

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA
CHEQUEAR EL FUNCIONAMIENTO DE LAS BOMBAS
REFORZADORAS (BOOSTER) DEL HELICÓPTERO SUPER
PUMA**

POR:

CBOS. DE A.E. OBANDO CUASAPAZ EDGAR JESÚS

**Proyecto de grado presentado como requisito parcial para la obtención
del título de:**

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA

2005

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES.

Apellido: Obando Cuasapaz.
Nombre: Edgar Jesús.
Fecha de nacimiento: 28 de diciembre de 1975.
Lugar de nacimiento : Carchi- Tulcán.
Edad : 29 años.
Estado Civil : soltero.

ESTUDIOS REALIZADOS.

Primaria: Escuela "Ibarra"
Secundaria : Colegio Nacional "José Julián Andrade"
Superior : "Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico"
Títulos Obtenidos: Bachiller Físico Matemático.

HOJA DE LEGALIZACIÓN

ELABORADO POR:

Cbos. De. A.E. Obando Edgar.

DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA.

Ing. Guillermo Trujillo

Latacunga 7 de Enero del 2005.

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. Cbos. De A.E. OBANDO CUASAPAZ EDGAR JESÚS, como requerimiento parcial a la obtención del título de **TECNÓLOGO MECÁNICO AERONÁUTICO**.

Sgop. Lic. Morillo Jorge

Director del proyecto de grado.

7 de enero del 2005.

DEDICATORIA.

Dedico el presente trabajo a toda mi familia y en especial a mis queridos padres quienes con su apoyo incondicional y constancia me han sabido dedicar todo su apoyo y comprensión para poder lograr todas mis metas propuestas.

A Dios por constituirse en mi compañía y guía en todos mis problemas obtenidos, y que con su ayuda he sabido salir adelante.

Cbos. De .A.E. Obando Edgar.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primera instancia a Dios por permitirme seguir con vida y sobrevivir en este mundo, así como también un agradecimiento sincero a todo el personal que forma parte del “Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico” que de una u otra manera han contribuido con sus valiosos conocimientos para la obtención de este anhelado título.

Al comando de la Brigada de Aviación del Ejército por contribuir a la formación tecnológica de su personal, dándonos la oportunidad de continuar con nuestros estudios superiores en este prestigioso Instituto.

Cbos. De .A.E. Obando Edgar.

ÍNDICE

Resumen.....	1
Planteamiento del problema:.....	2
Objetivo general.....	2
Objetivos específicos.....	3
Justificación.....	3
Alcance.....	4

CAPÍTULO I

GENERALIDADES.

1.1.- Generalidades de la aeronave.....	5
1.2.- Características de la aeronave.....	6
1.3.- Sistema de combustible.....	7
1.3.1 Designación e identificación de los tanques de combustible.....	10
1.3.2.- Componentes básicos del tanque de combustible.....	13
1.3.3.- Sistema de alimentación al motor.....	16
1.3.4.- Componentes y diagramas.....	18
1.3.5.- Diagrama Grupo izquierdo.....	19
1.3.6.- Diagrama Grupo derecho.....	22
1.4.- Equipo opcional del sistema de combustible.....	23
1.4.1.- Tanques de combustible opcional.....	24
1.5.- Panel análogo estándar de administración de combustible.	
Control y monitoreo	28
1.5.1.- Panel de administración de los tanques de combustible suplementarios.....	29
1.5.2.- Panel de administración de combustible normal.....	30

1.5.3.- Panel posterior.....	31
1.5.4.- Panel de administración de los tanques de combustible suplementarios.....	32
1.5.5.- Panel de administración del tanque de combustible de la cabina de pasajeros.....	33
1.6.- Componentes de los circuitos de alimentación de los motores.....	34
1.7.- Tipos de bombas de combustible que pose el helicóptero.....	38
1.7.1.- Principio de operación de las bombas surtidoras.....	38
1.7.2.- Función de la bomba de transferencia.....	39
1.7.3.- Bombas booster (reforzadoras).....	40
1.7.3.1.-Descripción y funcionamiento.....	40
1.7.3.2.-Características de las bombas reforzadoras.....	40
1.7.3.3.-Mantenimiento de la bomba reforzadora (booster).....	42

CAPÍTULO I I.

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

2.1.- Identificación de alternativas.....	46
2.1.1.- Primera alternativa.....	46
2.1.2.- Segunda alternativa.....	48
2.2.- Análisis técnico.....	49
2.3.- Análisis de factibilidad.....	50
2.3.1.- Primera alternativa.....	50
2.3.2.- Segunda alternativa.....	51
2.4.- Parámetros de evaluación.....	51
2.4.1.- Factor mecánico.....	52
2.4.2.- Factor financiero.....	54

2.4.3.- Factor complementario.....	54
2.4.4.- Evaluación de parámetros.....	55
2.5.- Selección de la mejor alternativa.....	58

CAPÍTULO III

CONSTRUCCIÓN

3.1.- Orden de construcción del banco de pruebas.....	59
3.1.1.- Estructura móvil.....	60
3.1.2.- Construcción de los tanques.....	61
3.2.- Esquemas y circuitos del banco de pruebas.....	69
3.2.1.- Circuito de combustible del banco de pruebas.....	69
3.2.2.- Circuito eléctrico del banco de pruebas.....	71
3.3.- Diagramas de procesos.....	73
3.3.1.- Diagrama de procesos de la estructura.....	73
3.3.2.- Diagrama de procesos de construcción del tanque alimentador.....	75
3.3.3.- Diagrama de procesos de construcción del tanque receptor.....	77
3.3.4.- Diagrama de proceso de construcción de la base o soporte de la bomba booster de combustible.....	79
3.3.5.-Diagrama de proceso de instalación del manómetro de presión.....	80
3.3.6.-Diagrama de proceso de instalación de las cañerías de combustible.....	81
3.4 .- Diagramas de ensamble.....	82
3.4.1.-Diagrama de montaje de la estructura.....	82.
3.4.2.-Diagrama de montaje del tanque alimentador.....	83

3.4.3.-Diagrama de montaje del tanque receptor.....	83
3.4.4.-Diagrama de montaje de la bomba de combustible.....	84
3.4.5 .-Diagrama de montaje de las cañerías.....	84
3.4.6.- Diagrama de montaje final.....	85
3.5.- Operatividad del banco de pruebas.....	86
3.5.1.- Pruebas de funcionamiento de los elementos.....	86

CAPÍTULO IV

ELABORACION DE MANUALES

4.1.- Parámetros de seguridad y precauciones.....	89
4.1.1.- Accidente.....	89
4.1.2.- Lesión.....	90
4.1.3.- Condición insegura.....	90
4.1.4.- Acto inseguro.....	90
4.1.5.- Factor personal inseguro.....	90
4.2.- Manual de seguridad.....	93
4.3.- Manual de operación.....	95
4.4.- Manual de mantenimiento.....	97
4.5.- Hoja de registro.....	99

CAPÍTULO V
ESTUDIO ECONÓMICO

5.1.- Presupuesto.....	103
5.2.- Análisis económico y financiero.....	103
5.2.1.- Materiales.....	104
5.2.2.- Maquinaria, herramientas y equipos.....	106
5.2.3.- Mano de obra.....	107
5.2.4.- Otros.....	107
5.2.5.- Costo total de la construcción del banco de pruebas.....	108

CAPÍTULO VI.
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1.- Conclusiones.....	109
6.2.- Recomendaciones.....	110

BIBLIOGRAFÍA.

ANEXOS.

LISTADO DE FIGURAS

1.1	Helicóptero Super Puma.....	6
1.2	Versiones del helicóptero.....	8
1.3	Grupo de tanques.....	9
1.4	Transferencia entre los dos grupos.....	10
1.5	Tanques de combustible.....	11
1.6	Tanques alimentadores principales.....	13
1.7	Forma como esta instalada la bomba reforzadora.....	15
1.8	Alimentación al motor.....	16
1.9	Alimentación del tanque longitudinal al transversal.....	19
1.10	Grupo izquierdo.....	19
1.11	Grupo derecho.....	22
1.12	Tanque central de combustible.....	24
1.13	Tanque en el alojamiento del tren principal.....	25
1.14	Tanque de cabina de pasajeros.....	26
1.15	Totalizador de combustible.....	27
1.16	Panel básico de combustible.....	28
1.17	Panel de los tanques suplementarios.....	29
1.18	Panel de combustible normal.....	30
1.19	Panel posterior.....	31
1.20	Panel de los tanques suplementarios.....	32
1.21	Panel análogo de combustible.....	33
1.22	Filtro de combustible.....	34
1.23	Componentes del filtro.....	35

1.24	Manocontactor y luz de aviso “filtro obstruido”	37
1.25	Bomba surtidora.....	38
1.26	Bomba de transferencia.....	39
1.27	Bomba reforzadora (booster).....	41
2.1	Banco de prueba estático construido con materiales de importación.....	47
2.2	Esquema del banco de prueba a construirse con materiales nacionales.....	49
2.3	Esquema del banco a construir.....	58
3.1	Estructura del banco de pruebas.....	60
3.2	Construcción de los tanques.....	62
3.3	Cañerías con símbolos de aviso.....	64
3.4	Cañerías con sentido de flujo.....	65
3.5	Identificación fundamental de la cañería.....	65
3.6	Esquema del circuito de combustible del banco de pruebas.....	69
3.7.-	Circuito eléctrico del banco de pruebas.....	71
3.8.-	Banco de pruebas para chequear el funcionamiento de las bombas reforzadoras (booster) del helicóptero Super Puma.....	88

LISTADO DE TABLAS.

2.1.	Cuadro de factores.....	52
2.2:	Matriz de Evaluación.....	55
2.3:	Matriz de Decisión.....	56
2.4:	Matriz de Decisión. (puntajes totales).....	57
3.1.	Código de colores.....	66
3.2.	Grupo de durabilidad V.....	67
3.3.	Estado de los elementos del banco.....	87
3.4.	Estado de los elementos eléctricos del banco.....	87
5.2.1.1	Tabla de materiales usados para la construcción del banco de pruebas.....	105
5.2.2.1	Tabla de costo de maquinaria y equipo empleado en la Construcción.....	106
5.2.3.1	Tabla de costo de la mano de obra.....	107
5.2.4.1	Tabla de costo de material de escritorio.....	108
5.2.5.1	Tabla total de costos del banco de pruebas.....	108

RESUMEN.

Para optimizar y mejorar el mantenimiento del helicóptero Súper Puma, perteneciente a Aviación del Ejército, se propone implementar un banco de comprobación para verificar el funcionamiento de las bombas reforzadoras (booster), el mismo que proporcionará un mejor desenvolvimiento de la sección de mantenimiento.

Para la construcción de este banco se utilizan manuales y ordenes técnicas exclusivas de la aeronave, proporcionadas por la casa fabricante además se soporta técnicamente con experiencias de mecánicos del escuadrón de mantenimiento del helicóptero Súper Puma de la Aviación del Ejército, se plantean dos alternativas, basadas en materiales de adquisición en el exterior y el mercado nacional, finalmente se construye en los laboratorios del ITSA y talleres del Ala de Investigación No. 12.

Los resultados son satisfactorios en esta investigación puesto que: las bombas de combustible del helicóptero ahora se chequearán en este banco de pruebas antes de montarlas en la aeronave y perder tiempo en las tareas de mantenimiento. También se asegura la funcionabilidad de las mismas después de una inspección realizada en el exterior o cuando salen de bodega nuevas. Se puede observar en forma directa su funcionamiento por medio de una ventana transparente del tanque alimentador.

En conclusión, La Aviación del Ejército cuenta con un banco de pruebas adecuado para comprobar las bombas del sistema de combustible, optimizando así las operaciones de mantenimiento de la aeronave por parte del personal técnico.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

En vista que en la Brigada de Aviación del Ejército hay la necesidad del chequeo de las bombas reforzadoras (booster), es evidente la falta de un equipo donde se pueda comprobar el funcionamiento de las mismas, sin montarlas en la aeronave y por ende contribuir al avance tecnológico del personal técnico que labora en mantenimiento, por lo que se considera la implementación de un banco de pruebas para chequear el funcionamiento de las bombas del sistema de combustible del helicóptero Super Puma.

El estudio, análisis de este proyecto se realiza tomando en consideración los conocimientos adquiridos en el ITSA, y la bibliografía técnica actualizada existente en nuestro medio.

OBJETIVOS:

OBJETIVO GENERAL:

Construir un banco de prueba, para comprobar el funcionamiento de las bombas booster (reforzadoras) del Helicóptero Súper puma, de la Aviación del Ejército.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ❖ Investigar sobre la construcción del banco de prueba.
- ❖ Determinar requerimientos técnicos.
- ❖ Plantear alternativas de construcción.
- ❖ Seleccionar la mejor alternativa.
- ❖ Diseñar las partes que conformarán el banco.
- ❖ Desarrollar el modelo de construcción.
- ❖ Elaboración de manuales de operación y mantenimiento.
- ❖ Contribuir al desarrollo y operación de una de las aeronaves de la Aviación del Ejército.
- ❖ Comprobar el funcionamiento del banco.

JUSTIFICACIÓN:

Para mayor facilidad del mantenimiento de esta aeronave, se dispone de equipos donde se compruebe fácilmente el funcionamiento de sus elementos, disminuyendo el tiempo de permanencia del helicóptero en las inspecciones programadas y optimizando la operabilidad del mismo. Por lo cual es necesario equipar los talleres de mantenimiento de la Brigada de Aviación del Ejército, tal es así que dentro de la sección de mantenimiento del helicóptero Super Puma se requiere de un banco de pruebas donde se verifique el funcionamiento de las bombas reforzadoras (booster), cuya construcción será de beneficio para el taller de mantenimiento del helicóptero Super Puma de la Aviación del Ejército.

ALCANCE:

Con la elaboración de este proyecto, se consigue implementar un equipo donde se logra realizar el chequeo de las bombas booster (reforzadoras) dentro del taller de mantenimiento, antes de ser instaladas en la aeronave, que el personal técnico que labora en el mismo pueda verificar la presión y observar el flujo de la bomba reforzadora (booster) por medio de una ventana transparente instalada en el tanque alimentador.

Se pretende implementar en esta sección un tipo de banco en el cual el personal que recién se inicia en mantenimiento, pueda observar y comprender el funcionamiento de estos elementos que son partes fundamentales del helicóptero, garantizando la formación de dicho personal.

Este banco de pruebas prestará sus servicios en la sección del helicóptero Super Puma, en el centro de mantenimiento de la Brigada de Aviación del Ejército.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES.

1.1.- GENERALIDADES DE LA AERONAVE.

El helicóptero AS332 Super Puma de la AEE es uno de los tres helicópteros en su clase que existen en toda América. Esta nave se distingue por su excelente maniobrabilidad sobre terreno montañoso y bajo vientos fuertes. En la actualidad ha probado su efectividad en la construcción de líneas eléctricas, el sembrado de postes y en el traslado de hasta 22 pasajeros a los más remotos lugares. El Super Puma es capaz de transportar 8,000 libras de carga externa ó 22 pasajeros.

El Super Puma AS 332L es un helicóptero militar y civil bimotor de peso medio. Sus características operativas y su amplia cabina explican su éxito, en especial al transporte de pasajeros. Su amplia reserva de potencia, su nivel de seguridad y su comodidad hacen del Super Puma AS332 un aparato perfectamente apropiado para operaciones militares u otros usos civiles y estatales.



Figura 1.1 Helicóptero Super Puma

1.2.- CARACTERÍSTICAS DE LA AERONAVE.

Transporte de Personal

Transporte de carga interna y externa

Evacuación Aeromedica "Dust off"

Reconocimiento Visual Táctico

Lanzamiento de paracaidistas

Operaciones Helitácticas de inserción y extracción de Comandos

Operaciones de Control Aéreo Avanzado (FAC)

Control de tiro de Artillería

Apoyo cercano de fuerzas de superficie (CAS)

Iluminación Aérea

Autodefensa y ablandamiento de posiciones (straffing)

Operaciones Contrainsurgencia (COIN)

Operaciones contra el Narcotráfico

Combustible que utiliza J.P.1

Datos técnicos

- Peso máximo 8600 Kg.
 (con carga externa)..... 9350 Kg.
- Carga útil4100 Kg.
- Capacidad2 pilotos mas 22 pasajeros.
- Posee dos motores Turbo meca Makila 1 A 1.
- Potencia máxima de emergencia (O.I.E.). 1400 kw.
- Velocidad de crucero rápido (con peso máximo) 141 nudos (262 km /h).
- Autonomía máxima (despegue con peso máximo, con depósito de combustible auxiliar central):523 millas náuticas (968 km)

1.3.- SISTEMA DE COMBUSTIBLE.

Diseño del sistema básico de combustible del helicóptero super puma.

Existe dos versiones de helicópteros, una versión corta que tiene 5 tanques de combustible básicos y la versión larga que tiene 6 tanques de combustible básicos.

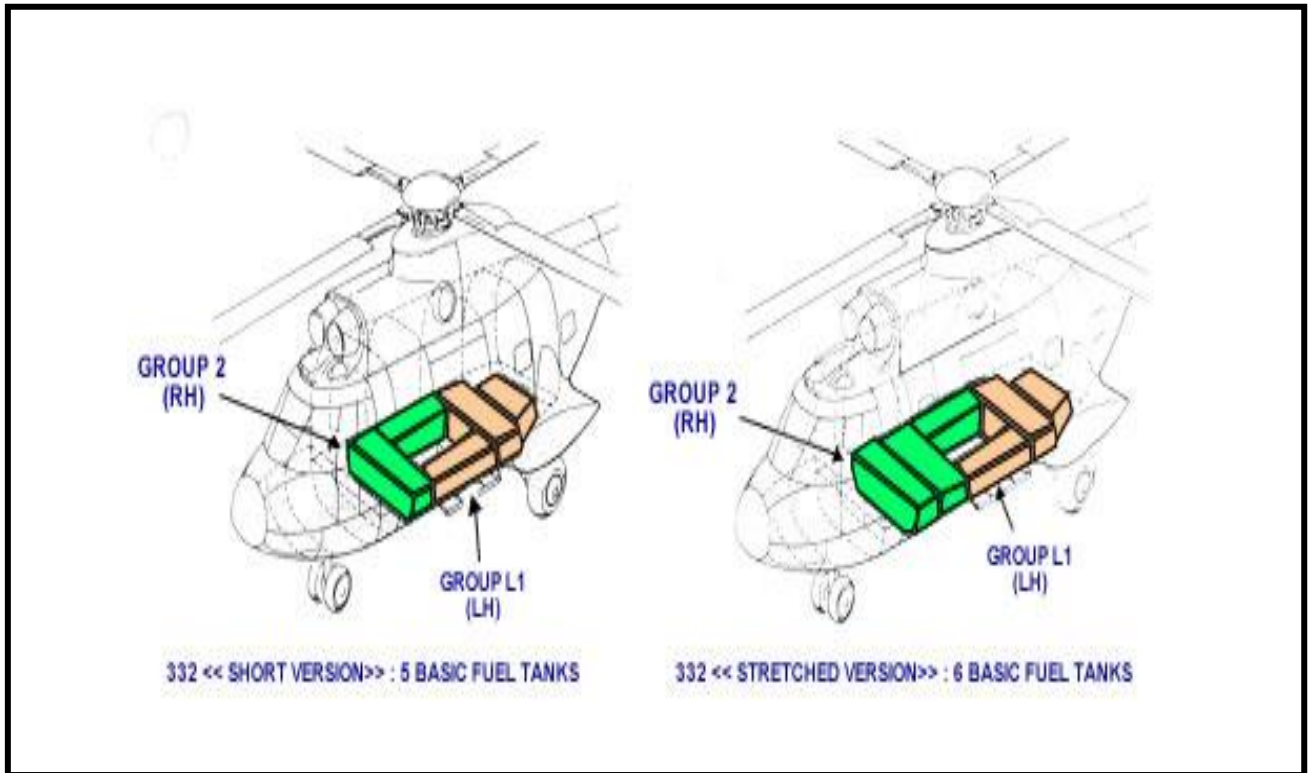


Figura 1.2 Versiones del helicóptero.

El helicóptero tiene dos grupos de tanques de combustible uno por motor, estos sistemas de abastecimiento de combustible al motor son completamente separados.

Tenemos: Grupo 1 que es el izquierdo.

Grupo 2 que es el derecho.

Grupo 1 abastece al motor 1 LH (izquierdo).

Grupo 2 abastece al motor 2 RH (derecho).

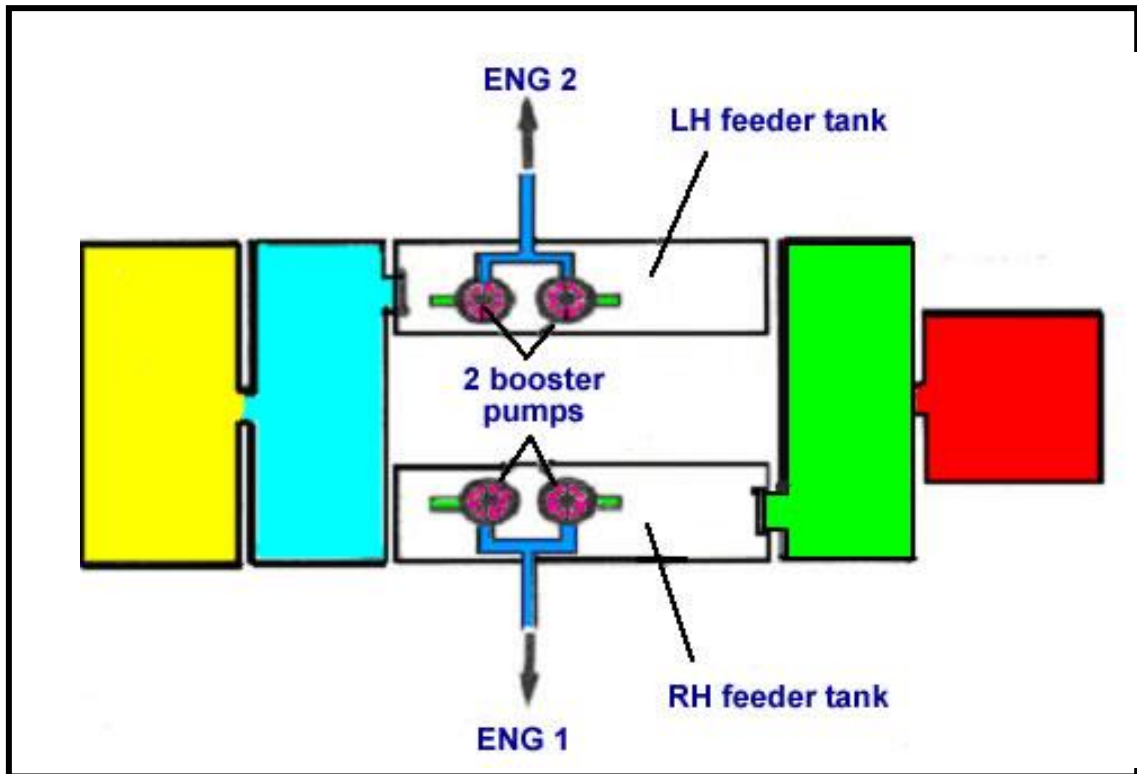


Figura 1.3 Grupo de tanques.

Hay un tanque alimentador en cada grupo de tanques de combustible, las bombas reforzadoras (booster) las cuales abastecen de combustible a cada motor impulsándolo desde el tanque alimentador.

Los tanques alimentadores permanecen llenos mientras hay combustible en los otros depósitos, las bombas reforzadoras (booster) las cuales impulsan el JP-1 desde los tanques alimentadores.

Más detalles son dados luego sobre como el nivel de combustible en los tanques alimentadores es monitoreado.

El combustible puede ser transferido desde el grupo 1 a los otros por medio de una bomba de transferencia.

La cantidad de combustible en cada grupo puede ser balanceada en vuelo, en particular, cuando falla un motor, transfiriendo el combustible, restituyendo el balance del aeronave y si es requerido hace posible que todo el combustible sea usado.

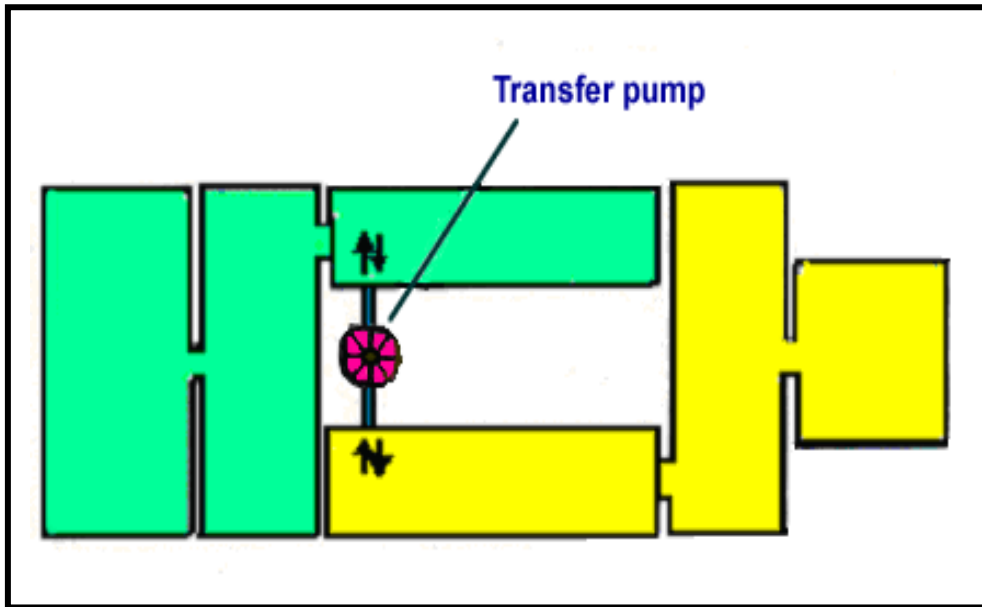


Figura 1.4 Transferencia entre los dos grupos.

13.1.-Designación e identificación de los tanques de combustible.

Hay 5 o 6 tanques de combustible básicos de acuerdo de la versión del aeronave (332 versión corta o alargada) y tres tanques de combustible opcionales.

Los tanques de combustible básicos son numerados 1,2,3,4,5,y 7, y los tanques de combustible opcionales son numerados 6,8,y 9.

Los tanques de combustible 1 y 2 son los tanques alimentadores de la izquierda o derecha (o tanques longitudinales izquierdo y derecho).

Los tanque de combustible 3 y 4 son los frontales y posterior a los tanques transversales.

El tanque de combustible 5 es el tanque posterior.

El tanque de combustible 6 es el tanque central.

El tanque de combustible 7 es el tanque frontal.

Los tanques de combustible 8 y 9 son los tanques suplementarios derecho e izquierdo, los cuales son alojados en los compartimentos del tren principal de aterrizaje.

Fíjese que el décimo tanque de combustible el cual esta dentro del grupo derecho el mismo que puede ser instalado en la cabina de pasajeros, para vuelos de distancias muy largas y también es posible usar tanques transportables localizados en la cabina de pasajeros.

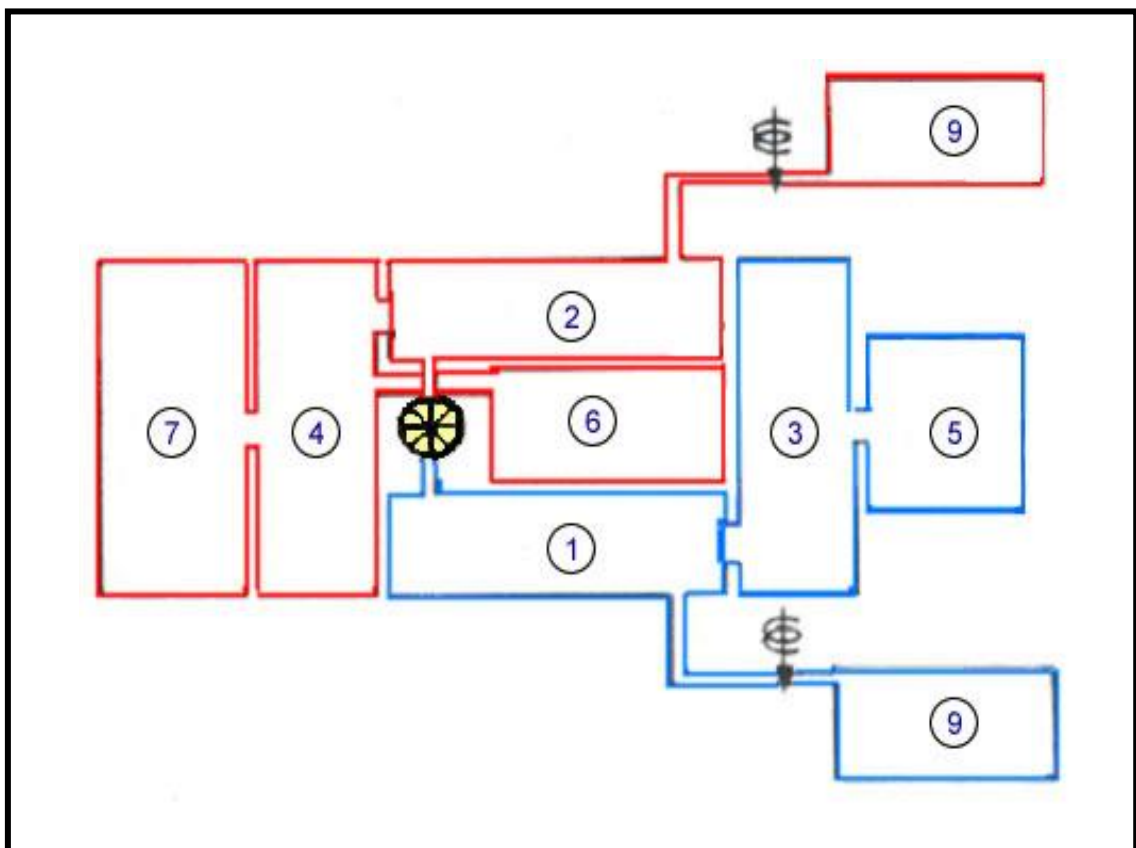


Figura 1.5 Tanques de combustible.

Tanque de alimentación principal.

Las bombas reforzadoras (booster) envían el combustible hacia los motores y abastecen a una bomba surtidora (1) la cual, por medio de una cañería en forma de sifón transfieren el combustible de los otros tanques en el grupo al tanque alimentador. Una válvula check (3) permite que el combustible fluya solamente en la dirección del tanque transversal al tanque alimentador. Durante el reabastecimiento esta válvula permite que el tanque alimentador sea llenado, así que el régimen de flujo inducido por las bombas surtidoras es mayor que el consumo del motor, el tanque alimentador siempre permanece lleno mientras hay combustible en los otros tanques .

En caso de que falle una de las bombas reforzadoras (booster) las válvulas (4) obstruyen la descarga de combustible sobre la bomba en operación, retornándolo desde la bomba dañada hasta el tanque alimentador, pasando por la bomba surtidora, las fallas características que pueden resultar en una caída en el nivel del tanque alimentador, serán discutidas luego.

Nota.- Cuando el tanque de combustible 7 no está instalado (332 aversión corta) el grupo de bombas surtidoras derechas se coloca en el tanque 4.

En realidad no hay una válvula (2) pero hay una válvula pequeña de sección cruzada en la base del tanque y una válvula grande de la sección cruzada en la parte superior del depósito.

Sobre el grupo izquierdo una extensión (5) es acoplada al retorno de la bomba surtidora el combustible al tanque alimentador regresando al depósito transversal 3 cuando la aeronave es parqueada sobre un declive o una inclinación.

Cuando el reservorio transversal esta vacío la bomba surtidora actúa como un circuito cerrado, todo el combustible de las bombas es regresado a los tanques alimentadores.

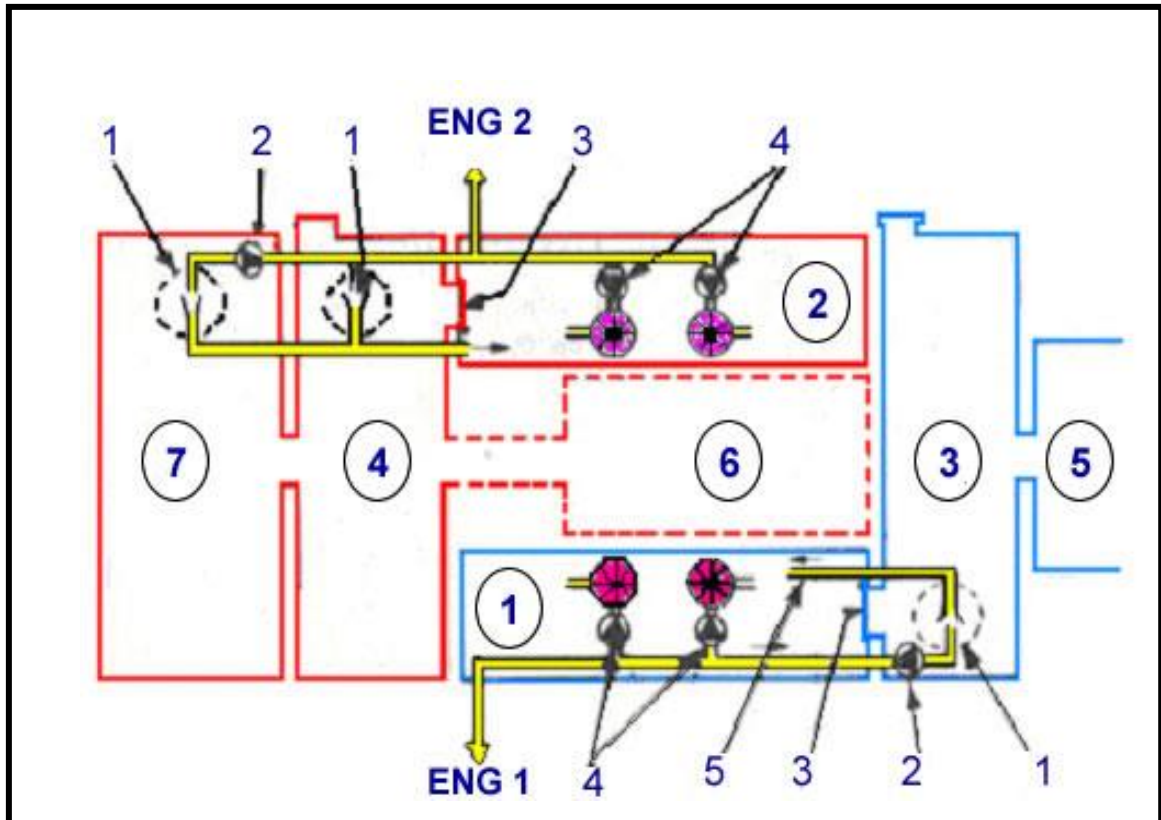


Figura 1.6 Tanques alimentadores principales.

1.3.2.- Componentes básicos del tanque de combustible.

Notas generales del tanque de combustible.

Los depósitos son de material flexible (soporte poliéster + mezcla de elastómero), están alojados en los compartimientos de la estructura inferior. Los compartimientos son: Estancos entre sí y con respecto a la cabina (piso de la cabina).

Drenados y ventilados forrados con paneles de material estratificado que protegen el revestimiento de los depósitos contra las protuberancias estructurales.

La fijación de los depósitos se efectúa:

Por unos fiadores “MORCROS” en las paredes de los compartimientos

Por unas placas de fijación de los equipos en su parte inferior.

Unas boquillas de elastómero aseguran la intercomunicación de los depósitos, todas las tuberías, en el interior de los tanques, son flexibles (seguridad en caso de aplastamiento). Tener en cuenta que para poder montar todos los depósitos están calibrados entre sí “vaciado rápido” y “llenado a presión” y que existe reservorios opcional “depósitos anti -rotura” cuya composición flexible es más resistente.

Equipo de placas de seguridad.

Los componentes del equipo son asegurados a la placa de seguridad, la piel de la celdas de los tanques de combustible, están sujetos entre la platina de seguridad y la estructura.

En los helicópteros 332 versión alargada los tanques de combustible frontales, una platina de seguridad soporta la bomba reforzadora y la unidad de prueba.

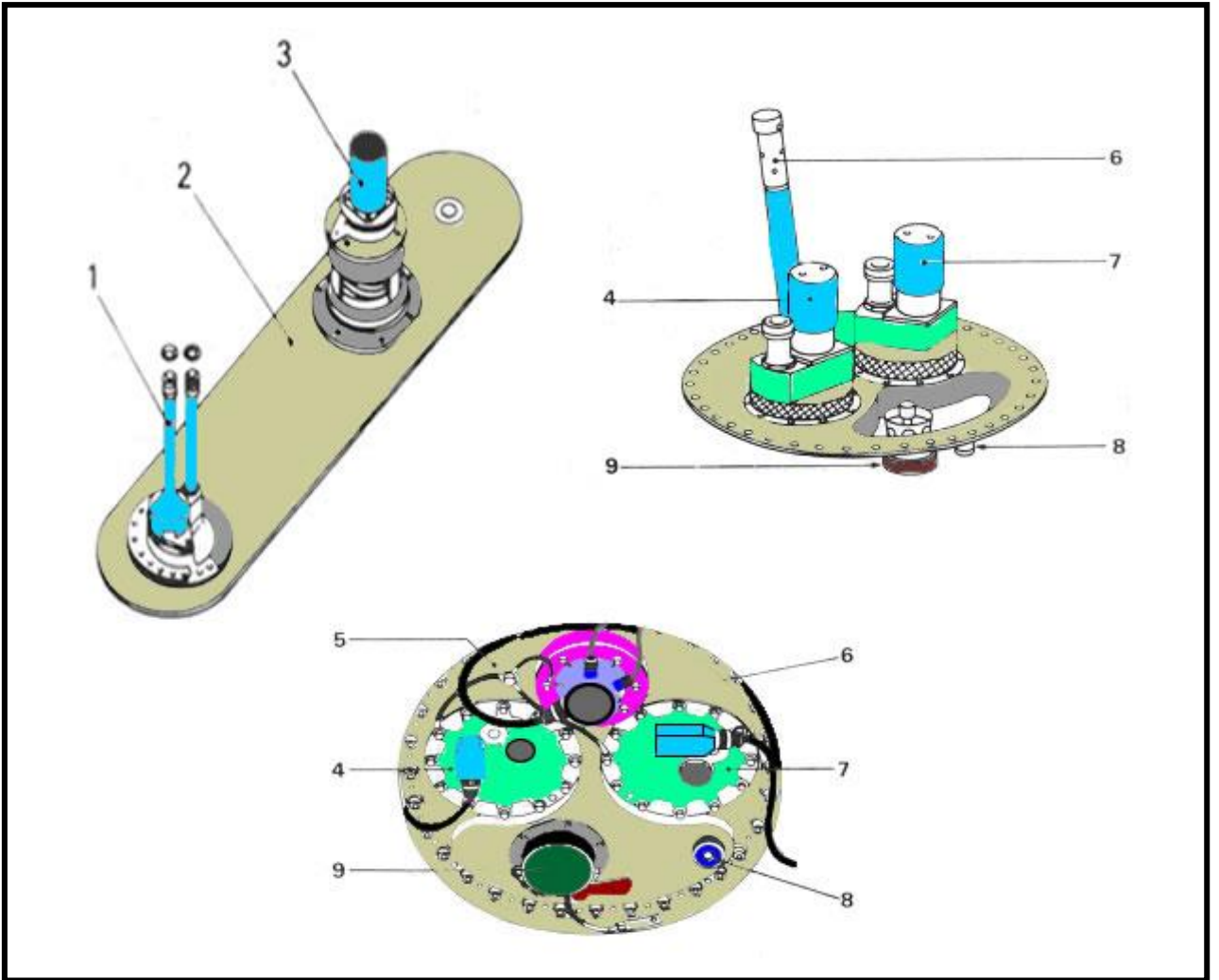


Figura1.7.- Forma como está instalada la bomba reforzadora.

- 1.-Bomba surtidora del tanque frontal transversal.
- 2.- Platina de seguridad tanque transversal.
- 3.-Válvula de desabastecimiento de combustible (opcional)
- 4.- Bomba reforzadora (booster).
- 5.- Platina de seguridad del tanque longitudinal.
- 6.- Unidad de prueba.
- 7.- Bomba reforzadora (booster).
- 8.- Válvula de drenaje de agua.
- 9.- Válvula de drenaje de combustible.

1.3.3.-SISTEMA DE ALIMENTACIÓN AL MOTOR.

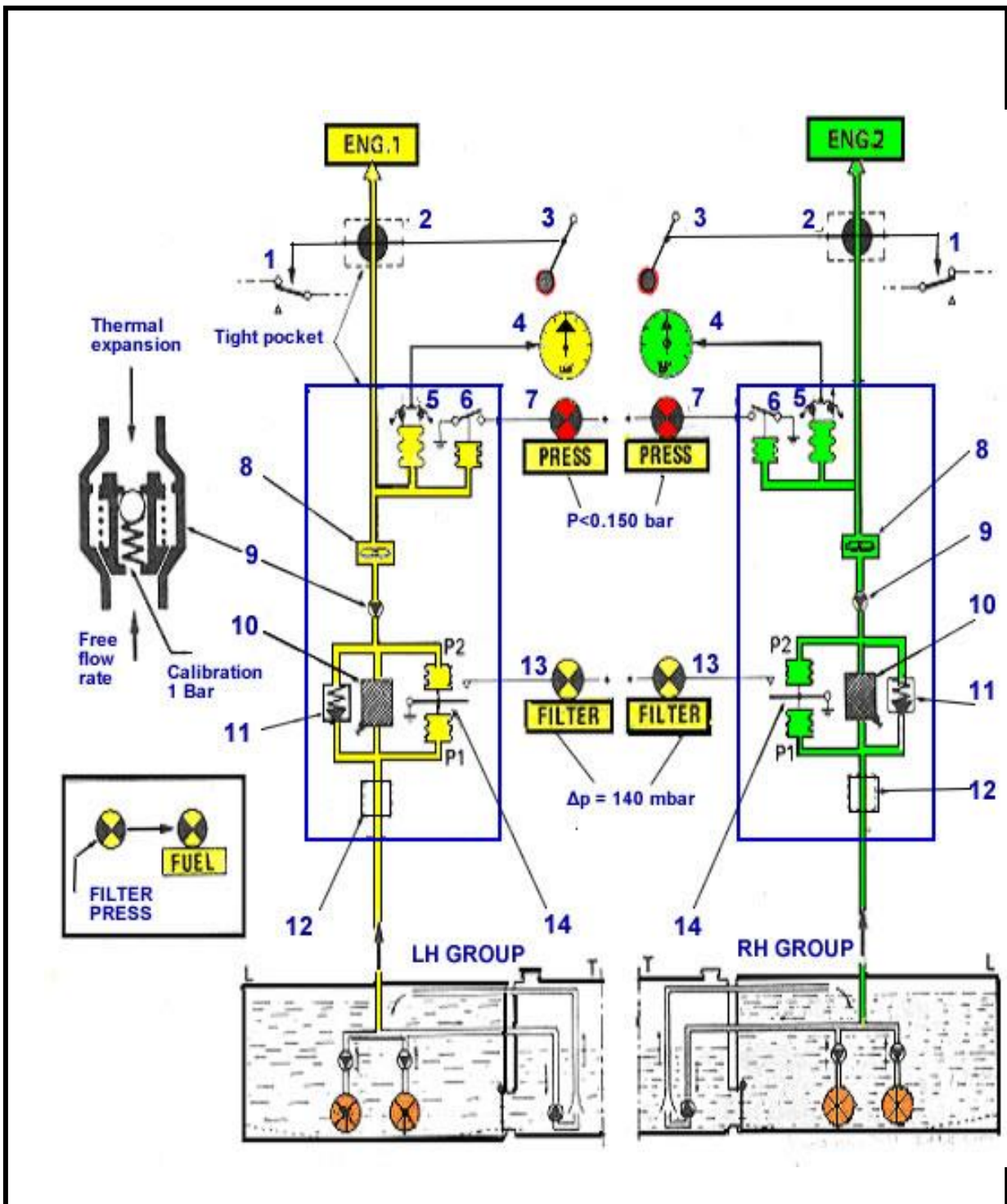


Figura 1.8 Alimentación al motor.

Los sistemas de alimentación de combustible a los dos motores son operados opuestamente.

Componentes.

- 1.- Micro interruptor de corte de batería (cut-out), (sierre de ambas bombas de corte de combustible, cortan la batería).
- 2.- Válvula de corte de combustible.
- 3.- Palanca de control de corte de combustible (control mecánico flexible- teleflex).
- 4.- Indicadores de presión de combustible (graduados de 0 a 2 bares).
- 5.- Trasmisores de presión.
- 6.- Interruptor de presión, “caída de presión”.
- 7.- Luz de precaución, “caída de presión”.
- 8.-Medidor de flujo (opcional).
- 9.- Válvula de retención de una sola vía de expansión térmica.
- 10.-Filtro (10 micras)..
- 11.-Doble Paso (by-pass) del filtro.
- 12.-Atrapa hielo (opcional).
- 13.-Luz indicadora “pre taponamiento del filtro”.
- 14.-Interruptor de presión diferencial ($\Delta P = P_1 - P_2$).

El sistema de operación es auto explicatorio . Los siguientes puntos de interés deben ser notados:

Abertura del paso doble (by-pass). (II). El taponamiento del filtro causa que el doble paso (by-pass) se abra. La abertura comienza por $\Delta P = (P_1 - P_2) = 235$ milibares. Completamente abierto $\Delta P = 280$ milibares.

Indicación del taponamiento del filtro. La luz indicadora (13) se enciende por diferencia de presión por $\Delta P(P_1-P_2) = 140$ milibares. El paso doble (by-pass) no se abre todavía, además el filtro esta acoplado con un indicador de taponamiento mecánico.

Indicación caída de presión. La luz de precaución (7) se enciende cuando la presión cae bajo 0.150 bares. (en caso de falla de ambas bombas reforzadoras (booster) cuando se queda sin combustible la falla de una bomba es notada simplemente por una lectura leve de caída de presión en el indicador). La presión de combustible varia con el rango de flujo requerido por el motor. El rango normal de presión es de 0.3 a 1.2 bares.

Válvula de retención de una sola vía (9). Previene al sistema de drenaje durante intervenciones en el filtro. En tierra cuando la temperatura aumenta es capaz de que el combustible tenga la expansión térmica, esta sostiene en las líneas de entrada del motor.

1.3.4.- COMPONENTES Y DIAGRAMAS

Diagrama funcional del sistema de combustible.

Tanques de combustible básicos .

L :Tanque longitudinal de combustible (tanque alimentador).

T :Tanque de combustible transversal.

AFT :Tanque de combustible posterior (trasero).

Las líneas de alimentación cruzada en la parte superior de los tanques, son capaces de alimentar al tanque hasta un sobre flujo dentro del tanque transversal (la bomba surtidora o la bomba de transferencia su rango de flujo es más grande que el consumo del motor)

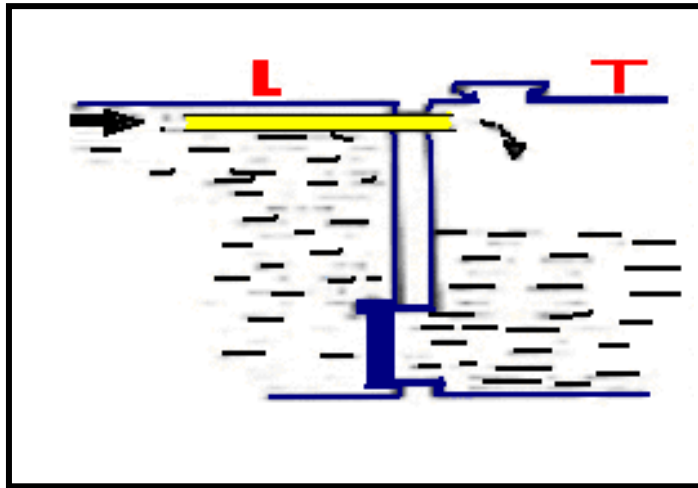


Figura 1.9 Alimentación del tanque longitudinal al transversal.

1.3.5.- DIAGRAMA GRUPO IZQUIERDO

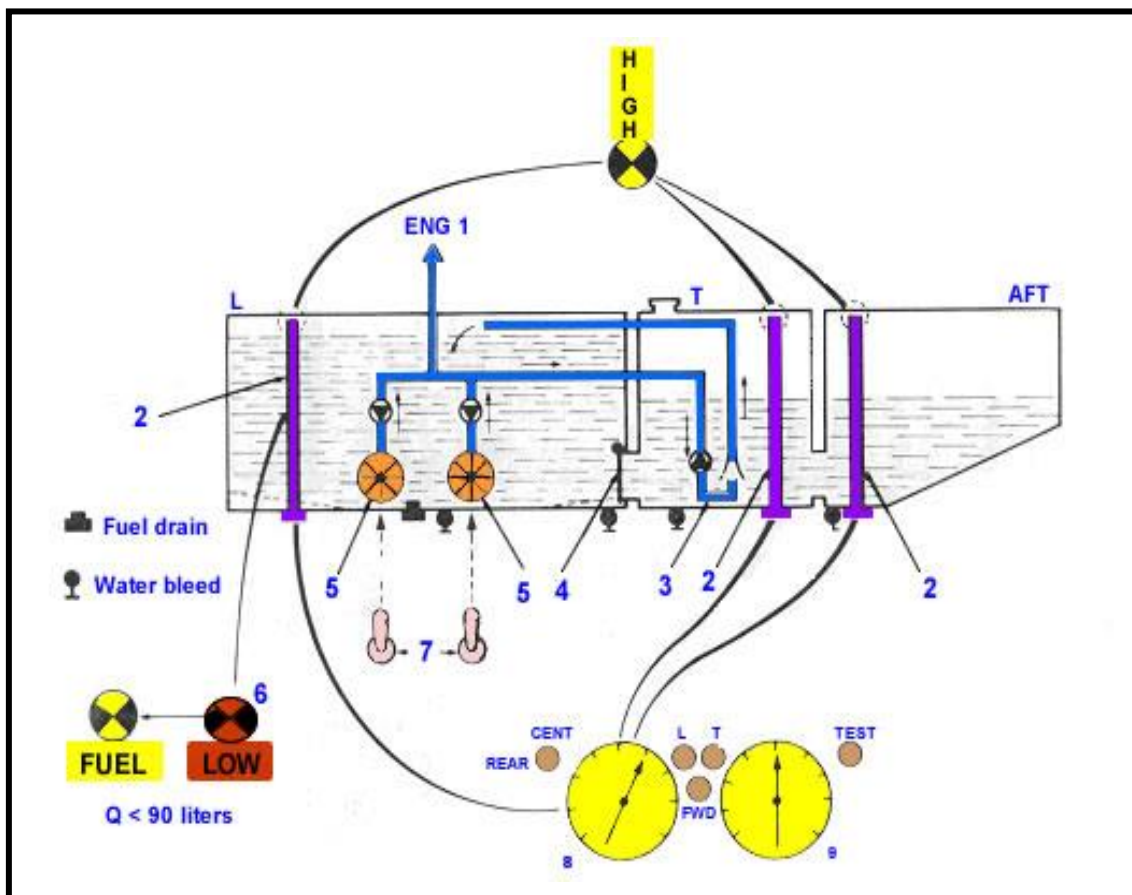


Figura 1.10 grupo izquierdo.

- 1.- Luz indicadora de alto nivel.
- 2.-Unidad de prueba de capacitancia variable.
- 3.-Bomba surtidora de combustible (jet)
- 4.- Válvula de retorno de una vía del tanque alimentador.
- 5.-Bomba reforzadora (booster).
- 6.-Luz de precaución de bajo nivel del tanque alimentador.
- 7.-Interruptor de control de la bomba reforzadora (booster).
- 8.-Indicador de cantidad de combustible del grupo izquierdo.
- 9.-Indicador de cantidad de combustible del grupo derecho. (solamente para referencia).

Funciones aseguradas.

Medida de combustible. El nivel de combustible en cada tanque es medido por una unidad de prueba de capacitancia variable (2) las tres unidades de prueba están conectadas a un indicador (8) el cual lee el contenido total del grupo o el contenido de cada tanque individual de combustible (L .T AFT botón pulsador). Las tres unidades de prueba (2) también incluye un sensor de alto nivel ya que el tanque alimentador tiene un sensor de bajo nivel.

Indicador de alto nivel. La luz de indicación de alto nivel (1) se enciende cuando en el tanque alimentador haya alcanzado un alto nivel de combustible, al transferir el combustible de un grupo a otro. Además se enciende durante el rellenado cuando es alcanzado el nivel alto en todos los tanques. Y se enciende la luz de alto nivel procediendo a detener la operación de transferencia o rellenado para prevenir que el combustible se rebose por las líneas de ventilación.

Precaución de bajo nivel (alarma). El sensor de unidad de prueba del tanque alimentador “**bajo nivel**” enciende la luz de precaución, cuando el nivel de combustible en el tanque alimentador cae bajo los 90 litros. Esto implica que los otros tanques de combustible en el grupo están vacíos. Por lo tanto cuando la luz de precaución (6) se enciende, la cantidad leída en el indicador de nivel de cantidad de combustible esta bien arriba de los 90 litros.

Una válvula surtidora (jet) tiene falla o la válvula del tanque alimentador, tiene una abertura obstruida, o también las dos bombas han fallado.

Cada uno de estos incidentes resulta de la perdida de la función de transferencia usando la bomba surtidora (jet), el nivel de combustible en el tanque alimentador y los otros tanques están balanceados a través de la válvula de retención de una sola vía (4) con las siguientes consecuencias.

- Una indicación correcta (cuando la luz (6) se enciende hay todavía 350 litros en el grupo izquierdo).
- Un incremento en la cantidad de combustible no consumido de 16 litros a 38 litros.
- posible desebado de las bombas.

1.3.6.- DIAGRAMA GRUPO DERECHO.

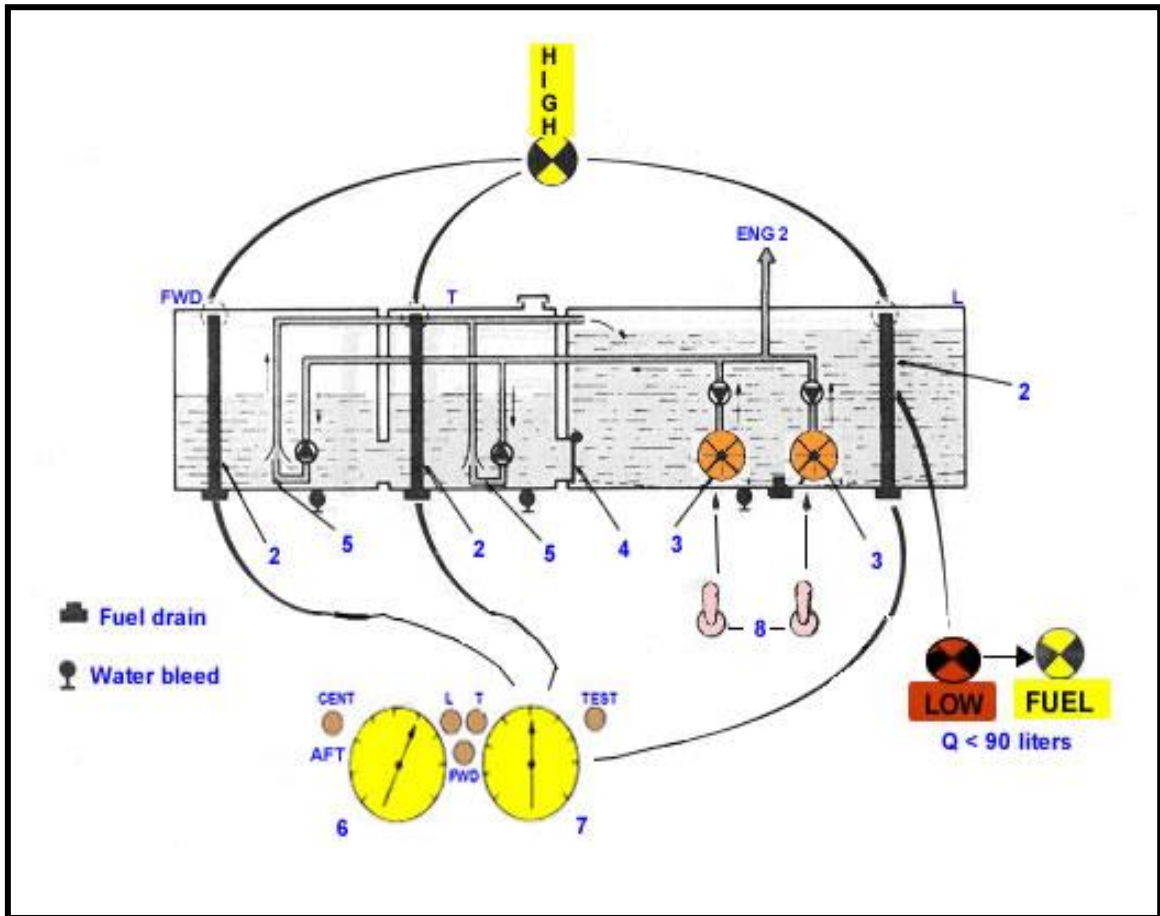


Figura 1.11 Grupo derecho.

Componentes

- 1.- Luz indicadora de alto nivel.
- 2.- Unidad de prueba de capacitancia variable.
- 3.- Bombas reforzadoras (booster).
- 4.- Válvula de retención de una sola vía del tanque alimentador.
- 5.- Bomba surtidora (jet)
- 6.- Indicador de cantidad de combustible del grupo izquierdo. (solamente para referencia).

7.- Indicador de contenido de combustible del grupo derecho.

8.- Interruptor de control de la bomba reforzadora (booster)..

9.-Luz de precaución de bajo nivel del tanque alimentador.

Funciones aseguradas.- Todas las funciones descritas para el grupo izquierdo.

Note sin embargo que:

El sistema de la bomba surtidora (jet) debe estar fallando cuando la luz de precaución, bajo nivel (9) se enciende, 250 litros de combustible sobran en el grupo y la cantidad de combustible no consumido crece de 3 litros a 26 litros (332 helicóptero versión corta).

Fíjese además la operación del indicador de combustible, los botones pulsadores de prueba los cuales todavía no han sido mencionados : cuando los botones pulsadores son presionados una vez, los punteros del indicador deben retornar a cero.

1.4.- EQUIPO OPCIONAL DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE.

En adición a los tanques opcionales de combustible el equipo opcional el cual tiene la necesidad de operadores opcionales que puedan ser acoplados al sistema de combustible:

- Sistema de presión de llenado.
- Sistema de expulsión de combustible (dampeo).
- Atrapa hielo (sin lista exhaustiva).

Los tanques opcionales de combustible son estudiados conjuntamente con el sistema básico para asegurar la coherencia.

1.4.1.-TANQUES DE COMBUSTIBLE OPCIONAL.

Tanque central de combustible. (6to).

El sexto tanque de combustible se comunica con el grupo derecho en el tanque transversal, su contenido es monitoreado por un probador de capacitancia variable (1) el cual esta conectado al indicador de cantidad de combustible del grupo derecho.

El botón pulsador “cent” debe ser presionado en orden para leer el nivel de combustible en el sexto tanque.

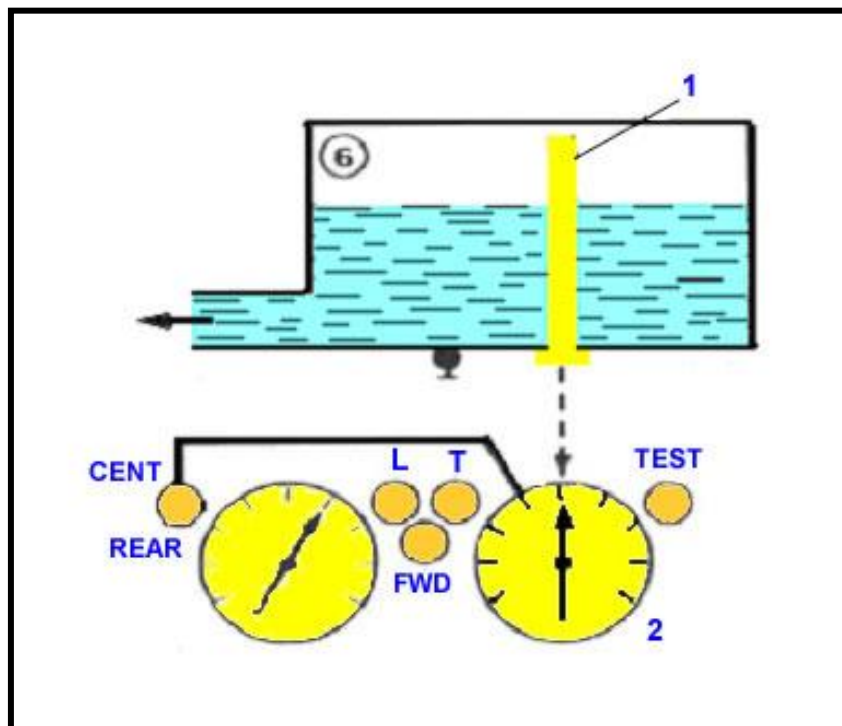


Figura 1.12 Tanque central de combustible.

Tanques suplementarios de combustible del alojamiento del tren principal.

Los tanques 8 y 9 están en carga con respecto a los tanques básicos, se vacían por gravedad dentro de los tanques alimentadores (tanques longitudinales de ambos grupos) para cada tanque el control de transferencia incluye:

Un interruptor (1) y una válvula solenoide (2) una luz de abierto (OPEN) indica la abertura de cada válvula solenoide. Los tanques de combustible están provistos por un capacitor variable (3) el cual esta conectado a un indicador de cantidad de combustible (4) . un botón pulsador de prueba (test) esta previsto chequear la operación correcta de los indicadores. Cuando los botones pulsadores de prueba están pulsados los punteros (agujas) deben regresar a cero.

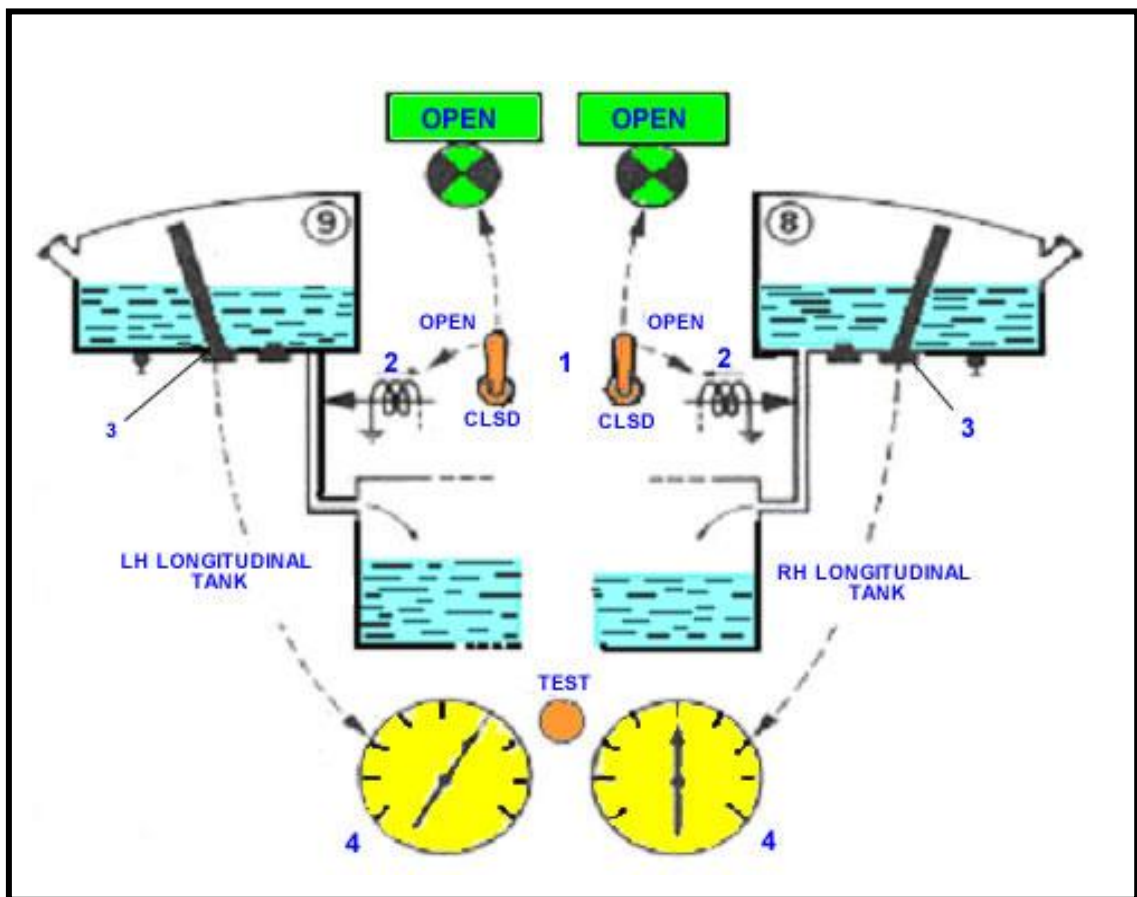


Figura 1.13 Tanque en el alojamiento del tren principal.

Tanque de combustible de cabina.

El tanque de combustible de cabina se vacía por gravedad dentro del grupo derecho o el izquierdo, dependiendo de la versión del aeronave. El control de transferencia es similar a los tanques de combustible del alojamiento del tren principal 8 y 9: interruptor de control (3), válvula solenoide (2) y luz indicadora. El nivel de combustible es medido por un capacitor de combustible (1) conectado a un indicador (4) acoplado con un botón pulsador de prueba.

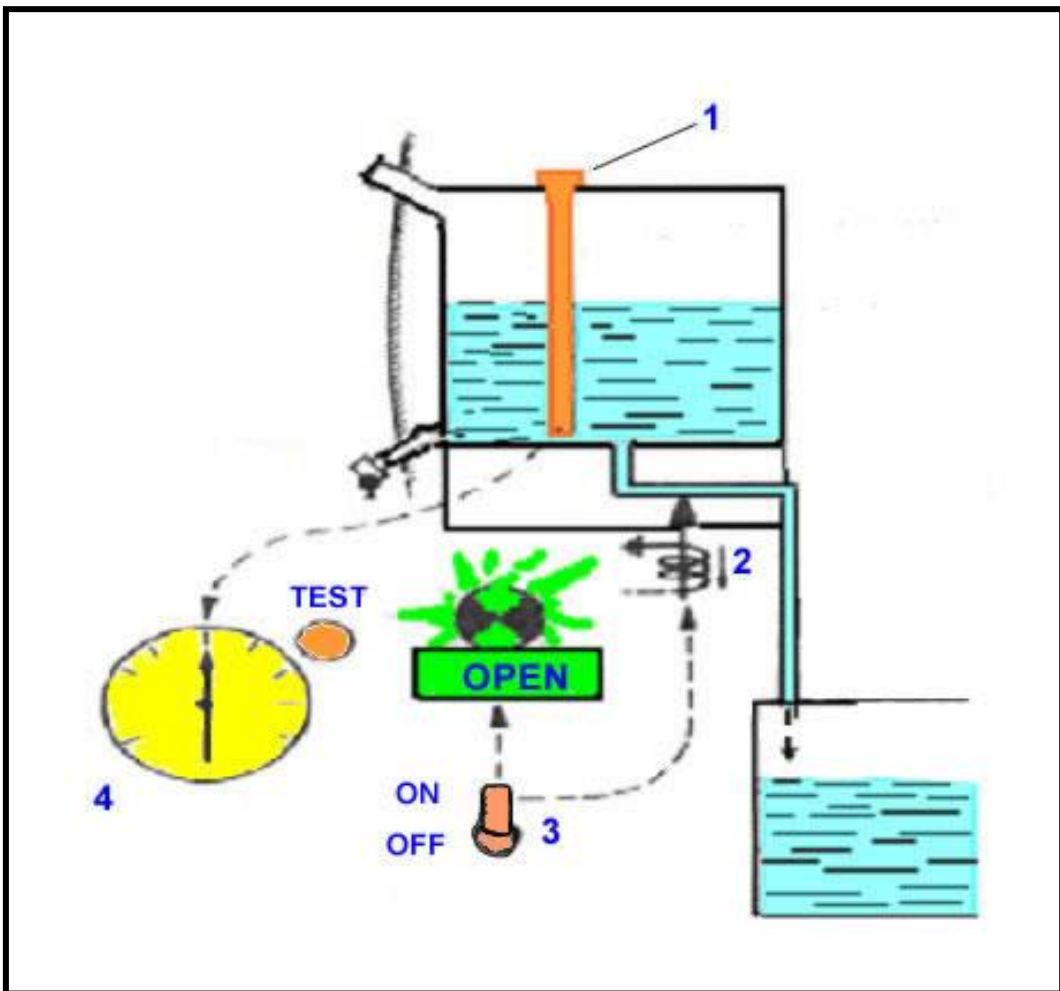


Figura 1.14 Tanque de cabina de pasajeros

Indicador totalizador del nivel de combustible.

Un totalizador, mide la cantidad de combustible contenido en todos los tanques básicos y opcionales (excepto para el depósito de cabina de pasajeros) y lee directamente:

- Cualquiera de la cantidad total de combustible en ambos grupos, el interruptor selector se pone en “**T**”.

- O la cantidad de combustible en el grupo izquierdo, el interruptor selector se pone en “**LH**”.

- O la cantidad de combustible en el grupo derecho, el interruptor selector se pone en “**RH**”.

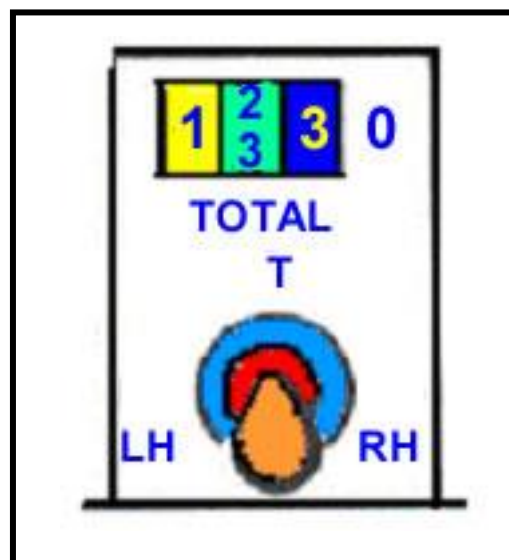


Figura 1.15 Totalizador de combustible.

1.5.- PANEL ANÁLOGO ESTÁNDAR DE ADMINISTRACIÓN DE COMBUSTIBLE. CONTROL Y MONITOREO.

Panel de alimentación básico de combustible.

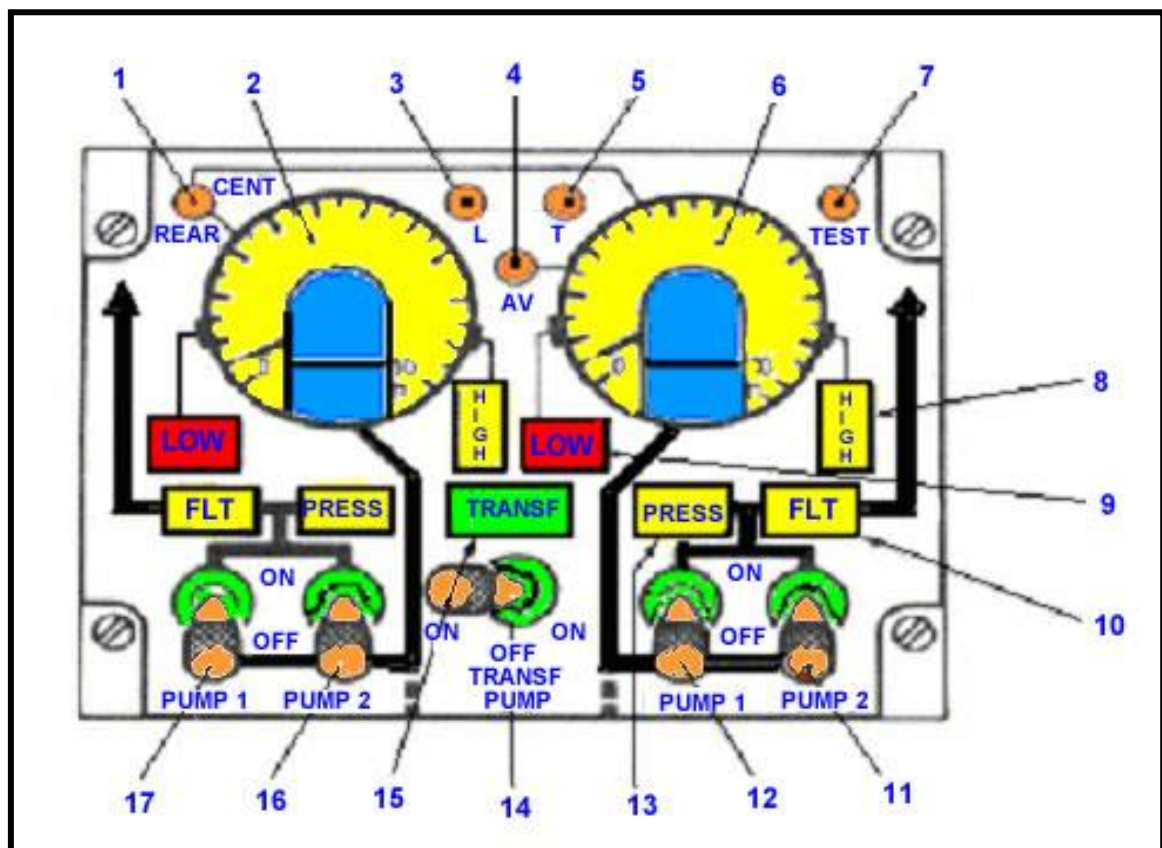


Figura 1.16 Panel básico de combustible.

- 1.- Botón pulsador “lectura de los tanques central y posterior”.
- 2.- Indicador de cantidad de combustible del grupo izquierdo. (LH).
- 3.- Botón pulsador “lectura del tanque longitudinal”.
- 4.- Botón pulsador “lectura del tanque de combustible delantero”.
- 5.- Botón pulsador “lectura del tanque de combustible transversal”.
- 6.- Indicador de cantidad de combustible del grupo derecho. (RH).
- 7.- Botón pulsador “indicador de prueba del cantidad de combustible”.

- 8.- Luz indicadora “alto nivel”.
- 9.- Luz indicadora “bajo nivel”.
- 10.- Luz indicadora “filtro obstruido”..
- 11.- Interruptor de la bomba (2) de grupo derecho.
- 12.- Interruptor de la bomba (1) del grupo derecho.
- 13.- Luz de precaución “caída de presión”.
- 14.- Interruptor de la bomba de transferencia.
- 15.- Luz indicadora de transferencia de combustible.
- 16.- Interruptor de la bomba (2) del grupo izquierdo.
- 17.- Interruptor de la bomba (1) del grupo izquierdo.

1.5.1.- PANEL DE ADMINISTRACIÓN DE LOS TANQUES DE COMBUSTIBLE SUPLEMENTARIOS.

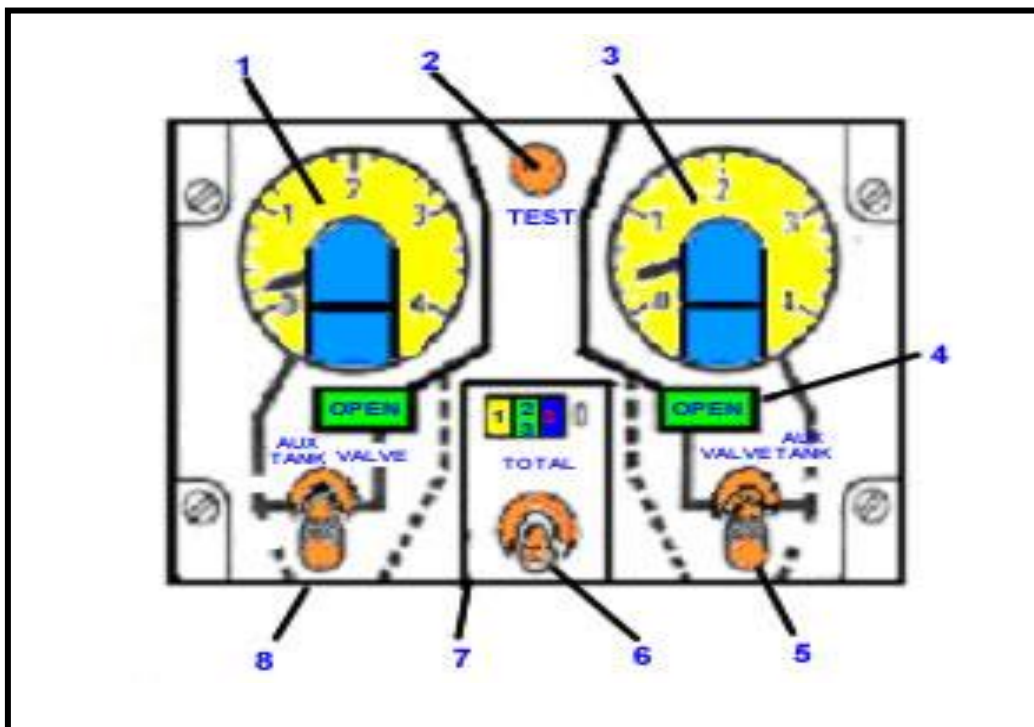


Figura 1.17 Panel de los tanques suplementarios.

- 1.- Indicador de cantidad de combustible de los tanques, (alojamiento del tren principal izquierdo).
- 2.- Botón pulsador probador de indicador de cantidad.
- 3.- Indicador de cantidad de combustible de los tanques, (alojamiento del tren principal derecho).
- 4.- Luz indicadora “válvula solenoide de transferencia abierta”.
- 5.- Interruptor de la válvula solenoide derecha.
- 6.- Selector de lectura del totalizador de indicación de cantidad de combustible.
- 7.- Indicador totalizador de la cantidad de combustible.
- 8.- interruptor de la válvula solenoide de transferencia izquierda.
- 9.- Potenciómetro de ajuste izquierdo “lleno-vacío”.
- 10.- Potenciómetro de ajuste derecho “lleno-vacío”.

1.5.2.-PANEL DE ADMINISTRACIÓN DE COMBUSTIBLE NORMAL.

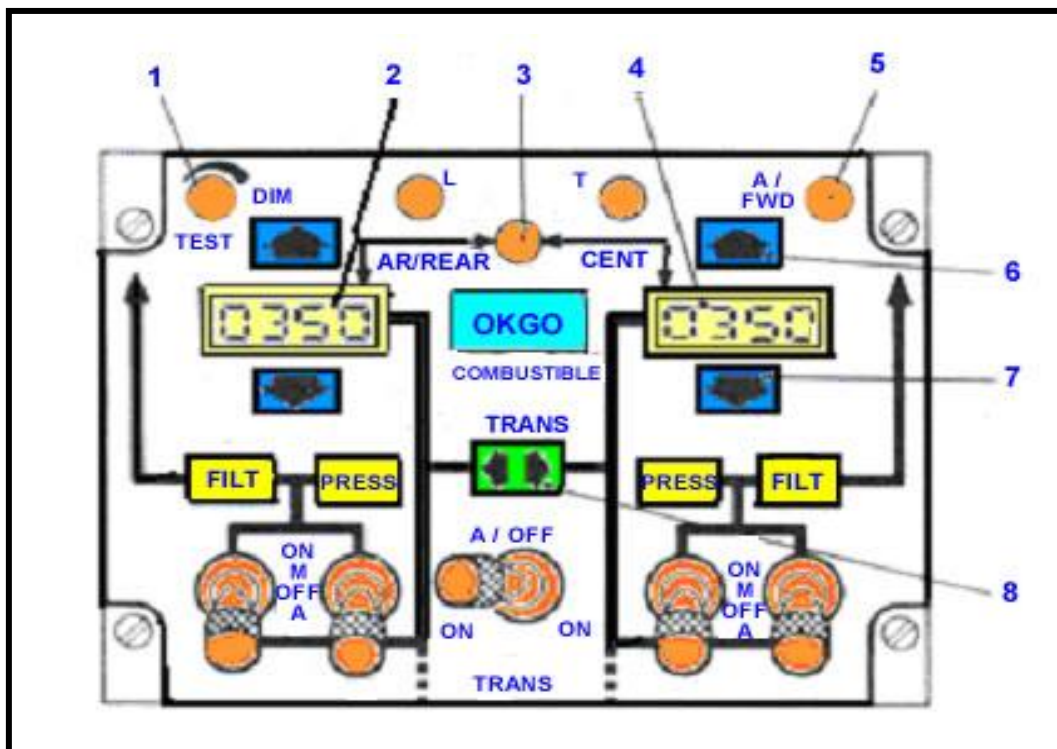


Figura 1.18 Panel de combustible normal.

- 1.- Botón pulsador de indicación de prueba.
- 2.- Tablero de información de cantidad de combustible grupo izquierdo.
- 3.- Botón pulsador de indicación del tanque central y posterior.
- 4.- Tablero de información de cantidad de combustible grupo derecho.
- 5.- Botón pulsador de indicación del tanque frontal.
- 6.- Luz indicadora de nivel alto.
- 7.- Luz indicadora de nivel bajo.
- 8.- Luz indicadora de transferencia.

1.5.3.- PANEL POSTERIOR.

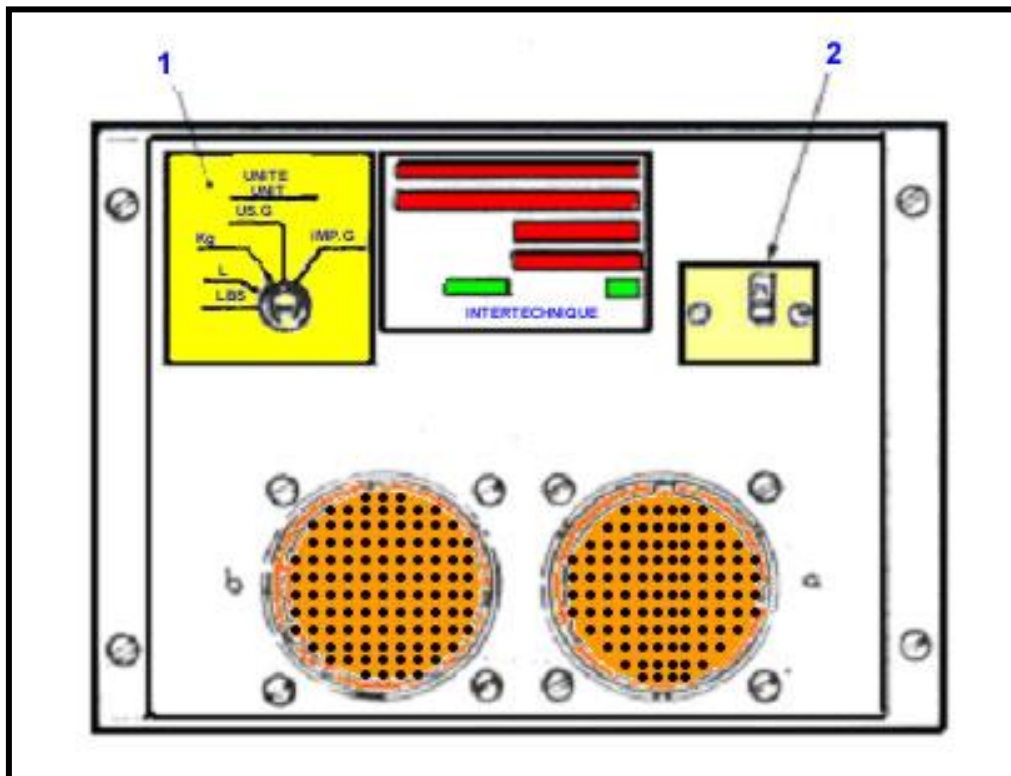


Figura 1.19 Panel posterior.

Diferente a la versión análoga este panel de combustible puede ser instalado sobre cualquiera de las dos versiones, corta AS 332 o alargada. la parte posterior del panel incluye un selector tipo de aeronave:

N (versión corta), o *L* (versión alargada) (2) y una indicación de las unidades selectoras :

- Libras, litros, kilogramos, galones americanos o galones imperiales.

1.5.4.- PANEL DE ADMINISTRACIÓN DE LOS TANQUES DE COMBUSTIBLE SUPLEMENTARIOS. (2).

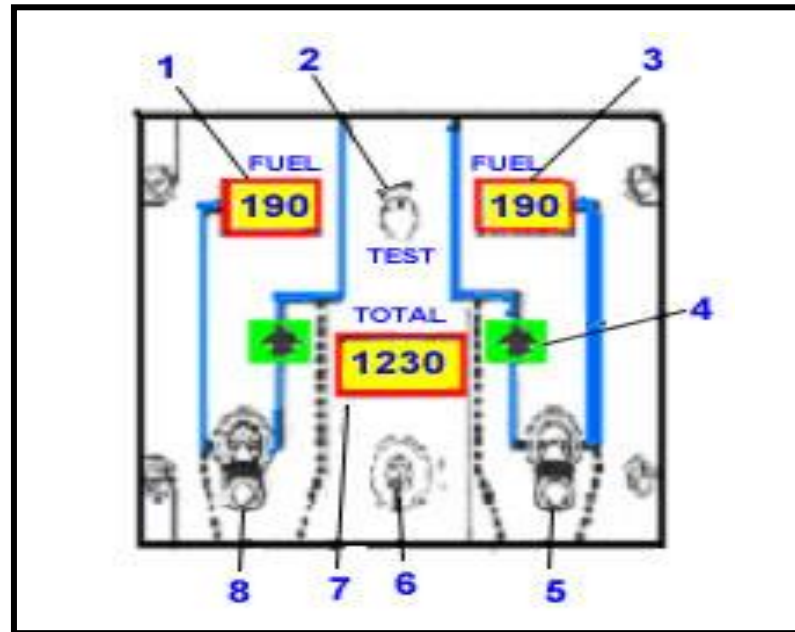


Figura1.20 Panel de los tanques suplementarios.

1.- Indicador del cantidad de combustible del tanque del alojamiento exterior del tren principal izquierdo.

2.- Botón pulsador indicador de prueba.

3.- Indicador del contenido de combustible del tanque del alojamiento exterior del tren principal derecho.

4.- Luz indicadora de la válvula de transferencia abierta.

5.- Interruptor de la válvula de transferencia de combustible derecho.

6.- Indicación del selector totalizador.

7.- Indicador totalizador de la cantidad de combustible.

- 8.- Interruptor de la válvula de transferencia izquierda.
- 9.- Potenciómetro de ajuste derecho “lleno-vacío”.
- 10.- Potenciómetro de ajuste izquierdo “lleno-vacío”.
- 11.- Selector de tipo aeronave (versión corta y alargada)
- 12.- Indicación del selector de unidades.

1.5.5.-PANEL DE ADMINISTRACIÓN DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE DE LA CABINA DE PASAJEROS.

El AS332 puede ser equipado con un panel análogo o digital:

Panel análogo de administración de combustible.

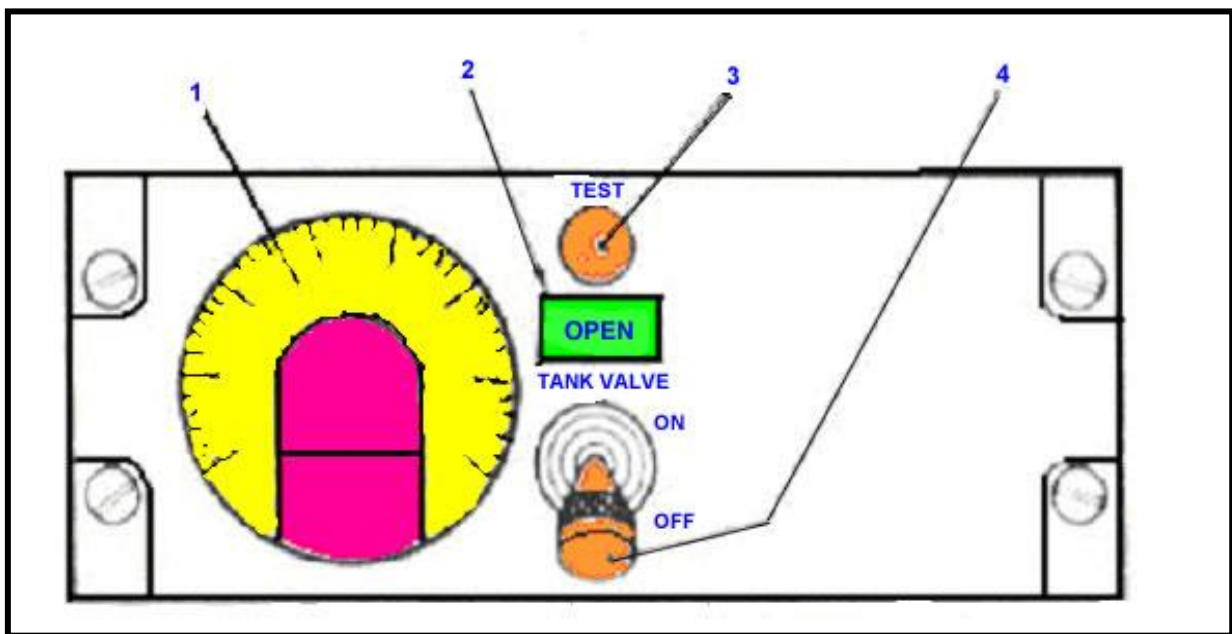


Figura 1.21 panel análogo de combustible.

- 1.-Indicador de la cantidad de combustible del tanque de la cabina.
- 2.-Luz indicadora de la válvula de transferencia abierta.
- 3.- Botón pulsador de indicación de prueba.
- 4.- Interruptor de la válvula de transferencia.

1.6.- COMPONENTES DE LOS CIRCUITOS DE ALIMENTACIÓN DE LOS MOTORES

MOTORES

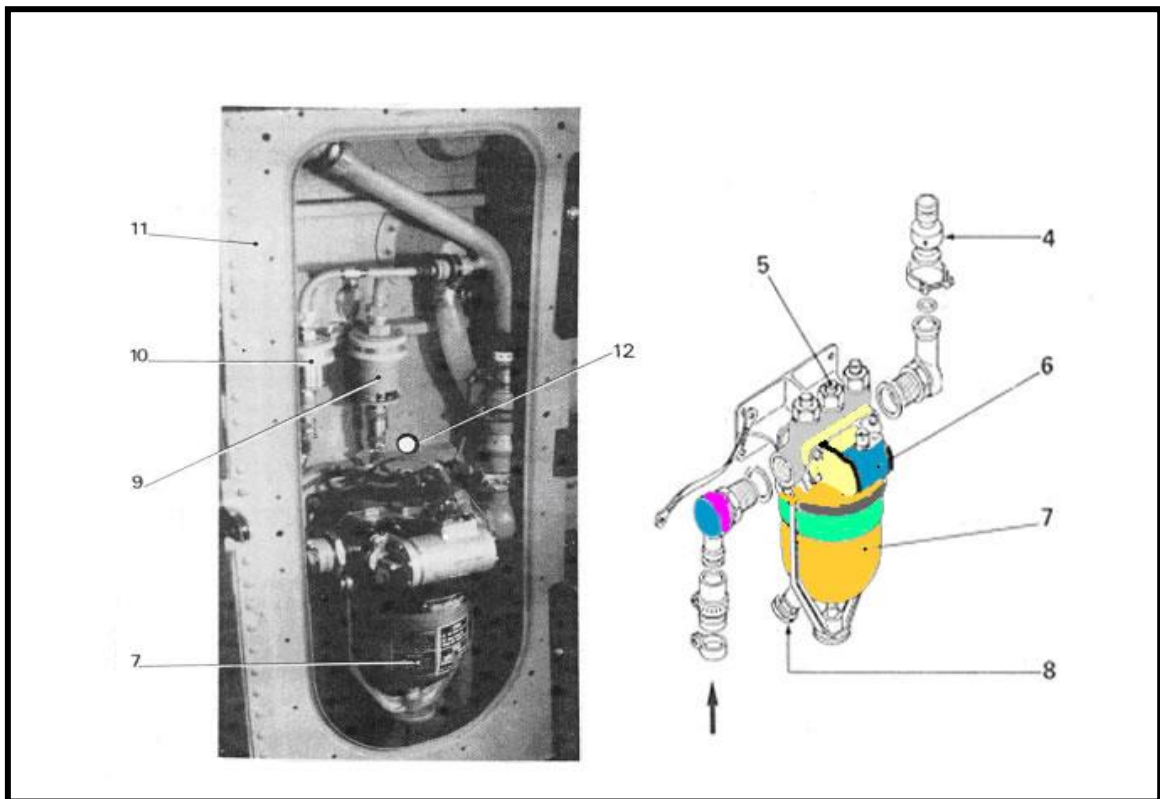


Figura 1.22 Filtro de combustible

Mando mecánico flexible

- 1.-Racor auto-obturable (conexión sobre motor)
- 2.-Llave cortafuego (del tipo de paso integral)
- 3.-Caja de soporte de la llave cortafuego
- 4.-Válvula antirretorno de expansión térmica
- 5.-Testigo de obstrucción
- 6.-Mancontactor diferencial
- 7.-Filtro (10 micrones)
- 8.-Válvula de purga del filtro
- 9.-Transmisor de presión

10.-Mancontactor “baja presión”

11.-Caja de soporte del filtro

El filtro y la llave cortafuego están unidos por una tubería flexible a prueba de fuego y golpes. La tubería flexible entre “cortafuego” y motor es resistente al fuego (trenza metálica)

Su conexión al motor se efectúa , por un racor-obturante que permite desconectarla sin pérdida de combustible.

Los componentes del filtro

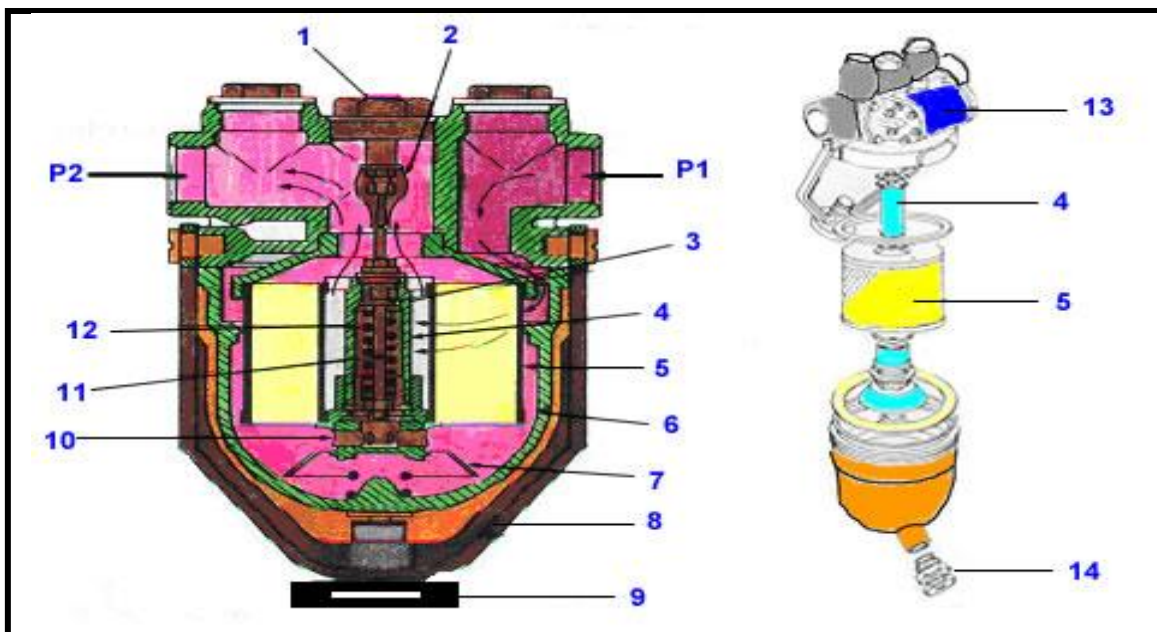


Figura 1.23 Componentes del filtro.

1.-Testigo de obstrucción

2.-Muelle de bloqueo del testigo “fuera”

3.-Válvula de by-pass

4.-Cuerpo del by-pass

5.-Cartucho filtrante (10). Elementos de papel

6.-Recipiente del filtro

7.-Deflector que retiene las impurezas en el fondo del recipiente

- 8.-Horquilla de sujeción del filtro
- 9.-Botón estriado (apriete de la horquilla)
- 10.-Orificio de entrada del by-pass
- 11.-Eje de la válvula de by-pass
- 12.-Muelles del by-pass
- 13.-Manocontactor diferencial
- 14.-Válvula de purga del recipiente

P_1 es la presión de entrada del filtro, P_2 es la presión a la salida $P_1 - P_2$ representa la pérdida de carga en el filtro (ΔP). En este ΔP el que manda el by-pass y la señalización “obstrucción”.

Funcionamiento del doble paso y del testigo de obstrucción

Filtro limpio

- $P_1 - P_2$ aproximadamente 10 milibares
- El doble paso está cerrado
- El testigo no ha salido
- El combustible es filtrado

Filtro obstruido al 80%

- $P_1 - P_2$ se aproxima a 235 milibares.
- El testigo de obstrucción ha salido unos 3 mm
- El doble paso sigue cerrado. Empieza a abrirse a 235 milibares.

Filtro obstruido al 100%

- $P_1 - P_2 = 280$ milibares.

- El doble paso está completamente abierto
- El testigo está bloqueado “fuera”; franja roja visible

“El combustible ya no es filtrado”

Señalización “filtro obstruyéndose”

El manocontactador cierra el circuito de la luz de aviso para P1 - P2=140 milibares

La luz se enciende: “principio de la obstrucción”.

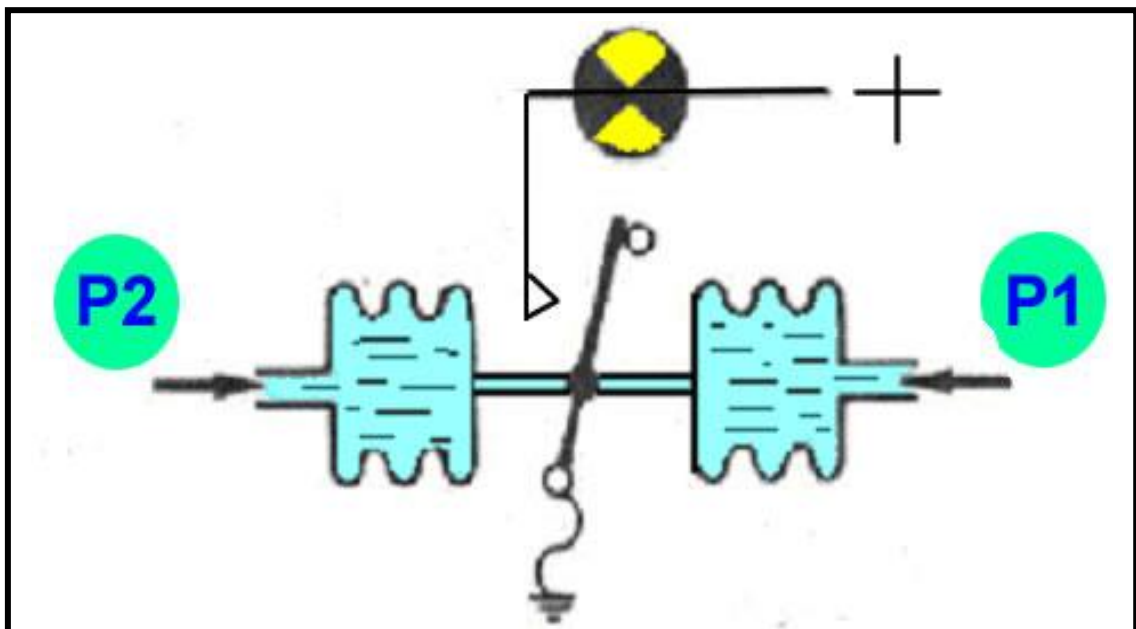


Figura 1.24 Manocontactador y luz de aviso “filtro obstruido”

1.7.-TIPOS DE BOMBAS DE COMBUSTIBLE QUE POSEE EL HELICÓPTERO.

1.7.1.- Principio de operación de las bombas surtidoras.

La aceleración en el régimen de flujo del inductor causado por la convergencia crea una presión negativa al reverso de la boquilla o tobera, estas presiones negativas impulsan el combustible desde el tanque (induciendo al flujo de régimen B) este es el régimen del flujo (A + B) del retorno del depósito alimentador.

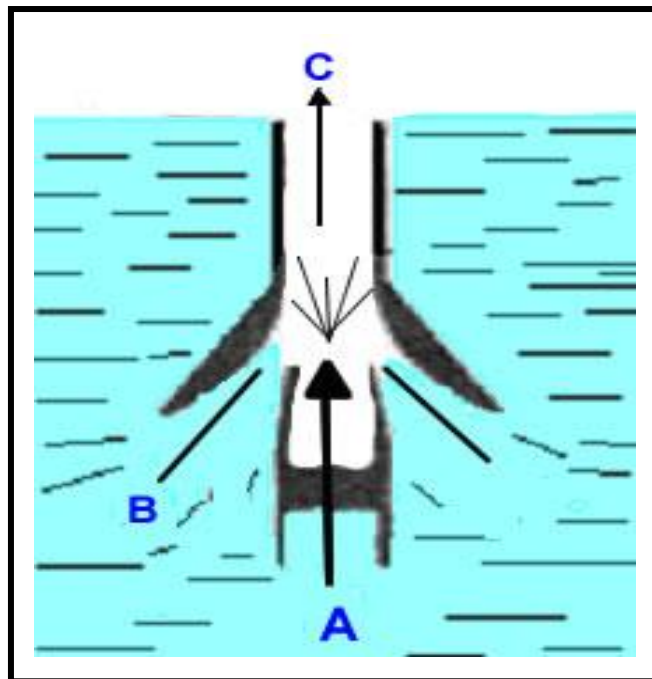


Figura 1.25 Bomba surtidora

1.7.2.- Función de la bomba de transferencia.

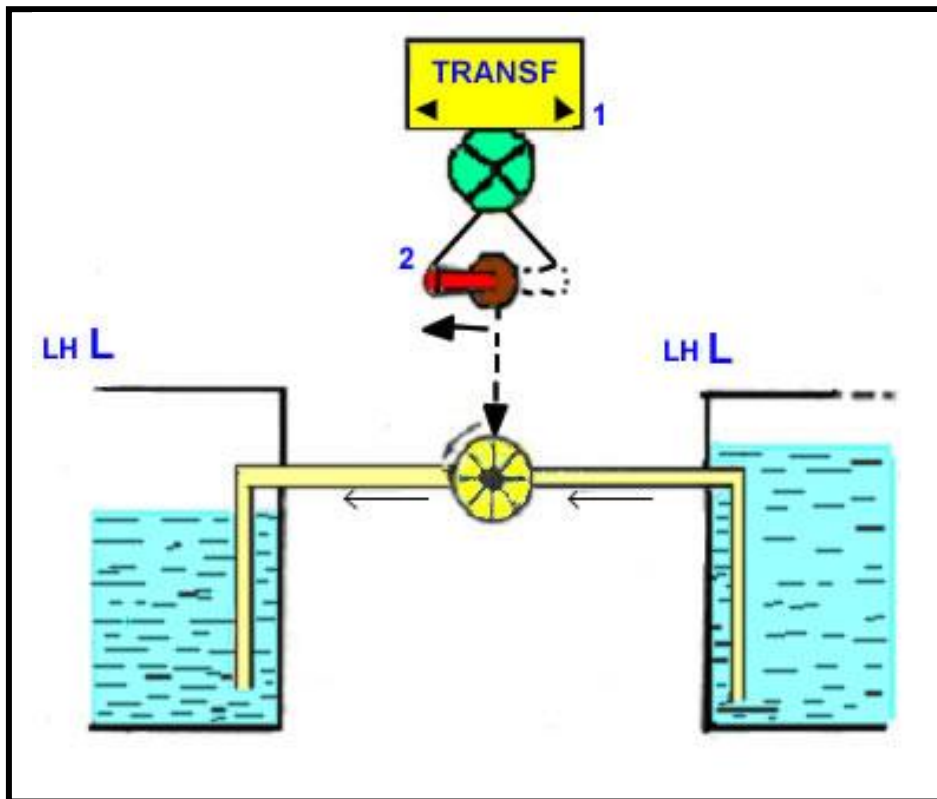


Figura 1.26 Bomba de transferencia.

La bomba de transferencia (3) la cual gira en ambas direcciones capaces de inyectar el flujo de combustible del un grupo de tanques al otro toman el combustible y lo descargan dentro del tanque alimentador cuando el interruptor de control (2) esta puesto en *ON* (encendido) , se puede transferir el combustible del grupo derecho al izquierdo, o también del grupo izquierdo al derecho.

La luz indicadora de alto nivel de combustible se enciende para indicar al piloto que debe detener la operación de transferencia.

1.7.3.- BOMBAS BOOSTER (REFORZADORAS).

1.7.3.1.- DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO.

Esta es una electrobomba montada en el reservorio de combustible alimentador tiene que asegurar la transferencia de combustible desde estos al motor del helicóptero . En todas las condiciones de altitud o de temperatura susceptibles de encontrarse en su utilización normal.

Su concepción es por medio de un motor integrado es decir la base que sirve a la vez de soporte de cojinete para el motor y la admisión para la entrada a la bomba.

Los materiales con los que la elctrobomba ha sido realizada han sido seleccionados a fin de utilizarla con todos los tipos de combustibles con o sin aditivos antigrafitantes.

Esta provista de un motor con excitación de imán permanente.

Este motor esta equipado de cojinetes lisos que le permiten un alta fiabilidad el cojinete es antidefragante y esta equipado de un filtro antiparásitos.

1.7.3.2.-CARACTERÍSTICAS DE LAS BOMBAS REFORZADORAS

Datos de especificación de las bombas reforzadoras (booster).

-Tipo centrífuga (rotor de aspa o alabes).

-Motor a prueba de explosión con silenciador.

-Rango nominal de flujo 700 L / H bajo 0.6 bares de presión.

La presión depende de los requerimientos del motor, la presión cae cuando el consumo del motor aumenta.

En vuelo de crucero, con una *sola bomba* en funcionamiento:

Consumo medido del motor 310 lts./h

Caudal correspondiente de la bomba 485 lts.

de los cuales 310 lts. Para el motor.

Y 175 lts. Para el eyector (flujo inductor)

Presión de descarga de la bomba 0,750 bar

Flujo inducido del eyector 350 lts./h

Presión a la entrada del motor 0,425 bar

Por lo tanto:

Con una sola bomba, operando el rango de flujo inducido por la bomba surtidora es superior al consumo del motor: el tanque alimentador permanece lleno. El exceso de combustible se vierte en el tanque transversal por las líneas intercomunicadoras superiores.

La caída de presión entre la salida de la bomba y el motor es de $0.750 - 0.425 = 0.325$ bares (con un filtro limpio).



Figura 1.27 Bomba reforzadora (booster).

- 1.- Línea de la bomba de transferencia.
- 2.-Línea de abastecimiento de combustible hacia el motor.
- 3.-Línea de flujo de inductor de la bomba surtidora.
- 4.- Cubierta de la bomba.
- 5.-Válvula de una sola vía (una para cada bomba)
- 6.- Motor eléctrico.
- 7.- Conductos de la bomba de derivación.
- 8.- Caja de derivación.
- 9.- Supresor de ruidos.
- 10.- Conector eléctrico.
- 11.- Filtro de la línea de succión de la bomba.
- 12.- Base de la bomba surtidora (acceso al filtro y surtidor).
- 13.- cuerpo de la bomba surtidora.
- 14.- Tubo de entrada a la bomba surtidora..
- 15.-Cubierta de la bomba surtidora.
- 16.-Tubo de retorno de la bomba surtidora.
- 17.- Surtidor.
- 18.- Filtro de la bomba surtidora (inyector).

1.7.3.3.- MANTENIMIENTO DE LA BOMBA REFORZADORA (BOOSTER).

La bomba reforzadora (booster) comprende dos partes: una parte motora y otra parte bomba.

La parte motora comprende grafico 2,3.

Una carcasa (3) no magnética al interior de la cual son montados dos imanes permanentes que forman los polos el anillo es insertado magnéticamente; en lo alto de la carcasa son montados: la bomba reforzadora referencias C11-BP0011, con dos cojinetes auto lubricados en su parte superior tiene un cojinete que sirve de apoyo a la biela la misma que sirve de apoyo al motor.

El rotor esta constituido por un árbol de acero inoxidable sobre el cual son montadas unas chapas magnéticas y un colector de 18 laminas el mismo que es de tipo molde, el rotor de la bomba reforzadora (C11BD0011) se apoya mediante una biela.

La base del motor en fricción ligera con el molde forman la entrada de la bomba y sirven de fijación a la platina soporte de la bomba.

Limpieza

El procedimiento de limpieza puede ser utilizado en todo momento por cuanto ayuda a mantener en un buen funcionamiento los equipos y por ende a facilitar su arreglo.

Debe ser efectuado después de la ejecución de una reparación del equipo para lograr verificar su perfecto funcionamiento. Esto se lo debe efectuar a temperaturas y presiones atmosféricas estándares: 20 g centígrados ± 5 C. 1013 mbsrs ± 70 mbrs. (14.18 psi ± 1.01 psi).

Las presiones indicadas son las presiones relativas.

El combustible que se utiliza es:

(AIR 3405- código OTAN F 30) o el JP1 (MIL F5616 código OTAN F34).

Durante la operación de limpieza la fuga del drene de la bomba no debe pasar dos gotas por minuto.

Para la limpieza de la bomba reforzadora el combustible debe estar en una altura superior a 250 mm sobre la entrada, la bomba debe ser alimentada con una corriente continua de tensión 27 voltios.

Deje que la bomba reforzadora funcione unos 5 minutos para que se pueda verificar las características y sus parámetros de funcionamiento.

Las causas que puede presentar la bomba reforzadora pueden ser entre otras las siguientes.

- a).- Funcionamiento defectuoso.
- b).- Arranque defectuoso.
- c).- Defecto de estanqueidad.

Las otras partes que no son del motor deben limpiarse con cloro y un pincel excepto los sellos, todos los sellos durante su mantenimiento deben ser cambiados simultáneamente.

Las partes electricas del motor deben ser limpiadas con (whith spirte). Y un pincel. Los cojinetes y la base deben ser limpiados con acetona.

Abastecimiento al motor por medio de dos bombas reforzadoras (booster). (5).

Tenga en cuenta que la fuente de alimentación de combustible al motor no es afectada en caso de fallar estas dos bombas, por que el motor puede tomar el combustible

por si mismo desde el tanque alimentador en altitudes menores a 10000 pies por medio de una micro bomba.

Mayor a 10000 pies desde la fuente del sistema de combustible opera por succión (presión negativa) hay peligro de un bloqueo de vapor (la presión de vapor disminuye mientras aumenta la altitud).

CAPÍTULO I I.

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

2.1.- IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS.

En base a la recopilación de datos que se realiza para la construcción del presente banco de prueba, se toma en consideración las siguientes alternativas, de las cuales se realiza el análisis correspondiente para seleccionar la alternativa que más presente garantías tanto en la construcción como en su funcionamiento:

A.- Primera alternativa.

- Banco de prueba estático construido con materiales de importación

B.- Segunda alternativa.

- Banco de prueba móvil a construirse con materiales de adquisición nacional.

2.1.1.- PRIMERA ALTERNATIVA .

Banco de prueba estático con materiales de importación.

Esta alternativa se basa en un banco de prueba estático, cuyos componentes y elementos que conforman son importados del exterior, el mismo que se encuentra dentro del taller de hidráulica del Ala No 12, en este banco se puede comprobar el funcionamiento de las bombas reforzadoras (booster), el mismo que presenta grandes dimensiones y sus elementos son los siguientes.

- Estructura estática.

- Soporte de las bombas reforzadoras.
- Manómetros.
- Flujómetros
- Llaves de control.
- Tanques de alimentación.
- Cañerías de presión y de retorno.
- Tomas eléctricas
- Soportes de la bomba.

Como se puede observar en la siguiente ilustración este es un tipo de banco de Importación.



Figura 2.1 .Banco de prueba estático construido con materiales de importación.

2.1.2.- SEGUNDA ALTERNATIVA.

Banco de prueba móvil a construirse con materiales de adquisición nacional .

Se puede hablar en esta alternativa de un banco de prueba donde se verifica el funcionamiento de las bombas reforzadoras (booster), el mismo que es de tipo móvil y se lo puede construir con elementos de adquisición nacional y que es más accesible, se lo puede localizar en cualquier parte dentro de los hangares de mantenimiento, este ocupa un espacio físico reducido por tener dimensiones más pequeñas.

Este consiste de las siguientes partes:

- Estructura metálica con ruedas.
- Un tanque alimentador
- Un tanque receptor.
- Soporte para montar de la bomba reforzadora (booster).
- Manómetros de presión.
- Visor del flujo de la bomba..
- Cañerías de alimentación.
- Cañerías de retorno.
- Soporte de la bomba reforzadora (booster).
- Válvula antiretorno.
- Alimentación eléctrica de 28 V corriente continua.
- Alimentación de corriente alterna 110 V.
- Luces de control de la bomba y del horómetro.
- Horómetro.
- Contactar GMC-12.

En el siguiente gráfico se puede identificar un esquema del banco de prueba mencionado.

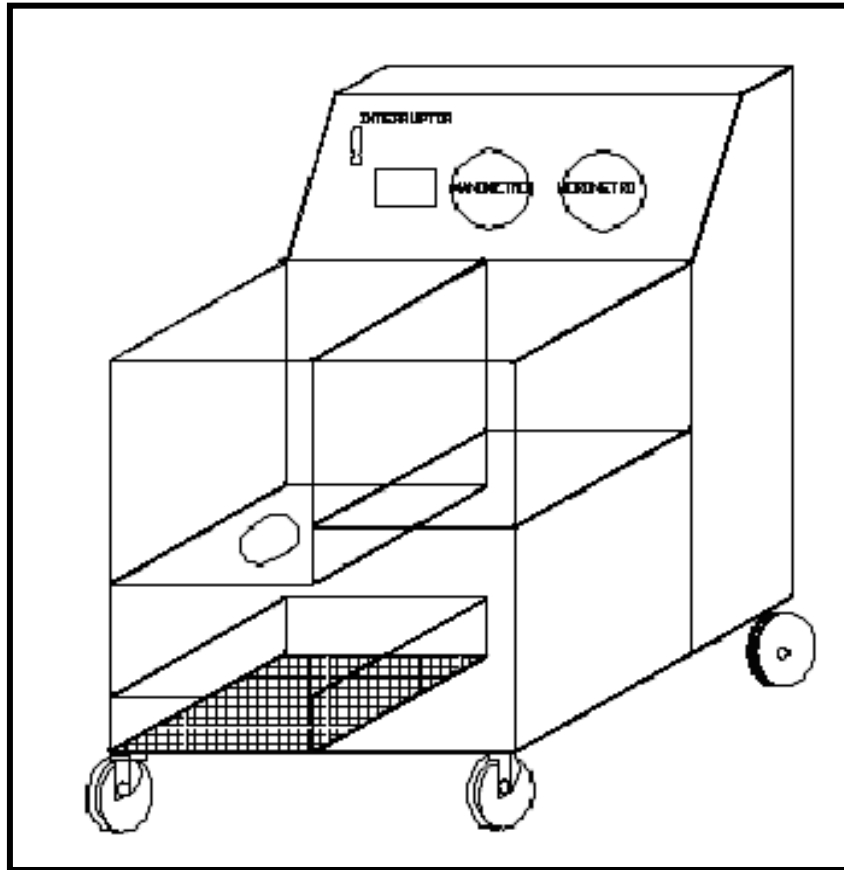


Figura 2.2. Esquema del banco de prueba a construirse con materiales nacionales.

2.2.- ANÁLISIS TÉCNICO.

Para la construcción del banco de pruebas para chequeo el funcionamiento de las bombas reforzadoras, se realiza un análisis técnico de cada una de las alternativas de construcción propuestas, se considera el análisis de los materiales a utilizar en su construcción, el factor económico y así como también la facilidad de mantenimiento de los mismos.

2.3.- ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.

En la construcción del banco de prueba para comprobar el funcionamiento de las bombas reforzadoras, teniendo la información de las alternativas propuestas y en base a los conocimientos adquiridos en la formación técnico científico en el “Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico”. Se analiza las ventajas y desventajas de cada una de las alternativas propuestas, para poder determinar la más conveniente, analizando los requerimientos técnicos científicos de los mismos, con la finalidad de construir la mejor alternativa.

2.3.1.- PRIMERA ALTERNATIVA.

<i>Banco de prueba estático construido con materiales de importación.</i>	
Ventajas.	Desventajas.
1.- Comprobar el funcionamiento de las bombas reforzadoras. 2.- Realizar el mantenimiento de las bombas. 3.- Comprobar parámetros de funcionamiento.	1.- El costo es elevado. 2.-El espacio que ocupa es muy amplio. 3.- No se puede mover con facilidad. 4.- Mantenimiento muy complejo. 5.- La operación debe ser por medio de personal capacitado. 6.- Sus elementos a usar son importados.

2.3.2.- SEGUNDA ALTERNATIVA.

<i>Banco de prueba móvil a construirse con material de adquisición nacional .</i>	
Ventajas.	Desventajas.
1.- Comprobar el funcionamiento de las bombas reforzadoras. 2.- Realizar el mantenimiento de las bombas. 3.- Fácil manejo. 4.- Fácil movimiento. 5.- Costo sumamente bajo. 6.- Mantenimiento simple 7.- Los elementos utilizados son de adquisición nacional.	1.- Solo es usado para este tipo de trabajo. 2.-Tener mucho cuidado con el material de los tanques.

2.4.- PARÁMETROS DE EVALUACIÓN.

Para poder evaluar a cada alternativa de construcción, se asigna un valor X_1 a los parámetros de selección, que se consideran los más importantes los mismos que permiten la selección de la mejor alternativa a construir.

La asignación de los valores X_1 depende de la importancia del parámetro y su valor de ponderación estará entre. $0 < X_1 \leq 1$

En función de las ventajas y desventajas que presentan las alternativas, se procede a evaluar cada parámetro y la alternativa que obtenga el valor más alto en la calificación será la alternativa a ser construida.

Las alternativas también se las puede calificar entre los valores cero y uno.

Los parámetros de selección que se toma como referencia en la evaluación, son los siguientes, los mismos que están divididos en tres aspectos (técnico, económico y complementario):

Tabla 2.1.- Cuadro de factores.

<p>1.- Factor mecánico.</p> <ul style="list-style-type: none">- Rendimiento- Funcionalidad.- Mantenimiento.- Proceso de construcción.- Facilidad de operación y control.- Materiales.- Fiabilidad.
<p>2.- Factor financiero.</p> <ul style="list-style-type: none">- Costo de fabricación.- Costo de operación.
<p>3.- Factor complementario.</p> <ul style="list-style-type: none">- Forma.- Tamaño.

2.4.1.- FACTOR MECÁNICO.

Se define a continuación cada uno de los parámetros.

Rendimiento: Este parámetro se refiere a que se debe tener un alto grado de seguridad del banco de prueba, para poder verificar el funcionamiento de las bombas

reforzadoras (booster) y cumpla la función para lo cual fue construido. Se le asignara un valor de 0.8.

Funcionalidad: habla sobre las características de los bancos de prueba para controlar el funcionamiento de las bombas reforzadoras (booster) , y que cumpla con los fines para la que fue creado. Por la importancia de este parámetro se le da un valor de 0.8.

Mantenimiento: Es importante este parámetro ya que proporciona un perfecto funcionamiento del banco, además dependiendo de la complejidad del sistema se necesita ver la disponibilidad de los diferentes repuestos que se utiliza durante su mantenimiento. Tomando en cuenta lo anterior se le da un valor de 0.6.

Procesos de construcción: Todas la alternativas propuestas, requieren de piezas, instrumentación, elementos con tolerancias de construcción y necesitan de maquinarias adecuadas que permitan obtenerlas. En base a lo expuesto anteriormente a este parámetro le damos un valor de 0.7.

Facilidad de operación y control: Los bancos de prueba presentados deben perseguir una finalidad primordial, la misma que debe tener una facilidad en su operabilidad y control. A este parámetro se le da un valor de 0.7.

Materiales: Trata de los tipos de materiales recomendados y su facilidad de conseguirlos en el mercado nacional para que su construcción sea optima. Este parámetro tiene un valor de 0.5.

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

2.4.2.- FACTOR FINANCIERO.

Costos de fabricación: Es un parámetro de suma importancia para tomar una adecuada decisión, para la selección del tipo de banco de prueba ha construirse, buscando la alternativa más económica y su parámetro tiene un valor de 0.6.

Costos de operación: Una vez construido el banco de prueba, se busca economizar la energía en el proceso de operación. Su valor es de 0.6.

2.4.3.- FACTOR COMPLEMENTARIO.

Forma: Trata de la estética de cada uno de los bancos de prueba. Y se ha fijado un valor de 0.2.

Tamaño: Se refiere a las dimensiones que posee y el espacio que ocupa el banco de prueba, el valor de este parámetro es de 0.2.

Para poder evaluar los factores se toma en consideración el análisis de los parámetros tácticos, en la selección de la mejor alternativa de construcción del proyecto de grado, se plantea dar valores a los mismos, el valor está dado en un rango de 0 a 1. Tomando en consideración que los factores que han sido dados un valor más alto son los que tienen mayor importancia para su construcción, y aquellos que se les da un valor más

bajo son de menos importancia, pero que son necesarios analizarlos, para poder tomar una buena decisión en la construcción de la mejor alternativa propuesta.

2.4.4.- EVALUACIÓN DE PARÁMETROS.

Tabla 2.2: Matriz de Evaluación.

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	Factor de Ponderación. X_i	ALTERNATIVAS	
		1	2
1.- Factor mecánico.			
Rendimiento.	0.8	0.6	0.6
Funcionalidad	0.8	0.5	0.7
Mantenimiento.	0.6	0.2	0.4
Proceso de construcción	0.7	0.2	0.5
Facilidad de operación y control.	0.7	0.5	0.6
Materiales	0.5	0.2	0.4
Fiabilidad	0.8	0.5	0.5
2.- Factor financiero.			
Costos de fabricación.	0.6	0.5	0.4
Costos de operación.	0.6	0.5	0.6
3.- Factor complementario			
Forma.	0.2	0.2	0.1
Tamaño.	0.2	0.1	0.1

Tabla 2.3: Matriz de Decisión.

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN.	ALTERNATIVAS.	
	1*X ₁	2*X ₁
1.- Factor mecánico.		
Rendimiento	0.48	0.48
Funcionalidad	0.40	0.56
Mantenimiento.	0.12	0.24
Proceso de construcción.	0.14	0.35
Facilidad de operación y control.	0.35	0.42
Materiales.	0.10	0.20
Fiabilidad.	0.40	0.40
TOTAL. 1	1.99	2.65
2.- Factor financiero.		
Costos de fabricación.	0.30	0.24
Costos de operación.	0.30	0.36
TOTAL. 2	0.60	0.60
3.- Factor complementario		
Forma.	0.04	0.02
Tamaño.	0.02	0.02
TOTAL. 3	0.06	0.04

Tabla 2.4: Matriz de Decisión. (puntajes totales)

FACTORES	ALTERNATIVAS.	
	1	2
Factor mecánico.	1.99	2.65
Factor financiero.	0.60	0.60
Factor complementario.	0.06.	0.04
TOTALES.	2.65	3.29

Los valores que se indican en la tabla de evaluación de parámetros 2.2 están dados de acuerdo a la evaluación y definición de cada uno de los aspectos para las alternativas presentados anteriormente.

2.5.- SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA.

Luego de realizar el estudio técnico, el análisis de los parámetros de cada una de las alternativas propuestas, se llega a la conclusión que la mejor alternativa que se puede construir es la segunda, por cuanto es un banco de prueba móvil y se lo puede construir con materiales de adquisición nacional, es más económico, factibilidad de operación y control, el mismo que servirá para comprobar el funcionamiento de las bombas reforzadoras (booster) del helicóptero Super Puma de la Aviación del Ejército.

La construcción de este banco de pruebas esta basado en la necesidad que posee la Brigada de Aviación del Ejército para poder chequear el funcionamiento de estas bombas, ya que en la misma no existe ningún tipo de equipo para realizar la verificación del funcionamiento de dichas bombas, se presenta a continuación el esquema de dicho banco.



Figura 2.3 Esquema del banco a construir.

CAPÍTULO III

CONSTRUCCIÓN

En este capítulo se establece los diferentes procesos de construcción del banco, también se realiza los diferentes diagramas de procesos y ensamble, para finalmente realizar las respectivas pruebas de funcionalidad del banco.

3.1 ORDEN DECONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS.

Adquisición de accesorios y materiales.

- Hierro estructural en ángulo de 1 ¼ x 1/8. plg.
- Lámina de tol.
- Electrodo
- Mica
- Manómetro de presión.
- Válvula antiretorno.
- Cañerías de combustible.
- Abrazaderas.
- Pernos con tuercas.
- Acoples.
- Garruchas.
- Horómetro.
- PRC.
- Conductores eléctricos.
- Lámparas de control.

- Contactor GMC-12.
- Switch de arranque y parada.

3.1.1 ESTRUCTURA MÓVIL

Elaborada de hierro estructural ángulo de $1\frac{1}{4} \times 1/8$. en la cual están instalados todos los accesorios y componentes del banco de pruebas, forrada con tol, el mismo que esta montado sobre unas garruchas que facilitan su movilidad.

En la parte posterior tiene una tapa que es desmontable la misma que esta asegurada por tornillos, por donde se realizar el mantenimiento de la parte interior del banco y las diferentes conexiones del mismo.



Figura 3.1 estructura del banco de pruebas.

3.1.2 CONSTRUCCIÓN DE LOS TANQUES.

El tanque alimentador está elaborado de tol inoxidable y la parte delantera con mica para observar durante el funcionamiento de la bomba reforzadora, en las uniones del tanque se ha colocado PRC especial para combustible, el mismo que sella e impermeabiliza el tanque evitando que exista fugas de carburante.

En el tanque alimentador están montadas las bombas reforzadoras, las mismas que son instaladas en la parte inferior por ser una bomba de tipo sumergible, y también se encuentra conectadas las cañerías de presión de combustible hacia el tanque receptor, las tuberías de retorno, y una válvula de drenaje en la parte inferior del tanque, en la parte superior se ubica la boca de llenado.

Tanque receptor está construido de tol inoxidable y en las uniones o contornos se encuentran impermeabilizados con PRC el mismo que sellará las uniones del tol para evitar fugas de combustible, en este tanque están montados las cañerías de retorno, una válvula de retorno al tanque alimentador.

Para realizar la estanqueidad de los tanques se ha utilizado PRC el cual permite que no exista fugas por las uniones de los tanques, por cuanto los mismos fueron contruidos de tol y las uniones con remaches.



Figura 3.2 . Construcción de los tanques.

Forma de preparar el PRC.

La cantidad del producto de estanqueidad preparado es lo estrictamente necesaria para la aplicación en los tanques, por cuanto la colocación de la mezcla esta limitada, y el exceso no utilizado en el tiempo de aplicación definitivamente se perdido.

Este PRC es exclusivamente utilizarlo en combustible de aviación (JP1) su especificación es PR-1440 B-1/2 , este producto viene en dos envases, en el uno PRC- part. B – Base Compound 1440B1/2AMO12PT, es el envase de mayor tamaño y su producto es de color blanquecino, el acelerante AMS –S- 8802CLASSB-1/2 es el envase mas pequeño y su producto es de una coloración negro.

En cada envase los contenidos de los dos productos están dosificados uno para el otro con exactitud, los productos son mezclados simultáneamente, e íntegramente el contenido de estos.

Tomando en cuenta los tiempos de aplicación con una temperatura de orden de 25 grados centígrados y un 50 % de humedad relativa, empleando espátulas libre de impurezas para mezclar los dos productos. Al colocar el acelerante en el PRC se mezcla íntegramente hasta convertirla en una mezcla uniforme y homogénea, respetando las proporciones acelerador y PRC. Para colocarlo en las uniones de los tanques para evitar las fugas de combustible, presionando con agua jabonosa logrando que el PRC penetre en las discontinuidades existentes lo que consiente en dar una mejor estanqueidad, también se logra de esta manera darle una mejor forma de aplicación del PRC.

Cañerías de alimentación, estos elementos están ubicados entre el tanque alimentador y el depósito receptor pasando por los respectivos sistemas de indicación como son un indicador de presión.

Para la utilización de estas cañerías se basa en las especificaciones de las mismas, este procedimiento tiene por objeto suministrar información necesaria para las operaciones normales, funcionamiento y mantenimiento.

Esta identificación es por medio de símbolos y un código de colores, que son dados por los fabricantes de este tipo de materiales, tiene por objetivo describir la función de cada cañería y garantizar la seguridad del personal que trabaja en mantenimiento en especial dentro de aviación. Se puede citar uno de ellos.

Identificación con referencias de aviso.

Las referencias que representan símbolos de aviso como por ejemplo calavera en la cañería están colocadas después de las referencias fundamentales sobre todas las cañerías: por eso, es necesario indicar que el contenido esta considerado como peligroso para el personal de mantenimiento.

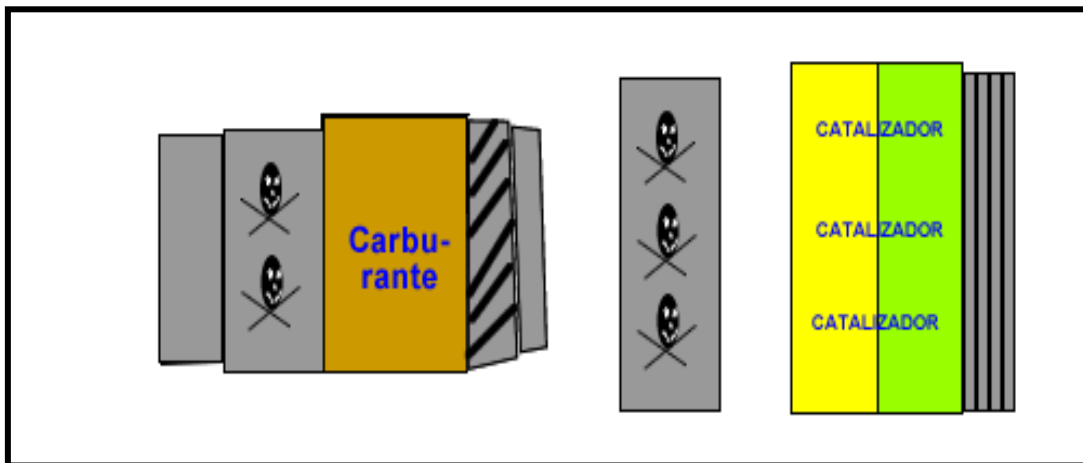


Figura 3.3 . Cañerías con símbolos de aviso.

Identificación con referencia para el sentido de flujo.

Esta referencia adicional que llevan las cañerías es por medio de flechas las mismas que indican el sentido de flujo del contenido de la cañería.

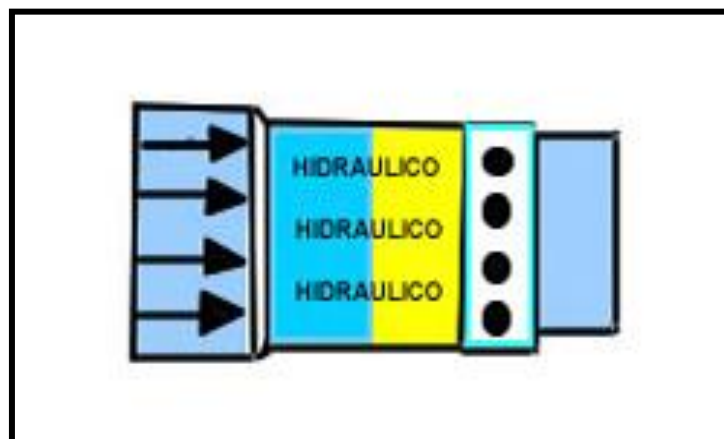


Figura 3.4 Cañerías con sentido de flujo.

Referencia de identificación fundamental.

Esta referencia tiene una dimensión de 25 mm de ancho y lleva lo siguiente.

El símbolo (a) de la cañería en la figura esta a intervalos regulares o en motivo continuo dentro de una cinta de 7 mm de ancho en el borde de la referencia.

La designación de la tubería (b) se realizan en letras de 3 mm de alto dichas designaciones se repiten a intervalos regulares de modo que el espacio entre las líneas no sea superior a dos veces la altura de las letras.

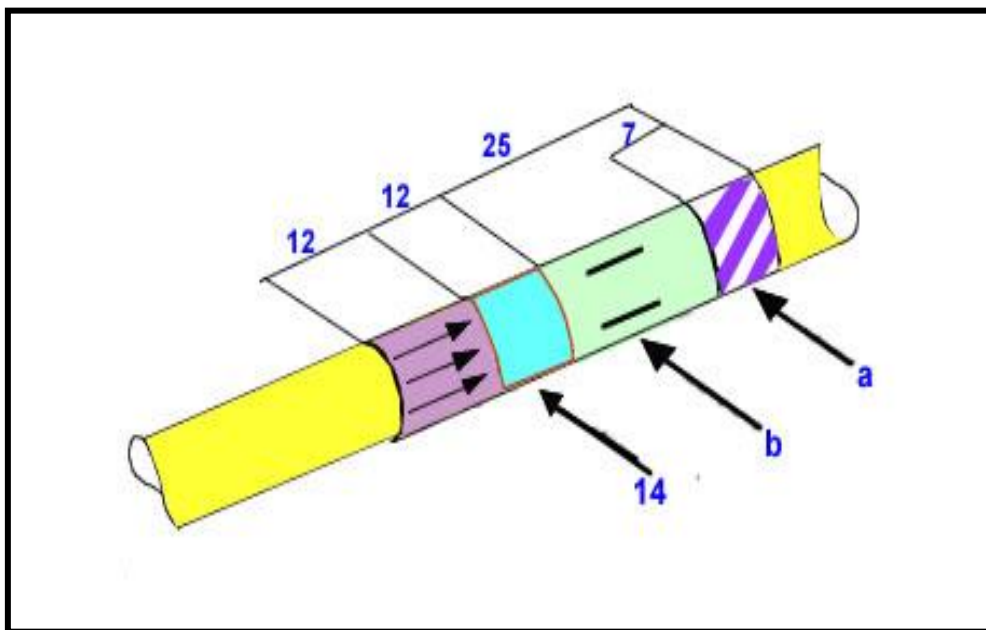


Figura 3.5. Identificación fundamental de la cañería.

La selección de los colores están codificados por una o varias cifras entre paréntesis por encima de las referencias representadas en las figuras. La codificación de los colores vienen dados en el siguiente cuadro.

Tabla. 3.1.- Código de colores.

Color	Referencia	Color	Referencia.
Azul.	(1)	Anaranjado.	(5)
Verde.	(2)	Rolo.	(6)
Amarillo.	(3)	Gris.	(7)
Marrón.	(4)		

Límite de utilización de las cañerías.

Cuando las cañerías son nuevas el tiempo de utilización esta fijado en 10 años con una tolerancia de más el 20 %.

En el caso que las cañerías hayan pasado almacenadas más de 18 meses el tiempo de utilización montadas o puestas en servicio tienen como punto de partida, la fecha de instalación de dicha cañería en el equipo a ser operado, se debe incluir los eventuales períodos de almacenamiento del equipo en el almacenamiento de las cañerías.

El tiempo total de almacenamiento es el período comprendido entre la fecha polimerización o construcción de la cañería y la fecha de instalación y la puesta en operación de dicho equipo.

Para realizar el cálculo del tiempo límite de utilización de las cañerías a partir del tiempo indicado para las cañerías nuevas en función del tiempo de almacenamiento en el grupo de durabilidad II, III, IV como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3.2.- Grupo de durabilidad V.

Clase de presión	DST (en años)	DLU (en años)	Tolerancia
I y II	Inferior o igual a 1,5	10	+ 20%
	Comprendido entre 1,5 y 8	$10 - \frac{DST}{2}$	
	Comprendido entre 8 y 10	3	
III, IV, V y VI	Inferior o igual a 1,5	10	
	Comprendido entre 1,5 y 8	$10 - \frac{DST}{2}$	
	Comprendido entre 8 y 10	1	

Si el tiempo de almacenamiento es inferior a 8 años, se restará la mitad del tiempo de almacenamiento del tiempo de utilización de 10 años, según el manual de técnicas corrientes de la Aviación del Ejército, y de acuerdo a la siguiente fórmula.

$$DLU = X - \frac{DST}{2}$$

En lo que :

DLU : Tiempo límite de utilización.

DST : Tiempo de almacenamiento fuera de prorroga.

X = 10 años.

Si el tiempo de almacenamiento está comprendido entre 8 y 10 años, se podrá utilizar la cañería durante un tiempo máximo de 1 año para las clases de presión III, IV, V, VI, y de 3 años para las clases de presión I y II.

La fecha límite de utilización de las cañerías está inscrita sobre una abrazadera fijada en todas las cañerías en el momento de montarlas sobre el equipo a operar, la

tolerancia indicada en trimestres esta mencionada sobre la abrazadera a continuación de la fecha de expiración.

Manómetro de presión. Es un manómetro que mide la presión en una escala de 1 a 30 PSI el mismo que esta conectado en la línea de presión mediante un acople, midiendo la presión que envía la bomba reforzadora en un rango de 10 psi a 15 psi o 0.7 bar a 1 bars.

Válvula antiretorno. Es una válvula de diámetro $\frac{3}{4}$ la misma que se halla instalada en la cañería de presión después de la bomba y antes del medidor de presión, esta válvula nos controla que el flujo del combustible se dirija en un solo sentido y en caso de que la bomba no envíe JP-1 esta nos ayuda a mantener el sistema con una presión adecuada y el carburante no se regrese en sentido contrario pudiendo causar daños en el motor de la bomba.

Cañería de retorno. En el tanque receptor se ha instalado la cañería de retorno, mediante unos acoples, los mismos que se encuentran hermetizados con unos empaques y protegidos con PRC. para evitar fugas de combustible, en este conducto se encuentra montado una válvula de derivación o bypass, que permite abrir y cerrar el paso del JP-1 del tanque receptor al depósito alimentador, por medio de este sistema podemos tener una alimentación entre los dos tanques por gravedad.

Válvula de drenaje. En la base del tanque alimentador se ha instalado un sistema que nos permite drenar los depósitos de combustible, por medio de una llave colocada en la respectiva cañería de drene se logra vaciar fácilmente los tanques para

cualquier operación que se realice, ya sea por mantenimiento, reparaciones o limpieza de los mismos.

3.2 ESQUEMAS Y CIRCUITOS DEL BANCO DE PRUEBAS.

3.2.1.- Circuito de combustible del banco de pruebas.

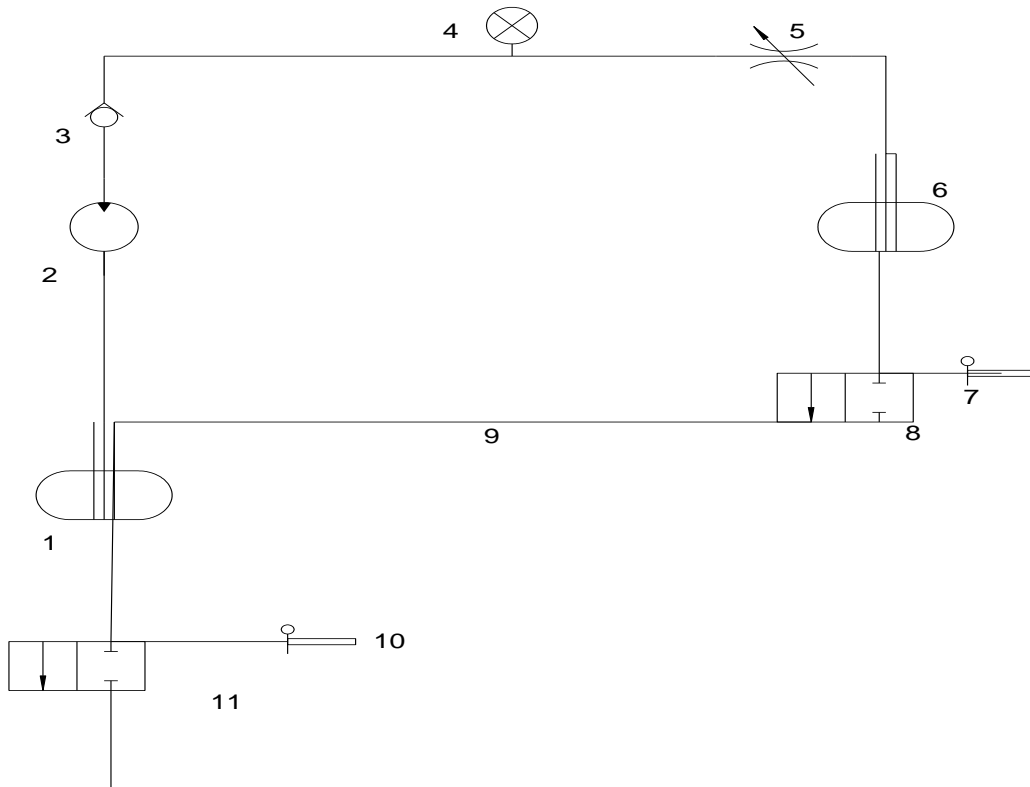


Figura3.6.- Esquema del circuito de combustible del banco de pruebas.

- 1.- Depósito de combustible.
- 2.- Bomba reforzadora (booster).
- 3.- Válvula antiretorno (check).
- 4.- M manómetro de presión.
- 5.- Válvula restrictora.
- 6.- Depósito de combustible.
- 7.- Palanca manual.
- 8.- Válvula de dos posiciones.

9.- Cañerías.

10.- Palanca manual.

11.- Válvula de dos posiciones.

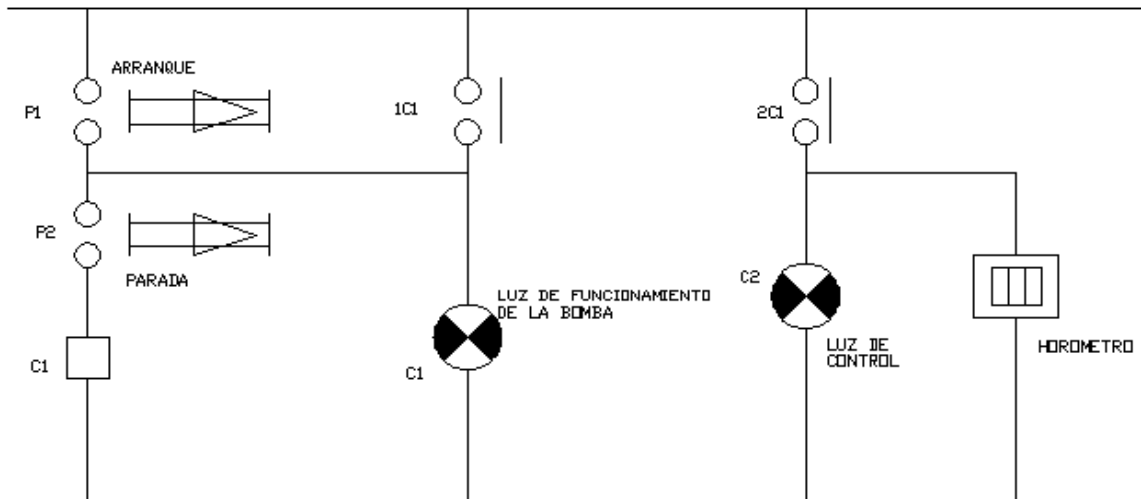
Descripción del circuito del banco.- El combustible (JP1) se encuentra en el tanque alimentador y su capacidad es de 10 galones, mediante la bomba reforzadora la misma que funciona con corriente continua 28 V DC. Impulsa el carburante por las cañerías de presión pasando por una válvula check la misma que permite el paso del JP-1 en un solo sentido de flujo, pasa por el manómetro donde podemos medir la presión que genera la bomba reforzadora en un valor de 10 psi. hacia el depósito receptor cuya capacidad es de 9 galones.

En el tanque receptor se encuentra montado las cañerías de retorno al depósito alimentador, que por medio de una válvula bay-pass montada en los conductos de retorno logramos que el combustible del recipiente receptor pase al tanque alimentador por medio de gravedad.

Por medio del drene montado en el tanque alimentador se puede vaciar todo el combustible que se encuentra en los tanques, para poder desmontar la bomba reforzadora. En la parte superior de los tanques se tiene una entrada que nos permite una ventilación de los mismos.

3.2.2.- Circuito eléctrico del banco de pruebas.

Circuito de control o mando.



Circuito de potencia o fuerza.

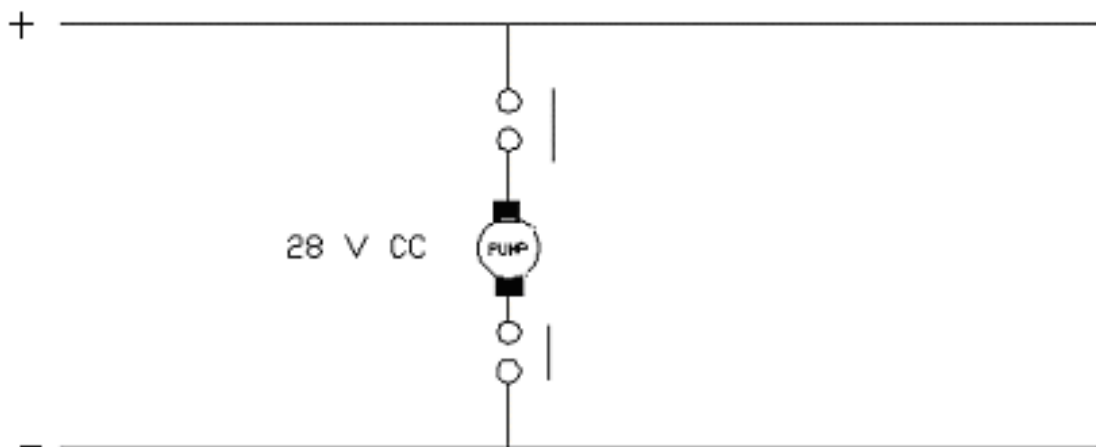


Figura3.7.- Circuito eléctrico del banco de pruebas.

P1.... Pulsador 1 (arranque.).

P2Pulsador 2 (parada).

C1.... Bovina del contactor.

1C1....Contacto normalmente abierto del contactor C1.

2C1....Contacto normalmente abierto del contactor C1.

Descripción.- Al pulsar arranque se alimenta la bobina del contactor mediante una toma de corriente AC. El contacto del contactor 1C1 asegura a la bobina la misma que permite que permanezcan enclavados todos los contactos del contactor, asegurando el paso de corriente AC a los sistemas de protección de la bomba o circuito de control, y el paso de corriente DC para el funcionamiento de la bomba reforzadora (booster) o circuito de fuerza.

Para la automatización de este banco de pruebas se utiliza un contactor de corriente alterna, el mismo que va a permitir establecer dos circuitos, un circuito de control y un circuito de fuerza la misma que va a interactuar con corriente alterna.

La parte que corresponde al circuito de control está alimentada con corriente alterna la misma que permite que la bobina se excite, por ende se asegura el funcionamiento de la misma, que mantiene todos los contactos auxiliares del contactor en posición de paso de corriente tanto AC como CC.

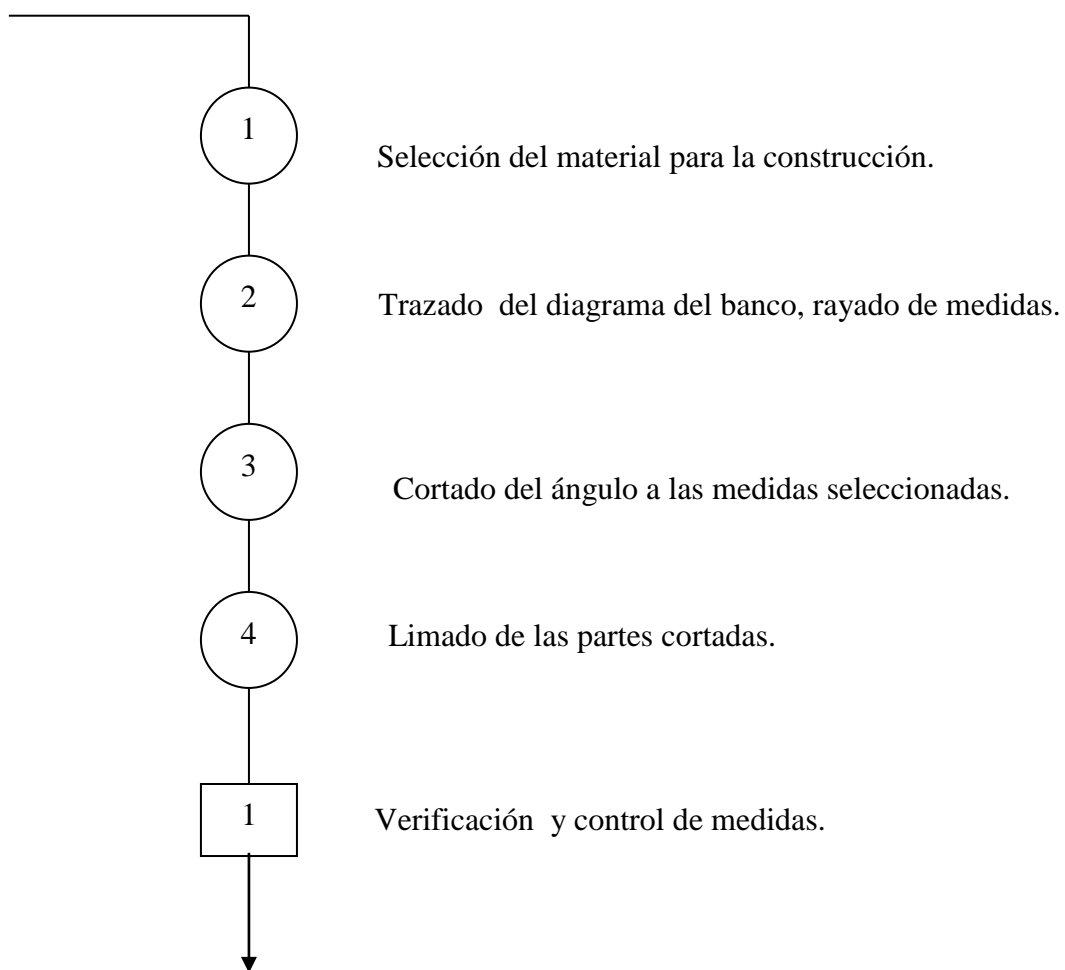
La parte que corresponde al circuito de fuerza se realiza con corriente continua la misma que pasa por el contactor, asegurándonos el funcionamiento de la bomba reforzadora (booster), esta corriente que se necesita es de 28 V CC.

3.3. DIAGRAMAS DE PROCESOS.

Para poder efectuar de una manera cronológica se realiza el respectivo diagrama de procesos, para la construcción del banco de pruebas para chequear el funcionamiento de las bombas reforzadoras (booster).

3.3.1 Diagrama de procesos de la estructura según el plano general

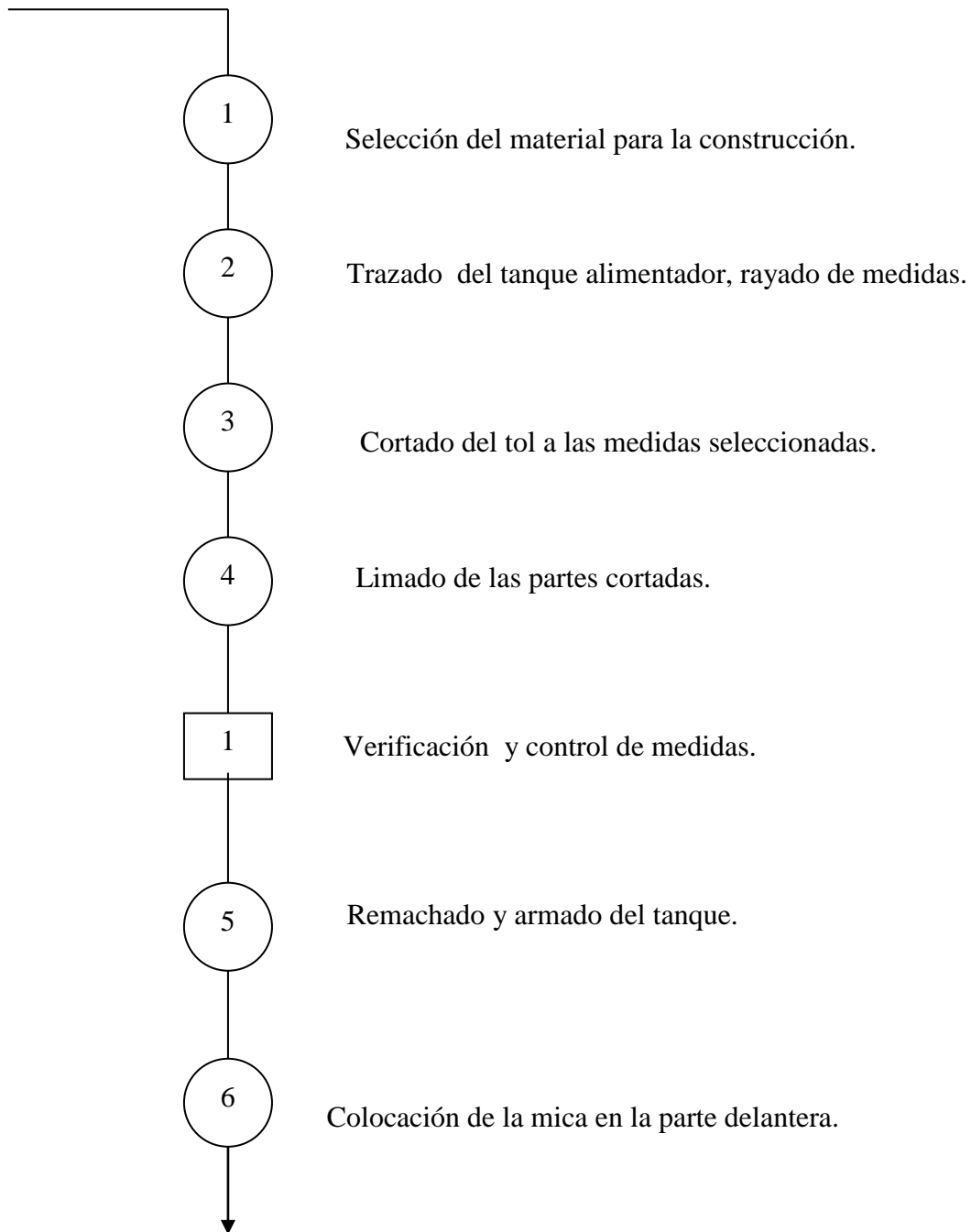
Material. Hierro estructural en ángulo de 1 ¼ x 1/8 plg.

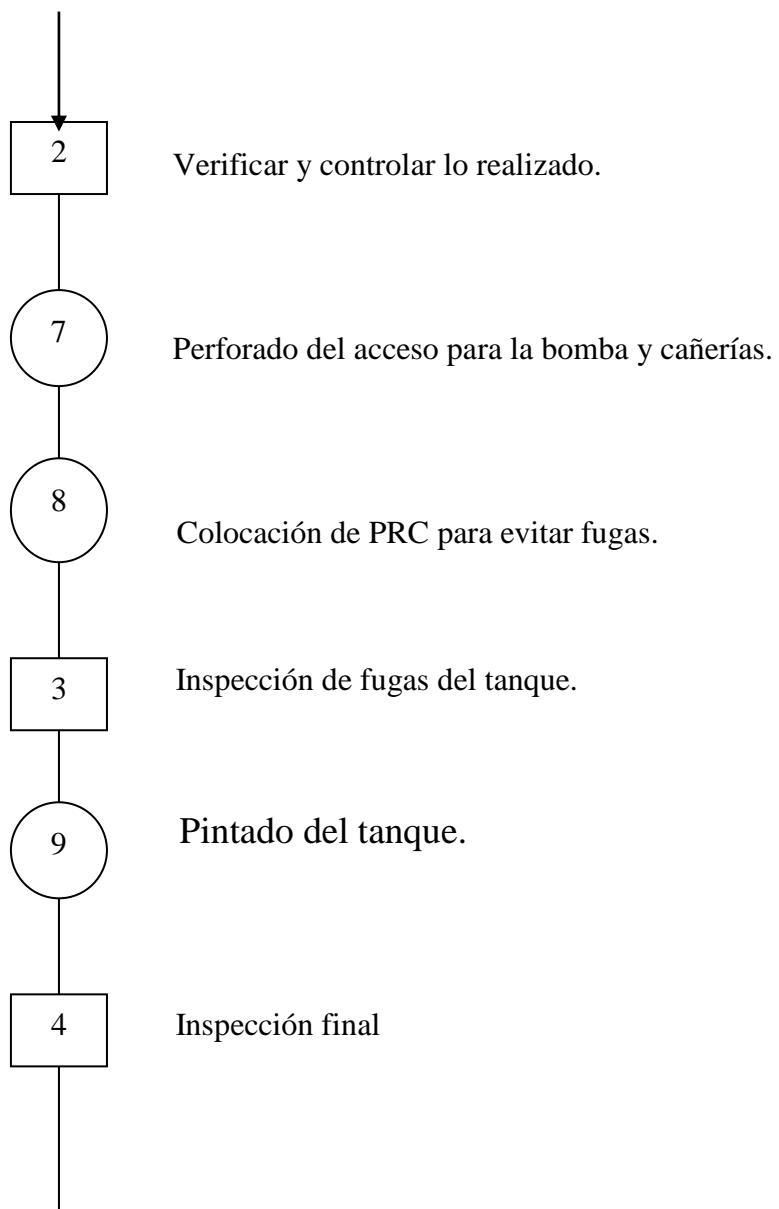




3.3.2 Diagrama de procesos de construcción del tanque alimentador según el plano general.

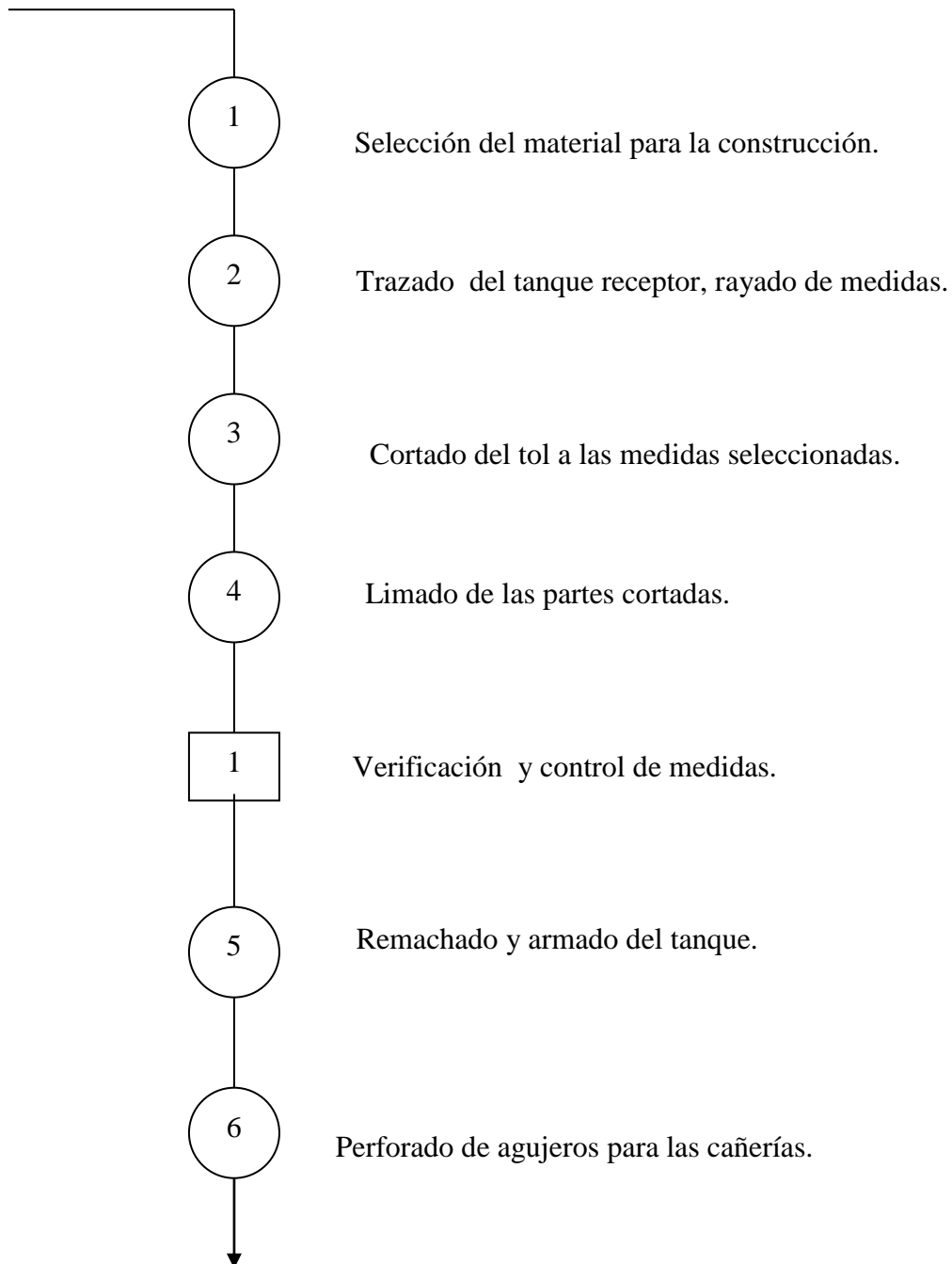
Material. Tol inoxidable.

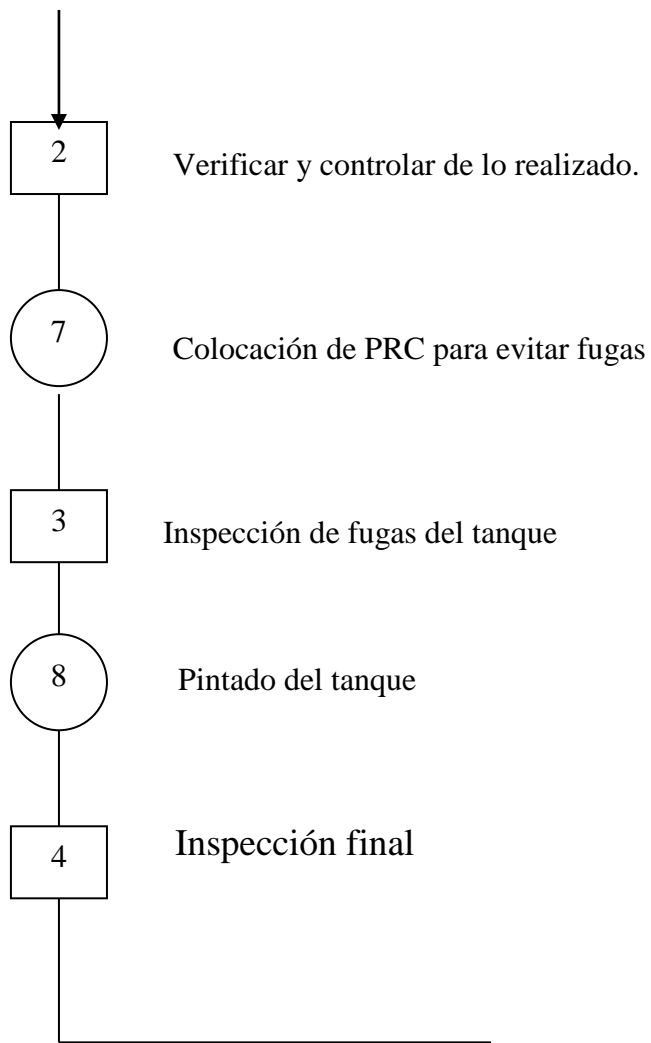




3.3.3 Diagrama de procesos de construcción del tanque receptor según el plano general.

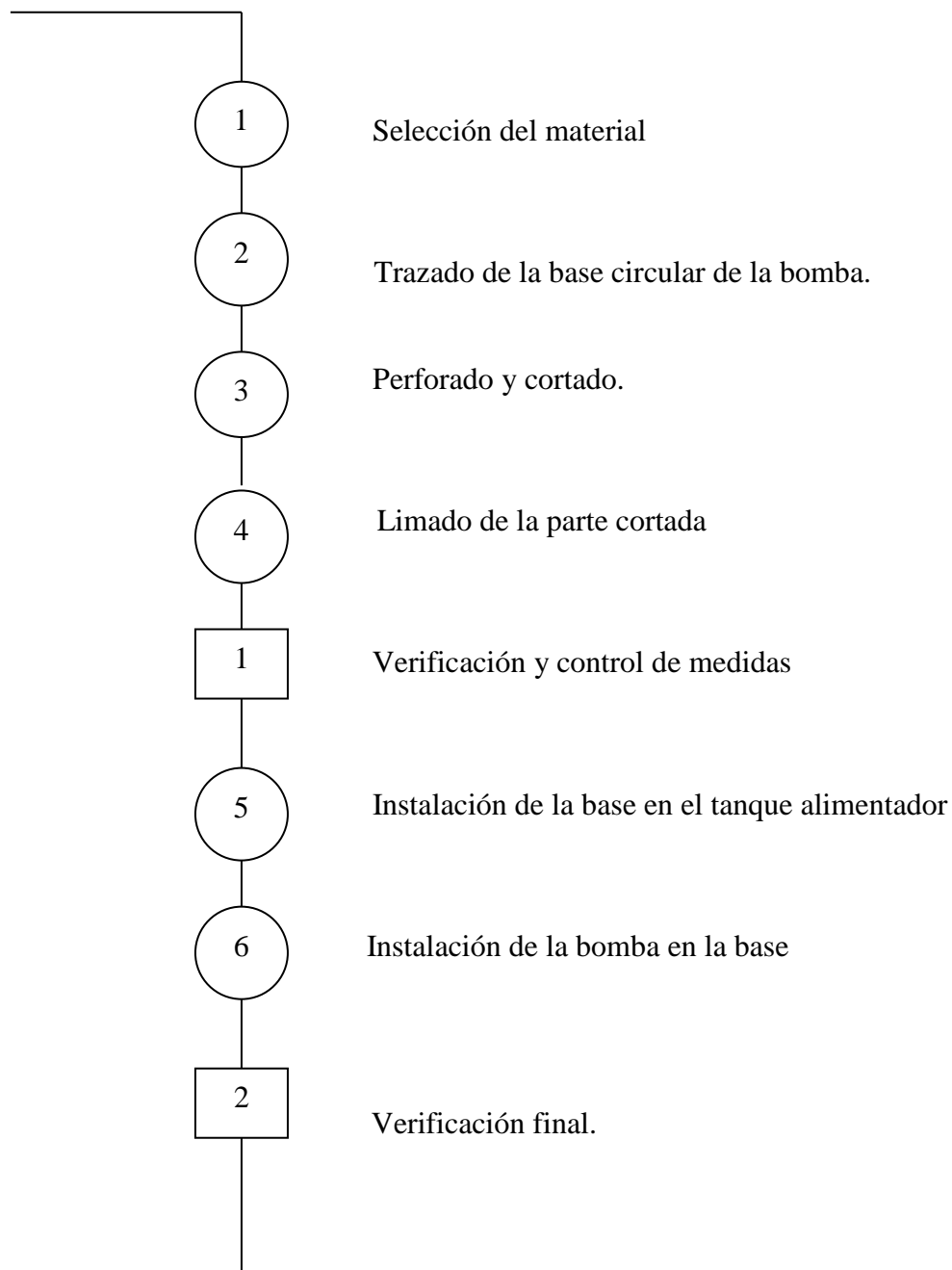
Material. Tol inoxidable.





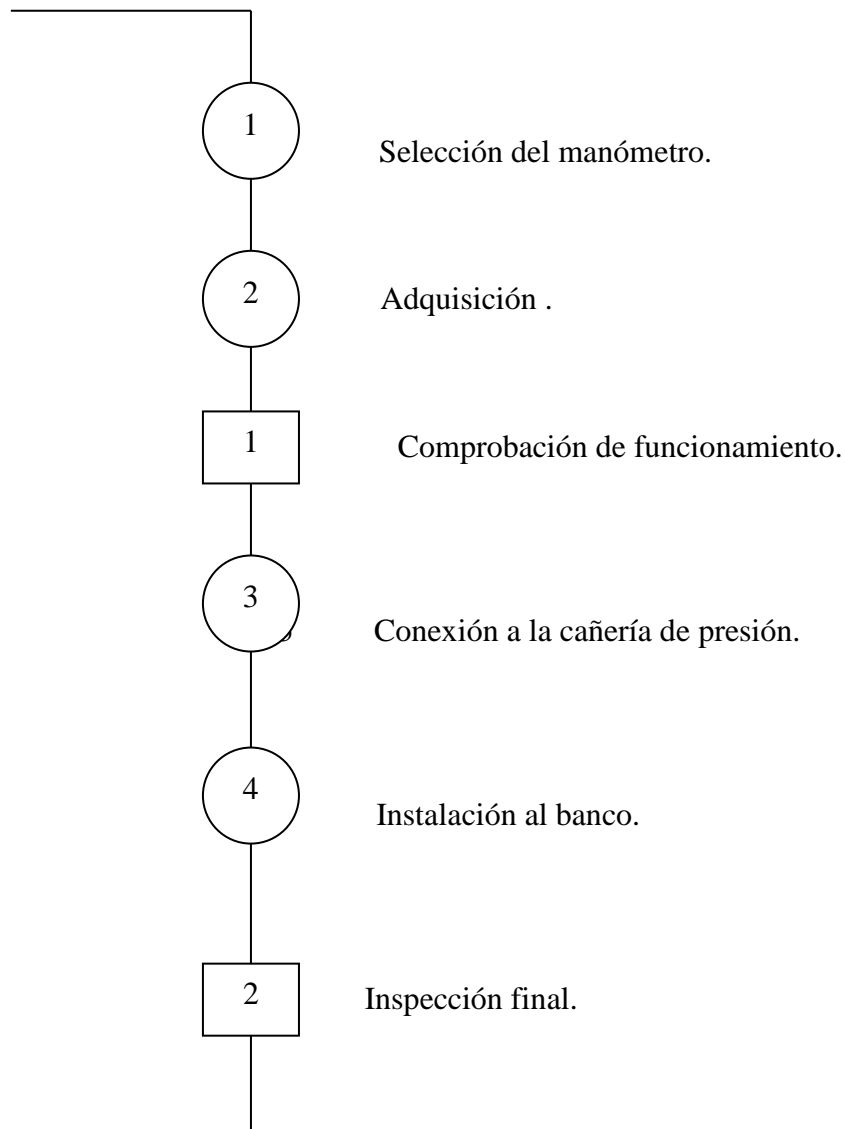
3.3.4.- Diagrama de proceso de construcción de la base o soporte de la bomba booster de combustible según el plano general.

Material. Aluminio



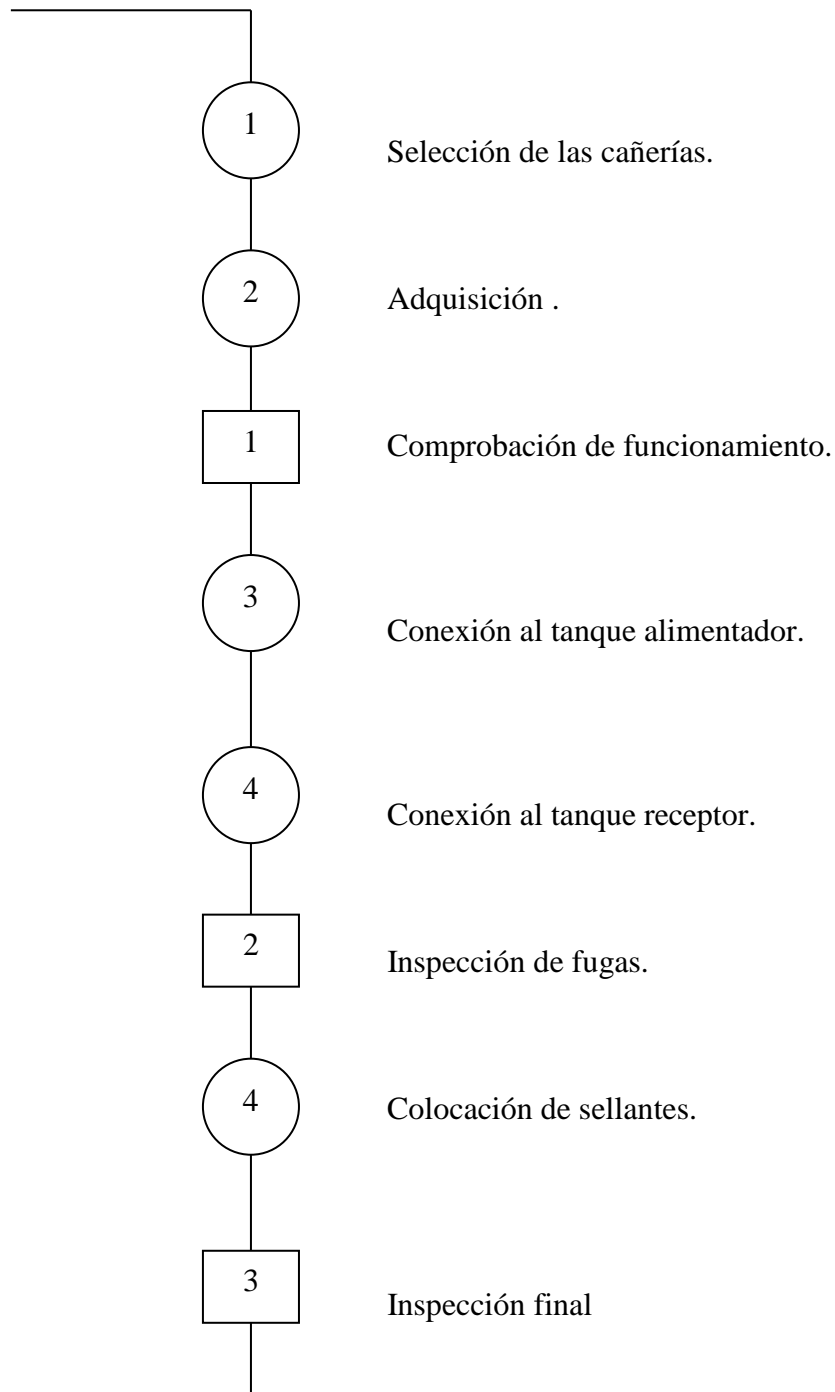
3.3.5.- Diagrama de proceso de instalación del manómetro de presión según el plano general.

Manómetro.



3.3.6.- Diagrama de proceso de instalación de las cañerías de combustible según el plano general.

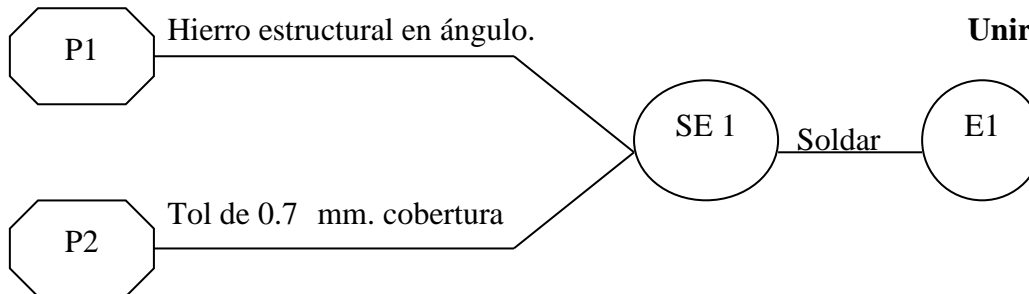
Cañerías de combustible.



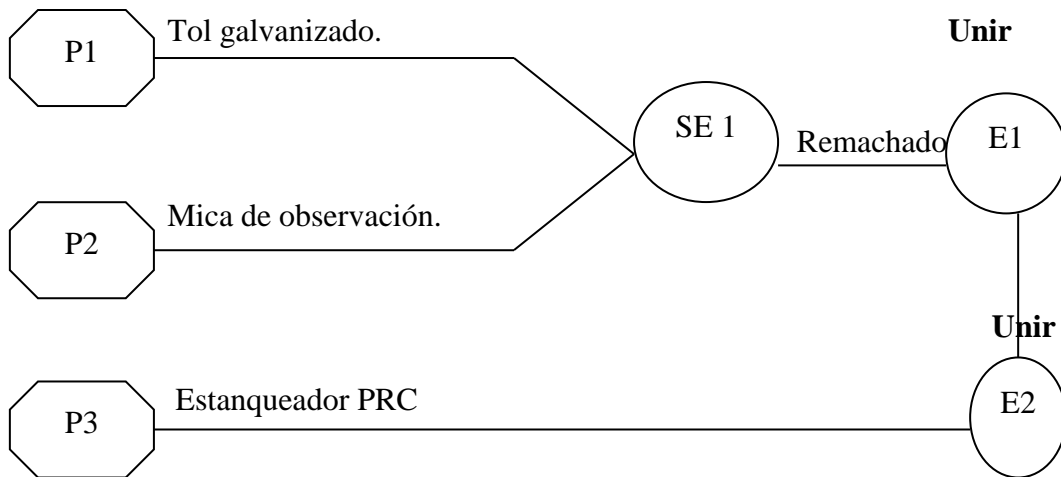
3.4.- DIAGRAMAS DE MONTAJE

Para proceder al ensamble de los elementos que conforman el banco de pruebas para chequear el funcionamiento de las bombas booster, se procede con mucha precaución, por cuanto el ensamble requiere una precisión por tener elementos que podrían tener fugas al conectarlos.

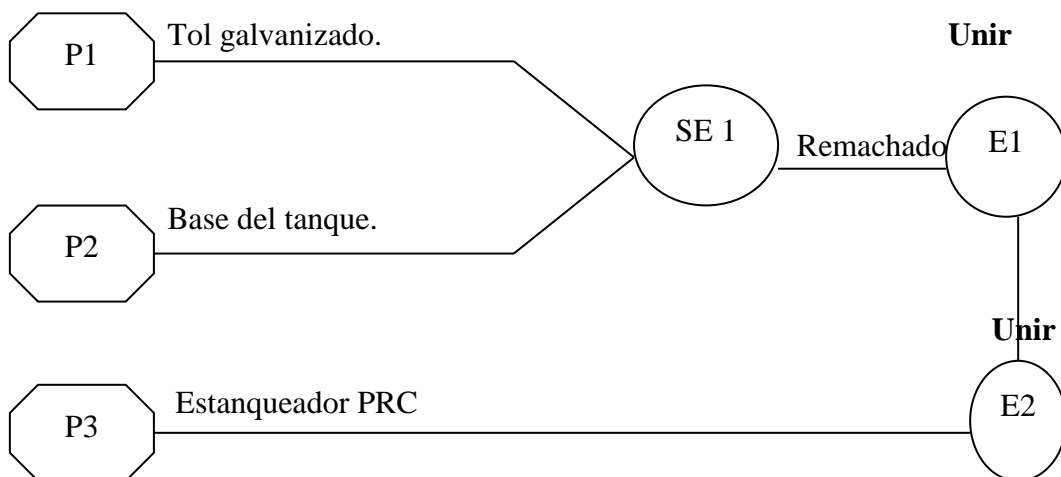
3.4.1 .-Diagrama de montaje de la estructura.



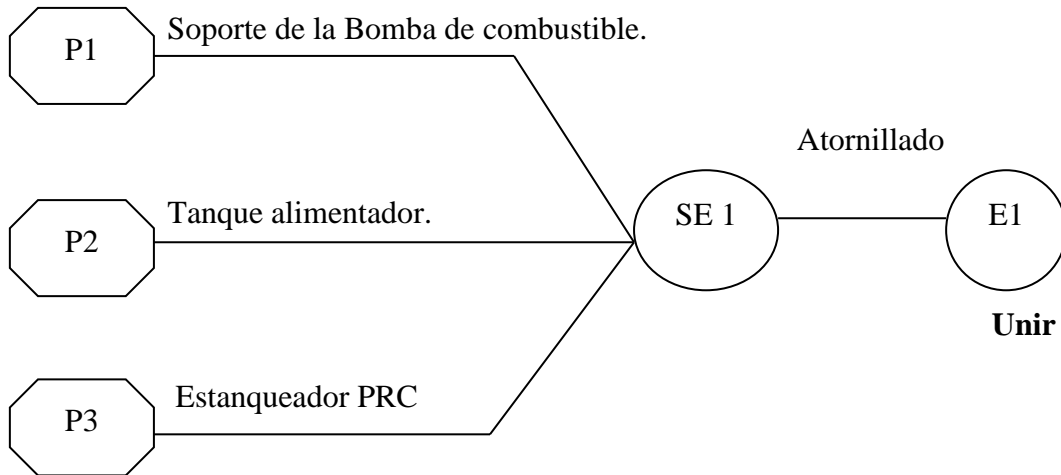
3.4.2 .-Diagrama de montaje del tanque alimentador.



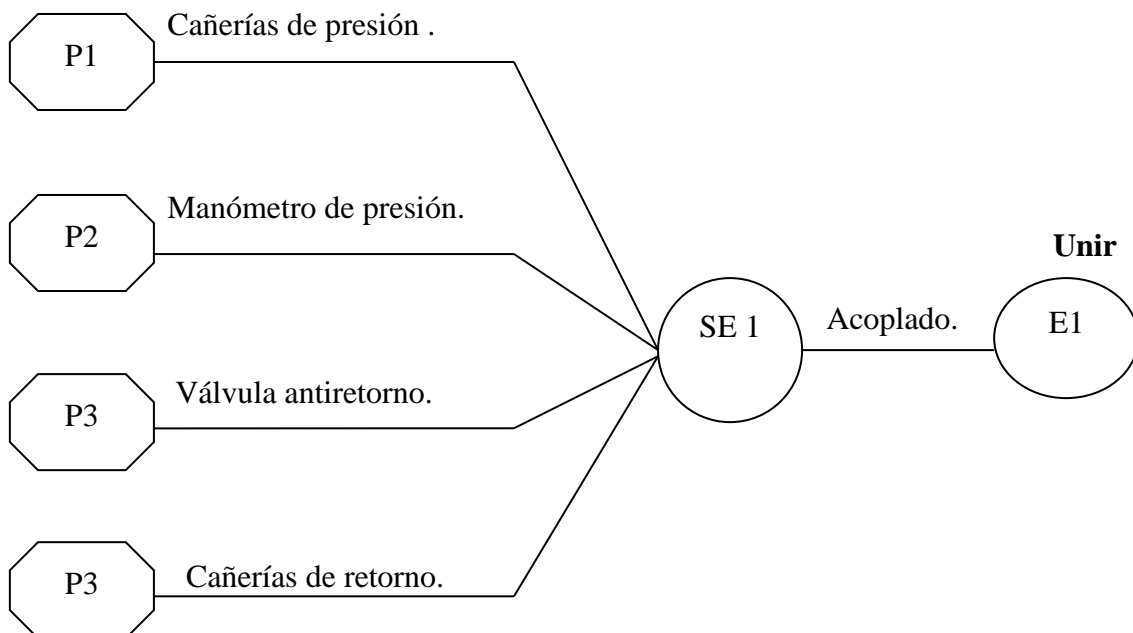
3.4.3 .-Diagrama de montaje del tanque receptor.



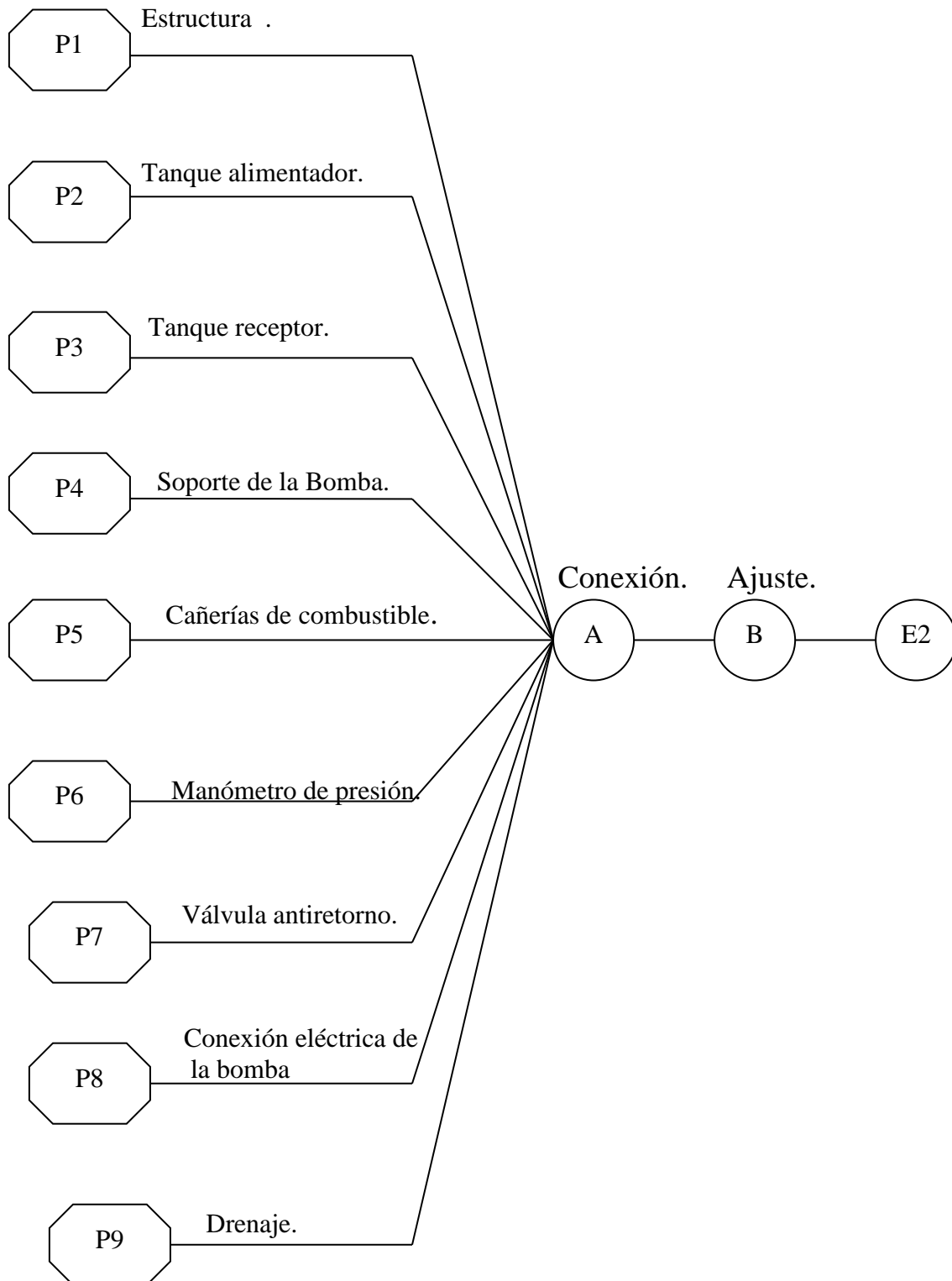
3.4.4.-Diagrama de montaje de la base o alojamiento de la bomba de combustible.



3.4.5 .-Diagrama de montaje de las cañerías.



3.4.6.- Diagrama de montaje final.



3.5.- OPERATIVIDAD DEL BANCO DE PRUEBAS.

Al terminar el banco de pruebas para chequear el funcionamiento de las bombas reforzadoras (booster), se procede a verificar el perfecto funcionamiento del banco, se realiza en el departamento de electrónica por cuanto tenemos la necesidad de proveernos de corriente eléctrica, tanto continua como alterna, y se efectúa su perfecto funcionamiento y operabilidad, los mismos que son satisfactorios para cubrir las expectativas dentro del área de trabajo de mantenimiento y los parámetros propuestos en este banco de pruebas.

El banco de pruebas terminado ha sido elaborado con materiales de adquisición nacional, para trabajar en la verificación del funcionamiento de las bombas reforzadoras (booster) del Helicóptero Super Puma.

3.5.1.- PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS.

Una vez construido el banco, sus elementos y realizado el ensamble de los mismos, se procede a verificar el estado de funcionamiento de cada uno de estos.

Elementos que conforman el banco de pruebas.

En la siguiente tabla se encuentra los elementos que conforman el banco, su estado y funcionamiento de los mismos.

Tabla 3.3 Estado de los elementos del banco.

ELEMENTO	CONDICIÓN DE FUNCIONAMIENTO	CONDICIÓN DE ENSAMBLE.
Estructura en perfil en ángulo	√	√
Ruedas.	√	√
Tanques de tol inoxidable	√	√
Base de la bomba.	√	√
Cañerías.	√	√
Acoples.	√	√
Válvula check..	√	√
Manómetro de presión	√	√

Elementos que conforman el sistema eléctrico del banco de pruebas.

En la siguiente tabla se encuentra el estado de los elementos de este sistema.

Tabla 3.4.-Estado de los elementos eléctricos del banco.

ELEMENTO	CONDICIÓN DE FUNCIONAMIENTO	CONDICIÓN DE ENSAMBLE.
Toma de corriente AC.	√	√
Toma de corriente. DC.	√	√
Conductores.	√	√
Toma eléctrica de la bomba.	√	√
Pulsador de arranque y parada.	√	√
Luces piloto de control	√	√
Fusibles.	√	√

Horómetro.	√	√
Contactador de corriente AC.	√	√
Bobinas del contactador.	√	√

Una vez realizado las pruebas de funcionamiento de todos los elementos, el banco de pruebas se encuentra en perfectas condiciones de operabilidad y funcionamiento. La figura siguiente muestra el banco terminado y en condiciones de funcionamiento.



Figura 3.8.- Banco de pruebas para chequear el funcionamiento de las bombas reforzadoras (booster) del helicóptero Super Puma.

CAPÍTULO IV

ELABORACION DE MANUALES.

Para la realización de este capítulo se propone realizar un análisis de las normas de seguridad que todos los técnicos de mantenimiento debe tomar en cuenta para realizar cualquier tipo de trabajo dentro del mantenimiento de aviación o cualquier otro tipo de trabajo.

Ya que es muy necesario poner en practica todas las medidas de seguridad, para evitar accidentes, cuando se realiza cualquier tipo de trabajos. Obteniendo un labor de mejor calidad, y precautelando la seguridad de las vidas humanas y el recurso material.

4.1.- PARÁMETROS DE SEGURIDAD Y PRECAUCIONES.

-Evitar la utilización de cadenas, pulseras, anillos y relojes de mano, cuando se va a realizar cualquier trabajo, ya que esto puede ocasionar algún accidente.

-Utilizar equipo de protección personal, como guantes, mascarillas por cuanto al trabajar con combustible JPI nos puede causar alguna lesión en la piel, como también los gases que puede emana son nocivos para la salud.

4.1.1.-Accidente.- Es todo acontecimiento imprevisto fuera de control e indeseado, interrumpe el desarrollo normal de una actividad, se puede producir por condiciones inseguras relacionadas con el orden físico, máquinas herramientas, equipos etc. Y por actos inseguros inherentes a los factores humanos. El accidente que ocasiona la lesión es casi siempre evitable.

4.1.2.- Lesión.- Es el daño físico producto de un accidente que puede sufrir una persona, consecuencia de una serie de factores, cuyo resultado es el accidente que se puede producir.

Se puede manifestar que el accidente no implica por fuerza una lesión, pero toda lesión si se considera un accidente.

4.1.3.- Condición insegura. Es la condición del agente causante del accidente que pudo y debió protegerse o resguardarse, ejemplos:

Iluminación, ventilación, ropa insegura, agentes protegidos de manera deficiente.

4.1.4.- Acto inseguro.- Trasgresión de un procedimiento aceptado como seguro, el cual provoca determinado tipo de accidente:

Operar sin la debida autorización, no tener el equipo adecuado de proyección y seguridad, usar equipo inadecuado, distracción.

4.1.5.- Factor personal inseguro.- Es la característica mental o física que ocasiona un acto inseguro. Entre estos tenemos.

Defectos físicos: falta de la audición, de la vista, por fatiga, etc.

Falta de conocimiento de las normas de seguridad. .

Se debe tener en cuenta que al elaborar un trabajo con seguridad no es simplemente la situación de seguridad si no más bien es una situación de bienestar personal.

Durante el desarrollo y operación de nuestro proyecto es muy importante tomar en consideración estas normas de seguridad, las mismas que garantizaran un trabajo de calidad.

Se toma en consideración una serie de normas y medios de prevención con el fin de disminuir las causas que puedan ocasionar un accidente en el transcurso de la construcción del banco de pruebas.

Un factor de mucha importancia durante el desarrollo de este proyecto es la comunicación con el personal que está laborando en el mismo sector, por cuanto la información permite eliminar muchas causas que nos podrían ocasionar actos inseguros y por ende un accidente.

El factor más importante dentro de cualquier tipo de trabajo es el factor humano, ya que es único, por esta razón se debe proteger correctamente tomando en consideración las normas e instrucciones de seguridad adquiridas anteriormente.


Un tipo de lesión o accidente dentro del ámbito de trabajo influyen directamente sobre el afectado e indirectamente sobre sus familiares.

Es muy importante que se haga conciencia en la importancia que tiene la prevención de accidentes, la cadena de causas que llegarían a que se produjera un tipo de accidente, es más fácil eliminar una de estas causas antes que enfrentar el resultado de estas.

Se toma en consideración lo siguiente:

- No operar equipos sin la debida autorización.
- Utilizar los dispositivos de seguridad.
- Se debe emplear el equipo y las herramientas adecuadas.
- Trabajar en un lugar adecuado y ventilado.
- No exponerse sin necesidad al peligro.
- No distraer la atención del personal que esta laborando en el lugar.

4.2.- MANUAL DE SEGURIDAD.

 M. A.	MANUAL DE SEGURIDAD.	Pág. : 1 de 2
	SEGURIDAD DEL BANCO DE PRUEBAS PARA COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DE LAS BOMBAS REFORZADORAS (BOOSTER) DEL HELICÓPTERO SUPER PUMA.	Código : AE-BPSP1-CH
	Elaborado por: Cbos. Obando Edgar.	Revisión No. : 1
	Aprobado por: Sgop. Lic. Morillo Jorge.	Fecha: 2004-12-10 Fecha : 2004-12-10

1. OBJETIVO

Documentar el proceso de seguridad para evitar cualquier tipo de lesiones en la manipulación del banco de pruebas.

2. ALCANCE

Mantener el buen funcionamiento del banco de pruebas, evitando cualquier tipo de accidentes para conservar la integridad del factor mecánico y en especial el factor humano, ya que aquí se encuentran inmiscuido todo el personal de mantenimiento.

3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA


Ordenes Técnicas del helicóptero súper puma.
Manual de Técnicas corrientes y mantenimiento del helicóptero.
Manual de seguridad e higiene industrial.

4. DEFINICIONES.

Seguridad.- sector de la seguridad y la salud pública que se ocupa de proteger la salud de los trabajadores, controlando el entorno del trabajo para reducir o eliminar riesgos que puedan producir algún tipo de accidente..

5. PROCEDIMIENTOS.


- a).- Antes de realizar cualquier tipo de trabajo tome todas las medidas de seguridad para evitar algún tipo de lesión..
- b).- Realizar una inspección visual del banco para detectar algún tipo de fugas, antes de realizar la práctica
- c).- Utilizar mascarillas cuando un depósito esté abierto por que los gases que emana el combustible es nocivo para la salud.

 M. A.	MANUAL DE SEGURIDAD.	Pág. : 2de 2
	SEGURIDAD DEL BANCO DE PRUEBAS PARA COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DE LAS BOMBAS REFORZADORAS (BOOSTER) DEL HELICÓPTERO SUPER PUMA.	Código : AE-BPSP1-CH
	Elaborado por: Cbos. Obando Edgar.	Revisión No. : 1
	Aprobado por: Sgop. Lic. Morillo Jorge.	Fecha: 2004-12-10 Fecha : 2004-12-10

- d).- Realizar el mantenimiento de los tanques en un lugar con ventilación, ya que los vapores de combustible al combinarse con el aire constituyen una mezcla detonante.**
- e).- La manipulación del combustible se lo realizará en lugares con fácil acceso a vehículos de lucha contra incendios y a los equipos de seguridad.**
- f).- No realizar mantenimiento con combustible durante una tormenta.**
- g).- En caso de que una gran cantidad de combustible fuese derramado en tierra, avisar al servicio de seguridad de incendio y parar los trabajos.**
- h).- Precauciones que debe tomar el personal que ejecuta los trabajos.**
- No utilizar zapatos que utilicen partes metálicas.
 - No rozar, arrastrar ni dejar caer ningún objeto metálico en los alrededores de un depósito cuando este abierto.
 - Tener cuidado cuando se opere tiempos ventoso.
 - El personal que haya respirado una gran concentración de vapores de combustible, dará muestras de excitación y desorientación, de convulsiones y hasta pérdida de memoria y así como de ahogo, fatiga y dolores de cabeza.
 - Evitar el contacto físico excesivo con el combustible por que puede provocar insomnio, náuseas, dolor de cabeza debilidad muscular, estreñimiento prolongados, fatiga y parálisis.
 - Todas las personas que muestren uno de estos signos físicos debe ir a consultar de inmediato con el médico.
 - Evitar el contacto del combustible con la piel ; lavarse con jabón después de un contacto con el mismo.
 - Utilizar equipo protector, tales como guantes, mascarillas, ropa adecuada como overoles, no utilice ropa de nylon.
 - Realizar el mantenimiento en lugares ventilados.
 - Descargar la carga estática del personal.

6. FIRMA DE RESPONSABILIDAD.....

4.2.- MANUAL DE OPERACIÓN.

 M. A.	MANUAL DE OPERACIÓN		Pág. : 1 de 2
	OPERACIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS PARA COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DE LAS BOMBAS REFORZADORAS (BOOSTER) DEL HELICÓPTERO SUPER PUMA.		Código : AE-BPSP1-CH
	Elaborado por: Cbos. Obando Edgar.		Revisión No. : 1
	Aprobado por: Sgop. Lic. Morillo Jorge.		Fecha: 2004-12-10 Fecha : 2004-12-10

1. OBJETIVO

Documentar el procedimiento de operación y manipulación para el correcto funcionamiento del banco de pruebas.

2. ALCANCE

En este procedimiento están involucrados todo el personal de mantenimiento, que realice el chequeo de las bombas reforzadoras en el banco de pruebas.

3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Ordenes Técnicas del helicóptero súper puma.
Manual de Técnicas corrientes y mantenimiento del helicóptero.

4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

- 4.1.- Presión de funcionamiento.
- 4.2.- Peso.

5. NORMAS PARA SU OPERACIÓN

- 5.1.- Instalar la bomba reforzadora a ser chequeada en el banco de pruebas y sujetarla con los pernos.
- 5.2.- Llenar de combustible JP1 en el tanque alimentador del banco de pruebas hasta la señal indicada.
- 5.3.- Verifique que todos los acoples estén perfectamente conectados y que no exista fugas.
- 5.4.- Conecte a una fuente de energía de 28 voltios corriente continua.
- 5.5.- Conecte a una fuente de corriente alterna 110V AC con el conductor indicado.
- 5.6.- Verifique el perfecto estado de los fusibles.
- 5.7.- Pulse START.

	MANUAL DE OPERACIÓN		Pág. : 2 de 2
	OPERACIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS PARA COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DE LAS BOMBAS REFORZADORAS (BOOSTER) DEL HELICÓPTERO SUPER PUMA.		Código : AE-BPSP1-CH
	Elaborado por: Cbos. Obando Edgar.		Revisión No. : 1
	Aprobado por: Sgop. Lic. Morillo Jorge.		Fecha: 2004-12-10 Fecha : 2004-12-10

M. A.

5.8.- Observe que se encienda L1 y L2 lo que indica el funcionamiento de la bomba y el control.

5.9.- Mantener el funcionamiento por un tiempo de 3 minutos.

5.10.- Cerrar la llave de paso para verificar la presión de la bomba, no mas de 5 segundos según la orden técnica de mantenimiento de la bomba.

5.11.- Observar la presión en el manómetro que suba a 10 psi.

5.12.- Observe que no exista fugas en las cañerías.

5.13.- Pulse STOP. Parada del banco para detener el funcionamiento del banco.

5.14.- Abra la llave de retorno del tanque receptor al tanque alimentador.

5.15.- En caso de ser necesario drene el combustible residual del tanque alimentador para poder desmontar la bomba.

5.16.- Una vez terminada la comprobación desconecte el banco de su alimentación eléctrica para evitar accidentes.

6. PRECAUCIONES

6.1.- Verificar que estén bien las conexiones para que no existan fugas durante la operación del banco de pruebas.

6.2.- Controlar que la corriente de alimentación sea la correcta 28 V CC.

6.3.- Utilice de una manera adecuada el banco de pruebas.

6.4.- Chequear correctamente el funcionamiento del manómetro, de acuerdo a la presión que envía la bomba.

6.5.- Controlar el tiempo de funcionamiento del banco en el horometro.


7. TIEMPO DE DURACIÓN.

7.1.- De acuerdo a la necesidad del chequeo de las bombas.

8. PRESTACIÓN DE SERVICIOS.

8.1.- Centro de mantenimiento de la Brigada de Aviación del Ejército. Chequeo de las bombas reforzadoras (booster) del helicóptero Super Puma.

4.3.- MANUAL DE MANTENIMIENTO.

 M. A.	MANUAL DE MANTENIMIENTO	Pág. : 1 de 2
	MANTENIMIENTO DEL BANCO DE PRUEBAS PARA COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DE LAS BOMBAS REFORZADORAS (BOOSTER) DEL HELICÓPTERO SUPER PUMA.	Código : AE-BPSP1-CH
	Elaborado por: Cbos. Obando Edgar.	Revisión No. : 1
	Aprobado por: Sgop. Lic. Morillo Jorge.	Fecha: 2004-12-10 Fecha : 2004-12-10

1. OBJETIVO

Documentar el procedimiento de mantenimiento para el correcto funcionamiento del presente banco de pruebas.

2. ALCANCE

Mantener el buen funcionamiento del banco de pruebas, para su perfecto funcionamiento.

3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA


Ordenes Técnicas del helicóptero súper puma.
Manual de Técnicas corrientes y mantenimiento del helicóptero.

4. DEFINICIONES.

Mantenimiento.- Conservación y preservación normales del equipo como consecuencia del trato, uso, desgaste y deterioro.
Para mantener las prestaciones, el potencial y la disponibilidad del equipo por encima del nivel mínimo admisible.

5. PROCEDIMIENTOS.


- a).- Llevar un control minucioso del mantenimiento, que se ha planificado dentro de los parámetros normales realizando los respectivos registros.
- b).- Realizar una inspección visual del banco para detectar algún tipo de fugas, antes de realizar la practica
- c).- Realizar una limpieza general del banco, para evitar la contaminación con agentes extraños.
- d).- Verifique que no exista rozamiento de las cañerías con la estructura del banco, para evitar un deterioro de las cañerías.

 M. A.	MANUAL DE MANTENIMIENTO	Pág. : 2 de 2
	MANTENIMIENTO DEL BANCO DE PRUEBAS PARA COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DE LAS BOMBAS REFORZADORAS (BOOSTER) DEL HELICÓPTERO SUPER PUMA.	Código : AE-BPSP1-CH
	Elaborado por: Cbos. Obando Edgar.	Revisión No. : 1
	Aprobado por: Sgop. Lic. Morillo Jorge.	Fecha: 2004-12-10 Fecha : 2004-12-10

- e).- Verifique que las abrazaderas de la sujeción en las uniones de los elementos que conforman el banco de pruebas después de una operación.
- f).- Limpiar las conexiones eléctricas, el conector de la bomba, los conductores con limpia contactos, plastic glyst es un producto que no afecta al plexiglases, a la pintura . aplicar el producto sobre un trapo limpio, seco y que no suelte pelusas, pasar sobre la superficie exterior de los elementos, de manera que se deposite una capa delgada de producto, y luego de unos segundos limpiar con un lienzo seco y libre de pelusas.
- g).- Realizar un mantenimiento preventivo a las 20 horas de funcionamiento controlando los siguientes aspectos.
- 1.- Mantenimiento según estado o condición del banco de pruebas.
 - 2.- Realizar los pasos antes mencionados.
 - 3.- En el caso de tener combustible en los depósitos, drenar o cambiar de combustible, evitando así la presencia de contaminación del combustible.
- h).- A las 50 horas de funcionamiento realizar un mantenimiento más minucioso en el cual podemos realizar lo siguiente.
- 1.- Limpieza de la superficie, si las superficies están demasiado sucias o grasientas , efectuar una empuja preeliminar con un disolvente limpio o con alcohol .
 - 2.- Drenar todo el combustible de los tanques .
 - 3.- Realizar una limpieza completa del interior de los tanques utilizando un trapo limpio y libre de pelusas , para poder verificar que no exista levantamiento del estanqueador de los tanques del PRC.
 - 4.- Realizar una prueba para verificar el buen funcionamiento y la operabilidad del banco de pruebas tomando en cuenta los parámetros de operabilidad.

6. FIRMA DE RESPONSABILIDAD.-----

4.5.- HOJA DE REGISTRO.

 ITSA M. A.	HOJA DE REGISTROS	Pág. : 1 de 4
	HOJA DE REGISTROS DEL BANCO DE PRUEBAS PARA COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DE LAS BOMBAS REFORZADORAS (BOOSTER) DEL HELICÓPTERO SUPER PUMA.	Código : AE-BPSP1-CH
	Elaborado por: Cbos. Obando Edgar.	Revisión No. : 1
	Aprobado por: Sgop. Lic. Morillo Jorge.	Fecha: 2004-12-10 Fecha : 2004-12-10

REGISTRO

UTILIZACIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS.

Solicitado por:

Fecha de inicio:

Equipo:

Fecha de finalización.

Elemento.

Total horas de servicio:

Material.


No: Actividad.

Fuerza:

Descripción:


Integrantes:

6. FIRMA DE RESPONSABILIDAD.....

 ITSA M. A.	HOJA DE REGISTRO				Código : AE-BPSP1-CH
	Libro de vida de mantenimiento del banco de pruebas para chequear las bombas reforzadoras (booster)				Registro No. :


No.	Fecha de inicio	Fecha de finalización	Trabajo realizado.	Material / repuestos utilizados.	Observaciones	Firma responsable.

JEFE DE TALLER

ITSA  M. A.	HOJA DE REGISTRO	Código : AE-BPSP1-CH
	Libro de vida de operación del banco de pruebas para chequear las bombas reforzadoras (booster)	Registro No. :

No.	Motivo	Pruebas Realizadas.	Horas de Funcionamiento.	Observaciones y Novedades.	Firma responsable.

JEFE DE TALLER

 ITSA M. A.	HOJA DE REGISTRO	Código : AE-BPSP1-CH
	Libro de vida de reparación del banco de pruebas para chequear las bombas reforzadoras (booster)	Registro No. :

No.	Daño producido	Causa del daño	Acción correctiva..	Observaciones realizadas	Firma responsable.

JEFE DE TALLER

CAPÍTULO V

ESTUDIO ECONÓMICO.

Para la elaboración de este capítulo es necesario tomar en cuenta todos los costos de los materiales y en si todo lo utilizado en la construcción del banco de pruebas para chequear el funcionamiento de las bombas reforzadoras (booster) del helicóptero Super Puma, para poder realizar un análisis económico y financiero de este proyecto.

5.1 PRESUPUESTO.

Durante la investigación realizada antes de la construcción del banco de pruebas para chequear el funcionamiento de las bombas reforzadoras (booster) del helicóptero Super Puma, se logró establecer un presupuesto estimado que tendría un costo de 630.00 USD.

5.2.- ANÁLISIS ECONÓMICO

Para el análisis económico se toma en consideración los precios de cada material en el mercado. El tipo de maquinarias empleadas, equipos empleados para la construcción, también tomando en consideración un factor de gran importancia para la construcción el factor humano, considerando la mano de obra utilizada.

En la construcción del banco de pruebas para chequear las bombas reforzadoras se toma como base cuatro parámetros o rubros fundamentales en los que se invierte económicamente que son:

1. Materiales.
2. Maquinaria, herramientas y equipos.
3. Mano de obra.
4. Otros.

5.2.1 MATERIALES

Comprende todos los rubros de los materiales adquiridos para la construcción del banco de pruebas los mismos que se detallan en la siguiente tabla.

5.2.1.1 TABLA DE MATERIALES USADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS.

No.	DETALLE	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (En dólares)	COSTO TOTAL (En dólares)
1	Angulo estructural de 1 ¼ x 1/8 plg.	4	7.30	29.20
2	Lámina de tol de o.7mm	2	22.00	44.00
3	Mica de 35 x 40 de	1	30.00	30.00
4	Manómetro de presión de 30 psi.	1	15.00	15.00
5	Válvula antiretorno.	1	5.00	5.00
6	Cañerías de combustible	2.5 metros	3.00	7.50
7	Acoples de bronce.	4	5.00	20.00
8	Garruchas fijas	2	1.50	3.00
9	Garruchas móviles	2	2.00	4.00
10	Remaches	300	0.02	6.00
11	Estanquiador PRC.	1/4	17.80	17.80
12	Teflón	2	0.30	0.70
13	Abrazaderas	10	0.30	3.00
14	Libras de electrodos 60.11	3 libras	1.20	3.60
15	Pernos de acero con tuercas.	10	0.20	2.00
16	Tiñer.	3 litros	1.25	3.75
17	Llaves de ½ plg.	2	3.00	6.00
18	Llave de ¾ plg.	1	4.00	4.00
19	Pintura.	1.5 litros	8.25	12.40
20	Fondo	1 litro	6.00	6.00
21	Horometro	1	13.00	13.00
22	Soporte de fusibles.	2	0.50	1.00
23	Focos de colores 110 V.	4	0.40	1.60
24	Interruptor	2	0.90	1.80
25	Conductor.	5 metros	0.20	1.00
26	Acoples de banana.	4	0.10	0.40
27	Protector de la mica.	2 metros	1.00	2.00
28	Regleta de medición del combustible	1	5.00	5.00
29	Contactador.	1	20.00	20.00
30	Tomas de DC.	2	1.50	3.00
TOTAL				\$ 271.75

5.2.2 MAQUINARIA, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

Para lograr construir este banco de pruebas, se utilizan maquinarias, equipos y herramientas los mismos que están localizados en los laboratorios del ITSA, y también se utilizó los talleres ubicados en los hangar de aviones militares en el Ala de Investigación y Desarrollo No. 12 de la Fuerza Aérea Ecuatoriana, en los mismos que han sido considerados los costos por cada hora de operación.

5.2.2.1 TABLA DE COSTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN

No.	ITEM	TIEMPO (Horas)	Costo - Hora	SUB TOTAL (En dólares)
1	Cizalla eléctrica.	10	2.00	20.00
2	Dobladora	8	1.50	12.00
3	Taladro	15	2.00	30.00
4	Soldadura	6	4.50	27.00
5	Amoladora	5	1.50	7.50
6	Remachadora	15	2.00	30.00
7	Equipo de pintura	4	3.00	12.00
TOTAL				\$ 138.50

5.2.3 MANO DE OBRA

Los costos de la mano de obra comprende principalmente la colocación y ensamble de las partes que comprenden el banco de pruebas, también está comprendido la manipulación de las máquinas y equipos utilizados para la construcción de este proyecto.

5.2.3.1 TABLA DE COSTO DE LA MANO DE OBRA

No.	DETALLE	SUB TOTAL (En dólares)
1	Trazado	15.00
2	Cortado y soldado.	20.00
3	Doblado y remachado.	45.00
4	Montaje de los elementos.	20.00
5	Pintado	25.00
TOTAL		\$ 125.00

5.2.4.-OTROS .

En este parámetro esta considerado los rubros comprendidos gastos imprevistos como podemos mencionar materiales utilizados para las pruebas de funcionamiento, costo de impresiones, planos, transporte, etc.

5.2.4.1 TABLA DE COSTO DE MATERIAL DE ESCRITORIO.

No	DETALLE	SUB TOTAL. (En dólares)
1	Impresiones.	30.00
2	Hojas de papel para impresión.	10.00
3	Empastados.	20.00
4	Imprevistos	50.00
TOTAL.		\$ 110

Por lo tanto el costo total del banco de pruebas para chequear el funcionamiento de las bombas reforzadoras (booster) del helicóptero Super Puma es el siguiente.

5.2.5 COSTO TOTAL DE LA CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS

5.2.5.1 TABLA TOTAL DE COSTOS DEL BANCO DE PRUEBAS.

No.	DETALLE .	SUB TOTAL (En dólares)
1	Materiales	271.75
2	Maquinaria, herramientas y equipos	138.50
3	Mano de obra.	125.00
4	Material de escritorio.	110.00
5	Otros.	65.00
TOTAL		\$ 710.25

CAPÍTULO VI.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1 Conclusiones.

1. La investigación realizada sobre la construcción del banco de pruebas nos permitió establecer requerimientos, los mismos que produjeron un banco en condiciones normales de funcionamiento.
2. El diseño de las partes que conforman el banco de pruebas, estableció alternativas de construcción, para lo cual se tomó la alternativa más conveniente.
3. Para mantener en perfecto funcionamiento el banco de pruebas se elabora la respectiva documentación (manuales de operación, mantenimiento, seguridad, hojas de registro) así como las respectivas pruebas de funcionamiento.
4. La construcción del banco de pruebas para chequear el funcionamiento de las bombas reforzadoras, se realiza en los talleres del ITSA y los talleres del Ala No 12. con el asesoramiento del personal aerotécnico que labora en los mencionados talleres, y con materiales y equipos de adquisición nacional, esto nos permite darnos cuenta que podemos construir bancos de prueba, según el requerimiento de las secciones de mantenimiento aeronáutico.
5. Este proyecto resulta muy conveniente dentro del mantenimiento de la Aviación del Ejército, el mismo que se encuentra en óptimas condiciones de operabilidad y funcionamiento .

6.2 Recomendaciones.

1. Se recomienda incrementar la investigación sobre este tipo de proyectos, para chequear los elementos de la aeronave con materiales de fácil adquisición nacional, evitándonos enviar estos elementos fuera del país.
2. Se debe observar estrictamente los manuales para un perfecto uso y funcionamiento del banco de pruebas, para evitar contratiempos (pérdida de tiempo y recursos) e inclusive prevenir accidentes.
3. Masificar la información de este equipo al personal que labora en mantenimiento para un perfecto funcionamiento del banco de pruebas
4. Que se considere la utilización obligada del banco en el chequeo de las bombas reforzadoras, logrando de esta manera que el mismo sea parte del mantenimiento de la Brigada Aérea.

BIBLIOGRAFÍA.

- AEROSPATIALE, “Manual de Instrucción del Helicóptero Super Puma AS332”, REVISION A 1988, Páginas 650.
- BRONZAVIA, “Manual de Reparación de los Elementos. C11BD0011”, 1977 Páginas 1250, “AVIACIÓN DEL EJÉRCITO”
- AVIACIÓN DEL EJÉRCITO, “MANUAL DE DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL HELICÓPTERO SUPER PUMA.” , Actualización 1988, TOMO II, Páginas 680.
- AVIACIÓN DEL EJÉRCITO, “MANUAL DE TÉCNICAS CORRIENTES Y MANTENIMIENTO.” , 1997, Páginas 700.
- <http://www.google.com>.
- <http://www.altavista.com>.