

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA EL
CHEQUEO DE LAS VÁLVULAS DE CONTROL DEL
CONJUNTO DE FRENOS DEL AVIÓN ARAVA T-201.**

POR:

MALIZA CHANGO HÉCTOR ARMANDO

Proyecto de Grado como requisito para la obtención del Título de:

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA

2006

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. **CBOP. MALIZA CHANGO HÉCTOR ARMANDO**, como requerimiento parcial a la obtención del título de **TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA**.

Sgop. Lic. Morillo Jorge

DIRECTOR DEL PROYECTO

Latacunga, 11 de Enero del 2006.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de grado a todas las personas que me han ayudado a seguir adelante a pesar de las circunstancias que se han presentado, especialmente a Dios por darme unos padres comprensivos, a mis hermanos y a mi novia Adriana Alaba los mismos que han contribuido con su esfuerzo, para que se haya culminado con éxito mis estudios.

Cbop. Maliza Héctor

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo va dirigido con una expresión de gratitud en especial a Dios, a todos los señores profesores y uno muy especial a mis queridos padres quienes con entusiasmo y sabiduría, vertieron todos los conocimientos y apoyo, de la misma manera agradezco a mi querida y distinguida Institución la Aviación del Ejército, porque gracias a su apoyo pude culminar con éxito esta etapa de mi vida en mis estudios.

Cbop. Maliza Héctor

ÍNDICE

Introducción.....	1
Planteamiento del problema.....	2
Objetivo general.....	2
Objetivos específicos.....	2
Justificación.....	3
Alcance.....	3

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1.- Avión Arava.....	4
1.1.1.- Generalidades del avión.....	4
1.1.2.- Características técnicas del avión.....	5
1.2.- Tipos de frenos.....	6
1.2.1.- Frenos de zapata interna de expansión.....	6
1.2.2.- Frenos de tubo expansor.....	8
1.2.3.- Frenos de disco.....	9
1.2.4.-Frenos automáticos.....	13
1.2.5.- Ruedas y tambores de los frenos.....	13
1.3.- Generalidades de los frenos del avión Arava.....	18
1.3.1.- Características técnicas de los frenos.....	20
1.4.- Válvulas de control de los frenos.....	23
1.4.1.- Generalidades de las válvulas de control de los frenos.....	23
1.4.2.- Funcionamiento de las válvulas de control de los frenos.....	24
1.4.2.1.- Controles e indicadores de la cabina del piloto	27
1.4.2.2.- Componentes del conjunto de alojamiento de las válvulas de control de los frenos.....	29
1.4.3.- Características técnicas de las válvulas de control del avión Arava.....	29

CAPÍTULO II

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

2.1.- Identificación de alternativas.....	31
2.1.1.- Primera alternativa.....	31
2.1.2.- Segunda alternativa.....	32
2.2.- Análisis de factibilidad.....	33
2.2.1.- Primera alternativa.....	33
2.2.2.- Segunda alternativa.....	34
2.3.- Parámetros de evaluación.....	35
2.3.1.- Factor mecánico.....	36
2.3.2.- Factor financiero.....	37
2.3.3.- Factor complementario.....	37
2.3.4.- Evaluación de parámetros.....	38
2.4.- Selección de la mejor alternativa.....	40

CAPÍTULO III

CONSTRUCCIÓN

3.1.- Diseño.....	41
3.1.1.- Datos técnicos del banco de prueba.....	42
3.1.2.- Análisis de materiales a utilizarse	43
3.1.3.- Descripción del banco de prueba.....	51
3.1.3.1.- Estructura móvil.....	51
3.1.3.2.- Construcción del alojamiento para la caja de válvulas.....	52
3.2.- Esquemas y circuitos del banco de prueba.....	53
3.2.1.- Circuito hidráulico del banco de prueba.....	53
3.2.2.- Descripción del circuito hidráulico del banco	53
3.3.- Diagramas de procesos	54
3.3.1.- Diagrama de procesos de construcción de la estructura.....	55
3.3.9.- Diagrama de procesos de construcción del panel de control para el alojamiento de los manómetros.....	56

3.3.6.- Diagrama de procesos de construcción del alojamiento de la caja de válvulas.....	57
3.3.7.- Diagrama de procesos de construcción de la tapa del alojamiento de la caja de válvulas.....	59
3.3.2.- Diagrama de procesos de construcción de la placa de soporte para la caja de válvulas.....	60
3.3.3.- Diagrama de procesos de construcción del soporte para la bomba manual.....	61
3.3.8.- Diagrama de procesos de construcción de la tapa del alojamiento de la bomba manual.....	62
3.3.4.- Diagrama de procesos de construcción del soporte para la cámara de frenos.....	63
3.3.11.- Diagrama de procesos de construcción del alojamiento de los pedales.....	64
3.3.12.- Diagrama de procesos de construcción de los pedales.....	65
3.3.10.- Diagrama de procesos de construcción del reservorio hidráulico.....	66
3.3.13.- Diagrama de proceso de instalación de las cañerías hidráulicas.....	67
3.3.14.-Diagrama de proceso de instalación de la válvula reguladora de caudal.....	68
3.3.15.- Diagrama de proceso de instilación del manómetro de presión.....	69
3.4.- Diagramas de ensamble.....	70
3.4.1.- Diagrama de ensamble de la estructura.....	70
3.4.2.- Diagrama de ensamble del alojamiento de la caja de válvulas.....	70
3.4.3.- Diagrama de ensamble del soporte de la caja de válvulas.....	71
3.4.4.- Diagrama de ensamble del soporte de la bomba manual.....	71
3.4.5.- Diagrama de ensamble del soporte de la cámara de frenos.....	72
3.4.6.- Diagrama de ensamble del alojamiento de los pedales.....	72
3.4.7.- Diagrama de ensamble del reservorio hidráulico.....	73
3.4.8.- Diagrama de ensamble de las cañerías y otros componentes.....	73
3.4.5.- Diagrama de ensamble final.....	74
3.5.- Pruebas de funcionamiento.....	75

CAPÍTULO IV

ELABORACIÓN DE MANUALES

4.1.- Descripción de manuales.....	77
4.2.- Codificación de los manuales.....	77

4.3.- Tipos de manuales.....	77
4.3.1.- Manual de seguridad.....	79
4.3.2.- Manual de operación.....	81
4.3.3.- Manual de mantenimiento.....	85
4.3.4.- Manual de verificación.....	87
4.3.5. Hojas de registro.....	88

CAPÍTULO V

ESTUDIO ECONÓMICO

5.1.- Presupuesto.....	92
5.2.- Estudio económico.....	92
5.2.1.- Materiales.....	92
5.2.2.- Maquinaria, herramientas y equipos.....	94
5.2.3.- Mano de obra.....	94
5.2.4.- Costo total de la construcción del banco de prueba.....	95

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1.- Conclusiones.....	96
6.2.- Recomendaciones.....	96

BIBLIOGRAFÍA.

ANEXOS.

LISTADO DE FIGURAS

- Figura 1.1. Avión Arava.
- Figura 1.2. Dimensiones del avión
- Figura 1.3. Freno duoservo.
- Figura 1.4. Freno de tubo expansor.
- Figura 1.5. Freno multidisco.
- Figura 1.6. Freno de rotor segmentado.
- Figura 1.7. Freno monodisco.
- Figura 1.8. Tipos de ruedas.
- Figura 1.9. Rueda de pestaña desmontable y base plana.
- Figura 1.10. Rueda de pestaña desmontable y centro hundido.
- Figura 1.11. Rueda dividida por el centro.
- Figura 1.12. Tipos de rajaduras del tambor de frenos.
- Figura 1.13. Componentes del freno.
- Figura 1.14. Diagrama de funcionamiento de los frenos.
- Figura 1.15. Válvula de control de los frenos.
- Figura 1.16. Diagrama de funcionamiento de las válvula de control de los frenos.
- Figura 1.17. Panel de indicación.
- Figura 1.18. Componentes de la válvula de control de frenos.
- Figura 2.1. Diagrama del banco de prueba sencillo de cinco componentes.
- Figura 2.2. Diagrama del banco de prueba según la orden técnica.
- Figura 3.1. Dimensiones del banco de prueba.
- Figura 3.2. Tubo cuadrado de hierro reforzado de 1¼ pulg.* 2mm.
- Figura 3.3. Plancha de tol al frió de 1/32 pulg.
- Figura 3.4. Bomba manual
- Figura 3.5. Cañerías hidráulicas
- Figura 3.6. Válvulas check.
- Figura 3.7. Manómetros de presión
- Figura 3.8. Acoples y racores.
- Figura 3.9. Cámara de frenos.
- Figura 3.10. Válvula reguladora de caudal.
- Figura 3.11. Estructura del banco de prueba.
- Figura 3.12. Esquema del circuito hidráulico del banco de prueba

Figura 3.13. Banco de prueba para el chequeo de las válvulas de control de los conjuntos de frenos del avión Arava T-201.

LISTADO DE TABLAS

Tabla 2.1. Matriz de evaluación.

Tabla 2.2. Matriz de decisión.

Tabla 2.3. Matriz de decisión. (Puntajes totales).

Tabla 3.1. Estado de los elementos del banco.

Tabla 5.1. Materiales usados en la construcción del banco de prueba.

Tabla 5.2. Costo de maquinaria, herramientas y equipos empleados en la construcción.

Tabla 5.3. Costo de la mano de obra.

Tabla 5.4. Costo total del banco de prueba.

NOMENCLATURA

- PN.....Normal izquierdo.
- PE.....Emergencia izquierda.
- SN.....Normal derecho
- SE.....Emergencia derecha.
- N.....Normal
- E.....Emergencia
- R..... Retorno

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de grado se pretende optimizar y mejorar el mantenimiento de las válvulas de control de los frenos del avión Arava, se propone implementar un banco de chequeo o comprobación de las válvulas de control del conjunto de frenos, el mismo que optimizará el trabajo del personal de la sección de mantenimiento.

La construcción de este banco se utilizan manuales y ordenes técnicas exclusivas de la aeronave, proporcionadas por la casa fabricante además de las experiencias y soporte técnico de los mecánicos del escuadrón de mantenimiento del avión Arava de la Aviación del Ejército, se plantearon dos alternativas de construcción, un banco de cinco elementos, y un banco de prueba de acuerdo al modelo de las Ordenes Técnicas, en base al estudio de factibilidad se seleccionó la segunda alternativa de construcción.

Los resultados son satisfactorios en esta investigación puesto que las válvulas de control de los frenos ahora serán verificadas en este banco de prueba antes de montarlas en la aeronave, optimizando de esta manera el tiempo en las tareas de mantenimiento. También se asegura la funcionabilidad de las mismas después de una inspección realizada en el exterior, en el país o cuando salen de bodega nuevas.

La Aviación del Ejército cuenta con un banco de prueba adecuado para comprobar las válvulas de control de los frenos, optimizando así las operaciones de mantenimiento de la aeronave por parte del personal técnico.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El GAE - 44 “PASTAZA” perteneciente a la 15 – BAE, al ser una unidad que cuenta con diferentes tipos de aeronaves, necesita implementar sus talleres de mantenimiento con bancos de prueba para el chequeo de las diferentes partes de las aeronaves, ya que cuenta con personal capacitado para realizar cualquier tipo de mantenimiento, evitando el envío para mantenimiento en el exterior, además se optimizaría el tiempo, recursos económicos, incremento en mejoramiento técnico del personal de la 15 – BAE, y operatividad de los aviones .

Por esta razón se ha considerado necesario construir un banco de prueba para el chequeo de las válvulas de control del conjunto de frenos del avión Arava, para que de esta manera la Aviación del Ejército cuente con el equipo adecuado para el mantenimiento y comprobación de las válvulas de control del conjunto de frenos del avión Arava.

Objetivos:

Objetivo general.

Construir un banco de prueba para el chequeo de las válvulas de control del conjunto de frenos del avión Arava T-201, para el GAE - 44 “PASTAZA”.

Objetivos específicos:

- Investigar sobre la constitución del banco de prueba.
- Determinar requerimientos técnicos.
- Realizar un estudio del proceso de chequeo de las válvulas de control de los frenos.
- Realizar pruebas de funcionamiento.
- Elaborar manuales de operación, mantenimiento, seguridad y hojas de registros.

Justificación:

Con este proyecto se pretende satisfacer las necesidades del la 15 - BAE. La misión que se tiene como tecnólogo es demostrar que este banco de prueba es una solución para agilizar los trabajos, realizar el mantenimiento adecuado en el chequeo de las válvulas de control del conjunto de frenos y mantener en condiciones de aeronavegabilidad los aviones Arava T-201.

En la construcción de este proyecto se aplican los conocimientos adquiridos en el “INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO”, como también los conocimientos y experiencia de los técnicos que laboran en la 15 – BAE.

Alcance:

Con la elaboración de este proyecto, se realizará el chequeo de las válvulas de control del conjunto de frenos antes de ser montada en el aeronave, mejorando y facilitando de esta manera el trabajo de los técnicos que realizan el mantenimiento del avión Arava, lo cual beneficiara al GAE – 44 “PASTAZA” y por consiguiente a la Aviación del Ejército .

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1.- Avión Arava.

1.1.1.- Generalidades del avión.

- El avión Arava T- 201 de la AEE es un avión de carga y pasajeros.
- El avión Arava ha sido diseñado y fabricado por la Industria Aeronáutica Israelí.
- El avión Arava posee cualidades de despegue y aterrizaje en pistas cortas debido a la gran superficie de sus alas y dobles alerones.
- El avión posee motores Pratt & Whitney PT6 con hélice tri-pala y capacidad de frenado por ángulo de incidencia negativa.
- La cabina de vuelo y los instrumentos están diseñados de tal manera que permite la operación con uno o dos pilotos.

El avión Arava por su sólida construcción, es posible también operar en las siguientes aplicaciones.

- Servicio de transporte entre aeropuertos pequeños y un aeropuerto central.
- Operaciones en regiones con pistas de despegue improvisadas.
- Ambulancia aérea.
- Vuelos de rescate.
- Vuelos cartográficos, de exploración aérea y fotográfica.
- Vuelos de fumigación agrícola.
- Vuelos de comunicación y carga militar.
- Realización de diversas acciones militares.



Figura 1.1 Avión Arava.

1.1.2.- Características técnicas del avión.

Datos Técnicos.

- Longitud.....12,99 m.
- Altura del estabilizador de dirección.....3,21 m.
- Altura.....5,22 m.
- Distancia desde el extremo de la hélice a tierra.....1,75 m.
- Capacidad.....2 pilotos y 18 pasajeros.
- Altitud máxima de vuelo7620 m. (25,000 pies)
- Alcance máximo de vuelo (en alturas de 10,000 pies con 45 minutos de reserva)
1153 Km. (622 nudos).

Restricciones.

- Velocidad máxima permitida 315 km/hora (170 nudos)
- Velocidad máxima de crucero.....315 Km/hora
- Peso de despegue máximo..... 6804 kg (15000 Lib.)

- Peso sin carga (como carguero)3765 kg (8300 Lib.)

Actuaciones.

- Carrera de despegue.....275 m. (905 pies)
- Carrera de aterrizaje..... 130 m. (426 pies)
- Velocidad de desplome (sin motores, flash afuera).....13 Km/hora (61 nudos)

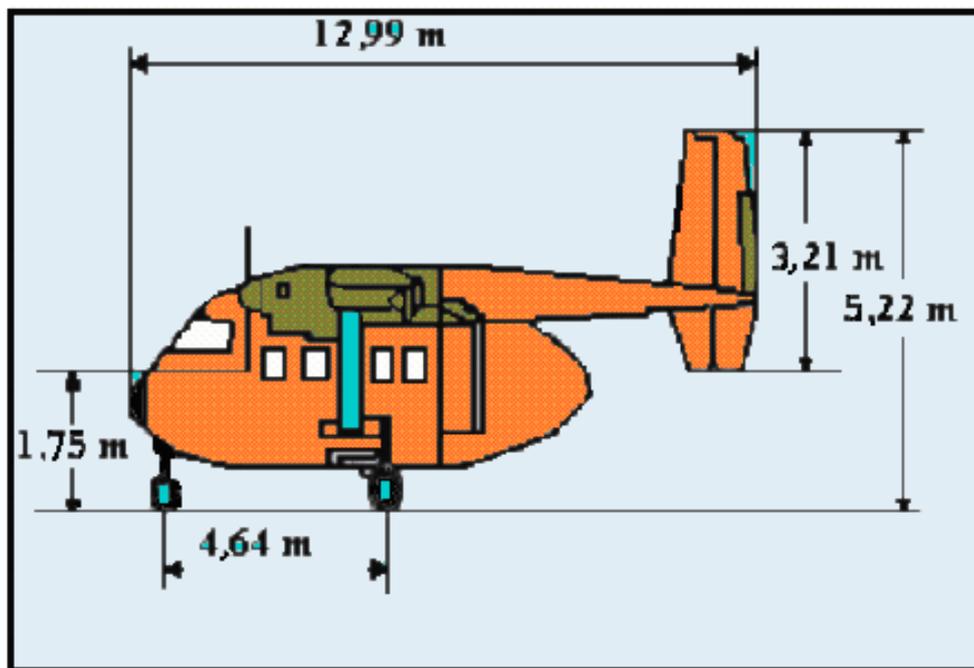


Figura 1.2 Dimensiones del avión.

1.2.- Tipos de frenos.

1.2.1.-Frenos de zapata interna de expansión.

Los frenos de zapata de expansión interna se dividen en: Frenos Uniservos y Duoservos.

El término "servo acción", tal como se aplica a los frenos se refiere al uso del movimiento giratorio del tambor del freno para aplicar más eficientemente los frenos. Un

freno uniservo funciona eficientemente en una sola dirección, mientras que el duoservo puede tener servo acción en ambas direcciones. En un conjunto de freno duoservo hay zapatas de igual tamaño fijadas a los pistones que se extienden de ambos extremos del cilindro impulsor. Cuando la rueda gira hacia la izquierda, la zapata izquierda actúa como zapata principal y la derecha como secundaria.

El uso del movimiento giratorio del tambor para ayudar en la acción del frenado es lo que se conoce como servo acción. A medida que se sueltan los frenos en la cabina, los resortes devuelven las zapatas a la posición libre.

La acción de frenado será igualmente eficiente cuando las ruedas giren en la dirección contraria, porque la zapata derecha actuará entonces como zapata principal.

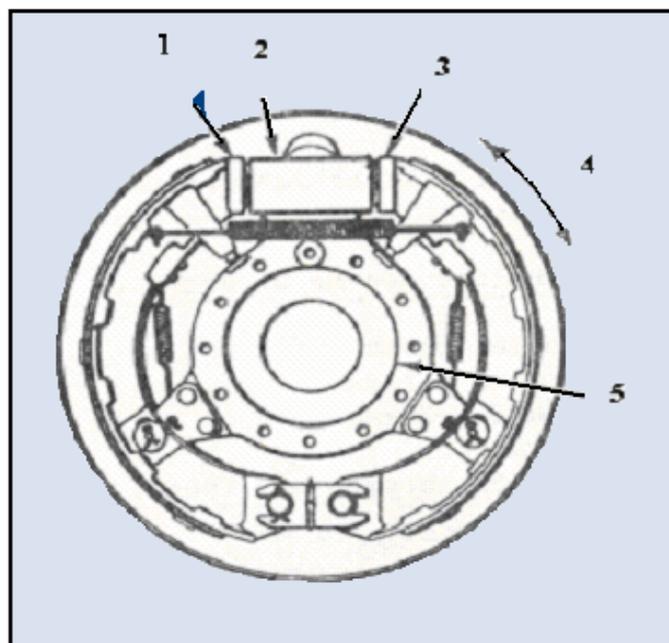


Figura 1.3 Freno duoservo.

1. Pistón.
2. Cilindro hidráulico.
3. Pistón.
4. Dirección de rotación de la rueda.
5. Estrella de torsión.

1.2.2.-Frenos de tubo expansor.

El tubo expansor del freno es un tubo plano hecho de caucho y tela. Estirado sobre la armazón circular del freno, entre los bordes laterales, tiene una boquilla que esta conectada con la tubería hidráulica a través de un empaque conveniente. Los bloques de los frenos están hechos de un material muy semejante al que se usa ordinariamente en los forros de los frenos.

Los bloques tienen muescas en cada extremo para acomodar las salientes que hay en la armazón del freno y para impedir el movimiento con el tambor a medida que éste gira. Hay tres muescas de uno a otro lado de los extremos de cada bloque, dentro de las cuales hay insertados resortes planos. Los extremos de estos resortes encajan dentro de ranuras que hay en los bordes laterales de la armazón del freno, que sostienen los bloques firmemente contra el tubo expansor que impiden que éstos opongan resistencia cuando se suelta el freno.

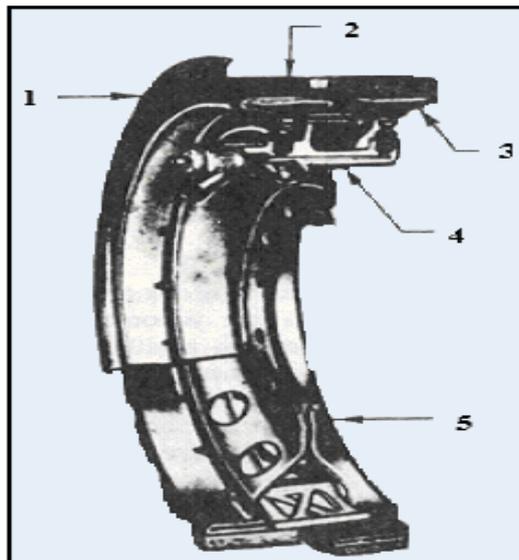


Figura 1.4 Freno de tubo expansor.

1. Contorno aerodinámico.
2. Bloques de freno.
3. Tubo expansor.
4. Conexiones de líquido hidráulico.
5. Armazón del freno.

1.2.3.- Frenos de disco.

El freno de disco tiene una ventaja sobre los otros tipos de freno y es que suministra un área de frenado relativamente grande, necesaria en algunos modelos de aviones. Un conjunto de freno de disco puede ser multidisco, de rotor segmentado o monodisco.

a) Freno multidisco.

En el freno del tipo multidisco, los discos de acero (B) están colocados en forma alternada con discos cubiertos de bronce (G) acoplados mediante chavetas para que giren con el cubo de la rueda. La acción del frenado se efectúa rozando las superficies relativamente grandes de los discos fijos contra los discos adyacentes que giran con la rueda. La tolerancia entre los discos, que también varía con los diferentes tipos de ruedas, se ajusta mediante la tuerca retenedora de acero, grande y circular (I) que sostiene los discos en posición sobre el brazo.

En el freno operado hidráulicamente, la presión es aplicada a los discos mediante un pistón anular (C) que se acomoda dentro de un cilindro en forma de anillo. Este cilindro está sellado por una copa obturadora (D) colocada detrás del pistón y sostenida contra las paredes del cilindro mediante pequeños resortes. Un resorte voladizo (A) actúa directamente sobre el pistón anular para forzarlo hacia atrás y ejercer presión sobre los discos. Cuando se aplica presión a los frenos, el pistón fuerza los discos para juntarlos, creando fricción entre los discos giratorios y los no giratorios, frenando de esta manera las ruedas.

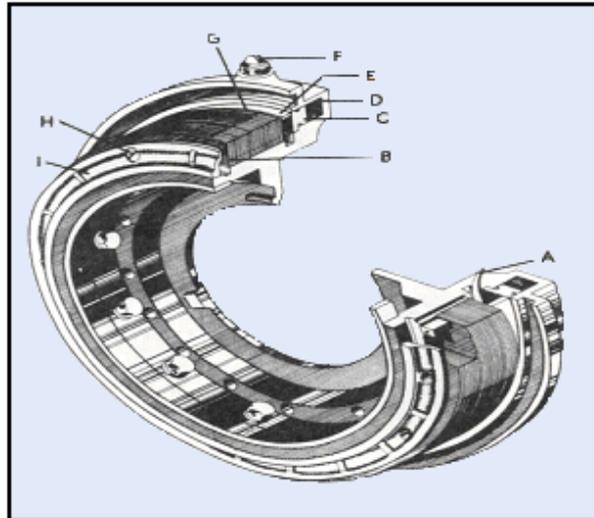


Figura 1.5 Freno multidisco.

- A. Resorte voladizo de retorno.
- B. Discos de acero.
- C. Pistón anular.
- D. Obturador de copa del pistón.
- E. Anillo aislador.
- F. Tornillo de sangrado.
- G. Discos de bronce.
- H. Tornillo de fijación de la tuerca de retención.
- I. Tuerca retenedora de los discos.

b) Freno de rotor segmentado.

Como el freno multidisco, el freno de rotor segmentado proporciona una gran cantidad de superficie de frenado dentro de un diámetro comparativamente pequeño. El torcimiento de los discos (A) se disminuye, porque están hechos de segmentos gruesos de metal articulados (B). Los discos fijos (I) tienen material de forro remachado sobre los mismos, el freno incluye un mecanismo de ajuste que mantiene una tolerancia permanente.

Durante la aplicación del freno, la presión es dirigida hacia el lado izquierdo de las copas del pistón (E y G). Luego fuerza los pistones semianulares (F y H) hacia la derecha; este movimiento comprime los estatores (I) y los rotores (A) entre el plato de presión (S) y

el plato de respaldo (C). La fricción producida por los contactos de estas superficies produce la acción deseada de frenado.

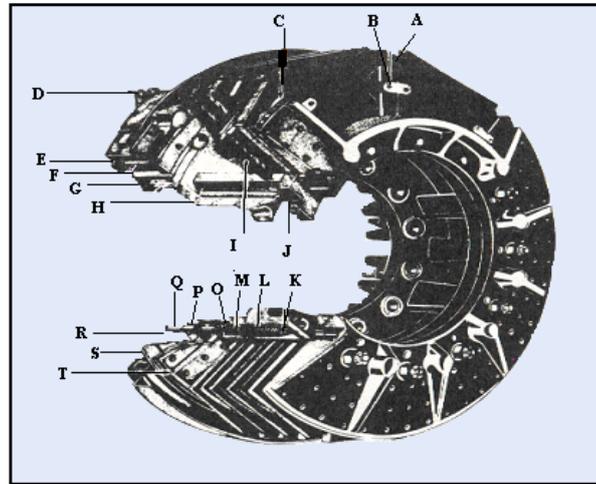


Figura 1.6 Freno de rotor segmentado.

- A. Discos giratorios.
- B. Articulación del disco giratorio.
- C. Placa de respaldo.
- D. Tornillo de sangrado.
- E. Copas de los pistones.
- F. Pistón semianular.
- G. Copa de pistón.
- H. Pistón semianular.
- I. Disco estacionario (estatores)
- J. Suplemento de compensación.
- K. Tuerca del pasador de ajuste.
- L. Resorte de retorno.
- M. Manga.
- O. Perno.
- P. Fijador de fricción.
- Q. Pasador de ajuste.
- R. Perno de ajuste.
- S. Placa de presión.
- T. Placa de respaldo.

c) Freno monodisco.

Un freno monodisco se compone de tres pares de discos de freno forrados, conocidos como forros de los frenos, que aplican una presión de aprisionamiento sobre un disco de volante que gira entre ellos. Tres de estos forros de freno son movidos mediante pistones operados hidráulicamente; los forros que están en la parte contraria son fijos. Para asegurarse de que se hace una presión igual a ambos lados del disco de volante, el disco se deja que "flote" entre el juego interior y exterior de los forros. Esta acción es posible mediante el uso de un disco de volante que tenga movimiento lateral libre sobre chavetas impulsoras montadas en la cavidad de la rueda. La presión hidráulica mueve los tres pistones dentro del alojamiento del cilindro (8), el cual a su vez comprime los tres forros interiores de los frenos contra el disco giratorio (1).

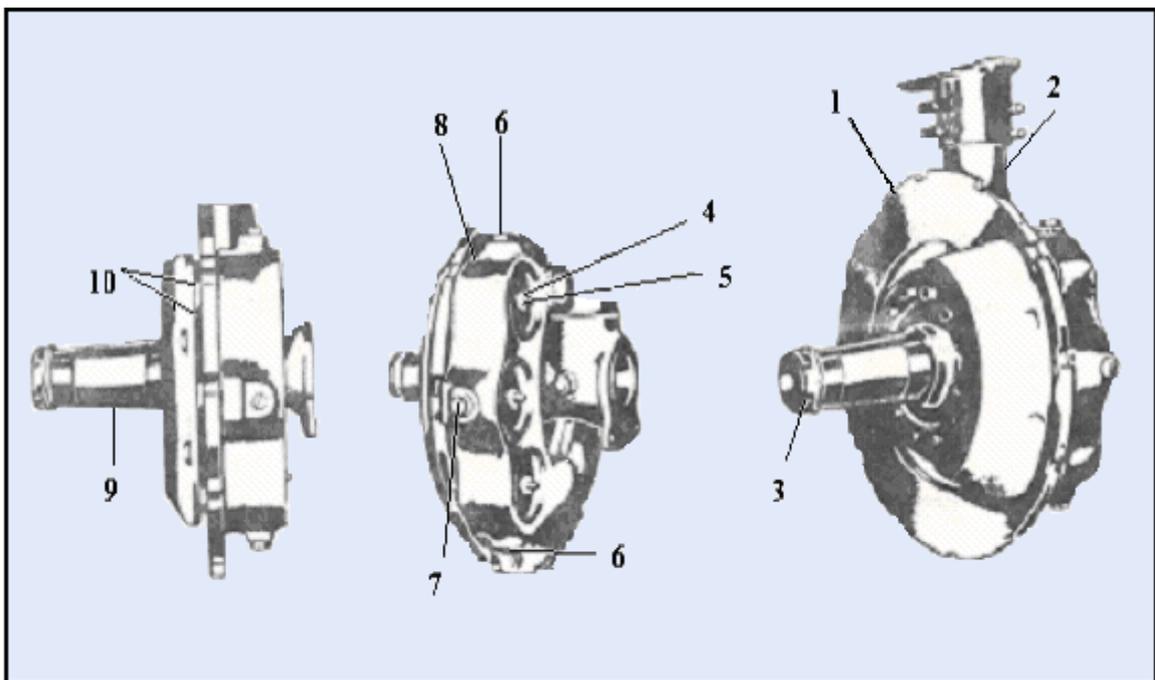


Figura 1.7 Freno monodisco

1. Disco.
2. Montante amortiguador del tren de aterrizaje principal.
3. Tuerca retenedora de la rueda.
4. Tuerca de torsión del pasador de ajuste.
5. Pasador de ajuste automático.
6. Orificios de sangrado.

7. Orificio de la tubería del freno.
8. Alojamiento del cilindro.
9. Eje.
10. Forro del freno.

1.2.4.- Frenos automáticos.

Los frenos automáticos se emplean en muchos aviones comerciales y de aviación general debido a las mejoras en seguridad y confort que aportan para el pasajero, cuyo objetivo técnico fundamental es disminuir la carrera de aterrizaje.

Este tipo de frenos permiten aplicar presión hidráulica a los discos de frenos con una intensidad predeterminada.

Nota: El tipo de freno del avión Arava es de disco, con dos características principales:

Solo tienen frenos las ruedas del tren principal, y cada rueda o conjunto de ruedas de un mismo lado tiene un sistema independiente. La rueda que utiliza éste avión es de tipo dividida por el centro.

1.2.5.- Ruedas y tambores de los frenos.

Las ruedas son piezas fundidas de aleación de aluminio y de magnesio. Estas aleaciones combinan resistencia con peso liviano, pero permiten hacer muy pocas reparaciones a la rueda misma. Por otra parte, como estas aleaciones se corroen fácilmente, todas las partes de la rueda con excepción de las superficies de apoyo y de fricción deben estar bien cubiertas con capas de substancias protectoras para impedir la posible avería de la rueda.

Las averías de las ruedas pueden también ser el resultado de las cargas excesivas causadas por la inflación inadecuada del neumático o imperfecciones del montante amortiguador.

En las ruedas que tienen un solo freno, el lado interno de la rueda es el que tiene la cavidad para el freno y que queda adyacente a este cuando la rueda está instalada. El lado de afuera es el lado opuesto al freno. En las ruedas de freno doble, el lado de afuera siempre tiene el diámetro interior más pequeño para cojinete. Recuerde que todas las ruedas del tren de aterrizaje principal destinadas a ser usadas en los ejes del tipo de muñón corto, ya sea que tengan freno sencillo o doble, siempre tienen un orificio para cojinete con un diámetro interior mayor en la parte de adentro de la rueda y un orificio para cojinete con un diámetro interior más pequeño en la parte de afuera. La rueda para eje de horquilla no tiene lado de adentro o de afuera, ya que el orificio para el cojinete es del mismo diámetro interior en ambos extremos.

A) Tipos de ruedas de avión.

1. Base plana -pestaña desmontable
2. Centro hundido - pestaña fija
3. Centro hundido - pestaña desmontable
4. Rueda dividida por el centro, de base plana

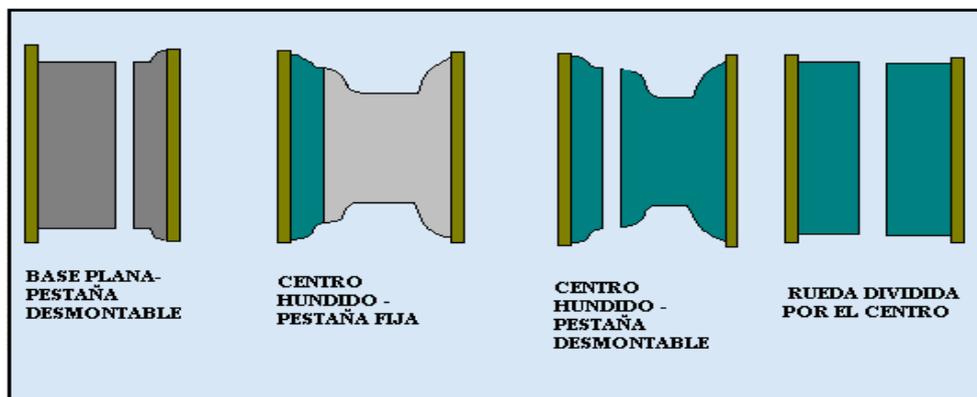


Figura 1.8 Tipos de ruedas

a) Ruedas de pestaña desmontable

Las ruedas del tipo de pestaña desmontable se usan con las cubiertas corrientes de baja presión y pueden tener centro cóncavo o base plana. La figura muestra una llanta de base plana, que puede sacarse fácilmente del neumático quitando el anillo retenedor de fijación que sostiene en su lugar la pestaña desmontable de una sola pieza y levantando

luego la pestaña de su asiento. Un tambor de freno del tipo convencional puede instalarse a ambos lados de la rueda, proporcionando así un conjunto de freno doble.

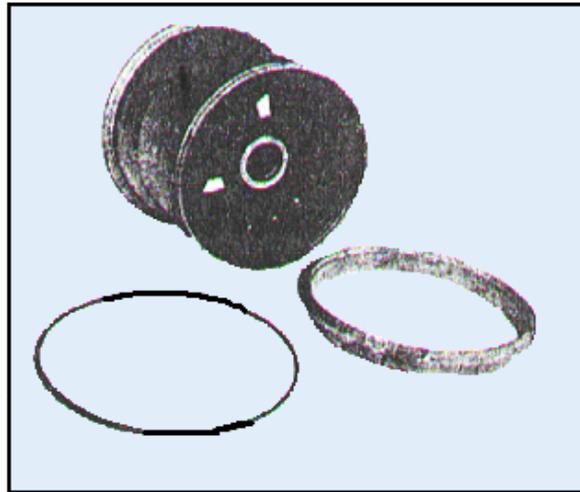


Figura 1.9 Rueda de pestaña desmontable y base plana

b) Ruedas de pestaña fija.

Las ruedas de pestaña fija para el tren de aterrizaje son usualmente del tipo de construcción de centro hundido. La diferencia principal entre las que usan para los neumáticos aerodinámicos y las que son para los de contorno liso es que estas últimas tienen mayor ancho entre las pestañas.

c) Rueda de pestaña desmontable y centro hundido

La rueda es de construcción de aro cóncavo con una pestaña de una sola pieza sostenida en su lugar mediante un anillo retenedor de resorte. La pestaña forma una unión con la cavidad cóncava del centro. Esta es de un ajuste muy exacto para evitar el rozamiento o mordedura de la cámara (tubo) de aire.

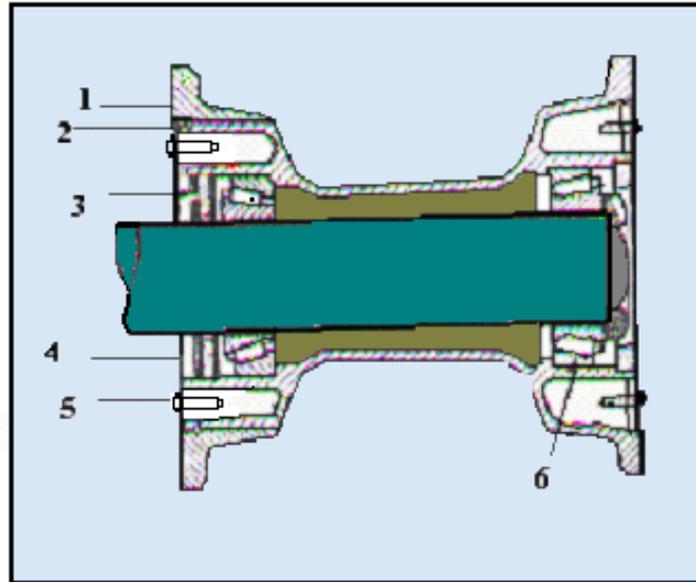


Figura 1.10 Rueda de pestaña desmontable y centro hundido

1. Pestaña desmontable.
2. Anillo de retención.
3. Retenedora de grasa.
4. Disco de contorno aerodinámico.
5. Tornillo de retención del contorno aerodinámico.
6. Cojinetes de rodillo cónico.

d) Rueda dividida por el centro, de base plana.

Las ruedas de cola o de la proa son usualmente del tipo de rueda dividida por el centro o del tipo de pestaña desmontable y centro hundido está hecha en dos mitades que se sostienen juntas mediante pernos y tuercas, permitiendo así el desmontaje o instalación del neumático y el tubo.

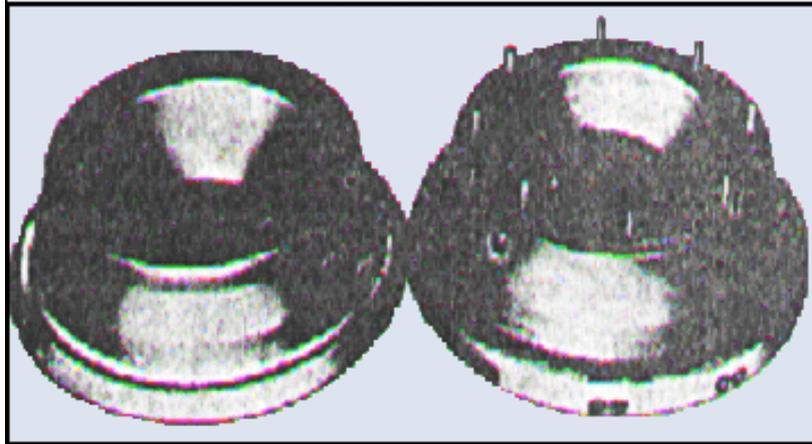


Figura 1.11 Rueda dividida por el centro.

B) Tipos de tambores de frenos.

En las ruedas de los aviones se usan seis tipos de tambores de frenos: Estos son:

- Tambor de acero estampado con superficie de fricción de una capa dura de enchapado de cromo.
- Tambor de acero estampado con superficie de fricción sencilla.
- Tambor de hierro fundido.
- Tambor centrífugo.
- Tambor de carbono.
- Tambor de berilio.

El tambor de hierro fundido proporciona la mejor superficie de frenado pero, como el hierro fundido es frágil, este tipo de tambor con frecuencia se raja o se rompe.

Para mantener esta excelente superficie de frenado y a la vez conseguir un tambor con la flexibilidad necesaria, se desarrolló el tambor centrífugo.

Los tambores centrífugos para frenos son los más comunes que hay actualmente en servicio. Este tipo de tambor es una combinación de estructura de acero y hierro fundido, el hierro fundido se vacía centrífugamente dentro de un estampado de acero, el cual es luego tallado a máquina para darle las dimensiones adecuadas. La unidad, pues, consiste en

un tambor de hierro fundido reforzado por una banda exterior de acero. Esta construcción proporciona una buena superficie de frenado sin el peligro de una falla total del tambor, que es la debilidad de todos los tambores de hierro fundido. Los tambores centrífugos, son sin embargo más propensos a agrietarse con el calor que los tambores de acero.

Un tambor centrífugo se considera en buenas condiciones de servicio, a menos que una rajadura pase a la capa exterior de acero.

Nota: Los tambores de Berilio y de Carbono son más resistentes y livianos, y no producen excesivo calor o temperatura.

C) Tipos de rajaduras que se encuentran en los tambores centrífugos.

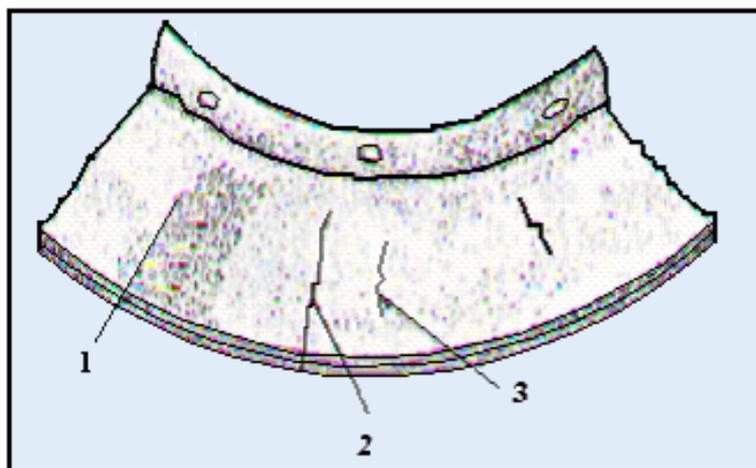


Figura 1.12 Tipos de rajaduras del tambor de frenos.

1. Grietas pequeñas ocasionadas por el calor.- Estas no son importantes.
2. Daño grave del tambor.- Este tambor debe ser retirado, puesto que la rajadura ha pasado hasta la capa externa de acero
3. Rajadura ocasionada por el calor.- No se considera grave, a menos que penetre hasta la capa externa de acero.

1.3.- Generalidades de los frenos del avión Arava.

El sistema de frenos tiene como objetivo disminuir la velocidad del aeroplano en tierra tanto durante la rodadura como en la fase final del aterrizaje, y por supuesto pararlo.

El sistema general se alimenta del líquido contenido en un recipiente común; desde este depósito unos conductos llevan el líquido a dos cilindros hidráulicos (uno por sistema) situados en la parte superior de los pedales. Al presionar un pedal, el líquido contenido en el cilindro hidráulico de su lado es bombeado hacia la rueda correspondiente; otro cilindro hidráulico en la rueda recibe esta presión y empuja a las pastillas las cuales oprimen al disco metálico y frenan la rueda. Al presionar el otro pedal, sucede lo mismo con el sistema de ese lado, y obviamente al presionar los dos pedales se opera sobre ambos sistemas.

Es notorio pues, que cada pedal actúa sobre los frenos de su lado, y que para actuar sobre los frenos debe pisarse la parte superior de los pedales. Este sistema de frenos independientes ayuda a dirigir al aeroplano en tierra, pues aplicando el freno a una u otra rueda el piloto puede reforzar el giro de la rueda directriz.

Para mantener el avión frenado en el suelo, el sistema cuenta con un freno de parqueo (parking brake) que actúa sobre ambas ruedas. El mando de este freno varía de un avión a otro: por ejemplo, en el avión Cessna se realiza por medio de un mando de varilla que al tener los frenos pisados los bloquea y se desactiva al volver a pisar los frenos; Como en todos los demás sistemas, un buen uso de los frenos mejora la efectividad y alarga la vida de este sistema.

Por ejemplo, en la carrera final del aterrizaje conviene dejar que el avión pierda algo de velocidad antes de aplicar los frenos, y al aplicar estos hacerlo por ciclos de tiempo. Igualmente, hacer girar al avión sobre una rueda completamente frenada supone una tensión excesiva sobre las gomas de las ruedas.

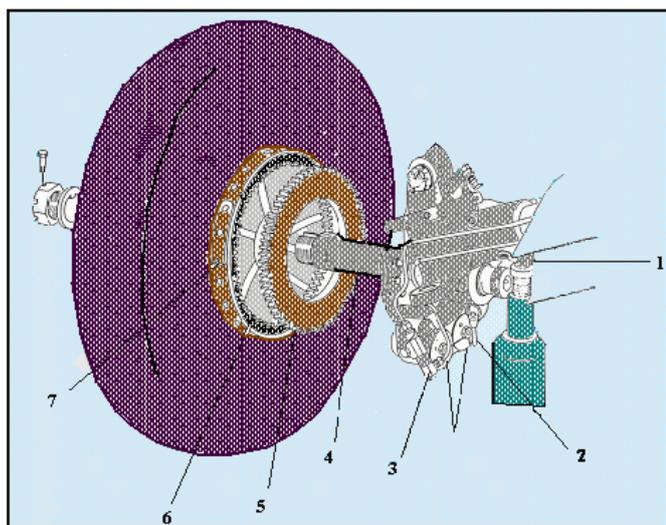


Figura 1.13 Componentes del freno.

1. Punto de apoyo.
2. Adaptador de remolque.
3. Válvula deslizante.
4. Eje.
5. Disco de freno.
6. Acople del disco de freno.
7. Émbolo buzo

1.3.1.- Características técnicas de los frenos.

- El líquido hidráulico que se utiliza es MIL-H-5606
- La tubería del sistema hidráulico consiste de tubos rígidos y tubos elásticos con diámetros de 1/4".
- Las líneas de presión están hechas de aluminio 5052-0.
- Sistema de frenado independiente.
- La capacidad del reservorio es de 240 pulgadas cúbicas.
- Presión de la fuente (funcionamiento máximo) 2550PSI.
- Presión de entrega del freno (máximo) (760-840 PSI).
- Normal derecho e izquierdo 760-840 PSI.
- Emergencia derecha e izquierda 760-840 PSI.
- Cargas de funcionamiento (carga para entregar el máximo, presión).

- Palanca del pedal del pie 60-73 kilogramos (132 a 160 Lb.).
- Control del freno de mano 78 kilogramos (172 Lb.).
- El acumulador de presión mantendrá la presión para los frenos de parqueamiento durante 48 horas aproximadamente.
- La temperatura máxima de frenos para despegar es de 300°C

1.3.2.- Diagrama de funcionamiento de los frenos del avión

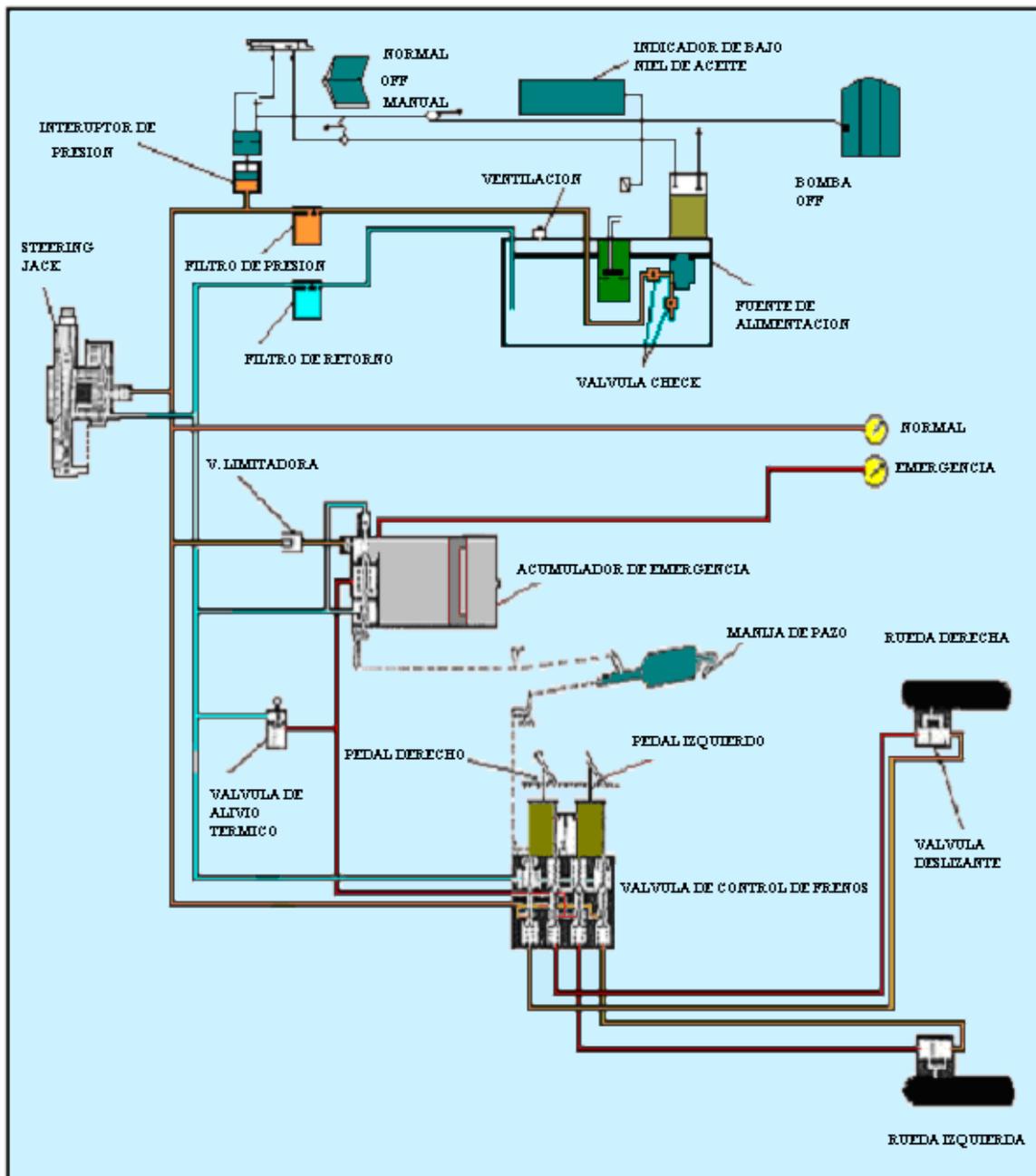


Figura 1.14 Diagrama de funcionamiento de los frenos.

a) Sistema de frenos del avión Arava.

Los pedales de los pilotos están interconectados mecánicamente a la válvula de control de potencia de los frenos que distribuye la presión a las unidades del freno, según la fuerza ejercida sobre, los pedales.

La válvula de control de potencia contiene cuatro líneas: Izquierdo - Normal y Emergencia; Derecho - Normal y Emergencia.

Esta válvula recibe presión de la línea normal y de emergencia, cada pedal acciona dos unidades normal y de emergencia. Estas dos unidades pueden hacer pasar aceite a presión al conjunto de freno de la rueda adecuada por medio de la válvula deslizante (Shuttle valve).

En caso de frenado normal transmiten la presión solamente las unidades normales, las unidades de emergencia son accionadas pero no suministran presión porque la línea de emergencia que esta conectada al acumulador, está inoperante por la válvula de corte del acumulador.

Las paradas de emergencia funcionan, al accionar la válvula de corte, se suministra aceite bajo presión del acumulador de emergencia a las unidades del sistema de emergencia con lo que se consigue un frenaje diferencial por los pedales como en el caso de un frenado normal. La cantidad de aceite que se encuentra en el acumulador de emergencia permite seis frenajes consecutivos.

La válvula de deslizamiento tiene un orificio interior que no permite el cierre del pistón en el medio de la válvula y el consiguiente obturado de la línea de suministro de presión a la unidad de freno, el frenado de estacionamiento se realiza por medio del sistema de emergencia.

Una varilla de empuje que se encuentra en la válvula de control de potencia acciona junto y de igual manera que las válvulas izquierda y derecha del sistema de emergencia.

Durante el estacionamiento no funcionan las válvulas del sistema normal, con el accionamiento de la manija de freno de estacionamiento se abre la válvula de corte del acumulador de emergencia y deja pasar presión al sistema de frenos.

b) Válvula de alivio térmico.

Todas las partes del sistema hidráulico que no están conectadas a la línea de retorno están conectadas a uno de los dos acumuladores del sistema.

Es necesario alivio térmico solamente cuando el acumulador de emergencia pierde su presión primaria.

En dicho caso, cuando hay dilatación térmica, se descarga la presión por una válvula de seguridad que se encuentra en la cabeza del acumulador de emergencia que permite regular la presión a 3000 PSI.

1.4.- Válvulas de control de los frenos.

1.4.1.- Generalidades de las válvulas de control de los frenos

Esta válvula de control de freno es una válvula de cuatro unidades usadas para distribuir y para regular el líquido hidráulico presurizado para el control diferenciado de los frenos de rueda principales izquierdos y/o derechos.

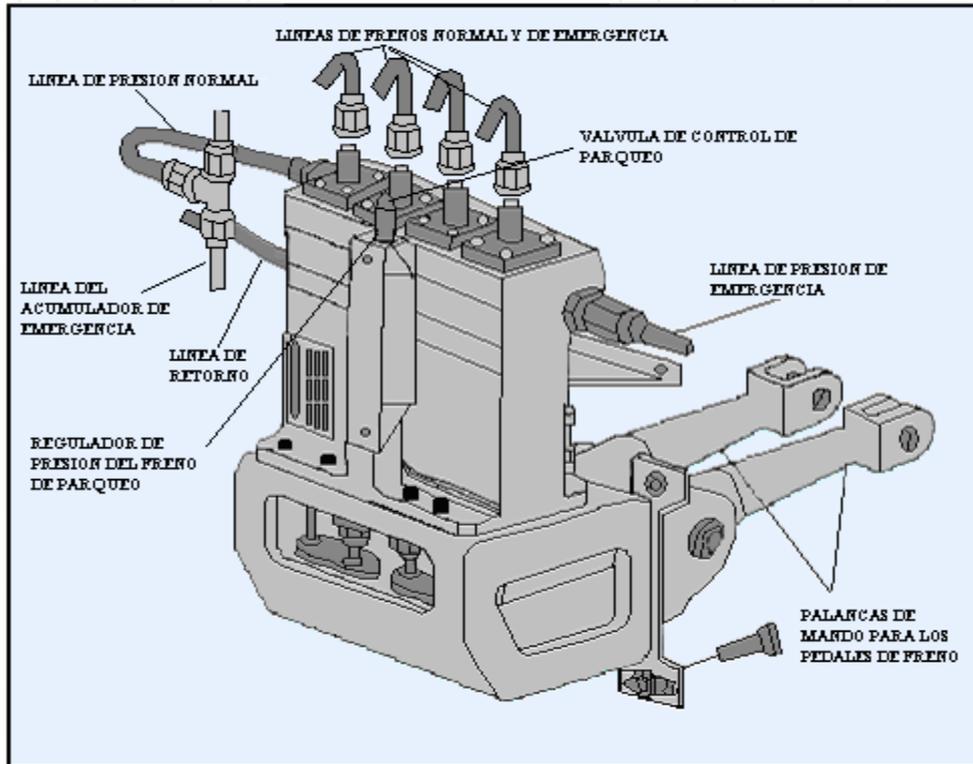


Figura 1.15 Válvula de control de los frenos.

1.4.2.- Funcionamiento de la válvula de control de los frenos.

La presión hidráulica es suministrada por una unidad de potencia (Power Pack), forman esta unidad un tanque de 240 pulgadas cúbicas, una bomba hidráulica accionada por un motor eléctrico para 28VD.C.

El tanque tiene un tubo de ventilación con salida a la atmósfera protegido con un filtro de malla y una abertura para su llenado con tapa y filtro de malla fina, como así también posee un medidor de cantidad.

El motor eléctrico esta montado sobre el tanque y posee defensa contra el fuego. La bomba hidráulica tiene una válvula de escape y suministra presión por medio de una válvula de una vía a un acumulador que se encuentra en el tanque. Esta válvula tiene como misión primordial no dejar que baje la presión cuando la bomba no funciona.

Desde el acumulador se reparte la presión a cada sistema según las necesidades, la carga primaria del acumulador es de 1400 PSI de nitrógeno. En el sistema se encuentra un interruptor de presión que corta la corriente al motor cuando la presión suministrada llega a $2550 \text{ PSI} \pm 50$.

Dicho interruptor hace accionar nuevamente al motor de la bomba cuando la presión desciende a un valor comprendido entre 300-500 PSI. Una varilla que sobresale de la unidad de potencia se une al pistón del acumulador dando una medida de la presión existente en el sistema.

El caudal suministrado por la bomba depende del número de RPM del motor eléctrico, que a su vez depende del voltaje y la presión del sistema.

La línea de alimentación que sale de la unidad de potencia pasa por un filtro construido en acero inoxidable de 5 micrones y de allí a los sistemas de freno y dirección en tierra.

La línea de retorno entra al tanque pasando previamente por otro filtro similar al anterior pero posee además una válvula de retención que regula la presión a 50 PSI. La línea de presión principal alimenta además a un acumulador de emergencia y estacionamiento para los frenos pasando por una válvula de una vía.

El acumulador de emergencia y estacionamiento tiene aceite bajo presión para poder accionar los frenos en el caso de pérdida de presión en el sistema general.

La carga primaria de este acumulador es de $875 \text{ PSI} \pm 50$ de nitrógeno. Una válvula cierra la línea del sistema de frenos de emergencia, abriéndose mecánicamente cuando se acciona la palanca de los frenos de emergencia haciendo entrar la presión a dicho sistema.

En la línea de suministro del acumulador de emergencia hay una estrangulación que facilita el accionamiento de los frenos antes de que se llene el acumulador de emergencia.

En caso de pérdida de líquido, se agrandará el ciclo de trabajo de la bomba. Este hecho lo siente el piloto que detiene la acción de la unidad de potencia para impedir la pérdida de aceite, la accionará solamente en el momento de aterrizaje.

La presión de los acumuladores, tanto el principal como el de emergencia deben ser aliviados antes de la prueba de presión primaria, como así también antes del desarme o retiro de cualquier unidad del sistema.

Este alivio de presión se realiza accionando los frenos de estacionamiento y apretando la válvula de alivio de presión que hace retornar el aceite al tanque, es el aceite que se encuentra en la línea de suministro, entre el acumulador de emergencia y la válvula de control de potencia de los frenos.

El control del freno es logrado por la regulación de la presión que es una función de la dislocación del pedal de control. Las unidades derechas e izquierdas son independientes con la operación del pedal de control de tal modo que permite la acción que frena a la rueda por separado.

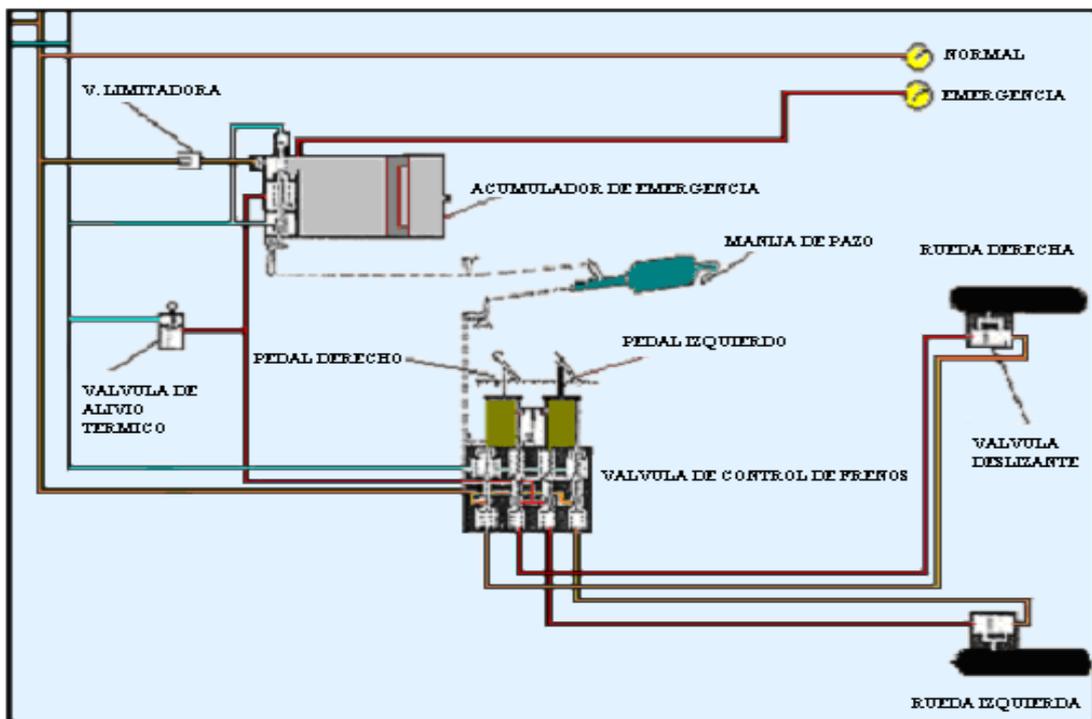


Figura 1.16 Diagrama de funcionamiento de válvula de control de los frenos.

1.4.2.1.- Controles e indicadores de la cabina del piloto.

En la cabina del piloto se encuentran los siguientes indicadores:

- Indicador de Presión de Aceite Normal 0-4000 PSI.
- Indicador de Presión de Aceite de Emergencia 0-4000 PSI.
- Luz de Funcionamiento de la Bomba (Pump ON Light).
- Luz Indicadora de Bajo Nivel de Aceite en el Acumulador de Potencia (Hydraulics Unsafe), una luz se prende solamente cuando quedan 4-5 pulgadas cúbicas de aceite en el acumulador de potencia y es accionada por un pequeño interruptor que se encuentra en él. El interruptor es accionado por medio de la varilla de empuje del acumulador. La luz se encuentra ubicada en el tablero de advertencia.
- La Luz Indicadora de Baja Presión de Emergencia (Emergency Low Pressure Warning Light). Esta luz es accionada por un interruptor de presión el cual se encuentra al costado del tanque de emergencia.
- Interruptor principal para la Unidad de Potencia que controla la acción de la bomba, este interruptor tiene tres posiciones:
 1. OFF - en el centro.
 2. ON – en la parte superior y es permanente.
 3. MANUAL – en la parte inferior y es momentánea.

En posición MANUAL el piloto puede hacer accionar la bomba sin tener necesidad de suministro de potencia.

- Pedales de Frenos Izquierdo y Derecho que por medio de varillas que pasan entre las cuadernas permiten sincronizar el movimiento mecánico a la válvula de control de potencia de frenos.
- Palanca para la Selección de Frenos de Emergencia que abre la válvula de corte del acumulador y permite a la presión que existe en el mismo entrar en la válvula de control de potencia. Esta acción se produce dando vuelta a la palanca en un ángulo de 100°. El giro de la palanca acciona también los frenos de emergencia.

Al alar la manija que tiene un largo de 3", se acciona la válvula de control de potencia un cable de 3/32". Este cable tiene un resorte que suelta la válvula de control de potencia el cual libera la manija misma.

La fuerza máxima necesaria para tirar la manija la cual acciona los frenos de estacionamiento, es de 28 libras (12.7 Kg.). La fuerza máxima de torque necesaria para hacer girar la manija para abrir la válvula de corte del acumulador de emergencia es de 20 libras por pulgada.

Advertencia:

Antes del corte o desarmado de unidades hidráulicas hay que asegurarse que el sistema no tenga presión. La presión se suelta de la siguiente manera:

- a. Interruptor del sistema hidráulico: en posición OFF.
- b. Manija de los frenos de emergencia; en acción.
- c. Apretar el botón de descarga de presión hasta que los dos indicadores de presión regular y emergencia muestren 0 (cero).
- d. Las luces de baja presión estén prendidas y la varilla de medir este adentro.

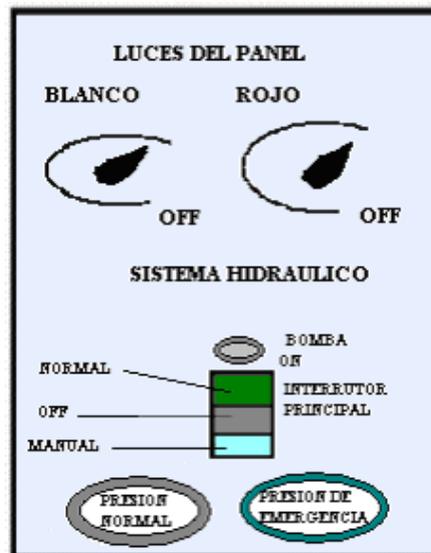


Figura 1.17 Panel de indicación

1.4.2.2.- Componentes del conjunto de alojamiento de las válvulas de control de los frenos.

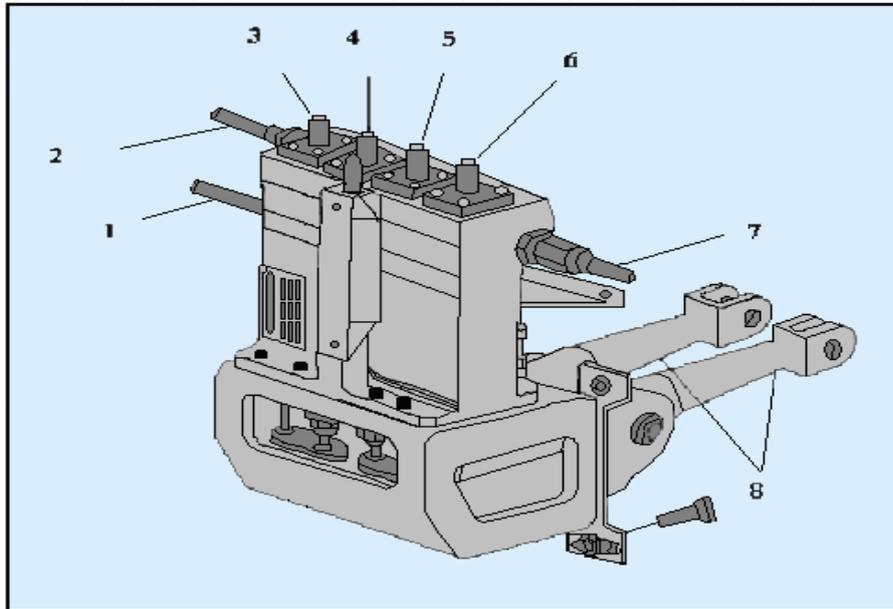


Figura 1.18 Componentes de la válvula de control de los frenos.

1. Línea de retorno.
2. Línea de presión normal.
3. Válvula de presión normal derecha.
4. Válvula de presión de emergencia derecha.
5. Válvula de presión de emergencia izquierda.
6. Válvula de presión normal izquierda.
7. Línea de presión de emergencia.
8. Palancas de los pedales.

1.4.3.- Características técnicas de la válvula de control del avión Arava.

Dimensiones totales:

- Altura (total) aproximadamente..... 230 milímetros (9. 0 Pulg.)
- Anchura (total) aproximadamente..... 150 milímetros (5. 9 Pulg.)

- Profundidad (total) aproximadamente..... 290 milímetros (11.4 Pulg.)
- Peso (vacío).....3.45 kilogramos (7.60 Lb.)

Puntos de conexión:

- Abastecimiento..... (N y E)
- Retorno(R)
- Entrega del freno..... (PN, PE, SE, SN)

CAPÍTULO II

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

2.1.- Identificación de alternativas.

Dentro de las alternativas que se proponen se plantean dos tipos de banco de prueba para el chequeo de las válvulas de control del conjunto de frenos del avión Arava T-201, para lo cual se realiza el análisis correspondiente, para seleccionar la alternativa que más nos permite garantías tanto en la construcción como en el funcionamiento.

A.- Primera alternativa.

- Banco de prueba sencillo de cinco componentes.

B.- Segunda alternativa.

- Banco de prueba según la Orden Técnica.

2.1.1.- Primera alternativa.

a. Banco de prueba sencillo de cinco componentes.

Esta alternativa trata de un banco de prueba para el chequeo de las válvulas de control del conjunto de frenos del avión Arava T-201, este es un banco sencillo de cinco componentes, que esta compuesto por los siguientes elementos:

- Bomba hidráulica manual.
- Reservorio.
- Cañerías de alta presión.
- Válvula de control de frenos.
- Válvula Distribuidora

En el siguiente diagrama se puede observar el banco de prueba improvisado, para el chequeo de las válvulas de control del conjunto de frenos.

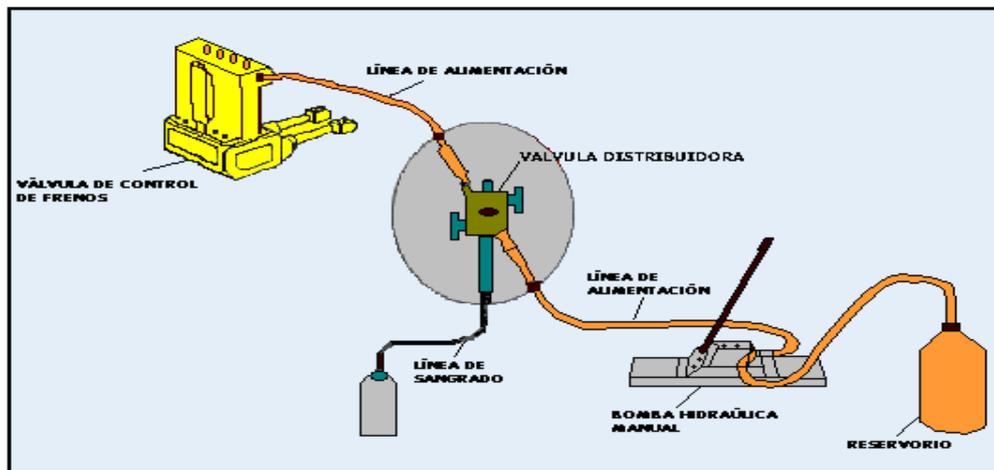


Figura 2.1 Diagrama del banco de prueba sencillo de cinco componentes.

2.1.2.- Segunda alternativa.

a. Banco de prueba según la Orden Técnica.

Se puede hablar en esta alternativa de un banco de prueba para el chequeo de las válvulas de control del conjunto de frenos del avión Arava T-201, este es un banco que se lo puede construir de acuerdo a la Orden Técnica, este banco de prueba está compuesto por los siguientes elementos:

- Simulador de freno.
- Manómetro de 105 kilogramos/centímetro cuadrado (1500PSI).
- Manómetro de 350 kilogramos/centímetro cuadrado (5000PSI).
- Válvula reguladora de caudal.
- 10 metros de tubo aproximadamente de ¼ de pulgada.
- 2 metros de manguera flexible aproximadamente de ¼ de pulgada.
- Bomba de presión o bomba manual de 280 kilogramos/centímetro cuadrado (4000PSI).
- Caja de la válvula de control de freno.
- Dos válvulas check.

En el siguiente diagrama se observa un esquema del banco según la Orden Técnica.

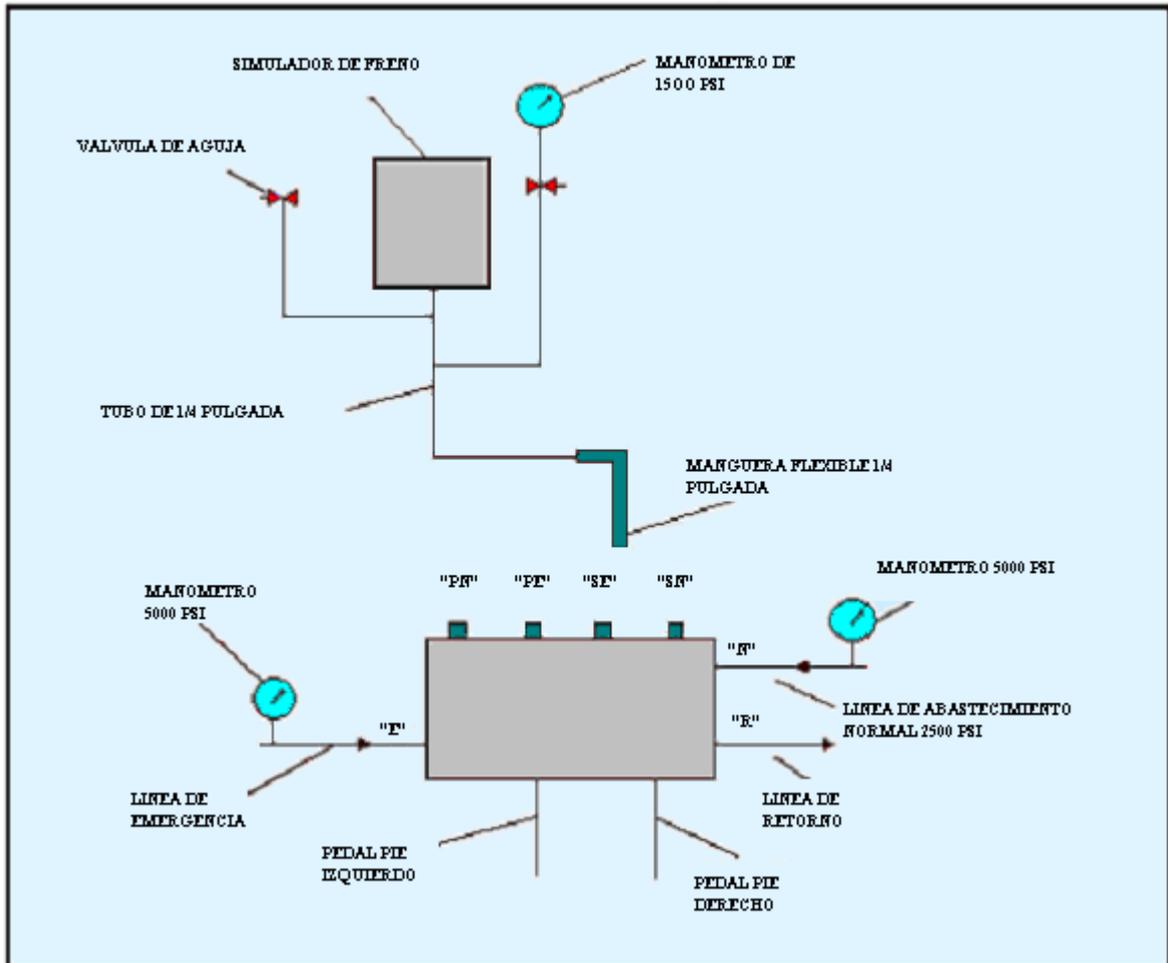


Figura 2.2 Diagrama del banco de prueba según la Orden Técnica.

2.2.- Análisis de factibilidad.

En esta parte del desarrollo del trabajo se analiza las ventajas y desventajas de cada una de las alternativas para poder determinar la mejor, analizando los requerimientos técnicos científicos de los mismos, con el fin de construir el banco de prueba seleccionado.

2.2.1.- Primera alternativa.

a. Banco de prueba sencillo de cinco componentes.

Ventajas.

- Chequear el funcionamiento de las válvulas de control de los frenos.
- Comprobar parámetros de funcionamiento.
- El costo de fabricación es bajo.
- Ocupa menos espacio

Desventajas.

- Mayor dificultad para operar el banco.
- No se puede mover con facilidad.
- No brinda la seguridad requerida.
- Sus elementos a usar están separados.
- No brinda la confiabilidad necesaria para realizar el mantenimiento.
- Costo de operación alto.
- Mayor cantidad de personal para controlar su operación.

2.2.2.- Segunda alternativa.

a. Banco de prueba según la Orden Técnica.

Ventajas.

- Chequear el funcionamiento de las válvulas de control de los frenos.
- Comprobar parámetros de funcionamiento.
- Fácil manejo.
- Fácil transportación.
- Brinda la seguridad necesaria.
- Fácil mantenimiento.
- Los materiales para su construcción son de fácil adquisición.
- Costo menor.
- Requiere menos personal para controlar su operación.
- Mejor rendimiento.

Desventajas.

- Solo es usado para este tipo de trabajo.
- Toca tener mucho cuidado al operar ya que es un banco hidráulico y trabaja con presiones elevadas.
- Ocupa un espacio amplio.

2.3.- Parámetros de evaluación.

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

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

En función de las ventajas y desventajas que presentan las alternativas, se evaluará cada parámetro y la alternativa que obtenga el valor más alto en la calificación de parámetros será el seleccionado para ser construido.

Las alternativas también tendrán una calificación entre cero y uno de los parámetros de selección que se ha considerado, son los siguientes, los mismos que están divididos en tres aspectos (mecánico, financiero y complementario).

a) Factores y parámetros de evaluación.

1.- Factor mecánico.

- Rendimiento.
- Funcionalidad.
- Mantenimiento.
- Proceso de construcción.
- Facilidad de operación y control.

2.- Factor financiero.

- Costos de fabricación.
- Costos de operación

3.- Factor complementario.

- Forma.
- Tamaño.

A continuación se define cada uno de los parámetros.

2.3.1.- Factor mecánico.

Rendimiento: Este parámetro se refiere a que se debe tener un alto grado de seguridad para que en el banco de prueba, se pueda chequear el funcionamiento de las válvulas de los frenos y que cumpla con la función para la cual fue construido. Se le da un valor de 0.8.

Funcionalidad: Habla sobre las características de los bancos de prueba para chequear el funcionamiento de las válvulas de control de los frenos, y que cumpla con los fines para la cual 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 óptimo funcionamiento de banco de prueba. A este parámetro se le da un valor 0.6.

Proceso de construcción: Todas las alternativas propuestas, requieren de piezas, instrumentación, elementos con tolerancias de construcción y necesitan de maquinarias adecuadas que permitan obtenerlas. Tomando en cuenta lo anterior se le da 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 asigna un valor de 0.7.

Materiales: Trata del material recomendable y su facilidad de adquisición para que su construcción sea óptima. Este parámetro tiene un valor de 0.5.

2.3.2.- 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 a construirse, buscando la alternativa más económica. Su parámetro tiene un valor de 0.7.

Costos de operación: Una vez construido el banco de prueba, se busca economizar la energía en el proceso de operación. Su valor es de 0.7.

2.3.3.- Factor complementario.

Forma: Trata de la estética de cada uno de los bancos de prueba. Y se le asigna un valor de 0.5.

Tamaño: Se refiere a las dimensiones que posee y el espacio que ocupa el banco de prueba. Su valor es de 0.5.

Para poder evaluar los parámetros tomados en cuenta para realizar la selección de la mejor alternativa de construcción de este proyecto se ha planteado dar valores a dichos factores, el valor estará 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, los factores que le hemos dado un valor más bajo son de menor importancia, pero es necesario analizarlos, para poder tomar una buena decisión en la construcción de la mejor alternativa propuesta.

2.3.4.- Evaluación de parámetros.

Tabla 2.1. Matriz de evaluación.

Parámetros de evaluación	Factor de ponderación X_i	Alternativas	
		1	2
1.- Factor mecánico.			
Rendimiento.	0.8	0.5	0.6
Funcionalidad.	0.8	0.5	0.7
Mantenimiento.	0.6	0.5	0.6
Proceso de construcción.	0.7	0.4	0.6
Facilidad de operación y control.	0.7	0.4	0.6
Materiales.	0.5	0.4	0.5
Fiabilidad.	0.8	0.6	0.7
2.- Factor financiero.			
Costos de fabricación.	0.7	0.4	0.5
Costos de operación.	0.7	0.5	0.4
3.-Factor complementario.			
Forma.	0.5	0.4	0.5
Tamaño.	0.5	0.4	0.4

Tabla 2.2. Matriz de decisión.

Parámetros de evaluación.	Alternativas.	
	1*Xi	2*Xi
1.- Factor mecánico.		
Rendimiento.	0.40	0.48
Funcionalidad.	0.40	0.56
Mantenimiento.	0.30	0.36
Proceso de construcción.	0.28	0.42
Facilidad de operación y control.	0.28	0.42
Materiales.	0.20	0.25
Fiabilidad.	0.48	0.56
TOTAL.	2.34	3.05
2.- Factor financiero.		
Costos de fabricación.	0.28	0.35
Costos de operación.	0.35	0.28
TOTAL.	0.63	0.63
3.- Factor complementario.		
Forma.	0.20	0.25
Tamaño.	0.20	0.20
TOTAL.	0.40	0.45

Tabla 2.3. Matriz de decisión. (Puntajes totales).

Factores	Alternativas	
	1	2
1.- Factor mecánico.	2.34	3.05
2.- Factor financiero.	0.63	0.63
3.- Factor complementario.	0.40	0.45
TOTALES.	3.37	4.13

Los valores que se indican en la tabla de evaluación de parámetros 2.1 están dados de acuerdo a la evaluación y definición de cada uno de los aspectos para las alternativas presentadas anteriormente.

2.4.- Selección de la mejor alternativa.

Concluido el análisis de los parámetros de cada una de las alternativas propuestas, se determina que la segunda alternativa, representa la mejor opción para la construcción, por cuanto es un banco que presenta mejores condiciones de diseño, funcionalidad, rendimiento, facilidad de operación y control, el mismo servirá para el chequeo de las válvulas de control del conjunto de frenos del avión Arava T-201.

CAPÍTULO III

CONSTRUCCIÓN

3.1.- Diseño.

A.- Principios básicos de construcción.

Uno de los pasos más importantes en la construcción estructural del banco de prueba es la “evaluación” del trabajo; es decir: estimar, apreciar, calcular el valor exacto de lo que se va a realizar.

Esto conlleva a la selección del diseño del banco; así como también a la apreciación de la clase de material, tamaño, espesor, resistencia y componentes que estarán inmiscuidos en la construcción del banco, para que su peso no sea mayor, ni menor al tipo de aplicación para el cual fue diseñado.

B.- Examinación de la resistencia.

Cuando se realiza cualquier construcción, se debe tomar en cuenta ciertos aspectos fundamentales que van a intervenir de una u otra manera en el factor estructural del banco, determinando si éste va a estar expuesto a cargas excesivas de compresión o flexión.

El material usado para este fin debe ser de una aleación que permita proporcionar una estabilidad o equilibrio suficientemente rígida; las aleaciones tratadas térmicamente y las aleaciones trabajadas en frío soportan muy poco doblamiento sin que se rajen, en cambio las aleaciones suaves son fáciles de formar, pero no son suficientemente fuertes para usarlas en estructuras principales; las aleaciones fuertes se pueden moldear en su condición de recocidas y ser tratadas térmicamente para que desarrollen su resistencia, antes de colocarlas.

Nota: En lo que se refiere al diseño se hace énfasis en la forma del banco más no a la selección de materiales, tampoco al cálculo de esfuerzos ya que el banco no esta

sometido a ningún tipo de esfuerzo, solamente su función es alojar y sostener los diferentes componentes del banco de prueba.

3.1.1.- Datos técnicos del banco de prueba.

- Altura (total) con garruchas aproximadamente..... 80 cm.
- Altura (total) sin garruchas aproximadamente..... 65 cm.
- Profundidad (total) aproximadamente..... 50 cm.
- Anchura (total) aproximadamente..... 100 cm.

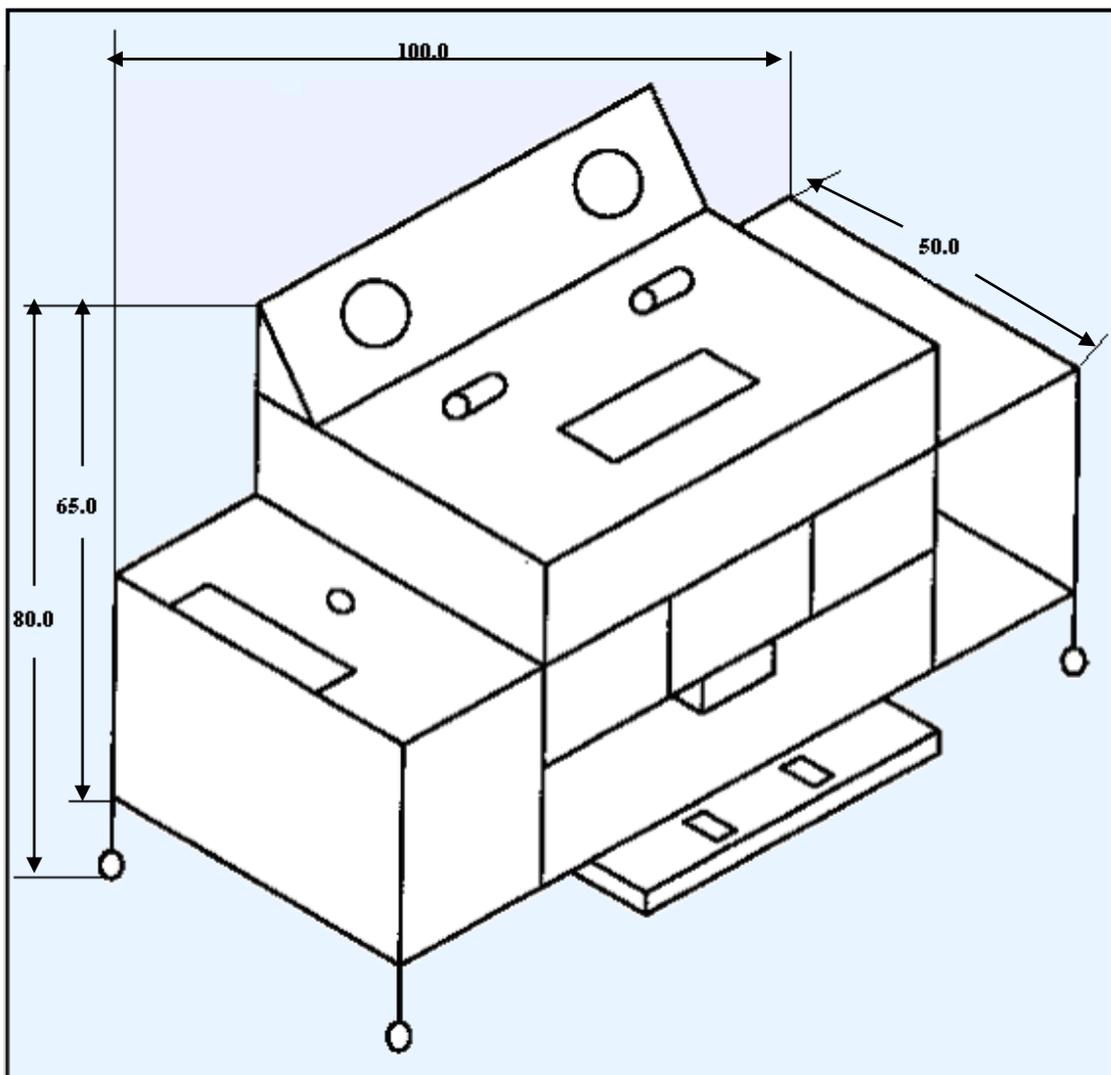


Figura 3.1 Dimensiones del banco de prueba.

3.1.2.- Análisis de materiales a utilizarse.

Para el trabajo de construcción del banco de prueba, para el chequeo de las válvulas de control del conjunto de frenos del avión Arava T-201, se toma en cuenta ciertos materiales que se detallan a continuación.

a) Tubo cuadrado de hierro reforzado de 1¼ pulg.* 2mm.

El hierro es un material que se puede encontrar con mayor facilidad, además es un material resistente, para construir lo que se desea. (Ver Anexo A).



Figura 3.2 Tubo cuadrado de hierro reforzado de 1¼ pulg.* 2mm.

Utilización.

En la construcción este tipo de material se utiliza en la creación de la estructura para el soporte del bloque de las válvulas de control de los frenos, instalación de cañerías y para el soporte de la bomba manual, con el fin de que la estructura sea óptima para el alojamiento de todos componentes.

b) Plancha de tol al frío de 1/32 pulg.

Las características importantes que presenta este material es que puede ser cortado, soldado y pintado fácilmente.



Figura 3.3. Plancha de tol al frío de 1/32 pulg.

Utilización.

En la construcción este tipo de material se utiliza para forrar la estructura metálica del banco con el fin de que los componentes tengan protección ante los agentes externos que pueden causar daño.

c) Electrodo 6011.

La característica de éste electrodo es que; su revestimiento de óptima calidad produce un arco suave y estable, dejando un depósito de excelentes propiedades mecánicas. (Ver Anexo B).

Utilización.

Se utilizó en la soldadura de toda la estructura del banco de prueba.

d) Bomba manual.

Es una máquina hidráulica, que se acciona manualmente mediante una palanca y envía el fluido hidráulico a presión para el funcionamiento de diferentes accesorios mecánicos.

Nota: Se utilizó la bomba del propio avión.

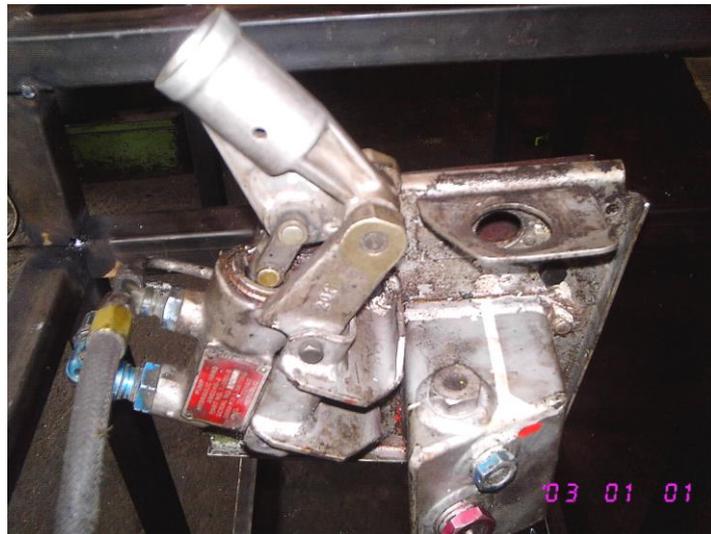


Figura 3.4. Bomba manual

Utilización.

La bomba manual va instalada en la estructura del banco de prueba, y la utilizamos para enviar el líquido hidráulico a través de las cañerías de presión, para de esta manera realizar el chequeo de las válvulas de control del conjunto de frenos.

e) Cañerías hidráulicas.

Como su nombre lo indica son aquellos elementos destinados al transporte del fluido hidráulico, desde el mecanismo de impulsión (bomba hidráulica), hasta el consumidor. Las cañerías hidráulicas pueden ser de dos tipos:

- Cañerías rígidas o metálicas.
- Cañerías flexibles.



Figura 3.5. Cañerías hidráulicas.

1) Cañerías rígidas.

Son fabricadas de aleación de aluminio, o aleación de titanio. Se utiliza una tubería metálica en estos tres casos: cuando la línea no esta sometida a vibraciones importantes, cuando no conecte elementos que se desplacen uno respecto a otro, o cuando no pertenece a líneas de conexión directa a las bombas (Ver Anexo D).

2) Cañerías flexibles.

Se denomina cañería flexible a un elemento tubular flexible, fabricado de goma natural o de cauchos sintéticos, estas son empleadas en todas aquellas zonas en las que existe un movimiento relativo entre los componentes de un circuito. Las cañerías de las bombas son flexibles con el fin de absorber los movimientos o vibraciones que produce la impulsión del líquido (Ver Anexo D).

Utilización.

Permite el paso de líquido hidráulico a través del sistema para que el banco de comprobación funcione normalmente, son de dos materiales caucho y acero. Las dos cañerías son de ¼ de pulgada de diámetro.

f) Válvula check.

Nos permite controlar que el flujo del líquido hidráulico se dirija en un solo sentido y en caso de que la bomba no envíe líquido hidráulico esta nos ayuda a mantener el sistema con una presión adecuada y el líquido hidráulico no regrese en sentido contrario.



Figura 3.6. Válvulas check.

Utilización.

Como se dijo anteriormente esta válvula sirve para que el líquido hidráulico se dirija en un solo sentido, en el banco se encuentran instaladas; una antes del manómetro que indica la presión de ingreso, y otra antes del manómetro que indica la presión de salida.

g) Manómetros de alta presión con glicerina de (0 a 5000PSI y de 0 a 1500 PSI).

Es un instrumento de medición de presiones en PSI. (lbf/pulg²), permite determinar adecuadamente si una determinada presión esta dentro de los limites permisibles.



Figura 3.7. Manómetros de presión.

Utilización.

Este instrumento que esta ubicado en el panel del banco de prueba, permite observar cual es la presión que ingresa (2550 PSI) y la presión que sale (760 a 840 PSI) de la caja de válvulas de los conjuntos de frenos, para ver si se encuentran dentro de los parámetros permisibles que da las ordenes técnicas o el manual de operación y mantenimiento del fabricante.

h) Llaves de paso.

Sirve como válvula unidireccional de paso de fluido hidráulico, ayuda a retener el fluido según los requerimientos técnicos.

Utilización.

En el banco tenemos tres llaves de paso que permite dirigir el recorrido del fluido hidráulico según la necesidad; dos están ubicadas en las cañerías de presión de ingreso y la otra en la cañería de retorno.

i) Acoples y racores

Estos elementos permiten el acoplamiento entre cañerías o la unión de las mismas con un componente del sistema, estos pueden ser de bronce, acero o de aleación de titanio.



Figura 3.8.Acoples y racores.

Utilización.

Estos acoples se utilizó para unir todas las cañerías que se encuentran en el circuito hidráulico del banco de prueba.

j) Cámara de frenos.

Esta compuesta por un conjunto de mecanismos que permite realizar el proceso de frenado de las ruedas de las aeronaves.

Nota: Se utilizó la cámara de frenos del propio avión.



Figura 3.9. Cámara de frenos.

Utilización.

La cámara de frenos en el banco utilizamos para observar el trabajo que realiza la caja de válvulas al presionar las palancas de los pedales.

k) Ruedas de soporte del banco de prueba.

Es un medio de transporte que permite movilizar cualquier artefacto con facilidad. (Ver Anexo C).

Utilización.

Son cuatro ruedas que están instaladas en la parte inferior de la estructura del banco, sirve para trasladar con facilidad el banco de prueba de un lugar a otro.

l) Válvula reguladora de caudal.

Permite regular la cantidad de fluido hidráulico que se desea que ingrese por las cañerías hidráulicas.

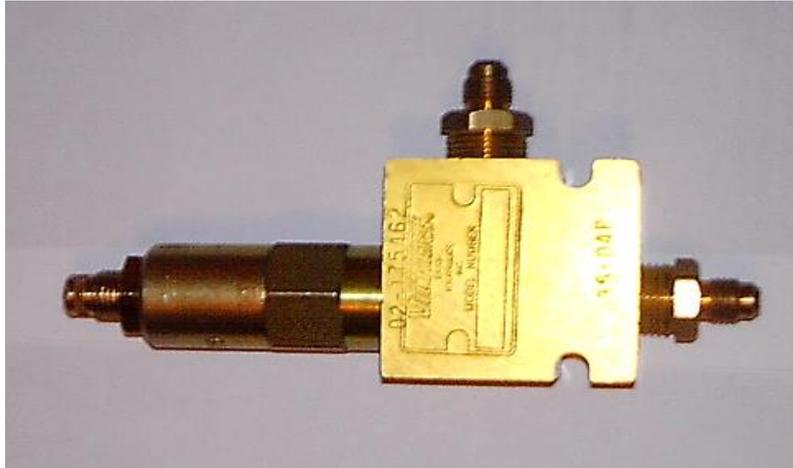


Figura 3.10. Válvula reguladora de caudal.

Utilización.

Esta válvula se encuentra ubicada en la cañería de presión después de la bomba, esta válvula permite regular el paso de fluido hidráulico manualmente, para poder realizar las diferentes pruebas de chequeo de las válvulas de los conjuntos de frenos.

3.1.3.- Descripción general del banco de prueba.

El banco de prueba consta de una estructura, que sirve para el soporte de la caja de válvulas de control de los frenos, la cámara de frenos y la bomba manual, todos estos elementos son facilitados por el GAE-44 “PASTAZA”

El sistema también consta de cañerías, acoplamiento rápidos, una válvula reguladora de caudal manual, dos válvulas check, tres llaves de paso y dos manómetros, los mismos que nos permiten el control e indican la presión que ingresa y sale de la caja de válvulas.

3.1.3.1.- Estructura móvil.

La estructura está elaborada con tubo cuadrado de hierro reforzado de 1¼ pulg.* 2mm., en la que están instalados todos los accesorios y componentes del banco de prueba,

esta cubierto con tol al frío y montada sobre cuatro ruedas las mismas que facilita su movilidad.

En la parte frontal tiene dos puertas, por donde se realizará el mantenimiento de las partes internas del banco.

En la parte inferior delantera se encuentran dos pedales los mismos que están unidos por dos cables de acero a las palancas de la caja de válvulas y nos sirve para accionar las válvulas de control del los conjuntos de frenos a ser chequeadas.



Figura 311. Estructura del banco de prueba.

3.1.3.2.- Construcción del alojamiento para la caja de válvulas.

El alojamiento de la caja de válvulas está elaborado de tol al frío, en la parte superior va una tapa elaborada con tol y una ventana de mica, la misma que sirve para poder acoplar y desacoplar la caja de válvulas y también para poder observar si existen fugas del líquido hidráulico durante el chequeo de las mismas, en la parte inferior se encuentra una bandeja elaborada con tol al frío, la misma que nos sirve para recoger el

líquido hidráulico en caso de existir fugas durante el chequeo de las válvulas de control de los conjuntos de frenos.

3.2.- Esquemas y circuitos del banco de prueba.

3.2.1.- Circuito hidráulico del banco de prueba.

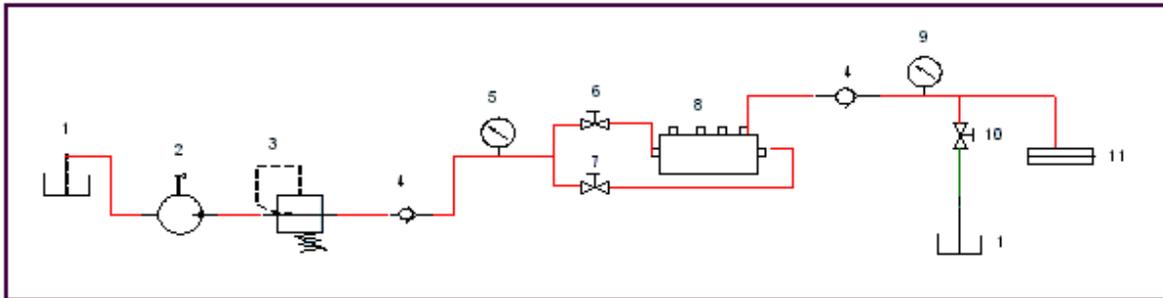


Figura 3.12. Esquema del circuito hidráulico del banco de prueba.

1. Reservorio hidráulico.
2. Bomba manual.
3. Válvula reguladora de caudal.
4. Válvula check.
5. Manómetro de presión de entrada.
6. Llaves de paso principal.
7. Llaves de paso de emergencia.
8. Caja de válvulas.
9. Manómetro de presión de salida.
10. Llaves de paso de retorno.
11. Cámara de frenos

3.2.2.- Descripción del circuito hidráulico del banco.

El líquido hidráulico (MIL-H-5606) se encuentra en un reservorio localizado en la estructura del banco de prueba, de donde por gravedad se dirige hacia el reservorio de la bomba manual, mediante la bomba manual se impulsa el líquido hidráulico por las cañerías de presión, pasando por una válvula reguladora manual que nos permite enviar el

flujo necesario, luego pasa por una válvula check la misma que permite el paso del líquido hidráulico en un solo sentido de flujo, continua por un manómetro donde podemos observar la presión que ingresa a la caja de válvulas (2550 PSI o 180 kg/cm^2), siguiendo por unas llaves de paso las que nos permite dar la dirección del fluido según se requiera para el chequeo, la presión llega a la caja de válvulas y mediante el accionamiento de las palancas de la caja de válvulas que están acopladas a dos pedales mediante cables de acero, el líquido hidráulico atraviesa por una válvula check, siguiendo por un manómetro donde se verifica la presión de salida (740 a 840 PSI. o 53.4 a 59.0 kg/cm^2), luego se dirige a la cámara de frenos donde se observa el trabajo que realiza la caja de válvulas al presionar las palancas de los pedales, estos pedales se encuentran en la parte inferior del banco de prueba.

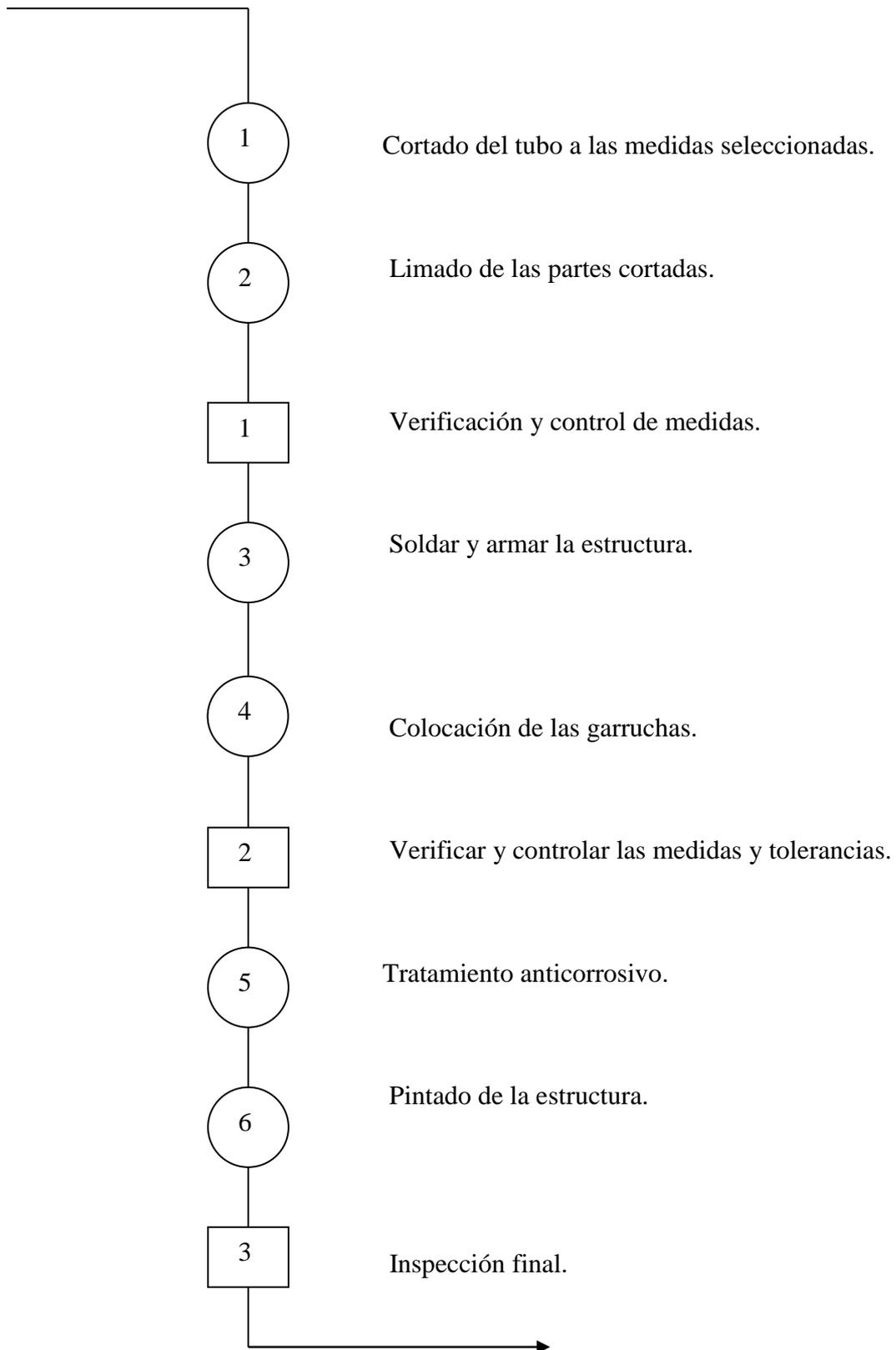
Finalmente mediante el accionamiento de una llave de paso, el líquido hidráulico se dirige al reservorio principal que se encuentra en la estructura del banco de prueba.

3.3.- Diagramas de procesos.

A continuación se presenta los diagramas de los diferentes procesos en la construcción del banco de prueba para chequear las válvulas de control de los conjuntos de frenos.

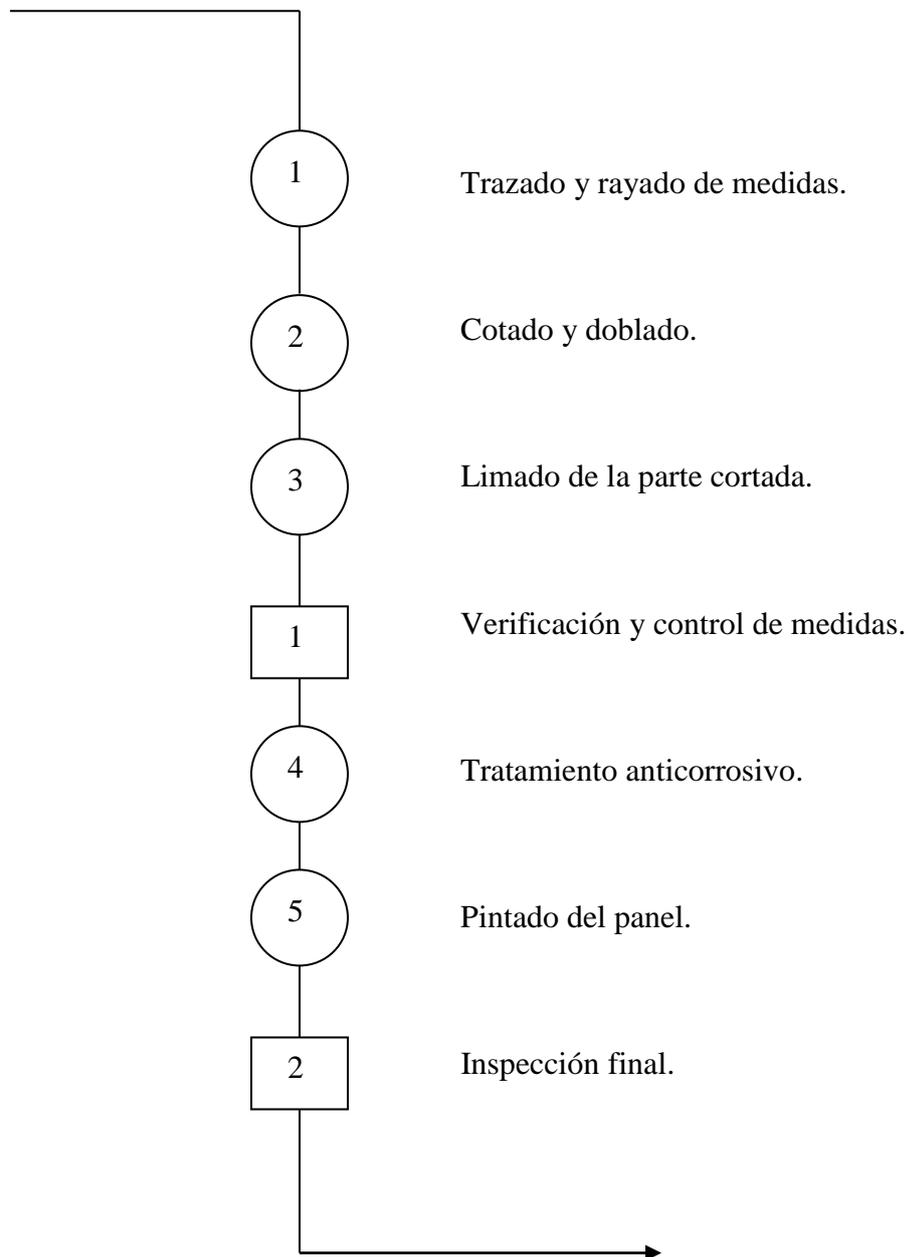
3.3.1.- Diagrama de procesos de construcción de la estructura.

Material: Tubo cuadrado de hierro reforzado de 1¼ pulg. * 2mm.



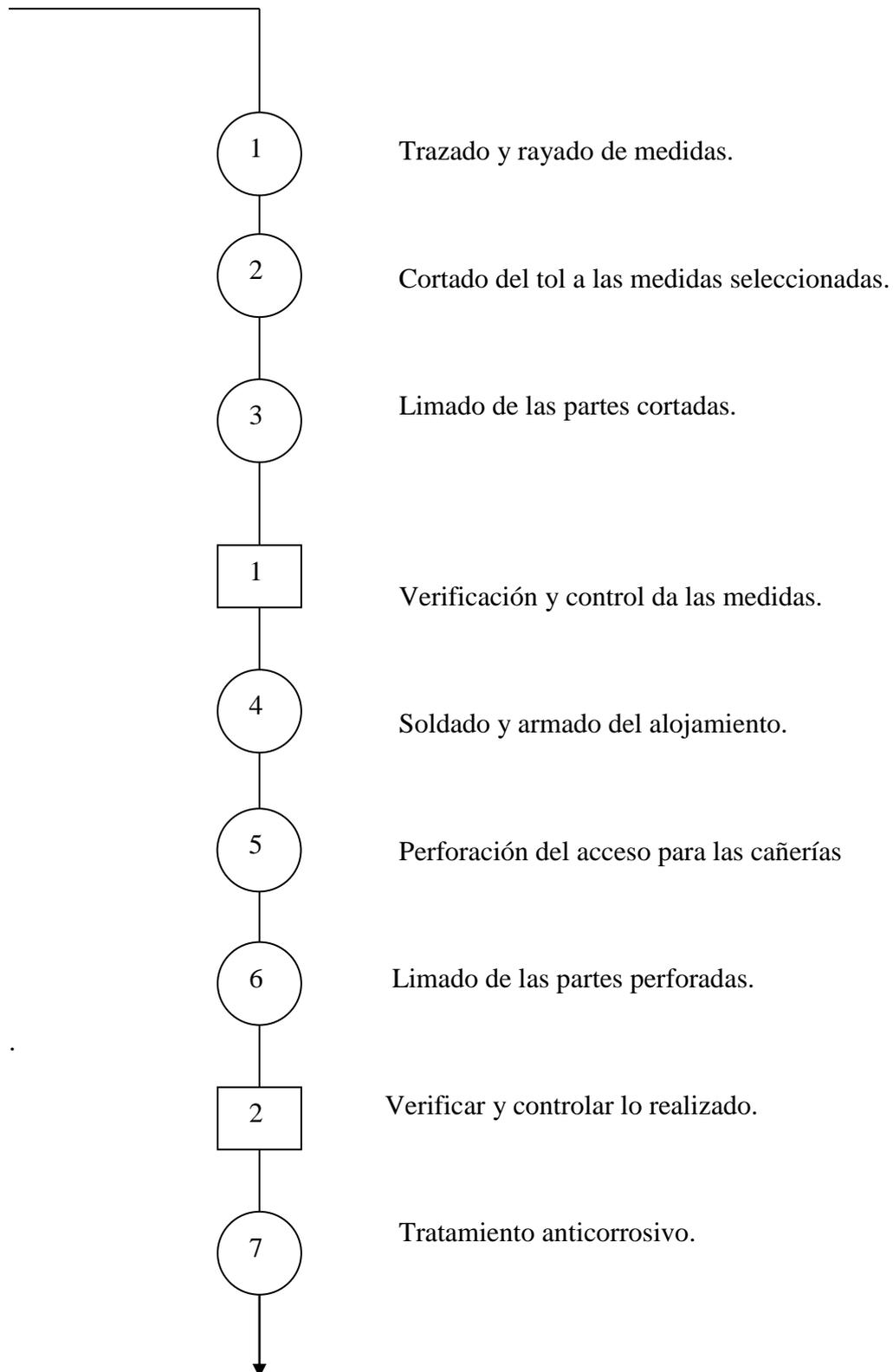
3.3.2.- Diagrama de procesos de construcción del panel de control para el alojamiento de los manómetros.

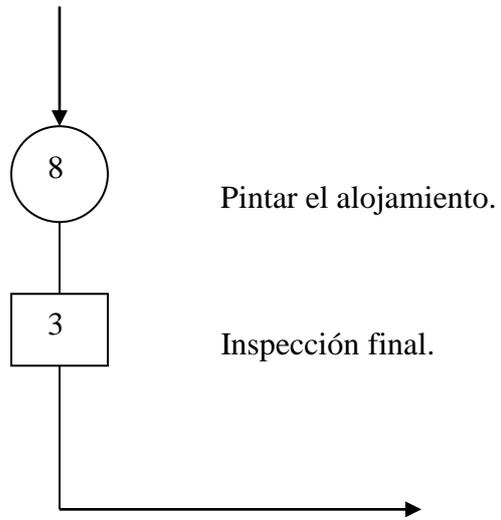
Material: Plancha de tol al frío de 1/32 pulg.



3.3.3.- Diagrama de procesos de construcción del alojamiento de la caja de válvulas.

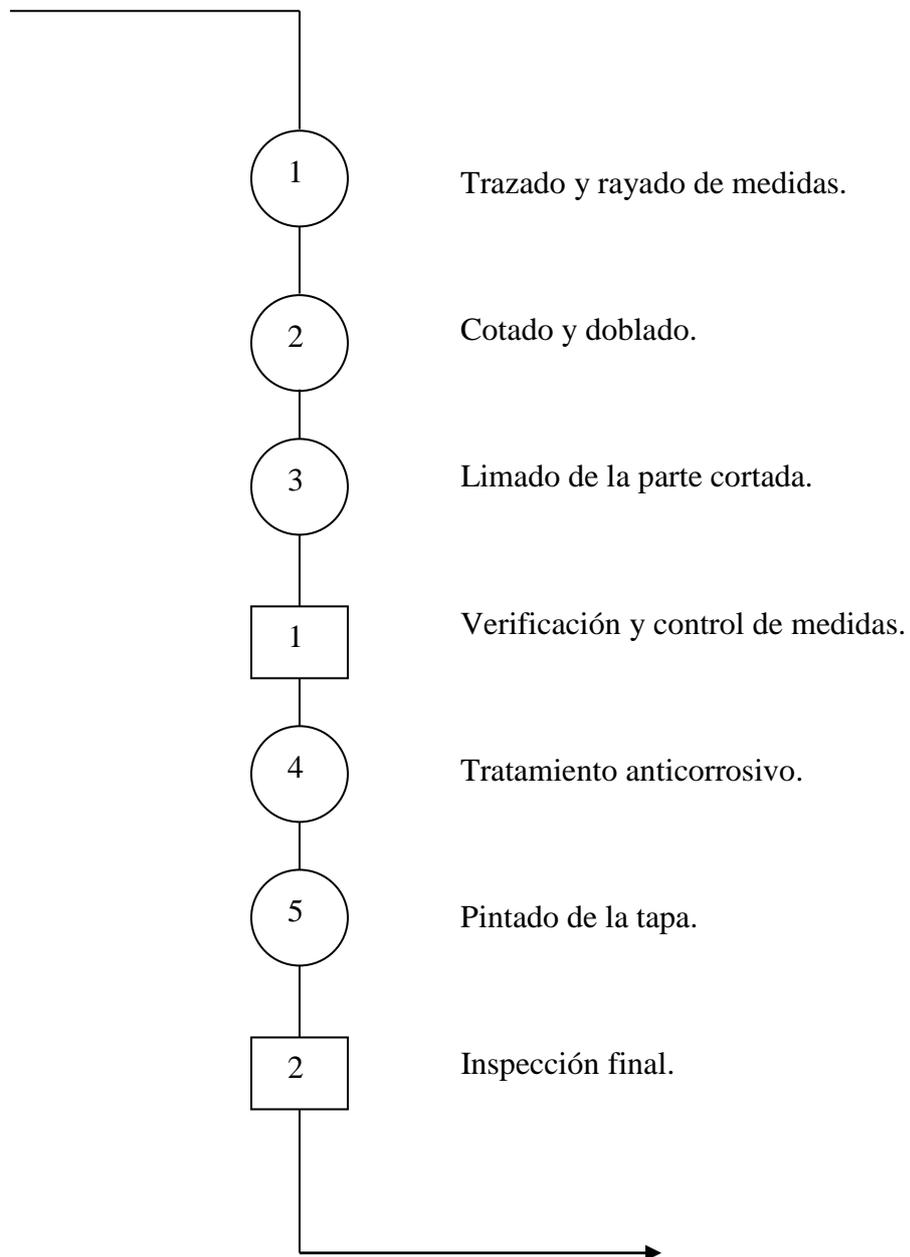
Material: Plancha de tol al frío de 1/32 pulg.





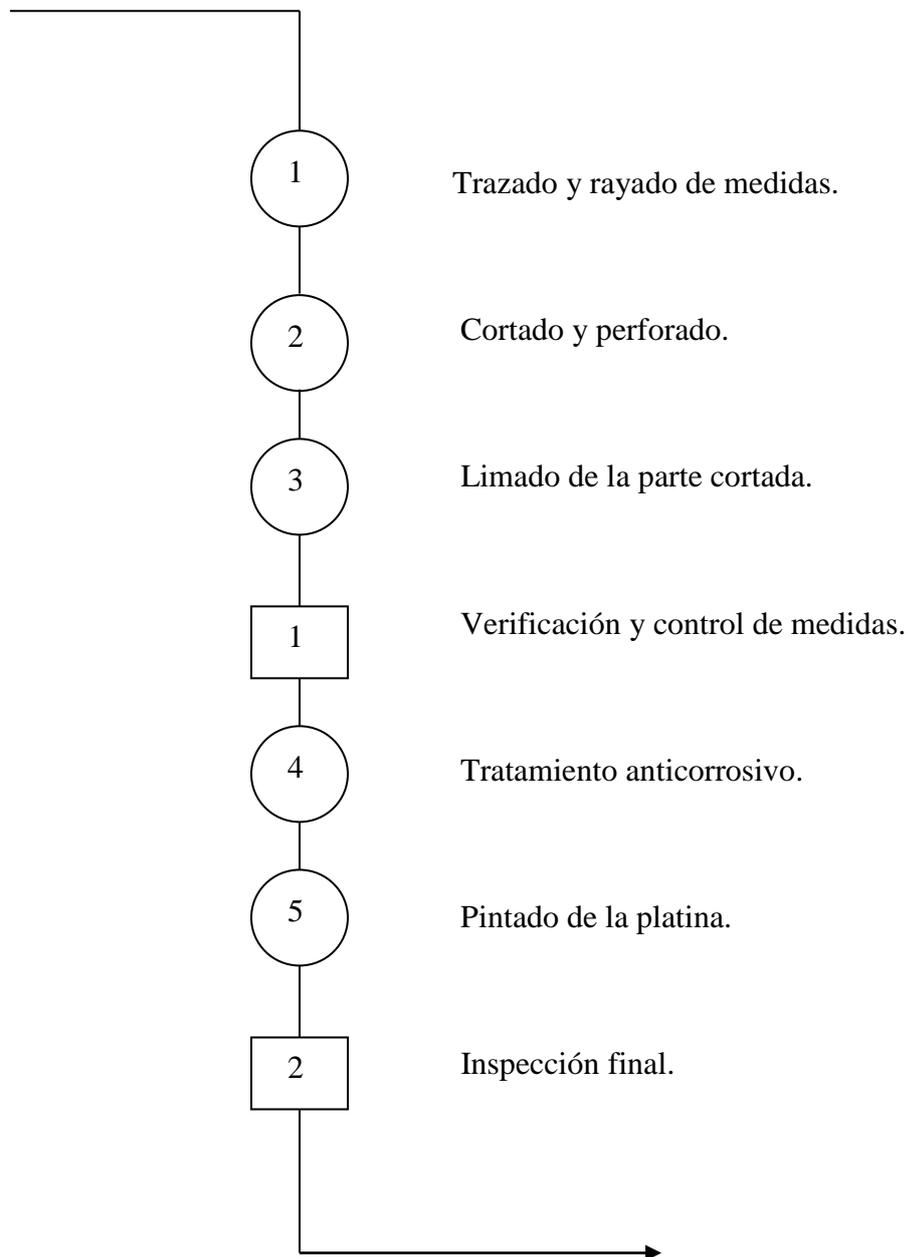
3.3.4.- Diagrama de procesos de construcción de la tapa del alojamiento de la caja de válvulas.

Material: Plancha de tol al frío de 1/32 pulg.



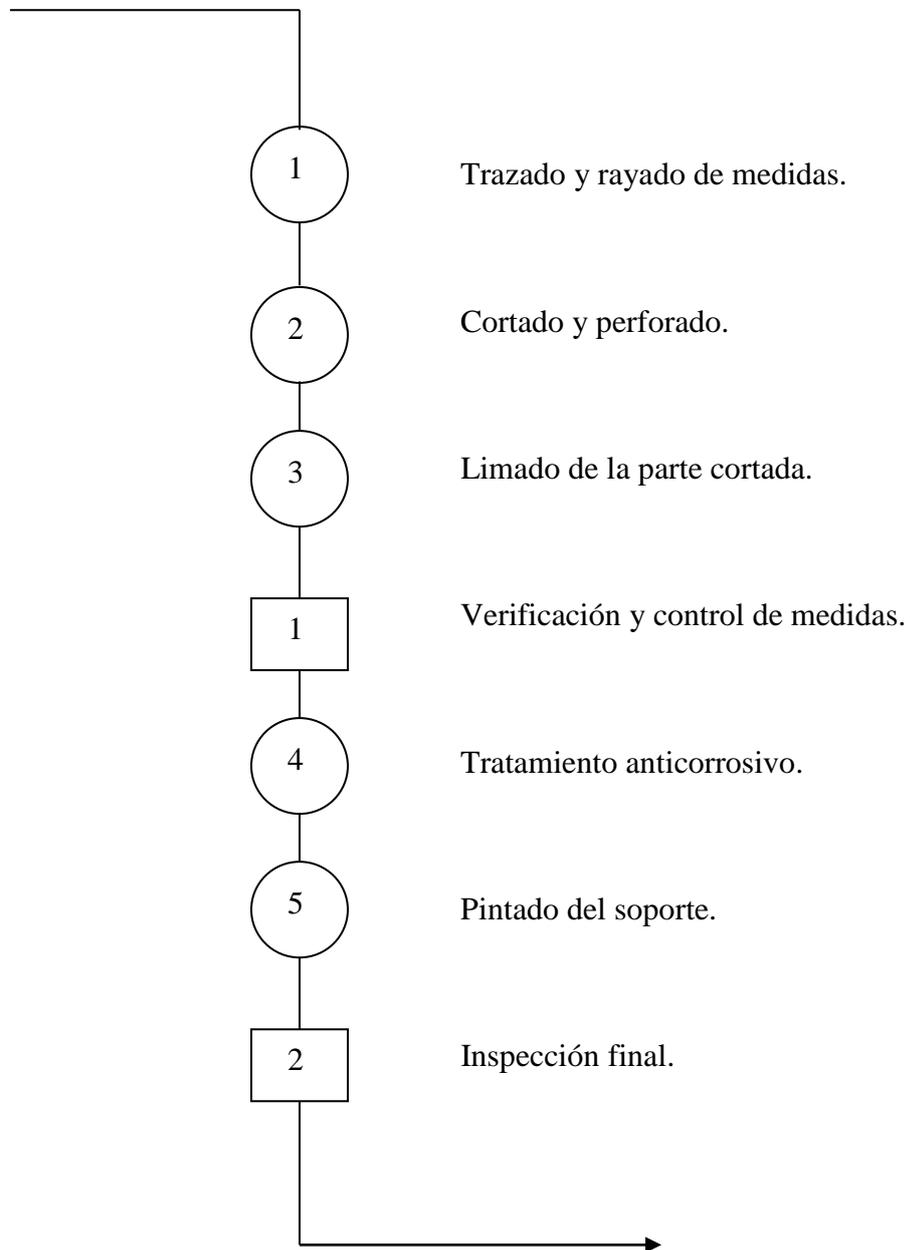
3.3.5.- Diagrama de procesos de construcción de la placa de soporte para la caja de válvulas.

Material: Platina de 1* 3/16 pulg.



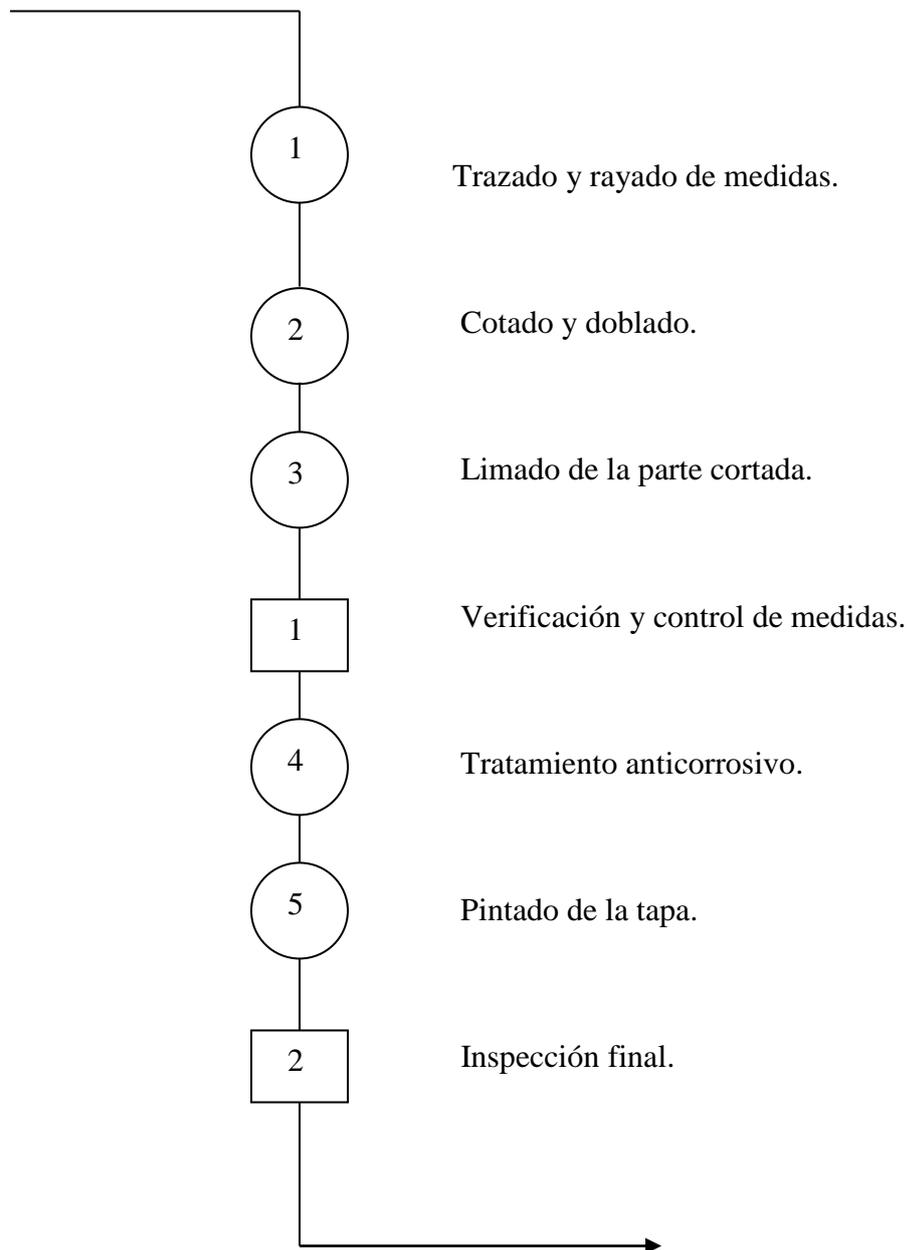
3.3.6.- Diagrama de procesos de construcción del soporte para la bomba manual.

Material: Plancha de tol de 1/8 pulg.



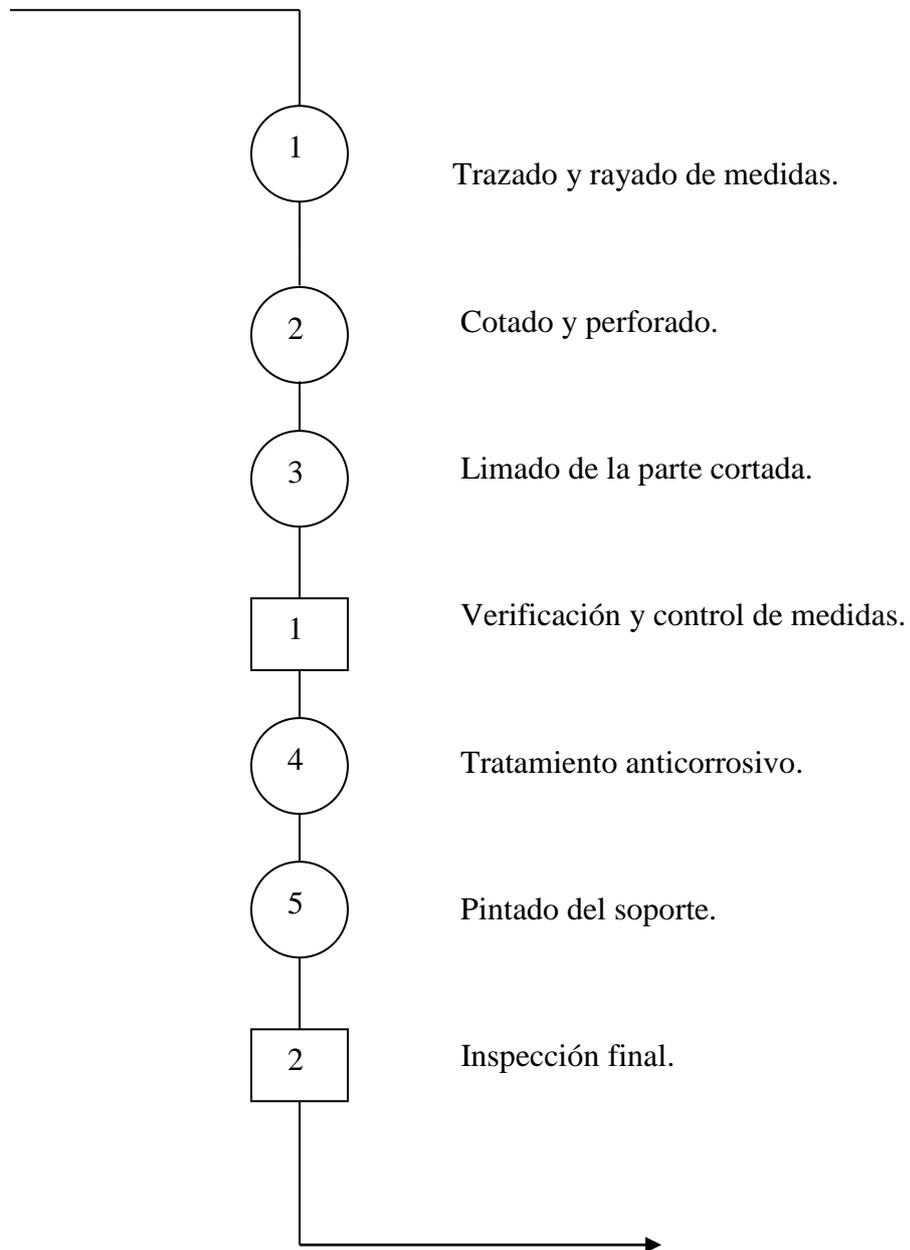
3.3.7.- Diagrama de procesos de construcción de la tapa del alojamiento de la bomba manual.

Material: Plancha de tol al frío de 1/32 pulg.



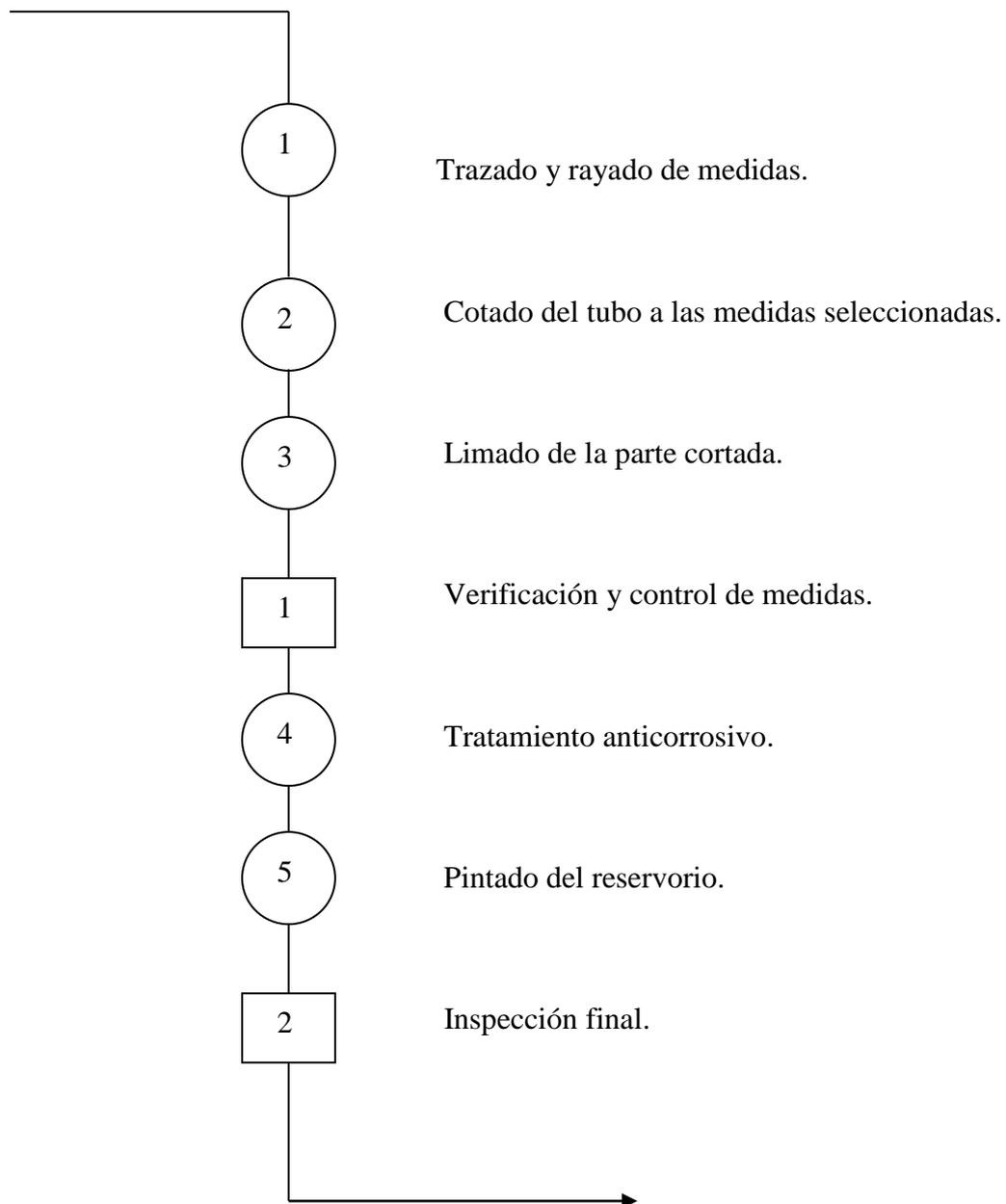
3.3.8.- Diagrama de procesos de construcción del soporte para la cámara de frenos.

Material: Tubo cuadrado de hierro reforzado de 1¼ pulg. * 2mm.



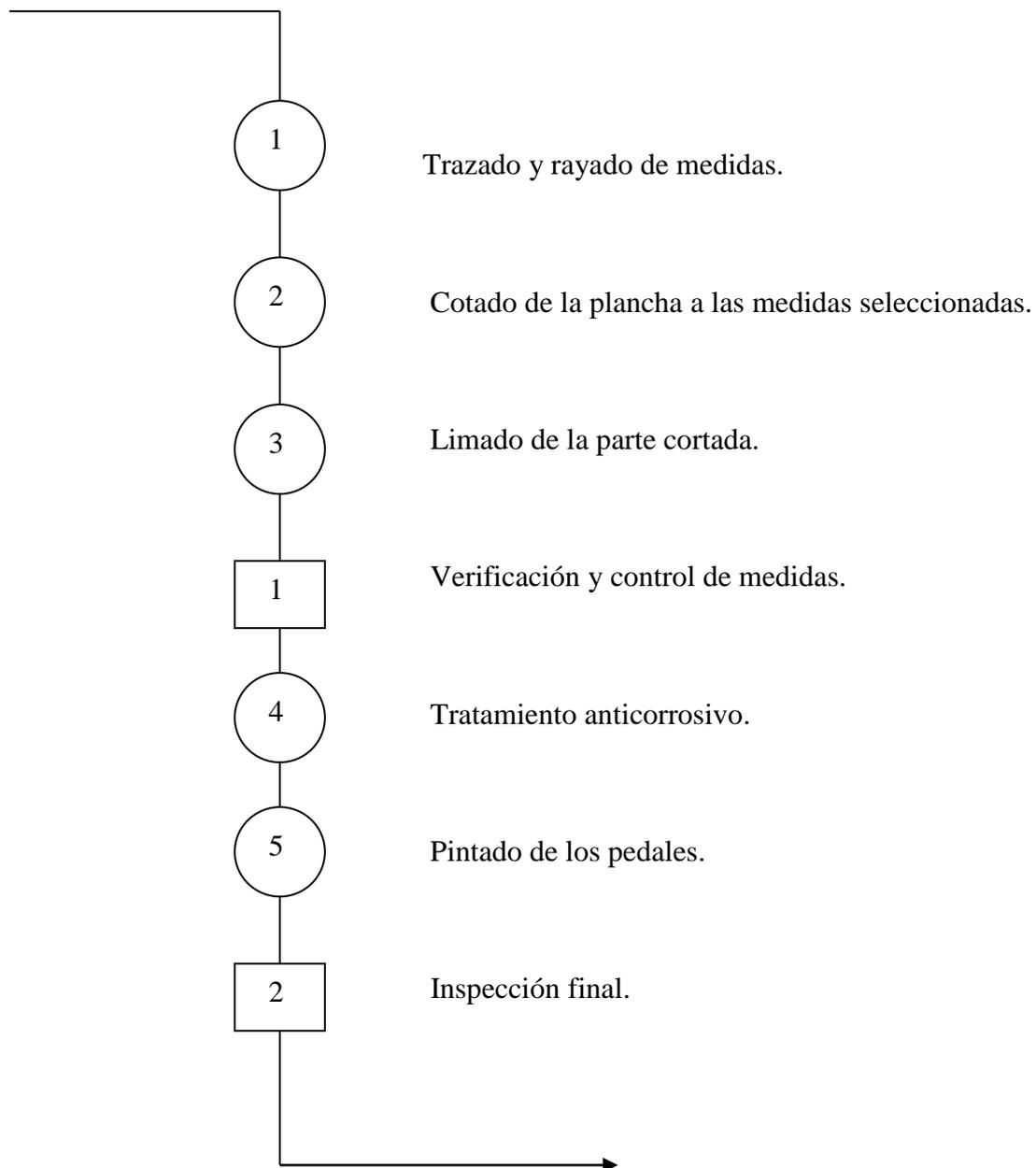
3.3.9.- Diagrama de procesos de construcción del alojamiento de los pedales.

Material: Tubo cuadrado de hierro reforzado de 1¼ pulg. * 2mm.



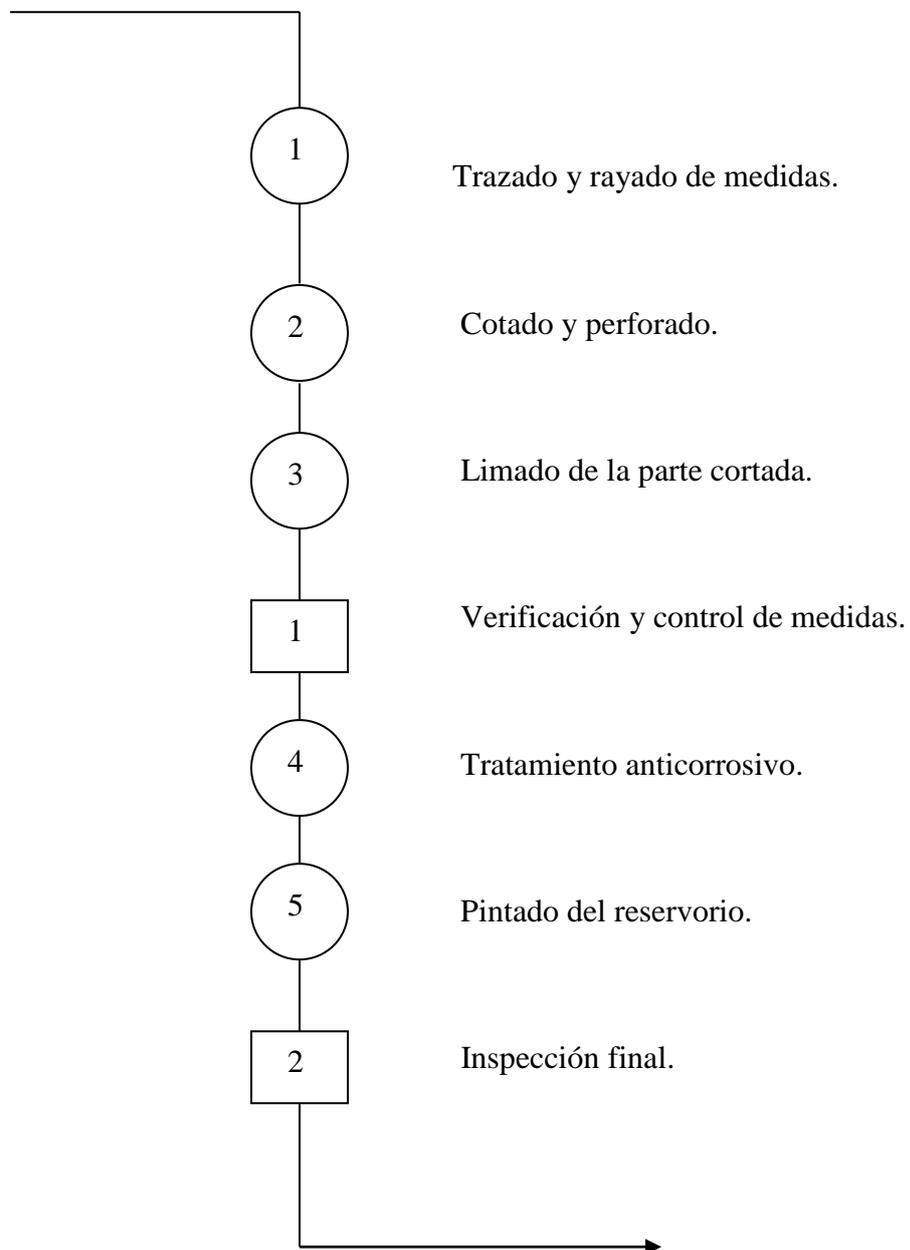
3.3.10.- Diagrama de procesos de construcción de los pedales.

Material: Plancha de 3 mm.



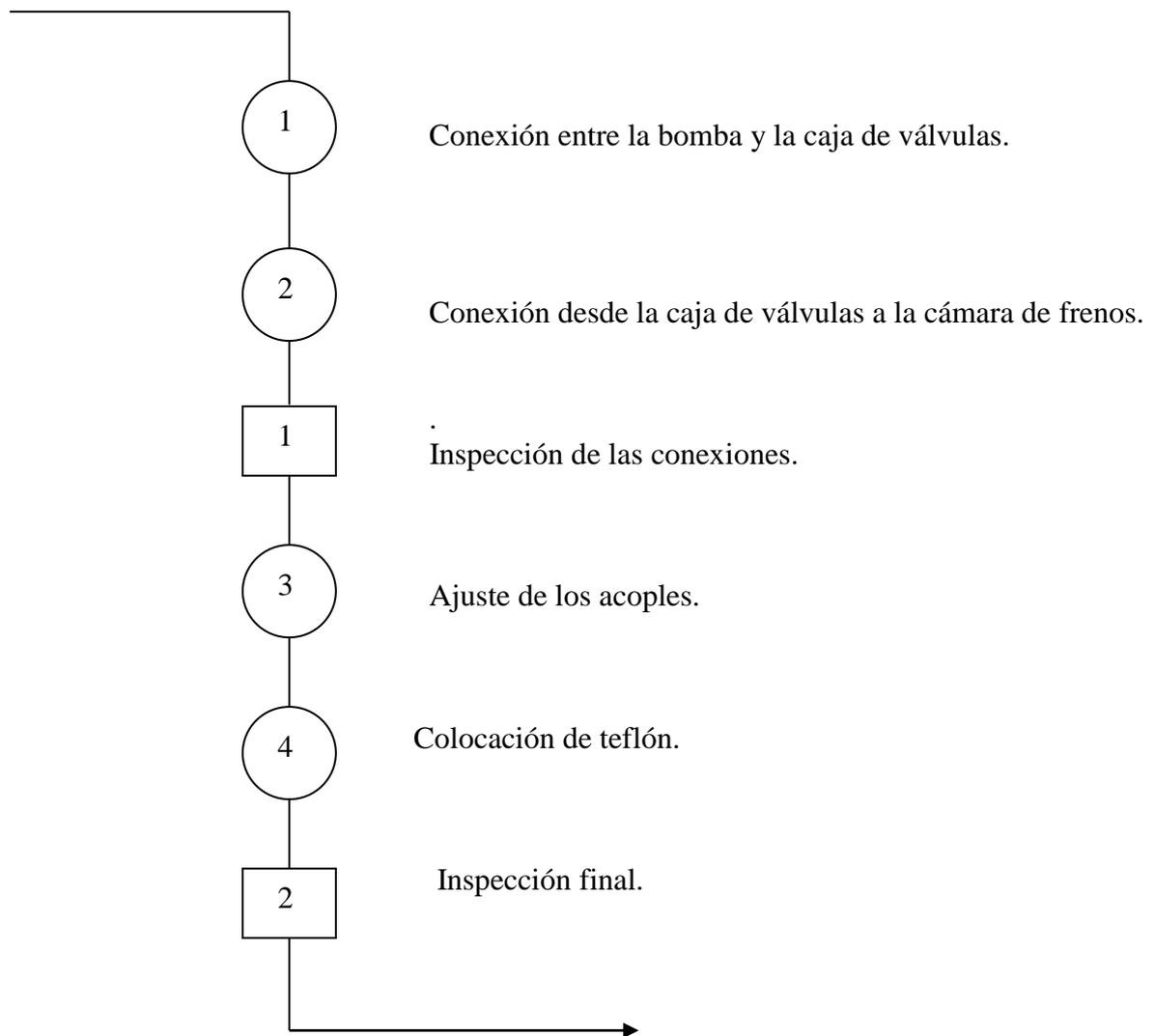
3.3.11.- Diagrama de procesos de construcción del reservorio hidráulico.

Material: Plancha de 3 mm.



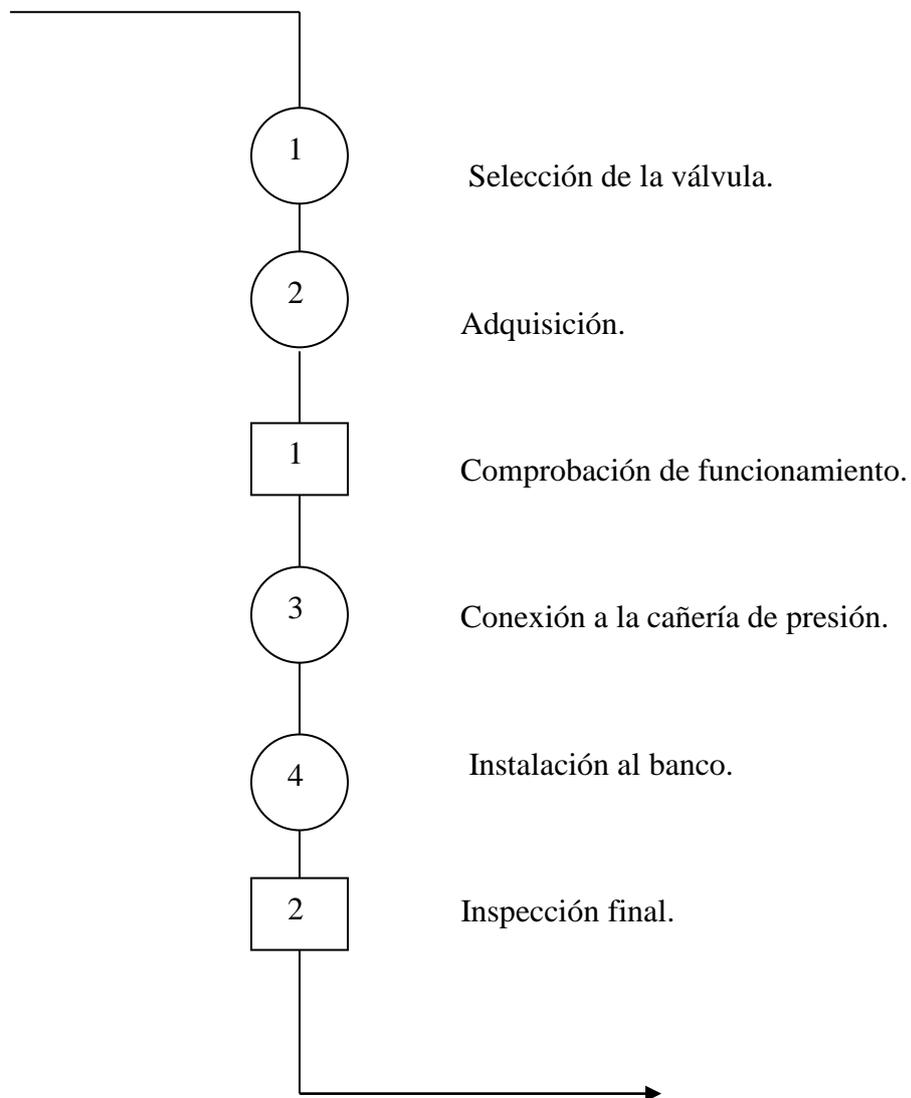
3.3.12.- Diagrama de proceso de instalación de las cañerías hidráulicas.

Cañerías hidráulicas.



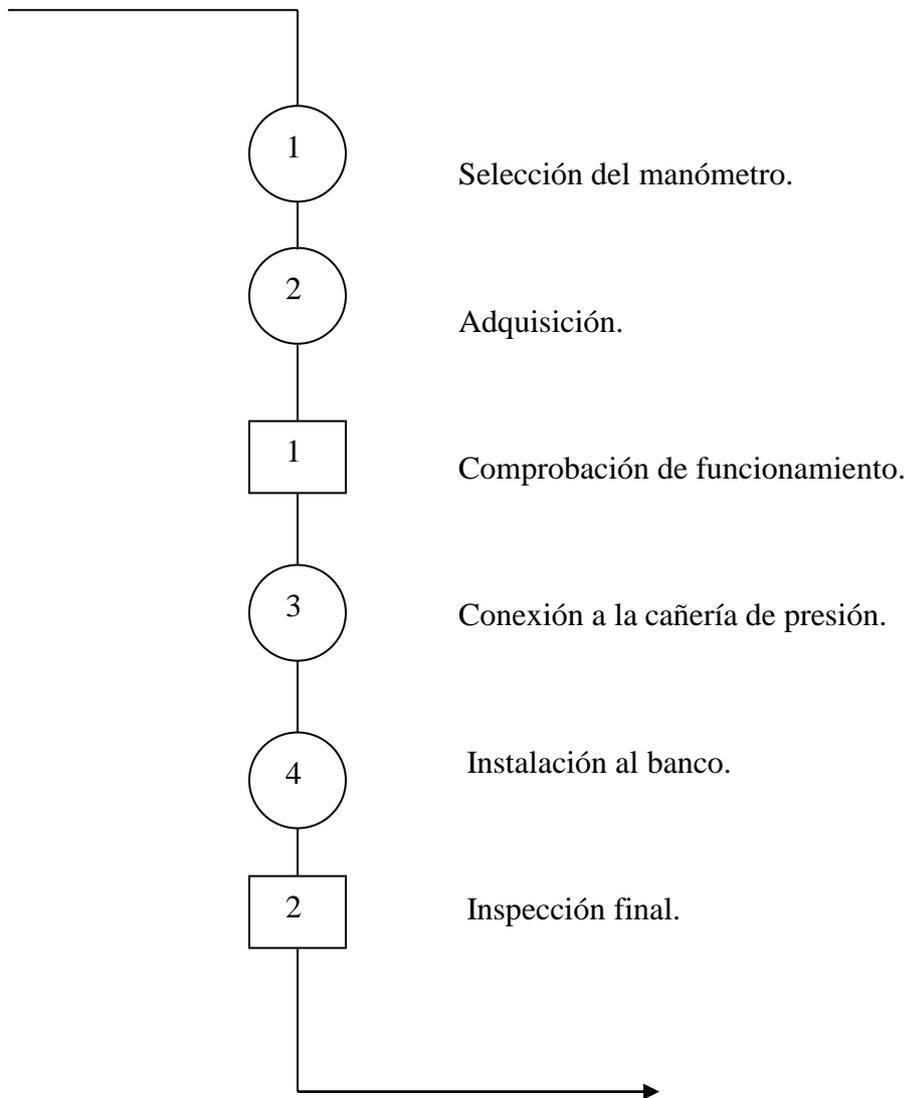
3.3.13.-Diagrama de proceso de instalación de la válvula reguladora de caudal.

Válvula reguladora



3.3.14.- Diagrama de proceso de instilación del manómetro de presión.

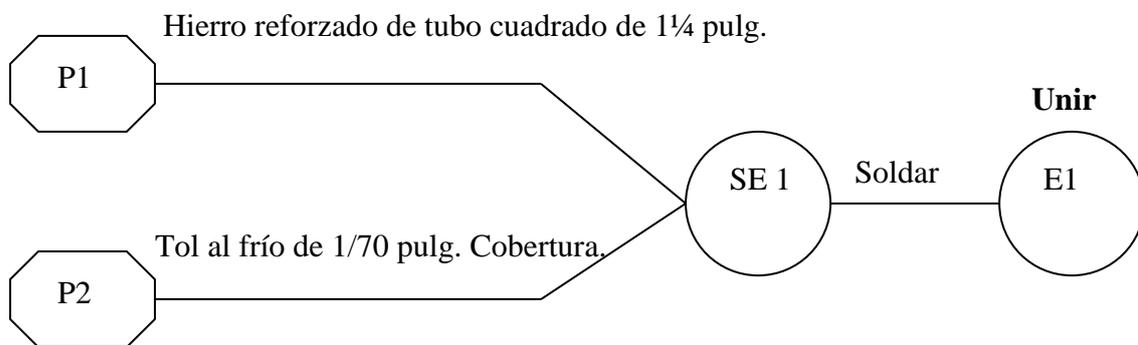
Manómetro.



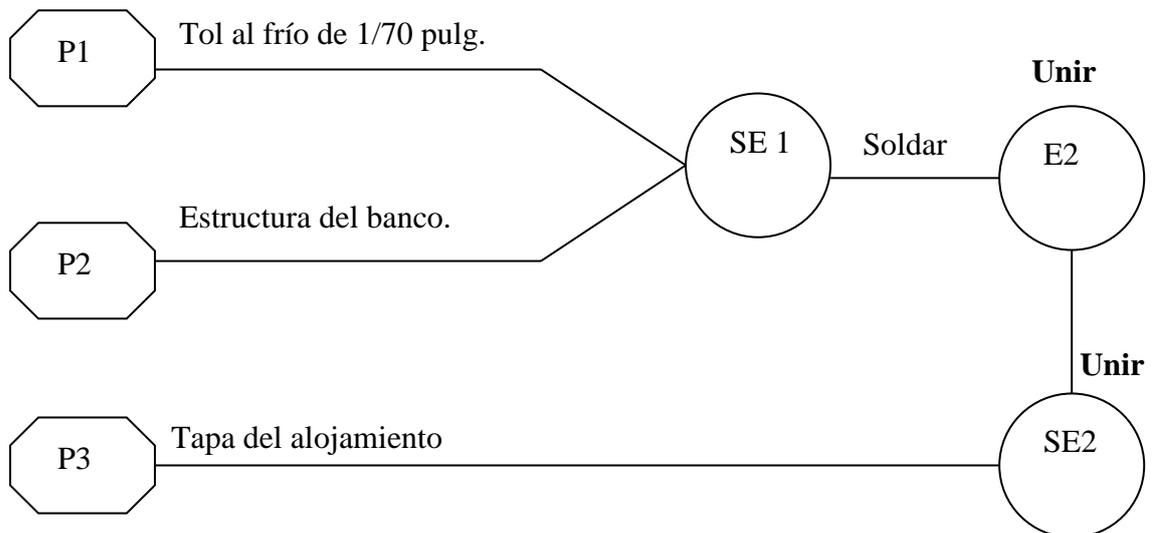
3.4.- Diagramas de ensamble.

Para proceder al ensamble de los elementos que conforman el banco de pruebas para chequear las válvulas de control del conjunto de frenos, se procederá con mucha precaución, por cuanto debemos ensamblarlos con mucha precisión por tener elementos que podrían tener fugas al conectarlos.

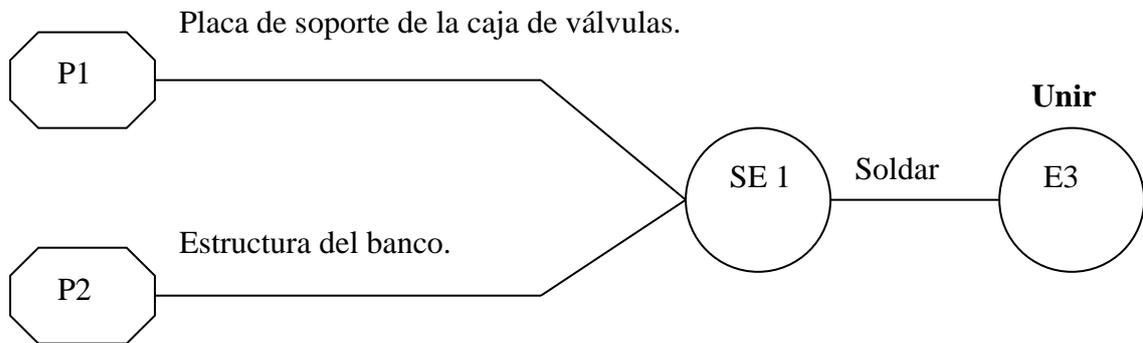
3.4.1.- Diagrama de ensamble de la estructura.



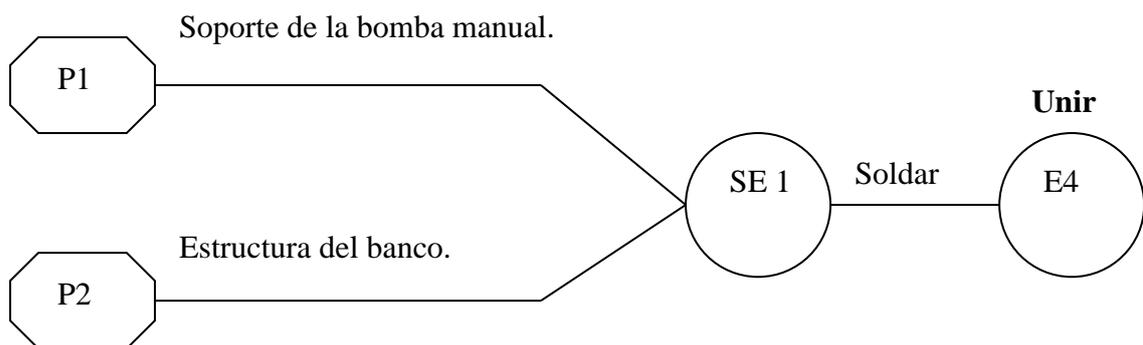
3.4.2.- Diagrama de ensamble del alojamiento de la caja de válvulas.



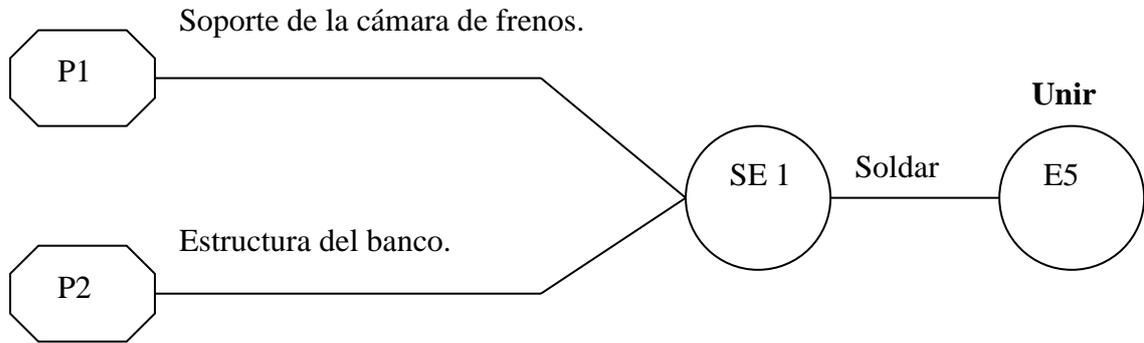
3.4.3.- Diagrama de ensamble del soporte de la caja de válvulas.



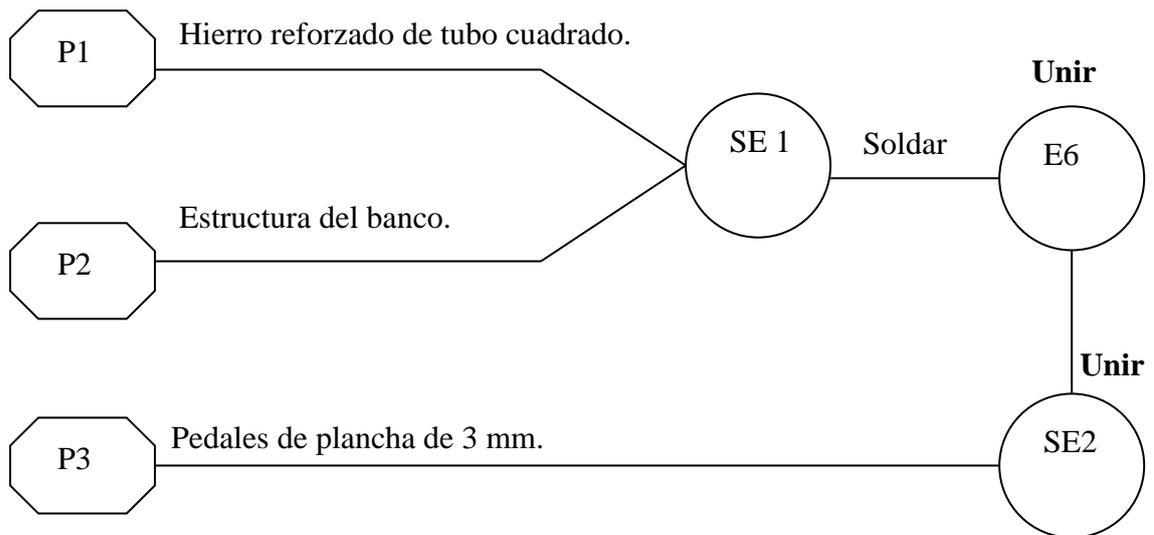
3.4.4.- Diagrama de ensamble del soporte de la bomba manual.



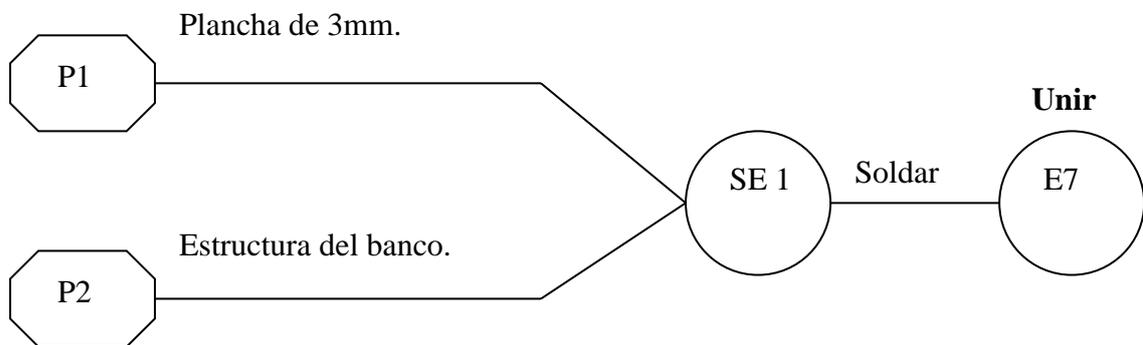
3.4.5.- Diagrama de ensamble del soporte de la cámara de frenos.



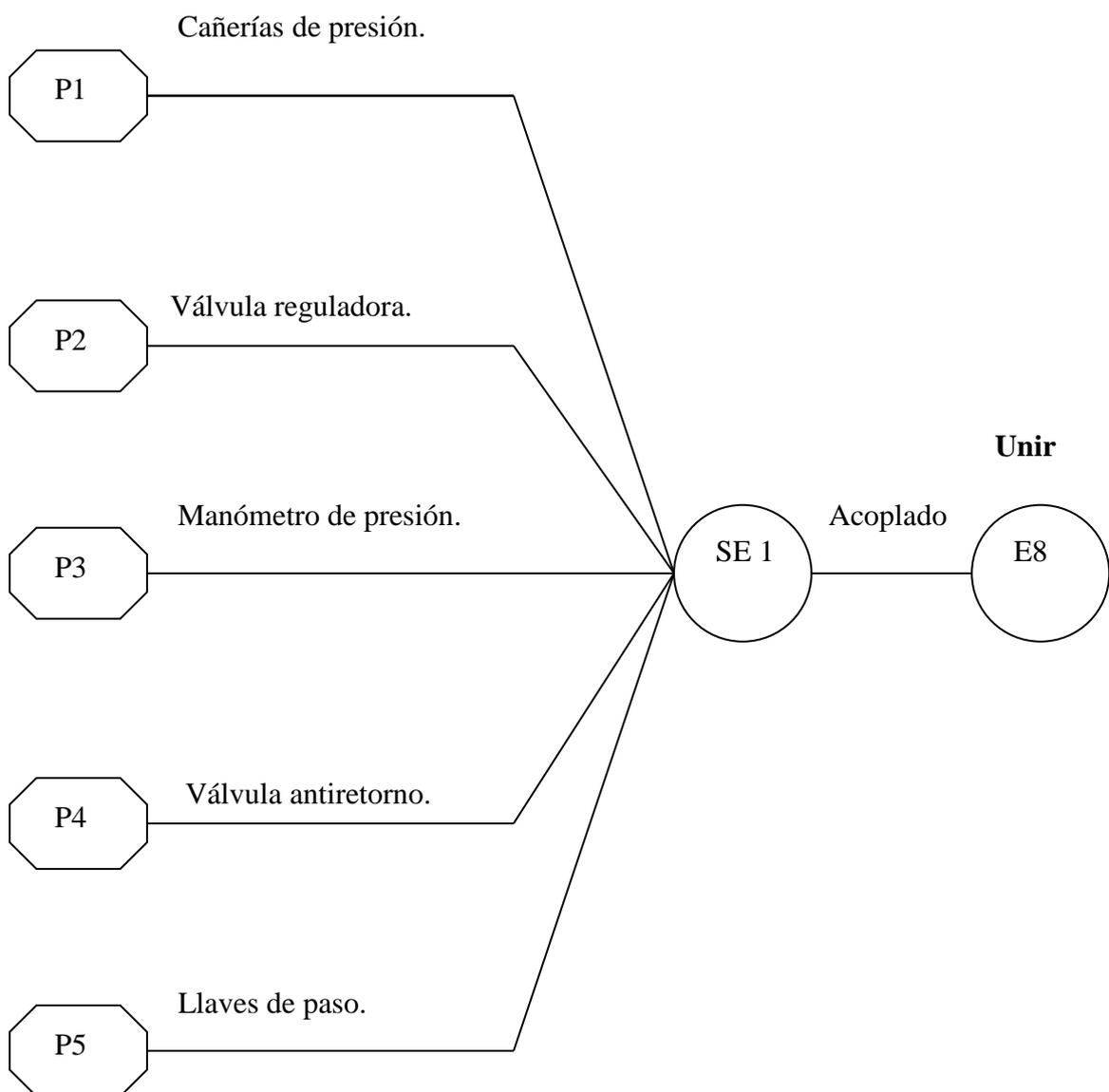
3.4.6.- Diagrama de ensamble del alojamiento de los pedales.



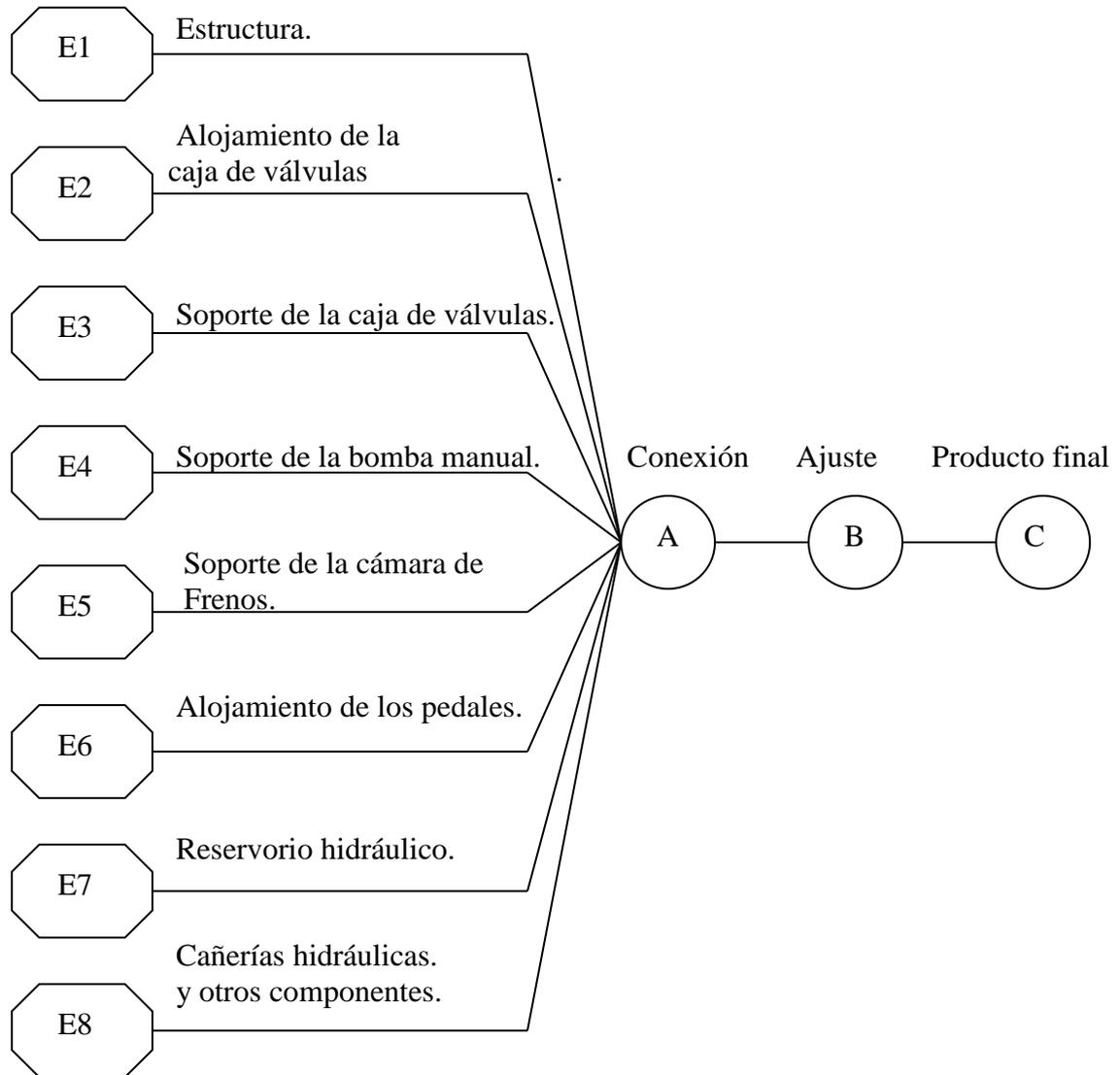
3.4.7.- Diagrama de ensamble del reservorio hidráulico.



3.4.8.- Diagrama de ensamble de las cañerías y otros componentes.



3.4.5.- Diagrama de ensamble final.



3.5.- Pruebas de funcionamiento.

Una vez realizada la construcción de la estructura y el acoplamiento de los diferentes componentes, se procede a verificar el estado de funcionamiento de cada uno de los elementos que conforman el banco de prueba.

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

Tabla 3.1: Estado de los elementos del banco.

Elemento	Condición de ensamble		Condición de funcionamiento	
	Satisfactorio.	Insatisfactorio.	Satisfactorio.	Insatisfactorio.
Estructura	√		√	
Ruedas.	√		√	
Soporte de la caja de válvulas.	√		√	
Soporte de la cámara de frenos.	√		√	
Alojamiento de la caja de válvulas.	√		√	
Bomba manual.	√		√	
Cañerías.	√		√	
Acoples.	√		√	
Válvula reguladora de caudal.	√		√	
Manómetro.	√		√	
Válvula check.	√		√	
Reservorio hidráulico.	√		√	
Bandeja.	√		√	
Pedales.	√		√	

Elemento	Condición de funcionamiento		Condición de ensamble	
	Satisfactorio.	Insatisfactorio.	Satisfactorio.	Insatisfactorio.
Llaves de paso.	√		√	
Cables de acero.	√		√	

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



Figura 3.13. Banco de prueba para el chequeo de las válvulas de control del conjunto de frenos del avión Arava T-201.

CAPÍTULO IV

ELABORACIÓN DE MANUALES

4.1.- Descripción de manuales

Para realizar un buen manejo del banco de prueba para el chequeo de las válvulas de control del conjunto de frenos del avión Arava T-201; se tiene que aplicar los siguientes manuales a fin de revisar los posibles errores, discontinuidades, fallas, accidentes y demás problemas que puedan presentarse en este banco así como los problemas que se dan con el usuario en el lugar de trabajo.

4.2.- Codificación de los manuales.

- Manual de seguridad..... AE-BPFA-MS.
- Manual de operación..... AE-BPFA-MO.
- Manual de mantenimiento..... AE-BPFA-MM.
- Manual de verificación..... AE-BPFA-MV.
- Hojas de registro..... AE-BPFA-HR.

4.3.- Tipos de manuales.

A continuación se da a conocer los diferentes manuales que se aplica en el banco de pruebas para su correcto manejo.

- Manual de seguridad.- En la vida diaria, en nuestro trabajo, al utilizar maquinaria y equipos. La seguridad y la protección personal será siempre lo primordial para todo individuo, este manual nos brindará procedimientos positivos para mantener tanto al operario como al equipo fuera de graves peligros y accidentes al momento de las prácticas de mantenimiento de los accesorios de los frenos.

- Manual de operación.- Con este manual se da a conocer los procedimientos adecuados de operación del banco de prueba, el mismo que sirve para el chequeo de las válvulas de control de los conjuntos de frenos del avión Arava T-201.

- Manual de mantenimiento.- Es necesario llevar siempre un control óptimo en el mantenimiento del banco de pruebas en general para mantener en buen estado, evitando problemas externos ya sean rayaduras, rajaduras, problemas de oxidación, corrosión y otros fenómenos que afectan la maquinaria, este manual nos permitirá dar a conocer al personal sobre la importancia y necesidad en el momento de realizar la limpieza y reparación del banco de pruebas.
También nos dará los tiempos programados para realizarse el mantenimiento, en base a las horas de funcionamiento.

- Manual de verificación.- Los manuales de verificación ayudarán a dejar en estado óptimo de funcionamiento el banco de prueba para su uso posterior, además ayudará a entender sobre los procedimientos que se debe tener en cuenta al manipular el banco de pruebas con el fin de evitar peligros materiales y humanos.

- Hojas de registro.- Para poder llevar un correcto control e información del banco de pruebas y su manejo se ha ideado una hoja de registros la misma que almacenará información de la operación, mantenimiento, fallas o errores que se presentan y reparaciones o modificaciones realizadas en el banco de pruebas durante su vida útil.

4.3.1.- Manual de seguridad.

 M.A.	MANUAL DE SEGURIDAD		Pág. 1 de 2
	SEGURIDAD DEL BANCO DE PRUEBA PARA EL CHEQUEO DE LAS VÁLVULAS DE CONTROL DEL CONJUNTO DE FRENOS DEL AVIÓN ARAVA T-201.		Código: AE-BPFA-MS.
	Elaborado por: Cbop. Maliza Héctor		Revisión N°: 01
	Aprobado por: Sgop. Lic. Morillo Jorge	Fecha: 2005-11-10	Fecha: 2005-11-10

1.- OBJETIVO:

- a. Documentar las medidas de seguridad que existe para evitar cualquier tipo de incidente o accidente durante la manipulación del banco de prueba.

2.-ALCANCE:

- a. Mantener el buen estado de funcionamiento del banco de prueba, evitando cualquier tipo de accidentes para conservar la integridad del factor mecánico y en especial el factor humano.

3.- DEFINICIONES:

- a. **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.

4.- DOCUMENTOS DE REFERENCIA:

- a. Manual de Mantenimiento del avión Arava.
- b. Manual de Overhaul del avión Arava.
- c. Manuales de Seguridad e higiene industrial.

4.- PROCEDIMIENTOS:

- a. Antes de realizar cualquier tipo de trabajo tome todas las medidas de seguridad para evitar algún tipo de lesión.
- b. Utilizar guantes de goma para evitar el contacto del fluido hidráulico con la piel porque es perjudicial para la piel.
- c. Utilizar mascarillas para evitar la inhalación de gases que emana el fluido hidráulico porque es perjudicial para la salud.

 M.A.	MANUAL DE SEGURIDAD		Pág. 2 de 2
	SEGURIDAD DEL BANCO DE PRUEBA PARA EL CHEQUEO DE LAS VÁLVULAS DE CONTROL DEL CONJUNTO DE FRENOS DEL AVIÓN ARAVA T-201.		Código: AE-BPFA-MS.
	Elaborado por: Cbop. Maliza Héctor		Revisión N°: 01
	Aprobado por: Sgop. Lic. Morillo Jorge	Fecha: 2005-11-10	Fecha: 2005-11-10

- d. Realizar una inspección visual del banco por fugas, antes de realizar la operación.
- e. La operación, manipulación del banco de prueba debe realizarse con una persona idónea.
- f. Utilizar los manuales de operación y mantenimiento.
- g. Precauciones que debe tomar el personal al realizar los trabajos.
 - Utilizar el líquido hidráulico adecuado (MIL – H – 5606).
 - Verificar que todas las piezas estén engrasadas.
 - Evitar objetos y partículas extrañas en el banco.
 - Realizar un chequeo por seguridad las mangueras y uniones.
 - Verificar que el área en donde se va a realizar la práctica se encuentre libre de grasas u obstáculos.
 - Utilizar equipo protector (guantes, mascarillas, ropa adecuada como overoles).
 - Realizar el mantenimiento en lugares ventilados.
 - Lavarse con abundante jabón después de un contacto con el fluido hidráulico.

5.- FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

4.3.2.- Manual de operación.

 M.A.	MANUAL DE OPERACIÓN		Pág. 1 de 4
	OPERACION DEL BANCO DE PRUEBA PARA EL CHEQUEO DE LAS VÁLVULAS DE CONTROL DEL CONJUNTO DE FRENOS DEL AVIÓN ARAVA T-201.		Código: AE-BPFA-MO.
	Elaborado por: Cbop. Maliza Héctor		Revisión N°: 01
	Aprobado por: Sgop. Lic. Morillo Jorge	Fecha: 2005-11-10	Fecha: 2005-11-10
<p>1.- OBJETIVO:</p> <p>a. Registrar los procedimientos de operación y manipulación para el correcto funcionamiento del banco de prueba.</p> <p>2.-ALCANCE:</p> <p>a. Consiste en los procesos para realizar el chequeo de las válvulas de control del conjunto de frenos del avión Arava T-201.</p> <p>3.- DOCUMENTOS DE REFERENCIA:</p> <p>a. Manual de Mantenimiento del avión Arava.</p> <p>b. Manual de Overhaul del avión Arava.</p> <p>4.- PROCEDIMIENTOS:</p> <p>a. Instalar la caja de válvulas de los frenos a ser chequeada en el banco de prueba.</p> <p>b. Llenar el reservorio principal con líquido hidráulico MIL-H-5606</p> <p>c. Verifique que todos los acoples estén perfectamente conectados.</p> <p>d. Sistema normal.</p> <p>➤ Verifique que las llaves de paso normal se encuentre abierta y la de emergencia este cerrada.</p> <p>➤ Conecte el orificio de entrada “N” de la válvula de freno a la cañería de presión normal, el orificio “PN” a la cañería de la cámara de freno; el orificio “SN” debe estar tapado; los orificios “E”, “R”, “PE”, y “SE” se abren a la atmósfera.</p> <p>➤ Bombee hasta que se llenen las cañerías y el manómetro indique la presión requerida para realizar la prueba.</p>			

 M.A.	MANUAL DE OPERACIÓN		Pág. 2 de 4
	OPERACION DEL BANCO DE PRUEBA PARA EL CHEQUEO DE LAS VÁLVULAS DE CONTROL DEL CONJUNTO DE FRENOS DEL AVIÓN ARAVA T-201.		Código: AE-BPFA-MO.
	Elaborado por: Cbop. Maliza Héctor		Revisión N°: 01
	Aprobado por: Sgop. Lic. Morillo Jorge	Fecha: 2005-11-10	Fecha: 2005-11-10
<p>➤ Aplique 2550 PSI en el orificio de entrada “N”; la cantidad de fluido en el orificio “R” no debe exceder a 10cc (100 ml); en un periodo de 4 a 5 minutos, y observe que no exista fugas en la caja de válvulas.</p> <p>➤ Presione y suelte el pedal izquierdo suavemente. Observe que la presión baja lentamente de acuerdo con el recorrido del pedal.</p> <p>➤ Compruebe que la presión máxima de los frenos este entre 760 a 840 PSI (53.4 a 59.0 kg/cm²).</p> <p>➤ Reduzca la presión lentamente a cero (0); abriendo la llave de paso de retorno.</p> <p>➤ Conecte el orificio de entrada “N” de la válvula de freno a la cañería de presión normal, el orificio “SN” a la cañería de la cámara de freno; el orificio “PN” debe estar tapado; los orificios “E”, “R”, “PE”, y “SE” se abren a la atmósfera.</p> <p>➤ Bombee hasta que se llenen las cañerías y el manómetro indique la presión requerida para realizar la prueba.</p> <p>➤ Aplique 2550 PSI en el orificio de entrada “N”; la cantidad de fluido en el puerto “R” no debe exceder a 10cc (100 ml); en un periodo de 4 a 5 minutos, y observe que no exista fugas en la caja de válvulas.</p> <p>➤ Presione y suelte la palanca derecha suavemente Observe que la presión baja lentamente de acuerdo con el recorrido del pedal.</p> <p>➤ Compruebe que la presión máxima de los frenos este entre 760 a 840 PSI (53.4 a 59.0 kg/cm²).</p> <p>➤ Reduzca la presión lentamente a cero (0); abriendo la llave de paso de retorno.</p> <p>e. Sistema de emergencia.</p> <p>➤ Verifique que las llaves de paso normal se encuentre cerrada y la de emergencia este abierta.</p>			

 M.A.	MANUAL DE OPERACIÓN		Pág. 3 de 4
	OPERACION DEL BANCO DE PRUEBA PARA EL CHEQUEO DE LAS VÁLVULAS DE CONTROL DEL CONJUNTO DE FRENOS DEL AVIÓN ARAVA T-201.		Código: AE-BPFA-MO.
	Elaborado por: Cbop. Maliza Héctor		Revisión N°: 01
	Aprobado por: Sgop. Lic. Morillo Jorge	Fecha: 2005-11-10	Fecha: 2005-11-10
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Conecte el orificio “E” de la válvula de freno a la cañería de presión normal, el orificio “PE” a la cañería de la cámara de freno; el orificio “SE” debe estar tapado; los orificios “N”, “R”, “PN”, y “SN” se abren a la atmósfera. ➤ Bombee hasta que se llenen las cañerías y el manómetro indique la presión requerida para realizar la prueba. ➤ Aplique 2550 PSI en el orificio “E”; la cantidad de fluido en el puerto “R” no debe exceder a 10cc (100 ml); en un periodo de 4 a 5 minutos, y observe que no exista fugas en la caja de válvulas. ➤ Presione y suelte la palanca izquierda suavemente. Observe que la presión baja lentamente de acuerdo con el recorrido del pedal. ➤ Compruebe que la presión de los frenos máxima este entre 760 a 840 PSI (53.4 a 59.0 kg/cm²). ➤ Conecte el orificio de entrada “E” de la válvula de freno a la cañería de presión normal, el orificio “SE” a la cañería de la cámara de freno; el orificio “PE” debe estar tapado; los orificios “N”, “R”, “PN”, y “SN” se abren a la atmósfera. ➤ Bombee hasta que se llenen las cañerías y el manómetro indique la presión requerida para realizar la prueba. ➤ Aplique 2550 PSI en el orificio “E”; la cantidad de fluido en el orificio “R” no debe exceder a 10cc (100 ml); en un periodo de 4 a 5 minutos, y observe que no exista fugas en la caja de válvulas. ➤ Presione y suelte la palanca derecha suavemente. Observe que la presión baja lentamente de acuerdo con el recorrido del pedal. ➤ Compruebe que la presión de los frenos máxima este entre 760 a 840 PSI (53.4 a 59.0 kg/cm²). ➤ Reduzca la presión lentamente a cero (0); abriendo la llave de paso de retorno. 			

 M.A.	MANUAL DE OPERACIÓN		Pág. 4 de 4
	OPERACION DEL BANCO DE PRUEBA PARA EL CHEQUEO DE LAS VÁLVULAS DE CONTROL DEL CONJUNTO DE FRENOS DEL AVIÓN ARAVA T-201.		Código: AE-BPFA-MO.
	Elaborado por: Cbop. Maliza Héctor		Revisión N°: 01
	Aprobado por: Sgop. Lic. Morillo Jorge	Fecha: 2005-11-10	Fecha: 2005-11-10

5.- PRECAUCIONES:

- a. Verificar las conexiones por fugas durante la operación del banco de prueba.
- b. Utilice de una manera adecuada el banco de prueba.
- c. Chequear los manómetros de presión.

6.- TIEMPO DE DURACIÓN:

- a. De acuerdo a la necesidad del chequeo de las válvulas.

7.- PRESTACIÓN DE SERVICIOS:

- b. Hangar de mantenimiento del GAE-44 “PASTAZA”. Chequeo de las válvulas de control del conjunto de frenos del avión Arava T-201.

4.0 FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

4.3.3.- Manual de mantenimiento.

 M.A.	MANUAL DE MANTENIMIENTO		Pág. 1 de 2
	MANTENIMIENTO DEL BANCO DE PRUEBA PARA EL CHEQUEO DE LAS VÁLVULAS DE CONTROL DEL CONJUNTO DE FRENOS DEL AVIÓN ARAVA T-201.		Código: AE-BPFA-MM.
	Elaborado por: Cbop. Maliza Héctor		Revisión N°: 01
	Aprobado por: Sgop. Lic. Morillo Jorge	Fecha: 2005-11-10	Fecha: 2005-11-10
<p>1.- OBJETIVO:</p> <p>a. Explicar los procedimientos de mantenimiento para el correcto funcionamiento del presente banco de prueba.</p> <p>2.-ALCANCE:</p> <p>a. Mantener el buen estado del banco de prueba, para su perfecto funcionamiento.</p> <p>3.-DEFINICIONES:</p> <p>a. 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.</p> <p>4.-PROCEDIMIENTOS:</p> <p>a. Llevar un control minucioso del mantenimiento, que se ha planificado dentro de los parámetros normales realizando los respectivos registros.</p> <p>b. Realizar una inspección visual del banco para detectar algún tipo de fugas, antes de realizar la práctica.</p> <p>c. Realizar una limpieza general del banco antes y después de su operación, con un paño seco sin pelusa, para evitar la contaminación con agentes extraños.</p> <p>d. Verifique que no exista rozamiento de las cañerías.</p> <p>e. Verifique que las abrazaderas de sujeción en las uniones de los elementos estén correctas después de realizar una operación.</p>			

 M.A.	MANUAL DE MANTENIMIENTO		Pág. 2 de 2
	MANTENIMIENTO DEL BANCO DE PRUEBAS PARA EL CHEQUEO DE LAS VÁLVULAS DE CONTROL DEL CONJUNTO DE FRENOS DEL AVIÓN ARAVA T-201.		Código: AE-BPFA-MM.
	Elaborado por: Cbop. Maliza Héctor		Revisión N°: 01
	Aprobado por: Sgop. Lic. Morillo Jorge	Fecha: 2005-11-10	Fecha: 2005-11-10

- f. Drenar el líquido hidráulico de las cañerías del banco de prueba antes y después de una operación.
- g. Realizar un mantenimiento preventivo cada 20 horas de funcionamiento.
- Mantenimiento según estado o condición del banco de prueba.
 - Realizar todos los pasos antes mencionados.
- h. Cada 50 horas de funcionamiento realizar un mantenimiento más minucioso.
- Limpieza de la superficie del banco con disolvente o alcohol.
 - Realizar todos los pasos antes mencionados.
 - Realizar una prueba para verificar el buen funcionamiento y la operabilidad del banco de prueba.
 - Verificar la cantidad y condición de líquido hidráulico.
 - Verificar el estado de los manómetros y válvulas.

5.- FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

4.3.4.- Manual de verificación.

 M.A.	MANUAL DE VERIFICACIÓN		Pág. 1 de 1
	VERIFICACIÓN DEL BANCO DE PRUEBA PARA EL CHEQUEO DE LAS VÁLVULAS DE CONTROL DEL CONJUNTO DE FRENOS DEL AVIÓN ARAVA T-201.		Código: AE-BPFA-MV.
	Elaborado por: Cbop. Maliza Héctor		Revisión N°: 01
	Aprobado por: Sgop. Lic. Morillo Jorge	Fecha: 2005-11-10	Fecha: 2005-11-10

1.- OBJETIVO:

- a. Registrar los procedimientos de verificación del funcionamiento del banco de prueba.

2.-ALCANCE:

- a. Comprende el banco de prueba para el chequeo de las válvulas de control del conjunto de frenos de avión Arava T-201, el mismo que cumplirá con las expectativas de trabajo en el GAE-44 "PASTAZA".

3.- PROCEDIMIENTOS:

- a. Una vez concluida la construcción del banco de prueba se procedió a realizar las siguientes verificaciones:
 1. Se verifico la estructura del banco prueba.
 2. Se verifico los cables de acero.
 3. Se verifico los pedales.
 4. Se verifico que no exista fugas de líquido hidráulico en las cañerías.
 5. Se verifico el funcionamiento de la bomba manual.
- b. Concluida con las diferentes verificaciones realizadas al banco de prueba se determina, que se encuentra listo para realizar los chequeos respectivos.

4.0 FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

4.3.5.-Hojas de registro.

 M.A.	HOJA DE REGISTROS		Pág. 1 de 4
	HOJA DE REGISTROS DEL BANCO DE PRUEBA PARA EL CHEQUEO DE LAS VÁLVULAS DE CONTROL DEL CONJUNTO DE FRENOS DEL AVIÓN ARAVA T-201.		Código: AE-BPFA-HR.
	Elaborado por: Cbop. Maliza Héctor		Revisión N°: 01
	Aprobado por: Sgop. Lic. Morillo Jorge	Fecha: 2005-11-10	Fecha: 2005-11-10

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:

Participantes:.....

4.0 FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

 M.A.	HOJA DE REGISTRO		Código: AE-BPFA-HRM.
	Libro de vida de mantenimiento del banco de prueba para el chequeo de las válvulas de control del conjunto de frenos del avión Arava T-201.		Revisión N°: 01
	Elaborado por: Cbop. Maliza Héctor	Fecha: 2005-11-10	Pág. 1 de 1
	Aprobado por: Sgop. Lic. Morillo Jorge	Fecha: 2005-11-10	Registro No. :

Hoja:..... de

No.	Fecha de Inicio.	Fecha de Finalización.	Trabajo realizado.	Material / Repuestos Utilizados.	Observaciones.	Firma del responsable.

JEFE DE TALLER

 M.A.	HOJA DE REGISTRO		Código: AE-BPFA-HRO.
	Libro de vida de operación del banco de prueba para el chequeo de las válvulas de control del conjunto de frenos del avión Arava T-201.		Revisión N°: 01
	Elaborado por: Cbop. Maliza Héctor	Fecha: 2005-11-10	Pág. 1 de 1
	Aprobado por: Sgop. Lic. Morillo Jorge	Fecha: 2005-11-10	Registro No. :

Hoja:..... de

No.	Motivo.	Pruebas Realizadas.	Horas de Funcionamiento.	Observaciones y Novedades.	Firma del 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 prueba para el chequeo de las válvulas de control del conjunto de frenos del avión Arava T-201.

5.1.- Presupuesto.

Durante la investigación realizada antes de la construcción del banco de prueba para el chequeo de las válvulas de control del conjunto de frenos del avión Arava T-201, se logro establecer un presupuesto estimado que tendría un costo de 660,00 USD.

5.2.- Estudio 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 se toma 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 prueba para el chequeo de las válvulas de control del conjunto de frenos se tomará como base cuatro parámetros o rubros fundamentales en los que se invertirá económicamente, estos son:

- Materiales.
- Maquinaria, herramientas y equipos.
- Mano de obra.

5.2.1.- Materiales.

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

Tabla 5.1: Materiales usados en la construcción del banco de prueba.

N°	DETALLE	CANTIDAD	COSTO UNIT. (En dólares)	COSTO TOTAL (En dólares)
1.	Tubo cuadrado reforzado de 1¼ pulg.	2 tubos de (6metros)	9,80	19,60
2.	Lámina de tol al frío de 1/32 pulg.	2 planchas	12,00	24,00
3.	Mica de 20,7cm.* 9,8cm.	1	5,00	5,00
4.	Manómetro de presión de 5000 PSI.	1	29,00	29,00
5.	Manómetro de presión de 1500 PSI.	1	29,00	29,00
6.	Válvulas check	2	45,00	90,00
7.	Llaves de paso.	3	3,00	9,00
8.	Cañerías rígidas.	4 metros	2,00	8,00
9.	Cañerías flexibles.	1,5 metros	7,00	10,50
10.	Acoples de bronce	30	0,50	15,00
11.	Ruedas fijas.	2	5,20	10,40
12.	Ruedas móviles.	2	5,20	10,40
13.	Libras de electrodos.	4	1,30	5,20
14.	Pernos de acero con tuercas.	6	0,90	5,40
15.	Tiñer	1 litro	2,00	2,00
16.	Pintura.	½ litro	3,20	3,20
17.	Fondo.	½ litro	4,50	4,50
18.	Bisagra.	6	0,30	1,80
19.	Teflón.	2	0,60	1,20
20.	Pedales.	2	5,00	10,00
21.	Cable de acero	1 metro	1,00	1,00
22.	Válvula reguladora de caudal	1	140,00	140,00
TOTAL				\$ 434,20

5.2.2.- Maquinaria, herramientas y equipos.

Para lograr construir este banco de pruebas, se utilizó las maquinarias, equipos y herramientas existentes en los talleres del Sr. Ing. Martines. A continuación se presenta un cuadro con el costo de la utilización de maquinarias, equipos y herramientas utilizadas en la construcción.

Tabla 5.2: Costo de maquinaria, herramientas y equipos empleados en la construcción.

N°	DETALLE	TIEMPO (Horas)	COSTO (Hora)	SUB TOTAL (En dólares)
1.	Equipo de suelda	8	5.80	46,40
2.	Equipo de pintura	2	5.00	10,00
3.	Torno	1	5.80	5,80
4.	Herramientas manuales	4	3.20	12,80
5.	Dobladora de tol	3	6.20	18,60
6.	Taladro	1	5.00	5,00
TOTAL				\$ 98,60

5.2.3.- Mano de obra.

Los costos de la mano de obra comprende principalmente la colocación o 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.

Tabla 5.3: Costo de la mano de obra.

N°	DETALLE	SUB TOTAL (En dólares)
1.	Diseño y trazado.	25,00
2.	Cortado y soldado.	25,00
3.	Conexiones hidráulicas.	30,00
4.	Pintado.	15,00
	TOTAL	\$ 95,00

5.2.4.- Costo total de la construcción del banco de prueba.

Por lo tanto el costo total para la construcción del banco de prueba para el chequeo de las válvulas de control del conjunto de frenos del avión Arava T-201, es de 717,80 dólares.

Tabla 5.4: Costo total del banco de prueba.

N°	DETALLE	SUB TOTAL (En dólares)
1.	Materiales.	434,20
2.	Maquinaria, herramientas y equipos.	98,60
3.	Mano de obra.	95,00
4.	Otros.	90,00
	TOTAL	\$ 717,80

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1.- Conclusiones.

- El estudio e investigación sobre los elementos y constitución del banco de prueba ha permitido realizar el diseño adecuado del banco satisfaciendo los requerimientos de operación.
- La determinación de requerimientos técnicos de operación y funcionamiento, previa la construcción del banco de prueba permitió establecer procedimientos, elementos y cargas de trabajo para su correcto funcionamiento.
- El estudio del proceso de chequeo de las válvulas de control de freno, permitió establecer la secuencia programática para la realización del chequeo de dichas válvulas en función del equipo construido.
- Las pruebas realizadas con el banco construido son satisfactorias, en tal razón se concluyo que el banco se encuentra en condiciones estándar de funcionamiento.
- Los manuales de operación, mantenimiento, y seguridad elaborados, permiten realizar los procesos correspondientes para el mantenimiento respectivo del banco.

6.2.- Recomendaciones.

- Se recomienda dar a conocer toda la información de este equipo al personal que trabaja en el área de mantenimiento, para obtener un perfecto funcionamiento y uso del banco de prueba.
- Guiarse siempre en las instrucciones que se encuentran detalladas en los manuales, para evitar contratiempos, accidentes y así obtener un perfecto funcionamiento del banco de prueba.

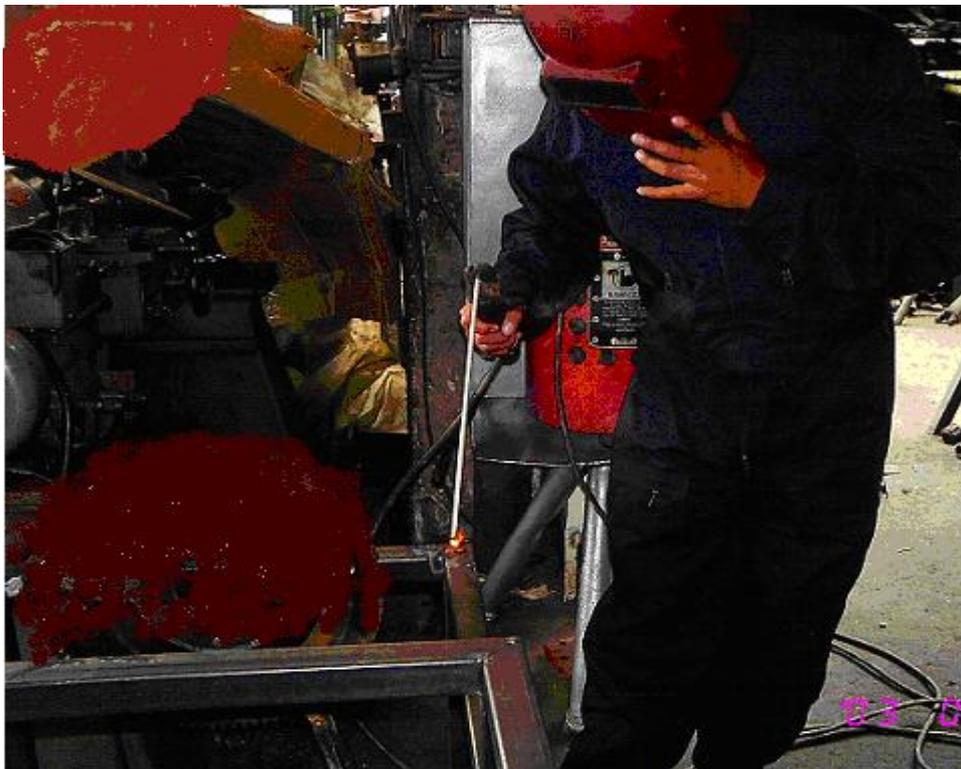
- Utilizar siempre este banco de prueba en el chequeo de las válvulas del conjunto de frenos del avión Arava T-201, para que cumpla con el trabajo para el cual fue construido.

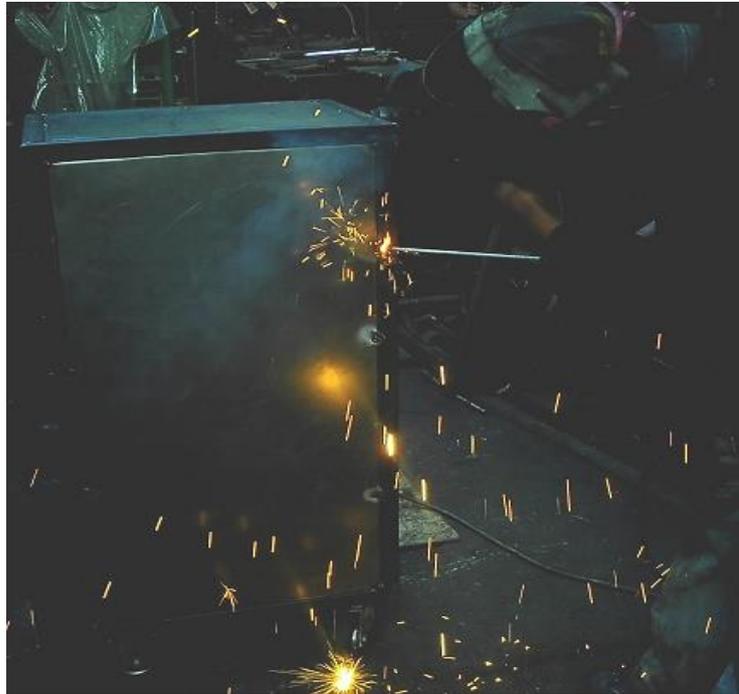
BIBLIOGRAFÍA

- [A] Israel Aircraft Industries Ltd. Arava Maintenance Manual.
Revisión N° 7-1 (Feb. 24 – 1991).
- [A] Israel Aircraft Industries Ltd. Arava Illustrated Parts Catalog.
(Agosto – 1991).
- [A] Israel Aircraft Industries Ltd. Arava Maintenance Training Handbook.
(Febrero – 1991)
- Conocimientos básicos del avión. Antonio Esteban Oñate. Impreso en
España. (1996).
- Ergonomía de Trabajo 4 (Diseño Físico – Antropometría y
Biomecánica).
- Manual de Seguridad Industrial y Salud (Capítulo 8 – Salud y Sustancias
Toxicas).
- <http://www.google.com/Avión> Arava.
- <http://www.google.com/Normas de seguridad e higiene industrial>.

ANEXOS

CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBA





BANCO DE PRUEBA TERMINADO



HOJA DE VIDA

NOMBRES Y APELLIDOS: MALIZA CHANGO HÉCTOR ARMANDO

ESTADO CIVIL: SOLTERO

NACIONALIDAD: ECUATORIANA

CÉDULA DE IDENTIDAD: 180256988-7

FECHA DE NACIMIENTO: 07 DE DICIEMBRE DE 1975

EDAD: 30 AÑOS

TIPO DE SANGRE: ORH+

DOMICILIO: AMBATO-PARROQUIA IZAMBA

ESTUDIOS PRIMARIOS: ESCUELA “JUAN BENIGNO VELA”

ESTUDIOS SECUNDARIOS: COLEGIO NACIONAL “RUMIÑAHÍ”

ESTUDIOS SUPERIORES: “INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

ELABORADO POR

CBOP. MALIZA CHANGO HÉCTOR ARMANDO

DIRECTOR DE CARRERAS

ING. GUILLERMO TRUJILLO J.
EMCI-AVC.

LATACUNGA, 11 DE ENERO DEL 2006