proyecto agradezco en primer lugar a Dios por haberme echado sus bendiciones, a mis padres y hermanos por haber estado conmigo hasta en los momentos más difíciles, pues ellos son la esencia del haberme inculcado siempre buenas costumbres como la obediencia y el respeto.

A esta institución por habernos acogido para así podernos preparar en el campo tecnológico, con una visión a un futuro mejor.

A mis amigos que siempre me han estrechado sus manos en una manera sincera.

Cbos. Alvear Acosta Wilson Oswaldo.

Agradezco a Dios por brindarme la oportunidad de vida, a mis padres por el apoyo brindado incondicionalmente en todo momento y la inculcación de valores altamente morales para ser una persona útil a la sociedad, a la noble institución de la Fuerza Aérea quien me brinda la oportunidad de poder servirla.

Cbos. Esparza Yacelga Freddy Roberto.

ÍNDICE

CONTENIDO	Pág.
Resumen	.....1
Introducción	.....2
Justificación	.....2
Objetivos	.....3
Alcance	.....4

CAPITULO I GENERALIDADES

1.1. Datos técnicos del banco de simulación de transferencia de combustible.	.....5
1.1.1. Transformador de corriente alterna a continua.	.....5
1.1.2. Compresor de aire	.....5
1.1.3. Switch eléctrico del compresor de aire	.....6
1.1.4. Relé eléctrico del compresor de aire	.....6
1.1.5. Bomba eléctrica de transferencia de combustible del tanque master	.....6
1.1.6. Relé eléctrico de la bomba de transferencia de combustible del tanque master	.....7
1.1.7. Descontador de combustible tipo boya	.....7
1.1.8. Switch de control de presión de la cañería del tip tanque	.....7

1.1.9. Switch de control de presión de la cañería del borde de ataque	.....8
1.1.10. Switch de control de presión de la cañería del tanque interno del ala	.....8
1.1.11. Válvula de alivio de presión	.....9
1.1.12. Válvula check de flujo de entrada de presión de aire al tip tanque	.....9
1.1.13. Válvula de control de presión del tip tanque	.....9
1.1.14. Válvula de corte de flujo de combustible del tip tanque	.....9
1.1.15. Válvula check de flujo de combustible	.....9
1.1.16. Bomba booster externa del borde de ataque	.....9
1.1.17. Válvula de dos vías del flujo del borde de ataque	.....9
1.1.18. Válvula de transferencia de combustible	.....10
1.1.19. Bomba de combustible del ala	.....10
1.1.20. Válvula check del flujo del ala	.....10
1.1.21 Válvula de transferencia del ala	.....10
1.1.22. Válvula check de flujo de precombustión	.....10
1.1.23. Válvula bay – pass	.....10
1.1.24. Válvula de corte del sistema principal de combustible	.....11
1.1.25. Filtro del sistema de combustible	.....11
1.1.26. Válvulas flotadoras del tip tanque	.....11

1.1.27. Válvula flotadora del borde de ala	.....11
1.1.28. Válvula interna del ala	.....11
1.1.29. Válvulas check	.....11
1.1.30. Válvulas de alivio del tip tanque	.....12
1.1.31. Filtro de baja presión	.....12
1.1.32. Válvula bay - pass	.....12
1.1.33. Cañerías de metal del sistema de combustible	.....12
1.1.34. Cañerías flexibles del sistema de combustible	.....12
1.2 Componentes del banco de simulación	.....12
1.3.Funcionamiento del Sistema de Combustible del avión T – 33 A.	.....14
1.4. Utilización de la maqueta de simulación de transferencia de combustible	.....17
1.5. Mantenimiento del banco de simulación	.....18
1.6. Descripción de la maqueta.	.....18

CAPITULO II ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Estructura física del laboratorio.	.....20
2.2 Ubicación de la maqueta	.....20
2.3 Análisis y cuantificación del banco de simulación de transferencia de combustible	.....21

2.4. Inspección y registro de dispositivos a ser reemplazados.	.....22
2.4.1. Descripción de daños y averías	.....22
2.5. Determinación de parámetros de operación del banco de simulación de transferencia de combustible	.....25
2.6. Verificación de la operación y funcionamiento.	.....26

CAPITULO III MANUAL DE OPERACIÓN.

3.1. Sistema de combustible	.....28
3.2. Sistema de combustible del avión T - 33 A	.....30
3.2.1. Descripción.	.....30
3.3. Operación del sistema de combustible del avión.	.....30
3.4. Sistema de control de combustible.	.....32
3.4.1. Descripción.	.....32
3.4.2. Operación.	.....33
3.5. Bomba y depósito de combustible.	.....35
3.6. Tanque de combustible.	.....35
3.7. Tuberías de combustible.	.....36
3.8. Manguera flexible para el combustible.	.....37
3.9. Unidades de filtración	.....39
3.10. Filtro de la tubería principal.	.....44
3.11. Bombas del combustible.	.....46

3.11.1. Bomba reforzadora de combustible.	.....46
3.11.2. Bomba reforzadora del tipo centrífugo.	.....48
3.11.3. Bomba de combustible impulsada por el motor.	.....49
3.12. Descripción general de las bombas de combustible.	.....51
3.13. Indicadores de la cantidad de combustible.	.....51
3.14. Contador de combustible	.....52
3.15. Manómetro de aguja del descontador de combustible.	.....52
3.16. Señales de advertencia de la presión.	.....52
3.17. Válvulas.	.....53
3.17.1 Válvulas de control	.....53
3.17.2. Válvulas de retención.	.....54
3.17.3. Válvula selectora de tipo vástago.	.....55
3.17.4. Válvula selectora de tipo cono.	.....56
3.17.5. Válvula selectora de tipo disco.	.....57
3.17.6. Válvula de cierre.	.....58
3.17.6.1. Válvula de cierre motorizada de compuerta	.....58
3.17.7. Válvula del flotador	.....59
3.17.8. Funcionamiento de la válvula solenoide de derivación de combustible	.....60
3.17.9. Válvula de paso operada por motor.	.....62
3.18. Transmisor de la cantidad de combustible	.....63

3.18.1. Contador de flujo de combustible	.....63
3.19. Transmisor de presión de combustible.	.....65
3.20. Operación de funcionamiento la maqueta de combustible del avión T – 33 A	.....66
3.21. Manual de mantenimiento del sistema de combustible.	.....68
3.21.1. Válvula de derivación de combustible.	.....68
3.21.2. Manera de desmontar la válvula de paso operada por el motor.	.....68
3.21.2.1. Instalación de la válvula de paso operada a motor.	.....69
3.21.3. Manera de desmontar el medidor de flujo de combustible.	.....69
3.21.3.1. Mantenimiento del medidor de flujo de combustible.	.....69
3.21.4. Manera de desmontar el transmisor de presión de combustible.	.....70
3.21.4.1. Instalación del transmisor de presión de combustible.	.....71
3.21.4.1.1. Precaución.	.....71
3.21.4.2. Manera de montar el transmisor de presión de combustible.	.....71
3.21.4.2.1. Precaución	.....71
3.21.5. Manera de desmontar las válvulas del flotador.	.....71

3.21.5.1. Manera alterna de desmontar las válvulas de flotador.	.....72
3.21.5.2. Instalación de las válvulas de flotador.	.....72
3.21.5.2.1. Precaución al instalar	.....73
3.21.6. Manera de desmontar la bomba reforzadora del tanque del borde de ataque.	.....73
3.21.6.1. Advertencia	.....73
3.21.7. Instalación de la bomba reforzadora del tanque del borde de ataque.	.....74
3.21.8. Bombas reforzadoras del tanque interior del ala y del fuselaje.	.....75
3.21.8.1. Mantenimiento de la bombas reforzadoras de combustible.	.....75
3.21.9. Manera de desmontar el elemento del filtro de combustible	.....75
3.21.9.1. Manera de desmontar el filtro de combustible.	.....76
3.21.9.1.1. Precaución al desmontar	.....76
3.21.9.2. Montaje del filtro de combustible	.....76
3.21.10. Colector de combustible.	.....77
3.21.10.1 Manera de desmontar el colector de combustible	.....77
3.22. Prácticas didácticas.	.....77

CAPITULO IV ELABORACIÓN DE INSTRUCTIVOS

4.1. Codificación de la maqueta de simulación de transferencia de combustible.	.....79
4.2. Stándar de duración de cada ensayo.	.....79

CAPITULO V ELABORACIÓN DE REGISTROS

5.1. Registro para prácticas didácticas	.....81
5.2 Características del combustible	.....84
5.2.2. Características físicas.	.....84
5.2.3. Volatilidad del combustible	.....85
5.2.4. Combustibilidad	.....85
5.2.5. Peso específico del combustible líquido	.....85
5.2.6. Efectos químicos.	.....86
5.2.6.1. Acción disolvente	.....86

CAPITULO VI ESTUDIO ECONÓMICO

6.1. Análisis económico financiero.	.....87
6.2. Presupuesto.	.....88

CAPITULO VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1. Conclusiones.	.....89
7.2. Recomendaciones.	.....89

BIBLIOGRAFIA91
---------------------	---------

ANEXO

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1 Componentes del sistema de combustible del avión T – 33 A	.....16
FIGURA 3.1 Manguera de obturación automática para combustible	.....37
FIGURA 3.2 Filtro principal del sistema de combustible	.....45
FIGURA 3.3 Bomba reforzadora	.....48
FIGURA 3.4 Bomba Centrífuga	.....49
FIGURA 3.5 Válvulas selectora tipo vástago	.....55
FIGURA 3.6 Válvula selectora tipo cono	.....56
FIGURA 3.7 Válvula selectora del tipo disco	.....57
FIGURA 3.8 Válvula de compuerta	.....58
FIGURA 3.9 Válvula flotadora	.....60

FIGURA 3.10 Válvula solenoide	.....61
FIGURA 3.11 Descontador de combustible	.....64
FIGURA 4.1 Sistema de combustible	.....80

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2.1 Datos de valores de los tanques de combustible	.....27
TABLA 6.1 Operaciones ejecutadas para la habilitación	.....87
TABLA 6.1 Adquisición de materiales	.....88

RESUMEN

Los trabajos realizados en la maqueta de transferencia de combustible del avión T – 33 A de acuerdo al plan de proyecto de habilitación fueron satisfactorias en el funcionamiento como en la implementación de guías para los instructores como para el alumnado civil y militar.

De las averías que se encontraron previa inspección fueron por negligencia y desconocimiento de falta de manuales de operación como de mantenimiento llegando a la deterioración de la misma. Hoy en la actualidad con un trabajo de investigación tanto como la ayuda de personal calificado conocedor del sistema se ha llegado a la culminación del funcionamiento de la maqueta de simulación de transferencia de combustible del avión T – 33 A dejándola en estado operativo.

Los graduados.

INTRODUCCIÓN

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico en su noviciado como instituto de educación superior reconocido. Ofreciendo una educación de nivel superior se ha visto obligada a que sus instalaciones y laboratorios sean remodelados para su competitividad en el campo educativo, así se ha tomado la iniciativa de habilitar los diferentes laboratorios con manuales que se ajusten con las exigencias de una educación coexistente.

Por este motivo se ha elaborado la tesis con el objeto de familiarizar al personal de alumnado civil y militar del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico para el aprendizaje teórico como práctico con métodos seguros para la manipulación de esta valiosa maqueta, que se implemento manuales.

Los métodos descritos en esta tesis se formularon con el objeto de facilitar al instructor la enseñanza de un sistema básico de combustible y en la manipulación de operación del mismo.

JUSTIFICACIÓN

El laboratorio del ITSA se encuentra fuera de funcionamiento por falta de accesorios, dispositivos, además de la falta de mantenimiento y manuales de operación, calibración, verificación, instructivos, y hojas de registro del sistema.

En esta maqueta del sistema de combustible del avión T-33A, actualmente se encuentra fuera de servicio la cual es indispensable para el aprendizaje y la

profundización de conocimientos prácticos en el personal de alumnos, esta maqueta se encuentra ubicada en el BLOQUE 42 del ITSA.

OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL.

Habilitar el banco de instrucción de sistema de combustible del avión T-33A e implementar manuales de operación, verificación, instructivos y hojas de registro del sistema.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Analizar la situación actual del laboratorio.
- Realizar un estudio del banco de simulación de combustible.
- Estudiar los daños y causas.
- Realizar manuales de procedimientos instructivos y hojas de registros, que se deben aplicar.
- Realizar un Plan de Mantenimiento, calibración, verificación del banco de simulación de combustible.
- Verificar el funcionamiento y operación del banco de simulación de combustible.

ALCANCE.

Al realizar este trabajo se propone dejar en perfectas condiciones de funcionamiento todos y cada uno de los sistemas y subsistemas, para de esta forma obtener profesionales con mejores conocimientos tanto en lo teórico, como en lo práctico de los alumnos del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

CAPITULO 1

GENERALIDADES

1.1. DATOS TÉCNICOS DEL BANCO DE SIMULACIÓN DE TRANSFERENCIA DE COMBUSTIBLE.

1.1.1. Transformador de corriente alterna a continua.

PP – 4606 / G

Corriente - 200 A ; 28 V DC

Corriente – 220 / 440 V; 60 Hz; 10 / 20 A

Tipo B8; part No – F2655

Serie No – 47

Orden No – FR – 36 – 039 – N – 05181 E

1.1.2. Compresor de aire

Tipo – 1511

Modelo – 1

Caballos de fuerza – 2HP

Voltios DC 27.5

RPM – 10000

Amperios – 10 A

Serie No – 2680

MFRS DWG No – 1511 – 1 c

Estilo – C

1.1.3. Switch eléctrico del compresor de aire

Clase – 9012

Tipo - FLG 1

Rango - 18

No – 2582 – M 1

G1 _ 251

Voltios – 110 – 220

AC – 1 Hp – 5 A

Dc – 1 / 2 Hp

1.1.4. Relé eléctrico del compresor de aire

Tipo – AN – 3353 – 1

AAF Type B16

Voltios DC 24 – 28

No. 7064 – 423

SPEC No – 32535

1.1.5. Bomba eléctrica de transferencia de combustible del tanque master

DELCO MOTOR

Modelo – A 7048

Serie – 5295

Voltios – 24

OC RISE – 55

RPM 750

1.1.6. Relé eléctrico de la bomba de transferencia de combustible del tanque master

Voltaje 24 – 28 DC

Amperios 400

Parte No. 3380 - 1

1.1.7. Descontador de combustible tipo boya

Unidad de combustible – Descontador de combustible

MF RS Part No – EA 565 WP675

Control No – AF – 14804

SPEC No – AN 89060 – 76

1.1.8. Switch de control de presión de la cañería del tip tanque

Meletron

Switch de presión

Model – 410

Fabricado por corporación Meletron

Catalog No – 410- 15L – 90

Serial No – 55

Working Range 1.5 – 2.5

Presión PSI 70

Amperaje 0.5

Voltios DC 28

1.1.9. Switch de control de presión de la cañería del borde de ataque

Catalogo No 410 – 15L – 91

Rango de trabajo 2.5 - 3.5

Serie No 282

Presión PSI 70

DC 28 v

Amperios 0.5

1.1.10. Swich de control de presión de la cañería del tanque interno del ala

Catalogo No 410 – 10L – 13

Operación de rango 3 PSI

Amperios 0.5

Voltios DC 28

Serie No 280

Trabajo PSI 3.5

1.1.11. Válvula de alivio de presión

Serie No. 10 – 1449 – 85 KD

1.1.12. Válvula check de flujo de entrada de presión de aire al tip tanque

Serie No. 1 – 349 – 79

1.1.13. Válvula de control de presión del tip tanque

Serie No. 11 – 1849 – 83

1.1.14. Válvula de corte de flujo de combustible del tip tanque

Serie No. J 0555

1.1.15. válvula check de flujo de combustible

Serie No. 9 –1849 – 89

1.1.16. Bomba booster externa del borde de ataque

Serie No. PEA – 1511 – W

1.1.17. Válvula de dos vías del flujo del borde de ataque

Parte No. 41370

Serie No. 03C100

1.1.18. Válvula de transferencia de combustible

Serie No. 8833 A 64

1.1.19. Bomba de combustible del ala

Serie No PEA – 1511 – w

Parte No – 121812 – 011 – 03

Orden No – 24 – 79358

Especie No – 63351 – 742 GH

1.1.20. Válvula check del flujo del ala

Serie No. 9 – 1849 – 87

1.1.21. Válvula de transferencia del ala

Serie No. 883642

1.1.22. Válvula check de flujo de precombustión

Serie No. 9 – 1849 – 85 MI

1.1.23. Válvula bay – pass

Parte No. 7248 – 1

Serie No. 1971

1.1.24. Válvula de corte del sistema principal de combustible

Actuador parte No. 633526

Serie No. 15906

Válvula serie No. 2888 M

Parte No. WE 451 – 1 ¼ D

1.1.25. Filtro del sistema de combustible

ASSEM 8 – 1049 – 1

Serie 828

1.1.26. Válvulas flotadoras del tip tanque

Serie No. 51 R 186

1.1.27. Válvula flotadora del borde de ala

Serie No. 51 R 136

1.1.28. Válvula interna del ala

Serie No. 51 R 191

1.1.29. Válvulas check

Resistencia de presión 70 PSI

1.1.30. Válvulas de alivio del tip tanque

Máxima presión 70 PSI

1.1.31. Filtro de baja presión

Presión 40 PSI

1.1.32. Válvula bay - pass

Limite de presión alta 50 PSI

1.1.33. Cañerías de metal del sistema de combustible

Resistencia de presión 120 PSI

1.1.34. Cañerías flexibles del sistema de combustible

Resistencia de presión 120 PSI

1.2 Componentes del banco de simulación de combustible

- Transformador
- Tanque del fuselaje

- Tip tanque
- Tanques de alas internos
- Tanques de borde de ataque
- Bombas reforzadoras secas
- Bombas reforzadoras húmedas
- Válvulas de control de presión del tip tanque
- Válvulas de corte de combustible del tip tanque
- Swich de precaución de presión de combustible
- Válvulas flotadoras
- Descontador de combustible
- Filtro de combustible
- Válvula de corte principal de todo el sistema
- Válvulas de combustible bay - pass
- Válvulas selectoras
- Compresor de aire
- Válvulas check
- Conductos de combustible metálicos
- Conductos de combustible flexible
- Relay eléctrico
- Depósito de aire
- Manómetros
- Circumbreaker
- Luces de prevención en el tablero eléctrico
- Cables de conexión
- Combustible

1.3. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE DEL AVIÓN T – 33 A.

El principio básico del sistema es almacenar combustible en los diferentes tanques ubicados en el avión T-33A los mismos que son abastecidos por diferentes formas de llenado, el fluido es conducido por cañerías impulsado por bombas eléctricas, ubicadas en los tanques del avión, pasando por filtros que retienen las impurezas del combustible y enviarla al consumo del motor.

Los tanques principales mantienen el nivel de combustible con las válvulas flotadoras localizadas en el tanque principal que impiden el paso de combustible al tanque principal cuando esta lleno, permitiendo el ingreso de combustible cuando el tanque baja el nivel de combustible. Las válvulas flotadoras trabajan con el desnivel de combustible; cuando existan fallas de la bomba permite el paso de combustible por gravedad.

Cuando esta operando el motor se selecciona los swich del sistema de combustible que activan las bombas de los diferentes tanques. Los tanques lanzables son alimentados por aire del motor. Estos tanques alimentan al tanque principal y este transfiere al motor.

En el avión existen trece celdas que forman los tanques del sistema de combustible.

El tanque del ala tiene la capacidad de 77 galones cada lado, el tanque de borde de ataque tiene la capacidad de 52 galones cada lado.

El tanque principal se encuentra instalado detrás de la cabina, cuya capacidad es de 95 galones, un tanque lanzable o tip tanque tiene la capacidad de 230 galones cada uno.

Normalmente el combustible es suministrado al motor desde el tanque del fuselaje y a medida que este tanque se vacía es llenado continuamente con el combustible de los tanques lanzables y tanques de las alas.

Al transferirse todo el combustible de estos tanques al tanque del fuselaje, un interruptor de presión hace funcionar una luz de advertencia color rojo que indica que se ha terminado el combustible.

Una luz indicadora es accionada por un interruptor de presión que está en el tubo de combustible para indicar que estos tanques están vacíos.

Todos los tanques están dotados de tapones de vaciado, para drenar las impurezas del combustible.

Un interruptor de bajo nivel que esta dentro del transmisor del medidor del combustible hace funcionar una luz de advertencia cuando el nivel de combustible del tanque del fuselaje disminuye aproximadamente a 85 galones, esta luz se

encuentra ubicada en el tablero auxiliar de instrumentos en la cabina del avión y el piloto tiene la visibilidad y el control de estos instrumentos.

El medidor de combustible indica solamente la cantidad de combustible que hay dentro del tanque del fuselaje y sirve para dar al piloto una indicación exacta de la cantidad total de combustible que queda en el tanque principal.

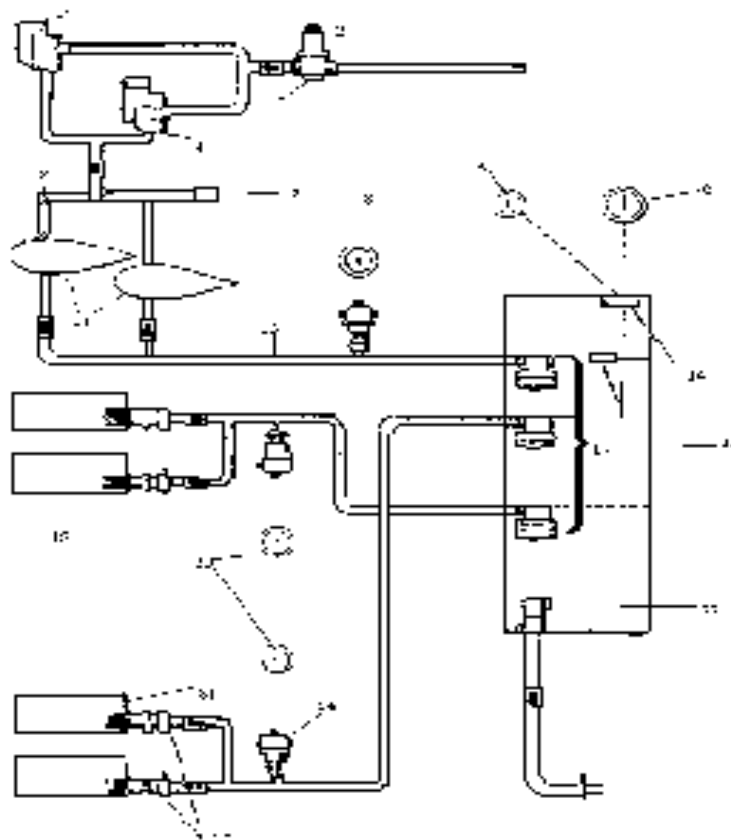


Fig. 1.1 componentes del sistema de combustible del avión T – 33 A

1. Regulador de presión de aire
2. Aire del compresor del motor
3. Válvula de paso de aire
4. Regulador de presión de aire 5PSI
5. La luz de aviso de bajo nivel se enciende a 80 galonea

6. Indicador de la cantidad de combustible
7. Válvula de retención de vaciado
8. Las luces se encienden cuando la presión disminuye a 3 PSI
9. Tubo de presión de aire
11. Tanques de la punta del ala
12. Tanque de combustible del fuselaje
13. Desconexión rápida
14. Trasmisión de la cantidad de combustible
15. Interruptores de presión de combustible
17. Bomba reforzadora
18. Tanques del borde de ataque del ala
19. Válvula de flotador
20. Las luces se encienden cuando la presión disminuye a 3 PSI
22. Bomba reforzadora
23. Filtro de combustible de baja presión
24. Tanques del interior del ala
26. Interruptor de presión de combustible

1.4. UTILIZACIÓN DE LA MAQUETA DE SIMULACIÓN DE TRANSFERENCIA DE COMBUSTIBLE

La maqueta del sistema de combustible será utilizado por los instructores como material didáctico para el mejor aprendizaje teórico y la profundización de conocimientos práctico del personal de alumnos civiles como militares impulsando a la investigación y el interés hacia la mecánica aeronáutica que es

una de las partes más importantes del conjunto de sistemas de una aeronave y desenvolverse con mas eficiencia en las diferentes áreas de trabajo como son en los hangares y mantenimientos de aviones

Se la utilizará para el reconocimiento de los elementos principales de un sistema básico, simulando el consumo de combustible del motor que es el mismo trabajo que si se realizara en vuelo pudiendo observarlo en la maqueta.

1.5. MANTENIMIENTO DEL BANCO DE SIMULACIÓN

El mantenimiento de la maqueta se realizará preventiva y correctiva periódicamente por tiempo de servicio.

El mantenimiento de la maqueta del sistema de combustible se realizará de acuerdo a los manuales establecidos en este trabajo con tiempos determinados para cada elemento y equipo. Los tiempos establecidos serán de acuerdo a la utilización de la maqueta y el tiempo que se encuentre sin uso también como la limpieza del área luego de cada práctica teniendo en cuenta las medidas de seguridad necesarias.

1.6. DESCRIPCIÓN DE LA MAQUETA

La maqueta tiene dos metros con noventa centímetros de largo por un metro de ancho y un metro cuarenta y cinco de altura, para su transportación consta de cuatro ruedas.

En la parte delantera consta de un tablero de madera forrado con una lámina de aluminio en donde se alojan todos los mecanismos y partes relacionados con el sistema de combustible, los tanques están fabricados de mica transparente para mejor visualización de aprendizaje de los mecanismo mientras que en la parte posterior se encuentra un depósito de combustible y otros dispositivos que hacen que la maqueta trabaje en una manera correcta y normal y así ver la simulación de consumo y transferencia de combustible en un avión de la misma manera que ocurre en vuelo de una aeronave.

Además tiene un transformador como fuente de poder la misma que tiene sesenta centímetros de largo por cuarenta de ancho y una altura de un metro que transforma la corriente alterna de 220 v en corriente directa de 24 v.

Las partes de esta maqueta están debidamente identificada con una señalización adecuada con pintura de diferentes colores que ayudan a la parte pedagógica de instrucción para los alumnos, para el proceso enseñanza y aprendizaje.

CAPITULO II

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

2.1. ESTRUCTURA FÍSICA DEL LABORATORIO.

Su estructura está construida de concreto; en las cuales alberga instalaciones y tomas eléctricas trifásicas, bifásicas y monofásicas así como también de una generación y distribución neumática, de líneas de tubería de presión cuyas presiones son de sesenta – setenta psi, necesarias para la realización de prácticas y ensayos de trabajos en los diferentes sistemas del avión.

Consta de una ventilación adecuada para la emanación de gases tóxicos y mal olientes, así también como su iluminación y el contraste de la pintura que ayuda al desempeño activo del personal; y la señalización de zonas de peligro, precaución, salidas de emergencia, equipo de extintores de fuego y botiquín ubicadas estratégicamente para una rápida reacción.

En la cual también encontramos el simulador de vuelo y maquetas de los sistemas del avión como son: hidráulico y electrónicos.

2.2 UBICACIÓN DE LA MAQUETA

La maqueta se encuentra ubicada en las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico en el bloque 42 en la sección de laboratorios

hidráulicos y sistemas del avión, simulador de vuelo, la maqueta de sistema de combustible del avión T33-A con un letrero visible, identificando y contrastando a la visibilidad del personal que ingrese.

2.3 ANÁLISIS Y CUANTIFICACIÓN DEL BANCO DE SIMULACIÓN DE TRANSFERENCIA DE COMBUSTIBLE

La maqueta del sistema de combustible se encuentra inoperativa por falta de manuales de mantenimiento preventivo y el desconocimiento de la operación de la maqueta tales como su equipo, elementos y conjuntos con las cuales esta compuesto como también los rangos de funcionamiento en las que opera.

Los daños causados por la negligencia y desconocimiento en las operaciones realizadas anteriormente han dañado los diferentes elementos de la maqueta del sistema de combustible tales como el sistema eléctrico en los cuales consta interruptores, cables, elementos de protección y seguridad como los circumbreakers, empalmes mal efectuados; el sistema neumático en la cual consta un pequeño compresor de dos caballos de fuerza necesario para la presurización de los tanques de combustible en los cuales sus cañerías se encontraron fugas de presión, tomas desajustadas y obstrucción de las cañerías, en el tanque de almacenamiento master se encontró fugas de combustible y el sistema de ventilación obstruido como su bomba con desperdicios sólidos propias del combustible y la corrosión del mismo como la formación de hongos.

Válvulas taponadas por la presencia de desperdicios sólidos obstrucción de las cañerías, tomas de cañerías flexibles con fugas, filtros taponados en conjunto de la válvula de bay - pass.

2.4. INSPECCIÓN Y REGISTRO DE DISPOSITIVOS A SER REMPLAZADOS.

La maqueta por el hecho de encontrarse inhabilitada se procedió a la inspección visual y analizar las posibles averías y desperfectos de la maqueta, también se procedió a la limpieza de la misma y del área en la que se encuentra ubicada para continuar con la inspección respectiva de los diferentes equipos y sus elementos.

Inspección de equipos, elementos y conjuntos a la comprobación individual

- Transformador de voltaje de AC 220 - Hz 60 10 / 20 A, a DC 24 – 28 V.

2.4.1. Descripción de daños y averías

- Interruptores de la maqueta en mal estado
 - En mal estado
- Toma de corriente de la maqueta
 - deteriorado
- Cables pelados
- Neumáticos bajos
- Agujas indicadoras de voltaje en mal estado.
- Interruptores master, del compresor y de la bomba booster.

- En mal estado.
- Compresor de aire
 - Interruptores sin mantenimiento
 - Acumulación de polvo en el equipo
- Cañerías de flujo neumático
 - Obstruidas
 - Rotas
 - Uniones desajustadas
- Tanque de almacenamiento master
 - Con fugas
 - Corrosión
 - Hongos
 - Desperdicios sólidos
 - Cañerías de ventilación obstruidas
- Bomba eléctrica ubicada en el tanque master
 - Acumulación de polvo
 - Presión baja
- Válvulas check
 - Acumulación sólida debido al combustible
 - Limpieza del componente
- Válvula del control de presión del tip tanque
 - Verificación máxima de presión 70 psi
 - Limpieza del componente
- Válvulas del corte e combustible del tip tanque
 - Verificación del accionamiento del componente

- Swich de precaución del combustible
 - Verificación del componente a una presión superior de 70 psi
 - Acumulación de polvo en el componente
 - Empalmes flojos
 - Cable desgastado

- Válvulas flotadoras
 - Acumulación de residuos sólidos
 - Interruptores en mal estado
 - Cables desgastados
 - Circumbreaker quemado

- Descontador de combustible
 - Flotador atascado
 - Empalmes flojos
 - Cables inadecuados
 - Aguja del descontador defectuosa

- Filtro de combustible
 - Obturado por desperdicios
 - Sucio
 - Conductos obstruidos

- Válvulas selectoras
 - Acumulación de residuos sólidos

- Compresor de aire
 - Sobre calentamiento
 - Lubricación inadecuada

- Luces

- Lámparas quemados

2.5. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE OPERACIÓN DEL BANCO DE SIMULACIÓN DE TRANSFERENCIA DE COMBUSTIBLE.

- **Transformador de corriente alterna a continua.-** voltaje de entrada 220 v alterna la transforma a 28 v continua.
- **Bombas reforzadoras.-** Opera con una fuente de energía de 24 voltios Dc, con una fuerza centrífuga 750 RPM generada por un motor eléctrico, recorriendo el fluido a una presión de 70 psi.
- **Válvulas de control de presión del tip tanque.-** Opera con una presión máxima de 70 psi mayor a esta presión permite el desahogo de presión excesiva con la ayuda de las válvulas reguladoras de sobre presión.
- **Válvulas flotadoras.-** Con accionamiento de estas a niveles de quince, diez y siete litros en el tanque principal donde se hallan estas válvulas.
- **Descontador de combustible tipo boya.-** Con niveles máximos de quince litros y mínimo de un litro.
- **Filtro de combustible de cartón.-** Dos punto cinco micras de diámetro de orificios para filtración de combustible de cartón.

- **Compresor de aire.-** Fuente de energía de 24 Voltios DC con diez mil revoluciones por minuto de diez mil generación de potencia de dos caballos de fuerza.
- **Relay eléctrico.-** Fuente de energía de 24 v – 28 voltios.
- **Bomba eléctrica de transferencia.-** Trabaja con un voltaje de 24 voltios de corriente directa generando una presión de 70 psi.
- **Válvulas check.-** Trabajan con flujo líquido de combustible y con presión de aire.

2.6. VERIFICACIÓN DE LA OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO.

Los parámetros de cada uno de los componentes y equipos necesarios para la operación de la maqueta están establecidos en el capítulo anterior de parámetros de operación; el llenado de los tanques se lo puede explicar en el siguiente tabla.

TABLA 2.1 DATOS DE VALORES DE LOS TANQUES DE COMBUSTIBLE

TANQUES	CANTIDAD DE COMBUSTIBLE	TIEMPO DE LLENADO	VOLUMEN DE LOS TANQUES	VACIADO
Todos los tanques del banco de simulación de transferencia de combustible	107 ltrs	3.56 seg	2425 m ³	1.33 seg
Tip tanque	20 ltrs	0.37 seg	456 m ³	0.25 seg
Tanque del borde de ataque	32 ltrs	0.57 seg	729 m ³	0.40 seg
Tanque del ala	10 ltrs	0.47 seg	228 m ³	0.13 seg
Tanque principal del fuselaje	45 ltrs	2.15 seg	1012 m ³	0.55 seg

CAPITULO III

MANUAL DE OPERACIÓN.

3.1. SISTEMA DE COMBUSTIBLE

GENERALIDADES.

El sistema de combustible esta dividido en dos subsistemas: El sistema de transferencia de combustible del avión y el sistema de consumo de combustible del motor.

El sistema de transferencia de combustible consiste desde el momento en que se suministra el combustible en los depósitos. Dependiendo en que si el suministro del avión del tanque a los motores es presurizado o por gravedad.

Los suministro de combustible por gravedad, sus elementos no son complejos y lo utilizan aviones de poca potencia tales como avionetas. Como el sistema depende de la gravedad el combustible debe de almacenarse sobre el nivel de entrada del distribuidor de combustible, la presión disponible de un sistema de gravedad es aproximadamente una libra por pulgada cuadrada por cada cuarenta pulgadas de altura de combustible.

Los de suministro de combustible por presión son mas complejos ya que esta utiliza un mayor número de elementos para cumplir con las exigencias de suministrar combustible al motor en cualquier circunstancia, condición, o posición de operación que se encuentre el avión.

Este suministro lo debe hacer en las cantidades apropiadas, en el momento preciso y necesario que requiera el motor para un mejor rendimiento de empuje apropiado.

El sistema almacena la cantidad requerida de combustible según la capacidad de los depósitos del avión y la distribución de un régimen de presión apropiada.

Este tipo de sistema se lo emplea en aviones de gran potencia.

El sistema de combustible del avión suministra combustible a los dos sistemas del motor y consiste en los componentes del sistema de combustible que permanecen en el avión cuando se quita el motor. El sistema de combustible del motor consiste en la regulación del flujo de fluido en la sección de combustión de cada motor, la regulación de combustible es realizada por el FCU un mecanismo que regula cuanto de combustible es requerida por cada motor individual dependiendo el número de motores que el avión obtenga para su mejor desempeño de rendimiento tomando los factores atmosférico como presiones, temperatura, velocidad y altura.

3.2. SISTEMA DE COMBUSTIBLE DEL AVIÓN T – 33 A

3.2.1. Descripción.

El sistema de combustible del avión incluye un sistema de respiración dos sistemas de indicación – el sistema de cantidad de combustible y el flujo de combustible, un sistema de control de flujo, seis depósitos de combustible, un filtro de combustible y una válvula de cierre manual.

3.3. OPERACIÓN DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE DEL AVIÓN T – 33 A

Durante el funcionamiento normal el combustible fluye por presión que suministra el accionamiento de una bomba eléctrica de tipo centrífuga externa encargada de suministrar presión al flujo de combustible ubicada en la parte inferior del tanque de almacenamiento master, el flujo es dirigido por conexión de cañerías hacia la bomba proporcionadora de combustible que se encuentra en el tanque de fuselaje sumergida de tipo centrífugo mediante el bombeo de cantidades iguales de combustible a los depósitos de las alas, tanque de fuselaje y tip tanque, los depósitos cuentan con indicadores eléctricos de luces de advertencia al piloto cuando los tanques de fuselaje se encuentren en un nivel bajo de combustible, y le informa si el sistema no esta operando por medio de luces que se encuentran ubicadas en el tablero de control, la bomba reforzadora de combustible que esta dentro del depósito de combustible, es centrífuga de acción continua que suministra combustible a cada sistema de combustible del motor.

El interruptor de la bomba reforzadora de combustible, protegido por un canal, que esta en el tablero de interruptores, controla la bomba. El combustible bombeado desde el depósito master pasa a través de un filtro de elemento reemplazable de dos válvulas de cierre motorizadas y de dos transmisores de flujo de combustible, las válvulas de cierre están controladas por dos maniguetas que se encuentran en el tablero de controles las cuales permiten que el piloto detenga el flujo de combustible en cualquier momento el flujo de combustible al depósito de consumo del motor.

Los transmisores de flujo de combustible de tipo auto sincrónico generan señales que están en proporción directa a la cantidad de flujo e combustible, a los indicadores que están en el tablero de controles.

Una válvula de cierre operada manualmente que esta ubicada entre el depósito de combustible y el filtro, para permitir la conservación de los componentes desde allí hasta el depósito de consumo del motor sin vaciar el sistema.

Un sistema de ventilación del combustible ayuda al flujo, sin pérdida de combustible durante el funcionamiento del sistema.

El sistema de cantidad de combustible indica la que hay en cualquiera de las alas o en todo el sistema.

3.4. SISTEMA DE CONTROL DE COMBUSTIBLE.

3.4.1. Descripción.

El sistema de control comprende un interruptor de cubierta protegida el cual acciona la válvula de corte de combustible cuando ocurre algún incendio en el motor que es controlada por el piloto, en el tablero existen luces identificadas con colores para diferenciar los propósitos de advertencia, estas luces se accionan con interruptores y a su vez automáticamente. La identificación de baja cantidad de combustible es automática con una luz de color ámbar que indica nivel bajo, la misma que está conectada eléctricamente con el descombinador de combustible tipo boya en conjunto con el manómetro de aguja el mismo que está graduado con una escala numérica y dos letras que indican vaciado y llenado. Todas las luces del tablero se prenden al inicio y su apagado es automático indicando que hay alimentación por presión de combustible, una válvula de cierre accionada por solenoide ubicada en la cañería de presión de aire generada por el compresor esta se acciona cuando hay una sobre presión a los sesenta, un relé eléctrico de alimentación por presión que tiene la función de ser un interruptor automático en permitir el paso de corriente o el corte de la misma, en un relé eléctrico que indica el nivel bajo de combustible, un interruptor de flotador, un interruptor de presión que permite el accionamiento del compresor para la generación de presión en todos los depósitos de combustible, el interruptor del sistema que permite el paso de la corriente al tablero de control y las luces que se encuentran ubicadas en el tablero de control las cuales se clasifican en una luz de corte de combustible otra luz indicadora de bajo nivel de combustible y tres luces que indican el consumo de los diferentes tanques del borde de ataque del tipo tanque y de fuselaje, el tanque

principal en las cuales se encuentran las válvulas flotadoras la cuales permiten el paso del combustible de los diferentes depósitos y la válvula de cierre accionados por interruptores en caso de emergencia para el corte de flujo de combustible como los relés están detrás de la maqueta, El interruptor del flotador y de presión están montados encima del depósito de combustible principal.

Para proteger este sistema de control eléctrico por individual están protegidas por circumbreaker que cumple la función de producirse un corte en su interior para evitar el paso de la sobrecarga eléctrica.

Cabe señalar que en prevuelo debe o en este caso de simulación comprobar si las luces o los circumbreakers se encuentran en buen estado.

3.4.2. Operación.

El sistema es operado eléctricamente está diseñado para mantener un nivel de combustible en el depósito del fuselaje necesario para la operación normal del sistema de combustible, bombeando combustible en cantidades iguales desde cada ala, para advertir al piloto cuando ese depósito contiene un nivel bajo de combustible y para informarle cuando el sistema no esta funcionando. Es controlado por medio de la elevación y la caída del nivel de combustible en el interruptor del flotador que opera a tres niveles llamados alto, intermedio y bajo durante la operación normal, cuando el combustible llega a nivel alto el interruptor del flotador mueve el relé de nivel de combustible, el cual desconecta el proporcionador. Si se desconecta el proporcionador el exceso de

combustible escapará por la válvula de respiradero por el depósito de fuselaje, o, en los aviones que tienen interruptor de presión, estos desconectan el proporcionador, abren la válvula de cierre y desconectan la luz de alimentación por gravedad. Cuando el combustible alcanza el nivel intermedio el interruptor del flotador desconecta el relé, el cual conecta el proporcionador. Si por alguna razón el combustible llega a nivel bajo el interruptor del flotador conecta la luz de poco combustible y mueve el relé de alimentación por gravedad, el cual desconecta el proporcionador, abre la válvula de cierre y conecta la luz de alimentación por gravedad. Cuando el interruptor del sistema esté en **EMERGENCIA** la luz de alimentación por gravedad estará conectada. Siempre que el depósito del fuselaje contenga bajo el nivel normal de combustible, la luz estaría accionada encendidas.

El control que acciona la transferencia de combustible se encuentra ubicada en la parte media del lado derecho de la maqueta identificándola como un selector de paso de combustible. Este selector tiene seis posiciones las cuatro pertenecen a los depósitos de combustible, el siguiente corresponde al drenaje del tanque master para realizar cualquier función de mantenimiento o de cambio de combustible, la última posición corresponde al apagado esta posición no deja transferir flujo de combustible a ninguno de los tanques. Este accionamiento de selección es manual. La forma del selector es de mariposa.

3.5. BOMBA Y DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE.

Una bomba de combustible de tipo centrífuga húmeda se encuentra instalada en el depósito de fuselaje bombeando combustible al motor a una presión estipulada de siete libras por pulgada cuadrado, tiene dos drenajes: una válvula de elevación para vaciar el área de la bomba y una tubería de infiltración para drenar cualquier combustible que se cuele por un obturador al motor de la bomba. El motor de la bomba centrífuga recibe su energía de la barra colectora de CC protegida por un disyuntor de circuito de veinte amperios es controlada por un interruptor de palanca acodada **ON – OFF** que está en el tablero de los interruptores. La bomba está montada dentro de los depósito.

3.6. TANQUE DE COMBUSTIBLE.

La ubicación, diseño y tipo de construcción de los tanques de combustible varía de acuerdo con los requisitos del avión, como el caso nuestro es de aprendizaje los tanques están hechos de mica transparentes para facilitar la visibilidad de los elementos que participan en el funcionamiento de simulación del sistema. Estos tanques están diseñados para alojar los elementos y soportar presiones en todos los tanques de combustible.

Se encuentran distribuidos en: tip tanque, tanque de borde de ataque, tanque del ala y tanque principal.

El depósito master esta fabricado de hierro en al cual aloja todo el combustible que se distribuye a todos los tanques.

3.7. TUBERÍAS DE COMBUSTIBLE.

Las tuberías del combustible son tubos de metal o de manguera flexible, los primeros están hechos de aleación de aluminio recocido, mientras que las últimas son de caucho sintético y tela. La marca de identificación para las tuberías de combustible es una franja roja que rodea el tubo en ambos extremos. El tamaño del tubo o la manguera está regido por los requisitos de flujo de combustible del motor y existen cañerías de presión y retorno las cuales están identificadas con códigos y colores.

Manguera flexible aseguradas con abrazaderas conectan las secciones de las tuberías de metal y la unen a las bombas, válvulas y otras unidades en el sistema. Estas conexiones flexibles evitan el daño debido a la vibración y simplifica el reemplazo de las unidades. Los rebordes en la tubería ayudan a formar una obturación entre la manguera y la tubería y hacen casi imposible que la conexión de la manguera se reviente. Por sus características de los materiales de dichas mangueras y tuberías que son diseñadas para soportar altas presiones y caudales.

3.8. MANGUERA FLEXIBLE PARA EL COMBUSTIBLE.

Hay dos tipos generales de manguera flexible para el combustible: de obturación automática y de no obturación automática. Hay también un tipo especial resistente al calor y fuego para ser usada donde la manguera está sometida a un gran calor véase la figura 3.1.

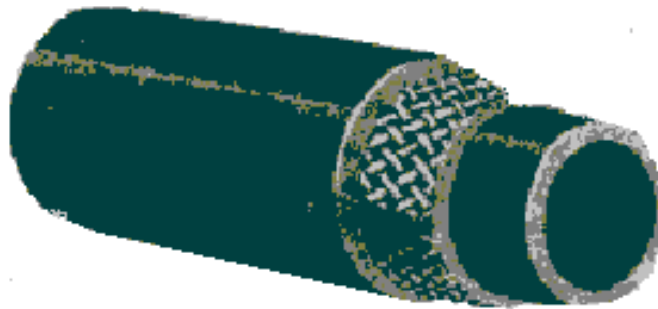


Figura 3.1 Manguera de Obturación Automática para Combustible

Cuando la manguera es agujereada, la presión de la trenza tejida fuertemente en el forro interior sintético cierra la manguera. Una ligera dilatación del forro interior completa la acción de obturación.

La manguera de obturación no automática tiene dos o más capas de tela en el forro interior y en la cubierta exterior. La manguera de obturación no automática puede no ser apropiada para los combustibles, toda manguera de obturación automática para combustible es resistente al combustible.

Las marcas de especificación a lo largo de la manguera la identifican con respecto al tipo. La raya roja de la manguera indica que es de obturación

automática y resistente al combustible. Otros tipos tienen rayas separadas, rayas uniformes puntos o una combinación de cualquiera de estos dos la marca es de color o blanca según el tipo de la manguera.

Cuando se instalan tuberías de combustible, la tubería de metal se conecta a la estructura del avión con las abrazaderas apropiadas; no junte con una grapa dos tuberías. Asegúrese de que no hay rozamiento y de que las tuberías no estén bajo tensión. Evite curvas pronunciadas y tubos verticales. Las abrazaderas se aprietan únicamente a la torsión apropiada. Demasiado ajuste causa la deformación en frío y tiende a rajar la manguera. Si las abrazaderas de la manguera se doblan, vuélvalas a formar otra vez en un círculo verdadero o descártelas se puede usar agua como secante para ayudar a la instalación de la manguera de obturación automática. En otros tipos se puede usar aceite agua o combustible.

La manguera flexible es sujeta con grapas apropiadas para asegurarse de que no hay rozamiento de la manguera. Proteja la manguera del calor excesivo en los lugares en que la manguera pasa a través de huecos o soportes, asegúrese de que no hay reducción en el diámetro.

Estas cañerías flexibles deben ser reemplazadas periódicamente ya sea por tiempo de servicio o por horas de trabajo de acuerdo a la información de la orden técnica.

3.9. UNIDADES DE FILTRACIÓN

Agua y sedimento pueden estar presente en el sistema de alimentación de combustible, o pueden entrar en el sistema cuando está siendo abastecido. Estas impurezas deben quitarse antes de que el combustible llegue a la bomba impulsada por el motor y el carburador. Los dedales coladores en las salidas del tanque de combustible ayudan a evitar que el polvo se introduzca en las tuberías, la unidad de filtración principal, sin embargo, es el filtro de la tubería principal.

Los filtros se conoce como el conjunto de mecanismos de control que se sitúan en el sistema de combustible para impedir la contaminación de fluido.

La filtración es por consiguiente, un proceso general en los sistemas de conducción de fluidos de las aeronaves, con el fin de impedir la contaminación del sistema con productos sólidos que degradan la propia función operativa de los mecanismos.

En ocasiones, la contaminación puede alcanzar un valor tan alto que es imposible el funcionamiento del sistema.

La contaminación de sólidos es la presencia de partículas sólidas contaminantes, que pueden producir tres efectos del sistema.

- Impedir el funcionamiento del sistema.
- Degradar la actuación del sistema.
- Acelerar el desgaste del sistema.

La eficacia de filtración, puesto que los efectos de la contaminación de residuos sólidos en el sistema son muy diversos y oscilan desde, digamos el agarrotamiento mecánico de los elementos hasta un desgaste acelerado de las partes deslizantes de los mecanismos.

La definición de una eficiencia de la filtración tiene un carácter específico, esto es, sirve sólo para cada sistema en concreto. Esta circunstancia se debe a que es normal admitir un cierto grado de contaminantes sólidos. contaminantes que son perfectamente tolerados por un sistema en concreto. Puesto que es tolerable la presencia de un cierto grado de contaminación, no es práctico acudir a filtraciones muy exigentes, que aumentan los costos de servicio.

Para explicar la idea anterior piense, por ejemplo, en el sistema de combustible de una aeronave que establece una filtración de 1 micra (0.000001m). La filtración de este nivel asegura prácticamente la inexistencia de sólidos en el líquido, pero la experiencia con estos sistemas nos enseña que son tolerables y aceptables concentraciones de partículas mucho mayores, siempre que la aglomeración que supere un cierto número. En casos como el que acabamos de señalar, se produce un exceso de filtración y un continuo servicio de mantenimiento de los filtros. No es práctico ni razonable adoptar un nivel de filtración tan exigente.

La eficiencia de la filtración puede ser nominal y absoluta, y responde a ensayos normalizados.

Se dice que un filtro tiene una eficiencia nominal medida por micras cuando es capaz de retener el 95 % de una colección de esferas de vidrio normalizadas, cuyo tamaño es de x micras de diámetro o superiores de acuerdo al diseño su utilización, si es de presión o de retorno también hay que tomar en cuenta la presión del combustible puede ser de alta o de baja presión.

De otra parte, se dice que un filtro tiene una eficiencia absoluta de x micras, cuando es capaz de retener todas las esferas de vidrio de una colección normalizada que sobrepasen el diámetro de x micra.

Observe pues. estas cuestiones prácticas que se derivan de la definición.

- Un flujo de eficiencia nominal de 10 micras puede dejar pasar partículas de, digamos 100 o 200 micras. Son partículas que pertenecen al 5 % restante no controlado y que por factores de producción y de economía de costos, se considera aceptable en dichos filtros.

Hemos señalado como ejemplo este diámetro de partículas sólidas porque, de hecho, se han encontrado partículas de este tamaño en sistemas de eficiencia nominal de filtración igual a 10; lo que sucede es que, normalmente, son tolerables para el sistema.

- Un filtro de eficiencia absoluta de 10 micras no deja pasar las partículas de diámetro superior a 10 micras, bien entendido que esto no resuelve todos los problemas de la filtración. En efecto, una filtración de este tipo puede dejar

pasar una partícula cilíndrica que tenga, por ejemplo, 8 micras de diámetro por 25 micras de longitud.

Se debe concluir, después de estudiar los comentarios anteriores, que la eficiencia de la filtración nominal o absoluta no resuelve, de forma unívoca los límites prácticos de la filtración, pero su aplicación a lo largo de los años es satisfactoria desde el punto de vista de las aplicaciones prácticas.

Basados en los principios de la eficiencia, la ingeniería de los sistemas hidráulicos de las aeronaves ha permitido clasificar el grado de contaminación aceptable en función del tamaño de las partículas.

Conviene distinguir entre eficiencia del filtro y capacidad del filtro. La primera se refiere, como sabemos, al número de partículas retenidas; la segunda mide el límite de contaminación que puede tener un filtro antes de que se alteren las funciones del sistema que filtra, por falta de la cantidad necesaria de paso de líquido.

Los filtros coleccionan contaminación y se colman, de tal manera que ofrecen mayor resistencia al paso del líquido. El tiempo que transcurre desde la instalación del filtro hasta su colmatación es la vida útil de servicio, que se mide normalmente en horas de funcionamiento o en tiempo de calendario.

Conviene indicar que los efectos de la colmatación de un filtro son muy rápidos en su fase final, es decir, que la función del sistema se resiente muy rápidamente cuando se acerca el punto de colmatación del filtro. Los elementos o medios de filtración de los filtros se sitúan dentro de dos categorías:

- Elementos de filtración en superficie
- Elementos de filtración en profundidad

Se dice que un filtro tiene filtración en superficie cuando se retienen en la superficie de la malla filtrante las partículas cuyo tamaño supera el grado de filtración utilizado. Por tanto, la filtración en superficie disminuye siempre el caudal de líquido a su paso por el filtro, puesto que las partículas contaminantes forman una barrera superficial en la malla o medio fíltrame.

Por otra parte, se dice que un filtro tiene filtración en profundidad cuando las partículas contaminantes deben pasar por varias capas de mallas filtrantes, cuya porosidad disminuye en el sentido que avanza el líquido. Por tanto, las impurezas se reparten a lo largo de las capas, de acuerdo con su tamaño.

La filtración en superficie es una filtración absoluta, es una filtración de seguridad, en el sentido que asegura un líquido con bajo contenido de partículas contaminantes. El medio de filtración en superficie da lugar a un filtro de tamaño pequeño (solo tiene una barrera), que se puede limpiar con facilidad. Sin embargo, es de costo superior, si se tiene en cuenta el control de porosidad

estricto durante la fabricación. Presenta, sin embargo, una característica muy favorable, y es la resistencia a la migración de partículas.

La filtración en profundidad limpia el líquido dirigiéndolo a través de varias capas o barreras filtrante cada una de ellas de distinta porosidad. De aquí el término de filtración en profundidad. La impureza pueden salvar una capa, pero quizás no la siguiente, debido a la distinta porosidad de la barrera que encuentran y a los cambios de velocidad y de dirección que tiene el líquido. Las impurezas tienen la tendencia a migrar de una barrera a otra interior, sobre todo cuando hay pulsaciones de presión. Este hecho se produce porque las impurezas se desplazan a lo largo de la barrera que inicialmente las retuvo, y es posible que encuentren orificios de tamaño suficiente para permitir el paso hacia la capa siguiente. Las ventajas del filtro con filtración en profundidad es su capacidad para retener partículas muy finas, y también el hecho de que el costo de fabricación es menor, debido a que los controles de porosidad de la malla filtrante durante el proceso de fabricación son menores.

3.10. FILTRO DE LA TUBERÍA PRINCIPAL.

El filtro de la tubería principal está instalado a la entrada de la bomba impulsada por el motor en un lugar más bajo del sistema. Observe la forma del colador de malla bien fina. Esta construcción proporciona una gran superficie de filtración en una unidad compacta. La malla ordinaria de alambre grueso refuerza el colador. El agua y el polvo tienden a acumularse en el fondo del sistema se sacan abriendo el grifo de desagüe. El grifo de desagüe puede asegurarse a la tuerca de orejetas de la abrazadera de la tapa, o el filtro puede tener un grifo de

desagüe con una característica de cierre automático. La malla puede quitarse fácilmente para limpiarla.

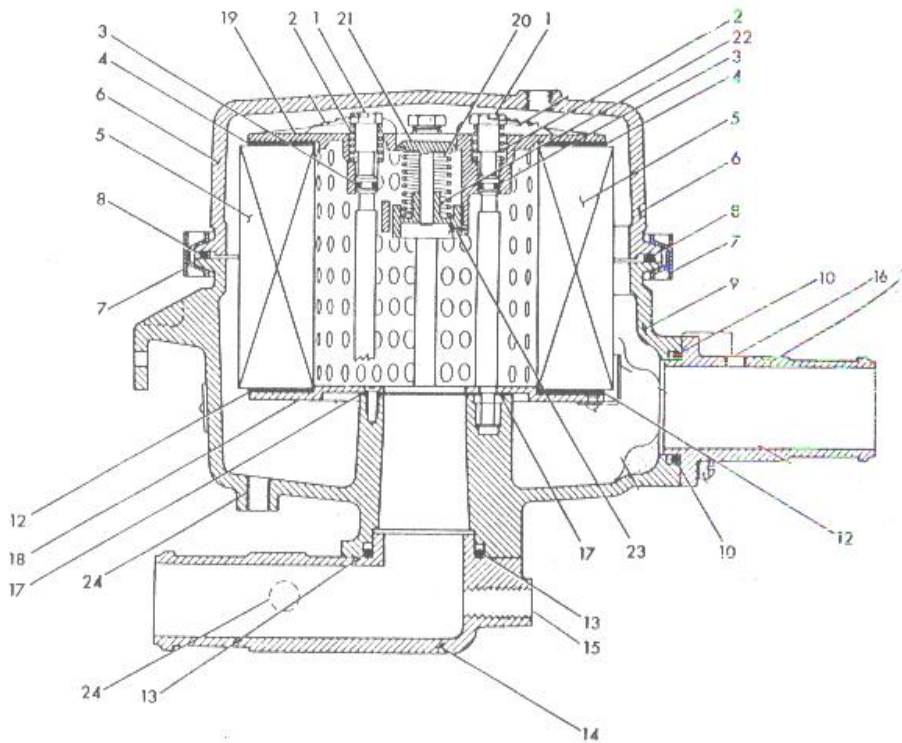


Figura 3.2. Filtro principal del sistema de combustible

- 1.- Perno de sujeción
- 2.- Resorte del perno de sujeción
- 3.- Obturadores anulares de los pernos de sujeción
- 4.- Empaquetadura del elemento (Superior)
- 5.- Elemento del filtro micrónico
- 6.- Conjunto de la tapadera
- 7.- Abrazadera de la tapadera a la caja
- 8.- Obturador anular de la tapadera a la caja
- 9.- Conjunto de la caja

- 10.- Obturador anular del tubo de entrada
- 11.- Tubo de entrada
- 12.- Empaquetadura del elemento (Inferior)
- 13.- Obturador anulador del tubo de salida
- 14.- Tubo de salida
- 15.- Lumbrera preceptora de presión (Baja)
- 16.- Lumbrera preceptora de presión (Alta)
- 17.- Empaquetadura del conjunto de la base
- 18.- Conjunto de la base
- 19.- Tapadera del elemento
- 20.- Resorte de la válvula de elevación o de vástago
- 21.- Válvula de elevación o de vástago
- 22.- Guía de la válvula de elevación
- 23.- Chaveta de la guía de la válvula de elevación
- 24.- Orificio de la válvula de vaciado

3.11. BOMBAS DEL COMBUSTIBLE.

3.11.1. Bomba reforzadora de combustible.

La función principal de la bomba reforzadora del combustible tipo centrífuga con serie 5225 modelo A 7048, es suministrar combustible bajo presión de uno o más tanques a la entrada de la bomba impulsada por el motor. Esto es necesario particularmente a grandes alturas, para evitar que la presión en el lado de succión de la bomba impulsada por motor llegue a ser tan baja que permita que el combustible "hierva". La bomba reforzadora se usa también para pasar combustible de un tanque a otro y para suministrar combustible bajo presión para

el cebado y para la puesta en marcha del motor, Cuando está equipada con un control de dos velocidades o de velocidad variable puede servir como una unidad de emergencia para suministrar combustible al regulador en caso de que falle la bomba impulsada por el motor.

Estas bombas están montadas en el fondo del depósito de combustible están impulsadas por un motor eléctrico consiste de una malla protectora, una caja con un acoplamiento de salida y un impulsor rotativo. El combustible entra en a la caja a través de la malla, pasa por el impulsor y es descargado por el orificio de salida, ejecuta dos trabajos.

1.- Separa el aire y los vapores del combustible .

2.- Descarga combustible bajo presión. La fuerza centrífuga causada por la rotación del impulsor suministra la presión de salida, por lo tanto la velocidad del motor de la bomba determina la presión de la bomba.

Las bombas centrífugas no son bombas de desplazamiento positivo. Por ello no se necesita una válvula de relevo. Des este modo cuando se detiene el obstruyendo el tubo de salida, se experimentará un aumento de presión, véase en la figura 3.3.

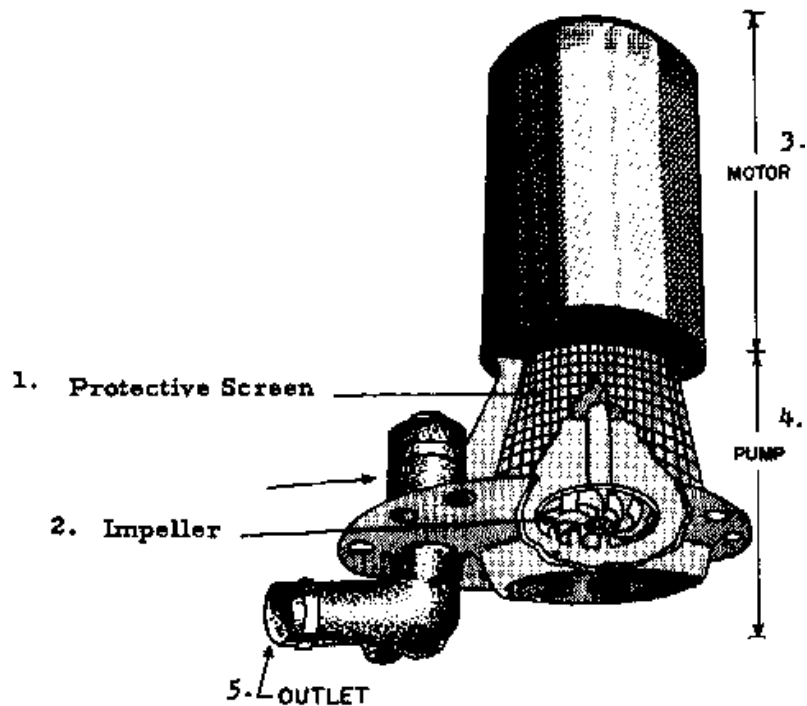


Figura 3.3. bomba reforzadora

3.11.2. BOMBA REFORZADORA TIPO CENTRÍFUGO.

La bomba reforzadora de serie 5295 modelo A 7048 está montada a la salida del tanque, en un colector de aceite desmontable, o sumergida en la celda del combustible. Observe que la bomba reforzadora en la figura 3.4 tiene un impulsor movido por un motor eléctrico. Esta es una bomba de tipo centrífugo. Las obturaciones entre el impulsor y la sección de potencia evitan el escape del combustible o vapores dentro del motor. Cualquier líquido o vapor que as escape más allá de la obturación escapa por la purga. Como una precaución adicional, se hace circular aire alrededor del motor.

Al entrar el combustible del tanque a la bomba al impulsor giratorio la arroja hacia fuera a gran velocidad el combustible es forzado a través de la salida

dentro del sistema. El aire y el vapor, siendo mas livianos que el combustible se acumula dentro del impulsor y regresan al tanque. Como una bomba de tipo centrífuga no tiene un desplazamiento positivo, no es necesaria una válvula de alivio.

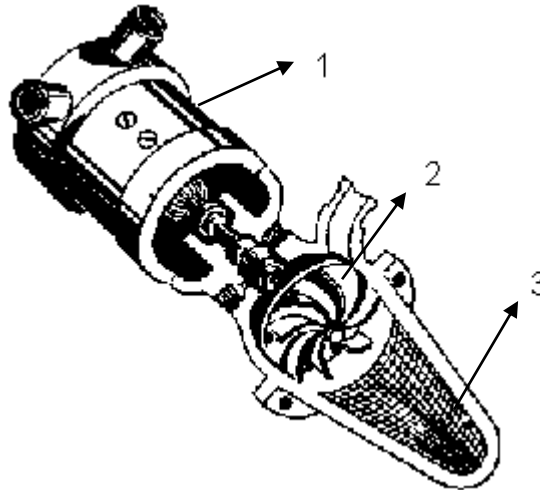


Figura 3.4. Bomba centrífuga

- | |
|--------------------|
| 1.Motor |
| 2.Bomba centrífuga |
| 3. filtro |

3.11.3. Bomba de combustible impulsada por el motor.

La bomba de combustible impulsada por el motor debe de abastecer de combustible al carburador u otro dispositivo medidor a la presión especificada para la unidad en particular.

Esta presión debe de ser uniforme y no debe haber interrupción de suministro de combustible.

La bomba impulsada por el motor está usualmente montada en la sección de accesorios. El rotor del motor, con sus paletas deslizantes es impulsada por los piñones por medio de engranajes accesorio. Una obturación evita escapes en el lugar donde el eje impulsor entra en la bomba y una purga lleva hacia afuera cualquier combustible que se escape mas allá de la obturación. Como el combustible proporciona una suficiente lubricación no es necesario un lubricación especial.

La bomba de combustible impulsada por el motor esta diseñada de manera que bombee en cualquier dirección con igual eficiencia. Para invertir la dirección de rotación la válvula de alivio se debe demostrar girando a ciento ochenta grados e reinstalarse en el sentido contrario al desmontaje.

Antes de instalar una bomba compruebe siempre la posición de la válvula de alivio de acuerdo con la placa de instrucción adherida a la cubierta. Si la válvula de alivio esta colocada en posición incorrecta, todo el combustible será de vuelta a la entrada de la bomba y ninguno llegará a la cámara de combustión.

La bomba impulsada por el motor tiene una válvula de derivación de manera que el combustible pueda fluir alrededor del rotor cuando la bomba no está girando. En la ilustración que muestra el flujo da derivación, se abre esta válvula de manera que la bomba reforzadora puede enviar combustible directamente al carburador. De esta manera el combustible no pasa por la bomba impulsada por el motor, durante el arranque y en caso de falla de esta misma bomba.

3.12. Descripción general de las bombas de combustible.

El sistema de combustible de esta maqueta está equipado de cinco bombas reforzadoras de combustible. Una bomba esta en cada uno de los tanques interiores, una en un adaptador que está unido a cada tanque del borde de ataque y una en el tanque del fuselaje. Todas Las bombas son del tipo centrífugo que tienen un eliminador de vapor como parte integral. El impulsor de cada una de las bombas es movido por un motor eléctrico. La armadura de este motor está arrollada en el eje al cual está sujeto al impulsor.

La bomba tiene cojinetes de bola en el extremo del eje que da hacia el motor y un cojinete de carbón en el extremo que da hacia el impulsor.

3.13. INDICADORES DE LA CANTIDAD DE COMBUSTIBLE.

Los indicadores de la cantidad de combustible son necesarios para que el piloto pueda saber cuanto combustible hay en los tanques durante el consumo de combustible de los motores en las operaciones diversas de la aeronave. Hay cuatro tipos generales: de tubo da cristal, mecánico eléctrico y electrónico. El tipo depende del tamaño del avión.

En el simulador encontramos un tipo de boya (mecánico eléctrico) que descuenta el combustible del tanque principal en galones, graduado numéricamente con indicaciones de vaciado y llenado y la advertencia al piloto de una luz ámbar en el tablero de control.

3.14. CONTADOR DE COMBUSTIBLE

El contador de combustible consiste en un transmisor y en un indicador. Un transmisor está instalado en una tubería en la entrada de combustible al motor, donde mide la velocidad del flujo de combustible. El transmisor está eléctricamente conectado al indicador, el cual está ubicado en la cabina y muestra el consumo de combustible en libras por hora. La lectura del contador es una ayuda valiosa para el piloto y el ingeniero al planear vuelos de largo recorrido.

3.15. MANÓMETRO DE AGUJA DEL DESCOTADOR DE COMBUSTIBLE.

El manómetro de combustible mide la diferencia de presión entre el combustible y el aire que entra al carburador por las entradas respectivas. Así pues, el instrumento indica la presión verdadera de combustible disponible a la entrada del carburador. Hay dos conexiones en la caja de instrumento: una de ventilación y una conexión de combustible, la ventilación debe estar conectada a la entrada de aire del . La falla en la ventilación apropiada del manómetro resultará en una lectura incorrecta a grandes altitudes. Una tubería conduce desde la conexión de combustible en la caja de instrumentos hasta la conexión del manómetro de combustible en el carburador.

3.16. SEÑALES DE ADVERTENCIA DE LA PRESIÓN.

En un avión con varios tanques, hay peligro de dejar que el combustible en el tanque se agote antes de cambiar la válvula selectora a otro. Para evitar esto

hay instalada señales de advertencia de la presión en algunos aviones. La instalación completa consiste en un mecanismo de advertencia de la presión y una luz de aviso. El mecanismo de advertencia se coloca tan cerca como sea posible a la fuente de presión; la luz esta ubicada en el tablero de instrumentos. En el detalle de mecanismo de advertencia, observe las conexiones del combustible y del aire. La marcada de combustible esta conectada a la tubería de presión de combustible hacia el carburador. La conexión de aire está conectada a la presión de entrada de aire del carburador. La conexión de aire esta conectada a la presión de entrada de aire del carburador. La presión normal de combustible en la superficie interior del diagrama mantiene los contactos separados. Cuando la presión del combustible desciende mas debajo de los límites de seguridad de funcionamiento, los contactos se cierran y la luz de advertencias se enciende. Si no se conecta apropiadamente el mecanismo de advertencia puede resultar en un aviso retardado o en ningún aviso.

3.17. VÁLVULAS.

3.17.1. Válvulas de control

La válvula selectora es de tipo manual ubicada en la parte media del lado izquierdo de la maqueta es instalada en el sistema de alimentación de combustible para la selección de los diferentes tanques del motor. Para el sistema de alimentación cruzada y para el traslado de combustible. El tamaño y el número de los conductos (aberturas) varían con el tipo de instalación. Por ejemplo, un avión de un solo motor con dos tanques de combustible y una existencia de

reserva requiere una válvula con cuatro conductos – tres de entrada desde los tanques y una salida común. La válvula debe acomodar la capacidad de flujo total de la tubería de combustible, no debe tener escapes y debe funcionar fácilmente con una “sensación” o un sonido de “click” definido cuando está en la posición correcta. Las válvulas selectoras pueden funcionar manual o eléctricamente. Observe la boquilla en la válvula selectora del tipo de vástago. Un tubo o barrilla está unido a esta horquilla de manera que se puede hacer girar desde la cabina. Válvulas que funcionan eléctricamente tienen un servomotor o motor en lugar de una horquilla. Los tres tipos principales de válvulas selectoras son las de vástago, de cono, y de disco.

3.17.2. Válvulas de retención.

Existen Varias válvulas de retención instaladas en el sistema de combustible para evitar que el combustible fluya en la dirección equivocada. Cada una de estas válvulas de retención existe en una caja cilíndrica en la cual se encuentra situada un disco articulado con tensión de resorte. El combustible fluye en la dirección deseada forzando al disco o chapaleta para que se abra contra la tensión del resorte. El flujo en dirección contraria fuerza al disco de chapaleta a que se cierre contra una pestaña. Una pequeña flecha que está estampada en la caja de cada válvula indica la dirección del flujo.

3.17.3. Válvula selectora del tipo vástago.

La válvula selectora de tipo de vástago tiene una válvula en cada abertura

de entrada. Una leva en el mismo eje que la horquilla abre las válvulas de vástago cuando se hace girar la horquilla. Observe cómo la leva levanta la válvula de vástago superior de su asiento cuando la manivela de control se pone en el tanque número dos. Esto abre el paso desde este tanque al motor. Al mismo tiempo, una parte levantada de una placa indicadora cae dentro de una muesca al lado de la lava. (Vea el detalle del mecanismo de indicación). Esto produce el "click" que indica que la válvula está en la posición de completamente abierta. Coloque siempre al tacto la manivela de control en vez de usar la marca del cuadrante indicado.

El mecanismo de indicación también mantiene la válvula en la posición deseada y evita el deslizamiento debido a la vibración del motor. Algunas válvulas tienen más de una parte levantada en la leva, de manera que se pueden abrir el mismo tiempo dos o más conductos véase la figura 3.5.

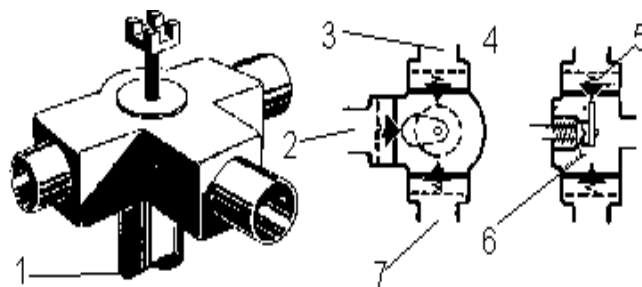


Figura 3.5. válvula selectora del tipo vástago

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 1.- Salida 2.- Tip Tanque 3.- Tanque del borde de ataque 4.-Leva 5.- Válvula de vástago 6.- Mecanismo de indicación |
|--|

3.17.4. Válvula selectora del tipo cono.

La válvula selectora del tipo de cono tiene una cubierta ya sea toda de metal o de aluminio con una superficie de corcho. El cono, que se ajusta dentro de la cubierta, gira por medio de un control en la cabina. Para abastecer combustible desde el tanque conveniente, el control de la cabina se hace girar hasta que los pasajes en el cono se alineen con las aberturas correctas en la cubierta. Un mecanismo de indicación ayuda a colocar y mantener el cono en la posición apropiada. Algunas válvulas del tipo de cono tienen un mecanismo de liberación de la fricción que reduce la torsión giratoria y se puede ajustar para evitar escapes véase figura 3.6.

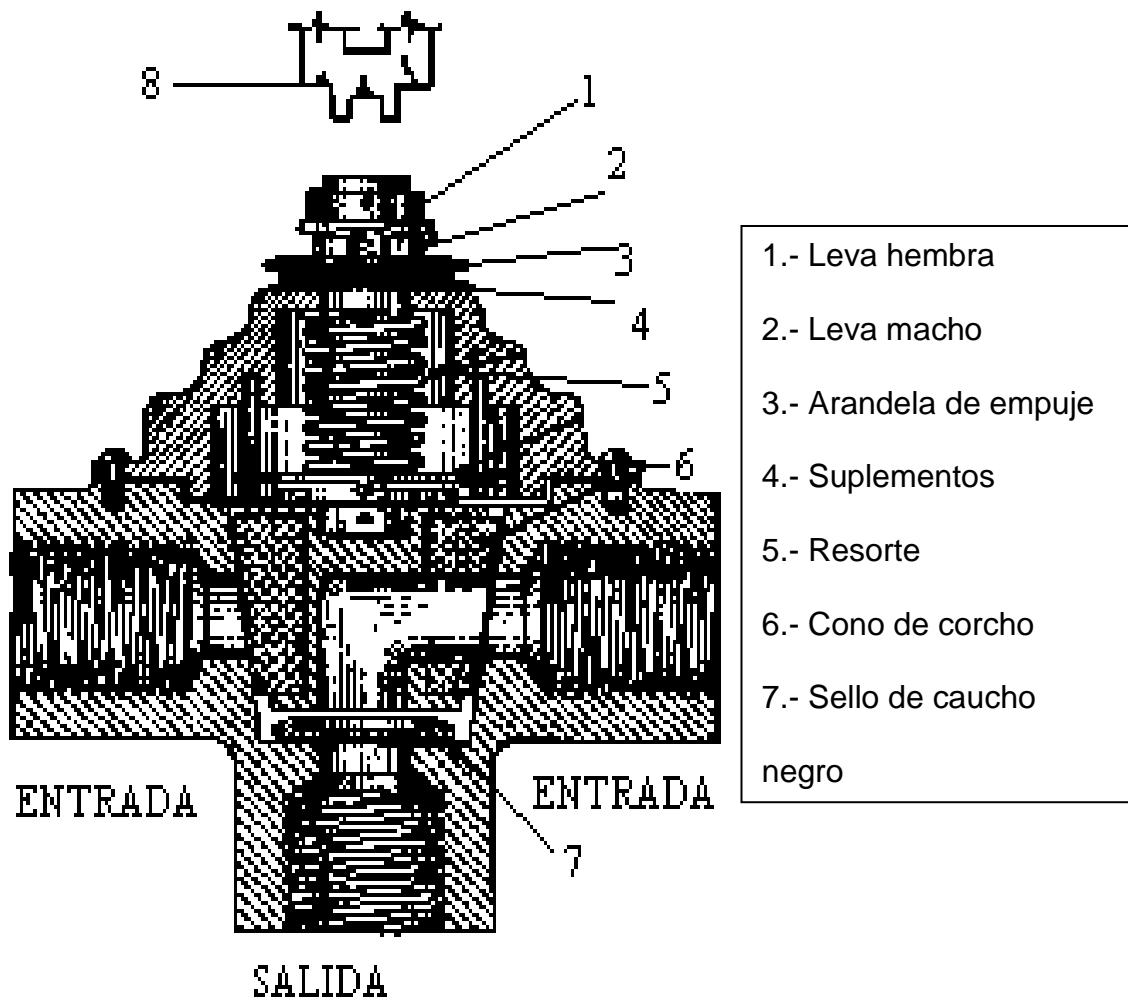


Figura 3.6. Válvula Selectora del Tipo Cono.

3.17.5. Válvula selectora del tipo disco.

El rotor de la válvula selectora del tipo de disco encaja dentro de un orificio cilíndrico en el cuerpo de la válvula. Observe que el rotor tiene un conducto abierto y varios discos obturadores uno para cada conducto en la cubierta. Para escoger un tanque, se hace girar el rotor hasta que su conducto abierto se alinee con el conducto por el cual se desea el flujo de combustible. Al tiempo, los discos obturadores cubren las otras aberturas para evitar el flujo de combustible. Un resorte en cada disco obturador lo mantiene contra la superficie del orificio cilíndrico y asienta el disco sobre la abertura que cubre. El detalle del mecanismo de indicación muestra cómo la bola de resorte es forzada dentro de una depresión en el anillo de trinquete cuando los conductos están alineados apropiadamente. En una posición, el rotor cubre todos los conductos de entrada y cierra el flujo de todos los tanques véase figura 3.7.

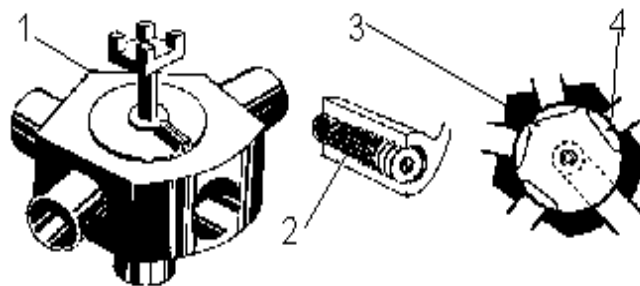


Figura 3.7.. Válvula selectora del tipo disco.

- | |
|-----------------------------|
| 1.- Cuerpo de la válvula |
| 2.- Mecanismo de indicación |
| 3.- Mecanismo del rotor |
| 4.- Disco obturador |

3.17.6. Válvula de cierre.

Las válvulas de cierre tienen dos posiciones abierta y cerrada. Están instaladas en el sistema de manera que se pueda cerrar el flujo para evitar pérdidas de combustible cuando está dañada una parte del sistema. En algunas instalaciones, esta se usan para controlar el flujo durante el traslado del combustible. Son operadas manual o eléctricamente. Algunos sistemas tienen válvulas operadas por solenoide, de dos posiciones, para la selección del tanque motor, estas se clasifican en:

Válvula de cierre de vástago.

Válvula de cierre motorizada de compuerta

3.17.6.1 Válvula de cierre motorizada de compuerta

La válvula se abre o cierra cuando hace girar el impulsor. El impulsor está empalmado a un brazo que baja la compuerta hacia la posición abierta o la sube hacia la posición Cerrada véase en la figura 3.8.

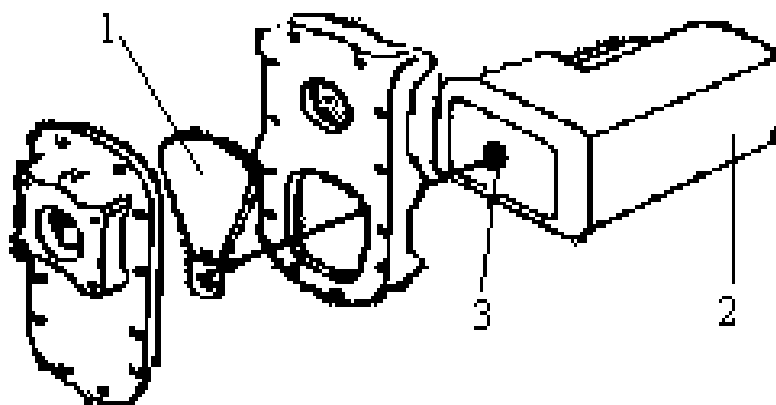


Figura 3.8. Válvula de compuerta.

- | |
|--------------|
| 1.-compuerta |
| 2.-motor |
| 3.-impulsor |

3.17.7. Válvulas del flotador

Tres válvulas del flotador de parte EA 565 WP675 van montadas en la superficie de arriba del tanque de combustible para controlar la transferencia de combustible de los tanques lanzables desde los tanques de borde de ataque y de los tanques anteriores. Las válvulas son operadas por los cambios en el nivel de combustible que hay dentro del tanque de fuselaje cada válvula del flotador consiste esencialmente en un flotador de corcho, en un diafragma de caucho y una válvula piloto y una válvula principal de elevación. La válvula piloto es accionada por el flotador. Cuando el nivel de combustible es suficientemente alto, la válvula piloto se cierra y la presión de combustible es aplicada a la superficie inferior del diafragma de caucho ala válvula principal a través de huecos de sangrado que se encuentran en el vástago de la válvula principal y mantienen la válvula principal cerrada. Cuando el nivel de combustible disminuye la válvula piloto se abre para relevar la presión que hay en la superficie inferior de diafragma de caucho. Una válvula de retención de bola se encuentra en la válvula principal es accionada por el vástago de la válvula piloto. Cuando la válvula piloto se abre, la válvula de retención de bola cierra la presión que va a la parte inferior del diafragma de caucho. El combustible entonces es admitido al tanque del fuselaje a través de las válvulas.

Descripción da la Figura

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| 1. Empaquetadura. | 9. Flotador |
| 2. Filtro | 10. Diafragma |
| 3. Retención de bola. | 11. Guía de la válvula |
| 4. Caja. | 12. Retenedor del diafragma |
| 5. Huecos de sangrado. | 13. Protector |
| 6. Válvula de vástago o elevación | 14. Válvula piloto |
| 7. Anillo de retención. | 15. Anillo de retención |
| 8. Protector. | 16. Codo |
| | 17. Tubo de entrada |

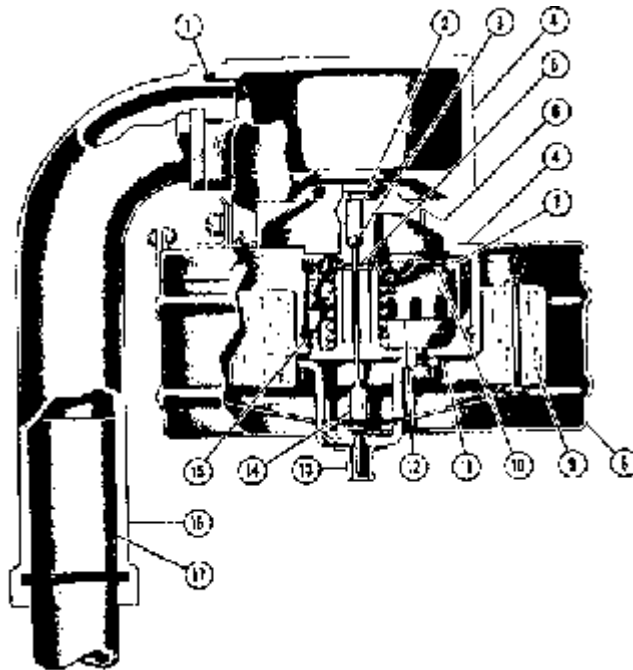


Figura 3.9. Válvula flotadora

3.17.8. Funcionamiento de la válvula solenoide de derivación de combustible.

La válvula permanece cerrada hasta que la válvula del solenoide es activado colocando el interruptor de derivación de combustible en la posición "bay - pass" número de serie AF 53 - 4886. La derivación permanecerá abierta siempre que se tenga aplicada la energía eléctrica véase la figura 3.10.

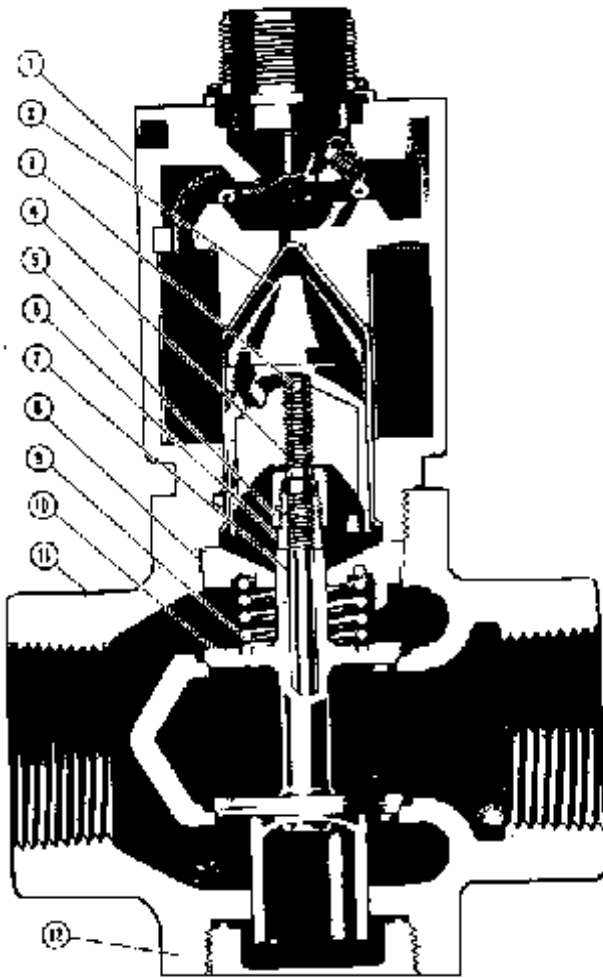


Figura 3.10. Válvula solenoide

1. Conjunto solenoide
2. Armadura
3. Pasador de seguridad
4. Eje
5. Tuerca giratoria
6. Buje giratorio
7. Vástago
8. Guía superior
9. Resorte
10. válvula de elevación o de
vástago
11. Caja
12. Tapadera

3.17.9. Válvula de paso operada por motor.

La válvula de paso de combustible operada por el motor serie número AF 53 – 48886 está situada en el tubo principal de combustible entre el tanque del fuselaje y el filtro micrónico de combustible. La válvula es de servicio intermitente, de tipo deslizante y esta operada por un interruptor que se encuentra en cada una de las cabinas.

Existen varias válvulas de retención para evitar que el combustible fluye en la dirección equivocada en dicho sistema. Cada una de estas válvulas de

retención consiste en una caja cilíndrica en la cual se encuentra situado un disco articulado con tensión del resorte.

3.18. TRANSMISOR DE LA CANTIDAD DE COMBUSTIBLE

3.18.1. Contador de flujo de combustible

El contador de flujo de combustible serie AN 89060 – 76 esta situado en la caja de accesorios del motor entre la válvula de doble retención del sistema principal del contador de combustible de puesta en marcha. Este medidor es un instrumento de medición volumétrica del tipo del émbolo oscilante es adecuado para operar a un régimen de flujo de veinte a mil doscientos galones por hora. La exactitud del registro del registro del medidor se encuentra mas o menos bajo presiones normales de presión y temperatura. La unidad medidora acciona eléctricamente a un contador restador que se encuentra situado en el tablero auxiliar de instrumento. El contador tiene que ser siempre ajustado para que indique la cantidad exacta que hay en el sistema en el momento de accionamiento.

La cantidad de combustible a medida que se usa es restada continuamente de la cantidad original que muestra el contador el cual siempre indica la cantidad de combustible que queda en los tanques. Este medidor no indica régimen de flujo.

El movimiento del émbolo es trasladado por la proyección superior de su eje a otro eje que impulsa un imán permanente. Este imán induce movimiento rotativo a un segundo imán que se encuentra en el lado opuesto del sello del metal. El segundo imán mueve al tren de engranaje que va un micro interruptor que va operado por una leva. Los impulsos eléctricos que vienen del micro interruptor; accionan el mecanismo contador, el cual indica la cantidad de combustible que permanece en los tanques.

Una válvula de desahogo esta contenida dentro del medidor de flujo para permitir un flujo normal en caso que se atascara el elemento medidor.

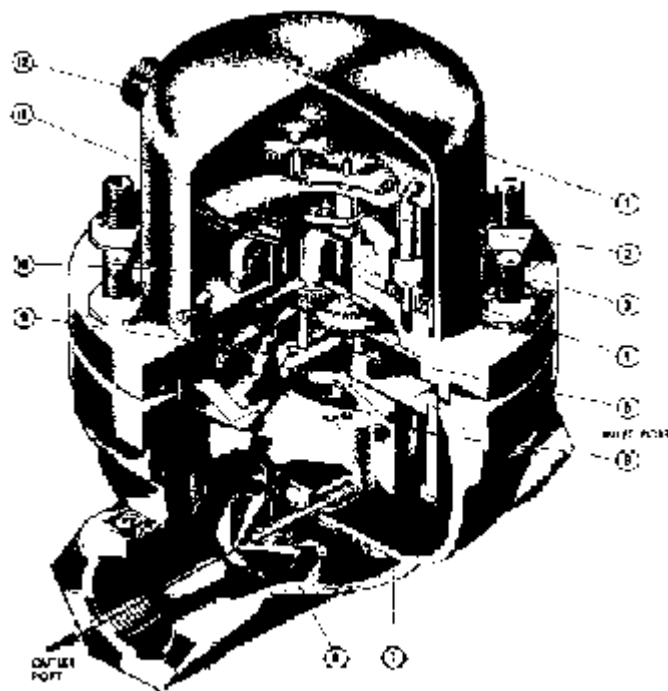


figura 3.11. Descontador de combustible

1. Caja de la unidad contactora
2. leva

3. espárrago de montaje
4. Imán impulsor
5. Brazo impulsor
6. Émbolo
7. Diafragma
8. Válvula de derivación
9. Pasador impulsor
10. Imán seguidor
11. Micro interruptor
12. Receptáculo

3.19. TRANSMISOR DE PRESIÓN DE COMBUSTIBLE.

Un transmisor de presión de combustible serie AF 50 – 385 esta situado en la parte inferior izquierda de la maqueta. El transmisor es una caja fundida de aleación da aluminio dividida en dos cámaras por un diafragma flexible. La mitad de la caja a la cual va conectado el tubo transmisor que va al medidor es la caja de salida.

Un disco de diafragma y un conjunto de émbolo está incluido en la caja de entrada de presión, con el fin de centrar y sujetar el diafragma cuando el lado de salida de presión del sistema se llena de fluido. Una válvula de retención con tensión de resorte ha sido Instalada en la parte inferior de la caja de salida de presión para evitar la pérdida de fluido o la entrada de aire, cuando se quita el

tubo de suministro de fluido después de llenar el instrumento. El tubo de presión que va al indicador se llena con fluido de brújula.

3.20. OPERACIÓN DE FUNCIONAMIENTO LA MAQUETA DE COMBUSTIBLE DEL AVIÓN T – 33 A

Para la operación de funcionamiento adecuada de la maqueta debemos seguir los siguientes pasos:

- a. Conectar la fuente de 210 voltios al transformador de corriente alterna a continua.
- b. Antes de energizar la línea verificar el voltaje hacer utilizado.
 - Encienda el transformador con el interruptor en posición ON que transformará la corriente alterna de 210 voltios en continua a 24 – 28 voltios.
 - Verificar que la luz roja se encuentra encendida.
- c. Conectar el interruptor principal de la maqueta en posición ON.
 - Verificar si el depósito master esta con combustible.
 - Verificar que la luz roja se encuentre encendida.
 - Verificar si las luces del control del tablero se encuentran encendidas.
 - Verificar el switch se encuentra en posición desactivada de la válvula de corte.
 - Verificar que los switch del consumo de los tanques se encuentre en posición de apagado.

- Verificar si el circumbreaker del switch master no este roto.
- d. Conectar el interruptores en posición ON que accionarán la bomba eléctrica del tanque master y el accionamiento del compresor.
- Verificar este accionamiento con el ruido de la bomba eléctrica.
 - Verificar el encendido del switch de compresión con el encendido del interruptor en ON de igual manera con el ruido del compresor.
- e. Con la válvula selectora de paso de combustible se seleccionará los diferentes tanques: principal, fuselaje, internos del ala, borde de ataque y el del punta del ala.
- Verificar que el tapón de drenaje este cerrado.
- f. El retorno del combustible hacia el tanque master se lo realizara por medio de los interruptores los mismos que encienden luces indicadoras de llenado y vaciado de combustible.
- g. Se encuentra en el tablero eléctrico luces indicadoras de nivel bajo de combustible del tanque principal en el cual se encuentran las válvulas flotadoras de los distintos tanques de la maqueta.
- h. El apagado del sistema se lo realizara en forma contraria al encendido.

- i. Para la simulación de consumo de combustible del tipo tanque se lo realizara apagando la bomba eléctrica del tanque master.

3.21. MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE.

3.21.1. Válvula de derivación de combustible.

- a. Quite las guías de entrada que sujetan en su lugar la válvula de derivación, la válvula de paso y la válvula de retención.
- b. Quite los tornillos que sujetan en su lugar la válvula de paso operada por motor.
- c. Quite la válvula de derivación, la válvula de paso y la válvula de retención como una sola unidad.

3.21.2. Manera de desmontar la válvula de paso operada por motor.

Esta válvula se quita junto con la válvula solenoide de derivación de combustible.

Teniendo precaución con los elementos que componen esta.

Las conexiones de la válvula de paso deberán ser identificadas con colores para tener la facilidad de montar.

La válvula será identificada para mayor facilidad de montarla.

- a. Desconecte el cable eléctrico de la válvula,

- b. Desconecte las tuberías de combustible en la válvula.
- c. Quite los dos pernos que sujetan la válvula contra el soporte y quite la válvula.

3.21.2.2. Instalación de la válvula de paso operada a motor.

- a. Invierta el procedimiento que se utilizó para quitarla.
 - . Limpie el exterior de las válvulas y el accionador en la caja de la válvula, y en la conexión eléctrica del impulsor.
 - c. Aplique una capa gruesa de barniz, que sea resistente a la gasolina y al aceite.
- Válvula de retención.

3.21.3. Manera de desmontar el medidor de flujo de combustible.

- a. Desconecte el cable eléctrico en el medidor de flujo.
- b. Desconecte el tubo da salida en el codo de acoplamiento.
- c. Quite las seis tuercas que sujetan al medidor de flujo al brazo de montaje y saque la unidad del motor.

3.21.3.1. Mantenimiento del medidor de flujo de combustible.

Se requiere muy poco mantenimiento para este medidor, salvo ver que se encuentre en condiciones perfectas de operación. Debe cuidarse contra materias

extrañas tales como aire, sedimento y agua para que no entren en la cámara medidora.

- a. El líquido que pase por la máquina medidora tiene que estar libre de arenilla u otra clase de sedimento de manera que se evite la fricción innecesaria y que no raye las paredes del émbolo y de la cámara.
- b. Como quiera que este instrumento mida volúmenes, el medidor registrará el paso de aire lo mismo que el líquido que se está midiendo.
- c. El agua que pase ocasionalmente no causará daños al medir.

Las dificultades que surjan en esta fuente pueden esperarse que sean el resultado de que el agua permanezca en el medidor por considerable periodo de tiempo.

3.21.4. Manera de desmontar el transmisor de presión de combustible.

- a. Desconecte el tubo de entrada de presión en el dispositivo de desconexión rápida.
- b. Desconecte y tape inmediatamente en el transmisor el tubo de salida de presión.

c. Quite los tornillos de sujeción y quite el transmisor.

3.21.4.1. Instalación del transmisor de presión de combustible.

a. Invierta el procedimiento que se utilizó para quitarlo.

3.21.4.1.1. Precaución al instalar

No quite ni afloje los espaciadores de montaje o los tornillos de la pestaña ya que ellos han sido apretados a una torsión definida.

3.21.4.2. Manera de montar el transmisor de presión de combustible.

3.21.4.2.1. Precaución

Use solamente el fluido de brújula.

a. Afloje la contratuerca y destornille de la parte roscada del vástago. Empuje el botón hacia adentro y hágalo girar hacia la derecha.

3.21.5. Manera de desmontar las válvulas del flotador.

a. Quite los tornillos que sujetan el conjunto de placa de la válvula de flotador contra el tanque.

- b. Quite los tornillos que sujetan el forro superior del tanque a la estructura de la maqueta y el soporte de la placa de la válvula de flotador como una sola unidad.
- c. Quite el conjunto
- d. Quite los cuatro pernos que sujetan la válvula de flotador a la placa y quite la válvula de flotador.

3.21.5.1. Manera alterna de desmontar las válvulas de flotador.

- a. Quite la Tapadera del hueco de inspección del tanque del fuselaje.
- b. Trabajando por el hueco de inspección, quite los pernos que sujetan la válvula de flotador a la placa de la válvula de flotador
- c. Desconecte la válvula de flotador de los tubos del tanque y quite la válvula.

3.21.5.2. Instalación de las válvulas de flotador.

Invierta el procedimiento que utilizó para quitar las válvulas, si se ha quitado el codo de la válvula de flotador, asegúrese de que el obturador anular es

instalado en la conexión antes de instalar la válvula al codo. Asegúrese de que el obturador anular está instalado en la parte inferior del codo antes de conectar la válvula a la tubería dentro del tanque.

3.21.5.2.1. Precaución al instalar

Al reemplazar el conjunto de la tapadera, apriete los pernos a 40 libras pulgada como mínimo y a 50 libras pulgada como torsión máxima.

3.21.6. Manera de desmontar la bomba reforzadora del tanque del borde de ataque.

3.21.6.1. Advertencia

Al activar el circuito no conecte o desconecte el alambrado eléctrico que va a la bomba véase figura 3.2.6.1.1.

- a. Saque el combustible del tanque.

- b. Quite toda la tubería que se encuentra en el área del flap de picada y que pueda interferir con el desmontaje de la bomba.

- b. Desconecte la tubería y los cables eléctricos de la bomba.

d. Quite los anillos que sujetan la bomba y su adaptador al refuerzo del borde de ataque.

e. Quite al brazo de soporte de la bomba.

f. Quite la bomba y su adaptador.

3.21.7. Instalación de la bomba reforzadora del tanque del borde de ataque.

Invierta el procedimiento que se utilizó para su desmontaje. En los tanques Firestone de combustible, dele una torsión de 40 a 50 libras de pulgada a los tornillos de sujeción.

NOTA

En los tanques de combustible se deben volver a apretar los tornillos por lo menos una hora después de haberlos apretado inicialmente y con preferencia cuatro horas después de haberlo apretado inicialmente.

No corte los alambres eléctricos de las bombas para acortarlos. Enrolle los alambres y póngales cinta adhesiva hasta obtener la longitud deseada. Use una nueva empaquetadura en el adaptador cada vez que se instala la bomba reforzada.

3.21.8. Bombas reforzadoras del tanque interior del ala y del fuselaje.

El tanque de fuselaje y cada uno de los tanques posteriores internos del ala están equipados con una bomba de tipo sumergido. La única diferencia entre la bomba de tanque interior del ala y la bomba del tanque de fuselaje es el cuello de salida. La bomba del tanque interior con el tubo que lleva el combustible hacia fuera a través del lado de adentro del tanque. El cuello de salida de la bomba del tanque de fuselaje se extiende hacia abajo en el lado de afuera de la pestaña de montaje.

3.21.8.1. Mantenimiento de la bombas reforzadoras de combustible.

Las bombas no requieren mantenimiento a menos que comiencen a fallar. La dificultad generalmente estará indicada por un consumo excesivo de corriente mientras la bomba esté funcionando.

3.21.9. Manera de desmontar el elemento del filtro de combustible

- a- Desconecte el tubo de ventilación, quite la tuerca de retención de la caja y quite la caja.

- b- Quite la tuerca retenedora del elemento del filtro.

- c- Quite el anillo de compresión del elemento y quite el elemento.

3.21.9.1. Manera de desmontar el filtro de combustible

Desconecte y tape los tubos de entrada y salida de combustible desconecte y tape los tubos perceptores de alta y de baja presión. Desconecte y tape el tubo de inyección de fluido. Quite los pernos de sujeción y quite el filtro.

3.21.9.1.1. Precaución al desmontar

Antes de volver a colocar la cúpula del filtro, examine cuidadosamente para comprobar que no haya materia extraña en la caja del filtro o en el codo de salida. Si los tornillos de retención del elemento del filtro se destornillan cuando se están quitando la cúpula del filtro, es posible de que las arandelas que están debajo de la contratuerca del tornillo se caigan en la caja del filtro o en el codo de salida.

3.21.9.2. Montaje del filtro de combustible.

Un filtro micrónico de combustible va instalado en el tubo e presión mientras la bomba reforzadora del tanque del fuselaje y el motor. El filtro contiene una válvula de desahogo integral que esta ajustada parra que se abra entre tres y quince libras por pulgada cuadrada para asegurar un suministro de combustible en caso de que el elemento del filtro se llegase a obstruir. El filtro esta situado en el alojamiento de la rueda derecha. El tubo que va del filtro a la bomba impulsada por el motor esta equipado con un acoplamiento de desconexión rápida el elemento del filtro se puede remplazar sin quitar de la maqueta en la base del filtro.

3.21.10. Colector de combustible.

Un colector soldado de aluminio se encuentra situado en el tubo principal de combustible luego del filtro micrónico. El Vaciado se lleva a cabo abriendo una válvula de vaciado que tiene tensión de resorte y que se encuentra en la base del colector.

3.21.10.1. Manera de desmontar el colector de combustible.

Cierre la válvula de paso y vacíe el colector abriendo la válvula de vaciado. Coloque un recipiente debajo del colector y desconecte los dos tubos que van al colector. Quite los pernos del montaje y saque el colector.

3.22. Prácticas didácticas.

Estas prácticas se realizarán en las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico en el bloque cuarenta y dos en la sección de laboratorios en donde se encuentra ubicado la maqueta del sistema de combustible.

La revisión será de acuerdo al pensum de estudios del plantel en la cual el instructor estará a cargo de la enseñanza teórica como práctica establecidos en este tesis.

Se tendrá en cuenta la forma de operación de cada uno de los elementos y equipos como también los estándares, tomando el tiempo de esta ejecución no más de diez minutos.

Elaboración de un cronograma de un plan de mantenimiento periódico.

El mantenimiento a efectuarse en la maqueta se realizará tomando en cuenta la frecuencia de manipulación y la forma de trato adecuado a lo establecido en esta tesis.

CAPITULO IV

ELABORACIÓN DE INSTRUCTIVOS

4.1. CODIFICACIÓN DE LA MAQUETA DE SIMULACIÓN DE TRANSFERENCIA DE COMBUSTIBLE.

La maqueta de simulación de transferencia de combustible ubicada en el laboratorio de hidráulica; tiene los siguientes datos técnicos y especificaciones.

MFGR'S Parte No. 710863

MFGR'S Serie No. 201

Orden No. AF 14804

USAF – MTU

OT 33000418

4.2. STÁNDAR DE DURACIÓN DE CADA ENSAYO.

La duración de cada ensayo será aproximadamente de hasta diez minutos por cada tanque de combustible puesto que es el tiempo que se tarda en llenarse hasta un nivel alto de combustible para tener un buen desempeño del sistema y para que se pueda apreciar el flujo de alimentación.

Para el retorno de combustible hacia el tanque master se lo hará seleccionando el interruptor de flujo de combustible en la posición de retorno el mismo que se lo dejará de operar cuando visualmente se pueda apreciar el bajo nivel de combustible que no pasará en un lapso de diez minutos.

Es decir que toda la operación será concluida en treinta minutos, asumiendo que los treinta minutos se lo hará para dar una breve charla del sistema.

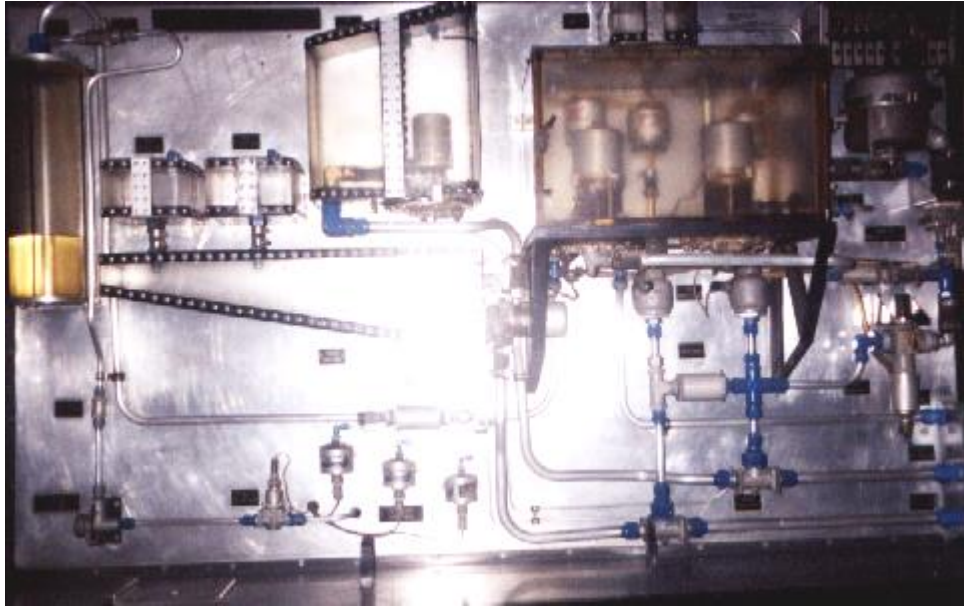


Figura 4.1 Sistema de transferencia de combustible de la maqueta

CAPITULO V

ELABORACIÓN DE REGISTROS

5.1. REGISTRO PARA PRÁCTICAS DIDÁCTICAS.

El formato de los registros de la práctica se encontrará en los anexos para el mejor desempeño en la prácticas realizadas por el alumno y una mejor organización para el instructor.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO
SUPERIOR AERONÁUTICO**

HOJA PRÁCTICA

**NOMBRE DEL INSTRUCTOR ENCARGADO:
NOMBRE DEL ALUMNO:
FECHA DE ELABORACIÓN DE LA PRÁCTICA:**

PROPÓSITO

DISPOSITIVOS USADOS

OBJETIVOS DEL EJERCICIO

MARCHA DEL EJERCICIO

PRUEBAS DE TRANSFERENCIA

TIP TANQUE
TANQUE DE BORDE DE ATAQUE
TANQUE INTERNO DEL ALA
TANQUE PRINCIPAL

**TIEMPOS
minutos**

CAUDAL DEL FLUIDO

TIP TANQUE
TANQUE DE BORDE DE ATAQUE
TANQUE INTERNO DEL ALA
TANQUE PRINCIPAL

**CAUDAL
Ltrs/min**

PRESION DEL FLUIDO

TIP TANQUE
TANQUE DE BORDE DE ATAQUE
TANQUE INTERNO DEL ALA
TANQUE PRINCIPAL

**PRESION
PSI**

CONCLUSIONES:

5.2 CARACTERÍSTICAS DEL COMBUSTIBLE

El combustible a manipular puede ser de gasolina de aviación con alto número de octanos, como para la que se requiere para motores de aviación de combate, o una gasolina para instrucción con un número inferior de octanos. Este producto viene coloreado con tintes distintivos verde y azul, respectivamente, para una mejor identificación.

5.2.2. Características físicas.

Generalidades

las características físicas del combustible para motores de aviación, ahí como para los efectos químicos descritos mas adelante, se mencionará brevemente.

El combustible de un alto número de octanos es un combustible compuesto, formado por una mezcla o combinación de productos de la destilación fraccionada del petróleo, y de hidrocarburos sintéticos como agentes disolventes, mas algunos agentes químicos como el plomo tetraetílico, elementos inhibidores y colorantes. Su cualidad principal es la desarrollar sin detonación o golpeteo el máximo de potencia en un motor de alta compresión o sobrealimentado, haciendo posible reducir el peso del motor de la aeronave por caballo de fuerza producido. A pesar de ser altamente inflamable, no es mas peligroso para almacenar o manipular que el combustible de un motor corriente.

5.2.3. Volatilidad del combustible

El término usado para indicar la tendencia inherente que tiene algunas sustancias a vaporizarse. Puede expresarse convenientemente en términos de presión de vapor, que una sustancia a una temperatura determinada. La presión del vapor aumenta cuando se eleva la temperatura de la sustancia.

Como la gasolina es una mezcla de varios hidrocarburos y la presión del vapor es influenciada preponderantemente por la clase y cantidad de los hidrocarburos mas livianos presentes, la volatilidad real no se determina solamente por la presión de vapor cuando la gasolina se usa en un motor.

5.2.4. Combustibilidad

Las gasolinas para motores de aviación, al igual que todos los hidrocarburos líquidos, son combustibles sólo en forma de vapor o gas cuando se mezclan con el oxígeno en determinadas proporciones y son calentadas a sus temperaturas de ignición. La gasolina en su estado líquido no es un explosivo.

5.2.5. Peso específico del combustible líquido utilizado en el avión T- 33 a

El peso específico de la gasolina corriente de aviación de grado 130, es como de 0.7 o un poco mayor, lo cual representa un peso como de 5083 libras por galón variarán de acuerdo con la compresión de la gasolina y la temperatura, entre los límites de 5.5 libras. La densidad de vapor es mas pesada que el aire.

Por ello se depositará en los pozos y partes bajas. Cuando se acumula en tales sitios resulta un peligro para la respiración y presenta un riesgo de explosión.

5.2.6. Efectos químicos.

5.2.6.1. Acción disolvente

La gasolina es un buen disolvente para la mayoría de las grasas. Esto se tiene en cuenta, por ejemplo, en la selección de lubricantes y en la construcción de los sistemas de lubricación para ejes de bombas y válvulas destinadas al servicio de la gasolina.

Por la acción disolvente no se debe llenar los depósitos de un avión con gasolina distinta a la recomendada y que no tome contacto con instrumentos o piezas de caucho.

CAPITULO VI
ESTUDIO ECONÓMICO

6.1. ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO.

La adquisición del dinero se lo ha obtenido por propios medios, viendo la necesidad de la comparación de precios en distintos lugares para elegir el lugar más adecuado sin olvidar por supuesto la calidad del material y el elementos necesarios para el buen desempeño del funcionamiento eficiente de la maqueta del sistema de combustible. Dando una observación que la obtención de los repuestos fue muy difícil conseguirlos como en nuestro país dentro del campo aeronáutico no es muy amplio se ha visto la factibilidad de adquirir con características idénticas de reemplazar algunos componentes que no son originales pero que cumplen con satisfacción la misma función.

TABLA 6.1 OPERACIONES EJECUTADAS PARA LA HABILITACIÓN

OPERACIÓN	TÉCNICAS UTILIZADAS
1. levantamiento del texto	Windows 2000
2. Operaciones técnicas visual	Efectuado con el tutor, ingeniero Kléver Allauca
3. Operaciones de mantenimiento de cada uno de los componentes del sistema de combustible.	Se utilizaron herramientas proporcionadas por el ALA - 12.
4. Operación de prueba de	Se efectuaron con el tutor .

funcionamiento de la maqueta del el sistema de combustible	
--	--

6.2. PRESUPUESTO.

TABLA 6.2 ADQUISICIÓN DE MATERIALES

	COSTOS
CABLE	\$ 4
PINTURA	\$ 5
DESENGRASANTE	\$ 12
PASTA DE EMPACADO	\$ 5
CANERIAS	\$ 50
TIÑER	\$ 4
OTROS	\$ 300
TOTAL	\$ 380

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1. CONCLUSIONES.

Como conclusión hemos sacado que la realización de este proyectos por ser netamente un material didáctico va ha servir para satisfacer en algo las necesidades e inquietudes de cómo opera así como también tener un instructivo de que como se mantiene en buen estado todo este equipo.

Otro punto que es necesario topar es de que el equipo estaba en mal estado por estar abandonado por mucho tiempo y por falta de un adecuado mantenimiento y limpieza.

A la culminación de este proyecto nos sentiremos satisfechos puesto que con este trabajo aprendimos el cómo opera básicamente un sistema de combustible y además por alcanzar un paso mas en nuestras vidas.

7.2. RECOMENDACIONES.

Luego de haber realizado este proyecto podemos decir que se recomienda dar un buen uso y mantenimiento de este equipo puesto que es una maqueta muy costosa, y a la postre servirá para la enseñanza de las nuevas generaciones.

Recomendamos a los señores instructores dar un plan de estudio enriquecido por prácticas como también un estudio teórico básico de lo que es dicho sistema

La manipulación del equipo solo lo realizara personal que conozca del mismo para evitar las averías que pudiera ocasionar por el mal empleo.

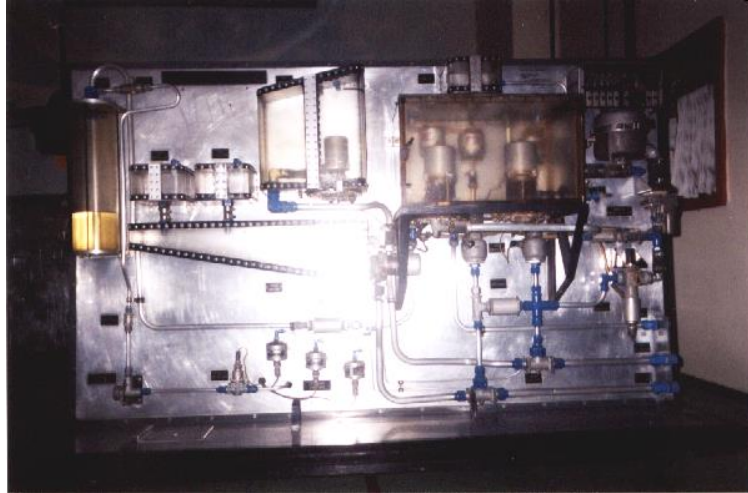
BIBLIOGRAFÍA.

- Usaf School for Latin American, MAY 62. MANUAL TÉCNICO DE MANTENIMIENTO. Volumen I,II, Sin editorial, WASHINGTON.
 - Usaf School for Latin American, FEB 59. Sistema de lubricación, combustible, inducción y enfriamiento, Volumen V. Sin editorial. USAFSLA-244. WASHINGTON.
 - Usaf School for Latin American, FEB 60. SISTEMA DE COMBUSTIBLE DEL AVION DE SERIE T – 33 A. Tomos I,II,III. Sin editorial. WASHINGTON.
 - Usaf School for Latin American, NOV 60. Grupo motor, sistema de combustible y sistema de lubricación. Volumen I. Sin editorial. USAFSLA-244. . WASHINGTON.
- Usaf School for Latin American. 1 NOV 61.,Grupo motor, sistema de combustible y sistema de lubricación. Volumen I . Sin editorial USAFSLA-428. WASHINGTON.

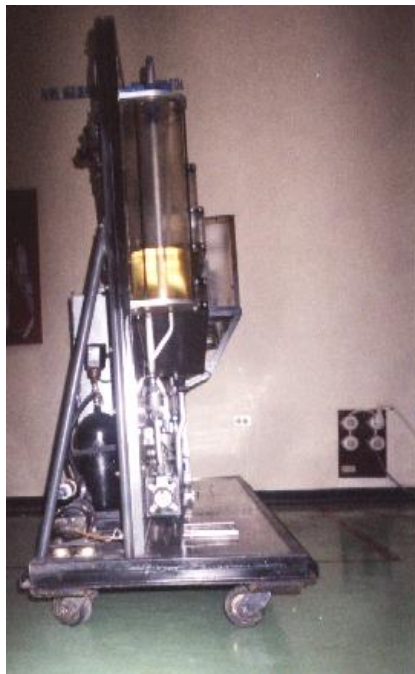
ANEXOS

ANEXO A

**VISTA FRONTAL DE LA MAQUETA DE SIMULACIÓN DE
TRANSFERENCIA DE COMBUSTIBLE DEL AVIÓN T – 33 A**



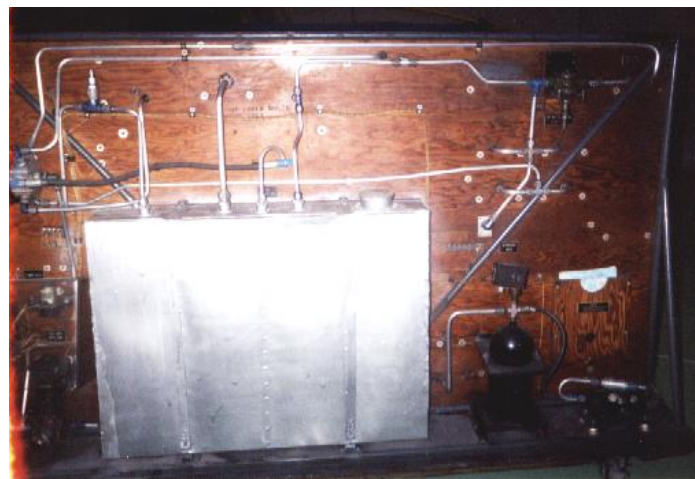
**VISTA LATERAL DERECHA DE LA MAQUETA DE SIMULACIÓN
DE TRANSFERENCIA DE COMBUSTIBLE DEL AVIÓN T – 33 A**



**VISTA LATERAL IZQUIERDA DE LA MAQUETA DE SIMULACIÓN
DE TRANSFERENCIA DE COMBUSTIBLE DEL AVIÓN T – 33 A**



VISTA POSTERIOR DE LA MAQUETA DE SIMULACIÓN DE TRANSFERENCIA DE COMBUSTIBLE DEL AVIÓN T – 33 A



TRANSFORMADOR DE CORRIENTE ALTERNA A CONTINUA



SISTEMA DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS



HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

APELLIDOS: Esparza Yacelga
NOMBRES Freddy Roberto
FECHA DE NACIMIENTO: 15 de Abril de 1978
LUGAR DE NACIMIENTO: Otavalo provincia de Imbabura
ESTADO CIVIL: Soltero
PROFESIÓN: Militar

ESTUDIOS REALIZADOS

PRE – PRIMARIA: 31 de Octubre
PRIMARIA: Escuela Simón Bolívar
SECUNDARIA: Instituto Técnico Superior Otavalo
SUPERIOR: Instituto Técnico Superior Otavalo

TÍTULOS OBTENIDOS

Bachiller técnico en mecánica automotriz

Técnico Superior en mecánica automotriz

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

APELLIDOS: Alvear Acosta
NOMBRES Wilson Oswaldo
FECHA DE NACIMIENTO: 15 de Junio de 1980
LUGAR DE NACIMIENTO: Ambato provincia de Tungurahua
ESTADO CIVIL: Soltero
PROFESIÓN: Militar

ESTUDIOS REALIZADOS

PRE – PRIMARIA: Senderitos de luz
PRIMARIA: Escuela Juan B. Palacios.
SECUNDARIA: Instituto Tecnológico Superior Docente
Guayaquil

TÍTULOS OBTENIDOS

Bachiller técnico en mecánica automotriz

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

ELABORADO POR:

Cbos. Alvear Acosta Wilson Oswaldo.

Cbos. Esparza Yacelga Freddy Roberto.

DIRECTOR DE LA ESCUELA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

Ing. Eduardo Castilo C.
Mayo. Téc. Avc.

Latacunga, 18 diciembre de 2001