

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**“CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO PARA EL FLUSHING DEL
ENFRIADOR DE ACEITE DEL MOTOR ALLISON 250 C20J DEL
HELICÓPTERO BELL 206”**

POR:

CBOS MC AV PAVÓN CAJAMARCA CARLOS ALBERTO

Proyecto de grado presentado como requisito para la obtención del

Título de:

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA

2004

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. **CBOS MT AV Pavón Cajamarca Carlos Alberto** como requerimiento parcial a la obtención del Título de **TECNÓLOGO MECÁNICO AERONÁUTICO**.

Sgop. Tec. Avc. Ochoa Klever

DIRECTOR DEL PROYECTO

Latacunga 22 de Julio del 2004

AGRADECIMIENTO

Quiero dejar constancia de mi gran agradecimiento en primer lugar a Dios por haberme dado la salud y la fuerza para poder culminar con éxito la realización de los objetivos propuestos en el transcurso de este periodo de aprendizaje, a mis padres y hermanos que siempre supieron brindarme su cariño y apoyo incondicional, a los profesores y compañeros.

Mi agradecimiento también a la Dirección de Educación de la Armada del Ecuador por haberme brindado la oportunidad de incrementar mis conocimientos y al Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico de la Fuerza Aérea que supo acogerme y entregarme sus enseñanzas y experiencias.

Especial gratitud se merece el Director del Proyecto de Grado por su dedicatoria desinteresada.

CBOS MT AV Carlos Pavón Cajamarca.

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a los futuros estudiantes del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico de la Fuerza Aérea y personal de mecánicos de la Aviación Naval.

Carlos Alberto Pavón C.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
CERTIFICACIÓN	II
AGRADECIMIENTO	III
DEDICATORIA.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDOS	V
LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE TABLAS.....	XI
RESUMEN.....	XII
INTRODUCCIÓN	1
0.1 .-Definición del problema	2
0.2 .-Justificación	2
0.3 .-Objetivos	3
0.4 .-Alcance	4

CAPÍTULO I.

GENERALIDADES	5
1.1 .-Fundamentos Básicos de un Sistema de Lubricación	6
1.2 .-Unidades de Medida	15
1.3 .-Transmisión de Presión de Aceite	17
1.4 .-Tuberías de Aceite	20
1.5 .-Mangueras y Tuberías Flexibles	21
1.6 .-Líquidos Lubricantes Utilizados en Aviación	24
1.7 .-Líquidos limpiadores Utilizados en Aviación.....	26

1.8 .-Propiedades de los Líquidos.....	34
1.9 .-Bombas.....	36
1.10 .-Acoples.....	40
1.11 .-Filtros de Aceite	40

CAPÍTULO II.

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

2.1.- Identificación de alternativas.....	42
2.1.1.- Primera Alternativa.....	42
2.1.2.- Segunda Alternativa.....	43
2.2.- Estudio Técnico.....	44
2.2.1.-Parámetros de Evaluación.....	44
2.2.2.- Aspecto Técnico.....	45
2.2.3.- Aspecto Económico.....	45
2.2.4.-Aspecto Complementario.....	46
2.3.- Análisis de Factibilidad	48
2.3.1.- Primera Alternativa.....	48
2.3.2.- Segunda Alternativa	49
2.4.- Selección de la mejor alternativa.....	52
2.5.- Requerimientos Técnicos.....	52

CAPÍTULO III

CONSTRUCCIÓN

3.1.- Estructura.....	55
3.2.- Base para motor.....	56

3.3.- Soporte para bomba.....	57
3.4.- Sistema Hidráulico.....	58
3.5.- Sistema Eléctrico.....	59
3.6.- Bandeja o Sumidero.....	59
3.7.- Soporte para enfriador.....	60
3.8.- Acople entre motor y bomba.....	61
3.9.- Diagramas de Procesos.....	64
3.9.1.- Diagrama de procesos de fabricación de Estructura.....	64
3.9.2.-Diagrama de proceso de fabricación de base.....	65
3.9.3.- Diagrama de proceso de fabricación de acople de bomba y motor.....	66
3.9.4.- Diagrama de proceso de fabricación de base para bomba y motor.....	67
3.10.- Diagrama de montaje general	68

CAPÍTULO IV

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

4.1.- Pruebas de Funcionamiento.....	69
--------------------------------------	----

CAPÍTULO V

ELABORACIÓN DE MANUALES

5.1.- Descripción General.....	70
5.2.- Manual de Operación.....	72
5.3.- Manual de Mantenimiento	74
5.4.- Manual de Verificación	76
5.5.- Hojas de Registros.....	77

CAPÍTULO VI
ESTUDIO ECONÓMICO

6.1.- Presupuesto.....	82
6.2.- Análisis Económico.....	82

CAPÍTULO VII
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1.- Conclusiones.....	86
7.2.- Recomendaciones.....	87
BIBLIOGRAFÍA.....	88
ANEXOS.....	89
PLANOS:.....	97

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1.1 Sistema de Aceite del Helicóptero Bell 206.....	6
Fig. 1.2 Diagrama Esquemático del Sistema de aceite.....	7
Fig. 1.3 Sistema de Aceite del Motor.....	7
Fig. 1.4 Sistema de Suministro de Aceite del motor.....	8
Fig. 1.5 Tanque de aceite.....	11
Fig. 1.6 El enfriador de aceite de motor.....	11
Fig. 1.7 Torquímetro	12
Fig. 1.8 Válvula de desviación del Enfriador.....	12
Fig. 1.9 Filtro de Aceite exterior.....	13
Fig. 1.10 Filtro de la caja de accesorios.....	13
Fig. 1.11 Válvula reguladora de presión.....	14
Fig. 1.12 Detector de limallas.....	14
Fig. 1.13 Ventilador.....	15
Fig. 1.14 Medidor tipo Bourdon.....	18
Fig. 1.15 Medidor tipo Diafragma.....	19
Fig. 1.16 Medidor tipo Aneroide.....	20
Fig.1.17 Aeroshell turbine oil 500-qts.....	34
Fig. 1.18 Esquema de bomba tipo engranaje.....	37
Fig. 1.19 Bomba de elemento simple.....	38
Fig. 1.20 Filtro de alambre o malla.....	41
Fig. 3.1 Estructura del Banco.....	55
Fig. 3.2 Tablero de madera.....	56

Fig. 3.3 Base para motor.....	57
Fig. 3.4 Soporte para bomba.....	58
Fig. 3.5 Bomba y mangueras.....	59
Fig. 3.6 Regulador de frecuencia y motor.....	59
Fig. 3.7 Sumidero.....	60
Fig. 3.8 Acople entre bomba y motor.....	61
Fig. 3.9 Banco para el flushing de radiadores de aceite.....	62
Fig. 3.10 Diagrama hidráulico del banco.....	63

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.1 Componentes del sistema de lubricación.....	9
Tabla 1.2 Ejemplo de especificaciones de mangueras.....	22
Tabla 1.3 Especificaciones de la manguera de Teflón H277.....	23
Tabla 1.4 Aceites del motor.....	25
Tabla 1.5 Uso de solventes.....	30
Tabla 1.6 Lista de solventes comúnmente usados.....	35
Tabla 1.7 Propiedades típicas del aceite de turbina Aeroshell 500.....	35
Tabla 1.8 Propiedades típicas del combustible de aviación.....	36
Tabla 2.1 Matriz de evaluación.....	50
Tabla 2.2 Matriz de decisión.....	51
Tabla 3.1 Datos técnicos de las maquinas herramientas utilizadas en el proyecto.....	53
Tabla 3.2 Tiempo de opresión de los diferentes sistemas.....	53
Tabla 4.1 Verificación de funcionamiento de los sistemas del banco.....	69
Tabla 5.1 Codificación de los procedimientos de ensayo del banco.....	70
Tabla 6.1 Lista de costos de materiales del banco.....	83
Tabla 6.2 Costo de utilización de maquinas herramientas.....	84
Tabla 6.3 Costo de fabricación de la base y estructura del banco.....	84
Tabla 6.4 Costos de mano de obra.....	85
Tabla 6.5 Costos de otros gastos.....	85
Tabla 6.6 Costo total del banco.....	85

RESUMEN

El presente trabajo forma parte del proyecto de construcción de un banco para realizar el flushing de los radiadores de aceite de los motores Allison 250 C-20J que utilizan los helicópteros Bell 206 A/B y B3 el mismo que proporcionará un mantenimiento más eficiente de dichos radiadores proporcionándoles un mejor rendimiento alargando su tiempo de vida útil.

La construcción comienza con la teoría existente acerca del sistema de aceite del motor así como de todos sus componentes, las unidades de medida aplicadas a los lubricantes, los diferentes tipos de dispositivos empleados para determinar la presión del sistema, la especificación y clase de tuberías empleados en un sistema de aceite así como también las mangueras y tuberías flexibles, hace referencia también a la especificación y usos de los distintos tipos de lubricantes y líquidos limpiadores utilizados en helicópteros, se añade además información acerca de los tipos de bombas, acoples y filtros que utiliza el sistema de lubricación del motor. Es importante proporcionar dos alternativas de construcción del banco para lo cual en este capítulo se realizó el respectivo estudio teniendo en cuenta aspectos técnicos, económicos, Funcionabilidad, facilidad de construcción etc. llegando así a determinar la mejor opción.

Es necesario también realizar una planificación de la construcción en sí del banco para lo cual se determinó los respectivos diagramas de procesos y además una vez construido el banco las pruebas de funcionamiento en base a requerimientos técnicos necesarios.

Como se trata de la construcción de un equipo que requiere pasos para su operación se realizó también la elaboración de manuales de operación, mantenimiento, de calibración así como también un manual de registros y mantenimiento del banco para proporcionar una estadística que nos ayude en la operación del equipo. El informe de gastos y presupuesto empleado en la construcción se detalla en este capítulo así como el análisis económico para determinar la conveniencia de la realización del proyecto. Al final se determinan las correspondientes conclusiones y recomendaciones en base al objetivo propuesto y los objetivos alcanzados.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación reseña sobre el desarrollo del cuerpo de trabajo, y hace mención a la elaboración de un banco para el lavado interno del enfriador de aceite de los motores Allison 250 C20 del helicóptero Bell 206.

Cada vez se ha reconocido más la importancia de eliminar las partículas extrañas de aceite en circulación, como un medio de minimizar el desgaste y evitar la formación de depósitos potencialmente nocivos; debe suministrarse una filtración adecuada para realizar esta tarea. En sistemas críticos en los que existen piezas de ajuste apretado, es posible que se considere un monitoreo en forma regular.

De modo que con la construcción de este Banco de lavado de radiadores, se quiere aportar al mejor desenvolvimiento del sistema de lubricación del helicóptero y como una herramienta especial al personal de mantenimiento de la Avinav y a los alumnos para lograr alcanzar un mejor nivel profesional.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La necesidad de proporcionar un mantenimiento eficiente a los radiadores de aceite de los motores de helicópteros Bell y de esta manera incrementar su rendimiento y vida útil. Ya que en los laboratorios y talleres de la Aviación Naval no se cuenta con un banco de este tipo cuando un enfriador de aceite se obstruye este debe ser enviado a mantenimiento en el extranjero o en su defecto el radiador debe ser reemplazado a un elevado costo por uno nuevo adquirido en el exterior produciéndose de esta manera una baja disponibilidad de helicópteros operativos y un elevado costo de mantenimiento.

JUSTIFICACIÓN

Con la construcción del banco para el flushing de radiadores de aceite se pretende tener un mayor número de helicópteros operativos para el empleo en diferentes misiones. La Armada podrá reducir el costo de mantenimiento de este equipo ya que no tendrá que ser enviado al exterior para su reparación reduciéndose de esta manera el gasto de tiempo y dinero y mejorando el sistema de mantenimiento de la Aviación Naval.

Este proyecto tiene la finalidad de ayudar, en lo que se refiere a la limpieza interna de los enfriadores del sistema de aceite del motor de helicópteros Bell 206 con resultados más económicos y en menor tiempo.

En este proyecto se pone en práctica algunos de los conocimientos adquiridos durante el transcurso de la carrera en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

OBJETIVOS Y ALCANCE

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Construir un banco para realizar el flushing (lavado interno) del enfriador de aceite del motor Allison 250 C20 J de helicópteros Bell 206 del Escuadrón 200 de la Aviación Naval.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Analizar los métodos utilizados para la limpieza interna de un enfriador de aceite.
2. Establecer los requerimientos técnicos para el funcionamiento del banco para el lavado de los radiadores de los helicópteros Bell 206.
3. Elaborar el banco de acuerdo a las dimensiones del enfriador y a los volúmenes del fluido requeridos de acuerdo a la alternativa seleccionada.
4. Realizar pruebas de ensayo en el banco.
5. Desarrollar estándares para los procedimientos de mantenimiento, operación y registro del Banco e identificar los posibles riesgos o peligros en la utilización de este equipo con la finalidad de eliminarlos o prevenirlos.

ALCANCE

Mediante la construcción del Banco se tendrá un mejoramiento en el proceso de mantenimiento de las aeronaves ya que se podrá utilizar para el óptimo funcionamiento de los enfriadores de aceite del motor Allison consiguiendo de esta manera aumentar su rendimiento y vida útil con el consiguiente ahorro de tiempo y dinero para el departamento de mantenimiento de helicópteros de la Aviación Naval.

Se tendrá de esta manera un mayor número de helicópteros operativos ya que cuando presenten este tipo de discrepancia se habrá reducido el tiempo y costo de mantenimiento debido a que este trabajo podrá ser realizado de forma inmediata en los talleres por un sola persona, su operación no requiere de un alto nivel de adiestramiento y los solventes a utilizarse están disponibles en los hangares de la Aviación Naval

Como limitaciones de este banco se tiene que desmontar del radiador la válvula térmica antes de colocarlo en el sistema del banco, no se utiliza presión ni elevada temperatura en el fluido que podría elevar su acción limpiadora en el interior del radiador, el banco opera con líquidos solventes e inflamables que tienen que ser manejados con precaución por tanto el operador del banco debe tener el equipo adecuado.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

GENERALIDADES

Los helicópteros Bell 206 pertenecientes a la Armada del Ecuador utilizan para los sistemas de lubricación de sus motores Allison 250 C20 J el aceite Aeroshell 500.

El cual es de origen sintético este es el encargado de lubricar, enfriar y actuar como un limpiador de los residuos de carbón en los sistemas del motor razón por la cual en su recorrido especialmente por orificios pequeños podría taponar, este aceite es enfriado por un radiador el cual posee pasajes pequeños.

Esta es la razón por la cual el enfriador debería ser lavado internamente con un solvente para prevenir el taponamiento de sus conductos alargando de esta manera su vida útil ya que si este llegara a obstruirse o contaminarse debe ser reemplazado

1.1 FUNDAMENTOS BÁSICOS DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN DEL SISTEMA DE ACEITE DEL MOTOR ALLISON 250C 20J



Fig. 1.1.- Sistema de Aceite del Helicóptero Bell 206

El sistema de aceite del motor es circulatorio de tipo sumidero seco con un tanque de suministro externamente montado y refrigerador de aceite localizado en la parte superior de la sección a popa del fuselaje. El lubricante es proporcionado por el tanque y recogido por la bomba de presión tipo engranaje montada dentro del motor en la caja de accesorios del motor. El aceite de retorno se dirige del punto de salida del motor al enfriador de aceite y de este al tanque.

El conjunto de bomba de aceite de engranaje dentado, consiste de un elemento de presión y cuatro de recuperación, esta montado dentro de la caja de accesorios del motor. Un filtro, una válvula by-pass del filtro y el conjunto de válvula reguladora de presión están localizados en el lado superior derecho de la caja de accesorios del motor. Para una mejor comprensión del sistema ver figura 1.2 y para conocer el recorrido real del sistema en la figura 1.3.

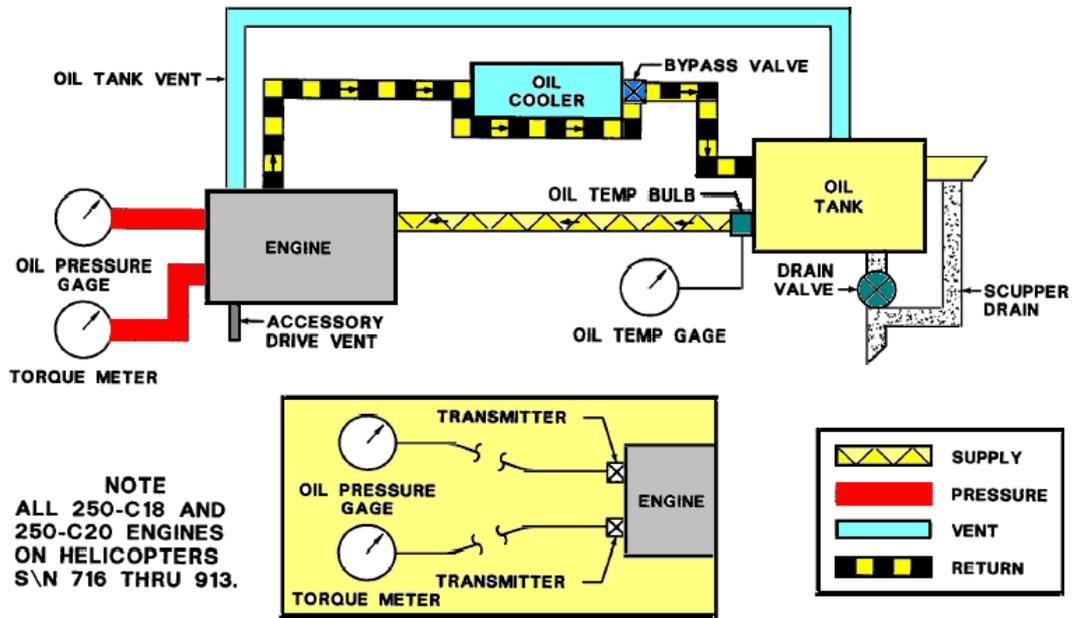


Fig. 1.2.- Diagrama Esquemático del Sistema de Aceite

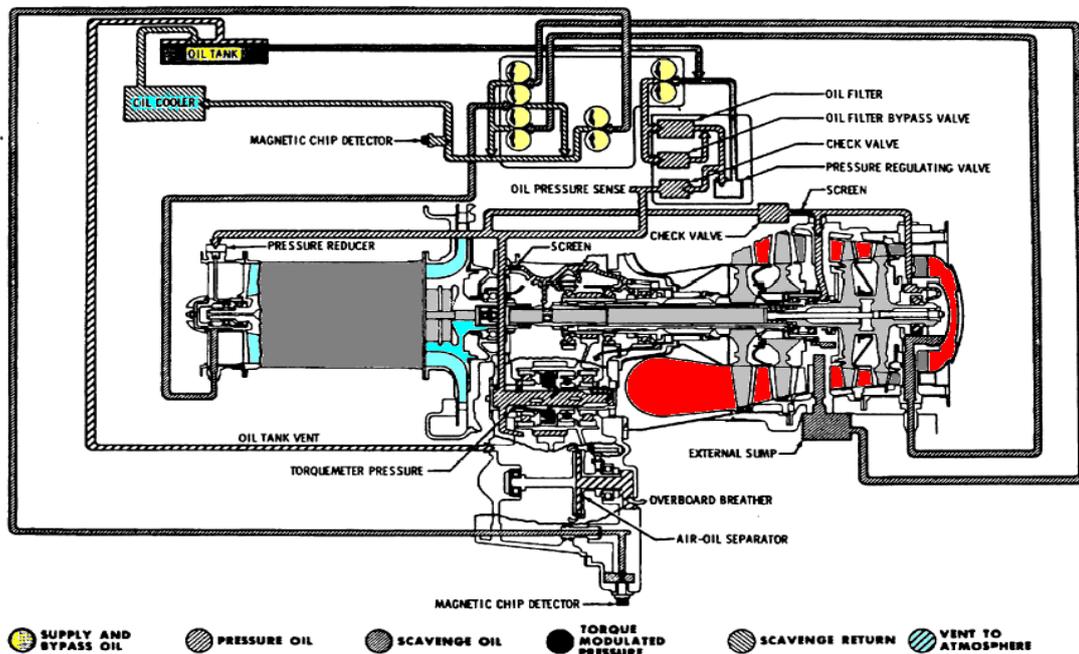


Fig. 1.3.- Sistema de Aceite del Motor

La bomba de aceite se divide en tres niveles:

PRIMER NIVEL.- Aquí se encuentra tres bombas de recuperación:

La bomba N° 1 recupera el aceite de la balinera N° 8

La bomba N° 2 recupera el aceite de la balinera N° 1

La bomba N° 3 recupera el aceite del sunt externo, el sunt recoge el aceite de las balineras N° 6 y N° 7

SEGUNDO NIVEL.- Aquí se encuentra una bomba que recupera aceite de la parte baja de la caja de engranajes de los accesorios.

TERCER NIVEL.- Aquí se encuentra la bomba de presión la misma que toma aceite desde el tanque.

La válvula check la cual evita que el aceite se vaya al motor desde el tanque del helicóptero cuando el tanque no esta en operación. Los detectores magnéticos o chip-detector (son dos), están instalados en el fondo de la caja de engranajes en la conexión de salida del motor. (Ver figura 1.4 y tabla 1.1).

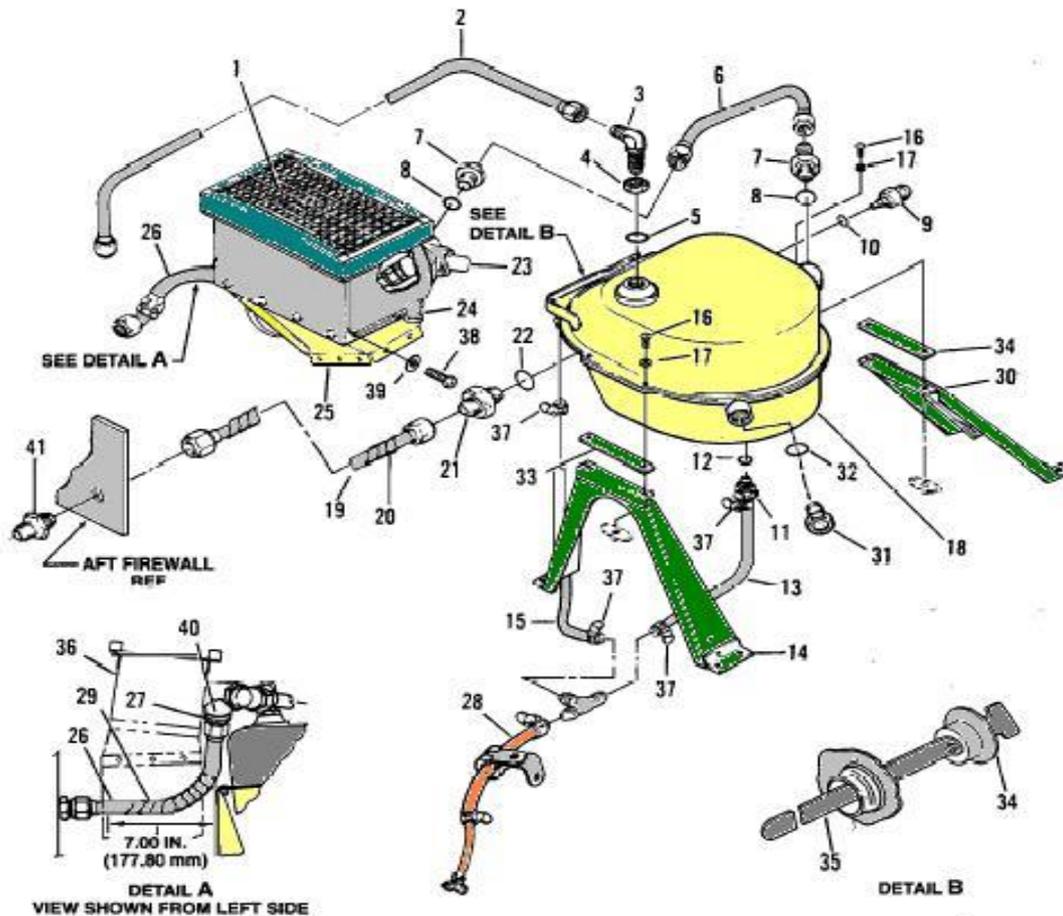


Fig. 1.4.- Sistema de Suministro de aceite del motor

TABLA 1.1.- Componentes del sistema de lubricación

1. Enfriador de aceite	15. Manguera imbornal de drene	29.Manga de calentamiento
2. Tubo de ventilación	16. Perno	30. Soporte posterior del tanque
3. Codo	17. Arandela	31. Tapón indicador de nivel de aceite
4. Tuerca	16. Tanque de aceite	32. Sello
5. Sello	19. Tubo de suministro de aceite	33. Almohadillas de caucho
6. Tubo recolector	20.Manga de calentamiento	34. Adaptador de la cápsula
7. Reductor	21. Reductor	35. Indicador de nivel
8. Empaque sello	22. Sello	36. Ventilador
9. Bulbo de temperatura	23. Válvula Bypass	37. Abrazadera
10. Sello empaque	24. Botón de drene	36. Perno
11. Válvula de drene	25. Conducto	39. Arandela
12. Sello empaque	26. Tubo de retorno de aceite	40. Empaque
13. Manguera de drene del tanque	27. Reductor	41.Unión
14. Soporte frontal del tanque	28. Manguera de drenaje del sumidero	

Todas las líneas y conexiones del sistema de aceite del motor son internas excepto las de presión y recuperación hacia el cojinete frontal N° 1 del compresor, los cojinetes de la turbina de gases y los soportes de la turbina de potencia. El sistema está diseñado para lubricar adecuadamente recuperar y enfriar los cojinetes estrías y engranajes sin importar la actitud o altitud del helicóptero.

La lubricación por inyección se hace a todos los cojinetes del rotor del compresor, turbina de gases, turbina de potencia, a los cojinetes y dientes del tren de engranajes de la turbina de potencia con la excepción de los cojinetes del eje de salida de potencia.

El aceite del tanque externo es entregado a la bomba de presión, la cual envía a través del filtro de aceite y luego a varios puntos de lubricación.

La presión de aceite en el sistema es de 115 a 130 PSI, es regulada a este relativamente alto valor para balancear el empuje alto del engranaje axial en el torquímetro, que es necesario para minimizar los efectos de fricción y dar una medida exacta al torque.

Tanque o reservorio de aceite.- Este posee un a capacidad de 1.5 galones o 5.5 cuartos, se encuentra localizado en la parte posterior del motor, incorpora una boca de llenado, un visor de aceite, un medidor de cantidad de aceite tipo bayoneta que está pegado a la tapa, una válvula de drenaje que se encuentra en el punto más bajo del tanque.



Fig.1.5.- Tanque de Aceite

Radiador de aceite.- Se encuentra en la parte posterior montado sobre el ventilador, cuando la válvula de by-pass esta abierta el aceite de retorno fluye a través del interior del radiador y regresa al tanque de aceite. Si el radiador se contamina con metal este debe ser reemplazado.



Fig. 1.6.- El Enfriador de Aceite de Motor

Torquímetro.- Se encuentra en la caja de engranajes y accesorios, indica señales de presión directamente proporcional a la salida del torque. La presión en la cámara de aceite es dividida al puerto censor de la presión del torquímetro, en el lado frontal de la caja de engranajes y accesorios.

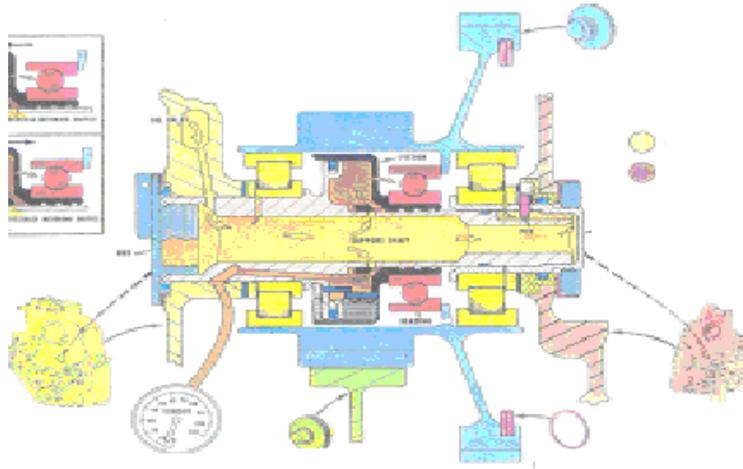


Fig. 1.7.- Torquímetro

VÁLVULA DE DESVIACIÓN DEL ENFRIADOR DE ACEITE DEL MOTOR

Permite que el aceite entre o se desvíe del radiador. Esta abierto y permanece así hasta que alcancé 71° C, a esta temperatura la válvula empieza a cerrarse para permitir que pase al radiador, aproximadamente a 81° C, la válvula se cierra completamente y el aceite fluirá a través del radiador.



Fig. 1.8.- Válvula de desviación

Filtro externo de aceite.- Se encuentra en la parte inferior externa del tanque de aceite, esta localizado detrás del carenaje posterior, inmediatamente atrás y a la izquierda del tanque de aceite del motor. El sistema incorpora un filtro de papel descartable, se cambia cada 200 Hrs. el cual reduce la posibilidad de una falla prematura del motor manteniendo un abastecimiento de aceite limpio y removiendo partículas ferrosas. Posee un botón (testigo o chismoso) de color rojo, que al saltar hace un by-pass, el cual puede ser visto a través de las ranuras del carenaje posterior en el área del indicador del nivel de aceite del tanque, indica que el filtro está tapado.



Fig. 1.9.- Filtro de Aceite Exterior

Filtro de la caja de accesorios o principal del motor .- Es metálico de 10 micrones, se cambia solo por condición, se limpia ultrasónica mente con MEK.



Fig. 1.10.- Filtro de la caja de accesorios.

Válvula reguladora de presión .- Se encuentra al lado del filtro, para regular la presión de aceite se ajusta la válvula reguladora todo adentro y regresamos 5 1/2 vueltas, la presión debe estar normalmente entre 115 a 130 PSI, cada vuelta de la válvula equivale a 13 PSI.



Fig. 1.11.- Válvula reguladora de presión

Chip detector.- Esta en la caja de accesorios e indica en la cabina cuando existen partículas de metal en la caja de accesorios (ENG-CHIP). Estos se encuentran en la parte más baja de la caja de accesorios y son dos.



Fig. 1.12.- Detector de limallas

EL Ventilador del radiador.- Esta montado en la estructura superior atrás de la pared de fuego posterior. El eje del ventilador se conecta a los ejes delantero y posterior del rotor de cola y es parte del sistema. El ventilador provee aire de enfriamiento a los sistemas del aceite del motor, aceite en la transmisión e hidráulico.

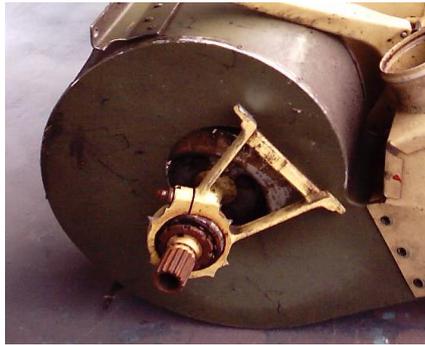


Fig. 1.13.- Ventilador

1.2 UNIDADES DE MEDIDA

Los estudiantes y los profesionales de la aeronáutica deben trabajar de forma casi permanente con dos sistemas principales de unidades: el sistema métrico, que impera en el continente europeo, y el sistema anglosajón, que proviene de la numerosa aportación aeronáutica de Estados Unidos de América y el Reino Unido a esta industria. Aunque la comunidad científica de estos últimos países trabaja, o al menos informa, en unidades del sistema métrico, cierto es que las operaciones y la ingeniería aeronáutica aplicada emplean masivamente el sistema anglosajón.

1.2.1 Grados de viscosidad SAE.

Los grados de viscosidad SAE 20, 30,40, y 50, para los aceites del carter definen limites de viscosidad a 100° C. Un sufijo W indica que el aceite se ha preparado para el servicio en invierno, por consiguiente se acentúa la capacidad de influir en forma apropiada a temperaturas bajas. Esta medición (ASTM D3829), hecha con un mini

viscosímetro rotatorio, intenta definir la temperatura por la cual no puede asegurarse el flujo adecuado hacia la admisión de la bomba de aceite en un motor.

1.2.2 Grados de viscosidad ISO.

La Internacional Standard Organization (ISO) ha publicado un sistema para designar los grados de viscosidad de los aceites industriales y la ASTM ha aceptado. Como se establece en la ASTM D2422, cada grado se especifica por ISO VG, seguido por un número que es la viscosidad cinemática nominal, en cSt, a 40° C (104° F). Se listan 18 grados de viscosidad que cubren el intervalo de 2 a 1500 cSt, a 40° C, en incrementos del 50% poco más o menos.

1.2.3 El índice de viscosidad (IV).

Es un sistema empírico para expresar la razón del cambio de la viscosidad en un aceite con cambio en la temperatura. Se basa en la comparación de las temperaturas de la viscosidad de fracciones de crudos ligeros (L) y pesados (H), que se relacionan porque parecían poseer los límites máximo y mínimo de la viscosidad respecto de la temperatura y, en consecuencia se asignaron índices de viscosidad de 0 a 100 como presuntos puntos finales de una escala. Aunque se esperaba que todos los demás aceites cayeran dentro de esos límites, la experiencia subsiguiente a identificados aceites que quedan fuera de la escala de índices de viscosidad en ambas direcciones.

1.2.4 Color.

El color de un aceite lubricante se obtiene por referencia a la luz transmitida; el color por luz reflejada se llama fluorescencia. El color de un aceite indica la uniformidad de un grado o marca particular y no su calidad. La prueba ASTM D1500 se usa para la determinación visual del color de los aceites lubricantes, petróleos para la calefacción, combustibles diesel y parafinas, con un colorímetro estandarizado. La escala del color va del 0.5 al 8.

1.3 TRANSMISIÓN DE PRESIÓN DE ACEITE

1.3.1 Medidores e indicadores de la presión.

Los diferentes tipos de instrumentos de presión indican muchas clases de información, como la presión del aceite, del combustible, del aire e hidráulica.

1.3.1.1 Medidor de tipo tubo Bourdon.

Los indicadores de tubo Bourdon, son todos similares en su construcción y principio de operación, aún cuando se pueden usar para diferentes alcances e indicaciones.

El tubo Bourdon, que es elíptico en su sección transversal y sellada en el extremo exterior, se fabrica de bronce o de cobre de berilio. Este extremo exterior que se puede mover libremente, está conectado a una articulación, una palanca, y un piñón que controlan la aguja indicadora, el extremo abierto que está fijado a la caja del instrumento, se encuentra

conectado a una tubería o herraje, donde se aplica, el tubo Bourdon actúa como un resorte y tiende a enderezarse, haciendo que la aguja indicadora se mueva. La parte exterior del tubo se expone a la presión atmosférica por medio de un dispositivo de ventilación del tubo o por medio de un pequeño orificio en la caja. Esto tiende a resistir el enderezamiento del tubo. Cuando se libera la presión, el tubo vuelve a su posición normal. La figura 1.14 muestra un indicador de presión diferencial y registra la diferencia entre la atmosférica y la que se mide.



Fig. 1.14.- Medidor tipo Bourdon

1.3.1.2 Medidor del tipo de diafragma.

Los indicadores de presión (MANÓMETRO) del tipo de diafragma, usan un disco circular hueco o diafragma. La succión que se va a medir se admite al diafragma sensitivo, a través de la parte posterior de la caja. El diafragma se expande cuando se aplica presión, transfiriendo la acción a la aguja indicadora mediante un balancín, un sector y un piñón que están conectados a la parte delantera del diafragma.

Cuando se disminuye la presión (succión) el diafragma, moviendo la aguja indicadora en la dirección contraria. Un escape en el diafragma daría una lectura errónea de presión de funcionamiento.



Fig. 1.15.- Medidor tipo diafragma

1.3.1.3 Medidor de tipo aneroide.

Este tipo de medidor se compone de dos discos delgados de metal corrugado, soldados entre si para formar una cámara hermética. Difiere del tipo de diafragma porque el aneroide esta sellado, se saca el aire del aneroide y se admite la presión al instrumento de la caja. La caja no se ventila a la atmósfera. Como la presión inferior del aneroide es constante, la presión que se mide es directa o absoluta. El instrumento se clasifica un dispositivo de medición de presión absoluta. Un escape en el aneroide daría una lectura errónea.

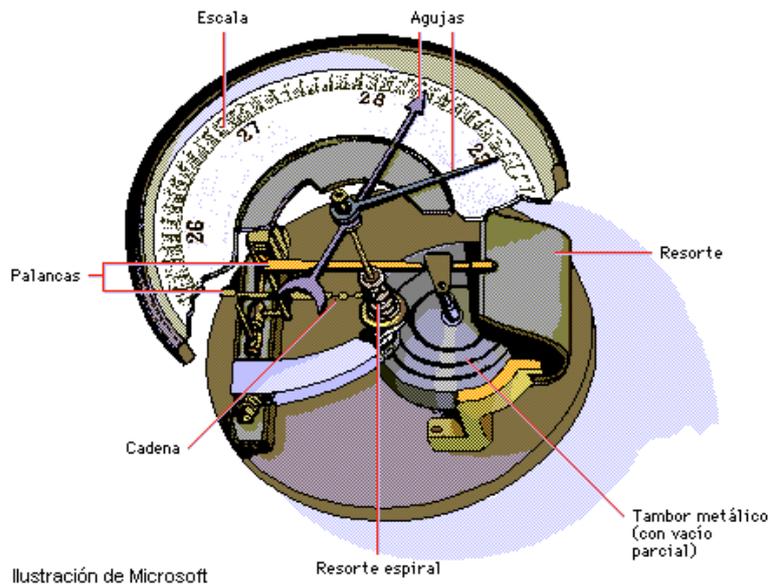


Fig. 1.16.- Medidor tipo Aneroide

1.4 TUBERÍAS DE ACEITE

1.4.1 Tuberías.

Las tuberías en aeronáutica se emplean para conducir el líquido de un punto a otro de la aeronave. Son las canalizaciones hidráulicas de las aeronaves. En verdad para el técnico y el operador aeronáutico no tiene interés el análisis de movimiento del líquido por las tuberías del avión, entre otras razones por que es una instalación que suministra el fabricante “tal cual”, y a el corresponde el diseño adecuado de las canalizaciones. La facilidad para trabajarlo, la resistencia a la corrosión y el poco peso por la aleación de aluminio, son los factores principales para la utilización en la aviación.

La tubería generalmente se compone de tubos y uniones de metal o manguera flexibles. Loas tubos y uniones de metal se usan en sistemas de alta presión, mientras que

las mangueras flexibles se emplean para conectar unidades expuestas a movimiento y vibración en sistemas tanto de alta como de baja presión. Para la identificación de los distintos tubos que conducen los fluidos y de la presión probable bajo la cual funciona, se colocan cintas de color de ½ pulgadas de ancho alrededor del tubo cerca de las unidades y uniones del sistema y en puntos intermedios.

1.5 MANGUERAS Y TUBERÍAS FLEXIBLES

1.5.1 Cañerías y mangueras.

Las cañerías y mangueras se usan para los mismos propósitos, para dirigir el fluido hasta y desde las distintas unidades. Las mangueras tienen una ventaja sobre los tubos que es la FLEXIBILIDAD. Las conexiones a unidades que se mueven durante la operación, o unidades conectadas a porciones articuladas del sistema, requieren el uso de mangueras en vez de tubos por esta característica. Por ejemplo las bombas hidráulicas siempre deben estar conectadas con mangueras flexibles. La vibración producida por una bomba en funcionamiento causaría, roturas en los tubos rígidos.

1.5.2 Tipos de mangueras.

Se emplean dos tipos de manguera dependiendo del tipo de presión con que opera el sistema, sea esta de alta o de baja presión

1.5.2.1 Manguera de Presión Mediana

Este tipo de manguera se usa cuando la presión de operación es de aproximadamente 1800 PSI. Esta manguera esta designada por la especificación MIL-H-8794. La mayoría de las mangueras hidráulicas están marcadas con la especificación, el tamaño, trimestre y año de fabricación, así como el número de cinco cifras que identifica al fabricante. Ejemplo: La manguera de mediana presión (MIL-H-8794) esta fabricada de un tubo interno sintético, una trenza de algodón impregnado, una trenza sencilla de alambre y una cubierta exterior con un acabado áspero.

Tabla 1.2.- Ejemplo de especificación de mangueras

Mil-h-8794	SIZE-6	3Q63	90179
Especificación baja presión	tamaño	Trimestre y año de Fabricación	Identifica al fabricante

1.5.2.2 Mangueras de alta presión.

En sistemas de alta presión (1800 a 3000 PSI.) se usa la manguera MIL-H-8788 Su construcción es muy similar a la manguera de presión mediana, excepto que esta dotada de una trenza de alambre adicional y una cubierta externa lisa.

1.5.2.3 Mangueras de teflón.

Tabla. 1.3.- Especificaciones de la Manguera de teflón H277

H277 Conductive TEFLON® Hose

Typical Application: Hydraulic, air and steam lines. Particularly suited for air compressor discharge lines where vibration and high temp are present.

Inner Tube: Teflon®

Reinforcement: Single Stainless Steel Braid, 1" Size Double Stainless Steel Braid (Type 304)

Temp. Range: -65°F to +450°F (-54°C to +232°C)
*For applications above +300°F (+149°C)

NOTE: For use in applications requiring static dissipation.



Catalog Number	Hose I.D.	Hose I.D.	Working Press. (PSI)	Min. Burst Press. (PSI)	Min. Bend Radius	Wt. Per 100 Ft.	Avail. Lengths.
H27703	3/16	5/18	3.000	12.000	2	6	50"
H27703-150R				9.600			150"
H27704	1/4	23/64	3.000	12.000	3	8	50"
H27704-100R				9.600			100"
H27705	5/16	27/64	2.500	10.000	4	10	50"
H27705-100R				8.000			100"
H27706	3/8	1/2	2.000	8.000	5	12	50"
H27706-100R				6.000			100"
H27708	1/2	41/64	1.750	7.000	6	15	50"
H27708-100R				3.500			100"
H27712	3/4	57/64	1.000	4.000	9	22	50"
				3.500			
H27716	1	1/8	1.000	4.000	12	49	50"
				3.350			

Son relativamente nuevos y se emplean en algunos sistemas hidráulicos. Al igual que las mangueras de caucho sintético, las de teflón se fabricaron para sistemas de presiones tanto altas como medianas. La manguera de teflón es de especificación MIL-H-27267 y esta construida con un tubo interno de superficie interior lisa (firme al tacto), con trenza de alambre de acero resistente a la corrosión. Esta manguera esta identificada por una franja colocada a intervalos de 3 pies, marcada con la especificación y el número de clave del fabricante.

1.6 LÍQUIDOS LUBRICANTES UTILIZADOS EN AVIACIÓN

Para una correcta operación del sistema y evitar el daño de las piezas no metálicas, deberá utilizarse la clase de aceite adecuado. Cuando usted agrega aceite al sistema, utilice el aceite recomendado en el libro de mantenimiento del avión o sistema del fabricante.

1.6.1 Aceites utilizados en helicópteros Bell 206

A continuación se enuncian los aceites y vendedores aprobados.

1.6.1.1 Aceites del motor.

Ciertos aceites que conforman a las especificaciones siguientes son aprobados para el uso en el motor:

MIL-L-7808G (y los sufijos subsecuentes) (NATO O-148)

MIL-L-23699 (cualquier sufijo) (NATO O-156)

Turbine Oil 555

Los aceites del motor se encontrarán en aprobación del fabricante del motor en todos los casos. Capacidad: 5.5 cuartos de galón U.S. (5.2 litros). Los aceites MIL-L-23699 y Turbine Oil 555 no son aprobados para el uso en las temperaturas ambientes por debajo de -40° C (-40° F). Al cambiar a un aceite de una especificación diferente, el sistema será drenado y enjuagado.

TABLA 1.4.- Aceites del motor.

MIL-L 7808 (NATO 0-148) ACEITES (PARA CUALQUIER OAT)		
GRUPO No.	VENDEDOR	MIL-L 7808 NOMBRE DEL PRODUCTO
1	American Oil and Supply	American PQ lubricant 6899
2	Bray Oil	Brayco 880 H
3	Exxon. Co. USA.	Exxon Turbo Oil 2389
3	Exxon International	Esso Turbo Oil 2389
4	Mobil Oil	Mobil Avrex S. Turbo
4	Mobil Oil	Mobil RM-201A
5	Mobil Oil	Mobil RM-184A
6	Stauffer Chemical	Stauffer Jet I
ACEITES MIL-L 23699 (NATO- O-156) PARA OAT SOBRE -40°C/-40°F		
GROUP No.	VENDEDOR	MIL-L 23699 NOMBRE DEL PRODUCTO
21	Mobil Oils	Mobil Jet II (RM-139A)
21	Mobil Oils	Mobil Jet Oil (RM-254A)
22	Royal Lubricants	Royco Turbine Oil 500
22	Royal Lubricants	Royco 899 (C-915)
22	Shell Oil	Aeroshell Turbine Oil 500
23	American Oil and Supply	American PQ Lubricant 6700
23	Bray Oil	Brayco 899G
23	Hatco Chemical	Hatcol 3211
24	Exxon. Co. USA.	Exxon Turbo Oil 230
24	Exxon International	Esso Turbo Oil 2380
25	Castrol Oil	Castrol 205
25	Stauffer Chemical	Stauffer Jet II (6924)
26	Caltex Petroleum	Caltex RPM Jet Engine Oil 5
26	Chevron International	Chevron Jet Oil Engine Oil 5
ACEITE DE TURBINA 555 (PARA OAT SOBRE -40°C/-40°F)		
GROUP No.	VENDEDOR	MIL-L 23699 NOMBRE DEL PRODUCTO
27	Royal Lubricants	Royco Turbine Oil 555
27	Shell International	Aeroshell Turbine Oil 555

1.7 LÍQUIDOS LIMPIADORES UTILIZADOS EN AVIACIÓN

1.7.1 Tipos de limpiadores:

1.7.1.1 Alcalinos.

Este tipo de limpiadores elimina la suciedad desplazándola de la superficie a modo de suspensión juntamente con la suciedad.

1.7.1.2 Limpiadores ácidos.

Este tipo de limpiador elimina la suciedad atacándola o disolviéndola generalmente se utiliza este producto para eliminar la corrosión y mejorar la apariencia de la superficie.

1.7.1.3 Mecánicos.

Se elimina la suciedad por medio de la acción física cuando se pule con brocha, trapos, etc. se usa otro tipo de limpiador como detergentes especiales.

1.7.1.4 Solventes.

Este tipo de limpiador elimina la suciedad disolviéndola y deja una película o residuo aceitoso, se elimina este residuo utilizando un limpiador alcalino. El uso apropiado de solventes durante la reparación, mantenimiento y reparación es muy importante. Una necesidad para la precaución existe desde el número creciente de materiales, metálicos y

no metálicos, usados en los Helicópteros Bell, que son sensibles a solventes normalmente empleados en operaciones de mantenimiento y reparación. Estos materiales sensibles pueden sufrir algo de destrucción inmediata o el daño a largo plazo cuando hacen contacto con los solventes particulares. Esta es una posibilidad de daño que no puede ser rápidamente apreciada en el momento de uso solvente. Es indispensable que se sigan las pautas y restricciones en el uso de solventes. Hay materiales pueden ser sumamente propensos al daño por solventes (incluyendo los recubrimientos de vidrio y parabrisas). tenga el cuidado y proteja las áreas transparentes de la salpicadura del solvente, humos y rociados excesivos de pintura.

La siguiente es una lista de solventes normalmente especificada para el uso durante el mantenimiento y operaciones de overhaul. Algunos nombres comunes, nombres comerciales y datos adicionales son incluidos en un esfuerzo por proporcionar la clarificación en el uso de solventes.

1.7.1.5 Hidrocarburos tratados con cloro.

Precaución los trichloroethane (metilcloroformo, solvente de seguridad, chlorothene, tri-ethane, solvente 111), trichloroethylene (triclene, trilene) no son ampliamente autorizados para el uso en las partes del helicóptero Bell, cuando éstos especifican, el perchloroethylene (tetrachloroethylene, perclene, perc) pueden ser usados.

Algunos de los más comúnmente usados son:

1. Perchloroethylene (Tetrachloroethylene, Perclene, Perc). No inflamable. Ampliamente usado en la industria de limpiando en seco. Usado en desengrasantes de vapor.

Actualmente usado por BHTI para el vapor desengrasante. Punto de ebullición de 248° a 252° F (120.44 ° a 122.11° C).

2. el Cloruro de Metileno (el dichloride de Metileno, Dichloromethane). Ocasionalmente especificado para limpieza y desengrasado. Usado en algunos removedores de pintura. Punto de ebullición de 103 ° a 104° F (39.47 ° a 40.02° C). No inflamable.

1.7.1.6 Solventes que contienen Fluor

Éstos normalmente se proporcionan bajo los nombres comerciales tal como:

- FREON - Dupont
- GENESOLV – Allied Chemical

Varios "desengrasantes" comerciales son las mezclas de los materiales fluorinados y otros solventes como el alcohol, cloruro de metileno o ketones. El principal la restricción en el uso de solventes del Fluor es que él podría llevar a los problemas de corrosión cuando limpia los ensamblajes hidráulicos. Sin embargo, el cuidado debe ser ejercitado para asegurar que las mezclas no contengan solventes que pueden dañar las partes al ser limpiadas. Muchos de los "limpiadores para equipo eléctrico y electrónico contienen los solventes de fluor. Estos materiales no son inflamables.

1.7.1.7 Solventes de petróleo

Éstos son por mucho los solventes más comunes disponibles.

1.7.1.7.1 Nafta. Cuando la nafta se especifica, debe ser traducido, para significar Nafta de Aliphatic que se encuentra en los requisitos de Especificación Federal TT-N-95, Tipo II. Esto es que la única nafta considerada segura para uso en plásticos y pinturas. El punto de destello es 20° a 50° F (-6.67° a 10.0° C) y es sumamente inflamable. Este solvente normalmente se usa por quitar la grasa y lubricante de las superficies pintadas y/o las partes plásticas.

1.7.1.7.2 Nafta aromática. En algunas particulares aplicaciones, la Nafta Aromática (TT-N-97, Tipo I) puede ser especificada. El cuidado debe ejercerse para asegurar esto el material no se sustituya por la aliphatic nafta, porque dañará algunos plásticos y partes pintadas. El punto de destello es normalmente aproximadamente 100 ° F (37.8 C de °).

Este solvente se especifica a menudo para la activación de caucho los cementos y para el levantamiento de grasa de las partes de metal.

1.7.1.7.3 Solvente de Stoddard. (Similar a solvente de limpieza en seco, spirits blanco, solvente de seguridad, o la nafta de llamarada alta). El punto de destello es aproximadamente 100 a 110 ° F (37.8° a 430C). El material se especifica a menudo para desengrasado de partes de metal y por limpiar los ensamblajes. puede usarse por limpiar las partes pintadas pero no debe ser usado en plásticos.

1.7.1.7.4 Mineral Spirits. (petróleo destilado, nafta pesada, sustituto de trementina). Este material normalmente es usado como un thinner para las pinturas de la casa exteriores y para limpiar la pintura del equipo. No debe usarse sobre plástico o partes pintadas del helicóptero.

1.7.1.8 Alcohol.- Hay dos alcoholes diferentes los cuales se especifican para uso durante el mantenimiento y operaciones de overhaul. Éstos son:

1. *Ethyl Alcohol.* (etanol, Alcohol de Grano, spírits, Alcohol desnaturalizado).

2. *Isopropyl Alcohol.* (alcohol Isopropanol, Alcohol Propyl secundario, Per-spírit, Petrohol). El alcohol frotante común es diluido alcohol del isopropyl.

Los alcoholes son generalmente requeridos para procesos de limpieza específicos y el tipo particular necesitado debe ser especificados. En esos casos donde un tipo particular no se especifica, cualquiera de los tres listados anteriormente debe ser conveniente. Los alcoholes se especifican el más a menudo para Limpieza de superficies plásticas o ensambles. El Alcohol metílico (Metanol, Alcohol de Madera, Wood Spirit, Carbinol) no son largamente autorizados para el uso en las Partes de Helicóptero Bell. Cuando éstos se especifican, Ethyl Alcohol pueden usarse. En la tabla 1.5 se describen los solventes, los materiales y temperaturas a las cuales deben ser utilizados:

TABLA1.5 USO DE SOLVENTES:

Material	Solvente a usar	Temperatura	Nota
Metal desnudo (excepto el Titanio)	1.1.1 Tricloroetano	165° a 172° F 73.8° C a 77.7° C	Vapor desengrasante
Tricloroetileno	Tricloroetileno	188° a 193° F 86.6° a 89.4° C	Vapor desengrasante
Percloroetileno	Percloroetileno Aliphatic Naphtha Stoddard Solvent Alcohol Mineral Spirits Saint Thinners, etc.	248° a 252° F 120° a 122° C Ambiente Ambiente Ambiente Ambiente	Vapor desengrasante
Metales Pintados	Aliphatic Naphtha Stoddard Solvent Alcohol Mineral Spirits	Ambiente solamente Ambiente solamente Ambiente solamente Ambiente solamente	 Si la parte debe ser pelada y repintada use solventes de metal desnudo
Partes de metal que tienen uniones adhesivas	Aliphatic Naphtha Stoddard Solvent Alcohol 	Ambiente solamente Ambiente solamente Ambiente solamente	

Partes de metal con caucho (Elastomeric bearings, sellos de grasa y aceite, boots, etc.)	Aliphatic Naphtha Stoddard Solvent Alcohol 	Ambiente Ambiente Ambiente	Use estos solvents con moderación. No empapar, vapor desengrasante, o limpie las partes con solventes clorinados
Metal titanio, Nodal Beam retención pernos, etc.	Alcohol  Aliphatic Naphtha Mineral Spirits Stoddard Solvent Toluene	Ambiente Ambiente Ambiente Ambiente	Si pinturas o películas sólidas de lubricante deben ser removidas use MEK o un removedor de pintura no clorinado. No use vapor desengrasante o limpie con solventes clorinados.

NOTAS:

 PRECAUCIÓN: Solventes como MEK, ACETONE, LACQUER THINNER y otros solventes fuertes los cuales ataquen la pintura deben ser evitados.

 PRECAUCIÓN: NO USE ALCOHOL SOBRE PARTES HIDRAULICAS.

TABLA 1.6 LISTA DE SOLVENTES COMUNMENTE USADOS

TIPO DE SOLVENTE	PROPIEDADES	APLICACIÓN	NOMBRE COMERCIAL
Hidrocarbomos clorinados:			
1.1.1.- Trichloroethane (C-334)	No inflamable temperatura de ebullición 165° a 172° F (73.8° a 77.7° C)	Usos incluye limpieza de las manos, remoción de grasas y aceites, vapor desengrasante. El mezclado con otra solución implica resistencia a la llama	Methyl Chloroform, Safety Solvent, Chloroethene, Solvent 111, Triethane.
Trichloroethylene	No inflamable temperatura de ebullición 188° a 192° F (86.6° a 88.8°C)	No se usa cuando restricciones EPA son aplicadas, usado para vapor desengrasante en áreas no restringidas	Triclene, Tri, Triene.
Perchloroethylene	No inflamable temperatura de ebullición 248° a 252°F (120° a 122°C)	Solución de limpieza en seco usado para vapor desengrasante	Tetrachloroethylene. Perclene, Perc.
Methylene Chloride	No inflamable temperatura de ebullición 103° a 104° F (39.4° a 40.0° C)	Limpieza y desengrasado. Usado en algunos removedores de pintura	Methylene dichloride Dichloride methane.
Fluorinated Solvents	No inflamable pero sensible a calentamiento extremo	Normalmente combinado en una mezcla con otros agentes limpiadores como alcohol, methylene chloride, o MEK implica propiedades desengrasantes	Freon, Genesoly.

Petroleum solvents (mas comunes):

Aliphatic Naphtha (C-305)	Presenta Federal Especificaciones TT-N-96 Tipo II Extremadamente flamable. Punto de destello 20° a 50°F (-6.6° a 10.0°C)	Remoción de grasa y/o aceite de superficies pintadas y superficies plásticas	Naphtha, Tipo II Naphtha.
Aromatic Naphtha	Presenta Federal Especificaciones TT-N-97 Tipo flamable. Punto de destello 100°F (37.6° a 43.0°C)	Especificado para activación de cementos de caucho y remoción de grasa de partes de metal, dañara partes plásticas y superficies pintadas no debe ser sustituido por aliphatic naphtha.	Tipo I Naphtha
Solvente C-389	Flamable, punto de destello 100° a 110°F (37.8° a 43.0°C)	Desengrasante de metales, limpieza de montajes, limpieza de partes pintadas. No debe ser usado sobre plástico	Dry clearing solution, white spirits, high flash naphtha
Mineral Spirits	Flamable	Pintura thinner, equipo de limpieza de pintura. No debe ser usado sobre plástico	Petroleum distillate, Heavy naphtha, turpentine substitute
Alcohols:			
Alcohol C-339	Altamente flamable	Disponible para limpieza de superficies plásticas o montajes, casos especiales como sean especificados	Etanol, grain alcohol Denatured alcohol
Alcohol C-302	Altamente flamable	Limpieza de plásticos o como se especifique. Remoción de tachuelas de pegamento	Methanol, Word alcohol, carbonol
Alcohol (C-385)	Altamente flamable	Limpieza de plásticos o como sea especificado	Isopropanol, petrohol, Rubbing alcohol(dilute)
Ketones:			
Acetone (C-316)	Extremadamente flamable. Punto de destello -20° a 20°F (-28.9° a 5.5°C)	Uso solamente como sea especificado en los procedimientos, disolverá la mayoría de pinturas y plásticos.	
MEK (C-309)	Extremadamente flamable. Punto de destello -20° a 20°F (-28.9° a 5.5°C)	Use solamente como sea especificado en los procedimientos, disolverá la mayoría de pinturas y plásticos.	MEK

Selección de métodos de limpieza.

Para eliminar la suciedad dependen de tres factores que son:

- Tipo y cantidad de suciedad
- Capacidad del material base o disolvente y condición de la superficie
- Grado de limpieza que se desee.

La suciedad que se acumula en la superficie puede clasificarse de la siguiente manera:

Suciedad aceite.

Es aquella que se pega como una película delgada de aceite mientras mayor tiempo la suciedad permanezca más difícil será limpiarlo (se utiliza un limpiador alcalino).

Suciedad semisólida.

Aceites viscosos demasiado tiempo sin que se haya limpiado se puede limpiar con limpiadores alcalinos fuertes, se eliminan generalmente utilizando primero un disolvente y luego un limpiador alcalino.

Sustancias sólidas que contienen suciedad.

Todo aceite carbonizado, productos de corrosión y productos de combustión, etc. Esta suciedad es más difícil de eliminar, requiere que se combine el proceso de limpieza con los disolventes, pulverización a presión de una sustancia alcalina y además restregamiento.

Métodos de limpieza.

1.- Limpieza a mano. Cuando el volumen es demasiado pequeño la solución de limpieza se puede aplicar con una brocha o tela.

2.- Lavado por roció. Este es el método más rápido de limpieza, la característica más importante de este tipo de lavado es la unión de las fuerzas mecánicas, más la acción química del elemento limpiador.

1.8 PROPIEDADES DE LOS LÍQUIDOS.



Fig.1.17 AeroShell Turbine Oil 500-Qts

El Aceite de Motor de Turbina AeroShell Turbine Oil 500 es un aceite lubricante sintético para motores de turbina de gas. Este es una mezcla cuidadosa de esterés “difíciles” y una moderna tecnología de aditivos. AeroShell Turbine Oil 500 proporciona protección superior a la alta temperatura, corrosión y excelente protección contra el desgaste por uso. Esta mezclado para tener superior performance térmica y antioxidación en aplicaciones críticas en la turbina. AeroShell Turbine Oil 500 presenta todos los requerimientos y es calificado bajo especificación Militar US, MIL-PRF-23699F Clase STD, (ver tabla 1.5). Este es aprobado también comercialmente para uso en un amplio

rango de motores de turbina como Pratt & Whitney, General Electric, Allison, Lycoming, Rolls-Royce, Snecma, Garrett, and Turbomeca tan bien como la mayoría de accesorios como Garrett and Sunstrand. (Ver tabla 1.7)

TABLA 1.7 Propiedades Típicas del Aceite de Turbina Aeroshell 500

CODIGO DE PRODUCTO		60072
Propiedad	Requerimientos	Típicos
Tipo de aceite	Ester sintético	Ester sintético
Viscosidad @ 100 °C, cSt @ 37.8 °C, cSt @ -40.0 °C, cSt	4.9-5.4 25 min 13,000 max	5.4 25.26 8,996
Punto de Destello, °C	246 min.	256
Punto de Pureza, °C	-54 máx.	-75
Total Acidez – Mg KOH/g	1 max	0.01
Evaporación mínima 6.5 hrs. a 204°C, %m	10.0 max	2.52
Espuma	Debe circular	Circula
Hinchazón de caucho sintético estándar SAE-AMS 3217/1 72 hrs a 70 °C aumento en %	5 to 25	Dentro de Limites
SAE-AMS 3217/4, 72 hrs a 204 °C aumento en %	5 to 25	Dentro de Limites
Caucho de Silicon Estándar 96 hrs a 121 °C aumento en %	5 to 25	Dentro de limites
Estabilidad Terminal /Corrosividad 90 hrs a 274 °C Cambio en peso del metal en mg/cm2 Cambio de viscosidad en %	4 max 5 max	0.5 2.69
Cambio Total de Numero Ácido en mg KOH/g	6 max	2.03
Corrosión y Oxidación Estabilidad 72 hrs a 175 °C 72 hrs a 204 °C 72 hrs a 218 °C	Debe circular Debe circular Debe circular	Circula Circula Circula
Ryder Test de engranajes, Valor relative - Herculube A	102 min	117
Bearing Test Rig Type 1 1/2 Conditions Overall deposit demerit rating Viscosity changer @ 37.8 °C -%	80 max -5 to +30	47 19
Cambio total de numero de acidez -mg KOH/g Depósitos del filtro – g	2 max 3 max	1.1 0.4
Estabilidad de esquileo sonico Cambio de viscosidad a 40 °C-%	4 max	Nil
Volumen de Rastro en Metal	Must pass	Pass
Sedimentación – mg/1	10 max	2.6
Ceniza – mg 1	1 max	0.05

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL COMBUSTIBLE JP-1

Combustible de especificación MIL-T-5624F, grado JP-4 o alternos aprobados

El combustible JP-4 corresponde a un destilado con un intervalo de puntos de ebullición entre la gasolina y el keroseno. El punto de ebullición inicial promedio es de aproximadamente es de 140° F y el punto final es de aproximadamente, 455° F

TABLA 1.8 Propiedades Típicas del Combustible de Aviación

SPEC. NUMBERS	MIL-T-5624H NATO F-40	MIL-T-5624H NATO F-44
GRADO	JP-4 WIDE CUT GASOLINE TYPE	JP-5 HIGH FLASH KEROSENE TYPE
BTU/LB	18,400	18,300
LBS/GAL	6.46	6.7
BTU/GAL	118,860	122,600
FLASH POINT ° F	-10	140
FREEZING POINT ° F	-76	-56

1.9 BOMBAS.

La unidad actuadora del sistema hidráulico es la bomba de potencia, que normalmente descarga fluido a presión hacia las unidades impulsoras. La mayoría de las bombas del sistema tienen características de construcciones. Los ejes impulsores de todas las bombas tienen una sección corte por esfuerzo que permitirá que el eje se rompa si la bomba se atasca, evitando así daño al motor.

1.9.1 Bombas del tipo de engranaje.

Este tipo de bomba descarga un volumen constante de fluido a un régimen dado de R.P.M. La bomba se compone de dos engranajes de acero. Uno de los engranajes es motivo por el motor o por alguna otra unidad de potencia. El otro engranaje acopla y es movido por el engranaje impulsor en una caja de ajuste preciso.

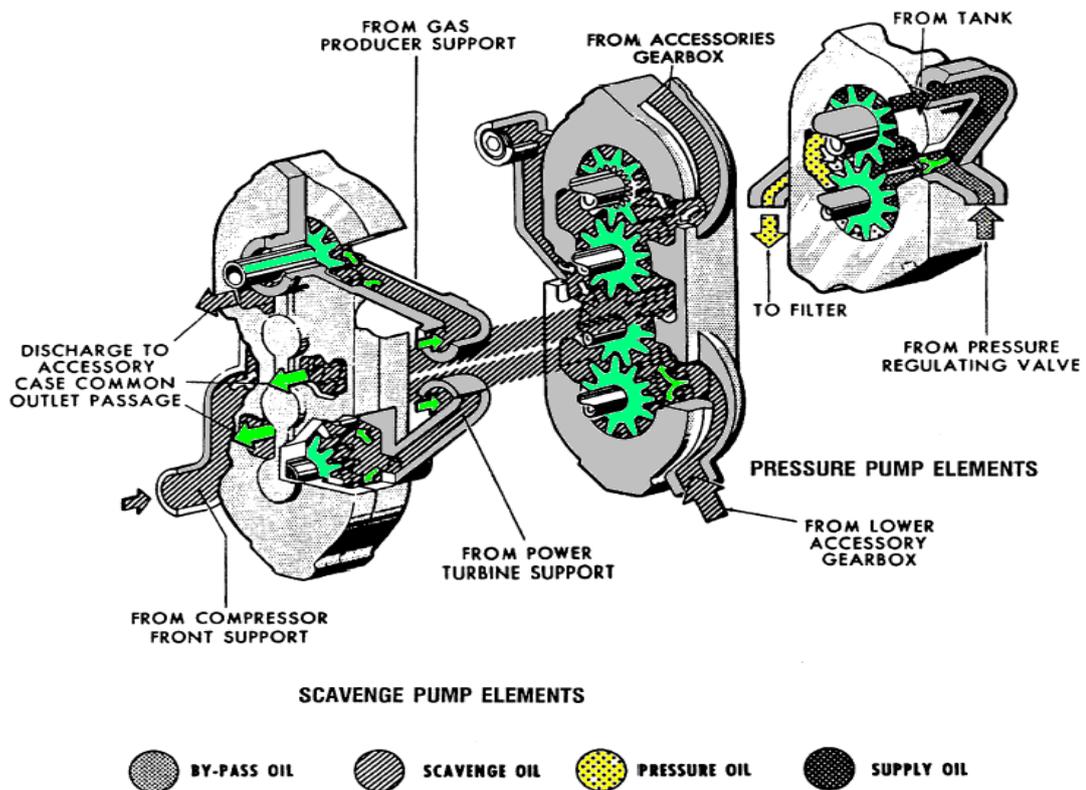


Fig. 1.18.- Esquema de bomba tipo engranaje

El fluido, es recogido por los dientes del engranaje y llevado a la parte exterior por el orificio de presión hacia el sistema. La filtración interna entre las caras de los engranajes

y los bujes de bronce se recogen en la caja del engranaje, siendo usada para enfriar y lubricar las piezas de la bomba que están en movimiento.

Conjunto de Bomba de Combustible de Elemento Simple y Filtro.

El conjunto de bomba de combustible y filtro incorpora un elemento de presión del tipo de engranaje sencillo, un filtro, una válvula by-pass. En el caso de contaminación de combustible, no usual, la válvula by-pass del filtro se abre a fin de permitir el flujo de combustible continuo al elemento de presión. Cuando el motor esta en operación, la unidad de control de combustible by-pass combustible de retorno al conjunto de la bomba. La válvula reguladora la presión de combustible de by-pass.

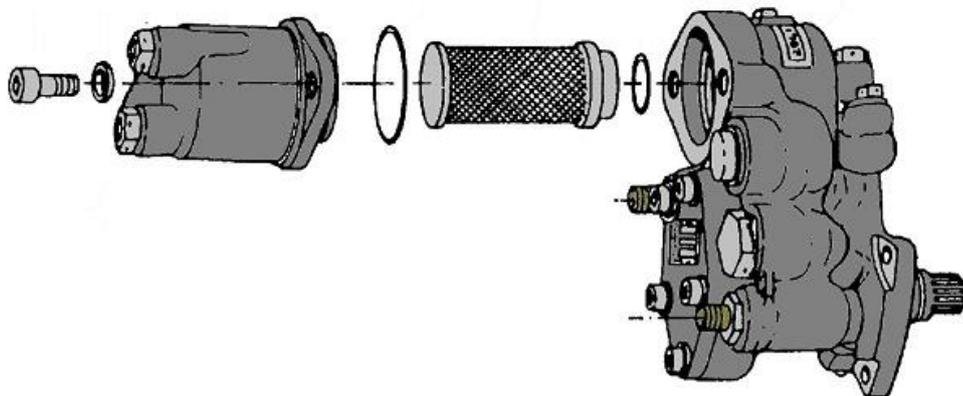


Fig. 1.19.- Bomba de Elemento Simple

El combustible del sistema de combustible del helicóptero es suministrado a la puerta de entrada de la bomba donde es dirigido hacia un filtro nominal de 10 micrones. Normalmente todo el combustible de entrada fluye a través del filtro y hacia el elemento bombeante de entrada. La válvula by-pass del filtro en paralelo con el filtro esta normalmente cerrada. A medida que el combustible fluye a través del filtro, habrá un ligero

descenso en la presión el cual muestra un nivel menor de presión en el lado de salida comparado con el de entrada, a medida que el filtro colecta contaminantes desde el combustible la presión diferencial a través del filtro aumenta. Las puercas de presión antes y después del filtro son suministradas de tal forma que la presión diferencial a través del filtro pueda ser censada.

1.9.2 Bombas de tipo pistón.

Al igual que la bomba de tipo engranaje la del pistón también usa presión e caja para el enfriamiento y lubricación. El fluido se filtra por los pistones en el bloque del cilindro y llena todo el espacio que hay dentro de la bomba. Un obturador colocado alrededor del eje impulsor impide el escape de este fluido a través del extremo impulsor de la bomba. La presión de caja excesiva dentro del alojamiento se evita haciendo que el fluido regrese al lado de admisión de la bomba a través de una válvula de alivio llamada válvula FOOT. Esta válvula impide que la presión de caja se eleve a más de aproximadamente 15 PSI.

Muchas de las piezas de funcionamiento de la bomba tienen conductos perforados para permitir que el fluido circule más libremente por toda la bomba.

Una flecha que esta en la cabeza de la bomba indica la dirección de rotación para cual esta arreglada la bomba. La rotación de la cabeza 180° permitirá que la bomba funcione en dirección inversa.

1.10 ACOPLES

Son parte del sistema hidráulico que ayuda a mantener la presión en el sistema, estos acoples permiten cerrar el sistema hidráulico trabajando de una manera que ajusta las cañerías transmitiendo el esfuerzo necesario para mover los controles de vuelo. Estos acoples son de aluminio con aleación de magnesio, siendo resistente a altas temperatura y resistente a presiones altas. Son roscables permitiendo un ajuste perfecto.

Sellos (empaques).

La función de los sellos es evitar la pérdida de aceite y/o presión entre los cuerpos, sean estos estáticos o dinámicos.

1.11 FILTROS

Filtro.

Elemento que nos permite eliminar las partículas sólidas e impurezas que podrían contaminar el lubricante y afectar el funcionamiento del sistema.

1.11.1 Filtro micrónico (papel).

Es un papel de celulosa especialmente tratado para eliminar impurezas de hasta 0.004 de pulgada. El paso normal del fluido a través del filtro se hace por el orificio de “entrada”, alrededor de la parte exterior del elemento y el interior del filtro hacia fuera por

el orificio de salida. Los filtros o elementos deberán ser cambiados periódicamente de acuerdo con las instrucciones que aparecen en las publicaciones técnicas aplicables. En caso de que no se disponga de un elemento de reemplazo puede ser limpiado con un agente limpiador especificado y secado con un chorro de aire seco de poca fuerza.

1.11.2 Filtros de alambre o malla.

Sirve para el mismo propósito que el filtro micrónico, pero no es capaz de colar partículas diminutas. Su principal ventaja es que nunca hay necesidad de cambiar el elemento. La rotación periódica de la manigueta del filtro quita las materias extrañas del elemento. Esto se logra al raspar el elemento contra una cuchilla integral del filtro. Hay filtros adicionales instalados dentro de los reservorios para asegurar aun más la limpieza del sistema.

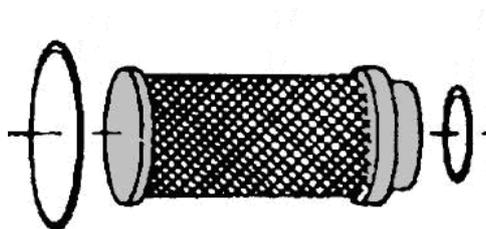


Fig. 1.20.- Filtro de Alambre o Malla

CAPÍTULO II

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

2.1 IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS

Debido a que no se pudo obtener información acerca de bancos de este tipo en el mercado se procedió a determinar dos tipos de alternativas de acuerdo a las necesidades y materiales disponibles.

Dentro de las alternativas propuestas se han escogido los siguientes bancos para el flushing del enfriador de aceite del motor Allison 250 C 20J tomando en cuenta la aplicación, tamaño y costo, los cuales son:

- Banco para el flushing del radiador de aceite con tapón de válvula by-pass del radiador
- Banco para el flushing del enfriador de aceite con calentador del fluido limpiador

2.1.1.- PRIMERA ALTERNATIVA

La primera alternativa trata sobre el banco para el flushing de enfriadores de aceite con tapón para válvula de desviación, este tipo de banco posee las siguientes partes:

- Tapón para válvula de desviación

- Bomba eléctrica
- Tanque o reservorio
- Filtro de papel
- Manómetro de presión de entrada
- Manómetro de presión de salida
- Cañerías hidráulicas
- Llaves de paso
- Válvula de drene

2.1.2.- SEGUNDA ALTERNATIVA.

La segunda alternativa se refiere al banco para el flushing de enfriadores de aceite con calentador del fluido limpiador, este banco tiene las siguientes partes:

- Calentador del liquido limpiador para que se abra la válvula by-pass del radiador
- Censor de temperatura del fluido
- Regulador de temperatura del fluido
- Bomba eléctrica
- Manómetro de presión de entrada
- Manómetro de presión de salida

- Tanque
- Filtro de papel
- Llaves de paso
- Cañerías hidráulicas

2.2.- ESTUDIO TÉCNICO

2.2.1.-Parámetros de evaluación

Para la evaluación de cada una de las alternativas, se asigna un valor X_i a los parámetros de selección, que se han considerado más importantes que permitirán seleccionar la mejor alternativa.

La asignación de los valores X_i depende de la importancia del parámetro y su valor de ponderación se encuentra entre: $0 < X_i \leq 1$

En función de las ventajas y desventajas que presenten las alternativas, se evaluará cada parámetro y la alternativa que obtenga el valor más alto en la calificación de parámetros será seleccionado para ser construido. Las alternativas también tendrán una calificación entre cero y uno.

Los parámetros de selección que se consideran, son los siguientes, los mismos que están divididos en tres aspectos (técnico, económico y complementario):

1.-Aspecto Técnico

- Funcionabilidad
- Rendimiento
- Facilidad de Operación y Control
- Mantenimiento
- Materiales
- Proceso de Construcción
- Precisión
- Fiabilidad

2.- Aspecto Económico:

- Costo de Fabricación
- Costo de Operación

3.- Aspecto Complementario

- Tamaño
- Forma

A continuación se definen cada uno de los parámetros:

Funcionabilidad: Habla acerca de las características del banco de pruebas y hace que la misma cumpla con los fines para el que fue construido. Por la importancia de este parámetro se da un valor de 0.8.

Rendimiento: Este parámetro se refiere a que se debe tener un alto grado de seguridad para que el banco de pruebas trabaje y cumpla con la finalidad que fue creado. Se le asigna un valor de 0.8.

Facilidad de Operación y Control: Los bancos presentados deben perseguir una finalidad primordial, la misma que constituye en la facilidad y sencillez de operar y controlarlos. A este parámetro se le asigna un valor de 0.7.

Mantenimiento: Es importante para el banco se mantenga en óptimo funcionamiento, además dependiendo de la complejidad del sistema se necesite ver la disponibilidad de los posibles repuestos. Tomando en cuenta lo anterior se le da un valor de 0.6.

Materiales: Trata del material recomendable y su facilidad de adquisición para que la construcción sea óptima. Este parámetro tiene un valor de 0.4.

Procesos de Construcción: Todas las alternativas , requieren de piezas, instrumentación, elementos con tolerancia de construcción y necesitan de maquinaria adecuada que permitan obtenerlas, por lo que se da a este parámetro un valor de 0.7.

Precisión: Trata de la cuantificación de las temperaturas tanto de entrada y salida como las de interfase, así como el valor de las presiones en el sistema. El valor asignado a este criterio es 0.7.

Fiabilidad: Este factor es muy importante y trata de evaluar el funcionamiento satisfactorio de cada una de las alternativas. Su valor es de 0.8.

Costo de Fabricación: Reviste de gran importancia en una adecuada decisión , para la selección del banco de pruebas, como la construcción no se la realiza en serie, se trata de buscar la alternativa más económica y su parámetro tiene un valor de 0.6.

Costo de Operación: Una vez construido el banco de pruebas, se busca economizar la energía utilizada en el proceso de operación. Su valor es de 0.6.

Tamaño: Se refiere al espacio ocupado por el banco. El valor de este criterio es de 0.2.

Forma: Trata de la estética de cada uno de los dispositivos del banco de pruebas. Tiene un valor de 0.2.

2.3.- ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

En este punto, se analiza las ventajas y desventajas de cada una de las alternativas para poder determinar la mejor y analizar requerimientos técnicos de la misma, con el fin de construir el banco escogido.

2.3.1.- Primera Alternativa

Máquina: Banco para el flushing del radiador de aceite con tapón de válvula by-pass

del radiador

Ventajas

- No requiere que se caliente el fluido limpiador
- El montaje y desmontaje del equipo es de mucha facilidad
- No requiere de un mantenimiento de tipo especial
- La operación del equipo es relativamente sencilla

Desventajas

- líquido limpiador puede causar irritaciones en la piel

- Se requiere desmontar la válvula by-pass del enfriador
- requiere de una fuente constante de energía eléctrica para la bomba
- el filtro debe ser chequeado permanentemente

2.3.2.- Segunda Alternativa



Banco para el flushing del enfriador de aceite con calentador del fluido

limpiador.

Ventajas

- No se requiere desmontar la válvula by-pass
- El montaje y desmontaje del equipo es relativamente sencillo
- El mantenimiento se lo puede realizar sin mayor percance.

Desventajas

- Requiere de un calentador para que se abra la válvula by-pass del radiador
- Requiere de una mayor cantidad de energía para su funcionamiento
- Se debe seleccionar un líquido limpiador que pueda ser calentado

- Requiere de un costo de operación más elevado por el consumo de energía

Tabla 2.1 Matriz de Evaluación

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	F. Pond Xi.	ALTERNATIVAS	
		1	2
Funcionabilidad	0.8	0.7	0.6
Rendimiento	0.8	0.7	0.7
Factor de Operación y Control	0.7	0.7	0.5
Mantenimiento	0.6	0.6	0.6
Materiales	0.4	0.4	0.2
Proceso de Fabricación	0.7	0.7	0.5
Precisión	0.7	0.5	0.5
Fiabilidad	0.8	0.6	0.6
Costo de Fabricación	0.6	0.6	0.5
Costo de Operación	0.6	0.6	0.4
Tamaño	0.2	0.2	0.1
Forma	0.2	0.2	0.1

Tabla 2.2 Matriz de Decisión

PARAMETROS DE EVALUACIÓN	ALTERNATIVAS	
	1*Xi	2Xi
Funcionabilidad	0.56	0.42
Rendimiento	0.56	0.56
Factor de Operación y Control	0.49	0.35
Mantenimiento	0.36	0.36
Materiales	0.16	0.8
Proceso de Fabricación	0.49	0.35
Precisión	0.35	0.35
Fiabilidad	0.48	0.48
Costo de Fabricación	0.36	0.30
Costo de Operación	0.36	0.24
Tamaño	0.4	0.2
Forma	0.4	0.2
TOTAL	4.98	4.61

2.4 SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA

Una vez realizado el estudio técnico, el análisis de cada alternativa y evaluación de parámetros, se determina que la primera alternativa presenta mejores condiciones de operación y costo.

2.5.- REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

- El sistema del banco debe soportar una presión máxima de 130 PSI tomando en cuenta que es la presión máxima a la cual funciona el sistema del helicóptero los factores de seguridad aplicables.
- Se utiliza como agente limpiador el combustible de aviación JP1, la nafta y jabón de estructura.
- Se conecta a una toma eléctrica de 110 V. AC.

CAPÍTULO III

CONSTRUCCIÓN

El objetivo principal de este capítulo es resumir las principales consideraciones de los procesos de manufactura y ensamble para realizar la construcción de los diferentes sistemas y partes del banco. Esta se realiza por partes para optimizar los recursos y el tiempo de una mejor manera lo cual se detalla a continuación:

Orden de Construcción.

- Estructura
- Sistema hidráulico
- Sistema eléctrico
- Pintado y acabado

Para obtener algunos elementos de este banco se utilizaron varias máquinas herramientas existentes en los hangares de la Aviación Naval y el Ala 12 de la FAE.

Tabla 3.1 Datos técnicos de las máquinas herramientas utilizadas en el proyecto.

MAQUINA HERRAMIENTA	CARACTERÍSTICAS
TALADRO DE BANCO	Marca ADIR modelo Rirk 504 120V.
CORTADORA ELÉCTRICA DE LAMINAS	Marca TENNSMITH 0780 220V.
ESMERIL	Especial 108242 120V.
SUELDA ELECTRICA	LINCOM 25 AC/DC de 250 amperios Soldadura varilla LINCOM 70/18 de 1/8 de espesor
AMOLADORA	Crammer 2356
COMPRESOR	Hamilton Bump 5674

La fabricación de los diferentes sistemas del banco de lavado de radiadores se utiliza un número de horas de las máquina herramienta que se detalla a continuación en la siguiente tabla donde X = 10 Horas de operación.

Tabla 3.2 Tiempo de operación de los diferentes sistemas

ELEMENTO	OPERACIÓN (h)												Total
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
BASE	X	X	X	X									40
TANQUE	X	X											20
SISTEMA HIDRAULICO					X	X	X	X	X				50
SISTEMA ELECTRICO										X	X	X	30
Total de operación	20	20	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	140

SIMBOLOGÍA:

- A. Trazado
- B. Corte
- C. Frezado
- D. Torneado
- E. Soldado
- F. Ensamblado
- G. Esmerilado
- H. Pintado
- I. Instalación del tanque
- J. Instalación del sistema hidráulico
- K. Instalación del sistema eléctrico
- L. Comprobación del banco

Existen algunas operaciones realizadas, donde no se puede determinar el número de horas de operación tales como montaje de las partes del banco, puntos de soldadura, etc.

3.1.- Estructura .-

La estructura del banco se construye con ángulo de hierro, posee cuatro puntos de fijación al piso, la parte superior consta de un tablero de madera para los elementos del banco, la parte inferior consta de una lamina de hierro fijada a la estructura con remaches esta sirve para dar una mayor estabilidad y colocar los materiales a utilizarse en el proceso de lavado, la estructura esta hecha con un material de las siguientes características:

Material : Angulo de Hierro

Alto : 3/4“

Espesor : 1/8”

Largo : 6 m.



Fig. 3.1 Estructura del banco

Material : Lamina de Hierro

Largo : 60 cm.

Ancho : 75 cm.

Espesor : 2 mm.

Material : Tablero de Madera Plywood.

Espesor : 14 mm.

Largo : 60 cm.

Alto : 10 mm.

Profundidad : 75 cm.



Fig. 3.2 Tablero de madera

3.2.- Base para motor .-

El diseño de la base se realiza de acuerdo a las dimensiones del motor, el regulador y de la bomba de tal manera que proporcione un alineamiento entre los ejes del motor y la bomba y fue hecha con un material de las siguientes especificaciones:

Material : Plancha de Hierro

Espesor : 10 mm.

Largo : 30 cm.

Ancho: 25 cm.



Fig. 3.3 Base para Motor

3.3.- Soporte para bomba .-

El soporte fue hecho de acuerdo a las dimensiones del punto resujeción de la bomba y la altura del eje del motor eléctrico, consta de dos piezas que están unidas con solda, esta construido con un material de las siguientes especificaciones:

Material : Lamina de Hierro

Espesor : 6 mm.

Largo : 9 cm.

Ancho : 5 cm.

Alto : 10 cm.



Fig. 3.4 Soporte para Bomba

3.4.- Sistema hidráulico.

El banco de pruebas posee un sistema hidráulico en donde el líquido limpiador es succionado por la bomba desde el tanque y luego de pasar por un filtro es enviado a través de las mangueras a una válvula de paso y luego a un manómetro de allí pasa al interior del radiador luego sale y retorna al tanque realizando una recirculación, este consta de:

- 1.- Filtro metálico de 75 micrones incorporado en la bomba.
- 2.- Mangueras de Nylon de ½”.
- 3.- Niplos y Acoples de Acero y Aluminio.
- 4.- Bomba de Combustible Tipo Engranaje de Elemento Simple.
- 5.- Manómetro de 0 a 150 Psi.
- 6.- Llave de paso



Fig. 3.5 Bomba y Mangueras

3.5 .- Sistema Eléctrico.

- 1.- Motor eléctrico Siemens de 220 V.C.A. de 1 Hp. de 3600 R.P.M.
- 2.- Regulador de Frecuencia Digital de 220 V.C.A.

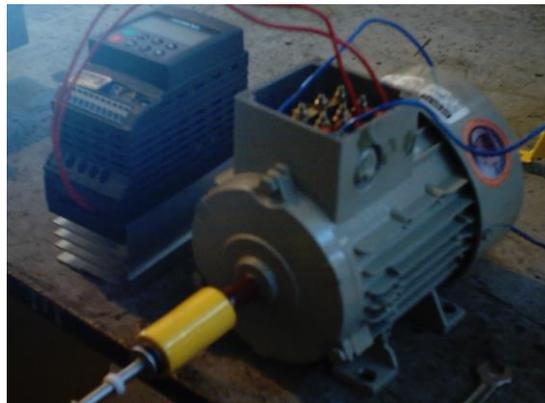


Fig. 3.6 Regulador de Frecuencia y Motor

3.6 .- Bandeja o sumidero.

El sumidero se encuentra debajo del soporte del radiador y su función es recolectar el líquido derramado durante el montaje y desmontaje del enfriador además impide que el

líquido contamine otras partes del banco, esta construido con un material de las siguientes características:

Material : Lámina de acero galvanizado

Espesor : 2 mm.

Largo : 60 cm.

Ancho : 30 cm.

Alto : 4 cm.



Fig. 3.7 Sumidero

3.7 .- Soporte para enfriador.

El soporte para el enfriador mantiene el radiador fijo a la estructura del banco esta construido con un material de las siguientes características:

Material : Angulo de Hierro

Espesor : 3 mm.

Alto : 8 cm.

Ancho : 25 mm.

Largo : 60 cm.

3.8 Acople entre motor y bomba.

El acople entre el motor y la bomba permite la transmisión de movimiento rotatorio del eje del motor al eje de la bomba es de tipo rígido y esta construido con un material de las siguientes características:

Material : Hierro

Largo : 4 cm.

Diámetro: 2,5 cm.



Fig. 3.8 Acople Bomba y Motor



Fig. 3.9.- Banco para el Flushing de Radiadores de Aceite

El principio de funcionamiento es hidráulico-eléctrico, el líquido pasa del tanque a un filtro, para que este llegue libre de impurezas a la bomba y de allí a una llave de paso y luego a un manómetro luego pasa al interior del enfriador recorriendo sus celdas internas limpiando las paredes de las mismas, sale de este y luego regresa al tanque para cerrar el circuito.

Diagrama Hidráulico del sistema.

Fig. 3.10.- Diagrama Hidráulico del Banco

3.9 .- DIAGRAMAS DE PROCESOS.

A continuación se presenta los diagramas de procesos de la construcción de la estructura, bases y acople.

3.9.1 .- DIAGRAMA DE PROCESO DE FABRICACIÓN DE LA ESTRUCTURA.

MATERIAL : Angulo de Hierro, lámina de hierro.

Medido trazado de componentes estructurales 10

Corte de Ángulo de acuerdo a medidas 20

Corte de lamina para fijación al piso 30

Corte de lamina para base inferior 40

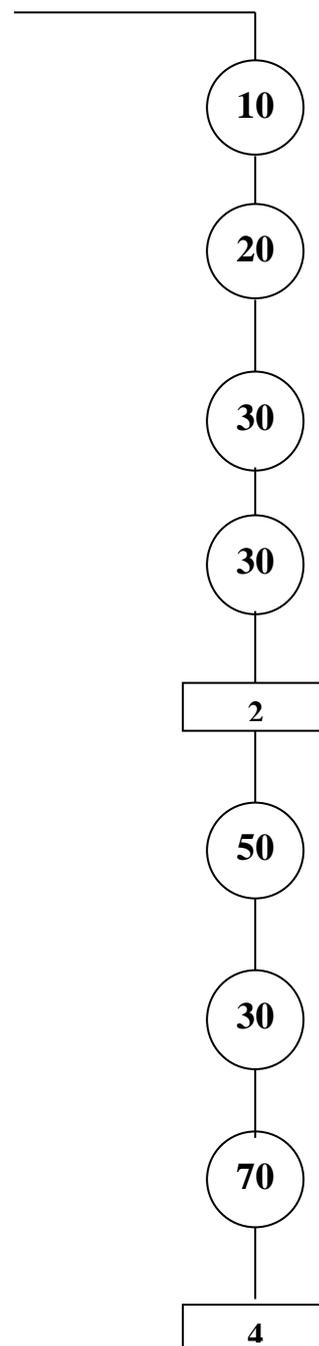
Inspección de corte 2

Soldado de bases estructurales 50

Amolado y lijado 60

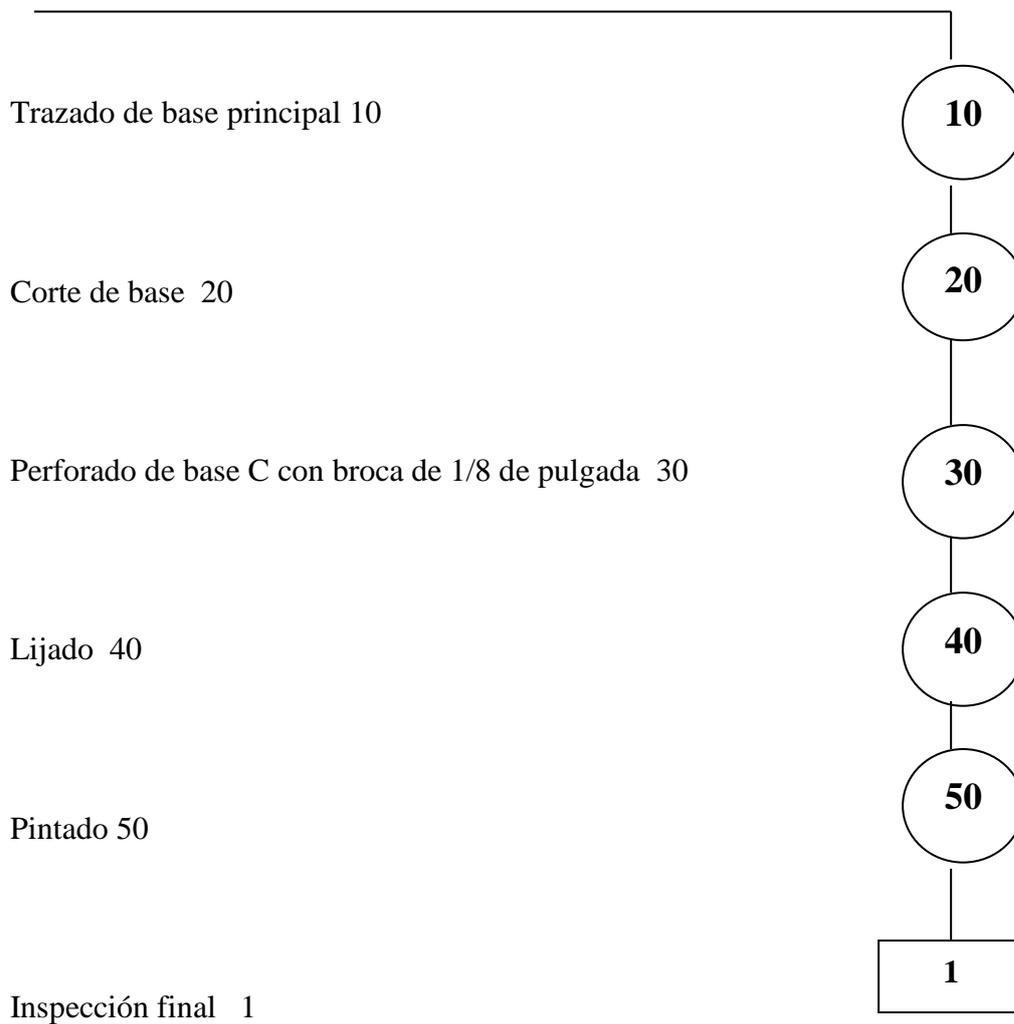
Pintado de estructura 70

Inspección final 4



3.9.2 .- DIAGRAMA DE PROCESO DE FABRICACIÓN DE LA BASE .

MATERIAL : Plancha de Plywood de 10mm



3.9.3 .- DIAGRAMA DE PROCESO DE FABRICACIÓN DE ACOPLER DE MOTOR ELÉCTRICO Y BOMBA

Material :...Acero.....

Trazado de longitud del Acople M, B 10

Corte de Acople M, B 20

Inspección de corte 1

Frezado del extremo B 30

Inspección de frezado 2

Frezado del extremo M 40

Inspección de Frezado 3

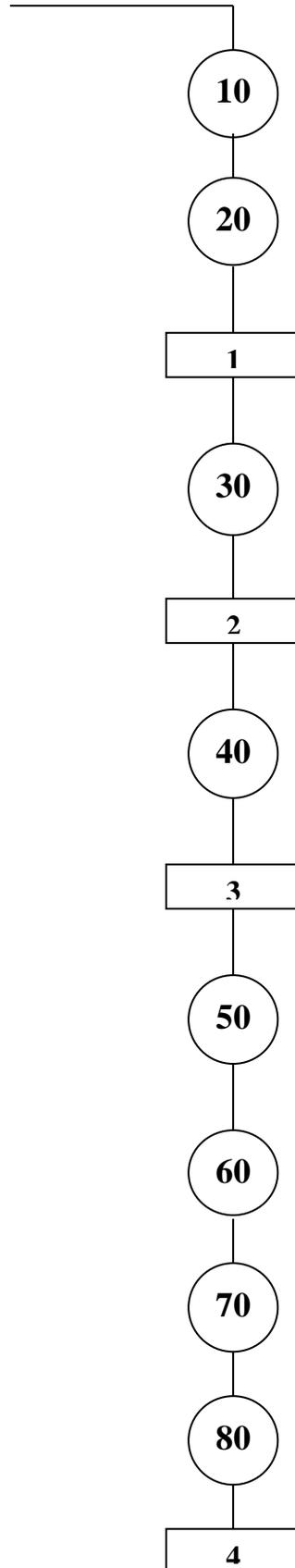
Torneado y alineamiento de los extremos M y B 50

Soldado de los extremos M y B 60

Limado y Lijado 70

Pintado 80

Inspección final 4



3.9.4 .- DIAGRAMA DE PROCESO DE FABRICACIÓN DE BASE PARA BOMBA Y MOTOR

Material :...Plancha de Acero de 10mm y 5mm.....

Trazado de base de motor 10

Corte de base 20

Inspección de corte 1

Perforado para montaje del motor 30

Inspección de perforado 2

Trazado de base de bomba 40

Corte de base de bomba 3

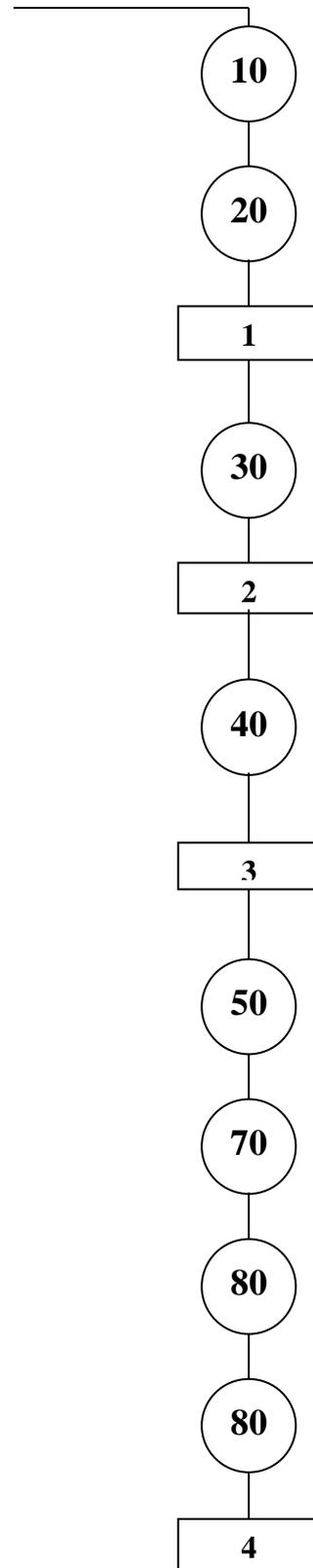
Perforado de base 50

Soldado de base horizontal y vertical 70

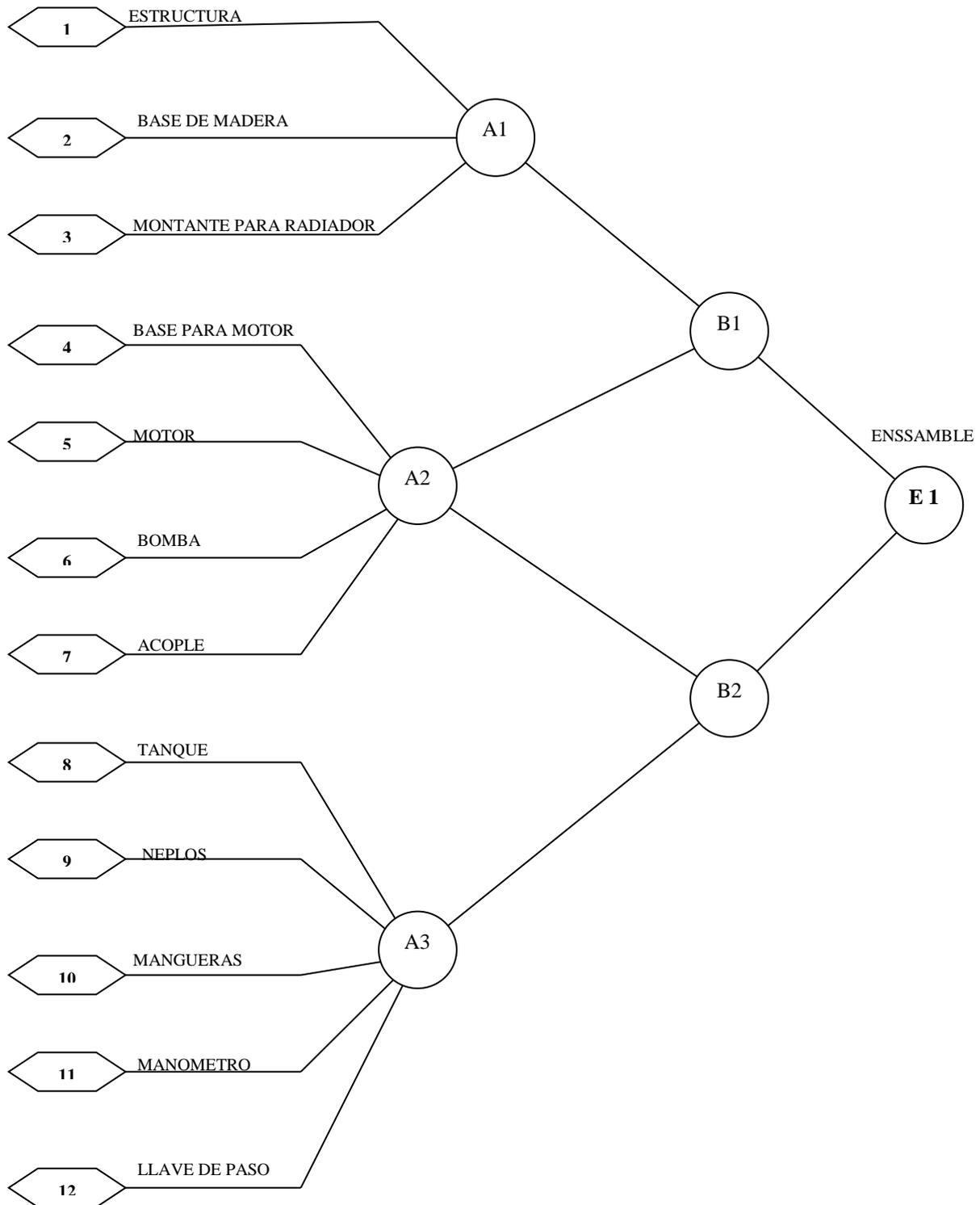
Limado y Lijado 80

Pintado 80

Inspección final 4



3.10.- DIAGRAMAS DE MONTAJE GENERAL.



CAPÍTULO IV

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

4.1.- PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.

Una vez realizada la construcción del tanque, base y el acoplamiento de los sistemas eléctrico e hidráulico, se procede a verificar las características del mismo.

Tabla 4.1. Verificación de funcionamiento de los sistemas del banco de lavado del enfriador.

SISTEMA	CUMPLE TOLERANCIAS	ENSAMBLE OPTIMO
ESTRUCTURA	√	√
TANQUE	√	√
SISTEMA ELÉCTRICO	√	√
SISTEMA HIDRAULICO	√	√

Con respecto al funcionamiento global de los diferentes sistemas del banco se dice que el banco se encuentra en perfectas condiciones y funciona óptimamente.

CAPÍTULO V

ELABORACIÓN DE MANUALES

En este capítulo se establece los distintos procedimientos de operación, mantenimiento y calibración, hojas de registro con su respectiva implementación del banco de lavado de radiadores de aceite.

La codificación de la máquina y los procedimientos de ensayo, según el manual de Calidad de los Laboratorios ITSA se indica en la siguiente tabla:

Tabla 5.1.- Codificación de los procedimientos de ensayo del banco.

	PROCESO	CODIGO
1	<i>Banco para Lavado del Radiador de Helicóptero Bell 206</i>	CAP-AN-01
2	<i>Manual de Operación del Banco.</i>	CAP-AN-P1
3	<i>Manual de Mantenimiento del Banco.</i>	CAP-AN-P2
4	<i>Manual de Verificación del Banco.</i>	CAP-AN-P3
5	<i>Registro de vida</i>	CAP-AN-R1
6	<i>Registro de mantenimiento</i>	CAP-AN-R2
7	<i>Registro de operación</i>	CAP-AN-R3
8	<i>Registro de vida de accesorios</i>	CAP-AN-AC-P1
9	<i>Registro de vida de repuestos</i>	CAP-AN-RP-P1

AVINAV  ESDEAV	BANCO PARA LAVADO DEL RADIADOR DE HELICÓPTERO BELL 206		Pág. : 1 de 1
	BANCO DE LAVADO DEL ENFRIADOR DE ACEITE		Código : CAP-AN-01
	Elaborado por : Carlos Alberto Pavón		Revisión No. : 1
	Aprobado por : Sgos. Econ. Ochoa Klever	Fecha: 2004/06/10	Fecha: 2004/06/10
<p>1.- Documento de Referencia: N/A</p> <p>2.- Código del Equipo: N/A</p> <p>3.- Ubicación del Equipo: N/A</p> <p>4.- Marca del Equipo: N/A</p> <p>5.- Modelo: N/A</p> <p>6.- Características técnicas:</p> <p>6.1.- Peso: 47 Lbs.</p> <p>6.2.- Capacidad del Reservorio: 1,5 Gls. US.</p> <p>6.3.- Tipo de Liquido: Combustible JP-4 MEK (Methyl Ethil Ketone)</p>			

5.2.- MANUAL DE OPERACIÓN.

AVINAV  ESDEAV	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS		Pág. : 1 de 2
	OPERACIÓN DEL BANCO DE LAVADO DEL ENFRIADOR DE ACEITE		Código : CAP-AN- P1
	Elaborado por : Carlos Alberto Pavón		Revisión No. : 1
	Aprobado por : Sgos. Econ. Ochoa Klever	Fecha: 2004/06/10	Fecha: 2004/06/10

1.0 OBJETIVO

Documentar el procedimiento para operación del banco de pruebas de lavado del enfriador de aceite.

2.0 ALCANCE

Contempla el banco destinado a ser aplicado a los radiadores de aceite del motor Allison 250 C 20-J

3.0 PROCEDIMIENTOS A REALIZARSE SEMESTRALMENTE

1. Realizar el cálculo del líquido limpiador a utilizar teniendo en cuenta la capacidad del tanque del banco
2. Verter el limpiador en el tanque
3. Verificar que la tapa del tanque este bien ajustada
4. Verificar que las llaves de paso y el regulador estén cerradas
5. Conectar la toma de salida del banco a la entrada del enfriador
6. Conectar el cable del banco a tierra.
7. Encender la bomba

AVINAV  ESDEAV	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS		Pág. : 2 de 2
	OPERACIÓN DEL BANCO DE LAVADO DEL ENFRIADOR DE ACEITE		Código : CAP-AN- P1
	Elaborado por : Carlos Alberto Pavón		Revisión No. : 1
	Aprobado por : Sgos. Econ. Ochoa Klever	Fecha: 2004/06/10	Fecha: 2004/06/10

- 8.- Abrir lentamente la llave de paso hasta que el manómetro de entrada indique la presión necesaria para el sistema
- 9.- Abrir la llave de paso
- 10.- verificar el manómetro
- 11.- Mantener el flujo por un tiempo de ...10 minutos.....
- 12.- Realizar un chequeo tomando una muestra
- 13.- Cerrar la llave de paso
- 14.- Apagar la bomba
- 15.- Desconectar el enfriador del banco
- 16.- Abrir la llave de drenaje del tanque
- 17.- Limpiar el banco suministrando aire a presión

4.0. FIRMA DE RESPONSABILIDAD -----

5.3.- MANUAL DE MANTENIMIENTO

<p>AVINAV</p>  <p>ESDEAV</p>	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS		Pág. : 1 de 2	
	MANTENIMIENTO DEL BANCO DE LAVADO DEL ENFRIADOR DE ACEITE			Código : CAP-AN-P2
	Elaborado por : Carlos Alberto Pavón		Revisión No. : 1	
	Aprobado por : Sgos. Econ. Ochoa Klever	Fecha: 2004/06/10	Fecha: 2004/06/10	

1.0 OBJETIVO

Documentar el procedimiento de mantenimiento del banco de lavado de enfriadores.

2.0 ALCANCE

Contempla el banco de lavado de enfriadores destinado a ser dado mantenimiento.

3.0 PROCEDIMIENTOS

- 1.- Se deberá mantener libre de fugas para evitar la acumulación de polvo en el banco
- 2.- Ajuste de acoples y partes cada vez que exista fugas
- 3.- Cambie los acoples o partes si no se eliminan las fugas con el ajuste
- 4.- Limpiar el banco de lavado de enfriadores con aire a presión después de usar.
- 5.- El filtro se deberá limpiar cada ...20.... Galones de liquido limpiador o menor tiempo en caso de averías.
- 6.- Pintar el banco y tanque con pintura EPOXICA cada 5 años.
- 7.- Las cañerías deben ser revisadas para evitar taponamientos antes de ser utilizado el banco.

AVINAV  ESDEAV	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS		Pág. : 2 de 2
	MANTENIMIENTO DEL BANCO DE LAVADO DEL ENFRIADOR DE ACEITE		Código : CAP-AN-P2
	Elaborado por : Carlos Alberto Pavón		Revisión No. : 1
	Aprobado por :Sgos. Econ. Ochoa Klever	Fecha: 2004/06/10	Fecha: 2004/06/10

8.- Los manómetros deben ser enviados a calibrar cada dos años.

9.- Durante la no operación del banco este debe mantenerse en un lugar seco y cubierto.

10.- Limpieza general cada 15 días.

4.0. FIRMA DE RESPONSABILIDAD -----

5.4.- MANUAL DE VERIFICACIÓN.

<p>AVINAV</p>  <p>ESDEAV</p>	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS		Pág. : 1 de 1
	VERIFICACIÓN DEL BANCO DE LAVADO DEL ENFRIADOR DE ACEITE		Código : CAP-AN-P3
	Elaborado por : Carlos Alberto Pavón		Revisión No. : 1
	Aprobado por : Sgos. Econ. Ochoa Klever	Fecha: 2004/06/10	Fecha: 2004/06/10

1.0 OBJETIVO

Documentar el procedimiento para verificación del banco.

2.0 ALCANCE

Contempla al banco de lavado de enfriadores de aceite destinado a ser calibrado para la operación del mismo.

3.0 PROCEDIMIENTOS

3.1.- Verificar que los manómetros estén encerrados antes de realizar la inspección.

3.2.- Verificar el estado de llaves de paso, filtro y bomba antes de la inspección.

3.3.- Verificar que las cañerías no tengan obstrucciones.

3.4.- Verificar que la tapa del tanque este cerrada.

3.5.- Verificar fugas.

4.0 FIRMA DE RESPONSABILIDAD -----

5.5.- HOJA DE REGISTROS

<p>AVINAV</p>  <p>ESDEAV</p>	HOJA DE REGISTROS		Pág. : 1 de 1	
	REGISTRO DE VIDA DEL BANCO DE LAVADO DEL ENFRIADOR DE ACEITE			Código : CAP-AN-R1
	Elaborado por : Carlos Alberto Pavón		Revisión No. : 1	
	Aprobado por: Sgos. Econ. Ochoa Klever	Fecha: 2004/06/10	Fecha: 2004/06/10	

REGISTRO

INSPECCION VISUAL

Solicitado por:

Estado de componentes:

Realizado por:

Estado de sistema hidráulico:

Fecha de inicio:

Condición de sistema eléctrico:

Fecha de finalización:

Total horas de operación:

Nº	Detalle de componentes	Pasa	No pasa

Observaciones:.....

FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

AVINAV  ESDEAV	HOJA DE REGISTROS		Pág. : 1 de 1
	REGISTRO DE MANTENIMIENTO DEL BANCO DE LAVADO DEL ENFRIADOR DE ACEITE		Código : CAP-AN-R2
	Elaborado por : Carlos Alberto Pavón		Revisión No. : 1
	Aprobado por: Sgos. Econ. Ochoa Klever	Fecha: 2004/06/10	Fecha: 2004/06/10

FLUSHING DE ENFRIADOR DE ACEITE

Solicitado por:

Fecha de realización del mantenimiento:

Realizado por:

Fecha de culminación del mantenimiento:

Orden N°:

N°	Fecha de Inspección	Detalle de componentes	Trabajo realizado

Observaciones:.....
.....
.....

FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

AVINAV  ESDEAV	HOJA DE REGISTROS		Pág. : 1 de 1
	REGISTRO DE OPERACIÓN DEL BANCO DE LAVADO DEL ENFRIADOR DE ACEITE		Código : CAP-AN-R3
	Elaborado por : Carlos Alberto Pavón		Revisión No. : 1
	Aprobado por: Sgos. Econ. Ochoa Klever	Fecha: 2004/06/10	Fecha: 2004/06/10

REGISTRO

Solicitado por: _____ Total de horas de operación: _____

Realizado por: _____

Fecha de realización: _____

N°	Motivo	Pruebas realizadas	Novedades

Observaciones:.....

FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

AVINAV  ESDEAV	HOJA DE REGISTROS		Pág. : 1 de 1
	REGISTRO DE VIDA DE ACCESORIOS DEL BANCO DE LAVADO DEL ENFRIADOR DE ACEITE		
	Elaborado por : Carlos Alberto Pavón		Revisión No. : 1
	Aprobado por: Sgos. Econ. Ochoa Klever	Fecha: 2004/06/10	Fecha: 2004/06/10

REGISTRO

INSPECCIÓN VISUAL

Solicitado por:

Estado de componentes:

Realizado por:

Fecha de inicio:

Fecha de finalización:

Total horas de operación:

N°	Detalle de componentes	Pasa	No pasa

Observaciones:.....
.....
.....
.....
.....

FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

AVINAV  ESDEAV	HOJA DE REGISTROS		Pág. : 1 de 1
	REGISTRO DE VIDA DE REPUESTOS DEL BANCO DE LAVADO DEL ENFRIADOR DE ACEITE		
	Elaborado por : Carlos Alberto Pavón		Revisión No. : 1
	Aprobado por: Sgos. Econ. Ochoa Klever	Fecha: 2004/06/10	Fecha: 2004/06/10

REGISTRO

INSPECCION VISUAL

Solicitado por:

Estado:

Realizado por:

Fecha de inicio:

Fecha de finalización:

Total horas de operación:

N°	Detalle del repuesto	Pasa	No pasa

Observaciones:.....
.....
.....
.....
.....

FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

CAPÍTULO VI

ESTUDIO ECONÓMICO

En este capítulo se detalla el costo de construir un banco para el flushing del enfriador de aceite del motor Allison 250 C-20.

6.1.- PRESUPUESTO.

Habiendo realizado un estudio antes de concretar este proyecto, se llegó a la conclusión de que el banco para el flushing del enfriador del radiador de aceite tiene un costo en USD. De800,00 USD...

6.2.- ANÁLISIS ECONÓMICO.

Existen principalmente cuatro rubros en la construcción del banco para el flushing del radiador de aceite que son:

- Materiales.
- Máquinas-herramientas.
- Mano de obra
- Otros.

1.- Materiales.- Este rubro comprende todos los materiales utilizados para la construcción de las partes del banco.

Tabla 6.1. Lista de costos de materiales del banco para el flushing del radiador de aceite.

DETALLE	VALOR USD.
Plancha de Plywood	7,00
Ángulo de hierro de ¼"	9,87
Motor Eléctrico	89,4
Líquido penetrante	5,75
Tapón de By-Pass de la Bomba	8,20
Tapón de Válvula By-Pass	7,19
Neplo 1082-8-1	1,68
Manómetro	39,14
Acoples	46,22
Manguera hidráulica de presión y neplos	40,7
Acoples de bronce de ½ x ¼"	3,16
Teflón	2,00
Regulador de frecuencia	258,7
Acoples y tapón de bronce para manómetro	15,00
Tubo de acero de ½" redondo	5,20
T de cobre y llave esférica	4,86
Tubo de acero cuadrado	3,40
Electrodos	2,00
Lámina de acero	11,00
Sierra souflex	2,13
Pintura, tinner y lija	8,55
Alambres y enchufe	8,00
Plancha para base y suelda	56,00
Placa de identificación	4,00
TOTAL DE MATERIALES	639,2

2.- Máquinas Herramientas.- Para la construcción del banco para el flushing del radiador de aceite, fue necesaria la utilización de las máquinas herramientas existentes en los hangares de la Aviación Naval, Bloque 42 del ITSA y ALA N° 12 de la FAE.

En el siguiente cuadro se detalla el costo de utilización de máquinas herramientas.

Tabla 6.2 Costo de utilización de las máquinas herramientas.

MAQUINA-HARRAMIENTA	VALOR USD/HORA
Suelda eléctrica	8,00
Soldadora autógena	10,00
Pintura	10,00
Cizalla eléctrica	5,00
Esmeril	3,00
Taladro	1,00
Frezadora	15,00
TOTAL	50,00

La siguiente tabla de costos estima el valor de la base, tanque, sistema hidráulico del banco para el flushing del radiador de aceite.

Tabla 6.3. Costos de la fabricación de la base y estructura del banco.

DETALLE	VALOR USD.
Base	56,00
Estructura	35,00
TOTAL	91,00

3.- Mano de Obra .- Los costos de mano de obra están comprendidos principalmente por el montaje, manufactura, limpieza, pintura, etc.

Tabla 6.4. Costos de mano de obra

DETALLE	VALOR USD.
Montaje	10,00
Pintura	15,00
TOTAL	25,00

4.- Otros.- Este rubro comprende los materiales utilizados para las pruebas, costos de impresión de planos, transporte de materiales etc.

Tabla 6.5. Costos de otros gastos.

DETALLE	VALOR USD.
Material didáctico	30
Impresiones y alquiler de computador	20
Transporte de materiales	20
Imprevistos	15
TOTAL	85,00

Por lo tanto el costo total del banco para el flushing del radiador de aceite es:

Tabla 6.6. Costo total del banco para el flushing.

DETALLE	VALOR USD.
Materiales	639,2
Máquinas herramientas	50,00
Mano de obra	25,00
Otros	85,00
TOTAL	799,2

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1.- CONCLUSIONES

- ✓ Un método de limpieza de radiadores es el flushing el cual utiliza distintos fluidos solventes.
- ✓ El banco proporciona un flujo constante de líquido limpiador a través del interior del radiador y puede intercambiar distintos tipos de solvente.
- ✓ Se construyó el banco de acuerdo a las dimensiones del enfriador de aceite y a los líquidos solventes que se pueden utilizar para limpiar este material.
- ✓ El banco dispone de un drene para toma de muestras de los distintos ciclos de lavado con la finalidad de verificar su efectividad.
- ✓ Los manuales para la operación y mantenimiento así como hojas de registros proporcionarán datos para una correcta operación del banco.

7.2.- RECOMENDACIONES.

- La operación del banco se realizará en un ambiente de trabajo que brinde las condiciones adecuadas de seguridad.
- Utilizar correctamente el banco para evitar accidentes.
- Leer los diferentes manuales antes de realizar las inspecciones.
- Manipulación del banco por personal debidamente calificado.
- Cuidado en el manejo de líquidos solventes.
- Utilizar mediadas de seguridad y accesorios.

BIBLIOGRAFÍA

Manual de mantenimiento del helicóptero Bell 206 07/Julio/2003 Segunda edición

Manual de Operación y Mantenimiento Rolls Royce del motor Allison 250 C20-J
(30/Diciembre/1996) Sexta Edición

Manual del Ingeniero Mecánico Volumen II (Año 1984) Octava edición en inglés
segunda en español

Manual de mantenimiento y Overhaul del helicóptero Bell 206
(15/Septiembre/1993) Primera edición

Paginas WEB visitadas.

<http://www.aeroshell.com.ec>

<http://www.bellhelicopter.com.ec/>

<http://www.rollsroyce.com.ec/>

ANEXOS

ANEXO A

TABLA DE COMPATIBILIDAD QUÍMICA DE LOS MATERIALES

Chemical Compatibility Chart

Data

APPLICATION

FLUID	HOSE MATERIAL										HOSE END FITTINGS			FLUID	HOSE MATERIAL										HOSE END FITTINGS		
	Nitrile	Neoprene	Teflon	Nylon II	Polyurethane	EPDM	CPE	Hypalon	Hydel	Brass	Steel	316 Stainless	Nitrile		Neoprene	Teflon	Nylon II	Polyurethane	EPDM	CPE	Hypalon	Hydel	Brass	Steel	316 Stainless		
Oleic Acid	F	X	G	G	F	F	G	G	G	G	G	G	Oleic Acid	F	X	G	G	F	F	G	G	G	G	G	G		
Oxalic Acid	X	X	G	G	X	X	G	F	G	G	G	G	Oxalic Acid	X	X	G	G	X	X	G	F	G	G	G	G		
Oxygen	X	F	G	G	G	G	X	X	X	X	X	X	Oxygen	X	F	G	G	G	G	X	X	X	X	X	X		
Palmitic Acid	F	F	G	G	F	X	G	F	G	G	G	G	Palmitic Acid	F	F	G	G	F	X	G	F	G	G	G	G		
Perchloroethylene	X	X	G	G	X	X	G	F	G	G	G	G	Perchloroethylene	X	X	G	G	X	X	G	F	G	G	G	G		
Petroleum Oils	G	G	F	G	G	X	X	G	G	G	G	G	Petroleum Oils	G	G	F	G	G	X	X	G	F	G	G	G		
Picric Acid (Molten)	X	X	G	G	X	X	G	X	G	G	G	G	Picric Acid (Molten)	X	X	G	G	X	X	G	X	G	F	G	G		
Picric Acid (Solution)	F	X	G	X	F	F	X	X	G	G	G	G	Picric Acid (Solution)	F	X	G	X	F	F	X	X	G	X	X	X		
Potassium Chloride	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	Potassium Chloride	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G		
Potassium Cyanide	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	Potassium Cyanide	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G		
Potassium Dichromate	X	X	G	F	G	G	G	F	G	G	G	G	Potassium Dichromate	X	X	G	F	G	G	G	F	G	G	G	G		
Potassium Hydroxide	F	F	G	C	X	G	G	G	G	G	G	G	Potassium Hydroxide	F	F	G	C	X	G	G	G	G	G	G	G		
Potassium Sulfate	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	Potassium Sulfate	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G		
Propane Liquid	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	Propane Liquid	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G		
Pyridine	X	X	G	X	-	F	X	X	X	-	-	F	Pyridine	X	X	G	X	-	F	X	X	X	-	-	F		
Sea Water	G	G	G	G	X	G	G	G	G	G	G	G	Sea Water	G	G	G	G	X	G	G	G	G	G	G	G		
Skydrol (All)	X	X	G	G	X	G	G	X	X	X	X	X	Skydrol (All)	X	X	G	G	X	G	G	X	X	X	X	X		
Soap Solution	G	F	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	Soap Solution	G	F	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G		
Sodium Carbonate	G	G	G	G	-	G	G	G	-	-	-	-	Sodium Carbonate	G	G	G	G	-	G	G	G	-	-	-	-		
Sodium Bisulfate	G	G	G	G	-	G	G	G	-	X	X	X	Sodium Bisulfate	G	G	G	G	-	G	G	G	-	X	X	X		
Sodium Chloride	G	G	G	G	G	G	G	G	G	X	X	X	Sodium Chloride	G	G	G	G	G	G	G	G	G	X	X	X		
Sodium Cyanide	G	G	G	G	-	G	G	G	-	F	X	G	Sodium Cyanide	G	G	G	G	-	G	G	G	-	F	X	G		
Sodium Hydroxide	F	G	G	X	X	G	F	G	-	F	X	G	Sodium Hydroxide	F	G	G	X	X	G	F	G	-	F	X	G		
Sodium Hypochlorite	X	X	G	X	X	G	F	G	-	F	X	G	Sodium Hypochlorite	X	X	G	X	X	G	F	G	-	F	X	G		
Sodium Nitrate	G	F	G	G	-	G	G	G	-	F	-	-	Sodium Nitrate	G	F	G	G	-	G	G	G	-	F	-	-		
Sodium Perborate	G	X	G	G	X	G	X	X	-	F	F	F	Sodium Perborate	G	X	G	G	X	G	X	X	-	F	F	F		
Sodium Peroxide	F	F	G	X	X	G	F	F	G	G	G	G	Sodium Peroxide	F	F	G	X	X	G	F	F	G	G	G	G		
Sodium Phosphates	G	F	G	G	G	G	G	X	G	-	-	-	Sodium Phosphates	G	F	G	G	G	G	X	G	-	-	-	-		
Sodium Silicate	G	G	G	G	-	G	G	G	-	F	F	F	Sodium Silicate	G	G	G	G	-	G	G	G	-	F	F	F		
Sodium Sulfate	G	G	G	G	G	G	G	G	-	F	F	F	Sodium Sulfate	G	G	G	G	G	G	G	G	-	F	F	F		
Sodium Sulfide	G	G	G	G	G	G	G	G	-	F	X	G	Sodium Sulfide	G	G	G	G	G	G	G	G	-	F	X	G		
Sodium Thiosulfate	G	G	G	G	G	G	G	G	-	F	X	G	Sodium Thiosulfate	G	G	G	G	G	G	G	G	-	F	X	G		
Soybean Oil	G	F	G	G	G	F	G	F	G	G	G	G	Soybean Oil	G	F	G	G	G	F	G	F	G	G	G	G		
Stannic Chloride	G	X	G	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Stannic Chloride	G	X	G	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Steam 450°	X	X	G	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Steam 450°	X	X	G	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Stearic Acid	F	F	G	G	G	F	G	F	G	F	F	F	Stearic Acid	F	F	G	G	G	F	G	F	G	F	F	F		
Sulfur	X	X	X	X	-	X	G	-	X	F	X	G	Sulfur	X	X	X	X	-	X	G	-	X	F	X	G		
Sulfur Chloride	X	X	G	F	-	X	-	F	X	X	X	G	Sulfur Chloride	X	X	G	F	-	X	-	F	X	X	X	G		
Sulfur Dioxide	F	F	G	F	-	G	X	X	-	F	X	G	Sulfur Dioxide	F	F	G	F	-	G	X	X	-	F	X	G		
Tannic Acid	F	F	G	X	G	G	G	G	G	G	G	G	Tannic Acid	F	F	G	X	G	G	G	G	G	G	G	G		
Tar	F	F	G	X	-	X	X	X	-	F	F	F	Tar	F	F	G	X	-	X	X	X	-	F	F	F		
Tartaric Acid	G	F	G	X	G	G	G	G	-	F	X	F	Tartaric Acid	G	F	G	X	G	G	G	G	-	F	X	F		
Tetrachloroethane	X	X	G	G	X	X	X	X	X	X	X	X	Tetrachloroethane	X	X	G	G	X	X	X	X	X	X	X	X		
Toluene	X	X	G	G	X	X	X	X	X	X	X	X	Toluene	X	X	G	G	X	X	X	X	X	X	X	X		
Transmission Oil (Petrol. Based)	G	X	G	G	-	X	G	F	-	G	G	G	Transmission Oil (Petrol. Based)	G	X	G	G	-	X	G	F	-	G	G	G		
Trichloroethylene	X	X	G	G	X	X	X	X	X	X	X	X	Trichloroethylene	X	X	G	G	X	X	X	X	X	X	X	X		
Turpentine	F	X	G	G	X	X	X	X	X	X	X	X	Turpentine	F	X	G	G	X	X	X	X	X	X	X	X		
Varnish	X	X	G	G	X	X	F	X	-	G	G	G	Varnish	X	X	G	G	X	X	F	X	-	G	G	G		
Water	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	Water	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G		
Water (Glycol)	G	G	G	G	X	G	G	G	-	F	F	F	Water (Glycol)	G	G	G	G	X	G	G	G	-	F	F	F		
Water (Petroleum)	G	F	G	G	X	X	G	F	G	F	G	F	Water (Petroleum)	G	F	G	G	X	X	G	F	G	F	G	F		
Xylene	X	X	G	G	X	X	X	X	X	X	X	X	Xylene	X	X	G	G	X	X	X	X	X	X	X	X		
Zinc Chloride	G	G	G	X	G	G	X	G	X	X	X	F	Zinc Chloride	G	G	G	X	G	G	X	G	X	X	X	F		
Zinc Sulfate	G	G	G	G	G	G	-	-	-	-	-	-	Zinc Sulfate	G	G	G	G	G	G	-	-	-	-	-	-		

CODES: G - Good resistance. F - Fair resistance. X - Incompatible. - - No data available.

NOTES: All data given herein is believed to be accurate and reliable, but presented without guarantee, warranty, or responsibility of any kind, express or implied, on our part. Chemical resistance will vary with the wide diversity of possible mixtures and service conditions. It is not therefore possible to give any guarantee whatsoever in individual cases.

† In all applications, the cover must be pinpricked.

ANEXO B

DATOS TÉCNICOS DE LA MANGUERA

BOSTON WEATHERHEAT NYALL

BOSTON WEATHERHEAD NYALL®

Tube: Nylon

Reinforcement: Fiber, 1 or 2 Braid

Cover: Neoprene (BK), Vinyl Nitrile (RD)
Red—RMA Class B Oil Resistance

Color: Black (BK), Red (RD)

Temperature Range: -30°F to +160°F

Type Of Branding: Ink Print

Working Pressure: 500-750 PSI

Type Of Coupling: 'U' Series, Barbed Inserts, Quick Acting or

Steel Nipple.

Clamps—Interlocking, Band.



Product Number	Nominal I.D.		Braid	Nominal O.D.		Approx.	Maximum	Standard Reels (Ft)
	(In.)	(mm)		(In.)	(mm)	Lbs. Weight Per 100 Ft.	Working Press. (PSI)	
H194104-500R	1/4	6.3	1	1/2	12.7	10	500	500(RD, BK)
H194105-500R	5/16	7.9	1	9/16	14.3	13	500	500(BK)
H194106-500R	3/8	9.5	1	11/16	17.5	15	500	500(RD, BK)
H194108-500R	1/2	12.7	1	25/32	19.8	19	500	500(RD)
H194208-500R	1/2	12.7	2	7/8	22.2	26	750	500(RD, BK)
H194212-500R	3/4	19.1	2	1-3/16	30.2	40	750	500(RD)
H194216-300R	1	25.4	2	1-1/2	38.1	56	500	300(RD)

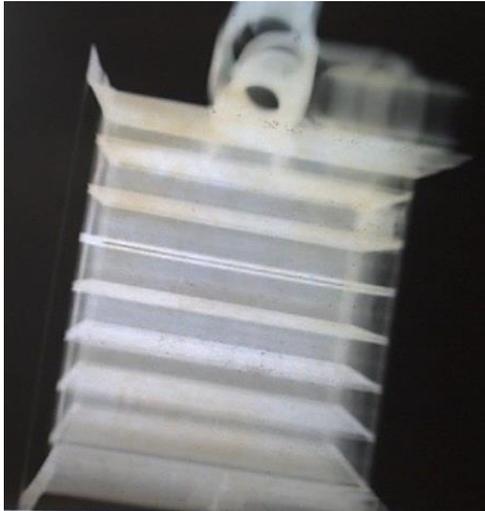
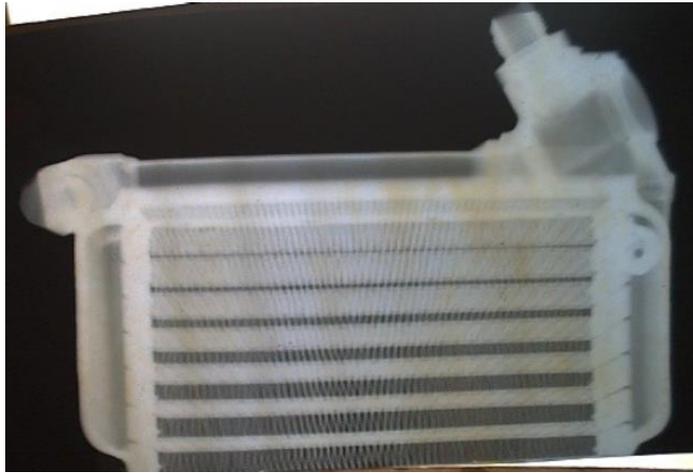
ANEXO C

**FOTOGRAFIAS
DE
CONSTRUCCIÓN**



ANEXO D

**TOMAS RADIOGRÁFICAS
DEL
ENFRIADOR DE ACEITE**



PLANOS