

Universidad Nacional de Ingenieria

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



“Cálculo y Diseño de un Banco de Pruebas para las Válvulas del Sistema de Frenado de los Trenes de Southern Perú Copper Corporation”

T E S I S

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

JAVIER FRANCO GONZALES

PROMOCION: 1985 - 2

LIMA . PERU . 1991

PROLOGO

El presente trabajo tiene por finalidad demostrar en forma ordenada y lógica, que con el diseño de un banco de pruebas para válvulas del Sistema de Freno Neumático de los trenes, es posible mejorar en gran medida (tanto en el aspecto técnico y económico) el funcionamiento y mantenimiento de las válvulas en el Sistema de Freno. Los detalles para haber logrado este objetivo se muestran en los capítulos subsiguientes con su debida justificación.

Para la mejor realización del presente proyecto, este se ha dividido en seis capítulos que brevemente tratan:

En el Capítulo I, se indica el propósito de la Tesis, lo que se espera demostrar, los alcances y las limitaciones de la misma.

En el Capítulo II, se indica los diferentes Tipos de Locomotoras y Carros de Carga, que tienen el sistema de freno neumático; también detallamos los equipos de freno, tanto el 6SL y el 26L, con el que funcionan los diferentes trenes de carga. A la luz de estas descripciones, identificaremos los problemas que se presentarán en nuestro diseño y se plantearán las alternativas de solución a estas dificultades.

En el Capítulo III, trataremos aspectos teóricos del sistema que nos permitirá, clarificar y solucionar algunos problemas de índole académico, en el diseño del banco de pruebas.

En el Capítulo IV, trata el diseño del Banco de Pruebas en primer lugar el sistema de generación de aire comprimido, luego su transporte y finalmente el Banco de Pruebas propiamente dicho, que consiste en diseñar, tuberías, válvulas, tanques y chasis de dicho banco.

. En el Capítulo V, se da a conocer pruebas de diferentes válvulas, el procedimiento para evaluar las fugas y las capacidades.

En el Capítulo VI, se hace un estudio económico del proyecto, donde vemos la factibilidad del diseño del banco de pruebas ya que disminuye notablemente los costos de Mantenimiento y hace más eficiente el funcionamiento del tren.

Finalmente en base a todo lo expuesto, se apuntan a hacia las principales condiciones de trabajo, como también las respectivas recomendaciones para el mejor uso del proyecto.

INDICE

	Pág.
<u>CAPITULO I.</u> - INTRODUCCION	1
<u>CAPITULO II.</u> - MEMORIA DESCRIPTIVA	4
2.1 TIPOS DE LOCOMOTORAS Y CARROS DE CARGA	4
2.1.1 DESCRIPCION DE LA LOCOMOTORA ALCO RS-11	4
2.1.2 DESCRIPCION DE LA LOCOMOTORA GENERAL ELECTRIC	6
2.1.3 DESCRIPCION DE LA LOCOMOTORA GENERAL MOTORS GP28	11
2.1.4 DESCRIPCION DE LOS BOX CARS	12
2.1.5 DESCRIPCION DE LOS GONDOLAS CARS	12
2.1.6 DESCRIPCION DE LOS HOPPER CARS (CARROS TOLVA)	14
2.1.7 DESCRIPCION DE LOS TANK CARS	16
2.1.8 DESCRIPCION DE LOS FLAT CARS (PLATAFORMAS)	18

2.2 EQUIPO DE FRENO 6-SL	20
2.2.1 PARTES DEL EQUIPO 6-SL	23
2.2.2 FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO DE FRENO 6-SL	35
2.3 EQUIPO DE FRENO 26-L	50
2.3.1 COMPONENTES DEL EQUIPO DE FRENO 26-L	51
2.3.2 FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO DE FRENO 26-L	63
2.3.2.1 Freno Automático	63
2.3.2.2 Freno Independiente	66
2.4 EQUIPO DE FRENO AB	67
2.4.1 COMPONENTES DEL EQUIPO DE FRENO AB	67
2.4.2 FUNCIONAMIENTO	69
2.4.2.1 Carga de las Válvulas	69
2.4.2.2 Posiciones de las Reducciones	72
 <u>CAPITULO III.-ESTUDO TEORICO DEL SISTEMA Y</u> CONTROL NEUMATICO	 85
3.1 INTRODUCCION	85
3.2 PRODUCCION DEL AIRE COMPRIMIDO	86
3.2.1 Planta de Aire Comprimido	87

3.3	DISTRIBUCION DEL AIRE COMPRIMIDO	90
3.3.1	Depósitos Acumuladores	91
3.3.2	Tuberías	94
3.3.2.1	Red de Aire Comprimido	94
3.3.2.1.1	Planeamiento Nuevo de una Red	94
3.3.3	Preparación del Aire Comprimido	99
3.4	ELEMENTOS DE TRABAJO Y MANDO	110
3.4.1	Cilindros	110
3.4.1.1	Cilindros de Simple Efecto	112
3.4.1.2	Cilindros de Doble Efecto	118
3.4.1.3	Características Técnicas para los Cilindros Neumáticos	124
3.4.2	Válvulas	135
3.5	CONTROL Y FUNCIONAMIENTO DE LAS VALVULAS	136
3.5.1	Válvula Distribuidora	137
3.5.2	Válvula de Alimentación	142
3.5.3	Válvula Aplicadora del Freno P-2-A	147
3.5.4	Válvula Aplicadora del Freno P-2	154

3.5.5 Válvula Piloto Incomunicadora de Carga A-1 155

CAPITULO IV.-CALCULOS Y DISEÑOS DEL BANCO DE PRUEBAS 160

4.1 CONSIDERACIONES DEL DISEÑO 160

4.2 SELECCION DEL COMPRESOR 161

4.3 DISEÑO DEL RESERVORIO PRINCIPAL 162

4.4 SELECCION DEL MOTOR ELECTRICO 168

4.5 ELECCION DEL ACOPLAMIENTO 169

4.6 DISEÑO DEL RESERVORIO DEL CILINDRO DE FRENO 170

4.7 DISEÑO DEL RESERVORIO DE DOS COMPARTIMIENTOS (RESERVORIO AUXILIAR Y RESERVORIO DE EMERGENCIA 171

4.8 DISEÑO DEL RESERVORIO DEL VOLUMEN DEL TUBO DE FRENO 172

4.9 DISEÑO DEL RESERVORIO DE LA CAMARA DE ACCION RAPIDA 173

4.10 DISEÑO DEL SISTEMA DE TUBERIAS 173

4.11 SELECCION DE LAS VALVULAS O LLAVES DE ACCIONAMIENTO RAPIDO	176
4.12 SELECCION DE LA VALVULA DE SEGURIDAD Y VALVULAS DE DRENAJE	180
4.13 SELECCION DE LA VALVULA DE FRENO A	182
4.14 SELECCION DE LA VALVULA DE OPERACION B	182
4.15 SELECCION DE LA VALVULA DE ALIMENTACION	183
4.16 SELECCION DE LOS MANOMETROS	184
4.17 SELECCION DEL MEDIDOR DE FUGAS	185
4.18 SELECCION DE LOS PLATOS DE PRUEBA (TEST PLATE) DE LAS DIFERENTES VALVULAS	187
4.19 DISEÑO DE CHASIS DEL BANCO Y MONTAJE DEL BANCO DE PRUEBAS	188

CAPITULO V.-PRUEBAS DE LAS DIFERENTES VALVULAS

	190
5.1 PRUEBA DEL BANCO DE PRUEBAS	190
5.1.1 PRUEBA DE FUGAS	190
5.1.1.1 Válvula A, Válvula Rotatoria	190

5.1.1.2 Llaves de Diafragma-Moldaje y Diafragma	192
5.1.1.3 Válvula B	195
5.1.1.4 Reservorios, Conexiones de tubo y Conexiones de Llaves	195
5.1.1.5 Medidores de Aire	196
5.1.2 CAPACIDAD	198
5.1.2.1 Válvula A Giratoria	198
5.1.2.2 Llaves del Reservoirio Auxiliar con Estrangulamiento	201
5.2 VALVULA DE MAGNETO FA-4	204
5.2.1 PRUEBA N°1-OPERACION DE MAGNETO	207
5.2.2 PRUEBA N°2-FUGAS	208
5.2.3 PRUEBA N°3-CAPACIDAD	209
5.3 VALVULA DE FRENO INDEPENDIENTE	210
5.3.1 PRUEBA N°1	210
5.3.2 PRUEBA N°2-FUGAS	211
5.3.3 PRUEBA N°3-CAPACIDAD	213
5.3.4 PRUEBA N°4-SENSIBILIDAD	214

5.4 VALVULA SELECTORA F-1	217
5.4.1 PRUEBA N°1-FUGAS	217
5.4.2 PRUEBA N°2-RESORTES	223
5.4.3 PRUEBA N°3-CAPACIDAD	225
5.5 VALVULA RELAY J-1 Y J-1-1	227
5.5.1 PRUEBA N°1-FUGAS	228
5.5.2 PRUEBA N°2-CAPACIDAD	231
5.5.3 PRUEBA N°3-SENSIBILIDAD	231
<u>CAPITULO VI.-ANALISIS ECONOMICO</u>	234
6.1 COSTO DE MATERIALES Y EQUIPOS	234
6.1.1 CHASIS DEL BANCO DE PRUEBAS	234
6.1.2 RESERVORIO PRINCIPAL	235
6.1.3 RESERVORIO DEL CILINDRO DE FRENO	236
6.1.4 RESERVORIO DE DOS COMPARTIMIENTOS	236
6.1.5 RESERVORIO DE VOLUMEN DE TUBO DE FRENO CAMARA DE ACCION RAPIDA	237
6.1.6 TUBERIAS	237

6.1.7 VALVULAS	238
6.1.8 MANOMETROS	240
6.1.9 GENERACION DE AIRE COMPRIMIDO	241
6.2 COSTO DE INSTALACION Y MANTENIMIENTO	241
6.2.1 COSTO DE INSTALACION	241
6.2.2 COSTO POR MANTENIMIENTO	242
6.2.3 COSTO DE GASTOS IMPREVISTOS	242
6.3 COSTO POR CAMBIO DE VALVULAS ANUALES DE LAS LOCOMOTORAS Y CARROS DE CARGA	248
6.3.1 COSTO POR CAMBIO DE VALVULAS ANUALES EN LAS LOCOMOTORAS	248
6.3.2 COSTOS POR CAMBIO DE VALVULAS ANUALES DE LOS CARROS DE CARGA	249
6.4 COSTOS DE LA REPARACION DE TODOS LAS VALVULAS QUE HAN SIDO PROBADAS EN EL BANCO DE PRUEBAS Y SERAN CAMBIADAS ANUALMENTE EN LAS Locomotoras Y CARROS DE CARGA	250
6.4.1 COSTO DE LA REPARACION DE TODAS LAS VALVULAS QUE SE VAN A CAMBIAR EN UNA LOCOMOTORA	250

Pág.

6.4.2 COSTO DE LA REPARACION DE TODAS LAS VALVULAS QUE SE VAN A CAMBIAR EN UN CARRO DE CARGA	251
6.5 ANALISIS ECONOMICO DEL PROYECTO	251
CONCLUSIONES	257
BIBLIOGRAFIA	260
PLANOS	261
APENDICES	266

CAPITULO I

INTRODUCCION

Anteriormente, para los servicios anuales del sistema neumático de las locomotoras y carros de carga, se tendía a cambiar todas las válvulas que consta cada uno de estos sistemas, por selectividad de funcionamiento. Como se verá más adelante para el programa de mantenimiento, ya que Southern Perú Copper Corporation, cuenta con 40 locomotoras y 648 carros de carga (materia a analizarse en el presente trabajo) para realizar dicho servicio. Frente a este problema se comienza a hacer reparaciones a las válvulas que se tenían que cambiar, el resultado no eran lo que se esperaba en el funcionamiento de los frenos del tren, porque dichas válvulas fallaban continuamente. Por lo que se fabricó un banco de pruebas que simula el funcionamiento del sistema neumático del tren, para chequear si las válvulas reparadas estaban en buen estado.

Del mismo modo al diseñar el banco de pruebas, también se tendrá en cuenta la generación del aire comprimido, su almacenamiento y su transportación al lugar donde se encuentra el banco de pruebas.

Previamente antes de diseñar el banco de pruebas, veremos los tipos de locomotoras que existen, su funcionamiento, etc., así como también los carros de carga.

Luego, estudiaremos los diferentes equipos de freno que llevan las locomotoras, y el funcionamiento de cada uno de las válvulas de estos equipos, para tener una idea general de como trabaja el sistema de frenado neumático de dichas locomotoras. También haremos el estudio técnico del sistema neumático en general, para luego aplicar en el diseño de bancos de pruebas.

El proyecto se limitará entonces en el dimensionamiento adecuado de chasis del banco de pruebas, el tanque de almacenamiento y reservorios de trabajo, así como también el compresor-motor y tuberías de alimentación, teniendo en cuenta la condición de disminuir sustancialmente el costo de mantenimiento. Para dicho dimensionamiento se tendrá en cuenta múltiples factores como son: condiciones de trabajo del banco de pruebas, condiciones ambientales, materiales y equipos disponibles, etc.

Los cálculos que se presentan tienen como apoyo la Bibliografía consultada que se da a conocer al final del presente trabajo y de experiencias realizadas en Southern Perú Copper Corporation.

La justificación económica del proyecto estará sustentado en el ahorro de los costos de mantenimiento en comparación con el antiguo sistema de mantenimiento.

CAPITULO II

MEMORIA DESCRIPTIVA

2.1 TIPOS DE LOCOMOTORAS Y CARROS DE CARGA.

Southern Perú Copper Corporation cuenta con tres Tipos de Locomotoras (General Electric, Alco, General Motors) que describiremos.

También cuenta con diferentes tipos de Carros de Carga (Boxcars, Góndolas cars, Hopper cars, Tank cars, Flat, cars) que describiremos.

2.1.1 DESCRIPCION DE LA LOCOMOTORA ALCO RS-11.

Esta locomotora tiene una potencia de 1800 HP. Cuenta con un motor Diesel (cuatro tiempos) Modelo 251 en V que tiene las siguientes características (16 cilindros, relación de compresión 13 a 1, diámetro y carrera del cilindro 9" x 10.1/2", desplazamiento 10,688 m³). Este motor cuenta con turbocompresor (modelo 500) de un ciclo de 4 carreras, una cámara de combustión abierta con salida de inyección de combustible. La velocidad mínima y máxima del motor es de 400 y 1000 RPM y es controlado por un gobernador hidráulico. El sistema de lubricación cuenta con una bomba de engranajes, válvula relevadora en el lugar de

descarga de la Bomba que la protege de presiones altas y una válvula reguladora de presión (regula la presión del aceite 50-60 psi). El sistema de combustible cuenta con una bomba de engranajes, válvula reguladora de presión, válvula relevadora, bomba de inyección e inyectores.

El sistema de refrigeración cuenta con una bomba centrífuga, radiadores y ventiladores para el enfriamiento.

Tiene un generador principal de corriente continua, que sirve como un motor de arranque y generador de energía.

Un generador excitatriz, que tiene la función de excitar al generador principal.

Un banco de Baterías (75 voltios) que tiene la función de hacer funcionar al generador principal como un motor de arranque.

Un generador auxiliar que tiene la función de cargar el banco de baterías.

Cuatro motores de tracción, que tienen la función de poner en movimiento a la Locomotora.

Dos trucks, que son las bases para las ruedas y motores de tracción, también donde descansa el chasis de la Locomotora.

Un compresor tipo 3CDB, que tiene la función de generar aire comprimido para el sistema de frenado automático de la locomotora.

Tiene el equipo de freno 6 SL, equipo de freno que se describe más adelante.

En las Fig. 2.1, Fig. 2.2, Fig. 2.3 y Fig. 2.4 se detallan las partes de la locomotora.

2.1.2 DESCRIPCION DE LA LOCOMOTORA GENERAL ELECTRIC.

Esta locomotora tiene una potencia de 2250 HP.

Posee Motor Diesel (4 tiempos) Modelo 7FDL12 que tiene las siguientes características: 12 Cilindros, 45-V, diámetro y carrera 9" x 10.1/2", relación de compresión 12.7.1, velocidad máxima 1025 RPM. El sistema de lubricación cuenta con una bomba de engranajes, válvula relevadora y válvula reguladora de presión; el sistema de combustibles cuenta con una bomba que es accionada por un motor eléctrico, válvula reguladora de presión, bomba de inyección, inyectores. El sistema de refrigeración cuenta con una bomba centrífuga, termostatos, radiadores y ventiladores para el enfriamiento. Este motor esta equipado con un gobernador eléctrico hidráulico de regulación

de la velocidad, el cual contiene un pequeño reostato de control de carga, montado internamente. Contiene también un turbo compresor para elevar la presión atmosférica aproximadamente al doble.

Un generador principal, generador excitatriz, generador auxiliar, cuatro motores de tracción, dos trucks, compresor Ingersol Rand.

Equipo de freno 26-L, equipo que se detallará más adelante.

2.1.3 DESCRIPCION DE LA LOCOMOTORA GENERAL MOTORS GP28.

Potencia de la Locomotora 1800 HP.

Motor Diesel (Dos tiempos) Detroit Diesel Allison Modelo 645. El sistema de lubricación cuenta con una bomba de engranajes, válvula de relevadora y válvula reguladora de presión. El sistema de combustible cuenta con una bomba accionada por motor eléctrico e inyectores. El sistema de refrigeración cuenta con dos bombas centrífugas; radiadores y dos ventiladores para el enfriamiento.

Un generador principal, generador auxiliar, generador excitatriz, banco de baterías,

compresor Ingersol Rand, cuatro motores de tracción, dos trucks.

2.1.4 DESCRIPCION DE LOS BOX CARS.

Por generaciones, el box cars representa al tradicional tren de carga de ferrocarril. Los box cars son usados para transportar en forma permanente una variedad de productos y mercancías, lo que requieren una protección rigurosa. La capacidad y tamaño de los box cars vienen incrementándose sustancialmente, los carros de 60 y 86.1/2 pies son de 70 y 100 toneladas de capacidad, y estas capacidades varían según el tamaño como observaremos en la Fig.2.5.

Estos box cars tienen la particularidad de que son utilizados para transportar todo tipo de material que llega de importación para los asientos mineros de Toquepala y Cuaajone.

Equipo de freno neumático AB.

Existen varios tipos de box cars, entre los que tenemos son: XM, XP, XL, XT, LC, LEC y LU.

2.1.5 DESCRIPCION DE LOS GONDOLAS CARS.

La Gondola Cars, nave de un alcance espacioso, sirve para transportar mineral, por lo cual la góndola básica tiene terminales fijos. Piso

sólido y otras designaciones que son más convenientes.

También en estas Gondolas Cars son transportados cómodamente todo tipo de dispositivos, maquinarias, etc.

Las Gondolas con la parte final baja pueden ser usadas para transportar cargas de longitud extra. Los pisos son tanto de acero o madera, pero el incremento del uso de divisores de carga y los tirantes tiende a reducir grandemente la cantidad de bloque extra, usando pisos de madera.

Existen varios tipos de Gondolas Cars, entre las que tenemos: GB, GT, GA, GS, GD y GW.

Este tipo de carro tiene equipo de freno tipo AB.

A continuación en la Fig. 2.6 se muestra este tipo de carros.

2.1.6 DESCRIPCION DE LOS HOPPER CARS (CARROS TOLVA).

Estos carros tienen una capacidad de 100 Ton., es utilizado para transportar mineral u otras mercaderías de alta densidad.

La construcción de estos carros se realiza considerando su gran eficiencia para la descarga de los materiales. La descarga y el tiempo de reparación y devolución son factores que contribuyen importantemente a la ganancia máxima de utilización del equipo. Las puertas motorizadas de las tolvas, algunas de las cuales son completamente automáticas ayudan a incrementar la utilización. Algunos carros designados permiten descargar los materiales de la unidad del tren en movimiento.

Estos Hopper Cars son clasificados y designados con las siguientes letras: HM, HMA, HT, HTA, HK y HFA. (Ver Fig. 2.7)

2.1.7 DESCRIPCION DE LOS TANK CARS.

En años recientes, entre los tipos básicos de carros de flete de ferrocarril, nadie en las industrias han tenido el mismo objetivo de un estudio de seguridad que en los Tank Cars.

Este es el principal medio de transporte tanto en flete de forma líquida y semilíquida incluidos en una categoría de flete son un gran número de materiales dosificados por el Departamento de Transporte de fletes peligrosos. La SPCC utiliza estos Tank Cars para transportar combustible (Petróleo,

gasolina) y agua a las ciudades de Toquepaia y Cuajone. La capacidad de estos Tank Cars son aproximadamente 16 galones o 100 Toneladas de peso bruto.

Hay entidades que estudian los parámetros de seguridad para el transporte de líquidos peligrosos, entre las que tenemos la A.A.R. (Asociación of American Railroads), SSRPI (Suppliers - Supported Railway Progress Institute), FRA (Federal Railroad Administration).

Estos Tank Cars utilizan equipos de freno AB, y se muestran en la Fig. 2.8.

2.1.8 DESCRIPCION DE LOS FLAT CARS (PLATAFORMAS).

Estos carros son utilizados en SFCC, para transportar el blister y cátodos de cobre, desde la fundición y la refinería hacia el muelle de embarque, para su exportación; también se transporta paneles, rieles y todo tipo de material extenso.

Los Flat Cars, ofrecen la ventaja de un aseguramiento firme de la carga contra los cambios longitudinales, particularmente para tales productos manufacturados como tubos, postes y otros artículos de gran longitud los

cuales antiguamente requerían un frecuente ajuste por su tendencia a cambiar.

Este carro de carga cuenta con dos trucks que soportan todo el peso además del peso del chasis que es de madera para evitar daños al material transportado.

Utiliza el equipo de freno tipo AB.

En la Fig. 2.9 se muestra la estructura de los Flat Cars.

2.2 EQUIPO DE FRENO 6-SL.

El equipo de freno 6-SL fue diseñado para adaptar aparatos a las Locomotoras Diesel-eléctricas y a otras Locomotoras accionadas electrónicamente.

La válvula del maquinista consta: del cuerpo de la válvula del maquinista, porción de la válvula automática del maquinista H-6, porción de la válvula arenadora, válvula para la campana, una llave de paso del tubo de freno y una válvula de alimentación. El equipo básico 6-SL fue diseñado para proporcionar el funcionamiento del freno automático en un solo extremo de la Locomotora y en una sola unidad. Además de todas las características de funcionamiento de los antiguos equipos 6-ET y 14-EL para un solo extremo de la locomotora, esta

dotado de una válvula de freno independiente, autorecubridora. Con ella se consigue una respuesta fácil y un control mejor de los frenos de la Locomotora, que es especialmente deseable en todos los tipos de servicio que se llevan a cabo por medio del freno independiente en trabajo de patio. Un solo movimiento de la manija de la válvula de freno independiente aplica los frenos a la presión deseada, la cual es mantenida hasta que la manija se mueva al variar la presión. La rapidez a la respuesta de los frenos esta limitada solamente por la capacidad de la válvula distribuidora 6-KR para manejar los volúmenes de los cilindros de freno.

La válvula arenadora y la válvula de la campana están montadas en el cuerpo de la válvula del maquinista. La tubería que las conecta a los aparatos que las controlan, se conecta en la parte inferior del soporte para tubos. La válvula de los areneros tienen tres posiciones, por medio de la cuales se consigue la aplicación de arena el movimiento de avance o retroceso.

El funcionamiento de unidades múltiples, en el que dos o más unidades son controladas desde una sola cabina, puede obtenerse por medio del uso de la unidad valvular RELAYAIR H-6-B y de la válvula distribuidora 6-KR. En esta combinación, la unidad valvular RELAYAIR desempeña tanto el trabajo de la

válvula transferidora como las funciones de incomunicar. Estos últimos aseguran que la aplicación de los frenos será retenida en todas las unidades en caso de que el tren se divida.

Por medio de la válvula distribuidora 6-IKR se consigue el enlace dinámico que impide la aplicación del freno automático simultáneamente con el freno dinámico. Así se elimina la posibilidad de aplanar las ruedas. Para el funcionamiento de unidades múltiples se agrega además la unidad válvular RELAYAIR H-6-A.

Las características de control de seguridad y de control de sobre-velocidad puede obtenerse por medio del uso de la válvula aplicadora de freno N-1-A y efectuando algunos cambios sencillos en la posición de la válvula automática del maquinista H-6.

2.2.1 PARTES DEL EQUIPO 6-SL.

Entre las partes que conforman el equipo de freno 6-SL son:

Compresor de aire (accionando directamente por el motor de la locomotora), regulador del compresor (controla en forma automática la presión máxima y mínima), depósitos principales (se usan para almacenar y enfriar el aire comprimido), válvula automática de purga

instalada en el depósito principal, descarga el agua en cada ciclo de funcionamiento del regulador del compresor y de la válvula magneto FA-4 (Fig. 2.10), válvula de seguridad E-7-C

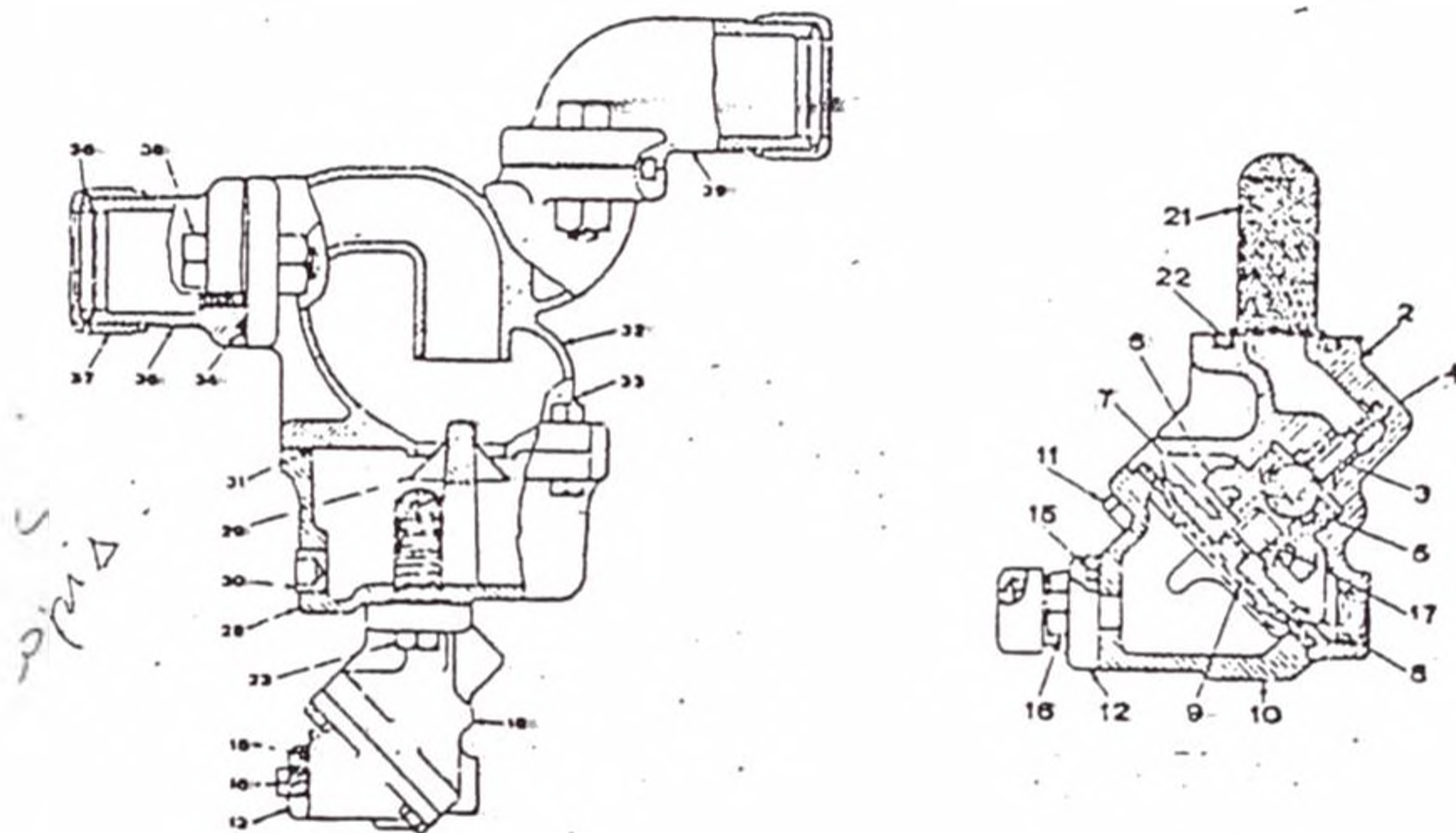


Fig. 2.10 VALVULA AUTOMATICA DE PURGA

(su función es dejar escapar presión en un momento determinado para evitar excesiva presión en el depósito principal de la locomotora, Fig. 2.11), válvula del maquinista de pedestal KH-6-A (tiene una porción automática con válvula giratoria para el control de los frenos del tren y de la locomotora, la porción de la válvula independiente del maquinista de tipo autorecubridor que proporciona el control

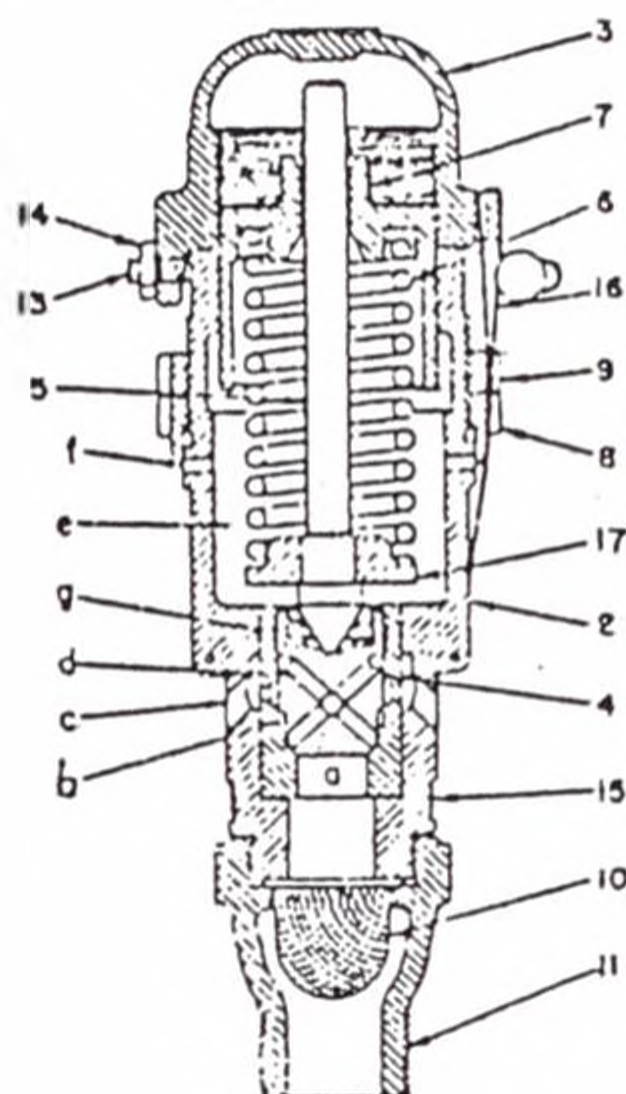
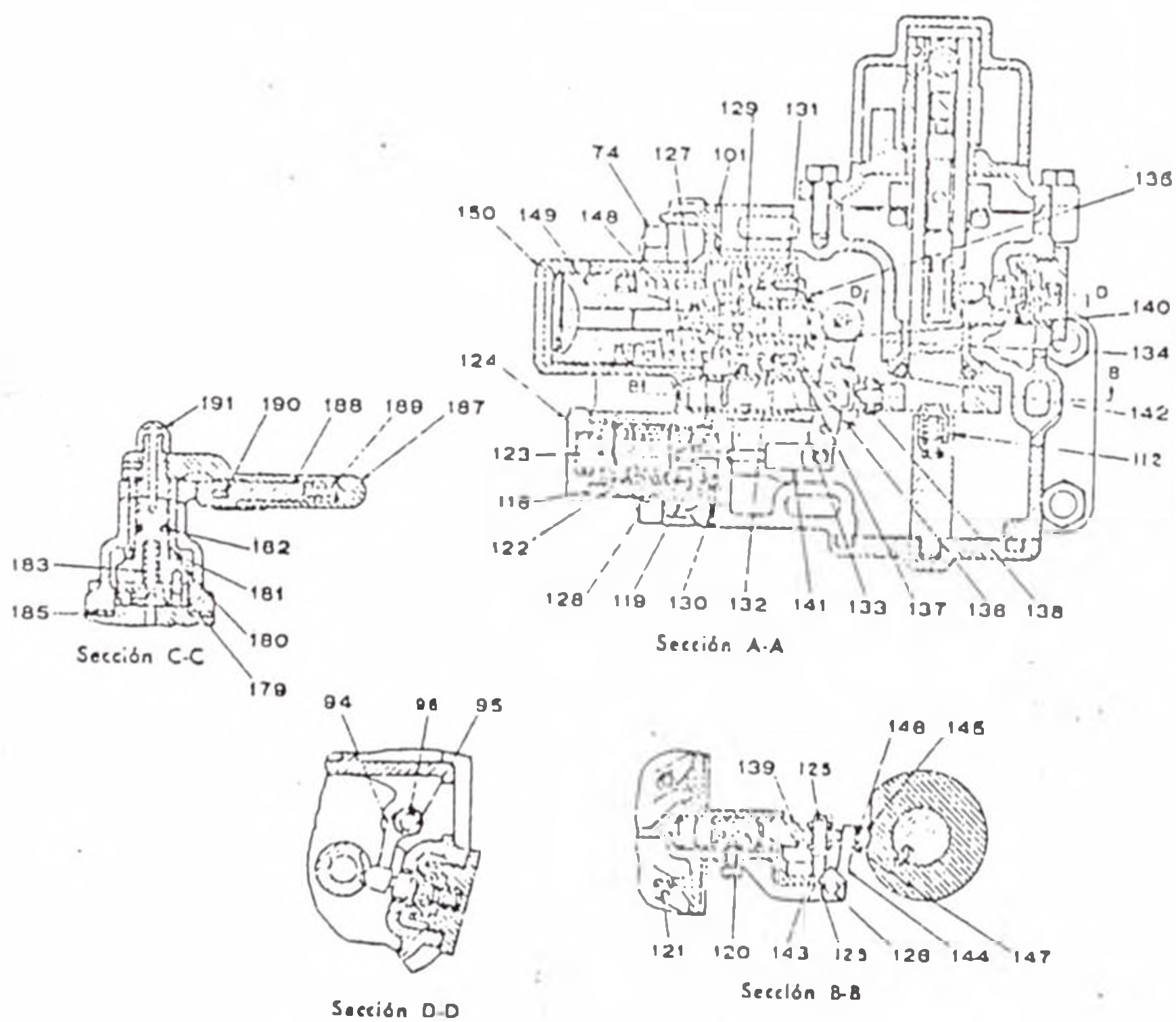
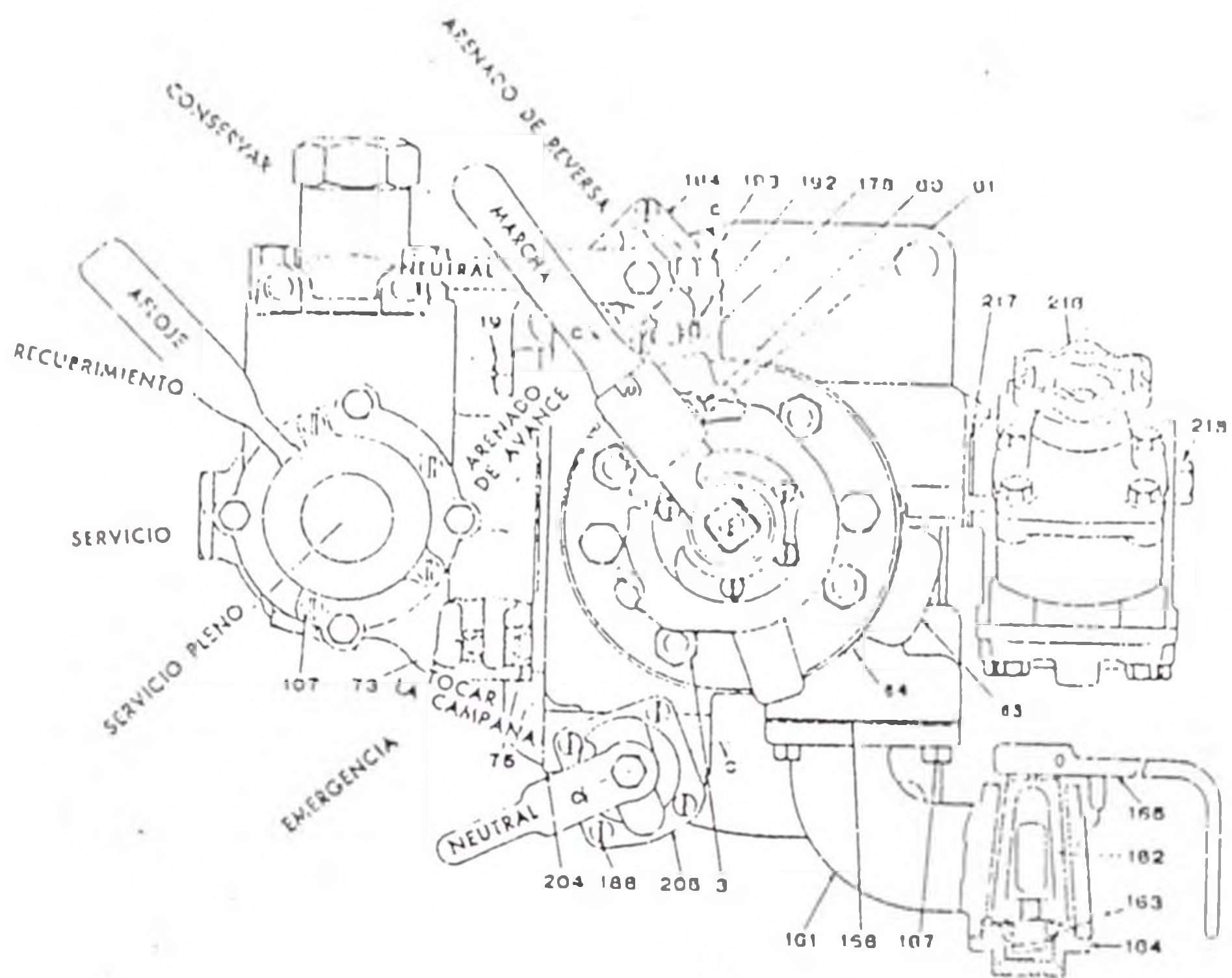


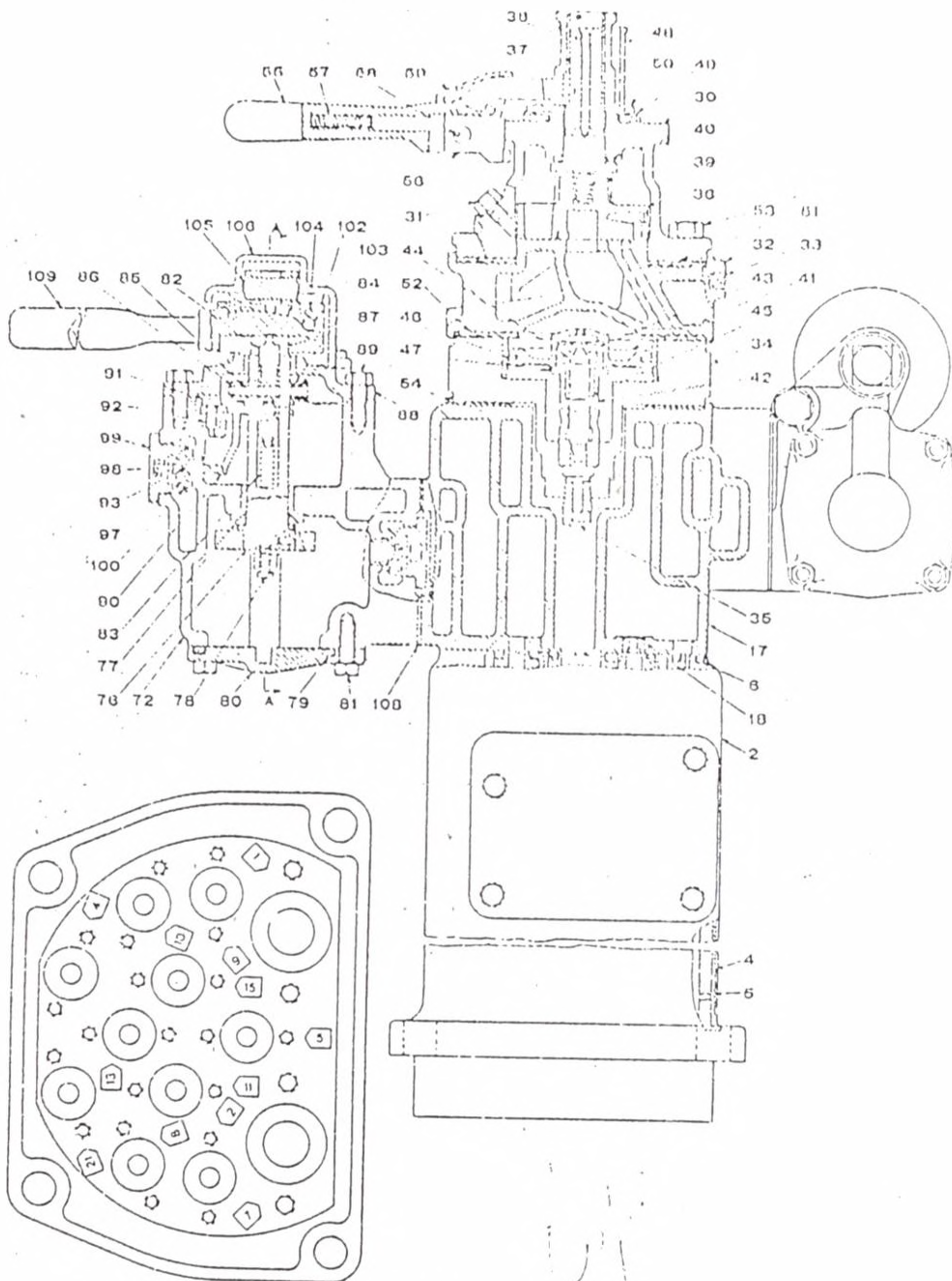
Fig. 2.11 VALVULA DE SEGURIDAD E-7-C

independiente y muy flexible de los frenos de la locomotora, válvula de los areneros, válvula para tocar la campana, Figs. 2.12, 2.13, 2.14), válvula de alimentación D-24-B (esta válvula tiene la función de suministrar aire a todo el sistema de freno y a una función determinada que ella misma regula, tiene dos posiciones abierta y cerrada Figs. 2.15, 2.16, 2.17), DEPOSITO EQUILIBRANTE (el depósito equilibrante esta conectado por tubería con el soporte para tubos de la válvula del maquinista, y en todo momento esta en comunicación con la cámara que obra sobre el émbolo equilibrante. El objeto de este volumen adicional es asegurar una reducción gradual en la presión del tubo de freno y una disminución gradual de esta



Vistas Superior y Seccionales de la Válvula del Maquinista K11-6-P

FIGURA 2.12



Vista Inferior del Pedestal

Conjunto de la Válvula del Maquinista K11-6-P

FIGURA 2.13

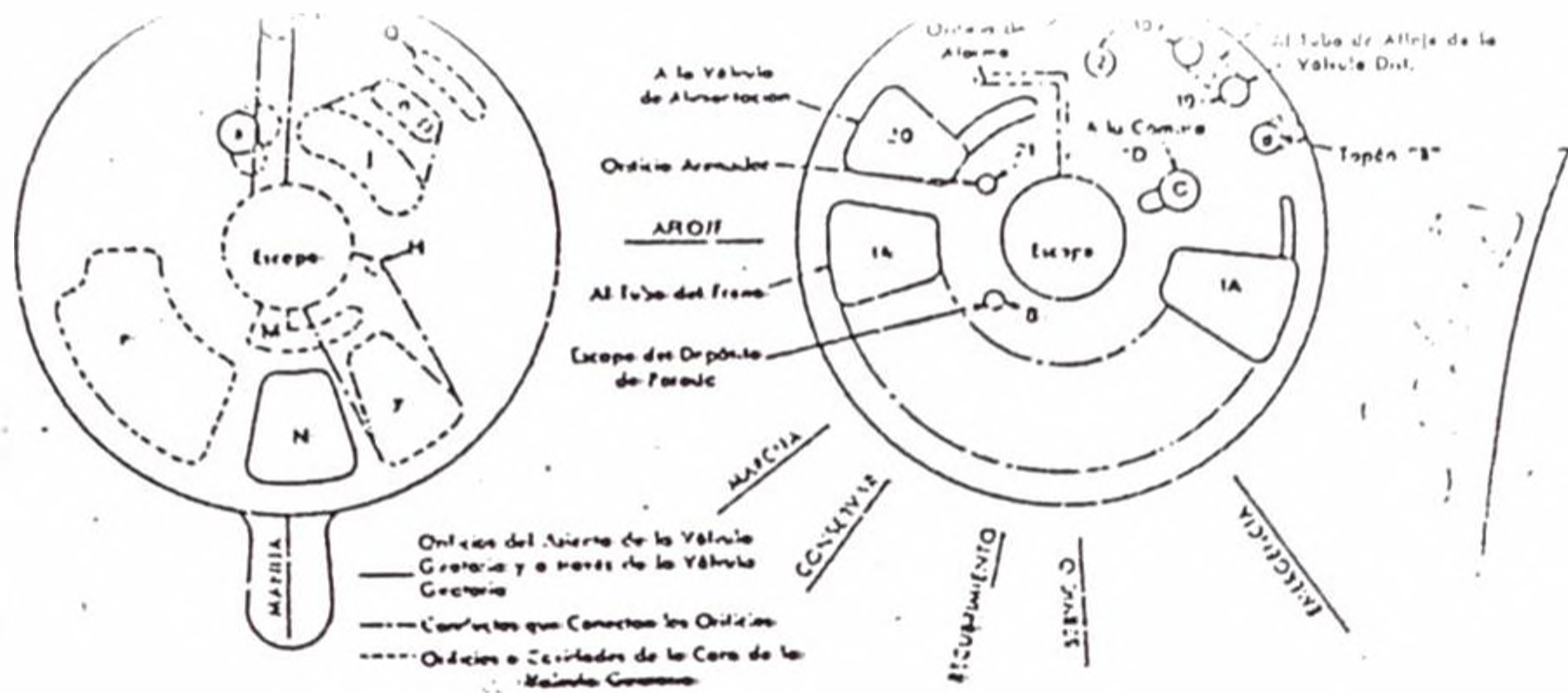


Fig. 2.14 VALVULA GIRATORIA Y SU ASIENTO, DE LA VALVULA DEL MAQUINISTA KH-6-F

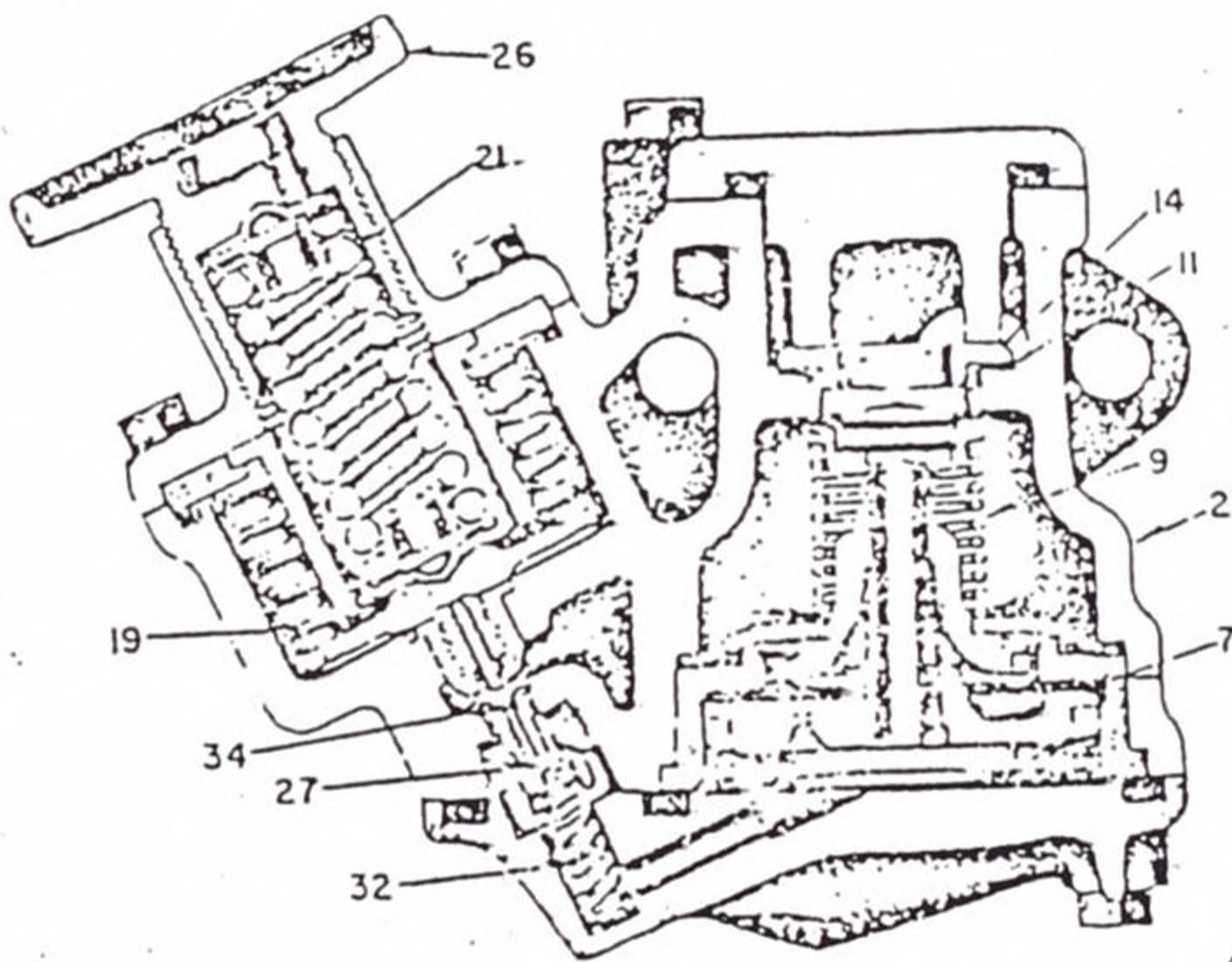


Fig. 2.15 VALVULA DE ALIMENTACION D-24-B

reducción, cualquiera que sea la longitud del tren), VALVULA DISTRIBUIDORA (es el mecanismo válvular automático que controla el funcionamiento de los frenos de la Locomotora de acuerdo con los movimientos de las manijas

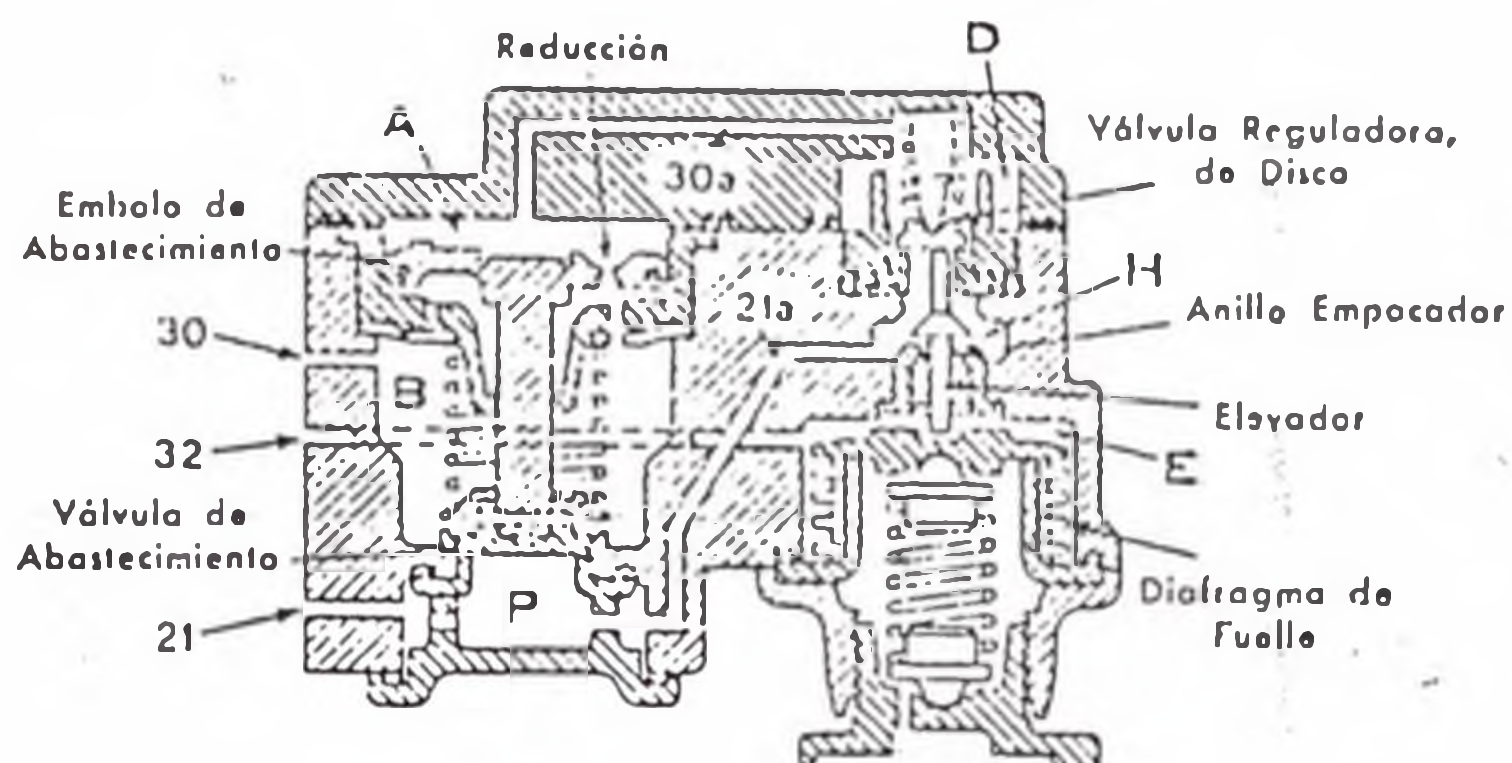


Fig. 2.16 VALVULA DE ALIMENTACION D-24-B EN POSICION CERRADA

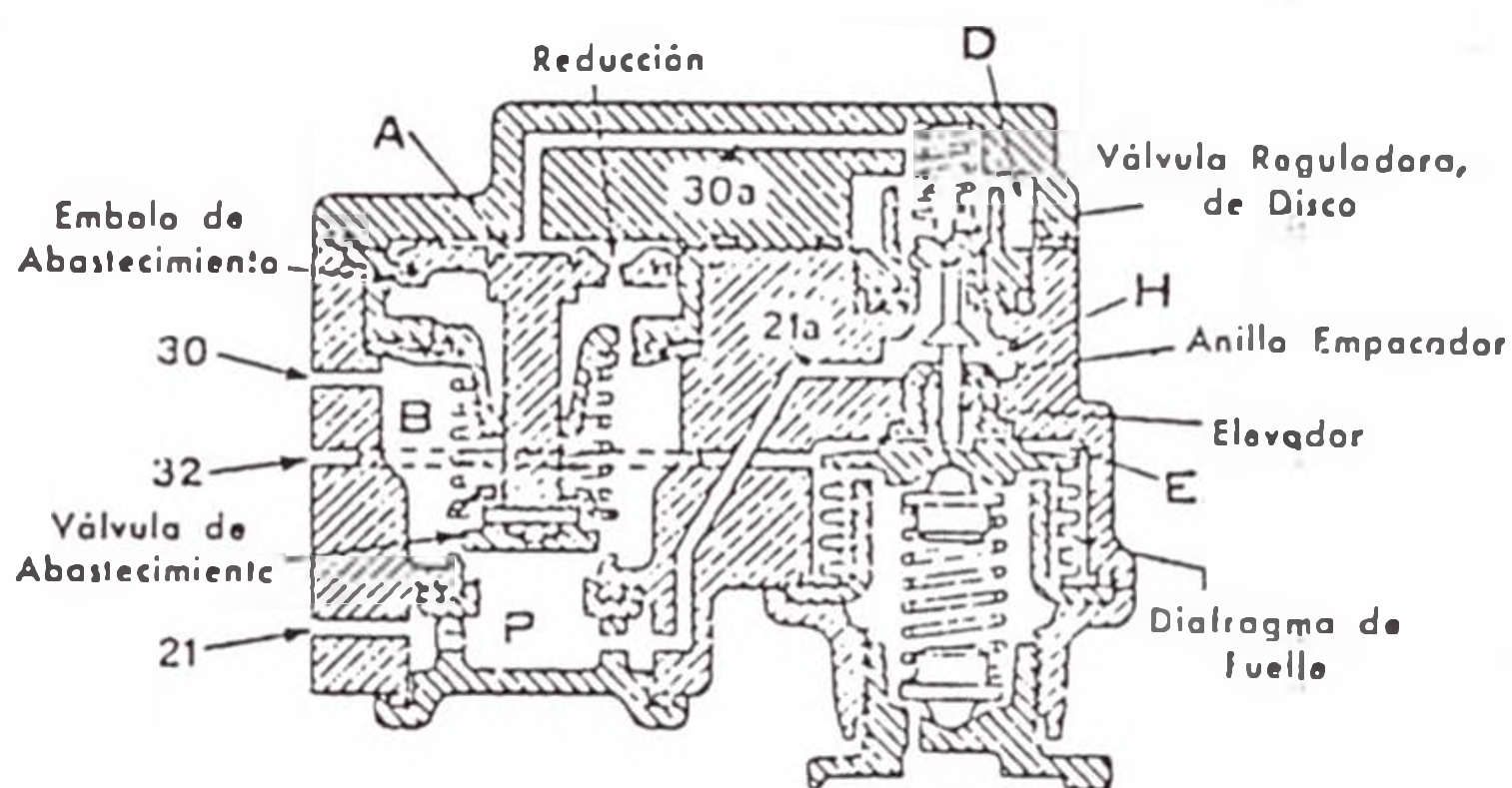


Fig. 2.17 VALVULA DE ALIMENTACION D-24-B EN POSICION ABIERTA

de las válvulas automática e independientes del maquinista, tiene cinco conexiones consta de dos porciones llamadas equilibrante y aplicadora. Figs. 2.18, 2.19). VALVULA DE SEGURIDAD TIPO A (El objetivo de esta válvula es dejar escapar presión en un momento dado para evitar la presión excesiva en los cilindros del freno de la locomotora Fig. 2.20). MANOMETROS DE AIRE DOBLES (son dos, uno

de los cuales tiene dos conexiones para tubo,
la manecilla roja de uno

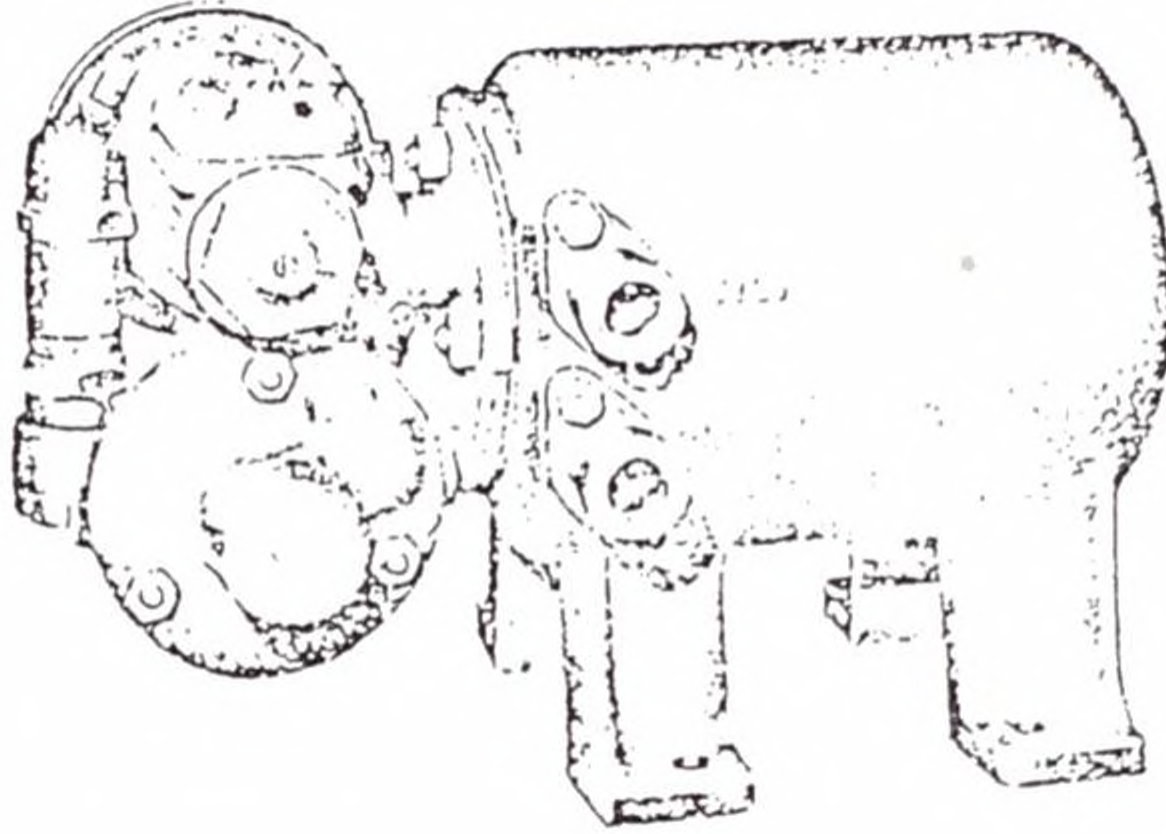


Fig. 2.18 VALVULA DISTRIBUIDORA 6-KR

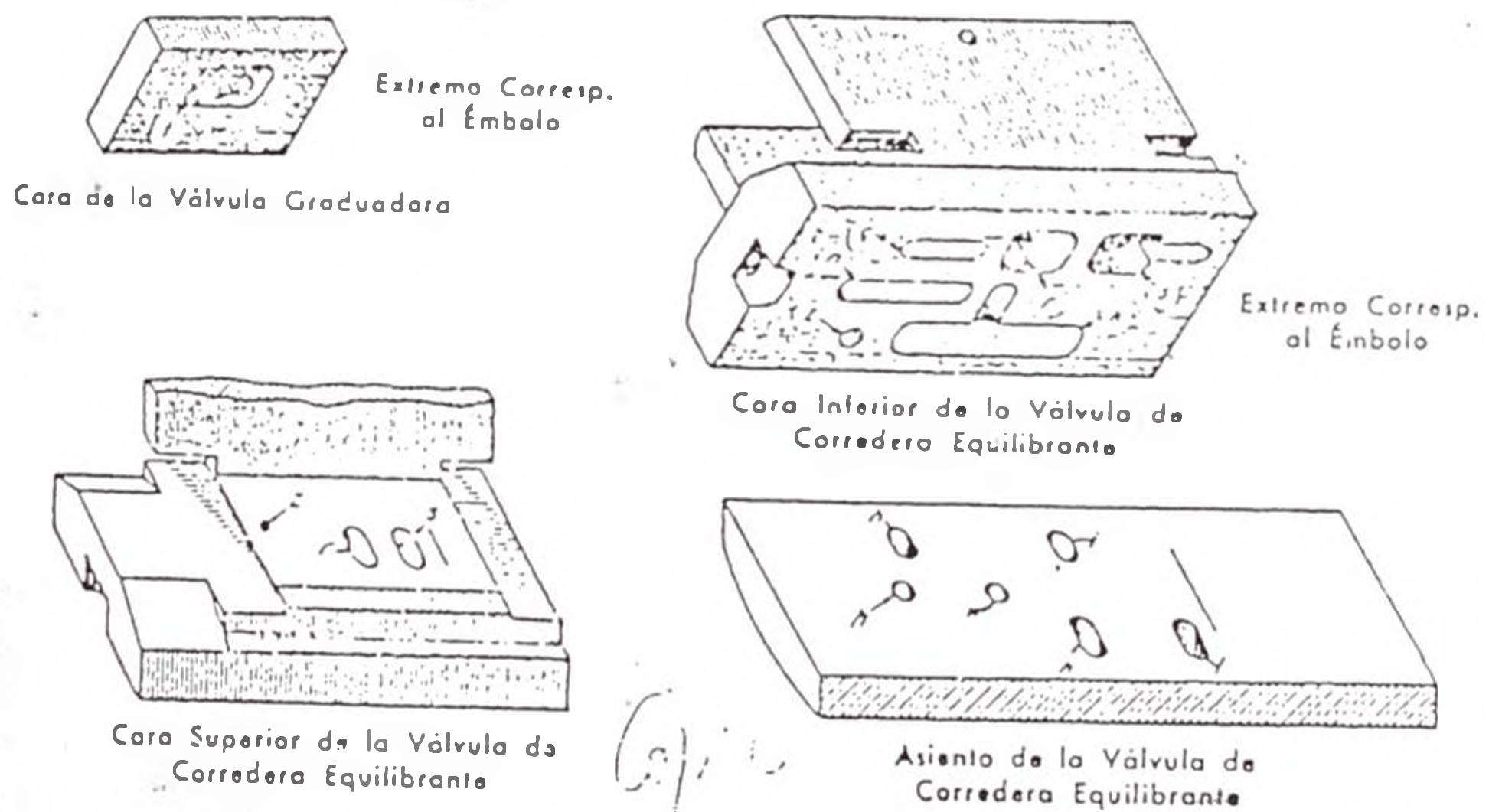


Fig. 2.19 VALVULA GRADUADORA, VALVULA DE CORREDERA
Y SUS ASIENTOS

de los manómetros esta conectada a la presión
de los depósitos principales, y la manecilla
blanca a la presión del depósito equilibrante.

La manecilla roja del otro manómetro esta conectada a la presión de los cilindros del

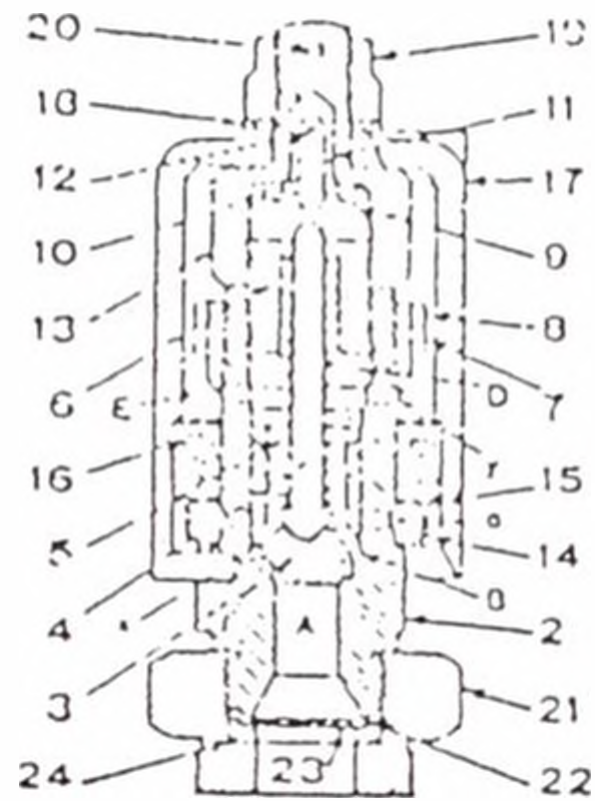


Fig. 2.20 VALVULA DE SEGURIDAD, TIPO A

freno de la locomotora, y la manecilla blanca a la presión del tubo de freno, Fig. 2.21), CILINDRO DE FRENO (su utilización es de aplicación de fuerza al sistema de palancas de freno), VALVULA DEL FRENO DE EMERGENCIA (sirve

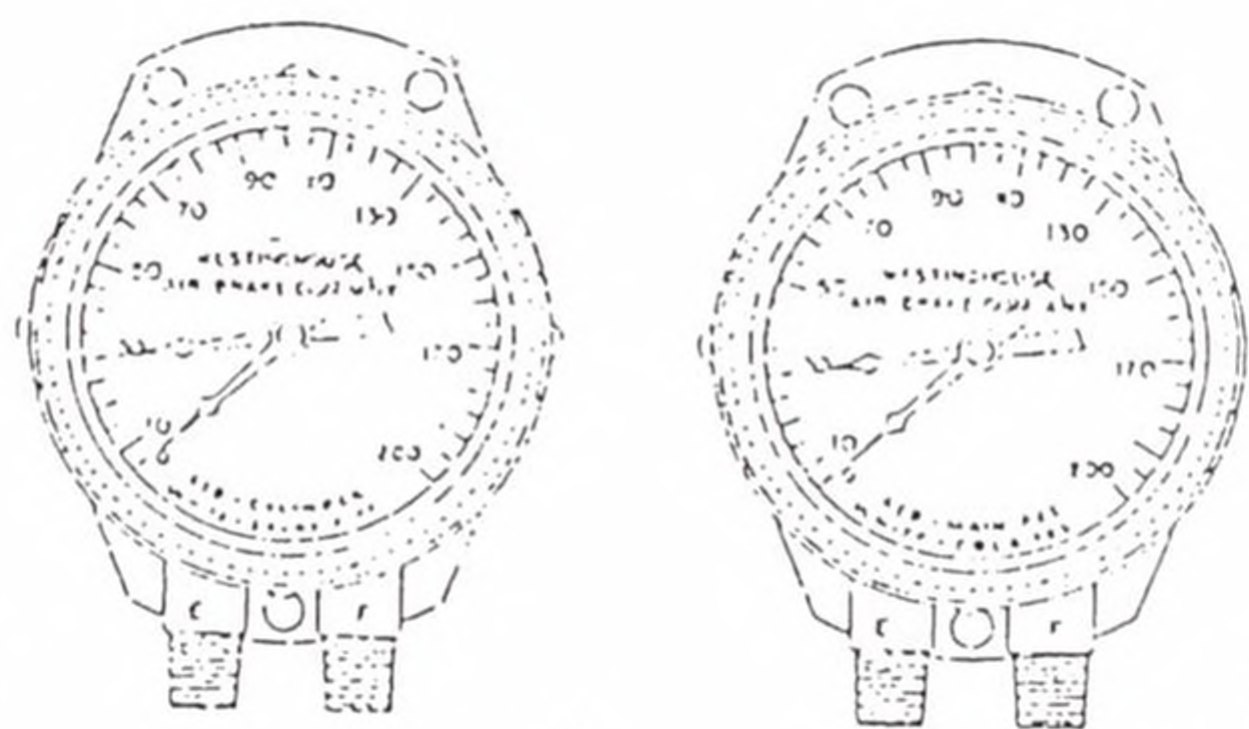


Fig. 2.21 MANOMETRO DE AIRES DOBLES

para descargar el tubo de freno y obtener una aplicación de los frenos en emergencia Fig. 2.22), COLECTORES DE POLVO DE ACCION CENTRIFUGA

(sirven para evitar que la escama del tubo, cenizas y otras materias extrañas lleguen a la

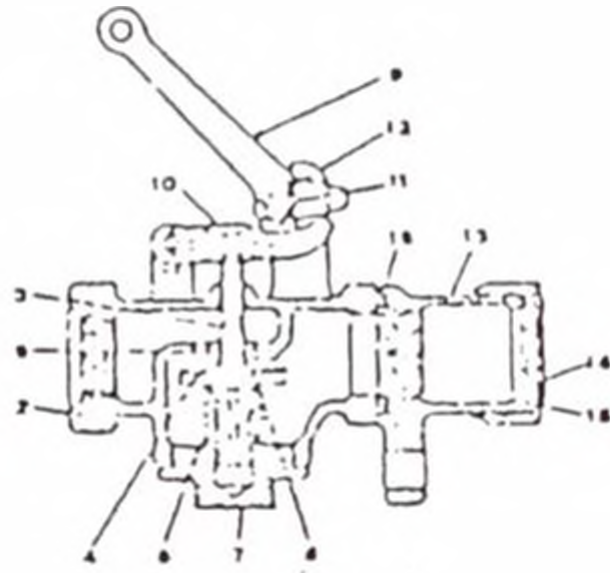


Fig. 2.22 VALVULA DE FRENO DE EMERGENCIA

válvula distribuidora y la válvula del maquinista Fig. 2.23), FILTRO DE AIRE TIPO H

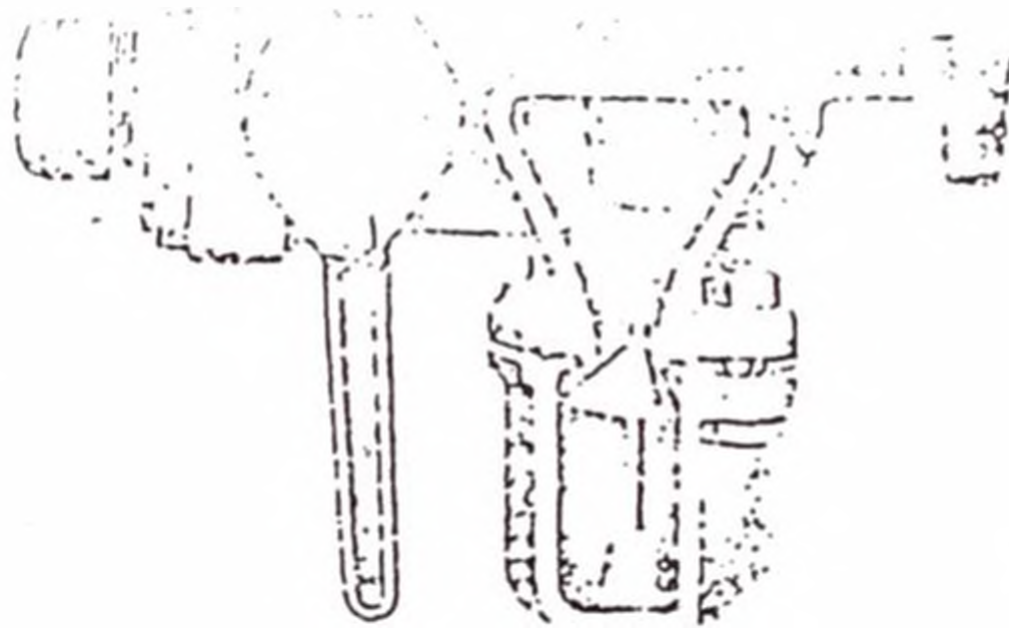


Fig. 2.23 COLECTOR CENTRIFUGO DE POLVO



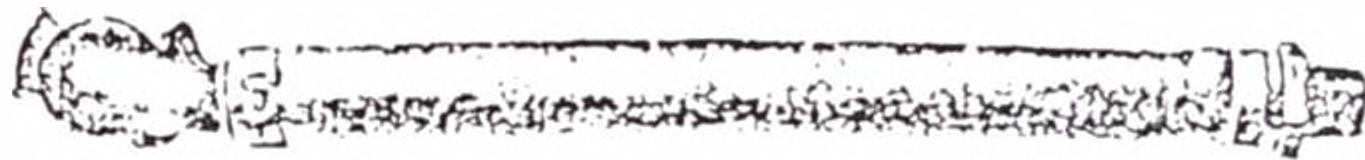
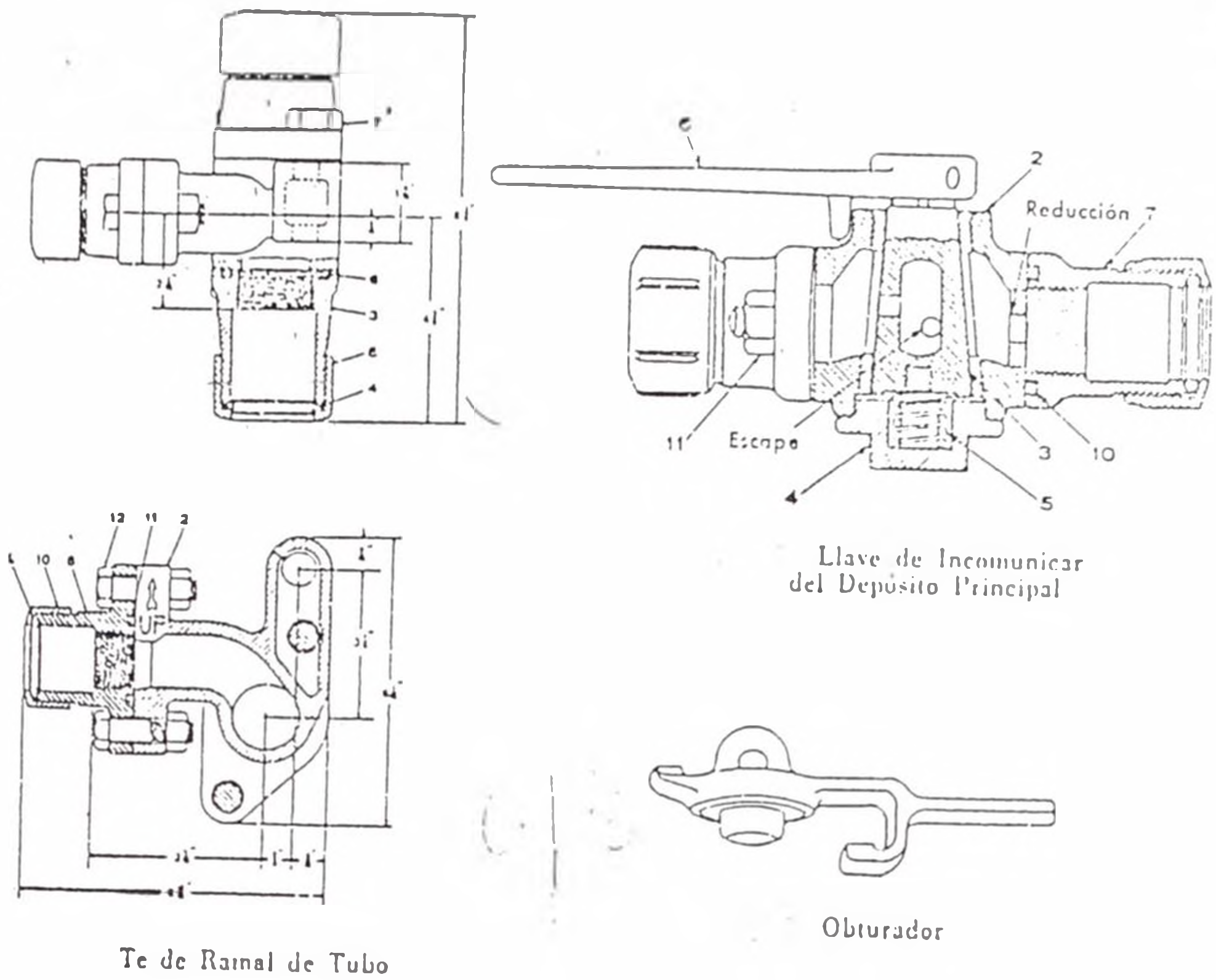
Fig. 2.24 FILTRO DE AIRE TIPO H

(se usa para evitar el paso de suciedad y humedad en el aire, que va de los depósitos principales al equipo de freno Fig. 2.24), COLADOR DE AIRE Y VALVULA CHECK COMBINADOS (sirven para el funcionamiento de los frenos de la Locomotora, cuando el compresor de una locomotora que forme parte de un tren no funciona por cualquier motivo. Fig. 2.25),



Fig. 2.25 COLADOR DE AIRE Y VALVULA CHECK COMBINADOS

ACCESORIOS DE LA TUBERIA (Figs.2.26), VALVULA DE DESCARGA "KM" (proporciona los medios para asegurar la propagación de la acción rápida a lo largo del tren cuando se descarga a la atmósfera el tubo de freno, para llevar a cabo una aplicación de los frenos de emergencia, Figs. 2.27, 2.28).



Manguera y Acoplador

Fig.2.26 TE DE RAMAL DE TUBO, LLAVE DE INCOMUNICAR DEL DEP. PRINC., OBTURADOR, MANGUERA Y ACOPLADOR

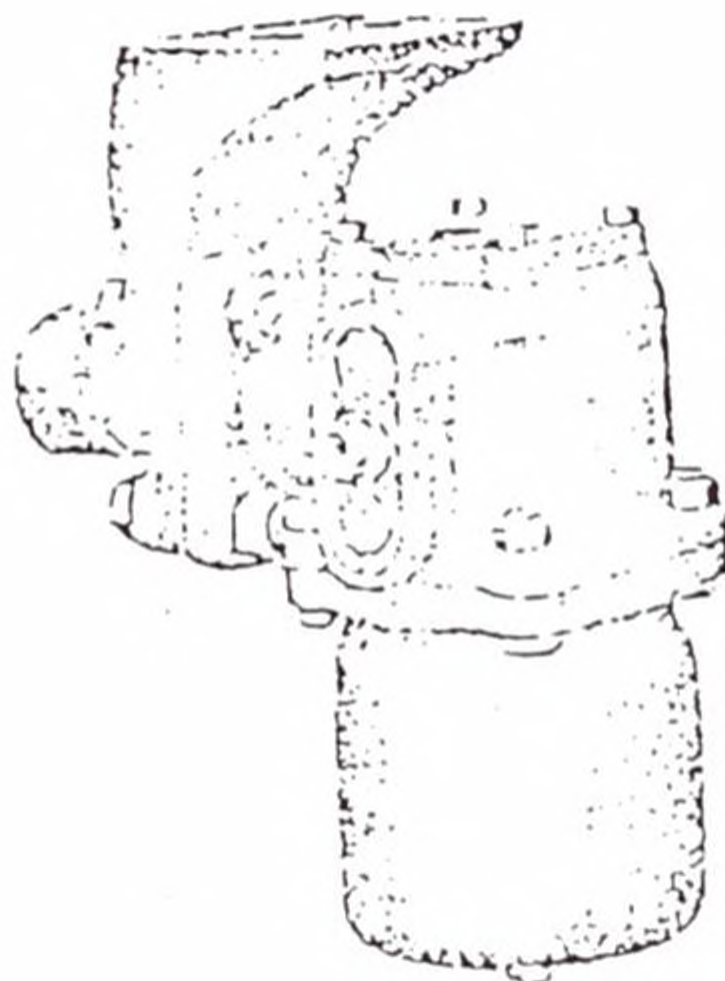


Fig. 2.27 VALVULA DE DESCARGA KM CON SOPORTE LARGO PARA MONTAJE.

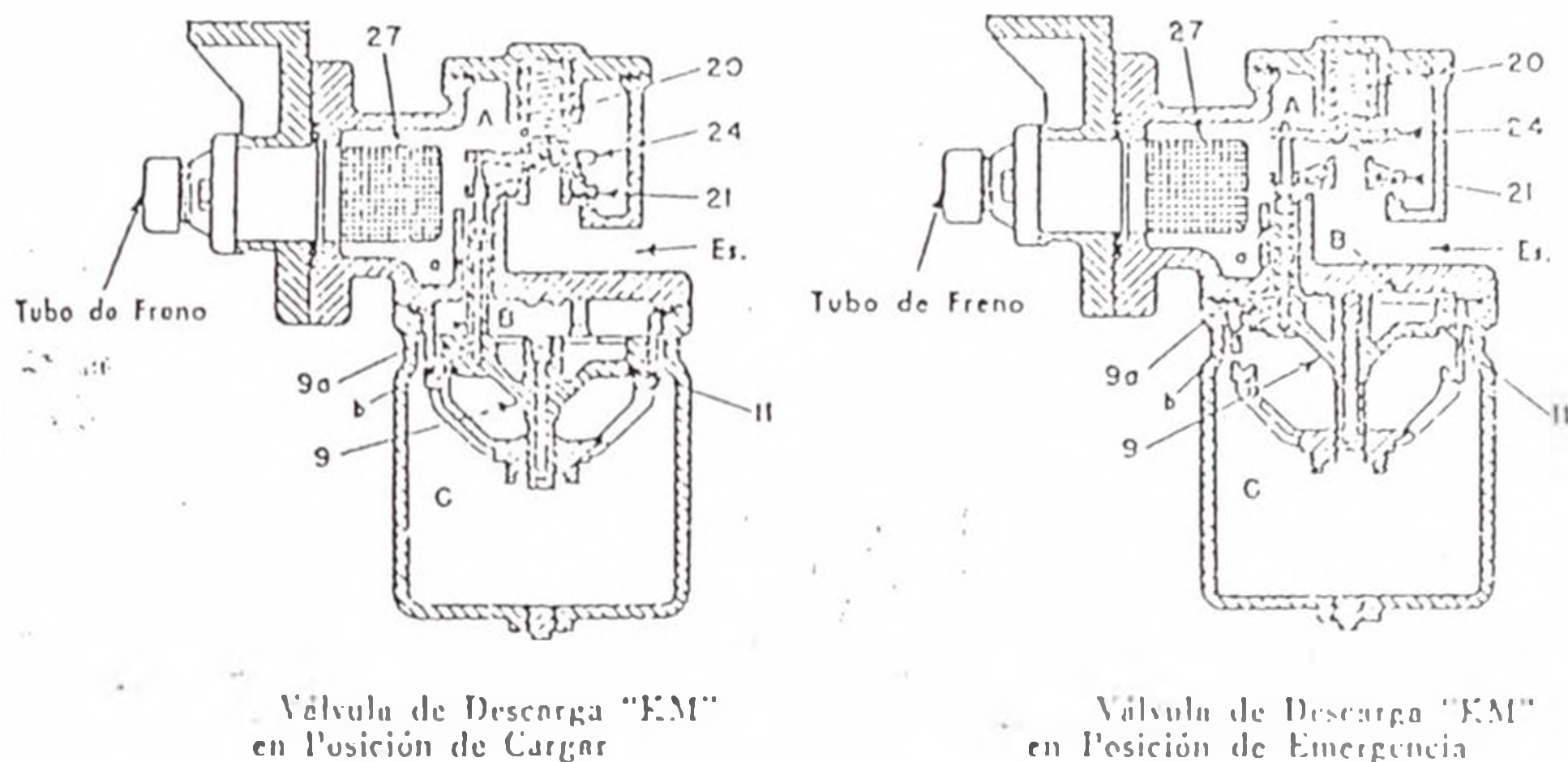


Fig.2.28 VALVULA DE DESCARGA KM (POS.DE CARGAR)
Y EN POSICION DE EMERGENCIA.

2.2.2 FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO DE FRENO 6-SL.

Para explicar en forma general el funcionamiento de este equipo de freno utilizaremos láminas para su mejor interpretación.

A) Posición de marcha. LAMINA N°1

Cuando las manijas de las válvulas automática e independiente del maquinista están en posición de marcha, la cavidad V de la válvula giratoria automática conectará el orificio 20 con el orificio 1a del asiento de la válvula, proporcionando un conducto grande y directo de la válvula de alimentación al tubo de freno. El tubo de freno cargará todo el sistema hasta la presión de la válvula de alimentación. Del orificio 1a, el aire pasa también por la cavidad j y el orificio C, a la cámara D sobre el émbolo equilibrante 41.

Esta cámara D esta conectada, a través del orificio 5 y la tubería correspondiente, con el depósito equilibrante y su manómetro. Por la conexión i del pedestal el aire llega al tubo del freno y de este, por un ramal, a la conexión TF de la válvula y a la cámara F de la porción equilibrante. El aire del tubo de freno pasa por V.26 a la cámara que queda sobre la válvula corredera equilibrante 3i, y por el orificio "O" llega a la cámara de presión. La cámara de aplicación esta conectada a ES. El tubo de los cilindros del freno esta conectado al escape de la válvula distribuidora, a través de los orificios c,d y e.

B) Aplicación del Servicio. LAMINA N° 2.

Estando el sistema cargado, como se acaba de describir, al mover la manija 55 de la válvula automática a la posición de servicio, el orificio "e" queda abierto. Esto permite que el aire escape lo que reduce inmediatamente la posición de aire que obra sobre el émbolo equilibrante 4i, por lo tanto, la posición más alta mueve el émbolo hacia arriba, levantando también a la válvula equilibrante de descarga y permitiendo que el aire del tubo del freno pase a través de la abertura m, n a la atmósfera. Cuando la

presión de la cámara D se ha reducido a la cantidad necesaria deseada, la manija se mueve a la posición de recubrimiento, en la que se detiene la salida de aire de esta cámara, por lo que el escape de aire del tubo de freno cesará inmediatamente. El émbolo equilibrante y la válvula equilibrante de descarga miden automáticamente la cantidad de aire que deber ser descargado del tubo de freno para obtener la reducción deseada. Puesto que el tubo de freno esta conectado a la cámara F de la válvula distribuidora. Una reducción en la presión del tubo de freno origina movimientos hacia la derecha del émbolo equilibrante 26, la válvula giratoria 28 origina una conexión entre los orificios h y w y el cilindro de apuración g. A medida que la presión aumenta en la cámara en que el émbolo 16 se mueve a la derecha, cerrando los orificios del escape d y e; llegando a ponerse en contacto con las válvulas piloto de aplicación 71, levantándola de su asiento y permitiendo que el aire del depósito principal, presente en la cámara ai, pase a la cámara b, de la que a través del conducto C, pasa al tubo de los cilindros del freno.

C) Recubrimiento de Servicio. LAMINA N° 3.

En esta posición los frenos se conservan aplicados a todo lo largo del tren, hasta que se lleve a cabo una nueva aplicación o un afloje. En esta posición, conocida como recubrimiento de servicio la válvula graduada 28 cierra el conducto Z, impidiendo que el aire de la cámara de presión siga pasando al cilindro de aplicación g y a la cámara de aplicación

D) Conservando los Frenos Aplicados durante un afloje Automático - LAMINA N° 4.

Para conservar aplicados los frenos de las Locomotoras mientras se aflojan los frenos del tren y se recarga el tubo del freno a la presión de la válvula de alimentación, la manija de la porción automática de la válvula del maquinista se mueve a la posición de conservar. En esta posición todos los orificios registran del mismo modo que en la posición de marcha, con excepción de que queda cerrado el orificio 19 que viene de la cámara y cilindro de aplicación de la válvula distribuidora, a través del tubo de afloje de la válvula distribuidora.

E) Emergencia. LAMINA N° 5.

Cuando se desee efectuar la parada más corta posible, la manija 55 de la válvula automática se coloca en posición de emergencia. En esta posición el tubo de freno queda abierto directamente a la atmósfera, a través del orificio de escape, lo que ocasiona una reducción en porción de emergencia en la presión del tubo de freno. Esta reducción en la presión del tubo de freno tiene lugar mucho más rápidamente que durante aplicaciones de servicio, por lo que el aire de la cámara de presión de la válvula distribuidora mueve rápidamente el émbolo equilibrante 26 a su posición extrema hacia su derecha, hasta colocarlo contra la punta de la cubierta, comprimiendo al resorte graduador 46. Como resultado del equilibrio directo y rápido de la presiones de la cámara de presión y del cilindro de aplicación, el émbolo aplicador 10 de la válvula distribuidora se mueve rápidamente hacia la derecha abriendo totalmente la válvula aplicadora 68, por lo que se consigue un aumento rápido en la presión de los cilindros del freno. como se describió anteriormente.

F) Funcionamiento del Freno Independiente.

LAMINAS N°s.: 6, 7, 8 y 9.

Para obtener una aplicación del freno de la locomotora, la manija de la válvula independiente se mueve hacia la derecha, mientras mayor sea el movimiento de la manija, mayor será la cantidad de aplicación. Moviendo el árbol de levas 76, se mueve la parte 144, el elevador 139 y sus palancas adjuntas, cuyos extremos están en contacto con la válvula de admisión 122 y la válvula de escape 134. A medida que continúe el movimiento de la manija de la válvula independiente hacia la derecha, continua moviéndose también las palancas equilibrantes, que ahora se apoyan en la válvula de escape 134, que esta cerrada, por lo que abren la válvula de admisión 122. Esto permite que el aire de los depósitos principales, presente en el conducto 7, pase a la cámara F, de la válvula del maquinista, al tubo del cilindro de aplicación a través de la válvula check 97b y del conducto 2. En la válvula distribuidora, el aire del tubo 2 del cilindro de aplicación pasa por el conducto 2 al cilindro de aplicación g, y a través de la cavidad K y del orificio W, llega a la cámara de aplicación. Luego el

émbolo aplicador 10 se mueve rápidamente hacia la derecha abriendo totalmente la válvula aplicadora 68 por la que el aire de los depósitos principales pasan a los cilindros del freno. La aplicación independiente en la etapa final hace que los frenos permanezcan aplicados hasta que se lleve a cabo una nueva aplicación o un afloje. Cuando se desee hacer un afloje independiente estando aplicado el freno automático, se oprime la manija de la válvula independiente del maquinista a la posición de su marcha. Si se desea aumentar la fuerza del freno en la locomotora después de haber efectuado una aplicación automática de los frenos de un valor menor al de la aplicación plena, muévase la manija de la válvula independiente hacia la derecha de la zona de aplicación.

2.3 EQUIPO DE FRENO 26-L

El equipo de freno 26-L proporciona todos los requisitos necesarios para accionar los trenes, tanto con Locomotoras para servicio de carga como de pasajeros. Este equipo puede adaptarse para cualquier tipo de servicio, sin necesidad de alterar las tuberías o los aparatos básicos y es adecuado

también para el funcionamiento de unidades múltiples, con equipo de freno de tipos anteriores.

Entre las nuevas características de este equipo señalaremos la estructura simplificada de las piezas interiores, debido al empleo de émbolos accionados por diafragmas y de válvulas carrete. Debido a la supresión de émbolos con anillos, válvulas corredera y asientos, se obtiene una reducción substancial en los gastos de conservación.

Entre las características más importantes tenemos; aplicaciones y aflojes de los frenos, rápidas y flexibles, para conseguir un funcionamiento suave, mantiene el valor de las funciones en el tubo de freno y en los cilindros de freno, control de seguridad, control de sobre velocidad, control del tren con supresión temporal y permanente, aplicación del castigo del freno con reducción dividida, incomunicación de la potencia y del frenado dinámico durante las aplicaciones de castigo, protección de tren dividido.

2.3.1 COMPONENTES DEL EQUIPO DE FRENO 26-L.

Entre los cuales tenemos los siguientes:

- VALVULA DEL MAQUINISTA 26-C: Es una válvula de tipo automecanizado, consta de una porción automática que a su vez esta

cuenta con los siguientes dispositivos, válvula reguladora, válvula reveladora, válvula de incomunicar, válvula de emergencia, válvula de descarga, válvula supresora y válvula de incomunicar. Y una porción independiente que es la válvula del maquinista SA-26.

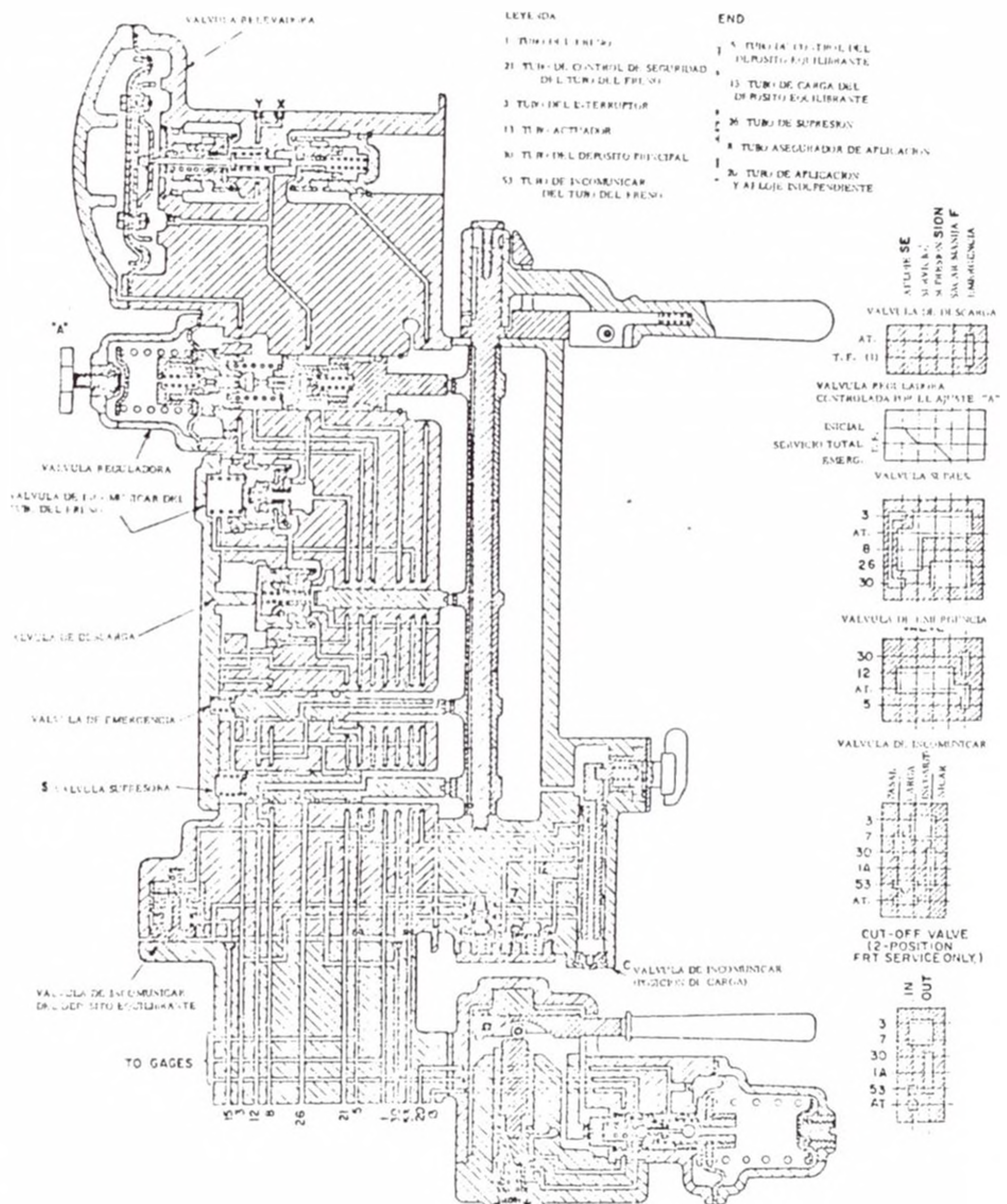


Fig. 2.29 VALVULA DEL MAQUINISTA 26-C
VISTA DIAFRAGMATICA

VALVULA DE CONTROL 26-F: Es de tipo automático, consistiendo en un soporte para tubos al cual están sujetos una

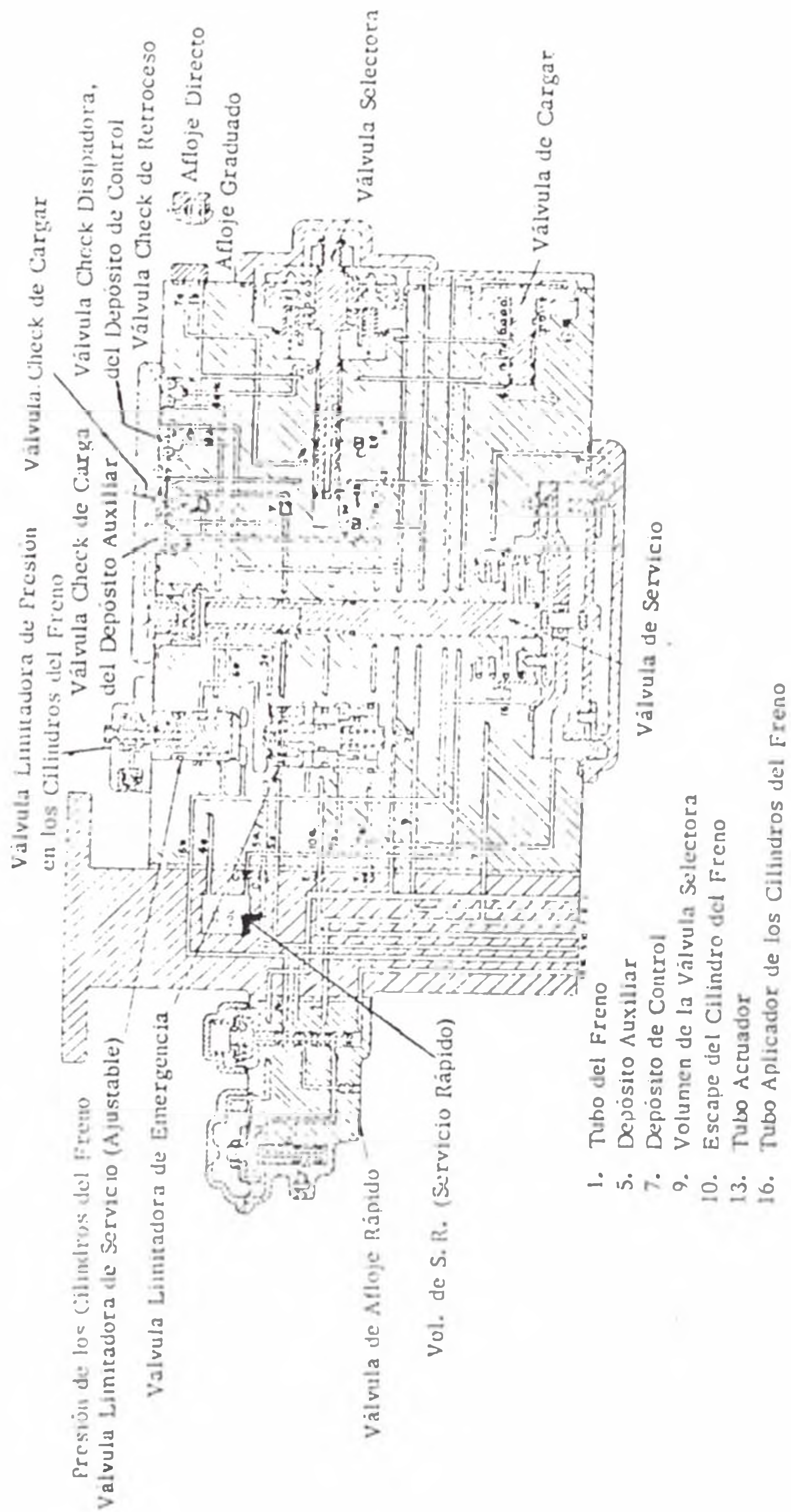


Fig. 2.30 VISTA DIAFRAGMATICA DE LA VALVULA DE CONTROL 26-F

porción de servicio y una porción de afloje rápido. La válvula es capaz de responder a cambios de la presión del tubo de freno en grado de servicio o en grado de emergencia, y por lo tanto desarrolla presión en los cilindros de freno.

- VALVULA DE CONTROL 26-D: Utilizada también en el equipo de freno 26-L en reemplazo del 26-F.

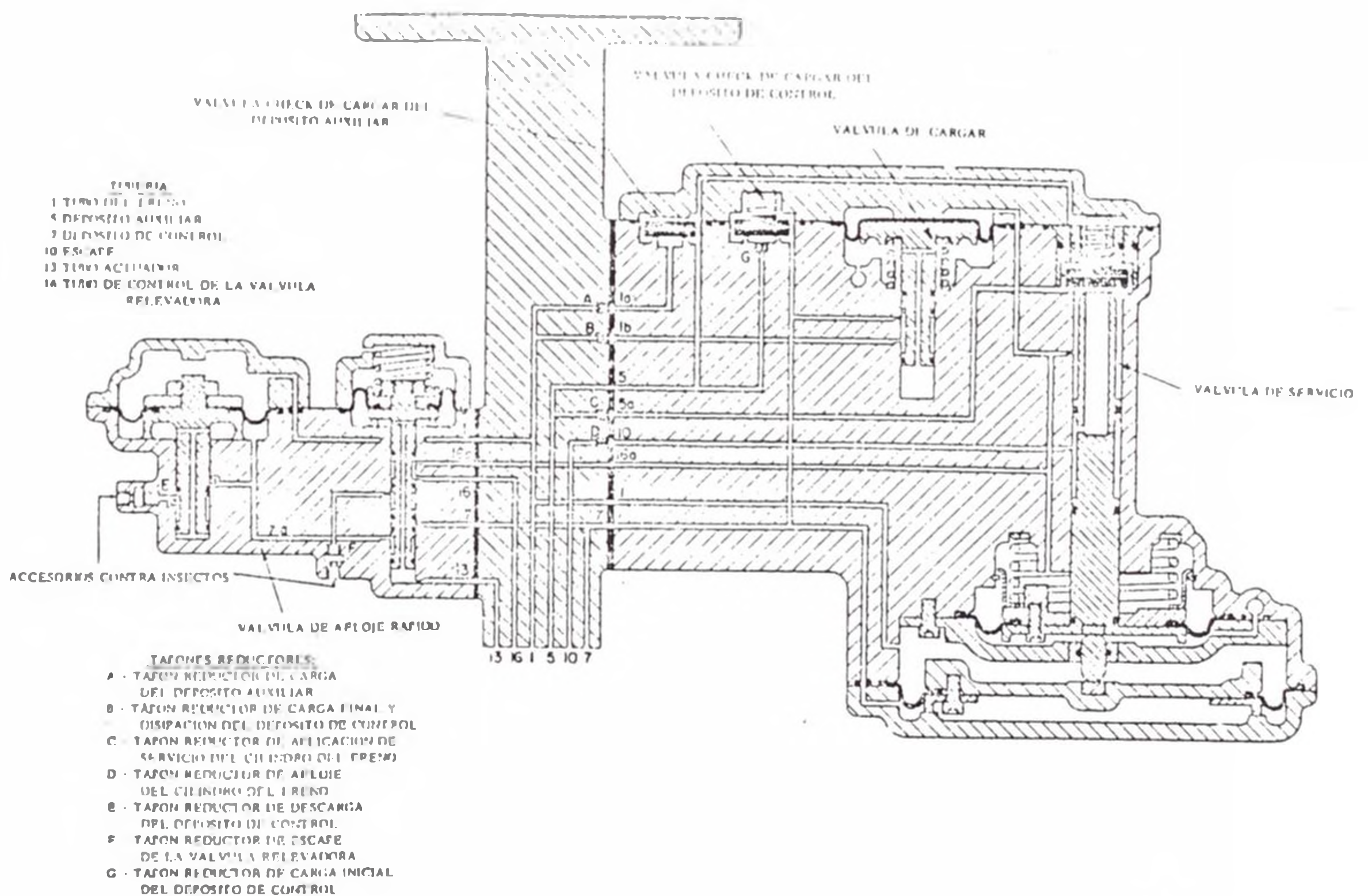
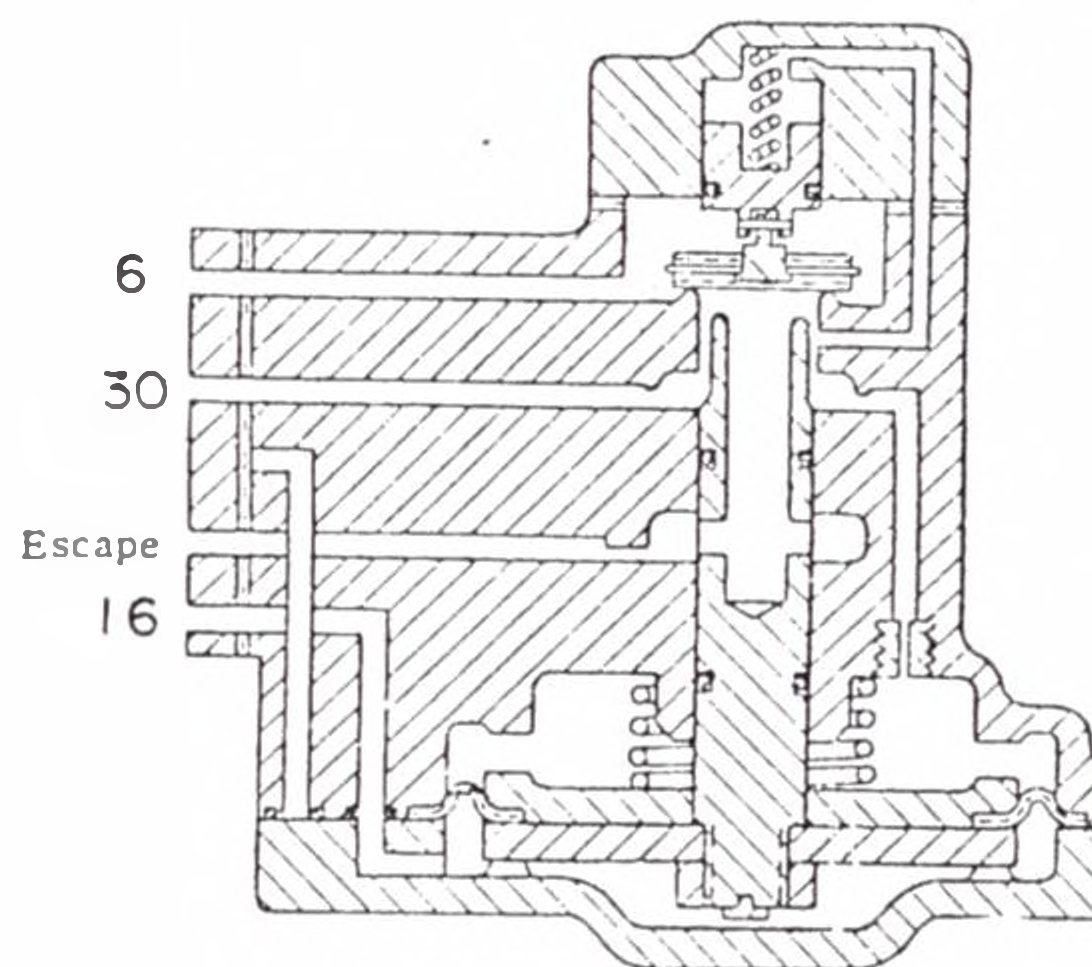


Fig. 2.31 VISTA VALVULA 26-D

VALVULA REVELADORA J-1: Es una válvula autorecubridora accionada por diafragma, que funciona para suministrar y descargar aire desde y hacia los cilindros del freno durante las aplicaciones y aflojes del freno.



LEYENDA

6 Abastecimiento
16 Control
30 Abastecimiento

Fig. 2.32 VALVULA REVELADORA J-1

VISTA DIAGRAMATICA

VALVULA MU-2-A: Es una válvula accionada manualmente que dispone de un soporte para tubos y se emplea para permitir que una Locomotora de equipo 26-L pueda ser empleada en servicios de unidades múltiples.

LEYENDA

- 2 Tubo de Aplic. y Afloje Ind.
 3 Tubo Actuator
 13 Tubo Actuator
 20 Tubo de Aplic. y Afloje Ind.
 30 Depósito Principal
 53 Tubo de Control de Unid. Mult.
 63 Tubo de Enlazamiento de Unidades Mult.

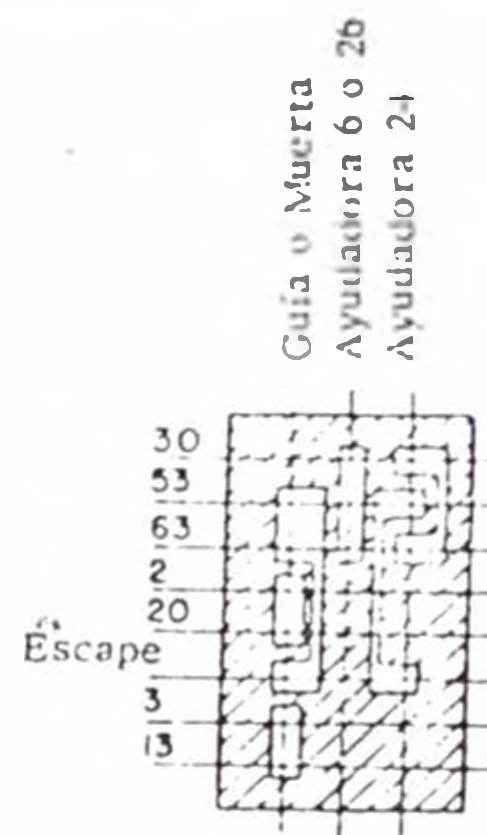
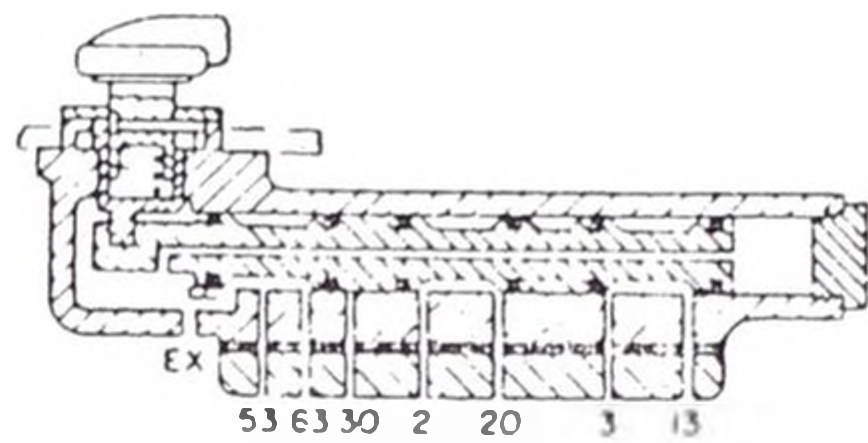
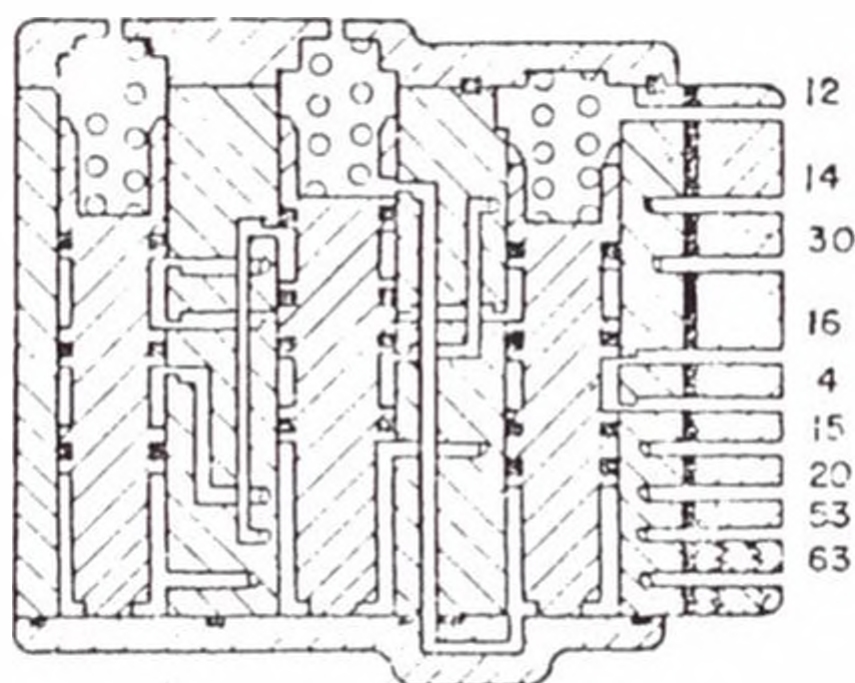


Fig. 2.33 VALVULA MU-2-A

- VALVULA SELECTORA F-1: Desempeña la función de disponer el equipo de freno de la locomotora, para guiar o ayudar a otros



TUBERIA

- 4 TUBO DE CONTROL DEL FRENO AUTOMATICO
 12 TUBO DE EMERGENCIA
 14 TUBO EQ. DE LOS CIL. DEL FRENO
 15 TUBO EQ. DEL D.P.
 16 TUBO DE APLICACION
 20 TUBO DE APL. Y AFL. INDEP.
 30 TUBO DE LOS CILS. DEL FRENO
 53 TUBO DE CONTROL DE UNIDADES MULTIPLES
 63 TUBO DE ENLAZAMIENTO DE UNIDADES MULTIPLES

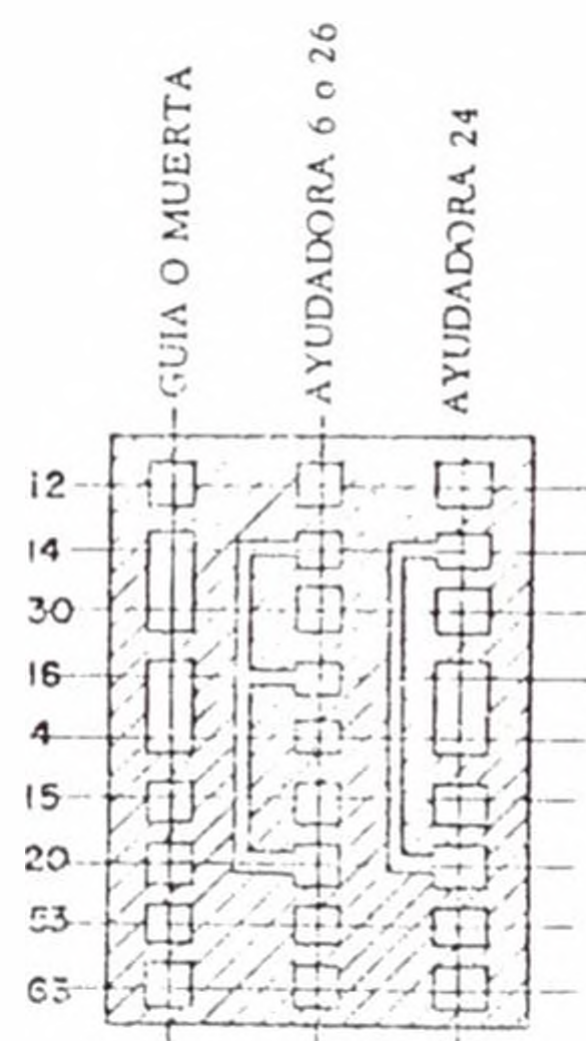


Fig. 2.34 VALVULA SELECTORA F-1

- VALVULA APLICADORA DEL FRENO P-2-A: Es una válvula aplicadora del freno P-2-A funciona para producir una aplicación completa del servicio del freno cuando es accionado por un control de seguridad.

LEYENDA

- 3 Válvula de Pedal
- 5 Deposito Equilibrante
- 8 Tubo Asegurador de Aplicación
- 10 Control de Seguridad
- 15 Carga del Dep. Equilibrante
- 24 Dep. Limitador de Reducción
- 25 Corte de Potencia
- 26 Tubo Supresor
- 30 Dep. Principal
- 33 Tubo del Interruptor o Conmutador

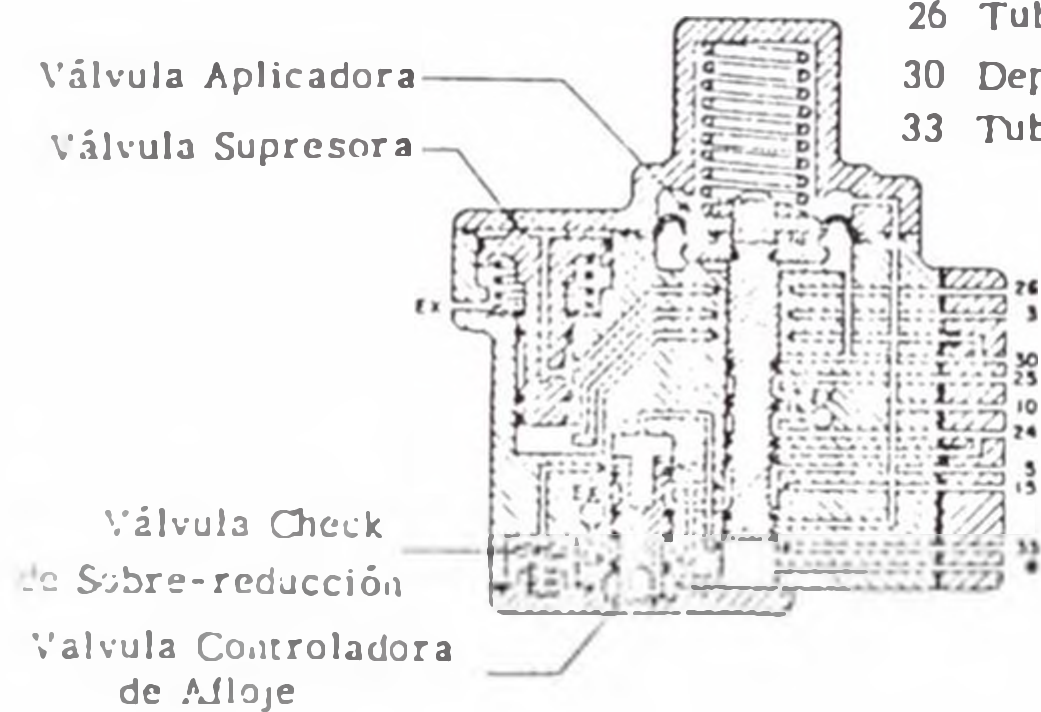


Fig.2.35 VALVULA APLICADORA DEL FRENO P-2-A
VISTA DIAGRAMATICA

- VALVULA APLICADORA DE FRENO P-2: Actua durante la aplicación de castigo. Ver Fig.2.36.
- VALVULA APLICADORA DEL FRENO P-1: La función principal es ocasionar una aplicación completa de servicio de los frenos cuando sea iniciado por las siguientes características: control de

paradas de trenes o control de seguridad.
Ver Fig. 2.37.

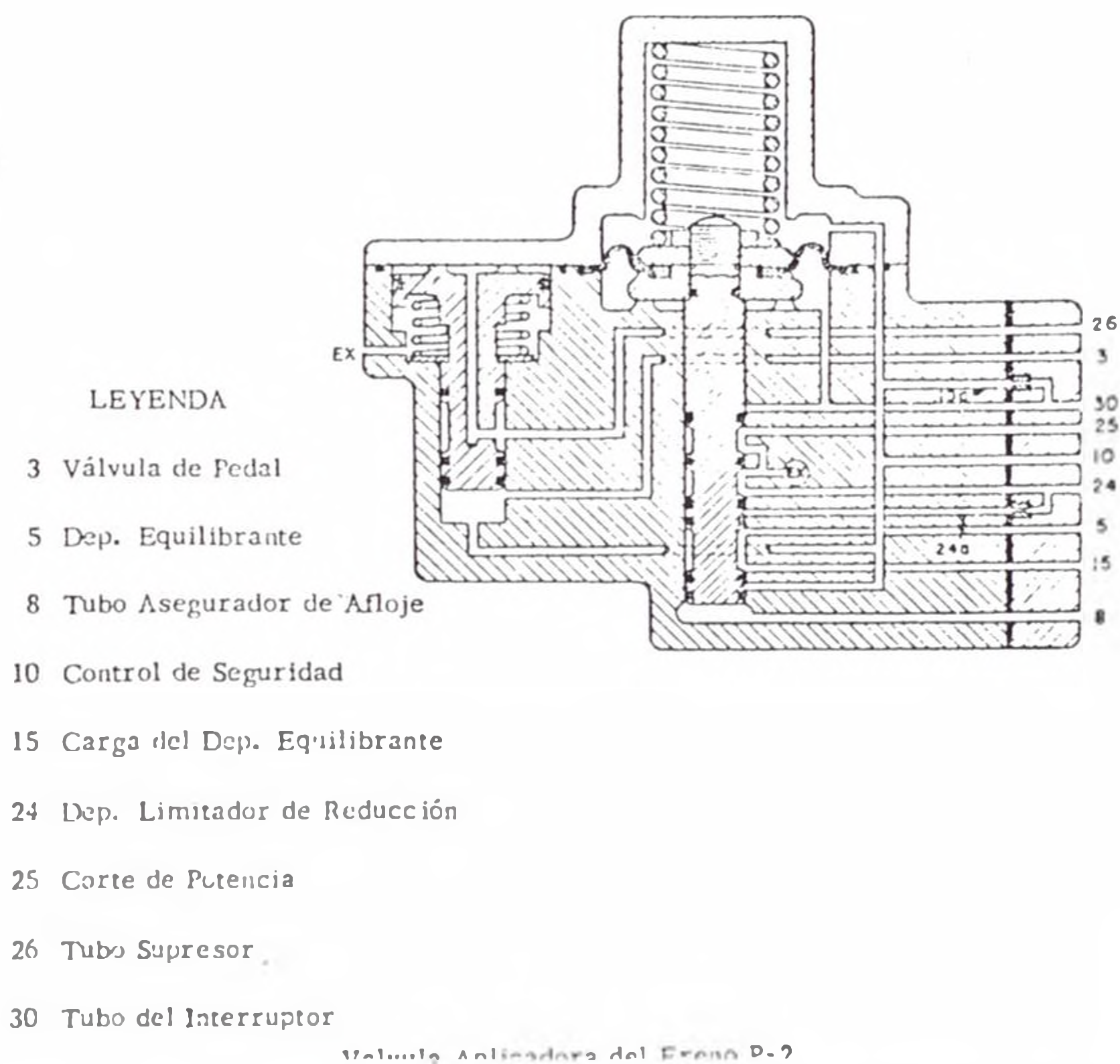
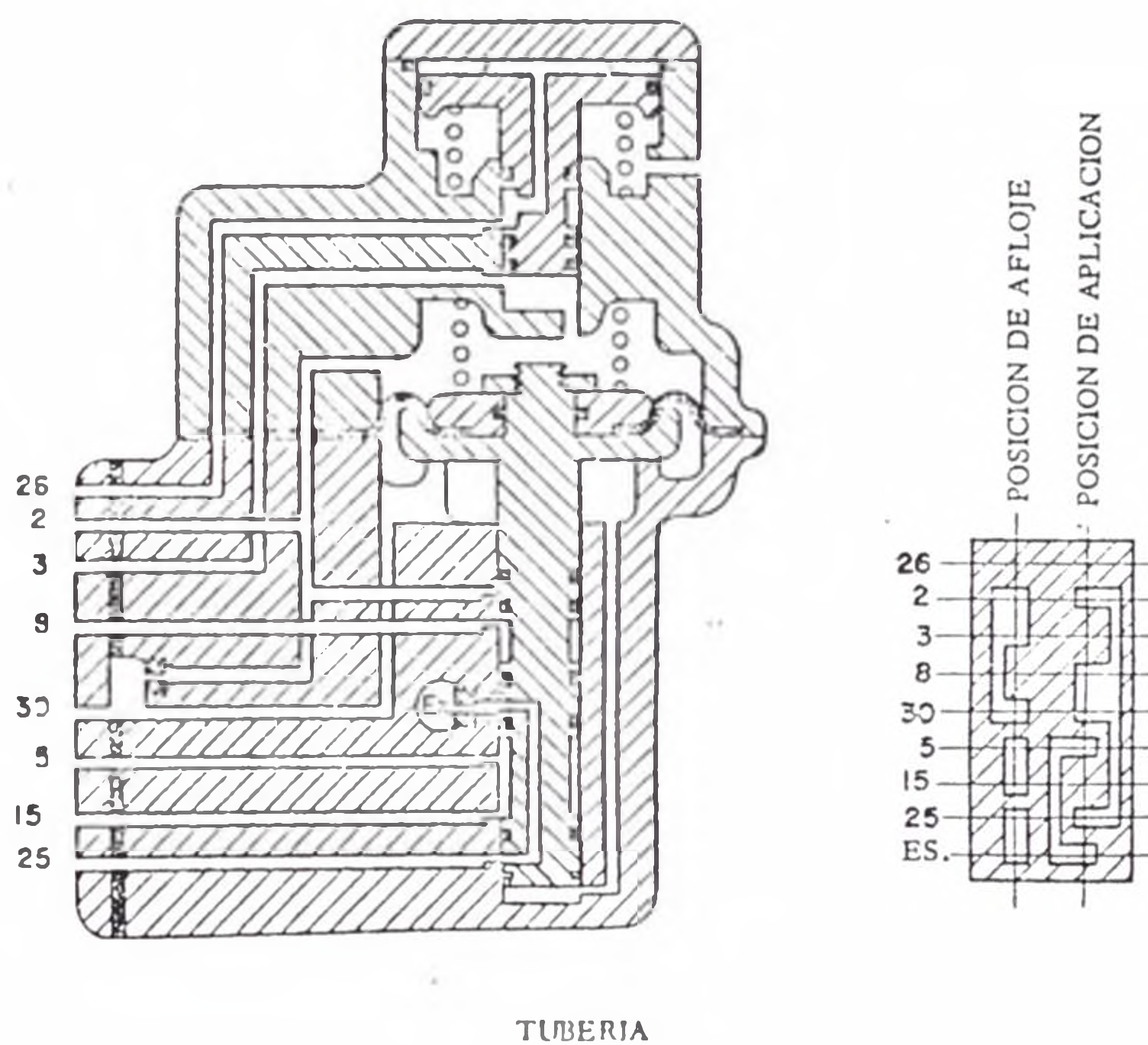


Fig. 2.36 VALVULA APLICADORA DE FRENO P-2

- VALVULA PILOTO INCOMUNICADORA DE CARGA A-1
Funciona cuando se divide el tren para proporcionar las siguientes características: arenado automático, corte de potencia, incomunicación dinámica, incomunicación del tubo de freno. Ver Fig. 2.38
- VALVULA RELAYAIR HB-5: Válvula neumática de doble piloto, de tres vías que cambia

el paso de aire a través de ello cuando existe en la cámara de control una presión de aire igual o superior a un valor predeterminado, actúa como un relevador, como un enlazador ó como una válvula de sucesión. Fig. 2.39.



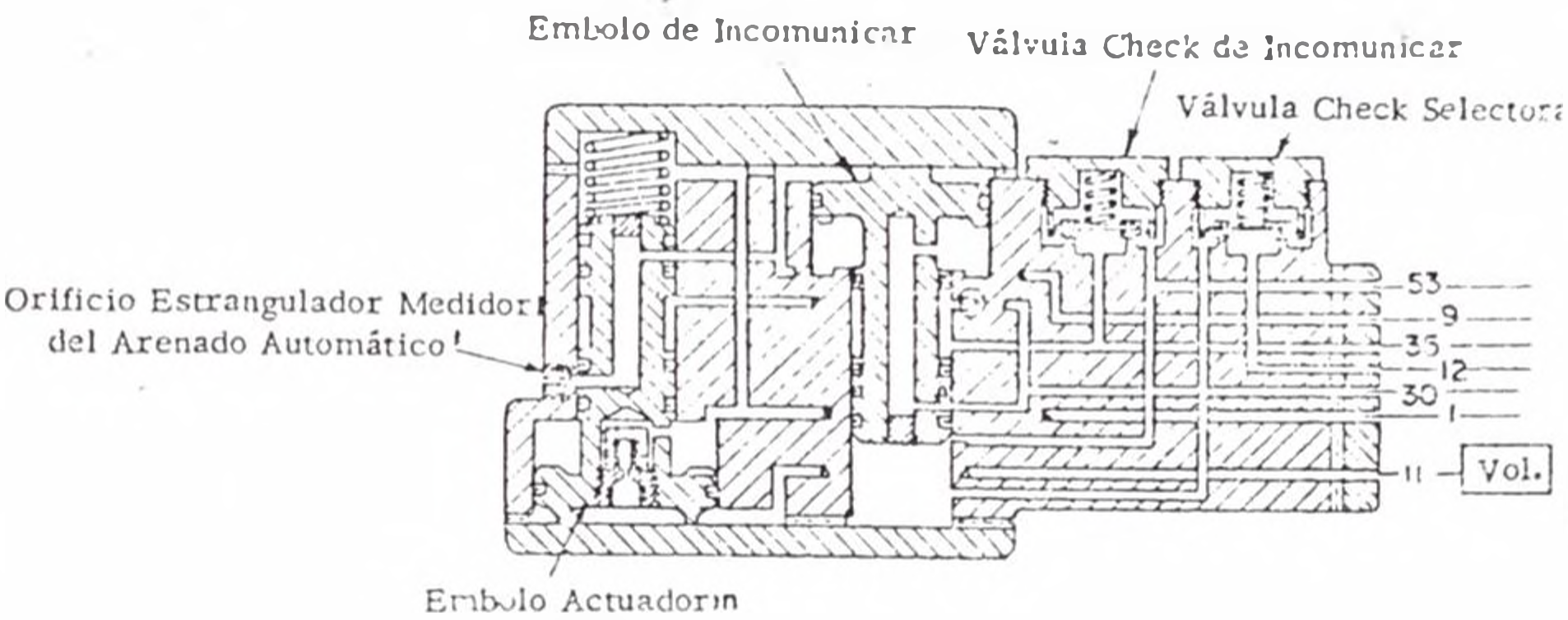
- TUBERIA
- 2 TUBO DE CONTROL DE SEGURIDAD
 - 3 A LA VALVULA DE PEDAL
 - 5 TUBO DEL DEPOSITO EQUIL.
 - 8 TUBO ASEGURADOR DE APLICACION
 - 15 TUBO DE CARGA DEL DEP. EQUIL.
 - 25 TUBO AL CONMUTADOR P.C.
 - DE CORTE DE CORRIENTE
 - 26 TUBO DE SUPRESION
 - 30 TUBO DEL DEP. PRINCIPAL

Fig 2.37 VALVULA APLICADORA P-1

- VALVULA RELAYAIR H-5-A. Ver Fig. 2.40

- VALVULA SELECTORA DE REDUCCION A-1:
Proporciona automáticamente una reducción

dividida durante aplicaciones de castigo.
Ver Fig. 2.41



LEYENDA

- | | |
|-------------------------------|--|
| 1 Tubo del Freno | 30 Depósito Principal |
| 9 Tubo del Arenado Automático | 35 Corte de Potencia e Incomunicación Dinámica |
| 11 Volumen | 53 Incomunicación del Tubo del Freno |
| 12 Interruptor de Emergencia | |

Fig. 2.38 VALVULA INCOMUNICADORA DE CARGA A-1

LEYENDA

- | |
|----------------------------|
| 9 Abastecimiento o Escape |
| 10 Control |
| 11 Suministro |
| 12 Abastecimiento o Escape |
| 13 Nulificación |

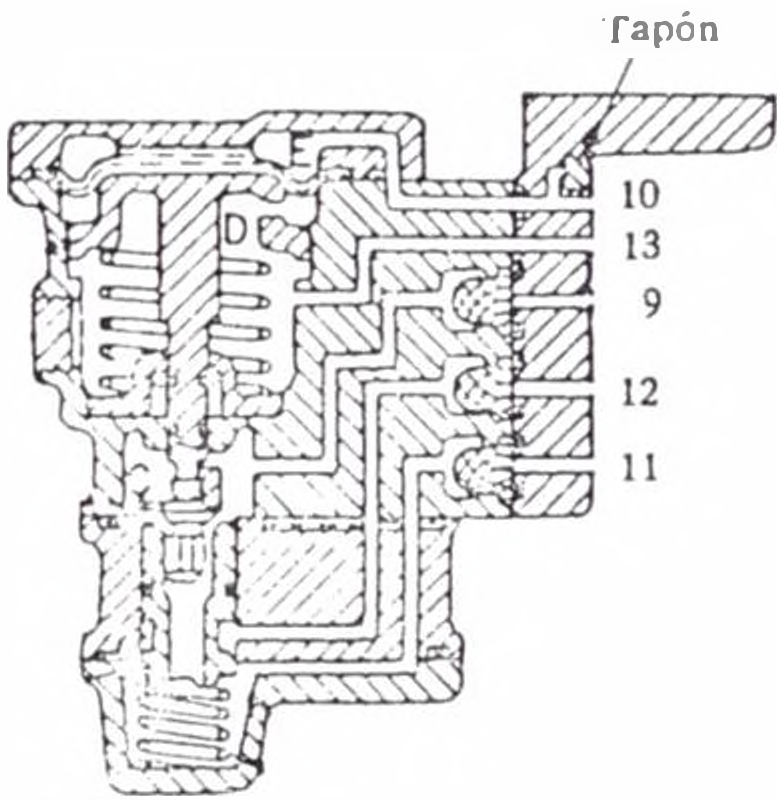


Fig. 2.39 VALVULA RELAYAIR HB-5

VALVULA SELECTORA DE REDUCCION A-2:
Proporciona automáticamente una reducción dividida durante aplicaciones de castigo, por supresión temporal y permanente de la aplicación por controles de trenes. Ver Fig. 2.42

LEYENDA

- 9 Abastecimiento o Escape
- 10 Control
- 11 Suministro
- 12 Abastecimiento o Escape

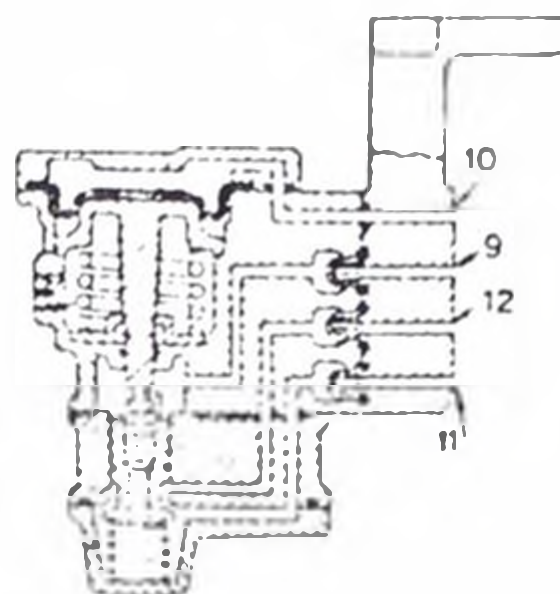
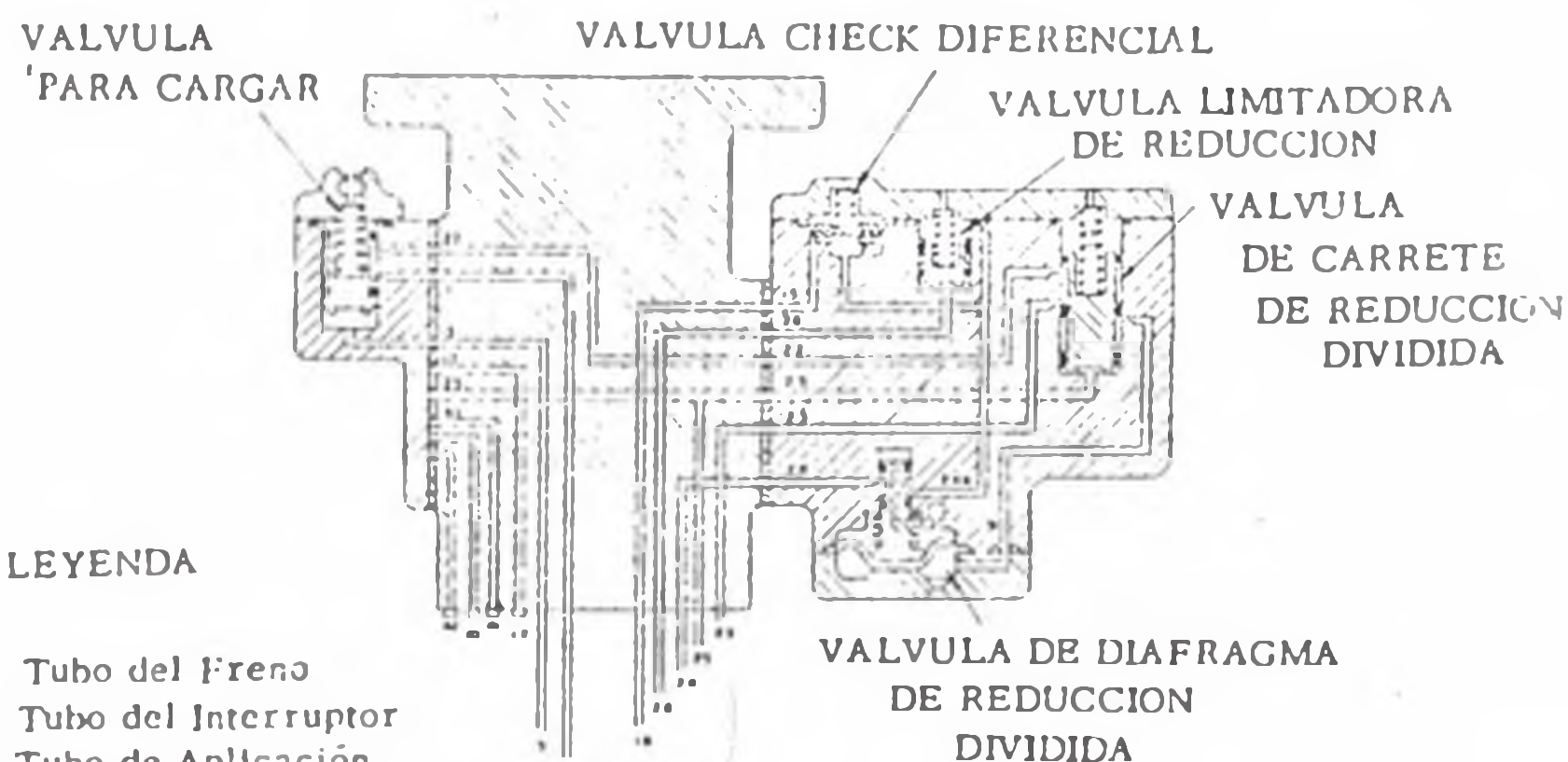


Fig. 2.40 VALVULA RELAYAIR H-5-A

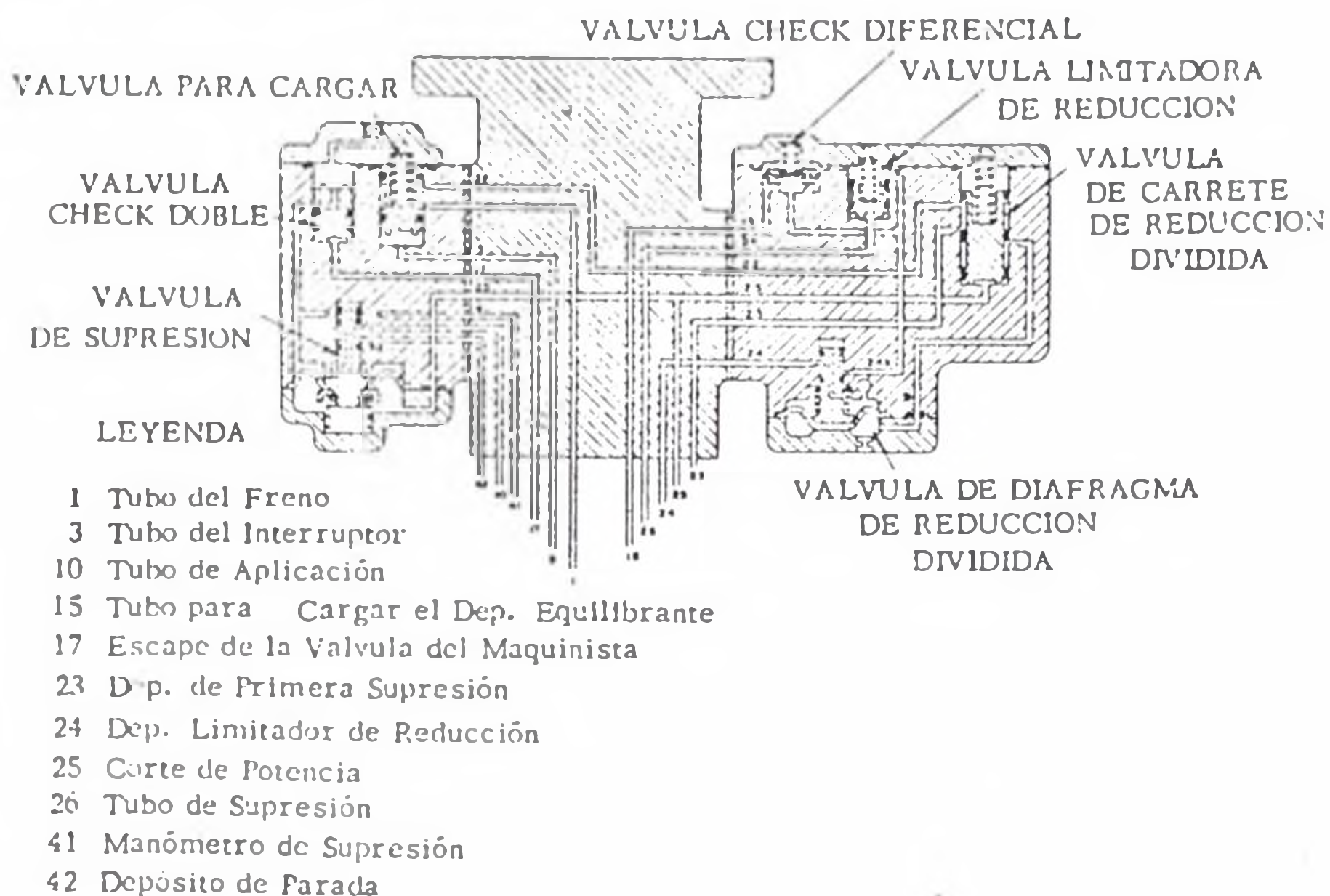


LEYENDA

- 1 Tubo del Freno
- 3 Tubo del Interruptor
- 10 Tubo de Aplicación
- 15 Tubo para Cargar el Dep. Equilibrante
- 17 Escape de la Válvula del Maquinista
- 23 Dep. de Primera Supresión
- 24 Dep. Limitador de Reducción
- 25 Corte de Potencia
- 26 Tubo de Supresión
- 41 Manómetro de Supresión
- 42 Depósito de Parada

Fig.2.41 VISTA DIAGRAMATICA DE LA VALVULA
SELECTORA DE REDUCCION A-1

- VALVULA DE MAGNETO FB-4: Esta válvula impide una aplicación del freno automático cuando se emplea el freno dinámico. No obstante puede aplicarse el freno independientemente mientras esta en funcionamiento la válvula FB-4. Fig. 2.43.



VISTA DIAGRAMATICA DE LA VALVULA A

Fig. 2.42 VISTA DIAGRAMATICA DE LA VALVULA SELECTORA DE REDUCCION A-2

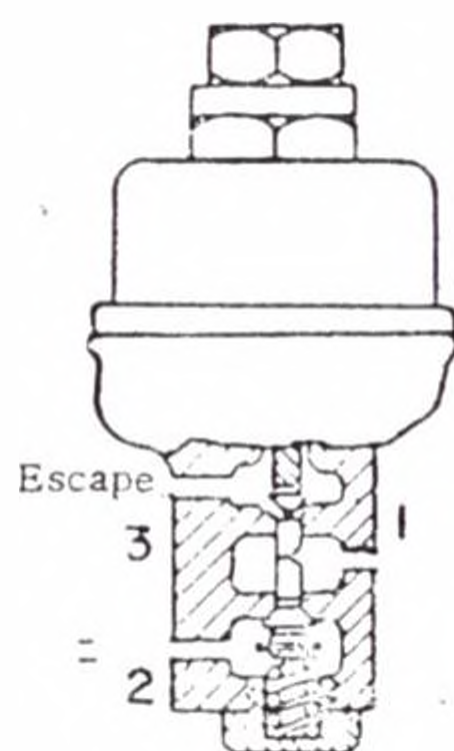


Fig. 2.43 VALVULA DE MAGNETO FB-4

VISTA DIAGRAMATICA

- VALVULA CHECK DOBLE 26-A: Se emplea en las locomotoras con doble cabina para dirigir el paso del aire del tubo de incomunicar

del tubo de freno hacia la válvula del maquinista en funcionamiento, impidiendo que este mismo aire pase a la válvula del maquinista que esta fuera de servicio.

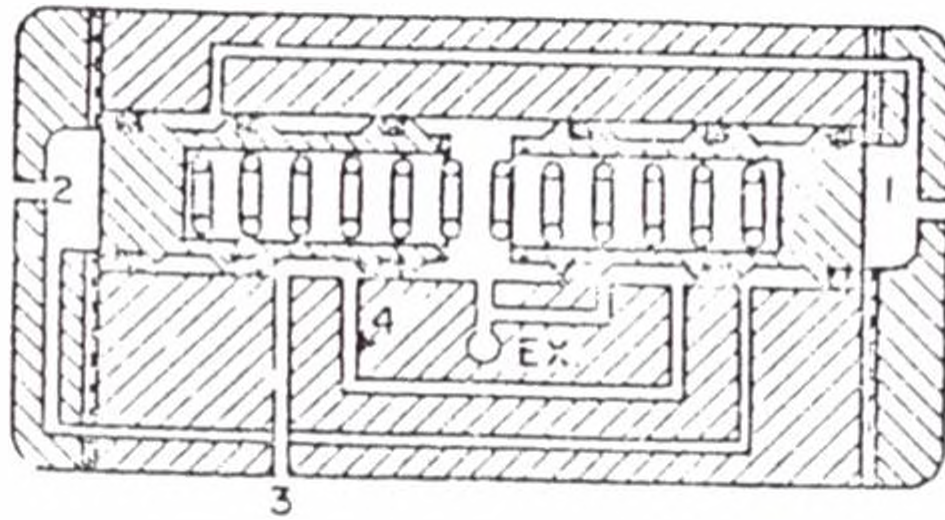


Fig. 2.44 VALVULA CHECK 26-A

VISTA DIAGRAMATICA

2.3.2 FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO DE FRENO 26-L.

Antes de utilizar este equipo en servicio hay que colocar debidamente la válvula de incomunicar de la válvula del maquinista, la tapa de afloje graduado de la válvula de control, la válvula MU-2-A y la llave de incomunicar del depósito de reducción dividida, de acuerdo al tipo de servicio que se va a efectuar.

2.3.2.1 Freno Automático.

A. CARGA DEL EQUIPO

Para cargar el equipo colóquese la manija de la válvula del maquinista a

la posición del afloje. La posición del depósito principal, reducida al valor de la presión de funcionamiento por la válvula reguladora, pasa a través del tubo de freno para cargar los aparatos y depósitos del equipo.

B. SERVICIO.

Para aplicar los frenos muévase la manija de la válvula del maquinista hacia la zona de servicio y reduzcase la presión del aire del depósito equilibrante. La reducción correspondiente en la presión del aire del tubo del freno accionará la válvula control para suministrar aire, a través del tubo de aplicación 16 a la válvula relevadora. Y esta válvula suministra aire a los cilindros de freno. La intensidad de aplicación de los frenos es directamente proporcional al valor de la reducción en el depósito equilibrante, hasta llegar a la aplicación completa de servicio. Déjese la manija de la válvula del maquinista en la posición de la zona de servicio en la cual se consigue la reducción deseada en el depósito

equilibrante. Una vez completa la reducción en la presión del aire del tubo del freno, la válvula del maquinista y las válvulas de control y relevadora se mueven a posición de recubrimiento la aplicación del freno.

C. AFLOJE.

Para aflojar los frenos, se mueve la manija a la posición de afloje y se restablece la presión en el depósito equilibrante. El aumento de presión en el tubo de freno accionará la válvula de control para descargar la presión del tubo de aplicación 16. La válvula relevadora descargará la presión de los cilindros del freno.

D. EMERGENCIA.

Cuando se desea hacer una parada lo más rápido posible, muévase la manija de la válvula del maquinista a la posición de emergencia. La descarga rápida y directa de la presión del aire del tubo del freno hace que la válvula de control suministra aire, a la presión máxima a la válvula

relevadora, a través del tubo de aplicación 16.

2.3.2.2 Freno Independiente.

La válvula independiente del maquinista proporciona el control de los frenos de la locomotora cualquiera que sea la posición de la manija de la válvula automática del maquinista.

Para aplicar el freno independiente, muévase la manija de la válvula independiente del maquinista hacia la zona de aplicación. El aire comprimido es suministrado a través del tubo de aplicación y afloje independiente 20 a la válvula relevadora. La válvula relevadora suministra enseguida aire a los cilindros del freno a una presión igual a la existente en el tubo 20. El grado de aplicación del freno es directamente proporcional al grado de desplazamiento de la manija dentro de la zona de aplicación. Para aflojar los frenos de la locomotora durante las aplicaciones automáticas de los frenos, oprímase hacia abajo la manija de la válvula independiente.

El aire suministrado a través del tubo actuador 13 accionará a la válvula del control para descargar la presión del aire en el tubo de aplicación 16. Los frenos de la locomotora pueden ser aplicados de nuevo después de este tipo de afloje, moviendo la manija de la válvula independiente a la zona de aplicación.

2.4 EQUIPO DE FRENO AB.

Este equipo de freno es utilizado en los carros de carga, tiene porciones de servicio y emergencia que a continuación detallamos:

2.4.1 COMPONENTES DEL EQUIPO DE FRENO AB.

Entre estas partes tenemos las siguientes:

- VALVULA DE CONTROL AB: Esta válvula consta de tres porciones, un soporte para tubos con dos caras, porción de servicio, porción de emergencia.
- CILINDRO DE FRENO: Este proporciona la fuerza necesaria para aplicar las zapatas contra las ruedas durante la aplicaciones de los frenos.

- COLECTOR DE POLVO Y LLAVE DE INCOMUNICAR: Este aparato es una combinación de dos accesorios, el colector centrífugo de polvo que protege a la válvula de control ABD contra la entrada de suciedad y la llave de incomunicar que abre o cierra la comunicación entre la válvula de control ABD y el tubo de freno.
- DEPOSITO DE DOS COMPARTIMIENTOS: Los depósitos auxiliar y de emergencia están combinados en una sola estructura dividida en dos compartimientos.
- ACCESORIOS GRIPSEAL: Proporcionan los medios de hacer las conexiones de la tubería fácilmente y conservarlas permanentemente a prueba de fugas.
- ACCESORIOS AJUSTABLES DE SOLDADURA A TOPE: Proporciona conexiones de tubo que puedan hacerse fácilmente y que no permitirán la fuga bajo ninguna condición.
- LLAVE ANGULAR: Es instalada en cada extremo del tubo de freno.

- RETENEDORA DE CONTROL DE AFLOJE DE CUATRO POSICIONES: Proporcionan el escape directo lento, retención de baja presión, retención de alta presión y escape directo sin restricción, de la presión del cilindro de freno.
- MANGUERAS DE CONEXION: Son las que hacen continuo el tubo de freno a lo largo del tren.
- AJUSTADOR AUTOMATICO DEL JUEGO: Proporciona características de seguridad y conservación muy convenientes y pueden ser instalado en el aparejo del freno del carro para conservar automáticamente una carrera constante del émbolo del cilindro del freno.
- VALVULA RELAY DE REDUCCION A-1: Esta válvula proporciona en los carros largos un escape local adicional en la presión del tubo del freno, tanto en aplicaciones de servicio como en emergencia.

2.4.2 FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO DE FRENO AB.

2.4.2.1 Carga de las Válvulas.

Cuando se carga el equipo de freno de aire, el aire del tubo de freno entra por la conexión i a la válvula relay de reducciones A-1 a través del soporte para tubos 50. En la porción de la válvula de servicio rápido B-1, el aire del tubo del freno pasa por conducto i, colador ib y conducto ie y la cámara A. Esto mueve hacia abajo el émbolo 3a del diafragma y a su vástago 3b haciendo que asiente primero en la válvula check de carga 2c, por lo que se cierra el conducto de escape g del vástago. Al continuar su movimiento hacia abajo, el émbolo 3a abre la válvula check de carga 2c para conectar el aire del tubo del freno a través del tapón reductor ia3 con las cámaras F y E y de esta al conducto ib que lo lleva al volumen G del soporte y a la cámara B, debajo del émbolo 3A del diafragma.

Cuando la válvula ya esta cargada y la presión del tubo del freno es igual a las dos cargas del émbolo 3a, el resorte 2b mueve hacia arriba al conjunto del émbolo 3a, por lo que cierra la válvula check de carga 2c y

se corta la comunicación entre las cámaras E y F. El vástago 3b del émbolo permanece en contacto con la válvula check 2c, cerrando el conducto de escape, y el resorte 11b cierra la válvula check de escape 11d.

En la posición de la válvula de descarga N°8. el aire del tubo del freno carga la cámara K por el conducto i. El émbolo 25 se mueve hacia arriba a la posición de afloje permitiendo que el soporte 16 cierre la válvula de escape 17a de la válvula de freno y aseguraria transmisión de la aplicación de emergencia a todo lo largo de los trenes. Aún cuando fue diseñada para usarse en carros de carga largos, la válvula relay de reducciones A-1 puede usarse ventajosamente en los carros de carga de longitud standard y también en los coches de pasajeros y en las locomotoras.

La válvula relay de reducciones A-1 consiste en un soporte en una de cuyas caras se instala la porción de las válvulas de servicio rápido B-1,

y en la otra, la porción de la válvula de descarga N°8. Se utiliza solamente una conexión durante el tubo de freno y el soporte, lo que permite dar servicio a las dos porciones sin desconectar el tubo. Ambas porciones, la de la válvula de servicio rápido B-1 y la de la válvula de descarga N°8 tienen émbolos de tipo diafragma.

2.4.2.2 Posiciones de las Reducciones.

A.- SERVICIO.

Cuando se hace una reducción de servicio en la presión del tubo del freno, la presión del tubo del freno que obra en la cámara A de la válvula de servicio rápido se reduce a menos de la presión en la cámara B. Esta diferencia de presión hace que el émbolo 3a se mueva hacia arriba y abra la válvula check de escape 11d. Por lo tanto, el aire del tubo del freno, queda conectado al escape localmente y en proporción de servicio, saliendo por la reducción 10a de

la válvula relay de reducción A-1, conductos 1e y 1d, para iniciar una aplicación de los frenos. Al mismo tiempo; el extremo inferior del émbolo 3a se levanta de su asiento, conectando la cámara 8 de la parte interior del émbolo 3a y su volumen con el escape, a través de los conductores 1b, g y la reducción 51.

La presión del volumen H de la válvula de descarga disminuye en una cantidad igual a la de la reducción efectuada en la presión del tubo del freno para evitar la emergencia indeseada. Cuando se reduce la presión de la cámara K, el aire de la cámara H sale a través de los conductos c y b, estabilizando así el émbolo durante las aplicaciones de servicio.

B.- POSICION DE RECUBRIMIENTO DE SERVICIO.

Cuando en la cámara A se ha efectuado la cantidad de reducción deseada de la presión

del tubo del freno, y una vez que la presión de la cámara B, debajo del émbolo 3a, se ha reducido a un valor menor que la presión de recubrimiento. En esta posición, el extremo interior del émbolo, el resorte 11b hace que cierre la válvula check 11d, para evitar que el aire del tubo del freno siga escapando a través del conducto 1d.

C.- AFLOJE Y RECARGA DESPUES DE UNA APLICACION DEL SERVICIO.

Durante una aplicación de servicio, el volumen H de la válvula de descarga reduce su presión de acuerdo con la reducción que tiene lugar en el tubo de freno. Cuando el émbolo 3a de la posición de servicio rápido regresa a la posición de aflojar, tanto la posición de servicio rápido, como la porción de la válvula de descarga se recarga como queda descrito bajo el título "Carga de válvulas"

D.- POSICION DE EMERGENCIA.

Cuando por cualquier causa tiene lugar una reducción de la presión del tubo de freno en situación de emergencia, el aire de la cámara H de la válvula de descarga no puede pasar a la atmósfera a través de los conductos h, d, c u y b, en la misma proporción, por lo que resulta entre ambas caras del émbolo 25, lo mueve hacia abajo haciéndolo abrir la válvula de escape 17a, que proporciona un conducto grande y directo de la cámara K y del tubo del freno, hace que la reducción de emergencia de la presión del tubo del freno tenga a todo lo largo del tren, por lo que se obtiene el funcionamiento positivo de la válvulas similares de los otros carros a la posición de emergencia.

E.- AFLOJE DESPUES DE EMERGENCIA.

Cuando después de una aplicación de los frenos de emergencia, se restablece la presión en el tubo

del freno, la válvula relay de reducciones A-1, se descarga como queda descrito.

F.- FUNCIONAMIENTO DE LA VALVULA DE CONTROL ABD.

Este funcionamiento lo presentamos en la Láminas N°s. 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16, que se muestran a continuación incluyendo las partes de la porciones de servicio y de emergencia.

PIEZAS DE LAS LAMINAS N° 10 A LA 12

PORCION DE SERVICIO

- Válvula de corredera de servicio	13
- Válvula graduadora de servicio	12
- Válvula de afloja rápido de servicio	28
- Válvula check de retroceso	38
- Válvula limitadora de servicio rápido	32
- Válvula de carretera de afloje	21
- Válvula de afloje	44
- Válvula de carreta de establecimiento	19
- Válvula check de regreso	37
- Válvula check de restablecimiento	35

- Manija de la válvula de afloje	
- Válvula check de retención	36
- Volumen de servicio rápido	
- Embolo de diafragma de emergencia	60
- Válvula graduadora de emergencia	61
- Válvula de carrete de afloja acelerado de emergencia	62
- Embolo de válvula de descarga interior	74
- Embolo de la válvula de descarga	79

PORCION DE EMERGENCIA

- Válvula check de afloje acelerado de emergencia	64
- Escape	
- Protector de descarga	62
- Al tubo de freno	
- Válvula check de derrame	66
- Válvula de carrete de alta presión	68
- Cámara de acción rápida	
- Depósito auxiliar	
- Retenedora	
- Depósito de emergencia	
- Cilindro del freno	
- Colector de polvo y llave de incomunicar, combinados	

SOPORTE PARA TUBOS

- Embolo de diafragma de servicio	11
-----------------------------------	----

CAPITULO III

ESTUDIO TEORICO DEL SISTEMA Y CONTROL NEUMATICO

3.1 INTRODUCCION

En su acepción original, la neumática se ocupa de la dinámica del aire y de los fenómenos gaseosos, pero la técnica ha creado para ella un concepto propio, pues en neumática sólo se habla de la aplicación de la sobrepresión o de la depresión (vacío).

La mayoría de las técnicas neumáticas se basan en el aprovechamiento de la energía de la sobrepresión, previamente generada, respecto a la presión atmosférica. El portador de la energía es el aire comprimido. El término «aire a presión» empleado antes, sólo se utiliza en la actualidad en casos aislados y relacionados con otros conceptos; en la neumática, según las normas, se dice exclusivamente aire comprimido.

Entre tanto, la neumática se ha revelado como una eficaz y extensa rama de la técnica ofreciéndose en el mercado un amplio y maduro programa, que con toda seguridad se ampliará en el futuro; estando caracterizado el continuo crecimiento de la neumática por el desarrollo reciente de aparatos y la apertura de nuevos campos de aplicación.

La utilización práctica y correcta de los mandos neumáticos presupone el conocimiento de los elementos individuales y su funcionamiento, así como las posibilidades de su unión. Como todo en la técnica, cada elemento y cada mando neumático tiene un límite de aplicación, límite que en la neumática no siempre puede definirse correctamente, por depender, en general, de muchos factores. La capacidad de inventiva del investigador aislado para construir su mando especial, viene ayudada en mucho por la misma neumática, debido a que con pocos medios auxiliares es posible hacer el montaje provisional de un mando neumático.

Los elementos neumáticos son módulos o unidades normalizadas que pueden emplearse siempre en sistemas de mando sencillos o complejos. La función del elemento determina la posición del mismo dentro del sistema de mando.

3.2 PRODUCCION DEL AIRE COMPRIMIDO

El grupo principal de una instalación productora de aire comprimido es el compresor, del que existen varios tipos para las distintas posibilidades de utilización.

Se llama compresor a toda máquina que impulsa aire, gases o vapores, ejerciendo influencias sobre las condiciones de presión.

Los compresores se valoran por su capacidad o flujo volumétrico l/min (para compresores pequeños) o en m^3/min y, por la relación de compresión, siendo esta última la presión alcanzada en kg/cm^2 ($lb/pulg^2$).

Los caudales suministrados pueden medir desde pocos l/min . hasta más de los $50,000 m^3/min$. según el tipo; las presiones finales ascienden desde pocos milímetros. de columna de agua hasta más de $100 kg/cm^2$. Para la neumática sólo son aptos una parte de los distintos tipos de compresores, condicionado por la presión de trabajo requerido. Los sistemas neumáticos de mando trabajan normalmente con aire comprimido a $6 kg/cm^2$. El límite inferior se halla en los $3 kg/cm^2$ y el superior en los $15 kg/cm^2$.

En casos especiales es posible rebalsar el valor máximo o quedar por debajo del valor mínimo; pero estos sistemas de mando son aplicaciones especiales, como los que son posibles encontrar de manera aislada en todos los dominios de la técnica.

3.2.1 PLANTA DE AIRE COMPRIMIDO

Los equipos compresores móviles sólo son prácticos para la industria cuando están dispuestos como grupos auxiliares o para la investigación; mostrándose una preferencia unánime hacia los equipos de desplazamiento fijo o estacionarios. Las instalaciones de un equipo de aire

comprimido debe realizarse siguiendo las indicaciones sobre elementos amortiguadores exenta en lo posible de vibraciones y en los equipos grandes preparar la construcción para que no esté unida con los cimientos de las restantes naves.

Prescindiendo de los pequeños compresores, los equipos productores de aire comprimido deben estar instalados en una sala de nave especial. Siendo muy importante que el aire aspirado por los compresores sea lo más fresco posible, seco y exento de polvo. Si el aire es sucio puede emplearse un filtro para que llegue limpio al compresor a través de las conducciones de diámetro conveniente, pudiéndose alimentar varios compresores a través de una conducción de alimentación.

La producción de agua de condensación en el aire comprimido depende en primer lugar de la humedad relativa del aire se indica en porcentaje (cociente entre la humedad absoluta y la humedad de saturación). La humedad absoluta de saturación es la cantidad que puede contenerse en un m³ de aire a una temperatura determinada. De la tabla I puede deducirse el contenido posible de agua del aire de acuerdo con la temperatura.

TABLA 3.1

LA CAPACIDAD DE ABSORCION DEL AIRE SATURADO CON VAPOR DE AGUA EN FUNCION DE LA TEMPERATURA DEL AIRE

TEMPERATURA °C	-10	0	5	10	15	20	30	50	70	90
VAPOR DE AGUA EN g/NM ³	2.1	4.9	7	9.5	13	17	30	83	198	424

El tamaño de un equipo de aire comprimido viene determinado por el consumo de todos los sistemas neumáticos de mando conectados (sin considerar en funcionamiento el primer mecanismo neumático a instalar próximamente y un suplemento del 10% al 30% para las pérdidas por fugas. La determinación del consumo de aire comprimido y la del tamaño del equipo productor es una misión de planificación importante, que no puede hacerse a la ligera, ya que los costos antieconómicos de producción del aire comprimido puede evitarse mediante una planificación técnica y especializada.

La presión final del compresor no debe ser mucho más alta que la presión de trabajo necesaria para los dispositivos neumáticos, puesto que más compresión cuesta más dinero para producirla y existen unas pérdidas por fugas.

En caso de grandes consumos de aire comprimido, es conveniente instalar dos o tres compresores que un sólo grupo, debido a que si falla el único compresor, se produce la parada de todos los equipos neumáticos en muy poco tiempo, pues la reserva del acumulador sólo es suficiente para cubrir unos pocos minutos de trabajo. Por el comentario, si se dispone de un equipo formado por varios compresores y se produce el fallo de uno de ellos, aún es posible el funcionamiento, aunque sea limitado, de los equipos neumáticos.

3.3 DISTRIBUCION DEL AIRE COMPRIMIDO

La distribución del aire comprimido desde el equipo productor hasta el consumidor (Fig. 3.1) no debe

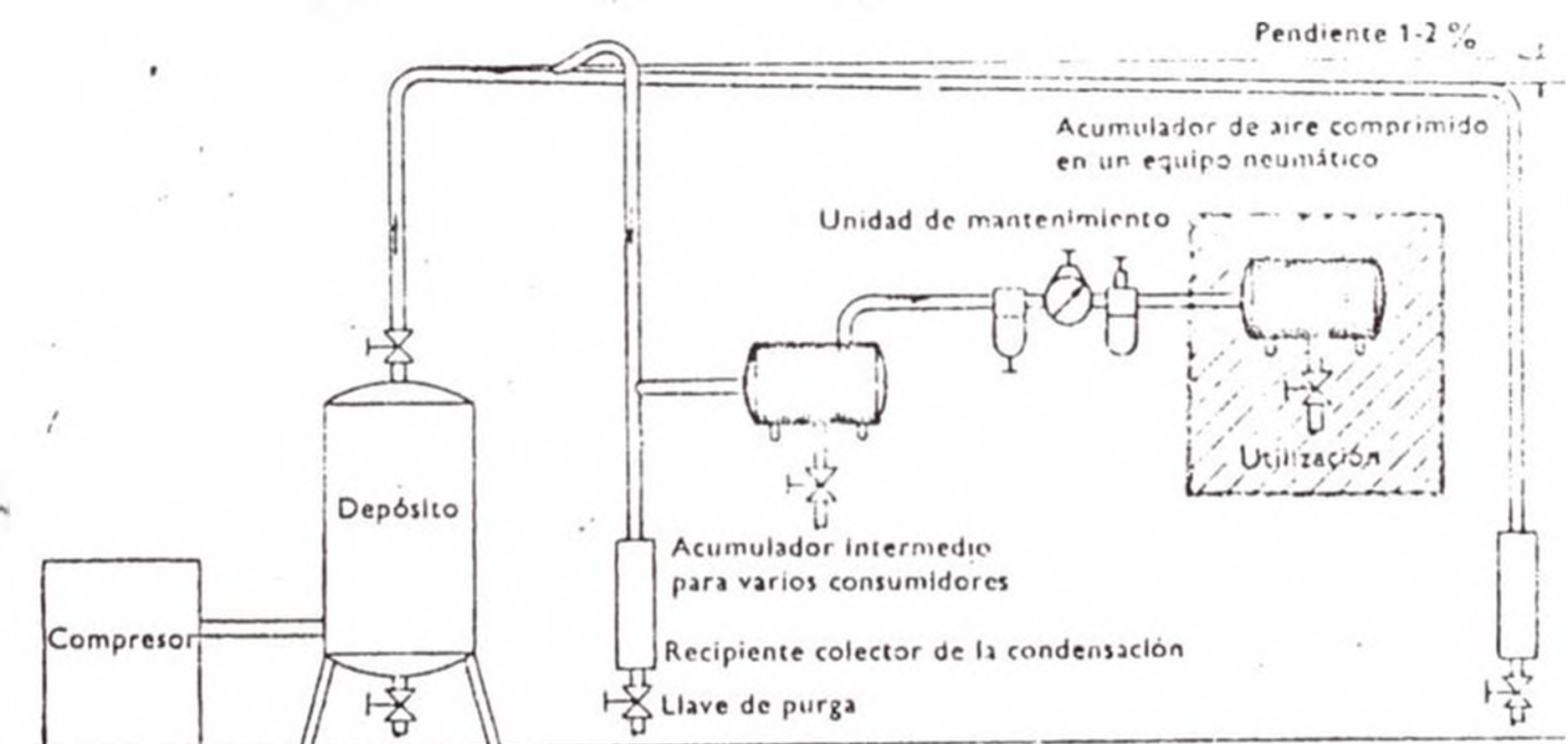


Fig. 3.1 ESQUEMA DE UNA INSTALACION DE DISTRIBUCION
CON TUBERIA DE DERIVACION

descuidarse nunca, puesto que en este aspecto pueden conseguir economías financieras permanentes mediante la restricción y contención de pérdidas por fugas, y mediante la selección de los aparatos y materiales idóneos. Los gastos suplementarios en un equipo nuevo se amortizan por menores gastos de mantenimiento, mejor estanqueidad y en consecuencia menores pérdidas por fugas y mayor duración.

3.3.1 DEPOSITOS Y ACUMULADORES

Los depósitos y acumuladores han de cumplir varias misiones, y en general sirven para compensar las fluctuaciones de la presión en todo el sistema de distribución y para separar el agua de condensación producida.

El depósito se ubica directamente a continuación del compresor y debe estabilizar los impulsos de fusión procedentes del compresor. En la mayoría de los casos debe servir también de acumulador para toda la red y adicionalmente contribuir a la refrigeración del aire comprimido y a la reparación de la condensación producida.

En los grandes equipos compresores se monta un refrigerador entre el compresor y el depósito con condensador de agua, del que se extrae una gran parte de condensado.

El tamaño del depósito es función del consumo de aire comprimido y de la potencia del compresor. Como por principio, en las industrias con equipos neumáticos el depósito debe desempeñar una función de acumulador, casi siempre son un consumo continuo que puede calcularse dentro de estrechas tolerancias, puede determinarse el tamaño del acumulador de forma relativamente sencilla.

Naturalmente, el tamaño del acumulador depende también de otros factores como por ejemplo, la regulación del funcionamiento del compresor y de la frecuencia de conexión máxima, pero los más decisivos son la función de acumulación y el consumo proporcionalmente continuo del aire comprimido. La función del acumulador es necesaria, porque en casos de perturbaciones, por ejemplo, falla de la corriente, los dispositivos deben alcanzar suposición de partida o de reposo.

El volumen de acumulador en m^3 es equivalente al caudal suministrado por el compresor en m^3/min . Este cálculo sólo puede interpretarse como una regla empírica, y en ciertos casos deberán de considerarse todos los factores, sirviendo de ayuda para esta misión los manuales y las hojas características de los

fabricantes de compresores. Hay que tener en cuenta que es más económico instalar un depósito demasiado grande que uno demasiado pequeño.

Para la fabricación y la instalación de depósitos y acumuladores con un producto presión $\times m^3$ superior a 10 y una presión de trabajo superior a 0.5 Kg/cm² existen prescripciones y ensayos dictados por las asociaciones profesionales, y en la práctica todos los depósitos y acumuladores ampliados en neumática están sujetas a estas prescripciones.

Los depósitos deberían instalarse al aire libre (y si ello fuera posible a la sombra de un edificio), por mejorarse así la refrigeración del aire comprimido y la reparación del agua condensada; en este caso el calor liberado no puede calentar un recinto tal vez demasiado pequeño. Si se instalan los acumuladores en un recinto pequeño, debe procurarse una buena aireación.

Además los acumuladores de aire comprimido sirven para equilibrar las fluctuaciones de fusión dentro de una red, con el fin de garantizar a todos los consumidores una presión de trabajo lo más uniforme posible.

3.3.2 TUBERIAS

Las tuberías de aire comprimido puede tener desde algunos milímetros de diámetro interior hasta varios centímetros pudiendo ser de goma, plástico o metal.

3.3.2.1 Red de Aire Comprimido

Se entiende por red de aire comprimido al conjunto de todas las tuberías que parten del depósito, colocadas fijamente unidas entre sí y que conducen el aire comprimido a los puntos de toma para los equipos consumidores individuales. Los criterios principales de una red son velocidad de circulación y la caída de presión en las tuberías así como la estanqueidad de la red en conjunto.

3.3.2.1.1 Planeamiento Nuevo de una Red

Para la determinación del diámetro interior, la magnitud decisiva es el consumo de aire comprimido más reserva adicional para los equipos neumáticos que en corto tiempo pueden

incorporarse. Además de esto, existen valores procedentes de la práctica, que indican cuales deben ser la velocidad de circulación y la caída de presión en la tubería para conseguir una rentabilidad óptima. La selección del diámetro interior de la tubería depende de:

- . La velocidad de circulación admisible.
- . La pérdida admisible de presión
- . La presión de trabajo
- . El número de puntos de estrangulación que existen en la tubería
- . La longitud de la tubería

El caudal de aire comprimido es una magnitud que se determina "a priori" según el planteamiento. La "velocidad de circulación y la caída de presión" se

hallan relacionadas estrechamente; pero en la caída de presión también influyen la aspereza o rugosidad de la pared interior de la tubería y el número de los tubos accesorios instalados.

Cuanto mayor es la velocidad de circulación tanto mayor es la caída de presión hasta el punto de toma de una tubería.

La velocidad de circulación del aire comprimido en las tuberías debe estar comprendida entre 6 y 10 m/seg., debiéndose utilizar un valor por debajo de los 10 m/seg puesto que la velocidad de circulación supera el valor permisible en muchos puntos debido a los codos existentes; a las válvulas, piezas reductoras o manguitos de empalme; además de esto, también produce una elevación

momentánea de la velocidad de circulación la entrada en funcionamiento de los grandes consumidores. La caída de presión no debe superar en lo posible el valor de 0.1 Kg/cm^2 hasta los consumidores acoplados; calculándose en la práctica con el 5% del valor de la presión de trabajo; así como el valor de 6 Kg/cm^2 la presión de trabajo tiene una pérdida de 0.3 kg/cm^2 que es aceptable.

Los puntos de estrangulación en la red de aire comprimido se originan por la inclusión de tubos, accesorios, codos o curvaturas y derivaciones. Para el cálculo de diámetro interior de la tubería deben transformarse estos puntos de estrangulación en metros de longitud de tubería y añadirse a la longitud total de la misma.

La tabla 3.2 contiene equivalencias en metros de longitud de tubería de los puntos de estrangulación individuales.

Los fabricantes de compresores han realizado los trabajos preliminares para el cálculo de tuberías y han desarrollado monogramas para determinarse con facilidad el tamaño más adecuado. En el monograma de la figura 3.2 pueden escogerse los valores conocidos y determinarse el diámetro necesario para la tubería. Se empieza en la parte derecha, en el punto de corte del caudal (consumo de aire comprimido) con la presión de trabajo; un nuevo punto de corte resulta de la longitud total de tubería de la caída de presión permisible.

TABLA 3.2

RESISTENCIA DE CIRCULACION DE DISPOSITIVOS Y
CODOS DE TUBOS TRANSFORMADA EN LONGITUD
EQUIVALENTE DE TUBERIA

Dispositivo	Longitud equivalente de tubería en m						
	Diámetro interior de tubería en mm						
	25	40	50	80	100	125	150
Válvula de asiento	6	10	15	25	30	50	60
Válvula de cierre	3	5	7	10	15	20	25
Válvula de compuerta	0,3	0,5	0,7	1	1,5	2	2,5
Manguito acodado	1,5	2,5	3,5	5	7	10	15
Manguito acodado	1	2	2,5	4	6	7,5	10
Manguito acodado $r=d$	0,3	0,5	0,6	1	1,5	2	2,5
Manguito acodado $r=2d$	0,15	0,25	0,3	0,5	0,8	1	1,5
Empalmes de tuberías, tubo en T	2	3	4	7	10	15	20
Pieza reductora	0,5	0,7	1	2	2,5	3,5	4

3.3.3 PREPARACION DEL AIRE COMPRIMIDO

Una unidad de mantenimiento está formada por el filtro, el regulador y el engrasador. El aire comprimido procedente de la red general, además de las impurezas que pueden pasar por él en la aspiración por el compresor; contienen también otras impurezas procedentes de la red de tuberías tales como por ejemplo, polvo, cascarillas y residuos de la oxidación. Con un tendido adecuado de la red general, una gran parte de las impurezas se separan en los

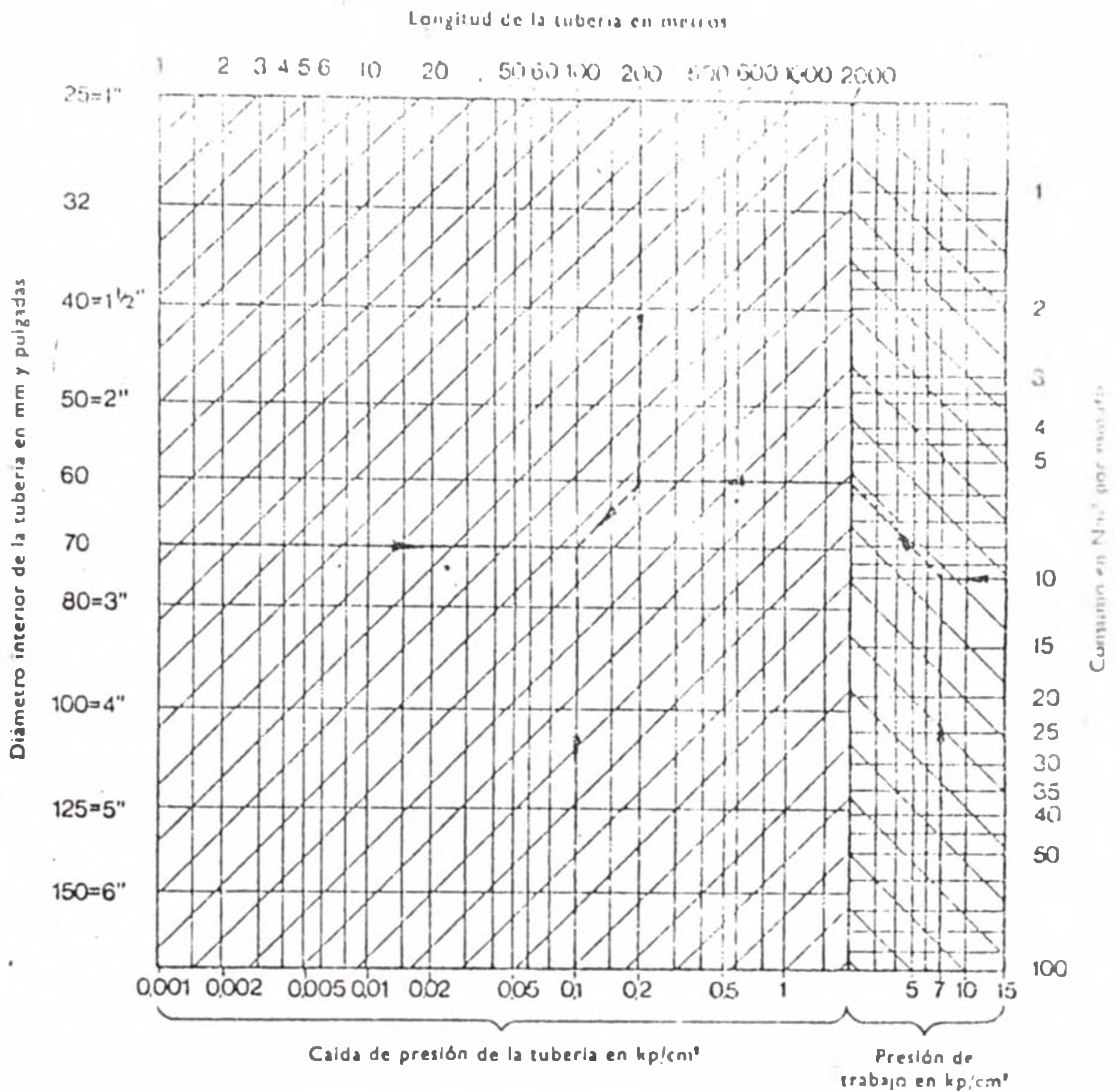


Fig. 3.2 NOMOGRAMA PARA EL CALCULO DE TUBERIAS DE AIRE COMPRIMIDO.

recipientes para la condensación, pero las más pequeñas son arrastradas en forma de suspensión por la corriente de aire y actuarían en las parte móviles de los elementos neumáticos como un abrasivo.

Además, la corriente de aire en la red fluctúa, aunque sólo sea en los puntos de arranque y parada del compresor en función de la presión en el depósito acumulador. No obstante, los consumidores deben poder trabajar siempre con

la misma presión de aire; a la anterior ha de añadirse el hecho de que las partes móviles de los elementos neumáticos también necesitan una lubricación.

El aire comprimido sin preparación previa puede influir perjudicando la función de los elementos neumáticos o incluso hacerla imposible.

El filtro de la Figura 3.3, tiene la misión de liberar al aire comprimido circulante de todas las impurezas del agua de suspensión. Al entrar el aire comprimido en la carcasa (2), a través de las ranuras guía (1), es puesto en rotación elevando la velocidad de circulación, siendo proyectados las gotas de agua existente, por el enfriamiento y el efecto centrífuga. El condensado, impurificado con partículas, se recoge en la parte inferior de la carcasa del filtro y debe ser evacuado al alcanzar la marca máxima de condensado, ya que de lo contrario sería de nuevo arrastrado por la corriente de aire y llegaría hasta el consumidor. Las partículas sólidas mayores que los poros del cartucho del filtro (3) son retenidas por éste, por lo que puede obturarse en el transcurso del tiempo debido a estas partículas sólidas. Por este motivo, el cartucho filtrante debe

limpiarse o cambiarse periódicamente. En caso de producirse una gran cantidad de condensado se recomienda instalar un purgador automático en institución del tornillo de purga manual (4).

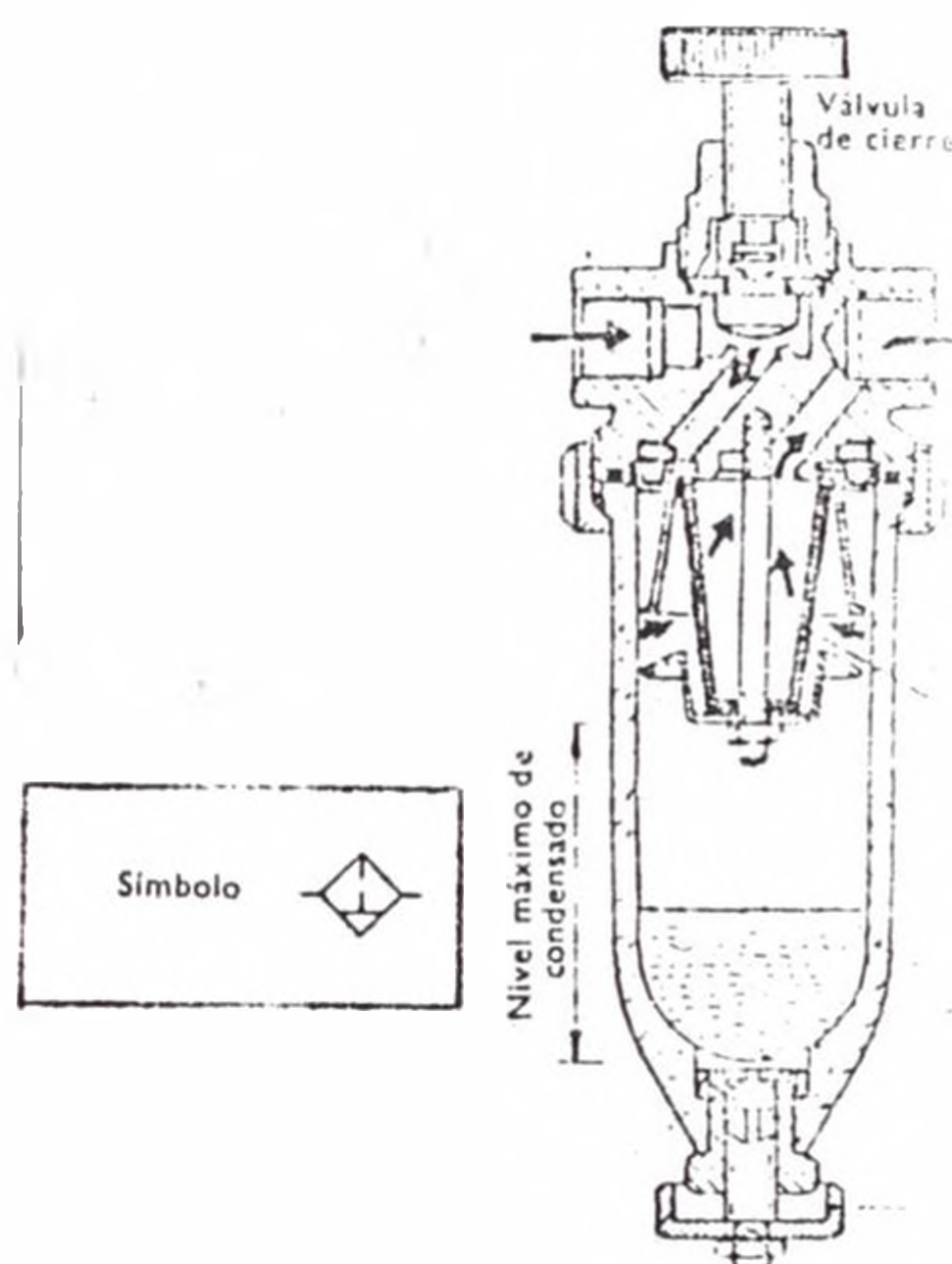


Fig.3.3. SECCION DE UN FILTRO DE AIRE COMPRIMIDO

- 1.- Ranura directriz
- 2.- Carcasa del filtro
- 3.- Cartucho filtrante
- 4.- Purga de condensación

La abertura de los poros del cartucho filtrante debe estar comprendido entre 0.02 y 0.05 mm.

El regulador (una válvula de presión), tiene la misión de mantener constante el consumo de aire

y la presión de la red variable (presión primaria). La presión de entrada es siempre mayor que la presión de salida. La válvula de presión regula la presión secundaria mediante una membrana (1) (Fig. 3.4). Una de las caras de la membrana es impulsada por la presión de salida, y en la otra parte se coloca en muelle (2), cuya fuerza es regulable por un tornillo de ajuste (3). De este modo puede graduarse la presión secundaria.

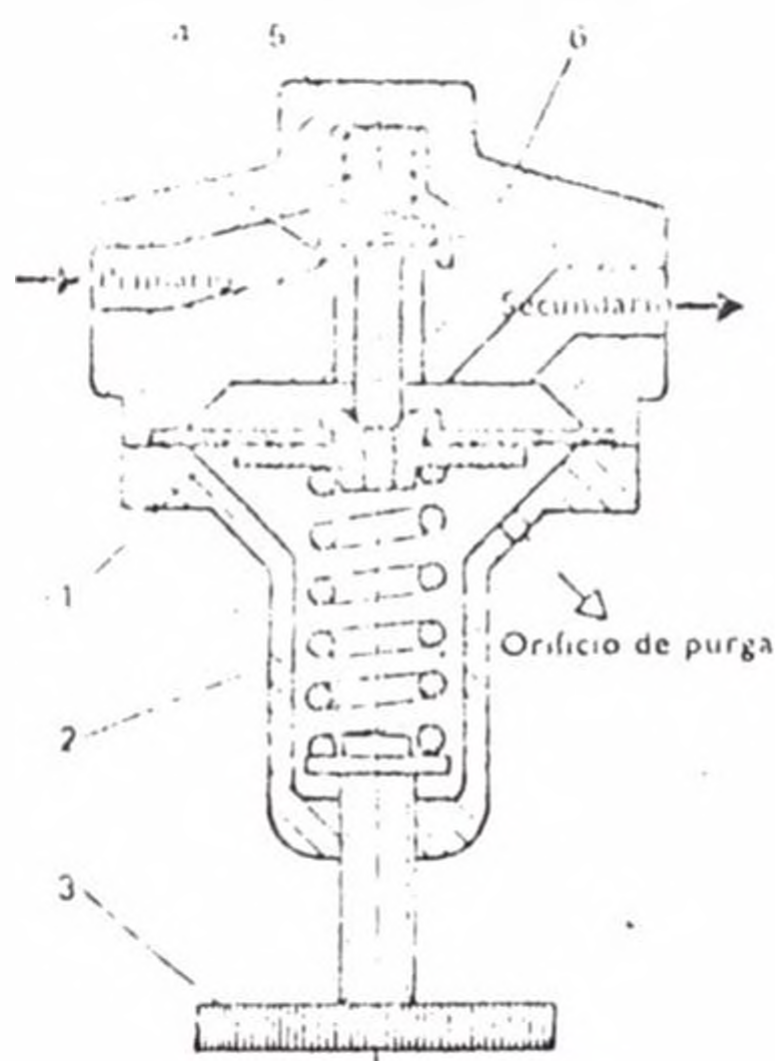


Fig. 3.4 SECCION DE UN REGULADOR (VALVULA REDUCTORA DE PRESION)

- 1.- Membrana
- 2.- Muelle (contrapresión)
- 3.- Tornillo de ajuste para la presión secundaria
- 4.- Muelle amortiguador
- 5.- Plato de válvula

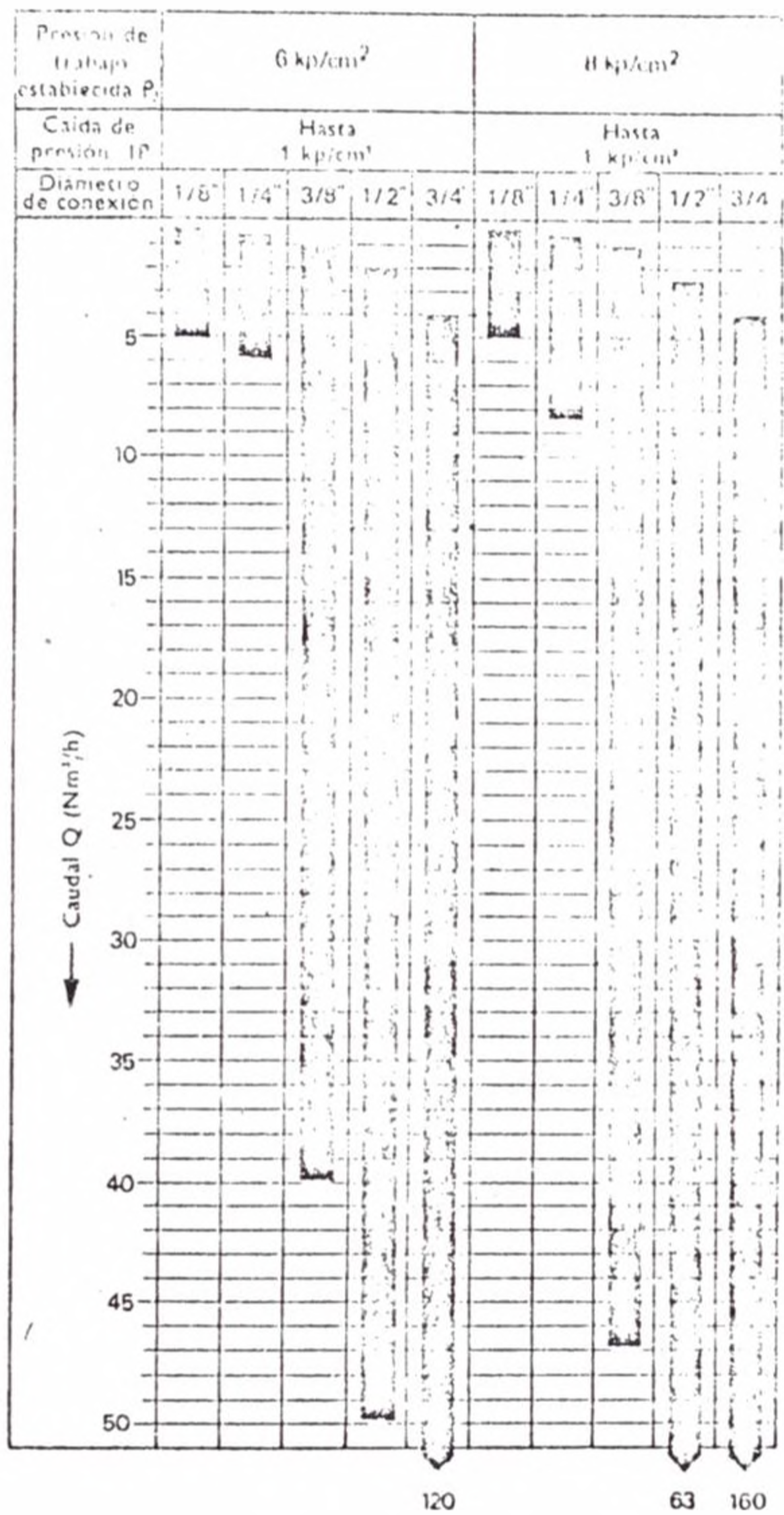
Al aumentar la presión de salida, la membrana se mueve venciendo la fuerza del muelle, por lo que la sección de paso en la junta de la válvula varía de modo continuo o se cierra por completo, regulándose la presión de salida a través del caudal que circula. Al tomarse aire, desciende la presión y la fuerza del muelle hace que se abra la válvula. La regulación de la presión de salida en constante abrir y cerrar de válvula. Con el fin de que no se presenten fenómenos de vibración, se monta sobre el plato de la válvula (6) un sistema de amortiguación por aire o por resorte (5). La presión de salida, igual a la presión de trabajo, es indicada por un manómetro.

Se distinguen dos clases de reguladores, con o sin orificio de escape. Si se baja la presión secundaria accionando el tornillo de ajuste, debe aparecer en el regulador sin escape un consumo por parte del secundario con el fin que se rebaje la presión más alta ya establecida. En el regulador con escape, la presión más alta establecida de antemano es purgada al exterior a través del orificio destinado a este fin hasta que se alcanza la presión secundaria ajustada. En este tipo no se precisa ningún consumo en el secundario. La figura 3.4 representa en regulador con orificio de escape.

El engrasador tiene la misión de suministrar a los aparatos neumáticos el lubricante suficiente. La niebla oleosa debe ser lo suficiente fina para que en los equipos grandes no se precipite en los primeros puntos de engrase o en las reducciones de sección. El aire que circula a través del engrasador produce diferencia de presión (principio del Venturi) en función de las distintas secciones de las tuberías; de esta manera el aceite contenido en el depósito de alimentación es aspirado y pulverizado al entrar en contacto con la corriente de aire. El engrasador empieza a funcionar cuando existe una corriente de circulación suficientemente grande, con una toma de aire demasiado pequeña. La velocidad de circulación en la tubería no es suficiente para aspirar el aceite.

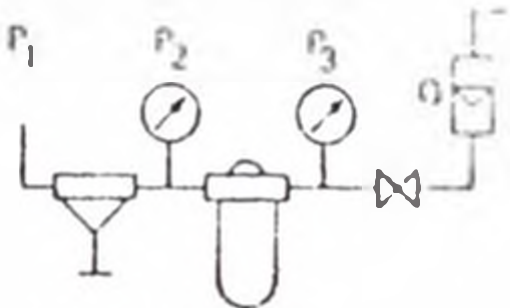
En la tabla 3.3 se indican los márgenes de caudal para engrasadores de distintos valores de conexión. Estos valores sólo son válidos para una marca determinada, pero también puede considerarse como valores empíricos. La figura 3.14 representa la sección de un engrasador siendo el sentido de corriente de aire de P1 hacia P2. Una válvula reguladora H hace que una parte del aire circule a través de la tobera C hacia E en el depósito de aceite; en este

TABLA 3.3
FUNCIONAMIENTO DEL ENGRASADOR EN FUNCION DEL
CAUDAL (VALORES ORIENTATIVOS - FESTO)



 Funcionamiento del engrasador

Disposición de medida



$P_1 = 11 \text{ kp/cm}^2$

$\Delta p = P_2 - P_3 \text{ (kp/cm}^2\text{)}$

Medido con un aceite
3.2 -E a 20 °C

último, el aire se satura de aceite y, por acción de la sobrepresión en el depósito E y el efecto de aspiración (por la baja presión) en C, el aire circula desde el depósito E a través del tubo plástico L y aparece en el recinto D en forma de goteo. Mediante el tornillo de ajuste K existe la posibilidad de ajustar las gotas de aceite por unidad de tiempo. Con la

salida F se consigue una desviación del aire saturado de aceite por lo que las gotas gruesas caen en el depósito E y la niebla oleosa pasa a la corriente de aire a través de G hacia P2; aquí se mezcla con el aire circulante en una proporción que es función de la fuerza del resorte de la válvula de regulación y de la diferencia de presión entre P1 y P2. Según el tipo del engrasador sólo puede reponerse el aceite con el aire comprimido desconectado, pero en los tipos más recientes puede hacerse también con el aire circulando.

Para los engrasadores sólo deben emplearse aceites minerales muy fluidos. Valores orientativos 2-5°E(20°C).10-50 CsT o bien SAE 10.

Con el fin de conseguir una unidad de mantenimiento complete, el filtro, el regulador se combinan en una carcasa única a la que sólo hay que añadir engrasador, pero pudiéndose agrupar la unidad de mantenimiento en una carcasa combinada (Fig. 3.5).

En toda unidad de mantenimiento deben observarse los valores dados por el fabricante para los caudales de aire y para las presiones de servicio; por lo que la selección de una

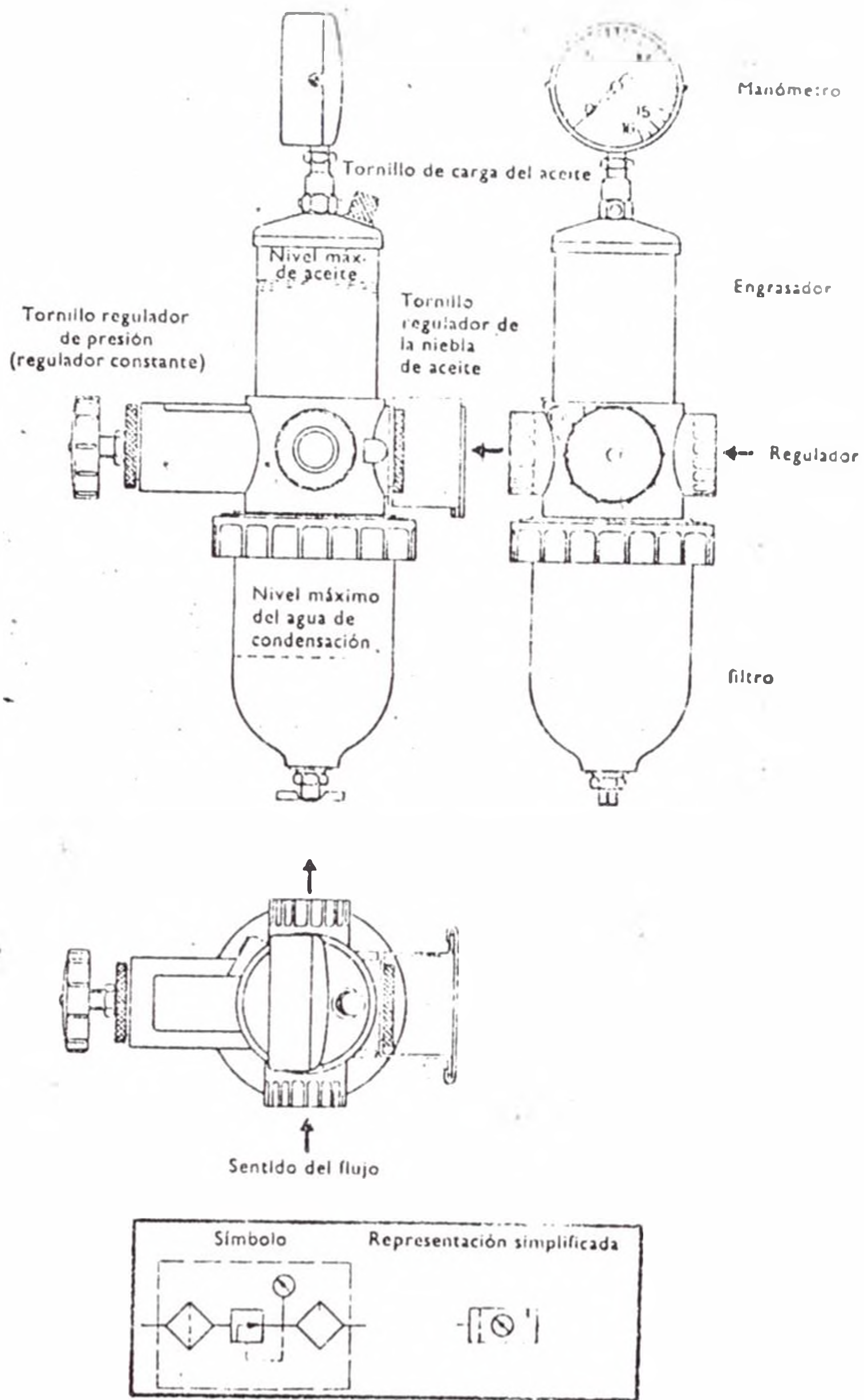


Fig.3.5 UNIDAD DE MANTENIMIENTO COMBINADA EN UNA MISMA CARCASA

unidad de mantenimiento debe hacerse de acuerdo con estos dos valores.

La tabla 3.4 contienen una serie de valores orientativos referidos a las gamas de caudales y de presiones en la que pueden emplearse las unidades de mantenimiento. Además de las aquí citadas, también se ofrecen otras series para presiones de hasta 2.5 Kg/cm², 4 Kg/cm², 20 Kg/cm². En el caso normal en neumática son suficientes las presiones de hasta 10 Kg/cm² y una temperatura ambiente de aproximadamente 50 °C; debiendo emplearse carcasas de metal para los valores superiores.

TABLA 3.4

**MARGEN DE UTILIZACION DE LA UNIDADES DE
MANTENIMIENTO EN FUNCION DE LOS DIAMETROS
DE LAS CONEXIONES**

CONEXION R"	MARGEN DE POTENCIA CAUDAL Nl/min	CONTENIDO DEL DEPOSITO DE ACEITE cm ³	MARGEN DE PRESION kp/cm ²
1/8	50-80	16	0- 7
1/4	50-400	42	0-10
3/8	100-1000	137	0-10
1/2	150-2000	137	0-10

La unidad de mantenimiento no debe estar montada a una distancia superior a los 5m. del último consumidor. Es preferible una distancia menor porque en las tuberías largas la niebla de aceite puede precipitarse antes de llegar a

los consumidores de aire comprimido propiamente considerados. Las bifurcaciones y las curvaturas en las tuberías aceleran este proceso de precipitación de la niebla de aceite.

3.4 ELEMENTOS DE TRABAJO Y MANDO

El diseño de un sistema neumático presupone el conocimiento de la estructura y función de los componentes posibles que pueden intervenir en un equipo. Para el técnico neumático, el punto principal lo constituye la función de un elemento; la estructura del mismo está condicionada para la construcción y por esta razón puede variar en algunos detalles según el fabricante. Por lo tanto, el tamaño de la conexión es en general un valor muy característico para el mando y sólo debe variarse dentro de pequeños límites cuando lo imponga la forma de construcción de los modelos.

3.4.1 CILINDROS

El cilindro de aire comprimido es por regla general el elemento productor de trabajo (órgano motor) en un equipo neumático. Su misión es la de generar un movimiento rectilíneo, subdividido en carrera de avance y carrera estática en trabajo mecánico (fuerzas de

movimiento y esfuerzos de compresión). El cilindro también puede ejercer misiones de regulación y mando dentro de sus funciones de trabajo, pudiendo realizar ambas de manera simultánea según sus aplicación.

Las definiciones características de un cilindro aire comprimido, sus componentes y demás designaciones están normalizadas. En la Fig. 3.6 están representadas estas definiciones y denominaciones, de los que sólo se mantendrán las definiciones básicas; introduciéndose nuevas definiciones con las distintas formas constructivas.

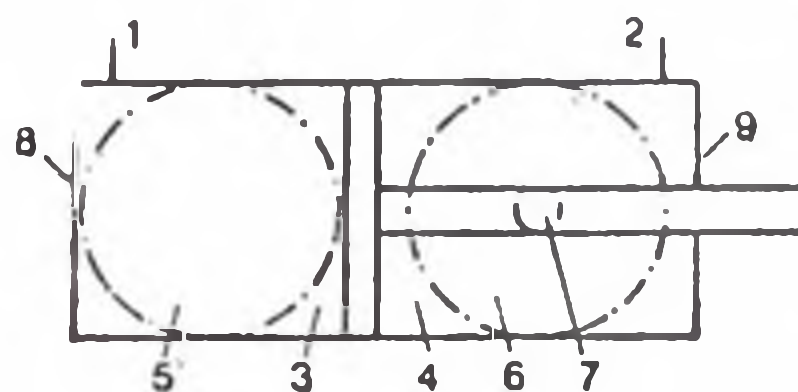


Fig.3.6 ESQUEMA DE UN CILINDRO NEUMATICO

- 1.- CONEXION PARA SALIDA
- 2.- CONEXION PARA LA ENTRADA
- 3.- CARA DEL FONDO
- 4.- CARA DE LA CUBIERTA
- 5.- AREA DEL EMBOLO
- 6.- AREA ANULAR
- 7.- AREA DEL VASTAGO
- 8.- FONDO
- 9.- CUBIERTA

3.4.1.1 Cilindro de Simple Efecto

El cilindro de aire comprimido de Simple efecto sólo puede producir trabajo en una sola dirección del movimiento.

Existen varios tipos de construcción básicos para los cilindros de simple efecto. Uno de los más sencillos es el cilindro de membrana (Fig. 3.7).

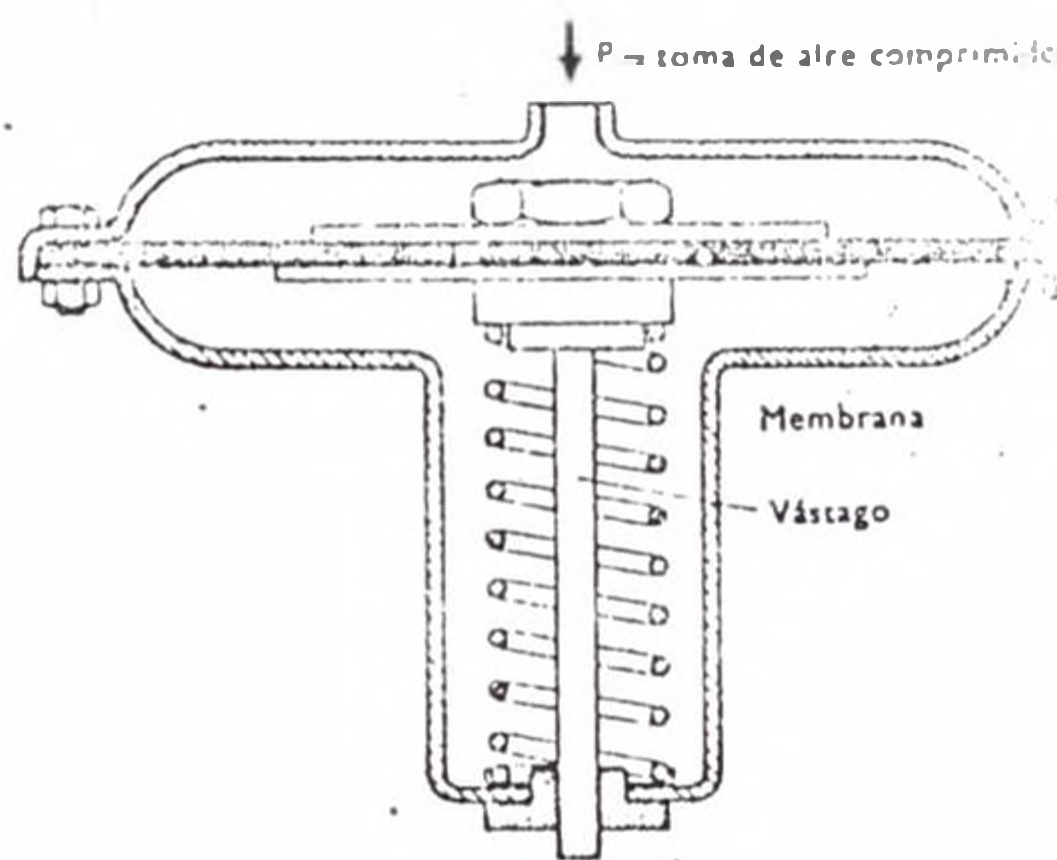


Fig.3.7 SECCION DE UN CILINDRO DE MEMBRANA CON MUELLE RECUPERADOR

En este tipo, se tensa una membrana de goma dura (ebonita), de plástico o de metal entre dos láminas metálicas abombadas. El vástago del émbolo está fijado en el centro de la membrana. En algunos cilindros de membrana el vástago puede adoptar la forma plana (Fig. 3.8), y formar de este modo una superficie de sujeción. Con los

cilindros de membrana sólo pueden conseguirse carreras cortas, desde algunos milímetros hasta un máximo de aproximadamente 50 mm.

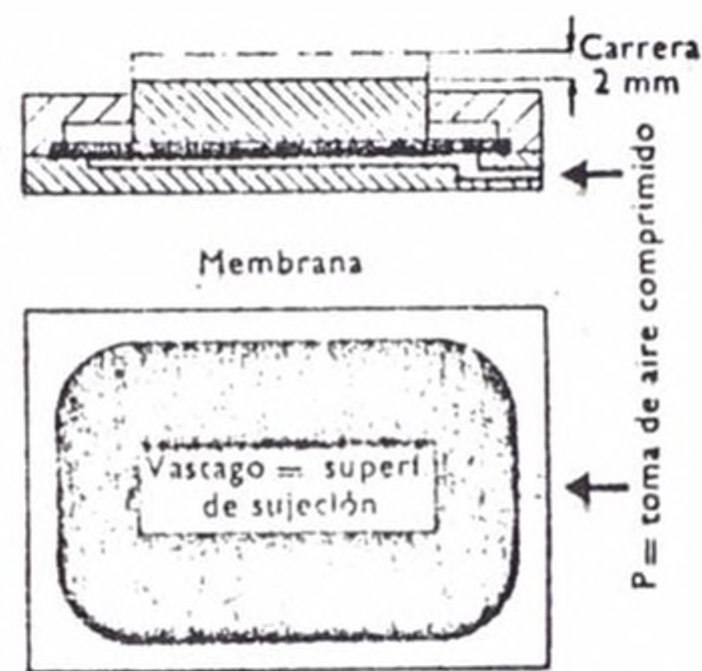


Fig.3.8 CILINDRO DE MEMBRANA

Este tipo es particularmente apto para emplearlo en procesos de sujeción. La carrera de retorno se realiza mediante un resorte antagonista o para carreras muy cortas por la misma tensión de la membrana.

Los cilindros de membrana arrollable (Fig. 3.9) presentan una estructura semejante a la anterior. Como el nombre indica, en este tipo también se emplea una membrana que al entrar el aire comprimido se desliza hacia la cara interior del cilindro y empuja el vástago hacia el exterior; así pueden conseguirse carreras mayores que con los cilindros de

membrana normales (por término medio de 50 a 80 mm aproximadamente). Normalmente no se prevé ninguna guía especial para el vástago ya que por regla general el elemento motriz no puede desplazarse fuera de unos límites fijos. La membrana arrollable compensa estas desviaciones sin pérdida. Los materiales empleados hoy para las membranas arrollables aseguran una larga duración en condiciones normales de trabajo. Pero en todo caso, aún los más pequeños cortes o fisuras de la membrana producen en general una rápida avería debido a que se ejercen sobre el material elástico grandes cargas por extensión en cada carrera. Por esta razón debe prestarse una gran

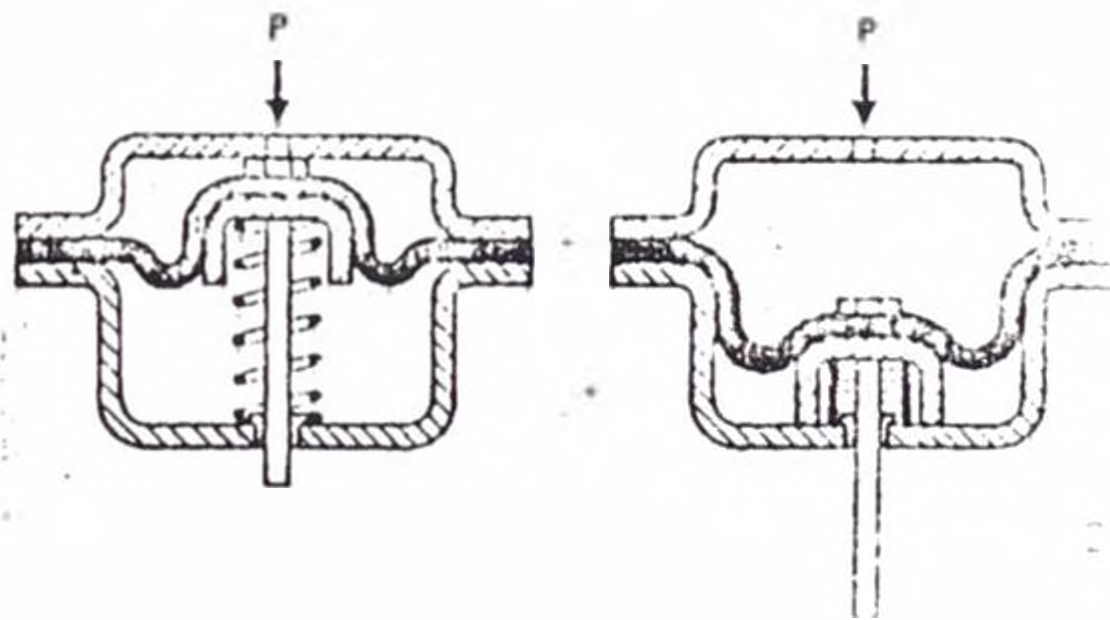


Fig. 3.9 ESQUEMA DE UN CILINDRO DE MEMBRANA
ARROLLABLE

atención a los aristas y cantos agudos cuando sea preciso un desmontaje por cualquier motivo.

Los cilindros de émbolo, a diferencia de los cilindros de membrana, son los más empleados en la neumática. Cada cilindro está constituido por los siguientes elementos básicos; tubo del cilindro tapas de cierre anterior y posterior, émbolo y vástago. A todas estas partes deben añadirse los elementos de enlace y juntas, así como también una guía para el vástago del émbolo. El tubo del cilindro se fabrica por lo general de tubos de acero estirados sin soldadura y a las superficies interiores de deslizamiento se les da un acabado de precisión o un rectificado (bruñido). Para las tapas de cierre se emplean con preferencia materiales de fundición (fundición de aluminio o fundición maleable). Los componentes individuales son en su constitución muy semejantes, pero presentan algunas diferencias según el fabricante de las mismas.

También puede fabricarse un cilindro de simple efecto con fundición (metal ligero), formando entonces la cubierta de cierre posterior una unidad con el tubo del cilindro (Fig. 3.10).

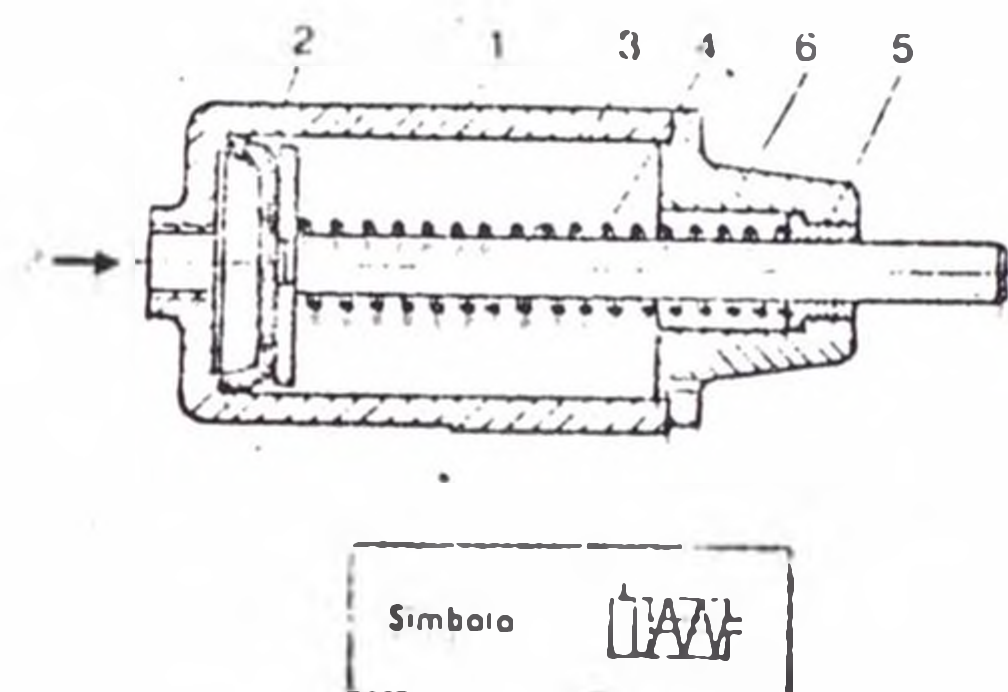


Fig.3.10 CILINDRO DE SIMPLE EFECTO
EN MATERIAL DE FUNDICION LIGERA

En los cilindros de simple efecto, el aire comprimido sólo actúa sobre una de las caras del émbolo, por lo que sólo puede producir trabajo en un sentido. Según el montaje del equipo neumático, el cilindro de simple efecto puede aplicarse para ejercer tracción (posición de partida con el vástago desplazado; trabaja al recoger el vástago), o para presionar (posición de partida con el vástago recogido; trabaja al extraer el vástago del émbolo). La carrera de

retorno, que en este caso es siempre el recorrido en vacío, se lleva a cabo mediante fuerzas exteriores que actúan sobre el vástago del émbolo. La fuerza de los resortes recuperadores está calculada de tal manera que el émbolo es repuesto en su posición de partida con la velocidad suficiente. Normalmente, la fuerza del resorte vale un 10-15% de la fuerza del émbolo a 6 Kg/cm² y para

P = Toma de aire comprimido.

1.- Acción de fuerza al salir el vástago, carrera de retroceso por fuerza exterior.

2.- Acción de fuerza al salir el vástago, trabajo de compresión. Carrera de retroceso por muelle recuperador incorporado.

3.- Acción de fuerza al entrar el vástago, trabajo de tracción. Carrera de avance por muelle recuperador incorporado.

2ª Posibilidad

Acción de fuerza por muelle incorporado, carrera de retroceso por aire comprimido, p. ej. cilindro freno en un freno neumático para camiones (de seguridad).

4.- Toda la energía neumática en la toma P (p. ej. presión 6 kp/cm²). Toma contraria conectada con una válvula reductora de presión (regulador) separada con orificio de purga con una presión de 0,5 u 1,0 kp/cm². La presión superior que se produce al salir el vástago es anulada por el escape del regulador.

5.- El vástago sale contra una pequeña presión de aire continua, de p. ej. 0,5 kp/cm². Para que la contrapresión no pueda anularse bruscamente, se necesita un volumen del acumulador cerrado igual a un múltiplo del volumen del cilindro; debiendo ser compensadas las pérdidas por fugas.

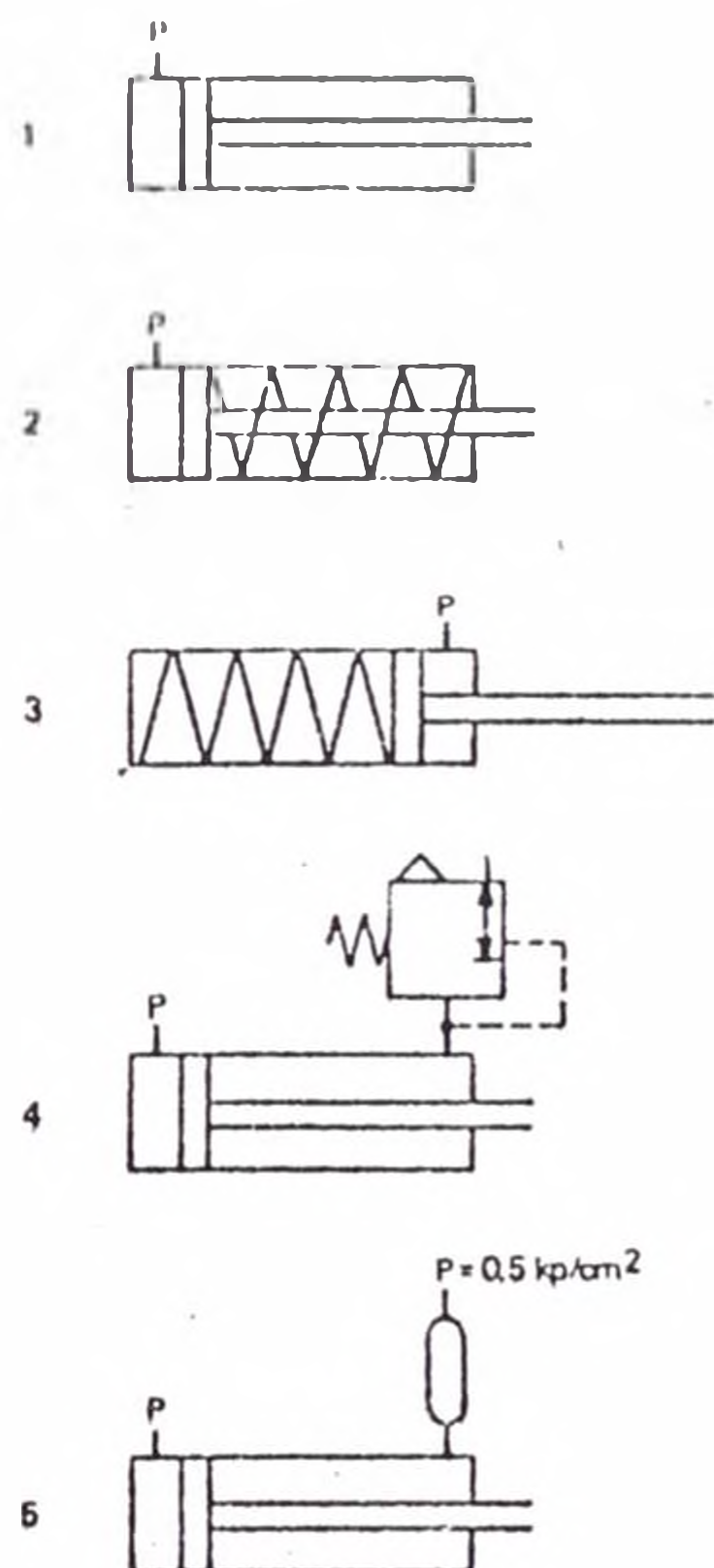


Fig. 3.11 REPRESENTACION SIMBOLICA DE CILINDROS DE SIMPLE EFECTO PARA DISTINTAS OPERACIONES

la dirección contraria una presión de 1 Kg/cm^2 . Otra posibilidad consiste en hacer que el émbolo del cilindro sea devuelto por un volumen de aire comprimido o reducido de presión; pero debe prestarse mucha atención a que la presión de este volumen de aire ascienda cuando aumente la carrera y que se anule su efecto en la dirección de trabajo. Esta última posibilidad no es apta para objetivos de sujeción. En la Fig. 3.11 están presentadas esquemáticamente estas posibilidades.

3.4.1.2 Cilindros de Doble Efecto

El cilindro de aire comprimido de doble efecto se construye siempre en forma de cilindro de émbolo y posee dos tomas para el aire comprimido situadas a ambos lados del émbolo. El cilindro de doble efecto puede producir trabajo en los dos sentidos del movimiento.

La Fig. 3.12 representa en sección dos ejecuciones distintas de un cilindro de doble efecto. De ella puede deducirse la constitución de un cilindro. En el ítem 3.4.1.1 ya se

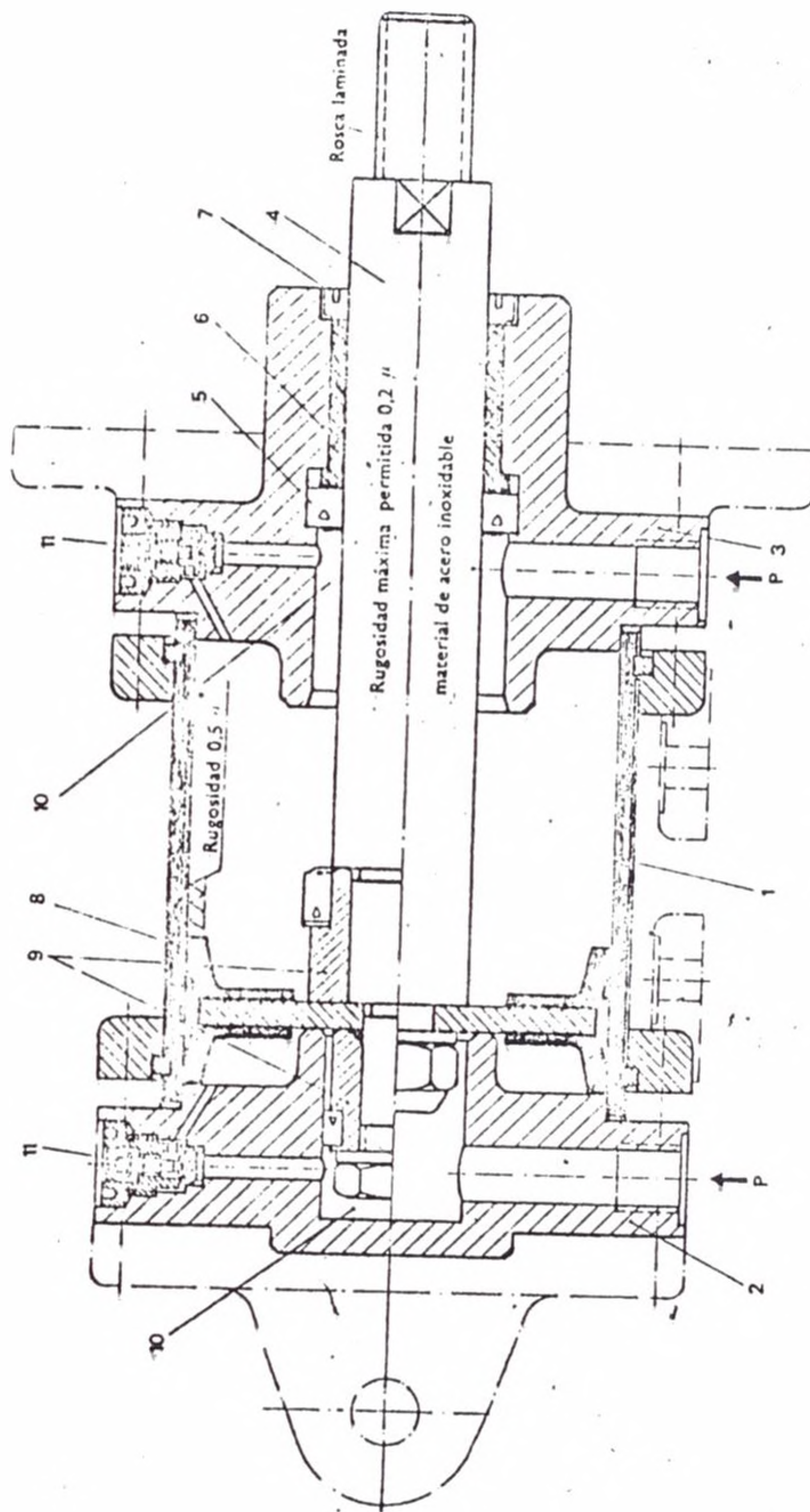


Fig. 3.12 SECCION DE UN CILINDRO NEUMATICO DE DOBLE EFECTO, LA MITAD SUPERIOR CON AMORTIGUACION REGULABLE. LA MITAD INFERIOR SIN AMORTIGUACION.

citaron algunos componentes de un cilindro de émbolo, pero el cilindro de doble efecto tiene además algunas peculiaridades. El tubo del cilindro (1) se fabrica por lo general a base de tubo de acero estirado sin soldadura, que en casos particulares puede ser de aluminio, latón, bronce especial. Para evitar una intensa abrasión del émbolo elástico, a la superficie deslizante del tubo del cilindro se le da un acabado de precisión o un rectificado, y para aplicaciones especiales recibe un cromado duro complementario. El fondo (2) y la cubierta (3) son con preferencia piezas de fundición (de metal ligero o maleable). La fijación del fondo y de la cubierta al tubo del cilindro puede realizarse mediante varillas, tirantes, roscas o bridas (tal como en la Fig. 3.12). La opción entre estas posibilidades depende del tamaño del cilindro y puede estar también condicionado por el fabricante. En la cubierta se utiliza un collarín (5) para la estanquidad del vástago del émbolo

(4). El casquillo del cojinete (6) sirve como guía del vástago. Con el fin de que no pueda penetrar ninguna suciedad del exterior en el recinto del cilindro, ni siquiera por adherencia en el vástago, se monta un anillo exterior de barrido (7) (junta rescatadora). Para emplazamientos donde haya gran cantidad de suciedad, se prevé, en institución del anillo de barrido, un fuelle, que protege la parte saliente del vástago en todo su recorrido. El émbolo (8) está formado en el ejemplo dibujado por un émbolo interior doble.

La mitad inferior de la sección reproduce un cilindro normal de doble efecto, y la mitad superior representa una con amortiguación regulable. Si se han de frenar grandes masas con el cilindro, una amortiguación de este tipo es necesaria; no obstante, esto sólo puede conseguirse en la posición extremo del émbolo, debiendo realizarse también en los restantes posiciones intermedias mediante un dispositivo exterior adicional. En la

amortiguación, la salida normal del aire es bloqueada por un émbolo de amortiguación (9) antes del final de la carrera. De este modo, el aire es comprimido de nuevo en el recinto amortiguador (10) debido a que sólo puede salir al exterior lentamente, según el ajuste del estrangulador (11).

Al invertir la marcha del émbolo, el aire entra libremente en el recinto del cilindro, y el émbolo avanza o retrocede con fuerza y velocidad plena. La Fig. 3.13 muestra algunas de las posibilidades de fijación semejantes, que no son válidas en principio para todos los cilindros doble o simple efecto, dependiendo del fabricante y del tamaño del cilindro.

Debido a que desde hace poco tiempo existen recomendaciones o normas sobre algunas dimensiones de los cilindros, los fabricantes han desarrollado un programa standard correspondiente. Los diámetros standard de los cilindros (en realidad siempre se hace referencia

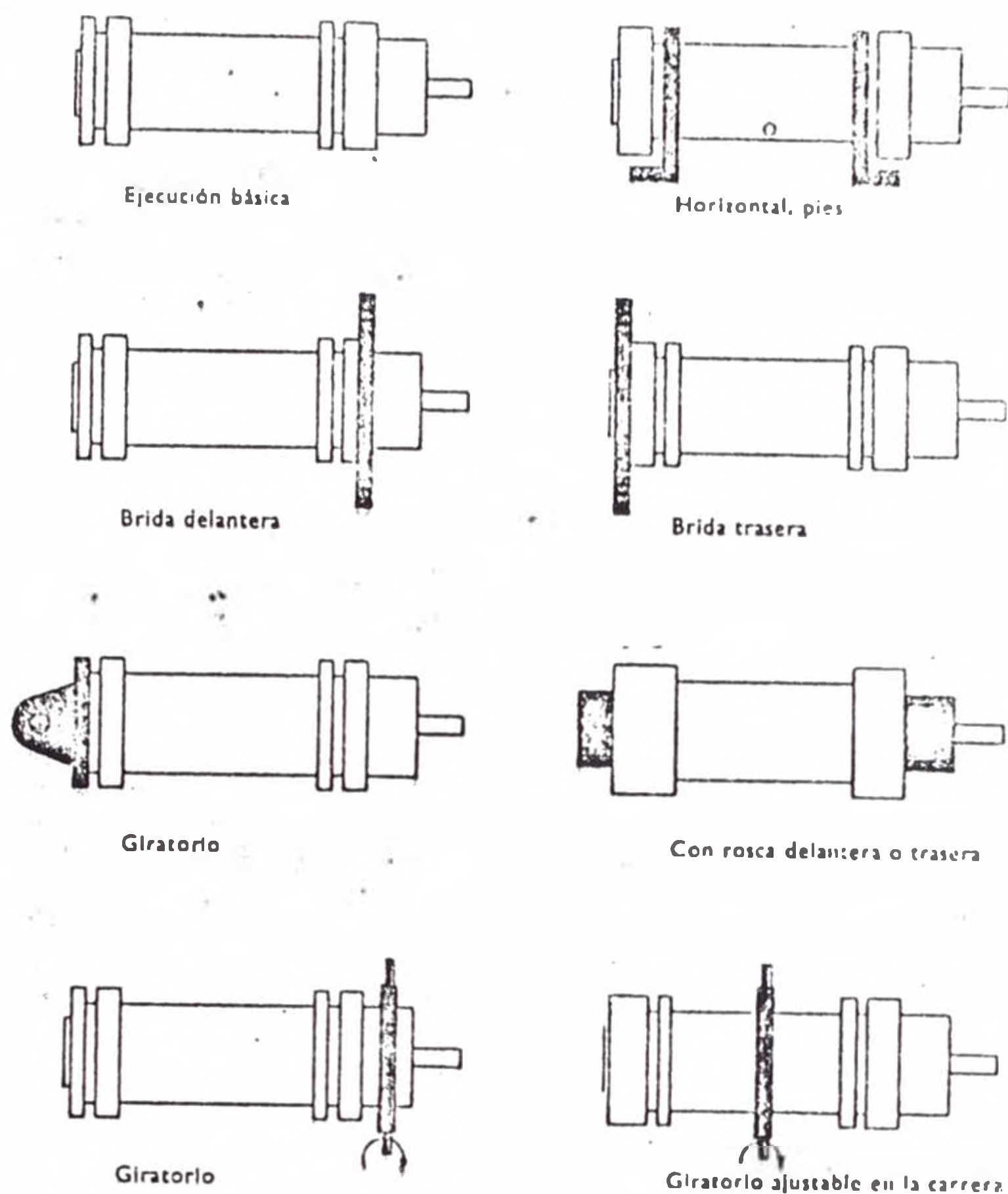


Fig. 3.13 POSIBILIDADES DE FIJACION DE CILINDROS NEUMATICOS, QUE VARIAN SEGUN EL TAMAÑO Y EL FABRICANTE

al diámetro del émbolo), son bastantes similares para todos los fabricantes. En la tabla 3.5 se indica en la primera columna la serie de diámetros de un determinado fabricante. Salvo algunas excepciones, los diámetros se suceden en este orden, de manera que la fuerza del émbolo indicada para un diámetro se duplica o se reduce a la

mitad respecto al diámetro más próximo, según sea el diámetro inmediato superior, con una presión del aire de 6 Kg/cm² (columna dos de la tabla 3.5).

TABLA 3.5

TAMAÑOS NORMALIZADOS DE CILINDROS Y LONGITUDES DE CARRERAS; MARGEN DE FABRICACION DESDE LAS LONGITUDES DE CARRERA MINIMAS HASTA LAS CARRERAS MAXIMAS

Diámetro del émbolo [mm]	Fuerza a la presión de 6 kp/cm ² [kp]	Longitudes de carrera normalizadas [mm]	Longitudes de carrera mínimas/máximas [mm]
6	1.2	10, 25, 40, 80	10- 80
12	6	10, 25, 40, 80, 140, 200	10- 200
16	12	10, 25, 40, 80, 140, 200, 300	10- 400
25	24	25, 40, 80, 140, 200, 300	10- 500
35	52	70, 140, 200, 300	10-2000
40	72	40, 80, 140, 200, 300	10-2000
50	106	70, 140, 200, 200	10-2000
70	208	70, 140, 200, 300	10-2000
100	424	70, 140, 200, 300	10-2000
140	832	70, 140, 200, 300	10-2000
200	1700	70, 140, 200, 300	10-1100
250	2600	70, 140, 200, 300	10-1100

STO-Pneumatic, Berkheim)

3.4.1.3 Características Técnicas para los Cilindros Neumáticos

Las valores indicados en la tabla se refieren aun mismo fabricante. En las ejecuciones de otros fabricantes condicionadas por la construcción, son posibles pequeñas variaciones de algunos de estos valores en más o

menos. Esto es válido en particular para el razonamiento en el cilindro, que de este modo condiciona la velocidad alcanzable por el émbolo, y también para el espacio muerto en el cilindro. Los valores correspondientes indicados pueden considerarse como valores medios indicativos.

FUERZA DEL CILINDRO

La fuerza generada en el cilindro, es función del diámetro (superficie) del émbolo de la presión del aire comprimido (presión de trabajo) y la resistencia de rozamiento (o fricción). Como la fuerza de presión se mide en estado de reposo (Estático), la resistencia de rozamiento corresponde al movimiento de arranque del émbolo. En el caso más favorable de movimiento (caso ideal) el rozamiento es nulo hasta es estado de reposo.

La fuerza de presión del cilindro puede calcularse por las siguientes fórmulas:

$$\text{Fuerza de presión} = \text{Superficie del émbolo} \times \text{presión}$$

$$F = A \cdot P \text{ (cm}^2 \times \text{Kg/cm}^2\text{)}$$

Para los cilindros de simple efecto

$$F = D^2 \times \frac{\pi}{4} P - S$$

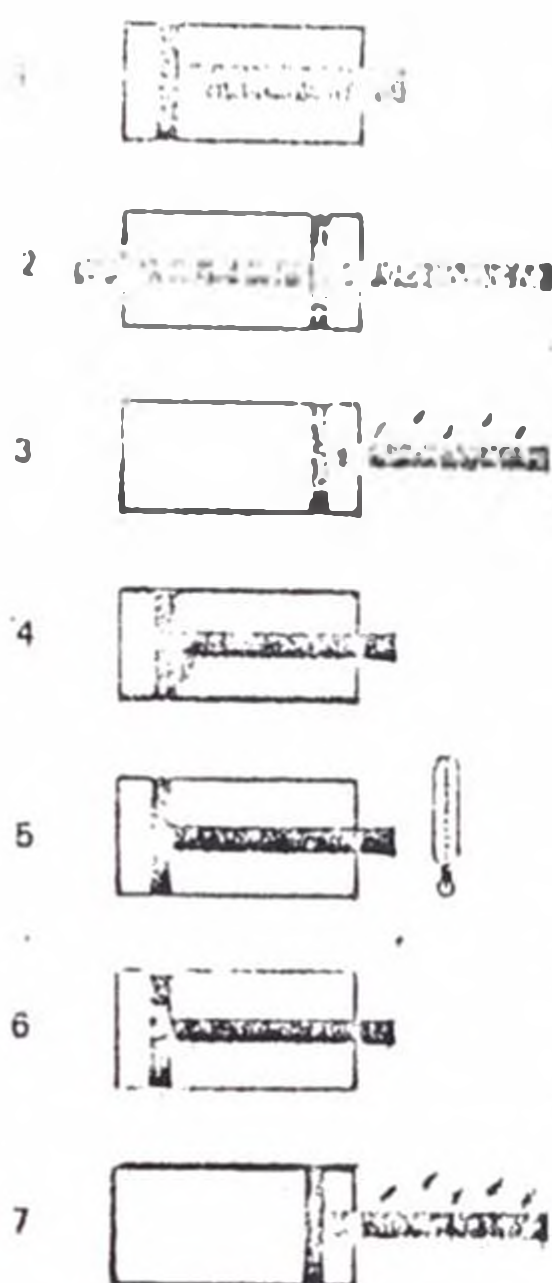
Donde S: fuerza de fricción
(rozamiento)

Para los cilindros de doble efecto

$$\begin{array}{l} \text{CARRERA} \\ \text{DE} : F_A = D^2 \times \frac{\pi}{4} P - S \\ \text{AVANCE} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{CARRERA} \\ \text{DE} : F_R = (D^2 - d^2) \frac{\pi}{4} P \\ \text{RETROCESO} \end{array}$$

En los cilindros de simple efecto debe reducirse la fuerza de muelle recuperador, y en los cilindros de doble efecto debe reducirse en la carrera de retroceso el área del vástago del área total del émbolo. Para el rozamiento o bien para el momento del arranque se descuenta de un 3 a un 10% de la fuerza calculada. En la tabla 3.6 pueden verse las fuerzas de función para distintos



Ejecuciones especiales de cilindros de doble efecto.

1. Con vástago reforzado
2. Con vástago saliente en ambos lados (doble vástago).
3. Con vástago resistente a los ácidos.
4. Con superficies de deslizamiento del cilindro de cromo duro.
5. Con juntas resistentes al calor, hasta 200° C.
6. Con tubo del cilindro de latón.
7. Con recubrimiento exterior de plástico y vástago resistente a los ácidos.

Las ejecuciones particulares pueden estar reunidas y combinadas en un cilindro.

tamaños de cilindros y presiones de trabajo comprendidos entre 1 a 15 Kg/cm².

Los símbolos empleados:

D : Diámetro del émbolo (cm²)

d : Diámetro del vástago (cm²)

A : Area del émbolo (cm²)
S : Fuerza de muelle (Kg)
P : Presión de trabajo (Kg/cm²)

TABLA 3.6

FUERZA DE PRESION CONOCIDOS EL DIAMETRO DEL PISTON Y LA PRESION DE TRABAJO

TABLA 2. Fuerza de presión conocidos el diametro del piston y la presión de trabajo, sin considerar la fuerza del muelle (cilindros de simple efecto) y el área del vástago (carrera de retorno de cilindros de doble efecto); el coeficiente de rozamiento si que se ha considerado.

Tamaño del cilindro, mm	Presión de trabajo en kp/cm ²														
	1	2	3	4	5	6*	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Fuerza en kp															
6	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3
12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
25	4	9	13	17	21	24	30	34	38	42	46	50	55	60	63
35	8	17	26	35	43	52	61	70	78	86	95	104	113	122	129
40	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	132	144	156	168	180
50	17	35	53	71	88	106	124	142	159	176	194	212	230	248	267
70	34	69	104	139	173	208	243	278	312	346	381	416	451	486	519
100	70	141	212	283	353	424	495	566	636	706	777	848	919	990	1059
140	138	277	416	555	693	832	971	1110	1248	1386	1525	1664	1803	1942	2079
200	283	566	850	1133	1416	1700	1983	2266	2550	2832	3116	3400	3683	3965	4248
250	433	866	1300	1733	2166	2600	3033	3466	3800	4332	4766	5200	5633	6066	6498

* Presión de trabajo normal en neumática

Consumo de Aire

La energía de aire comprimido que alimenta los cilindros se consume transformándose en trabajo. El aire comprimido ya utilizado afluye al atmósfera por el escape durante la carrera de retroceso del émbolo.

A continuación se explica el modo de cálculo el consumo de aire para una presión de trabajo, diámetro del émbolo y una carrera determinada:

Relación de compresión x área émbolo
x carrera

La relación de compresión (referida a la presión normal al nivel del mar) se calcula por:

$$\frac{1.033 + \text{Presión de trabajo en Kg/cm}^2}{1.033}$$

Para una estimación sencilla y rápida del consumo del aire, en la tabla 3.7 se han reunido los valores representativos del consumo de aire por centímetros de carreras para las presiones y diámetros de cilindro normales en la neumática. El consumo de aire se indica siempre en litros de aire aspirado para obtener valores uniformes referidos a la potencia del

Cilindro de simple efecto

Consumo de Aire $Q = s.n.q$ l/min.

Cilindros de doble efecto

Consumo de aire $Q = 2(s.n.q)$ l/min.

Símbolos empleados:

Q = consumo de aire en l/min

q = consumo de aire /cm. de carrera

s = carrera en centímetro

n = ciclos por minuto

En los cilindros de doble efecto no se ha tenido en cuenta el volumen del vástago, que puede despreciarse debido a otras impresiones en las tuberías y válvulas. El consumo de aire de un cilindro se expresa en l/min., puesto que debe ser conocido el número de ciclos por unidad de tiempo.

Ciclo = Fase de trabajo desde la posición de partida de un aparato hasta que vuelva de nuevo a la misma.

En los cilindros neumáticos un ciclo comprende de dos carreras (avance y retroceso).

En el consumo total del aire de un cilindro figura también el llenado con aire comprimido de los espacios

mueritos, ya que estos últimos pueden alcanzar hasta un 20% del consumo de aire de trabajo propiamente considerado. Espacios muertos de un cilindro son, por ejemplo, las tuberías de alimentación de aire comprimido al propio cilindro, así como los espacios entre las posiciones finales del émbolo no utilizables para la carrera. La tabla 3.8 contiene un cuadro sinóptico del espacio muerto para los cilindros de doble efecto de un fabricante.

TABLA 3.8

ESPACIO MUERTO PARA LOS CILINDROS DE DOBLE EFECTO

(DE ACUERDO AL FABRICANTE SE PUEDEN PRESENTAR GRANDES DIFERENCIAS)

Diámetro del Embolo	Lado de la cubierta en cm ³	Lado del fondo en cm ³
12	1	0.5
16	1	1.2
25	5	6
35	10	13
50	16	19
70	27	31
100	80	88
140	128	150
200	425	448
250	2005	1337

1000 cm³ = 1 litro

Velocidad del Émbolo

La velocidad media del émbolo en los cilindros standard está comprendido entre 0.1 y 1.5 m/seg.

En los cilindros especiales la velocidad puede hacerse mayor. La velocidad del émbolo en función de la presión de aire, de la fuerza antagonista, de las secciones de las tuberías, de longitud de las tuberías entre la válvula de mando y el cilindro y también el diámetro nominal de la válvula de mando. Además la velocidad del émbolo también puede ser afectada por válvulas de estrangulación o válvulas de escape rápido. En la tabla 3.9 se han resumido los valores de las velocidades medias en función de las fuerzas externas que actúan sobre el émbolo y del diámetro nominal de la conexión.

Carga del Pandeo del Vástago

En las carreras largas ha de tenerse siempre muy presente la carga de pandeo del vástago. Los fabricantes construyen sus cilindros teniendo en cuenta ya este aspecto, y para la

TABLA 3.9

VELOCIDAD MEDIDA DE LOS EMBOLOS
CON CARGA PARCIAL Y UNA PRESION
DE TRABAJO DE 6 KP/CM2

Diámetro emboles mm	Diámetro nominal mm	Carga en %				
		0	20	40	60	80
		Velocidad del pistón en mm/seg				
25	4	580	530	450	380	300
35	7	980	885	785	690	600
50	7	480	440	400	360	320
70	7	230	215	200	180	150
70	9	530	470	425	380	310
100	7	120	110	90	80	60
100	9	260	230	205	180	130
140	9	130	120	110	90	70
140	12	300	260	230	200	170
200	9	65	60	55	50	40
200	12	145	130	120	105	85
200	19	330	300	280	250	215
250	19	240	220	185	165	115

generalidad de los cilindros pueden escogerse en lugar del vástago normal uno de mayor sección. Este problema se acentúa particularmente en los cilindros con sujeción oscilante o con brida trasera para los que se consideran las longitudes totales del cilindro y del vástago extraído. En este caso debe prestarse mucha atención a la longitud de apoyo, por consiguiente, es recomendable escoger una longitud de cilindro mayor que la necesaria para la carrera de trabajo. Para el cálculo de la carga por

pandeo permitido debe tomarse por base la fórmula II de Euler.

El peligro de rotura por Pandeo se reduce considerablemente con guía adicional fuera del cilindro. Cuanto mayor sea la carrera del cilindro tanto mayor debe ser la longitud de apoyo; tómese como valor orientativo un 20% de la longitud de la carrera.

3.4.2 VALVULAS

Según la norma DIN 24300, la definición de válvulas es: Válvulas son dispositivos para controlar o regular el arranque, parada y sentido así como la presión o el flujo del medio de presión, impulsado por una bomba hidráulica, un compresor, una bomba de vacío o acumulado en un depósito. La denominación de válvula es de significado superior para todas las formas de construcción tales como válvulas de compuerta, válvulas de bola, válvulas de plato, grifos, etc.

La forma de construcción de una válvula es de una significación secundaria dentro de un equipo neumático; en él sólo importa la función que pueda obtenerse de ella, la forma de accionamiento y el tamaño de la rosca de

conexión; con esta última característica queda determinado el paso correspondiente.

Las válvulas empleadas en Neumática sirven principalmente para controlar un proceso actuando sobre las magnitudes que intervienen en él. Para poder controlar, se necesita una energía de control con la que debe intentarse conseguir el mayor efecto posible con el gasto mínimo. La energía de control viene determinada por la forma de control, viene determinada por la forma de accionamiento de una válvula y puede conseguirse manualmente o por medios mecánicos, eléctricos, hidráulicos o neumáticos.

De acuerdo con la función que realizan, las válvulas neumáticas se clasifican en los siguientes grupos principales.

Válvulas distribuidoras o de vías

Válvulas antiretorno o de bloqueo

Válvulas reguladoras de presión

Válvulas reguladoras de flujo o de velocidad

3.5 CONTROL Y FUNCIONAMIENTO DE LAS VALVULAS

Considerando que las válvulas de los equipos de freno son especiales, en este ítem describiremos el

funcionamiento de algunas de estas válvulas (por ser muy extenso la explicación de cada uno).

3.5.1 VALVULA DISTRIBUIDORA

La válvula distribuidora, es el mecanismo valvular automático que controla el funcionamiento de los frenos de la locomotora de acuerdo con los movimientos de las manijas de las válvulas automotriz e independientes del maquinista.

La válvula distribuidora tiene 5 conexiones para tubo que están hechas en un extremo del depósito de doble cámara, tres a la izquierda y dos a la derecha. De las tres de la izquierda, la superior MR (depósito principal) es el abastecimiento del depósito principal, la intermedia (2), es para el tubo del cilindro de aplicación que va a las válvulas automáticas e independientes del maquinista; y la inferior (4) es para el tubo de afloje de la válvula distribuidora, que va a través de la válvula independiente, cuando la manija está en posición de marcha en la válvula automática. De las dos de la derecha, la inferior BF (tubo de freno), es la conexión para el ramal del tubo del freno, y la superior C y LS (cilindros de freno), es la conexión para el tubo de los

cilindros del freno que conecta con todos los cilindros de la locomotora.

La válvula distribuidora consta de dos porciones llamados la porción equilibrante y la porción aplicadora. Está conectada a un depósito de doble cámara, las dos cámaras del cual se llaman respectivamente la cámara de presión y la cámara de aplicación. Generalmente esta última está conectada a la porción aplicadora de la válvula distribuidora, de modo que aumenta el volumen, de la parte de esta válvula llamada cilindro de aplicación.

Las conexiones entre estas partes así como su funcionamiento pueden ser comparadas con las de un equipo de freno en miniatura; en él la porción equilibrante representa la porción de servicio la cámara de presión al depósito auxiliar; habiendo siempre en el cilindro de aplicación de la porción aplicadora la misma presión que en los cilindros del freno.

La porción equilibrante y la cámara de presión se usan solamente durante aplicaciones automáticas; las reducciones en la presión del tubo del freno hacen que la válvula corredora equilibrante conecte la cámara de presión con la cámara y cilindro de aplicación, permitiendo que el aire pase de la primera a los últimos.

La válvula distribuidora tipo 6-KR, tiene una válvula aplicadora tipo de émbolo con su válvula piloto. Refiriéndose a la Fig. 3.14, la válvula aplicadora 68 y la válvula piloto 73 son accionadas por el émbolo aplicador para suministrar aire de los depósitos principales a los cilindros del freno.

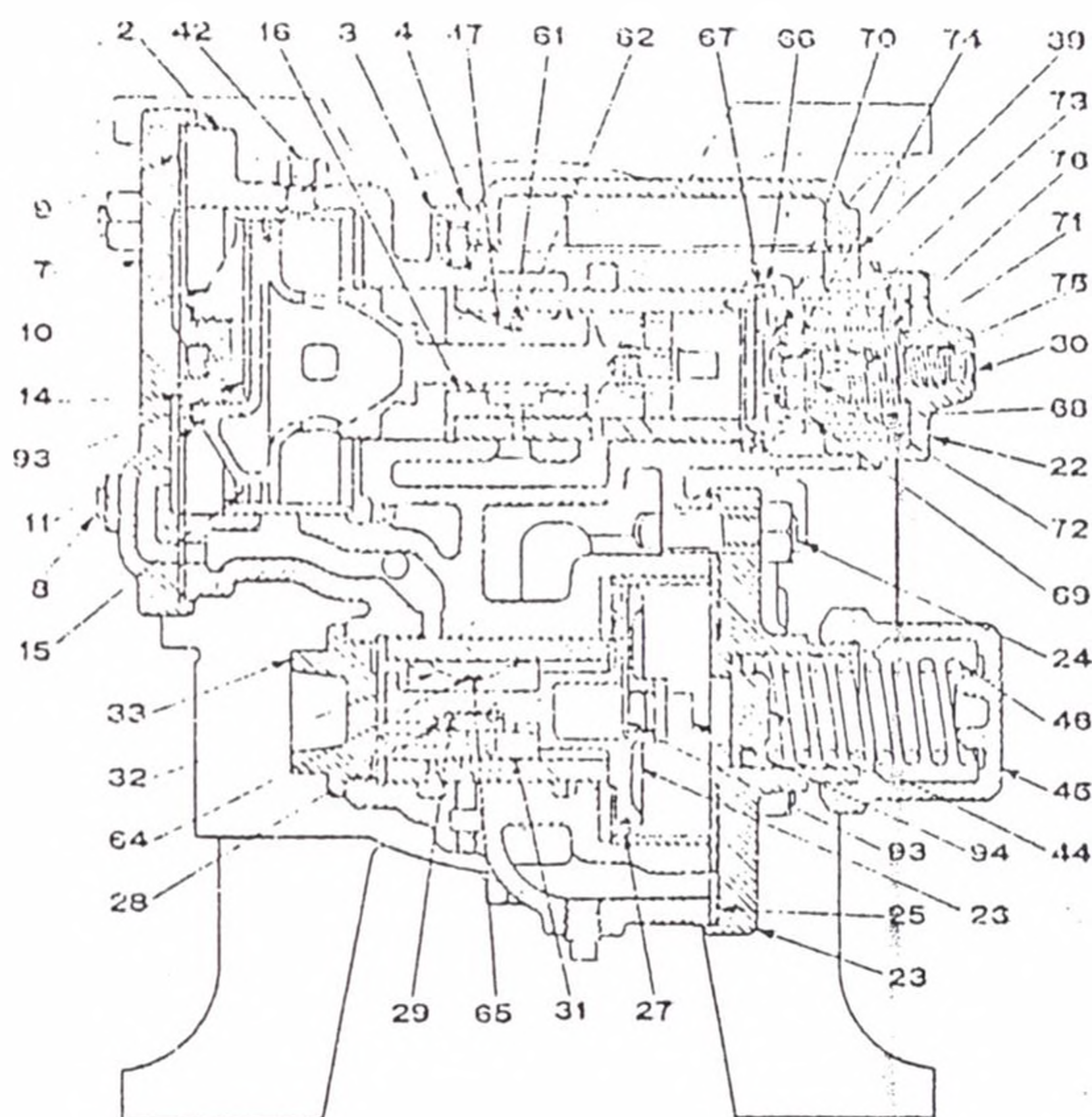


Fig. 3.14 CONJUNTO DE LA VALVULA DISTRIBUIDORA 6-KR

Durante una aplicación, el extremo de la válvula del émbolo aplicador se pone en contacto, primero con la válvula piloto a la que levanta de su asiento, permitiendo que el aire de la cámara del resorte pase a los

cilindros de freno. Al abrir la válvula piloto, disminuirá rápidamente la presión en el lado del resorte de la válvula aplicadora 68, puesto que hay un tapón reductor que restringe el abastecimiento de aire a esta cámara. Por lo tanto, la presión del depósito principal que obra sobre el área anular exterior en el lado izquierdo de la válvula 68, correspondiente a los cilindros del freno, es capaz de vencer parcialmente la tensión del resorte y la presión reducida del aire que obra en la cámara del resorte, dando esto por resultado que aún una pequeña diferencia de presiones, obrando en el émbolo aplicador, abra la válvula aplicadora 68.

Los resortes 75 y 76 cierran rápidamente la válvula piloto y la válvula aplicadora, tan pronto como el émbolo aplicador se mueva a recubrimiento, una vez que se ha obtenido la presión deseada en los cilindros del freno.

Debido al gran diámetro del émbolo aplicador, se necesita una diferencia de presiones muy pequeña para moverlo, junto con su válvula de corredora de escape, a posición de afloje.

Puesto que el aire que se admite a los cilindros de freno, viene directamente de los depósitos principales, el abastecimiento es

prácticamente ilimitado. Cualquier presión presente en el cilindro de aplicación mueve el émbolo aplicador y su válvula de escape, y abre la válvula aplicadora admitiendo aire de los depósitos principales a los cilindros de freno de la locomotora, hasta que la presión en estos últimos iguale o excede ligeramente la presión en el cilindro de aplicación; en ese momento el émbolo aplicador y la válvula de escape regresan a posición de recubrimiento, permitiendo que la válvula aplicadora cierre. Así mismo, cualquier variación en la presión del cilindro de aplicación será duplicada exactamente en los cilindros del freno de la locomotora, y la presión resultante será mantenida cualesquiera que sean las fugas de los cilindros del freno.

Por lo tanto, el funcionamiento de este freno para locomotoras depende de la admisión de aire y del escape de aire del cilindro de aplicación; durante aplicaciones independientes, directamente por medio de la válvula independiente del maquinista; durante aplicaciones automáticas, por medio de la parte equilibrante de la válvula distribuidora y del aire a presión almacenado en la cámara de presión.

En todas las aplicaciones de emergencia, la cámara de aplicación queda incomunicada del cilindro de aplicación. Por lo tanto, el aire de la cámara de presión se equilibra rápidamente en el pequeño volumen del cilindro de aplicación a una presión más alta que durante aplicaciones de servicio, dando esto por resultado una presión proporcionalmente más alta en los cilindros del freno.

3.5.2 VALVULA DE ALIMENTACION

La válvula de alimentación D-24-B es la válvula de alimentación normalizada para el equipo de freno 6-SL.

Las vistas diagramáticas de las Figs. 2.16 y 2.17, muestran la válvula de alimentación D-24-B con todas sus piezas en el mismo plano para facilitar su explicación. La vista del conjunto (Fig. 2.15), muestra la válvula de alimentación con todas sus piezas.

El cuerpo 2 encierra las piezas de las porciones reguladora y abastecimiento de la válvula de alimentación. La porción reguladora consiste de la manija ajustadora de presión 26, que fija el ajuste del resorte regulador 21 y del diafragma de fuelle 19 de manera que la válvula reguladora de disco 27 permite que el

aire a la presión requerida pase a la porción de abastecimiento y por lo tanto, controla el aire a presión suministrado por la válvula de alimentación. La válvula reguladora 27, que es accionado por el elevador 34 que trabaja fuera del centro, permite una graduación más fina al abrir la válvula ladeándola. El elevador 34 tiene un escudo deflector que desvía cualquier materia extraña del aire lejos de la varilla guía. El resorte 32 de la válvula reguladora conserva cerrada la válvula reguladora 27 una vez que el aire suministrado por la válvula de alimentación ha llegado a la presión de ajuste del resorte de la válvula reguladora.

La porción de abastecimiento consiste del émbolo 7, que acciona la válvula de abastecimiento 11 admitiendo o cortando el suministro de aire según es controlado por la porción reguladora. El resorte 9 de la válvula de abastecimiento, conserva cerrada la válvula de abastecimiento 11 cuando el aire suministrado por la válvula de alimentación tiene la presión fijada por el ajuste del resorte de la válvula reguladora.

La válvula de alimentación D-24-B se ajusta girando la manija ajustadora 26. El movimiento hacia la derecha de esta manija aumenta el

ajuste de presión y su movimiento hacia la izquierda baja el ajuste de presión.

Los dibujos diagramáticos muestran la válvula de alimentación instalada directamente sobre el soporte de la válvula de alimentación y de la llave de incomunicar del tubo de freno. El conducto 30 viene del depósito principal; el conducto 21 es el orificio de abastecimiento al tubo de freno; el conducto 32 es el orificio de control interno a través del cual el aire suministrado por la válvula es conectado de regreso, pasando por la válvula giratoria de la válvula del maquinista. Este orificio, por lo tanto, refleja la presión suministrada al tubo del freno.

Posición Cerrada

La Fig. 2.16 muestra la válvula de alimentación en la posición cerrada que asume cuando la presión del tubo del freno ha aumentado hasta llegar a ser igual al ajuste establecido por la porción reguladora. La válvula reguladora de disco y la válvula de abastecimiento están cerradas por la acción de sus resortes respectivos. El aire del depósito principal presente en la cámara B pasa a través del colador y del orificio restringido de la cabeza del émbolo al conducto 30 y a la cámara D que

queda sobre la válvula reguladora. La válvula reguladora de disco que está cerrada impide que el aire pase al conducto 21 a.

La presión ya suministrada al tubo del freno está conectada a través del conducto de control 32 con la cámara que obra sobre la cara del diafragma de fuelle. La presión del tubo de freno también está conectada con la cámara F debajo de la válvula de abastecimiento y, a través del conducto 21 a, con la cámara H debajo de la válvula reguladora de disco. Las cámaras H y E están incomunicadas entre sí permanentemente por un anillo empacador.

Posición Abierta

La más ligera disminución en la presión del tubo del freno, se refleja inmediatamente en la cámara E que obra sobre el diagrama de fuelle a través del conducto de control 32; y como el fuelle es muy sensible, es flexionando hacia arriba, moviendo el elevador, que a su vez levanta la válvula reguladora de disco, ladeándola sobre su asiento. El aire del depósito principal presente en la cámara D pasa entonces a través de la válvula reguladora a la cámara H, conducto 21 a, cámara F, conducto 21, y al tubo de freno, reduciendo la presión que obra en el conducto 30 a y en la cámara A sobre

la cara del émbolo de abastecimiento, más rápidamente de lo que puede ser restaurada a través de la reducción que hay en la cabeza del émbolo.

La posición más alta del aire del depósito principal, que obra en la cámara B debajo del émbolo, lo mueve hacia arriba comprimiendo el resorte del émbolo de abastecimiento y abriendo la válvula de abastecimiento, a través de la cual el aire del depósito principal pasa directamente de la cámara B a la cámara F y al conducto 21 del tubo de freno. El aumento de la presión en el tubo de freno se refleja rápidamente en la válvula de alimentación, a través del conducto 32 que va a dar a la cámara E, y cuando la presión del tubo de freno se acerca al ajuste de la válvula de alimentación, el diafragma es flexionando hacia abajo hasta que permite que el resorte de la válvula reguladora de disco la cierre permitiendo, por lo tanto, que el aire que obra en la cámara A sobre la cara del émbolo de abastecimiento aumente rápidamente hasta llegar a ser igual a la presión que obra en la cámara B debajo del émbolo. Entonces, el resorte del émbolo de abastecimiento cierra la válvula de abastecimiento cortando el paso del aire del depósito al tubo de freno.

Como el fuelle y la válvula de disco son tan sensibles, la más ligera disminución en la presión del tubo de freno hace que abra la válvula de alimentación. Por consiguiente, la presión del tubo de freno es mantenida prácticamente a un nivel constante debido a la acción flotante de las válvulas reguladora y abastecimiento que abren y cierran constantemente.

3.5.3 VALVULA APLICADORA DEL FRENO P-2-A

La válvula aplicadora del freno P-2-A funciona para producir una aplicación completa de servicio de freno cuando es accionada por una de las características siguientes:

1. Control de Sobrevelocidad
2. Control del tren
3. Control de seguridad

La válvula aplicadora del freno P-2-A está montada en un soporte para tubos propios. Las conexiones de tubos están designadas por números y de esta manera se identifican en el dibujo diagramático.

Durante el funcionamiento de afloje normal, el aire del depósito principal pasa a través del

orificio 30 hacia el lado de la válvula aplicadora y, a través de un orificio estrangulador, al orificio 10 del control de seguridad y a la cámara del resorte sobre el diafragma.

El diafragma de la válvula aplicadora y la válvula de carrete permanecen en posición del afloje debido al resorte y se establece las siguientes conexiones:

1. Del aire del depósito equilibrante, en el orificio 5, a la válvula de control de aflote y a la válvula check de sobreredución.
2. Del depósito limitador de reducción, orificio 24, e interruptor de corte de potencia, orificio 25, al escape ex.
3. El aire del depósito principal, en el orificio 30 y del aire de control de seguridad en el orificio 10, ramal inferior, quedan tapados por la válvula de carrete.

La válvula controladora de afloje se conserva en posición de afloje debido a la presión de aire en el orificio 36 del interruptor. En esta posición el carrete de la válvula controladora conecta el aire del depósito equilibrante, en

el orificio 5, con el orificio 15 de cargar del depósito equilibrante. La válvula supresora se conserva en posición de afloje debido al resorte del émbolo y conecta el aire de control de seguridad, en el orificio 10, con el orificio 3 de la válvula de pedal, por su ramal inferior y con el orificio 2 de la válvula electromagnética FA-4 de sobrevelocidad por su ramal superior.

Durante una aplicación de castigo (Por violación), la presión de aire se reduce en el orificio 3 y en el orificio 10 de la válvula aplicadora. En consecuencia se reducirá también la presión en la cámara del resorte sobre el diafragma. El conjunto del diafragma y la válvula de carrete se mueven por lo tanto hacia arriba, a la posición de aplicación, como resultado de la diferencia de presiones existente entre las dos caras del diafragma.

En la posición de aplicación del castigo, (por violación), la válvula de carrete de la válvula aplicadora hace las siguientes conexiones entre los orificios:

1. Del aire del depósito principal, procedente del orificio 30, al orificio 25 de corte de potencia.

2. El aire de control de seguridad, en el orificio 10, y el lado del resorte del diafragma son conectados al orificio 8 asegurador de aplicación.

3. Del aire del depósito equilibrante, el orificio 5 al orificio 24 del depósito limitador de reducción.

La conexión del orificio 5 con el orificio 24 dará por resultado una reducción en la presión del aire del depósito equilibrante, la que a su vez origina una aplicación de los frenos.

Después de una aplicación de castigo, la válvula supresora se mueve hacia abajo debido a la presión de los cilindros que actúa en el orificio 26 de su presión, y cierra la comunicación entre el orificio 3 de la válvula de pedal y el orificio 10 del control de seguridad.

Para aflojar una aplicación de castigo deberá moverse la manija de la válvula del maquinista a la posición de supresión. En esta posición del aire existente en el tubo 33 del interruptor está conectado con la descarga y el orificio 8 asegurador de afloje está obstruido.

El suministro continuo del aire del depósito principal a través del orificio estrangulador

existente en el soporte para tubos, determinará un aumento de presión en el orificio 10 de control de seguridad en la cámara del resorte de la válvula aplicadora, en el orificio 8 asegurador de afloje y en la cámara extremo de la válvula controladora de afloje.

La válvula controladora de afloje se mueve hacia arriba, incomunicando el aire del depósito equilibrante, existente en el tubo 5, del tubo 15 de carga del depósito equilibrante, para impedir el afloje de los frenos mientras la válvula del maquinista está en posición de su presión.

La válvula aplicadora se mueve a la posición de afloje para tapar el aire del depósito equilibrante existente en el orificio 5 y conectar los orificios 24 y 25 con la descarga.

La válvula check de sobre reducción, permite una reducción posterior del depósito equilibrante, cuando la válvula controladora de afloje está en su posición superior.

Para impedir una aplicación de castigo del control de seguridad, dentro del lapso del tiempo admisible, deberá ser satisfecha una de las siguientes condiciones:

1. Corregir la causa determinante del castigo, para suspender la pérdida de presión en el tubo 3 de la válvula de pedal.
2. Colocar la manija de la válvula del maquinista en la posición de supresión. Antes de que se efectúe la aplicación de castigo. Esto suministrará aire comprimido al orificio de supresión 26, lo que hará mover la válvula supresora hacia abajo para cortar la comunicación entre el orificio 3 de la válvula de pedal y el tubo del control de seguridad.

La válvula aplicadora del freno F-2 es de un modelo anterior al de la válvula aplicadora del freno F-2-A y funciona para proporcionar una aplicación de servicio completo del freno cuando es accionada por una de las características siguientes:

1. Control de Sobrevelocidad
2. Control de trenes
3. Control de seguridad

La válvula aplicadora del freno F-2 está montada en un soporte para tubos propios. Las conexiones de tubos están designadas por

números y de esta manera se identifica en el dibujo diagramático.

La válvula aplicadora del freno P-2 está preparada para proporcionar aplicaciones del freno cuando los aparatos auxiliares del freno está acondicionados para parar un tren. Con el equipo de la locomotora cargado y en funcionamiento normal, el aire del depósito principal entra en el orificio N° 30 del soporte para tubos y en los conductos integrales de la válvula aplicadora. Aquí, el aire coloca el conjunto del diafragma y el aire de carrete en posición de permitir el paso de aire hacia los orificios de soporte para tubos, que están conectados a los aparatos auxiliares del freno. El diafragma de la válvula aplicadora y la válvula de carrete se conserva en posición normal, o posición de afloje, debido a la acción del resorte del émbolo. En la posición del afloje la válvula de carrete establece las siguientes conexiones:

1. El aire del depósito principal procedente del orificio N° 30 entra en la cámara del lado de la válvula del carrete del diafragma.
2. el aire del depósito principal pasa a través del orificio estrangulador existente

en el cuerpo, al conducto N° 10 que conecta al orificio N° 10 en el tubo de control de seguridad. El aire entra en la cámara en el lado del resorte del diafragma pasa también al conducto que lleva al orificio N° 3 en el tubo de la válvula de pedal.

3. El tubo de carga del depósito equilibrante, orificio N° 15 está conectado con el tubo del depósito equilibrante, orificio N° 5. Esto permite que el aire de carga del depósito equilibrante, procedente de la válvula del maquinista, pase a través de la válvula aplicadora y cargue por lo tanto no solamente el depósito equilibrante sino también la cámara del depósito equilibrante de la válvula relevadora, existente en la válvula del maquinista.

3.5.4 VALVULA APLICADORA DEL FRENO P-2

Durante una aplicación de castigo, la presión del aire en el orificio N° 3 de la válvula aplicadora disminuye. Seguidamente disminuye también la presión del aire en la cámara del resorte. El conjunto del diafragma y válvula de corredera están entonces colocados en una

posición de aplicación, debido a la diferencia de presencia de presiones existentes entre las caras del diafragma. En esta posición conectan los conductos integrales existentes en la válvula de carrete con los otros conductos en el cuerpo de la válvula aplicadora que lleva los orificios del soporte para tubos.

En la posición de aplicación de castigo, el movimiento del conjunto del diafragma y válvula de carrete establece las siguientes conexiones:

1. El aire del depósito principal en el orificio N^o 30 y en la cámara del diafragma, en el lado de la válvula del carrete, entra en el conducto.

3.5.5 VALVULA PILOTO INCOMUNICADORA DE CARGA A-1

La válvula piloto incomunicatora de carga A-1 funciona cuando se divide el tren para proporcionar las siguientes características:

1. Arenado automático
2. Corte de Potencia
3. Incomunicación Dinámica
4. Incomunicación del tubo del freno

Esta válvula está formada en un soporte para tubos propios. Las conexiones de tubos están designadas por números y de esta manera se identifican en el dibujo diagramático.

Durante el funcionamiento de afloje normal, el aire del depósito principal, pasa a través del orificio 30, hacia la parte inferior de émbolo de incomunicar y al carrete del émbolo actuador. El aire del tubo de freno en el orificio 1 pasa hacia la parte inferior del émbolo actuador y desde allí, a través de un orificio estrangulador hacia el orificio 11 al depósito de volumen.

Cuando un tren se divide, el aire del tubo de freno en el orificio 1 y en la parte superior del émbolo actuador escapa rápidamente. La restricción de la presión del aire en el orificio 11, debido al orificio estrangulador del émbolo determina una diferencia de presiones entre las caras del émbolo actuador, llevando el émbolo a moverse a la posición de aplicación.

En la posición de aplicación, la válvula de carrete del émbolo actuador hace las siguientes conexiones de orificio:

1. El aire del dispositivo principal, existente en el orificio 30, con la cara superior del émbolo de incomunicar con el orificio 9.

2. en el aire de la cámara del émbolo actuador con el orificio estrangulador medidor de descarga del arenado automático.

El émbolo quedará en la posición de aplicación hasta que la presión del aire en el volumen del orificio 11 se descargue a través del orificio estrangulador del émbolo y del orificio medidor del arenado automático. En este momento el resorte del émbolo colocará éste en la posición del afloje. El aire a presión existente en el orificio 9 será enseguida conectado con el escape.

El abastecimiento de aire del depósito principal al lado superior del émbolo de incomunicar moverá este émbolo hacia la aplicación. En la posición de aplicación, la válvula de carrete el émbolo de incomunicar hace las siguientes conexiones entre los orificios.

1. El aire del depósito principal, existe en el orificio 30, con el orificio 35 de

incomunicación dinámica y también, a través de la válvula check de incomunicar, con el orificio 53 de incomunicar del tubo del freno.

2. El lado inferior del émbolo de incomunicar con la descarga.

3. El orificio 12 del interruptor de emergencia con el lado inferior del émbolo e incomunicar.

El émbolo de incomunicar quedará en la posición de aplicación hasta que se lleve la manija de la válvula del maquinista a la posición de emergencia. Cuando se lleva la manija de la válvula del maquinista a la posición de emergencia es suministrado aire comprimido a través del orificio N° 12 del interruptor de emergencia y de la válvula check selectora hacia la parte inferior del émbolo de incomunicar. El émbolo de incomunicar, al moverse entonces hacia la posición de afloje hará las siguientes conexiones de orificios:

1. Orificio 35 de incomunicación dinámica con el escape.

2. Orificio del depósito principal con la parte inferior del émbolo de incomunicar.

3. Orificio 12 del interruptor de emergencia con el orificio 53 de incomunicar del tubo del freno.

Cuando tiene lugar una aplicación de emergencia del freno por medio de la válvula del maquinista, el émbolo actuador funcionará como se describió anteriormente al tratar del tren dividido. No obstante el émbolo de incomunicar no puede moverse a la posición de aplicación debido a la acción del aire.

**** *

CAPITULO IV

CALCULOS Y DISEÑOS DEL BANCO DE PRUEBAS

4.1 CONSIDERACIONES DEL DISEÑO

Conociendo el funcionamiento del sistema neumático tanto de las locomotoras y de los carros de carga. Además conociendo como trabaja cada uno de dichas válvulas del sistema, podremos diseñar un banco de pruebas teniendo en cuenta estos principios de funcionamiento; para detectar posibles fallas en cada uno de dichas válvulas. Este banco de pruebas simulará el funcionamiento de cada válvula en el tren o carro de carga, que con algunas llaves de dicho banco de pruebas hagan el equivalente o simulen el funcionamiento de dichas válvulas en el tren.

Consideramos el diseño, diseñando y/o seleccionado cada una de las partes que pueden estar constituido dicho Banco según mi criterio y estudios que he realizado.

Considerando: Presiones de trabajo desde 150 PSI del compresor hasta 30 PSI presión de frenado de algunos trenes.

4.2 SELECCION DEL COMPRESOR

Teniendo disponibilidad de utilizar compresores usados o reparados de las mismas locomotoras, seleccionaremos: compresor Garden-Demger, Tipo: WBO.

Este compresor de aire Garden-Denver WBO, Fig. 1, es de tres cilindros, dos etapas, enfriado por agua.

Dos cilindros de baja presión para la primera etapa de compresión, ellos están montados en cada ángulo del compresor. Uno simple montado verticalmente, cilindro de alta presión de la segunda etapa de compresión. Un interenfriador que enfría el aire de la primera etapa de compresión, haciendo la segunda etapa de compresión más eficiente. Tiene dos válvulas, una de succión y otra de descarga. La válvula de descarga es localizada arriba de cada válvula de succión.

A continuación mostramos algunas características de este compresor.

Número de etapas	2
Interenfriador	por agua
Número de cilindros de baja presión	2
Número de cilindros de alta presión	1
Diámetro de cilindros de baja presión	7-7/8"
Diámetro de cilindros de alta presión	7-7/8"
Presión del interenfriador	
- Descarga	15-20psi
- Carga	45psi

Desplazamiento

- 450 rpm 127 pies3/min
- 1170 rpm 296 pies3/min

TABLA 4.1

PRESIONES DEL COMPRESOR A DIFERENTES ALTITUDES

	Velocidad (RPM)	Altitud (Pies sobre nivel del mar)						
		0	1000	2000	3000	4000	5000	6000
Compresor . Nuevo o Separado	450	63	60	58	55	53	51	48
	550	77	74	70	68	65	61	58
	650	91	87	83	80	76	72	69
	750	105	101	96	92	88	83	79
	850	120	115	110	105	100	95	91
	950	134	128	123	118	112	107	102
	1170	147	140	135	130	124	119	112

4.3 DISEÑO DEL RESERVORIO PRINCIPAL

Conociendo los siguientes datos:

Desplazamiento a 1170 rpm:

296 pies3/min (0.1397 m3/seg)

Presión de salida de compresor 150 psi (1.034 MPa)

Utilización de aire Intermitente

Refiriéndonos a las Tablas del Manual: Standard

Plant Operator's Manual.

Donde encontramos:

a) Tamaño y Tipo de Máquina para óptimo Servicio

Presión (psi) (compresora)	Aire Intermitente	Hp. Requeridos en el compresor
	26.0 - 39.2	3
	39.3 - 51.9	5
120 - 150	52.0 - 67.5	7.5
	57.5 - 92.5	10

b) Capacidad Recomendada para el tanque receptor

Caballos de Fuerza del Compresor	Tamaño del Tanque (Galones)
1/2	30
3/4	30
1	60
1 1/2	60 ó 80
2	80
3	80
5	80
7 1/2	120
10	120

Teniendo en cuenta la primera tabla: Para 150 psi y un máximo desplazamiento o consumo de 92.5 pcm, utilizamos una potencia de compresor de:

10 HP

Ahora, como nosotros necesitamos almacenar:

$$\bar{V} = 296 \text{ pies}^3/\text{min} = 0.1397 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Entonces necesitamos:

Requerimos más de 10 HP

En nuestro caso requerimos:

$$30 \text{ HP} + 3 \text{ HP}$$

En total 33 HP que dan un desplazamiento total de 316 Cpm.

Ahora remitiendo a la tabla, notamos que para:

10 HP necesitamos un tanque de 120 galones, pero como nosotros necesitamos para una potencia de 33 HP un volumen total según la tabla de:

$$120 + 120 + 120 + 80 = 440 \text{ galones}$$

El volumen de nuestro tanque será:

→ De 440 galones

Sabemos que usar 2 tanques aumenta la eficiencia y da un mejor control de humedad. Esto lo logramos añadiendo otro tanque de 60 galones de volumen.

Teniendo en cuenta el volumen de 440 galones comenzamos a diseñar el tanque:

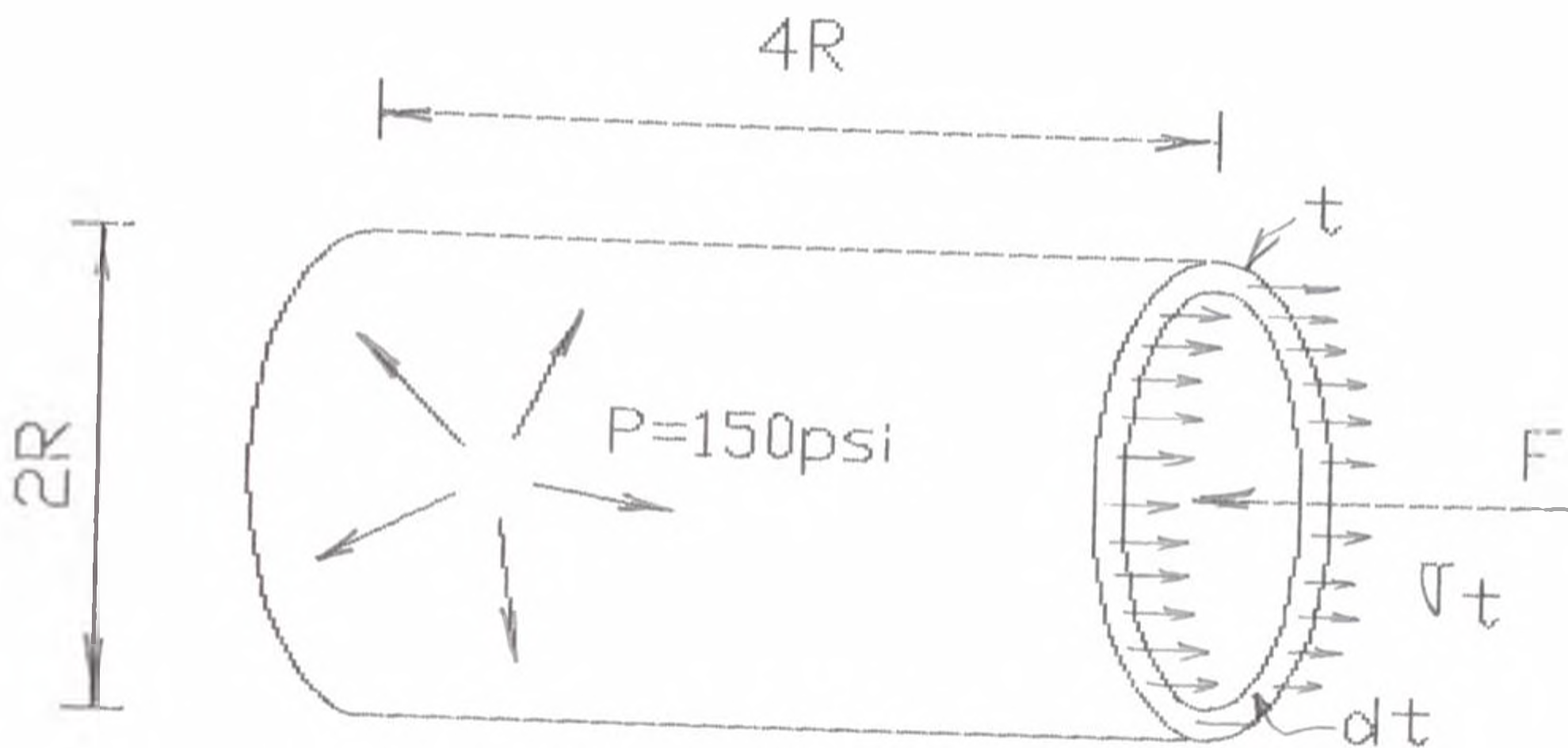


Fig. 4.1. SECCION TRANSVERSAL

$$F = P \cdot A.$$

$$F = P \times \pi R^2$$

$$A_t = 2\pi R t$$

Sabiendo:

$$\bar{\sigma}_t > \frac{F}{A_t}$$

$$\bar{\sigma}_t \geq \frac{P \cdot \pi R^2}{2\pi R t}$$

$$\bar{\sigma}_t \geq \frac{PR}{2t}$$

Por recomendaciones óptima tenemos, nuestro tanque será:



El volumen aproximado será:

$$V = \frac{4\pi R^3}{3} + \pi R^2 (4R) = (4/3 \pi + 4\pi) R^3$$

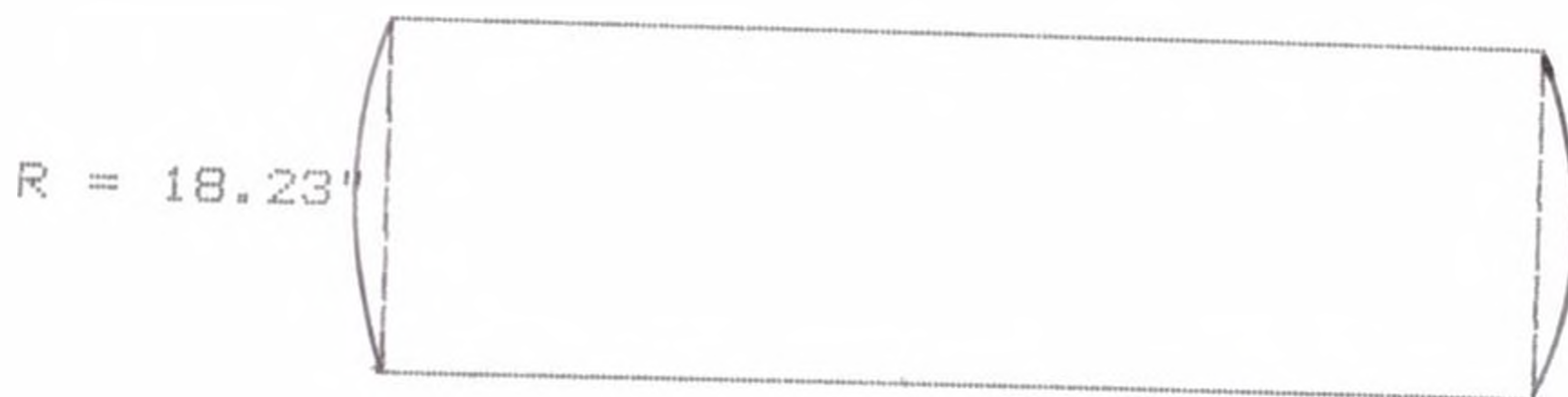
$$V = \left(\frac{16\pi}{3} \right) R^3$$

$$\Rightarrow R = \sqrt[3]{3V/16\pi}$$

Tenemos:

$$V = 440 \times 231 \text{ Pul}^3$$

$$R = 18.23''$$



Utilizaremos Plancha A36 AISI (1020)

Donde: $S_y = 36,000 \text{ psi}$

$$S_t = 36,000 \times 0.6$$

$$S_t = 21,600 \text{ psi}$$

Por lo tanto en 1:

$$t \geq \frac{PR}{2Gt}$$

$$t \geq \frac{150 \times 18.23}{2 \times 21,600}$$

$$t \geq 0.06$$

$$t \geq 1/16 \quad (2)$$

Sección Longitudinal

$$F = P \times A$$

$$A = 8R^2 + \pi R^2$$

$$A = (8 + \pi)R^2$$

$$\bar{S}t \geq \frac{F}{At}$$

$$\text{Donde: } At = 8Rt + 2\pi Rt$$

$$At = (8 + 2\pi)Rt$$

$$\bar{S}t \geq \frac{P \times (8 + \pi) R^2}{(8 + 2\pi) St}$$

$$T \geq \left(\frac{8 + \pi}{8 + 2\pi} \right) \times \frac{150 \times 18.23}{21,000}$$

$$T \geq 0.098 \quad (3)$$

$$T \geq 5/32$$

Para una mayor seguridad y duración utilizaremos:

Plancha de 1/4"

4.4 SELECCION DEL MOTOR ELECTRICO

Una transmisión funcional de bajo costo de mantenimiento y que garantice una total operatividad, minimizando las paradas se logra empleando un motor de baja velocidad, lo más lento posible y complementario con una reducción adecuada, dependiendo de la velocidad requerida.

Para la selección del motor se considera la potencia hallada en el punto 4.2, que es aproximadamente la potencia del compresor en este caso 33 HP.

HP. Selección = 33 HP

Motor eléctrico

En nuestro medio se pueden adquirir por medio directo los motores "DELCROSA".

Observando el catálogo (APENDICE A) para motores trifásicos, construcción cerrada, ventilación exterior rotor de jaula de ardilla, se tiene:

Que el motor NY 200 L6 puede cubrir nuestro requerimiento.

HP Motor = 36 HP

Este motor es de 6 polos y a 60 Hz gira a:

1170 Rpm.

Como se advierte 36 HP es un valor aproximadamente a 33 HP que comparados representan un 9% adicional sobre el valor real.

Este factor de 1.05 nos llevará a seleccionar el motor Nv 200 L 6.

Motor eléctrico DELCROSA. Nv 200 L 6 HP (60 Hz) 6 polos -(460 Volt.). Construcción cerrada ventilación exterior, rotor de jaula de ardilla.

$$\text{Rpm motor} = 1170 \text{ Rpm}$$

$$D = 50 - 55 \text{ mm}$$

4.5 ELECCION DEL ACOPLAMIENTO

El acoplamiento motor.- Compresor será de tipo flexible, discos independientes. En nuestro medio tenemos la marca "ASEA" y por el torque que se va a transmitir deber ser de tipo "BEK".

Para la selección contamos con catálogos "ASEA" (APENDICE B) pertinentes.

$$\text{HP motor} = 36 \text{ HP}$$

$$\text{Rpm motor} = 1170 \text{ Rpm}$$

Factor de servicio para minería según catálogo ASEA-83-3E.

$$T = \frac{K \text{ HP (716)}}{n} \text{ (Kgt - m)}$$

$$T = \frac{2.0 \text{ (36 HP)} 716}{1170 \text{ RPM}}$$

$$T = 44.06 \text{ kGF-M}$$

Del catálogo de selección del motor, se observa que el eje del motor es 50 mmØ.

Seleccionamos el acoplamiento:

BEK 260

Por un hueco piloto de 26Ø menor a 50Ø, siendo su capacidad de tanque 49Kgf-m.

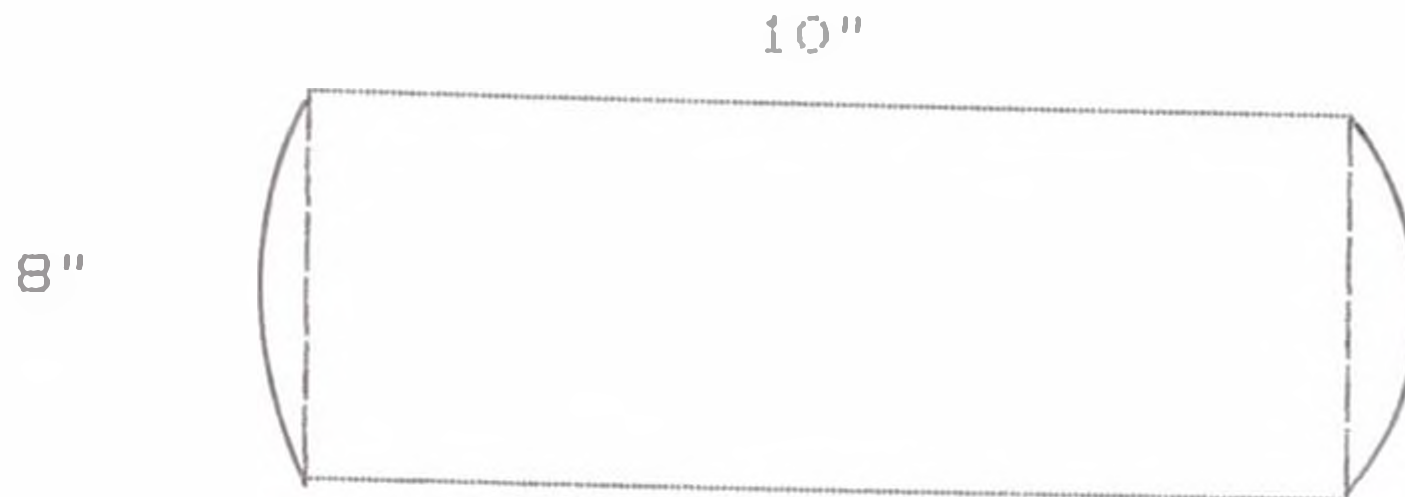
4.6 DISEÑO DEL RESERVORIO DEL CILINDRO DE FRENO

Aquí en el banco de pruebas este reservorio de cilindro de freno, simula a los cilindros de freno, de las locomotoras.

Como sabemos que los frenos de las locomotoras están flojos, cuando en el cilindro de freno está accionado ya sea con 60 ó 30 psi según sea la locomotora.

En nuestro caso construiremos un reservorio con un volumen equivalente al volumen del cilindro de freno. Recomendado por el fabricante para una mejor eficiencia.

Análogamente como en el punto 4.3. Utilizaremos Plancha A36 de 1/4".



4.7 DISEÑO DEL RESERVORIO DE DOS COMPARTIMIENTOS (RESERVORIO AUXILIAR Y RESERVORIO DE EMERGENCIA)

Este reservorio es muy importante en nuestro diseño ya que simula el trabajo del tren como por ejemplo; en la válvula de control 26-F del equipo de freno 26-C; así como en otras válvulas de los carros de carga.

Tenemos en cuenta las medidas originales de dichos reservorios de las locomotoras, nosotros nos daremos un factor de seguridad para posibles pruebas paralelas en el futuro.

Consideramos:

Volumen del reservorio auxiliar: 2500 pulg³. (40970 cc)

Volumen del reservorio de emergencia:

3500 pulg³. (57350 cc)

Por lo tanto nuestro reservorio será:

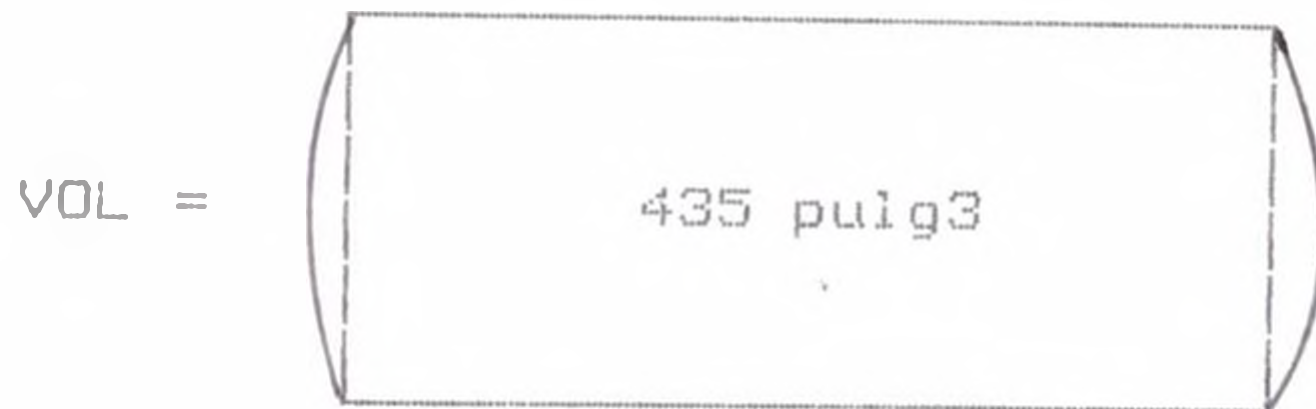
RESERVORIO	RESERVORIO
AUXILIAR	EMERGENCIA
3000 pulg ³	4000 pulg ³

Análogamente como en el peso N^o 4.3, utilizaremos Plancha A36 de 1/4".

4.8 DISEÑO DEL RESERVORIO DEL VOLUMEN DEL TUBO DE FRENO

Análogamente, teniendo en cuenta las condiciones de los trenes vamos a diseñar una reservorio de 435 pulg³.

Utilizaremos: Plancha A36 de 1/4"

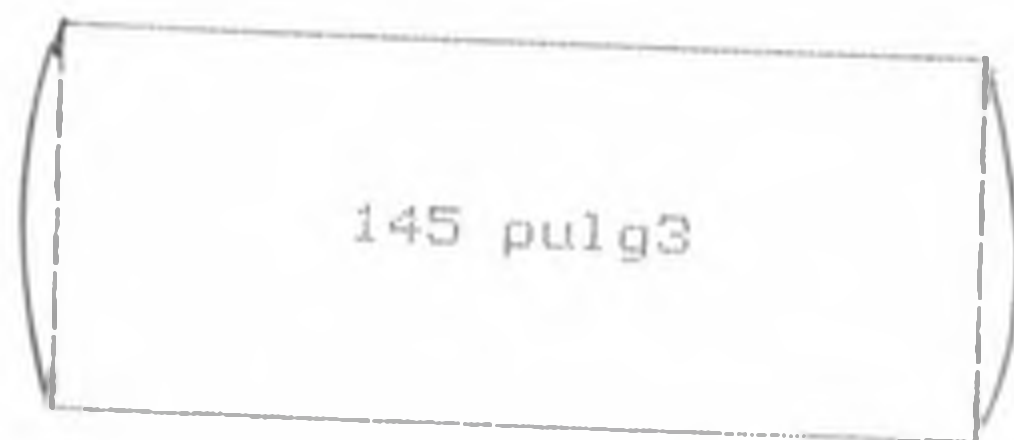


4.9 DISEÑO DEL RESERVORIO DE LA CAMARA DE ACCION RAPIDA

Teniendo en cuenta las características de funcionamiento de los trenes consideramos el volumen del reservorio de la cámara de acción rápida de 145 pulg³.

Utilizaremos: Plancha A-36 de 1/4"

VOL =



4.10 DISEÑO DEL SISTEMA DE TUBERIAS

Para la selección de estas tuberías, nos basamos en el diseño en que fueron hechos; tanto las válvulas como sus soporte bases. Según el fabricante y recomendado por la A.A.R., ha llegado a la conclusión que los orificios que dan una mejor eficiencia de funcionamiento (velocidades y presiones óptimas para el buen funcionamiento de la válvula).

Son de diámetro 3/4"Ø, 1/2"Ø, 3/8"Ø.

Por lo tanto, asumo estas recomendaciones como óptimas, ya que lo que en el banco de pruebas se está simulando el funcionamiento del tren, con una válvula específica, o sea la que se está probando.

Ahora para indicar cuáles con las diferentes tuberías, tendremos que referirnos al plano del principio de funcionamiento de este banco de pruebas.

Según el plano (P-01)

- Desde el soporte de tubos hasta las válvulas (llaves) N° 15, 19, 20 y cámara de acción rápida tenemos la tubería de diámetro 3/8".

- Desde la llave N^o 14 hasta la válvula (llave) N^o 6 pasando por las llaves N^o 9 y 5 tenemos la tubería de diámetro 3/8".
- Desde la llave N^o 14 hasta el soporte de tubos pasando por las válvulas (llaves) N^o 7 y N^o 11 tenemos la tubería de diámetro 3/8".
- Desde la llave N^o 13 hasta la llave N^o 4 pasando por las llaves N^o 12 y N^o 3, es de diámetro 3/8".
- Desde la llave N^o 3 hasta la llave N^o 11 es de diámetro 3/8".
- Desde la llave N^o 2 hasta la llave N^o 18 es de diámetro 3/8".
- Desde la llave N^o 16 hasta la válvula "B" es de diámetro 3/8".
- Desde la llave N^o 16 hasta la llave N^o 1 es de diámetro 3/8".
- Desde la llave N^o 16 hasta el soporte de tubos es de diámetro 3/8".
- Desde la llave N^o 16 hasta el soporte de tubos pasando por las llaves N^o 7, N^o 19 y N^o 15 es de diámetro 3/8".
- Desde la llave N^o 19 hasta la cámara de acción rápida pasando por la válvula N^o 20 es de diámetro de 3/8".

- Desde reservorio del volumen del tubo del freno hasta la válvula "B" es de diámetro 3/8".
- Desde el reservorio del volumen del tubo del freno hasta la válvula 22 es de diámetro 3/8".
- Desde la válvula Nº 8 hasta el soporte de tubos es de diámetro 3/8".
- Desde el reservorio principal hasta la válvula de freno "A" y la válvula Nº 14, tenemos la tubería de diámetro 1/2".
- Desde la llave Nº 14 hasta la válvula Nº 13 tenemos la tubería de diámetro 1/2".
- Desde el compresor hasta el filtro es de diámetro 3/4".
- Desde el filtro hasta la válvula de alimentación hasta el reservorio principal tenemos tubería de diámetro 3/4".
- Desde la llave Nº 3 hasta el reservorio del cilindro de freno es de diámetro 3/4".
- Desde la llave Nº 3 hasta el soporte de tubos tenemos tuberías de diámetro 3/4".
- Desde la llave Nº 5 hasta el reservorio de dos compartimientos es tubería de diámetro 3/4" (al lado del reservorio de emergencia).

- Desde el reservorio de dos compartimientos (lado del reservorio auxiliar) a la llave N^o 2 es tubería de diámetro 3/4".
- Desde la llave N^o 2 hasta la llave N^o 4 tenemos tubería de diámetro 3/4.
- Desde la llave N^o 2 hasta el soporte de tubos tenemos tubería de diámetro 3/4".
- Desde la llave N^o 1 hasta el soporte de tubos es tubería de diámetro de 3/4".
- Desde la llave N^o 1 hasta el reservorio de volumen del tubo de freno es de 3/4"Ø.

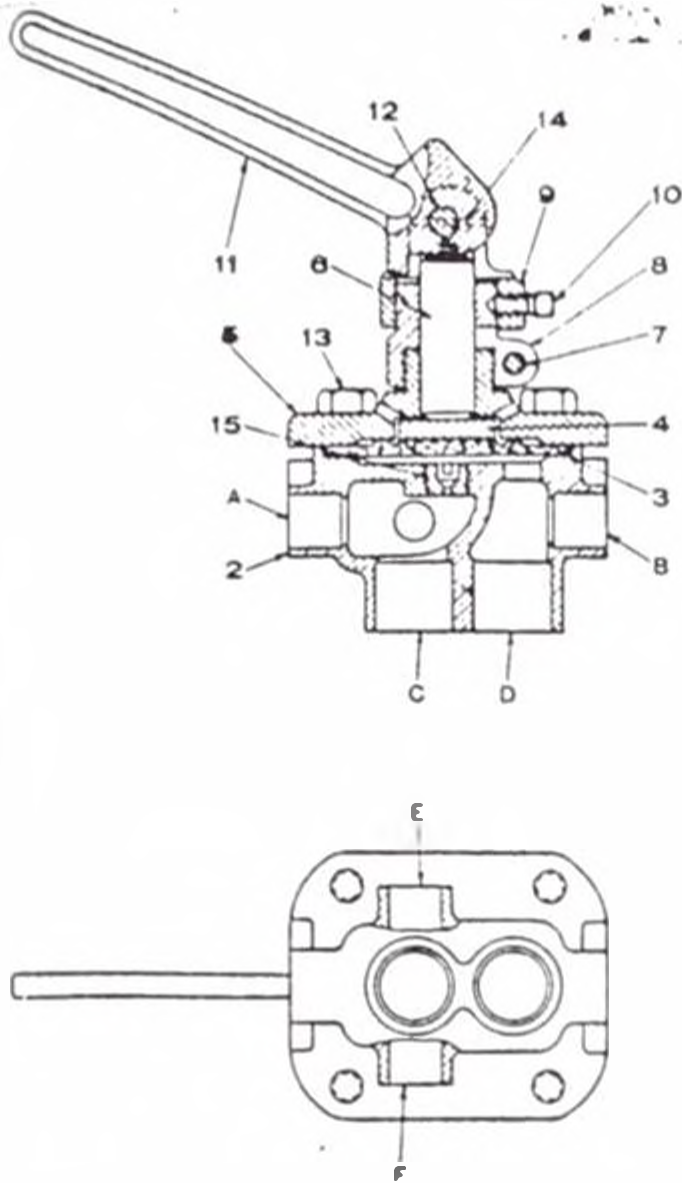
4.11 SELECCION DE LAS VALVULAS O LLAVES DE ACCIONAMIENTO RAPIDO

Después de haber experimentado con muchas válvulas o llaves, hemos encontrado que la que más se aproxima para las exigencias de este trabajo es la llave que mostramos en la Fig. 4.2.

Dichas válvulas o llaves son similares en configuración, solamente difieren en el diámetro en el cual necesitamos utilizar, por ende varía las dimensiones de las válvulas o llaves, que mostraremos al final en un cuadro.

"AB" TEST RACK

DIAPHRAGM COCKS WITH QUICK OPENING HANDLE



Piece No. 96755	Cock No. 1— $\frac{3}{4}$ "	Diaphragm Cock, complete
Piece No. 96757	Cock No. 2— $\frac{3}{4}$ "	Diaphragm Cock, complete
Piece No. 96795	Cock No. 3— $\frac{3}{4}$ "	Diaphragm Cock, complete
Piece No. 96759	Cock No. 5— $\frac{3}{4}$ "	Diaphragm Cock, complete
Piece No. 96767	Cock No. 14— $\frac{1}{2}$ "	Diaphragm Cock, complete
Piece No. 97313	Cock No. 4— $\frac{3}{8}$ "	Diaphragm Cock, complete
Piece No. 97312	Cock No. 6— $\frac{3}{8}$ "	Diaphragm Cock, complete
Piece No. 96771	Cock No. 7— $\frac{3}{8}$ "	Diaphragm Cock, complete
Piece No. 96877	Cock No. 8— $\frac{3}{8}$ "	Diaphragm Cock, complete
Piece No. 96773	Cock No. 9— $\frac{3}{8}$ "	Diaphragm Cock, complete
Piece No. 96775	Cock Nos. 11, 12, 15 and 19— $\frac{3}{8}$ "	Diaphragm Cock, complete
Piece No. 96860	Cock No. 13— $\frac{3}{8}$ "	Diaphragm Cock, complete
Piece No. 96791	Cock No. 16— $\frac{3}{8}$ "	Diaphragm Cock, complete
Piece No. 96793	Cock No. 17— $\frac{3}{8}$ "	Diaphragm Cock, complete
Piece No. 96925	Cock No. 18— $\frac{3}{8}$ "	Diaphragm Cock, complete
Piece No. 96877	Cock No. 20— $\frac{3}{8}$ "	Diaphragm Cock, complete

Ref. No.		$\frac{3}{4}$ " Pc. No.	$\frac{1}{2}$ " Pc. No.	$\frac{3}{8}$ " Pc. No.	PIPE CONNECTIONS—O.D. TUBE					
					A	B	C	D	E	F
2	Body for Cock No. 1	96746			$\frac{3}{8}$ "	$\frac{1}{2}$ "	$\frac{1}{4}$ "	$\frac{1}{4}$ "	$\frac{3}{8}$ "	$\frac{1}{4}$ "
2	Body for Cock No. 2	96756			$\frac{3}{8}$ "	$\frac{1}{2}$ "	$\frac{1}{4}$ "	$\frac{1}{4}$ "	$\frac{3}{8}$ "	$\frac{1}{4}$ "
2	Body for Cock No. 3	96794			$\frac{3}{8}$ "	$\frac{1}{2}$ "	$\frac{1}{4}$ "	$\frac{1}{4}$ "	$\frac{3}{8}$ "	$\frac{1}{4}$ "
2	Body for Cock No. 5	96758			$\frac{3}{8}$ "	$\frac{1}{2}$ "	$\frac{1}{4}$ "	$\frac{1}{4}$ "	$\frac{3}{8}$ "	$\frac{1}{4}$ "
2	Body for Cock No. 14		96780		$\frac{3}{8}$ "	$\frac{1}{2}$ "	$\frac{1}{4}$ "	$\frac{1}{4}$ "	$\frac{3}{8}$ "	$\frac{1}{4}$ "
2	Body for Cock No. 4			96836	$\frac{3}{8}$ "	$\frac{1}{2}$ "	$\frac{1}{4}$ "	$\frac{1}{4}$ "	$\frac{3}{8}$ "	$\frac{1}{4}$ "
2	Body for Cock No. 6			96760	$\frac{3}{8}$ "	$\frac{1}{2}$ "	$\frac{1}{4}$ "	$\frac{1}{4}$ "	$\frac{3}{8}$ "	$\frac{1}{4}$ "
2	Body for Cock No. 7			508086	$\frac{3}{8}$ "	$\frac{1}{2}$ "	$\frac{1}{4}$ "	$\frac{1}{4}$ "	$\frac{3}{8}$ "	$\frac{1}{4}$ "
2	Body for Cock No. 8			96837	$\frac{3}{8}$ "	$\frac{1}{2}$ "	$\frac{1}{4}$ "	$\frac{1}{4}$ "	$\frac{3}{8}$ "	$\frac{1}{4}$ "
2	Body for Cock No. 9			96772	$\frac{3}{8}$ "	$\frac{1}{2}$ "	$\frac{1}{4}$ "	$\frac{1}{4}$ "	$\frac{3}{8}$ "	$\frac{1}{4}$ "
2	Body for Cock Nos. 11, 12, 15 and 19			96774	$\frac{3}{8}$ "	$\frac{1}{2}$ "	$\frac{1}{4}$ "	$\frac{1}{4}$ "	$\frac{3}{8}$ "	$\frac{1}{4}$ "
2	Body for Cock No. 13			96838	$\frac{3}{8}$ "	$\frac{1}{2}$ "	$\frac{1}{4}$ "	$\frac{1}{4}$ "	$\frac{3}{8}$ "	$\frac{1}{4}$ "
2	Body for Cock No. 16			96790	$\frac{3}{8}$ "	$\frac{1}{2}$ "	$\frac{1}{4}$ "	$\frac{1}{4}$ "	$\frac{3}{8}$ "	$\frac{1}{4}$ "
2	Body for Cock No. 17			96792	$\frac{3}{8}$ "	$\frac{1}{2}$ "	$\frac{1}{4}$ "	$\frac{1}{4}$ "	$\frac{3}{8}$ "	$\frac{1}{4}$ "
2	Body for Cock No. 18			96772	$\frac{3}{8}$ "	$\frac{1}{2}$ "	$\frac{1}{4}$ "	$\frac{1}{4}$ "	$\frac{3}{8}$ "	$\frac{1}{4}$ "
2	Body for Cock No. 20			96837	$\frac{3}{8}$ "	$\frac{1}{2}$ "	$\frac{1}{4}$ "	$\frac{1}{4}$ "	$\frac{3}{8}$ "	$\frac{1}{4}$ "
3	Diaphragm	529707	96782	531392						
4	Disc	96748	96783	511347						
5	Cover, Complete (includes 5 to 12 and 14)	526439	526438	526437						
6	Cover	96750	96785	96764						
7	Stem	96749	96784	96763						
8	Op. Hd. Screw	3118	3118	3118						
9	Coupling	96751	96766	96765						
10	Fulcrum	96752	97298	97298						
11	Sq. Hd. Cup Pt. Set Screw (3 Req'd)	11034	11034	11034						
12	Handle	96753	97131	97131						
13	Fulcrum Pin	95409	95397	95397						
14	Hex. Hd. Cap Screw (4 Req'd)	7978	7978	41588						
15	Pin	26918	26917	26917						
15	Choke for Cock No. 7			96770						
15	Choke for Cock No. 17			49012						
15	Choke for Cock No. 18			96923						
15	Choke for Cock No. 14		64665							

Fig.4.2 VALVULA DE ACCIONAMIENTO RAPIDO AB

Teniendo en cuenta lo dicho anteriormente y como vemos en el plano (P-01), tenemos:

LLAVE # 1: Llave de diafragma para cortar el tubo de freno, $\varnothing 3/4$ ".

LLAVE # 2:Llave de diafragma para cortar el reservorio auxiliar, Ø3/4".

LLAVE # 3:Llave de diafragma de cortar el cilindro de freno, Ø3/4".

LLAVE # 4:Llave de diafragma de cortar el respiradero del cilindro de freno, Ø3/4".

LLAVE # 5:Llave de diafragma de cortar el reservorio de emergencia, Ø3/4".

LLAVE # 6:Llave de diafragma respiradero del reservorio de emergencia, Ø3/8".

LLAVE # 7:Llave de diafragma respiradero del reservorio auxiliar con agujero de 0.037" para estrangulación, Ø3/8".

LLAVE # 8:Llave de diafragma para escape, Ø3/8".

LLAVE # 9:Llave de diafragma By-Pass, del reservorio principal al reservorio de emergencia.

LLAVE #11:Llave de diafragma de cortar el reservorio del cilindro del freno, Ø3/8".

LLAVE #12:Llave de diafragma de respiradero de cilindro de freno, Ø3/8".

LLAVE #13:Llave de diafragma By-Pass, del reservorio principal al cilindro de freno Ø3/8".

LLAVE #14: Llave de diafragma By-Pass con agujero de 0.070" de estrangulación, del reservorio principal al reservorio auxiliar, $\varnothing 1/2$ ".

LLAVE N^o15: Llave de diafragma de respiradero de la cámara de acción rápida, $\varnothing 3/8$ ".

LLAVE N^o16: Llave de diafragma By-Pass, del reservorio del tubo de freno al reservorio auxiliar, $\varnothing 3/8$ ".

LLAVE N^o17: Llave de diafragma By-Pass, con agujero de 3/16" de estrangulación del reservorio auxiliar al cilindro de freno, $\varnothing 3/8$ ".

LLAVE N^o18: Llave de diafragma de respiradero del reservorio auxiliar con agujero de 0.024" de estrangulación, $\varnothing 3/8$ ".

LLAVE N^o19: Llave By-Pass, del reservorio auxiliar a la cámara de acción rápida, $\varnothing 3/8$ ".

LLAVE N^o20: Llave de diafragma de cortar la cámara de acción rápida, $\varnothing 3/8$ ".

LLAVE N^o21: Llave de respiradero, $\varnothing 3/8$ ".

LLAVE N^o22: Llave de respiradero del tubo de freno con agujero N^o 30 Drill, $\varnothing 3/8$ ".

DESCRIPCION	CONEXIONES DE TUBO - TUBO O.D.					
	A	B	C	D	E	F
Cuerpo para llave N ^o 1	5/8"	3/16	3/16"	7/8"		7/8"
Cuerpo para llave N ^o 2		5/8"	7/8"	7/8"	5/8"	7/8"
Cuerpo para llave N ^o 3	5/8"	5/8"	7/8"	7/8"	5/8"	
Cuerpo para llave N ^o 5	5/8"	5/8"		7/8"	5/8"	
Cuerpo para llave N ^o 14		5/8"	7/8"	7/8"	5/8"	5/8"
Cuerpo para llave N ^o 4		5/8"	3/16"			5/8"
Cuerpo para llave N ^o 6	5/8"	5/8"	3/16			
Cuerpo para llave N ^o 7			5/8"		5/8"	5/8"
Cuerpo para llave N ^o 8		5/8"	5/8"			
Cuerpo para llave N ^o 9		5/8"				5/8"
Cuerpo para llave N ^o 11 N ^o 12, N ^o 15, N ^o 19		5/8"			5/8"	5/8"
Cuerpo para llave N ^o 13		5/8"		3/16"		5/8"
Cuerpo para llave N ^o 16	5/8"	5/8"	3/16"	5/8"	5/8"	1/4
Cuerpo para llave N ^o 17	5/8"	5/8"	3/16"			
Cuerpo para llave N ^o 18		5/8"				5/8"
Cuerpo para llave N ^o 20		5/8"	5/8"			

4.12 SELECCION DE LA VALVULA DE SEGURIDAD Y VALVULAS DE DRENAJE

Como en todo sistema neumático todos los tanques necesitan válvulas tanto para el drenaje como para la seguridad del sistema, por lo tanto:

A) Selección de la válvula de seguridad

Teniendo en cuenta que la posición máxima del sistema es 150 psi. Seleccionaremos la válvula de seguridad tipo F, como se muestra en la Fig. 4.3.

F SAFETY VALVE	
Ref.No.	
	F Safety Valve, Complete
2	Body
3	Valve
4	Pin
5	Adjusting Nut
6	Lock Nut
7	Spring

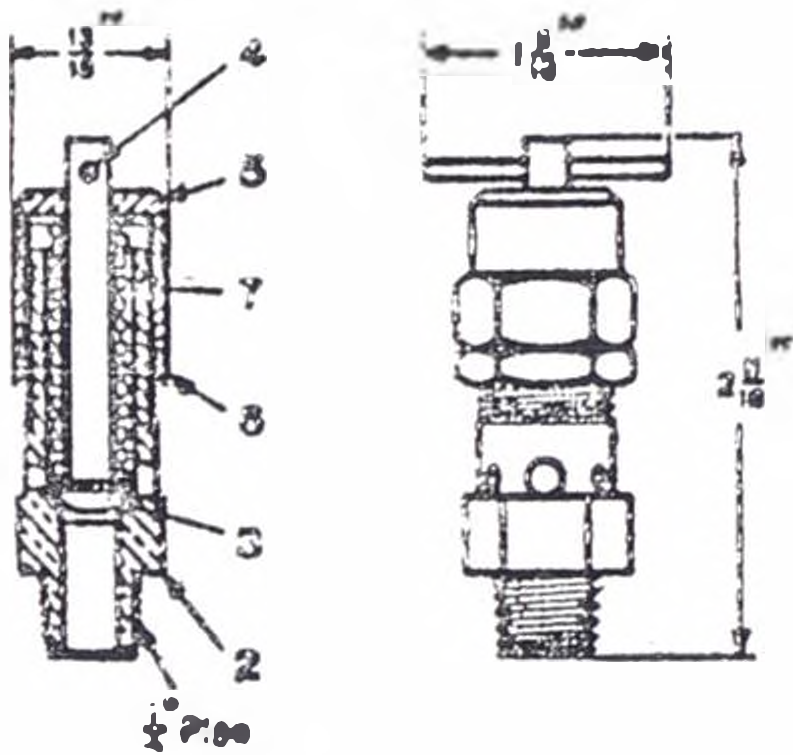


Fig. 4.3 VALVULA DE SEGURIDAD

Partes:

2	Cuerpo de la válvula
3	Válvula
4	Pin
5	Tuerca de ajuste
6	Tuerca de seguro
7	Resorte

B) Selección de las válvulas de drenaje

Teniendo en cuenta que cada reservorio llevará una llave de arenaje, tenemos:

- Llave de arenaje para el reservorio principal es de Ø 1/2".

- Llave de arenaje para el reservorio del cilindro de freno es de $\varnothing 1/2"$.
- Llave de arenaje para el reservorio de emergencia es de $\varnothing 1/2"$.
- Llave de arenaje para el reservorio auxiliar es de $\varnothing 1/2"$.
- Llave de arenaje para la cámara de acción rápida es de $\varnothing 1/4"$.

4.13 SELECCION DE LA VALVULA DE FRENO "A"

Esta válvula tendrá la misma función que la válvula de freno automático en una locomotora.

Este tipo de válvula ya se describió anteriormente en el capítulo II.

Por consiguiente, utilizaremos la válvula que a continuación mostramos en la Fig. 4.4.

4.14 SELECCION DE LA VALVULA DE OPERACION "B"

Esta válvula tendrá la misma función que la válvula independientemente de el sistema de freno de una locomotora.

Como en el caso anterior este tipo de válvula ya se describió en el capítulo II.

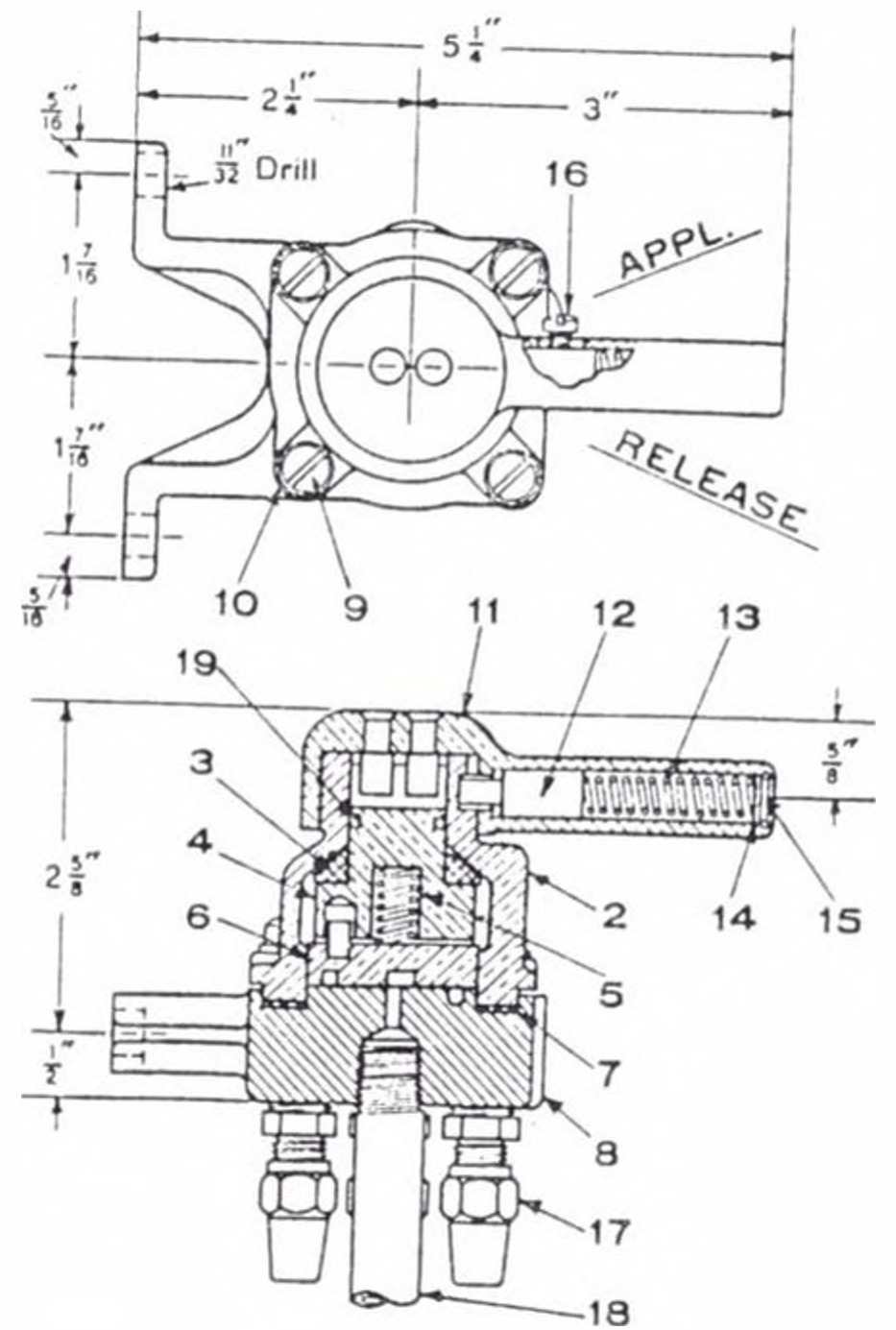
mano con estas válvulas utilizaremos la válvula de alimentación D-24-B.

VALVE "B"

Piece No. 96839 Valve "B", complete

Pc. No.	Ref. No.	
96798	2	Body
76851	3	Rotary Valve Key Washer
76850	4	Rotary Valve Key
*71060	5	Rotary Valve Spring
97884	6	Rotary Valve, complete
76857	7	Gasket
96800	8	Pipe Bracket
3118	9	$\frac{1}{4} \times \frac{1}{8}$ Ov. Fil. Hd. Mch. Screw (4 Req'd)
10764	10	$\frac{1}{4}$ Lock Washer (4 Req'd)
76865	11	Handle, complete (includes 12, 13, 14, 15 and 16)
76861	12	Latch
*76862	13	Latch Spring
76863	14	Spring Retainer Washer
76864	15	Spring Retainer Ring
25450	16	No. 8-32x $\frac{1}{8}$ Ov. Fil. Hd. Mch. Screw
205183	17	$\frac{1}{4}$ O.D.x $\frac{1}{4}$ Compression Fitting (5 Req'd)
	18	Exhaust Nipple ($\frac{1}{4}$ x10 $\frac{3}{4}$)
531868	19	$\frac{3}{4}$ O.D. Walco Packing Ring

*NOTE—For Spring Identification Table, see page 7.



Net Weight 3 3/8 lbs.

Fig. 4.5 VALVULA DE OPERACION "B"

4.16 SELECCION DE LOS MANOMETROS

Las características que deben cumplir estos manómetros es la de asegurar una adecuada lectura dentro de los rangos de presión que son usados y deben de ser sensibles a las variaciones de presión.

Para nuestro banco de pruebas necesitamos los siguientes manómetros:

- Para el reservorio principal
- Para la cámara de acción rápida

- Para la línea del tubo de freno
- Para el volumen del tubo de freno
- Para el reservorio auxiliar
- Para el reservorio de servicio rápido secundario
- Para el reservorio de emergencia

Para la selección tendremos en cuenta que nuestra presión máxima del sistema es 150 psi.

Según recomendaciones de la Asociación de Ferrocarriles Americanos (AAR), utilizaremos:

Manómetro: Westinghouse Air Brake Company, cuyo rango es de: 0 - 160 psi.

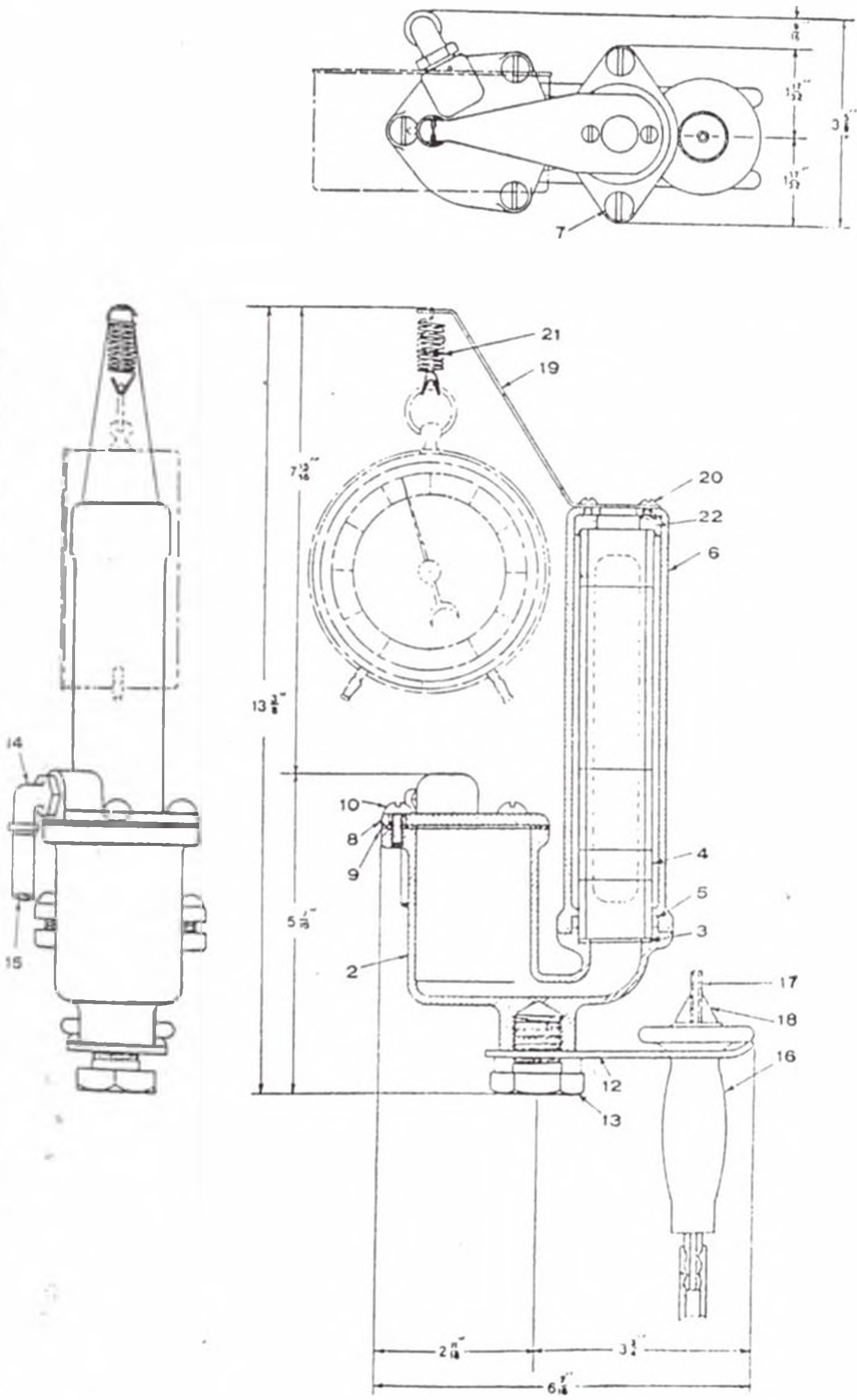
4.17 SELECCION DEL MEDIDOR DE FUGAS

Cuando realizamos una determinada prueba en el banco de pruebas, tenemos la principal necesidad de conocer si existe alguna fuga en alguna parte de la válvula. Ahora según nuestras investigaciones y búsqueda en el mercado Internacional, encontramos que la Fischer & Porter Co. suministra este tipo de medidores que tienen una gran confiabilidad.

Este medidor de fugas como ilustramos en la Fig. 4.6 es un instrumento para proveer una medida de observación y determinar rápidamente y exactamente las fugas permisibles en los dispositivos de frenos de

aire. Este consiste de un flotador o indicador encerrado con una precisión de un tubo de vidrio cónico esmerilado, y el flujo de aire para ser medido es admitido por el fondo del tubo.

LEAKAGE INDICATOR



Piece No. 97138 Leakage Indicator, complete

75438	2	Body
75439	3	1 3/32" x 7/8" x 1/16" Seal
75440	4	Calibrating Tube
75441	5	1 7/16" x 1 3/32" x 1/4" Seal
75442	6	Housing
77626	7	1/4"-20 x 7/8" Mch. Screw for securing Housing (2 Req'd)
75443	8	Cap
75444	9	Cap Gasket
3952	10	1/4"-20 x 5/8" Mch. Screw for securing Cap (3 Req'd)
76302	12	Bracket
97126	13	Cap Nut for securing Bracket
73736	14	Hose Nozzle
79748	15	Hose (3' 7" long)
73734	16	Hand Grip, complete, (Includes 17)
73733	17	Tube for Hand Grip
73735	18	Seal for Hand Grip
76304	19	Timer Bracket
78914	20	.164" (No. 8)-32 x 3/16" Mch. screws for securing Timer Bracket (2 Req'd)
76305	21	Timer Supporting Spring
78915	22	Top Gasket

Net Weight 6 lbs.

Fig. 4.6 MEDIDOR DE FUGAS

El rango de flujo es entonces la medición directa, por la altura, al cual los causes del aire elevan el

flotador en el tubo. Una escala graduada, localizada en el lugar derecho del tubo, indica este rango de flujo en pulgadas cúbicas del aire libre por minutos; por observación de la figura en el cual el flotador se balancea en una posición estacionaria, la relación del flujo puede ser determinada instantáneamente.

Además teniendo la recomendación de la Asociación Ferrocarriera Americana, seleccionamos el siguiente dispositivo:

FISCHER Y PORTER CO.

WARMINSTER PA. USA.

STD CU IN/MIN OF AIRE.

4.18 SELECCION DE LOS PLATOS DE PRUEBA (TEST PLATE) DE LAS DIFERENTES VALVULAS

Nuestro banco de pruebas tendrá una porción de soporte para la prueba de diferentes válvulas del tren en funcionamiento.

Cuando se desea probar una determinada válvula, necesitamos un lugar donde podamos colocar dicha válvula; y precisamente ese plato de prueba es el que va entre la válvula y el soporte del banco de pruebas.

Entonces podemos decir que para cada válvula diferente, tendremos prueba un plato de prueba diferente; como por ejemplo tenemos: El plato de prueba AB-2, para la prueba de la porción de

emergencia de la válvula AB. El plato de prueba AB, para la prueba de la porción de servicio de la válvula AB.

Así como estos platos de pruebas, existen de igual manera para todas las diferentes válvulas.

4.19 DISEÑO DE CHASIS DEL BANCO Y MONTAJE DEL BANCO DE PRUEBAS

Teniendo en cuenta que este chasis no va a soportar mucho peso, diseñaremos teniendo en cuenta el aspecto estético.

Para este caso utilizaremos tuberías de 1"Ø como soportes de la mesa, también plancha de 1/4" (A36). Tanto para la base de la mesa como para el espaldar de dicha mesa.

Las dimensiones de este banco estará suspendido a la disposición de los diferentes dispositivos, según los experimentos de montajes realizados tenemos el siguiente plano (Ver F-04).

Para el montaje de este banco tendremos muy en cuenta la mejor disposición de los dispositivos. En la parte frontal localizaremos las válvulas de accionamiento en la parte superior los manómetros de los diferentes depósitos, en los laterales los dispositivos de control de fugas como de cronometraje; en la mesa de dicho banco de pruebas, el soporte de tubos y la

válvula "A" y "B"; y en la parte inferior los diferentes reservorios, etc., como veremos en el plano P-04.

CAPITULO V

PRUEBAS DE LAS DIFERENTES VALVULAS

Comenzaremos este capítulo haciendo un procedimiento para el Banco de pruebas, ver si existe fugas en las diferentes llaves o válvulas; y posteriormente las pruebas de las diferentes válvulas.

5.1 PRUEBA DEL BANCO DE PRUEBAS

Para realizar esta prueba necesitamos asegurar el blanking plate (Pc. 525620) (TA-2300-C) que es proveído con la compra del soporte de tubos.

5.1.1 PRUEBA DE FUGAS

Comenzaremos la prueba con todas las llaves cerradas excepto la de 1/4" en el lugar de ingreso de el medidor Flowrator, si usa, el cual debe quedar abierto todo el tiempo, la manija de la válvula "A" en posición N° 8 y la válvula "B" en posición de corte.

Abrir la llave de suministro y ajustar la válvula de alimentación para cerrar a 80 psi.

5.1.1.1 Válvula "A", Válvula Rotatoria

Cubrir la porción de escape de la válvula "A" con jabonaduras con la manija de la válvula "A" en posición, Nos. 8, 7, 6, 5 y 4; una burbuja de $1/2$ " en no menos de 10 seg. es permitido para cada posición respectiva.

Mover la manija de la válvula "A" a la posición No 1 y cargar el reservorio del tubo de freno a 80 psi y luego repita la prueba de jabonaduras en la porción de escape de la válvula "A" con la manija de "A" en las posiciones Nos. 1, 2 y 3; una burbuja de $1/2$ " en no menos de 10 seg. es permitido para cada posición respectiva.

Mueva la manija de la válvula "A" a la posición No 5 y reduzca la presión del reservorio del tubo de freno a 58 psi, luego retorne la manija de la válvula "A" a la posición No 3 esperar 2 minutos por efectos de la temperatura, luego se observa la medida del reservorio del tubo de freno por un minuto para detectar alguna subida o bajada de presión, si no hay subida ni bajada de presión es

permitido. Complementando esta prueba mueva la manija de la válvula "A" a la posición N° 1.

5.1.1.2 Llaves de Diafragma - Moldaje y Diafragma

En las siguientes pruebas de llaves, si se encontrarán fugas en las pruebas anteriores, puede también ser causada por la válvula "B" válvula rotatoria y para esas 4 pruebas, una 1/2" de burbuja en no menos de 10 seg. es permitido en las aberturas cubiertas con jabonaduras. Si no hay fugas es permitido para las restantes pruebas de válvulas.

Llave 16.- (También llave 24, si también está equipada) abrir las llaves 8 y 19, cubrir las aberturas de la llave 8 con jabonaduras.

Llave 14.- Abrir la llave 2 y repetir las pruebas de jabonaduras en las aberturas de la llave 8.

Llave 19.- Cierre las llaves 8 y 19, abra las llaves 14, 15 y 16

y cargue el reservorio auxiliar a 80 psi; cubra las aberturas de la llave 15 con jabonaduras.

Llave 2.- Cerrar las llaves 2, 15 y 16, abrir las llaves 8 y 19, repetir las pruebas de jabonaduras en las aberturas de la llave 8. Cerrar llave 8 y abrir las llaves 2, 16 y 20.

Llave 13.- Abrir las llaves 3 y 4. Cubrir las aberturas de llave 4 con jabonaduras.

Llave 17.- Abrir llave 11, repetir la prueba de las jabonaduras en las aberturas de las llaves 4.

Llave 11.- Cerrar la llave 11 y abrir la llave 17. Repetir la prueba de las jabonaduras en las aberturas de llave 4.

Llave 3.- Cerrar la llave 3 y abrir la llave 13, cubrir las aberturas de la llave 4 con

jabonaduras. Cierre la llave 4 y abra la llave 3.

Llave 9.- Abrir las llaves 5 y 6; cubra las aberturas de la llave 6 con jabonaduras.

Llave 5.- Cierre la llave 6, luego abra la llave 9 y cargue el reservorio de emergencia a 80 psi. Cierre la llave 5, abra la llave 6; cubra las aberturas de llave 6 con jabonaduras; cierre la llave 6 y abra la llave 5.

Llave 20.- Cierre las llaves 2, 16 y 20 y abra la llave 8; cubra las aberturas de la llave 8 con jabonaduras.

Llave 21.- Con la llave 1 cerrada, despacio remover la cubierta del yugo y cubrir las aberturas en el soporte de tubos con jabonaduras. Reemplace la cubierta del yugo.

Llaves de ventilación.- Cierre la llave 8 y abra las llaves 1, 2, 11,

16, 20; cubrir las aberturas de todas las llaves de ventilación N^o 4, 6, 8, 12, 15, 18 y 22 con jabonaduras.

5.1.1.3 Válvula B

Comience la prueba con las llaves 1, 2, 3, 5, 9, 11, 13, 14, 16, 17, 19 y 20 abiertas, todas las otras llaves cerradas, y la manija de la válvula "A" en posición N^o 1.

Cubrir la porción de escape de la válvula "B" con jabonadura; con la válvula "B" en posiciones de corte y conexión. Una burbuja de 1/2" en no menos de 10 seg. es permitido para cada posición para el tipo de válvula rotatoria y no hay fugas por el tipo de corredera de la válvula.

5.1.1.4 Reservorios. Conexiones de Tubo y Conexiones de Llaves

Con todos los reservorios cargados a 80 psi, mover la válvula "B" a la posición "CUT-IN"; luego cierre las llaves 9, 13, 14, 16, 17, 19 y la llave suministradora, y mueva la manija de la válvula "A" a la posición N^o 3. Espere un minuto por efectos de temperatura, luego observe

las manecillas de todos los medidores por un minuto para detectar alguna baja en la presión. Si la presión no baja es permitido.

Si la fuga es indicada, primero cubrir las conexiones de los tubos en medio de la válvula "B" y el manómetro con jabonaduras para detectar las fugas. Si no se encuentra mover la válvula "B" a la posición de corte. Si la indicación de las fugas • continua, cubrir todas las otras conexiones de los otros tubos, conexiones de las llaves y conexiones del reservorio con jabonaduras para localizar el origen de la falla.

Cierre las llaves 1, 2, 3, 5, 11 y 20 y nuevamente observe las manecillas de todos los medidores por un minuto para detectar una baja en la presión. Si la presión no baja es permitido.

5.1.1.5 Medidores de Aire

Comience la prueba con todas las llaves cerradas, la manija de la válvula "A" en posición N° 3 y la válvula "B" en posición de corte.

Mueva la manija de la válvula "A" a la posición N^o 8, luego abra las llaves 12 y 13 y las llaves de drenaje del reservorio del tubo de freno y reservorio principal; conectar el medidor patrón a el medidor del reservorio principal. Cierre la llave 12 y abra la de suministro principal. Mover la manija de la válvula "A" a la posición N^o 1 y abrir las llaves 1, 2, 3, 4, 5, 9, 11, 14, 16, 17, 19 y 20; cargue completamente el banco de pruebas a 80 psi.

Note que cada medidor del banco de pruebas registre con un error de $1/2$ psi. de la lectura del medidor Master; cierre la llave de suministro; en parte abra la llave 15 y reduzca la presión del banco de cada paso que el medidor de mano registre con un error de $1/2$ psi. del medidor manual patrón entre 80 y 10 psi., y $1\ 1/2$ psi. dentro de 10 psi y 0.

Note también si hay alguna excesiva presión en el medidor bajando la

presión, el cual puede ser indicado en el medidor manual.

En complemento de la prueba, quite el medidor patrón.

5.1.2 CAPACIDAD

Comience la prueba con las llaves 1, 2, 3, 5, 9, 11, 14, 15, 16, 17, 19 y 20 abiertas. Todas las otras llaves cerradas, la manija de la válvula "A" en posición N° 1, la válvula "B" en posición de corte y el banco de pruebas liberado de toda presión.

5.1.2.1 Válvula "A" Giratoria

Mover la manija de la válvula "A" a la posición N° 3; luego cierre la llave 15 y abra la llave de suministro.

Los orificios en la válvula "A" válvulas giratorias debe ser chequeado para asegurar que ellos estén dentro de los límites especificados por cada posición respectiva. Cierre las llaves 1 y 16 asegúrese que las presiones no cambien por lo menos en un minuto antes de iniciar alguna de las siguientes calibraciones.

**Posición N^o 1 - 1/4" Drill Port
(0.25")**

Mueva la manija de la válvula "A" a la posición N^o 1 y cargue el reservorio del tubo de freno a 55 psi, luego mover la manija de la válvula "A" a la posición N^o 3 (posición de recubrimiento), note que la presión del reservorio del tubo de freno carga en un rango rápido.

**Posición N^o 2 - 1/32" Drill Port
(0.03125")**

Mover la manija de la válvula "A" a la posición N^o 2 y note que la presión del reservorio debe cargar de 60 a 70 psi en 10 a 12 seg. Luego mueva la manija de la válvula "A" a la posición de recubrimiento.

Posición N^o 3 - Recubrimiento

Note que la presión del reservorio del tubo de freno no sube ni baja de 70 psi.

**Posición N^o 4 - 1/2" Drill Port
(0.3125")**

Mover la manija de la válvula "A" a la posición N^o 4 y note que la presión del reservorio del tubo de

freno debe reducir de 70 a 50 psi (*) en 20 a 25 segundos. Mueva la manija de la válvula "A" a la posición N° 1 y cargue el reservorio del tubo de freno a 80 psi, luego muevas la manija de la válvula "A" a la posición N° 3 de recubrimiento.

Recubrimiento N° 5 - N° 45 Drill Port (0.082")

Mover la manija de válvula "A" a la posición N° 5 y note la presión del reservorio del tubo de freno debe reducirse de 70 psi a 40 psi en 3 3/4 a 4 3/4 seg., luego mueva la manija de la válvula "A" a la posición N° 1 y cargue el reservorio del tubo de freno a 80 psi, luego mueva la manija de la válvula "A" a la posición N° 3 de recubrimiento.

Posición N° 7 - N° 27 Drill Port (0.1440")

Mueva la manija de la válvula "A" a la posición N° 7 y note que la presión del reservorio del tubo de freno debe reducirse de 80 a 10 psi en 5.2 seg., luego mueva la manija de la válvula "A" a la posición N° 1 y

(*) 1 psi = 0.068946 bar

cargue el reservorio del tubo de freno a 80 psi, luego mueva la manija de la válvula "A" a la posición Nº 3 de recubrimiento.

Posición Nº 8 - 9/32" Drill Port (0.2812")

Mueva la manija de la válvula "A" a la posición Nº 8 y note, la presión del reservorio del tubo de freno debe reducirse de 80 a 10 psi en 1 1/2 a 2 1/4 segundos.

En complemento de esta prueba mueva la manija de la válvula "A" a la posición Nº 1.

5.1.2.2 Llaves del Reservorio Auxiliar con Estranquiamiento

Cierre las llaves 14 y 17. En parte abra la llave 15 y reduzca la presión del reservorio auxiliar a 60 psi, luego cierre la llave 15 y 19. Espere un minuto para efectos de temperatura.

Llave Nº 7 (Nº 63 Drill Choke) (Para prueba del Banco sin "O" Ring del Medidor de Fugas)

Abrir la llave 7 y note que la presión del reservorio auxiliar se reduce de 60 a 47 psi en 55 a 62 seg. Después la presión del reservorio auxiliar se reduce a 45 psi; cierre la llave 7 y dejar un minuto por efecto de temperatura.

Llave N^o 7 Choke Plug Capacity (para Prueba del Banco con "O" Ring del Medidor de Fugas)

Abrir la llave N^o 7 y note que la presión del reservorio auxiliar se reduce de 60 a 40 psi en 14 a 16 seg. Cierre la llave 7, luego en parte abra la llave 14 y cargue el reservorio auxiliar a 45 psi, luego cierre la llave 14 y dejar un minuto para efectos de temperatura.

Llave N^o 18 (N^o 73 Drill Choke)

Abrir la llave 18 y note que la presión del reservorio auxiliar se reduce 1 psi en 13 a 17 seg., cierre la llave 18.

Llave 14 (N^o 50 Drill Choke)

Abra la llave 14 y note que el reservorio auxiliar carga de 45 a 55 psi en 9 a 11 seg.

Liave 22 (Nº 30 Drill Choke) (Usado para las Pruebas de Estabilidad de Servicio)

Comience la prueba con las llaves 2, 3, 5, 9, 11, 13, 14 y 20 abiertas, y todas las otras llaves cerradas, la manija de la válvula "A" en la posición Nº 1 y la válvula "B" en posición de corte.

Cierre las llaves 3, 4, 9, 11, 13 y 14 luego abra las llaves 1, 16 y 19, y cargue los reservorios de tubo de freno, auxiliar y cámara de acción rápida a 80 psi.

Dejando dos minutos para efectos de temperatura, luego mueva la manija de la válvula "A" a la posición Nº 3. Rápidamente abra la llave 22 y note que la presión indicada en el medidor del tubo de freno se reduce de 80 a 30 psi en 31 a 32 segundos, cierre la llave 22.

En complemento a todas estas pruebas mover la manija de la válvula "A" a la posición Nº 8 y cierre todas las llaves luego quite el blanking plate de el banco de pruebas.

5.2 VALVULA MAGNETO FA-4

La prueba de combinación del plato AB-45 Pe. A532187 usado en conexión con estas partes: consiste de lo siguiente:

AB-45 prueba completa del plato.

Empaquetadura (entre la válvula y el plato de prueba)

Para probar la válvula del magneto al control de circuito tal como muestra el dibujo TC1 y el suministro de un circuito eléctrico adecuado debe ser también disponible e incluido a la combinación de la prueba del plato AB-45; el voltímetro y el miliamperímetro del circuito de control debe ser tal como leer con toda seguridad y precisión la corriente y el voltaje especificado.

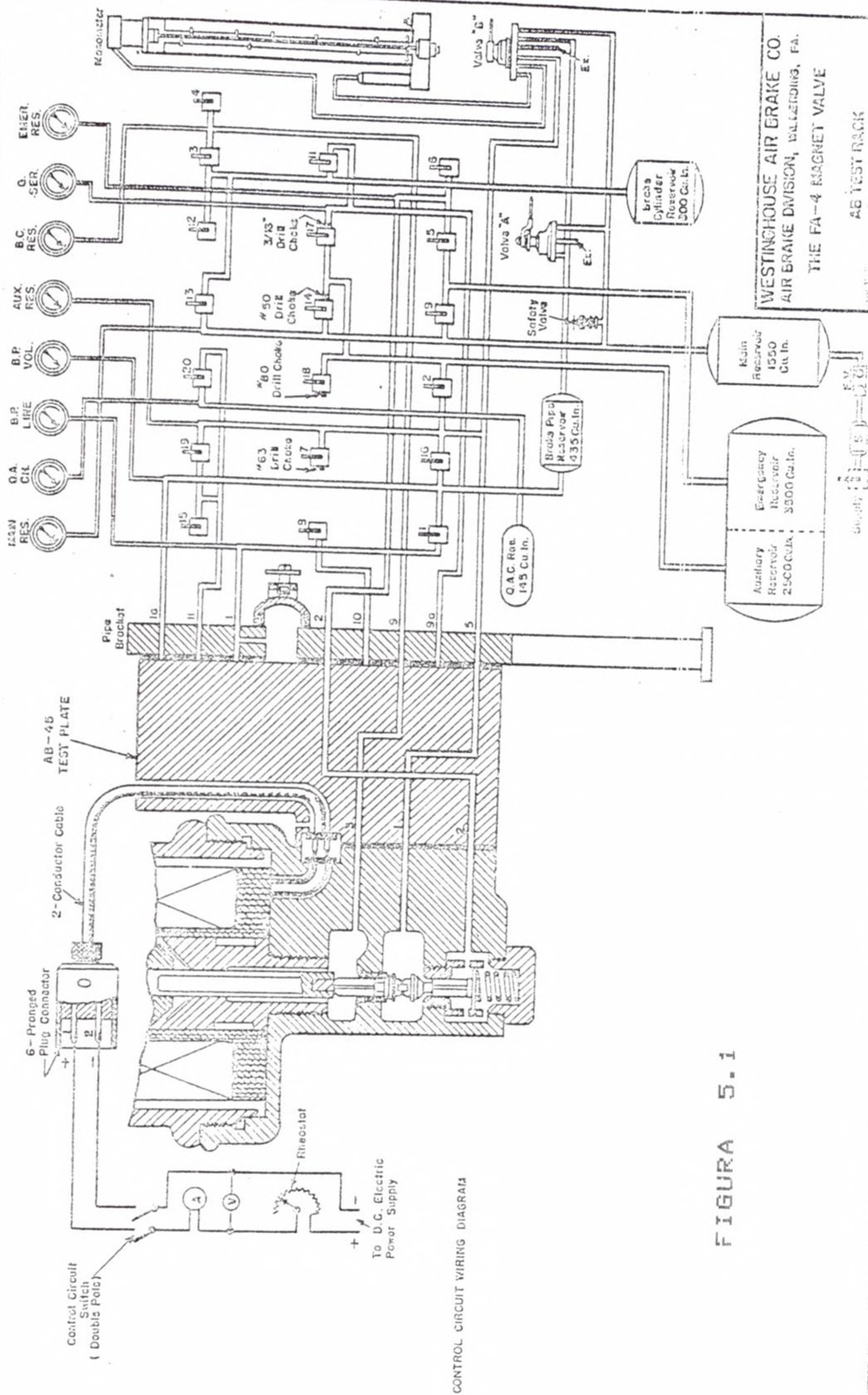
La vista diagramática y arreglo de cremallera son mostrados en Fig. 5.1.

Para montar la válvula magneto F-A-4 se aplica el adaptador de prueba AB-45 al porta tubo de la planta asegurándolo.

El depósito principal de la válvula de alimentación debe ser ajustada para cerrar a 80 lbs.

La presión de abastecimiento no debe ser menos de 100 lbs.

Note: Supply cocks, shown in dotted line, not furnished with test rack



CONTROL CIRCUIT WIRING DIAGRAM

FIGURA 5.1

WESTINGHOUSE AIR BRAKE CO.
AIR BRAKE DIVISION, VALLENGRAB, PA.
THE FA-4 MAGNET VALVE

AB TEST RACK

10-1772

Antes de la conexión eléctrica entre magneto y circuito de control, este seguro que el switch de control esté en la posición "Off" luego, por medio de los ajustes del circuito, ajuste el voltaje aproximadamente de 30 a 32 Volt., si el indicador de voltaje indica la presencia de alta corriente, no normal, puede ser causa de una resistencia baja, o en cortocircuito en la bobina; el problema debe corregirse antes de proseguir las pruebas.

La resistencia de la bobina a 25°C ó 77°F debe ser $387\text{ ohms} \pm 5\%$.

Para la tolerancia entre armadura y válvula, la tolerancia de la armadura de la bobina con corriente debe ser ajustada a $0.015''$. Para ajustar la tolerancia de armadura aplique corriente a la bobina y con el vástago de la armadura volteando hacia atrás, para dar a la armadura asiento firme en la base y luego mida la distancia del tope de la armadura al asiento de la tuerza tapa, después voltear el vástago de la armadura hacia dentro hasta que la armadura levante $0.015''$; una vez determinada la distancia se ajusta la contra tuerca en el vástago. Lo que levanta las válvulas no debe ser más de $0.032'' + 0.006''$. Lo que levanta debe ser medido y posiblemente corregido en el banco de trabajo; si lo que levanta las válvulas deben ser limadas planas para alargar el viaje de las válvulas, Si el viaje

de las válvulas es muy largo es necesario reemplazar el asiento de las válvulas para obtener el viaje correcto.

5.2.1 PRUEBA Nº 1 - OPERACION DE MAGNETO

Comience la prueba con todas las llaves cerradas y la manija de la válvula "A" en posición Nº 8 y el magneto sin corriente "Off".

Abrase la llave Nº 9 y cárguese el depósito de emergencia, luego ábrase las llaves 4 y 5. Con el voltaje ajustado aproximadamente a los ajustes preliminares especificados anteriormente, de vuelta el botón del reostato levantando la corriente hasta que el magneto levante, lo cual será indicado por un escape en la llave 4; lo máximo de tensión para levantar no debe exceder el voltaje especificado anteriormente o sea 30 Volt.

Después de la operación de magneto ajústese el reostato al voltaje especificado en la válvula; vea en la placa de la porción.

Reajústese el voltaje si es necesario debido a cambios de temperatura.

5.2.2 PRUEBA Nº 2 - FUGAS

Comience la prueba con las llaves 4, 5 y 9 abiertas y la manija de la válvula A en la posición Nº 8 y magneto sin corriente.

Prenda y apague el magneto repetidas veces para acentar las válvulas en sus asientos, finalmente deje el magneto sin corriente y nótese que el magneto opera rápidamente.

a) Válvula Check Superior

Ciérrese la llave 5 y nótese: El depósito de emergencia, la presión no debe bajar más de 2 lbs. en 30 seg.

b) Válvula Check Inferior

Pase corriente al magneto y otra vez nótese el manómetro de emergencia, la presión no debe bajar más de 2 lbs. en 30 seg.

c) Empaquetadura de Bobina

Ciérrese la llave 4 y ábrase las llaves 2 y 5 y córtese la corriente del magneto y cárguese el manómetro del depósito auxiliar a 80 lbs., y deje pasar los 30 seg. para efectos de temperatura. Luego pase corriente al magneto y ciérrese la llave 2 y nótese: El manómetro del

depósito auxiliar por 20 seg., la presión no debe bajar.

d) Tuerca, Tapas y Juntas

Abrase la llave 2 y cúbrase toda la porción con jabonadura, no se permite fugas al completar la prueba, córtese la corriente del magneto y ábrase la llave 4.

5.2.3 PRUEBA Nº 3 - CAPACIDAD

Comience la prueba con la llaves 2, 4, 5 y 9 abiertas y la manija de la válvula "A" en posición Nº 8 y el magneto sin corriente.

a) Puerto 1 pasando a válvula check superior puerto 3.

Fase corriente al magneto y nótese: La presión del depósito auxiliar baja de 80 lbs. a 40 lbs. en no más de 14 seg.

b) Puerto 2 pasando a válvula check inferior.

Después que el depósito auxiliar haya bajado a "0" psi, corte la corriente al magneto y nótese: Que el depósito auxiliar sube de 0 a 50 psi en no más de 14 seg.

Al terminar la prueba ciérrese las llaves 2 y 5, y ábrase la llave 6; y después que toda la presión a escapado ciérrese todas

las llaves y desconéctese el enchufe de corriente 5 y ábrase la llave 6.

5.3 VALVULA DE FRENO INDEPENDIENTE

La combinación de placa de prueba AB-144 pieza N^o A5660850 que debe emplearse con estas pruebas consiste de los siguiente:

AB-144 placa de prueba completa A560954 Junta.-
Entre la válvula y la placa A557237 una vista diagramática de las planta puede verse de la Fig. 5.2.

La presión de abastecimiento no debe ser menos de 100 psi. La válvula de alimentación de la planta de prueba deberá ajustarse a 80 psi.

5.3.1 PRUEBA N^o 1

Ajustamiento y resistencia.

Comience la prueba con todas las llaves cerradas y la manija de la válvula "A" en la posición N^o 8.

A. Ajustamiento

Muévase la manija de la válvula "A" a la posición N^o 3 y ábrase las llaves 5, 9 y 16.

Hágase funcionar la válvula varias veces moviendo la manija de la válvula repetidas veces entre las posiciones de afloje y aplicación dejando finalmente en la posición de aplicación.

Ajústese el tornillo de la válvula reguladora hasta que la presión del depósito del tubo de freno esté en 50 psi. Luego, muévase la manija a la posición del afloje, nótese que la presión del depósito del tubo de fierro se reduce a 0 psi., finalmente, déjese la manija de la válvula en posición de afloje.

B. Resistencia

Asegúrese un medidor de peso de estilo resorte a la manija de la válvula independiente a 7" (17.5 mm) del centro del eje de levas, por medio del medidor de peso muévase la manija desde la posición de afloje hacia la posición de aplicación y nótese que la resistencia de la manija no excede a las (4 lbs), muévase la manija de la válvula independiente a la posición de afloje.

5.3.2 PRUEBA Nº 2 - FUGAS

Comience la prueba con las llaves 5, 9 y 16 abiertas y la válvula "A" en la posición Nº 3 y

la manija de la válvula independiente en la posición de afloje.

a. Válvula CHECK esférica de aplicación y anillo de empaquetadura (Pza. 5531868) de la válvula de afloje rápido, ciérrese la llave 5.

b. Anillo empaquetadura de la válvula de afloje rápido (Pza. 524614).

Presiones para abajo la manija de la válvula independiente y cárguese el depósito del cilindro del freno a 5.62 kg/cm² (80 psi), ciérrese la llave 5.

Manómetro del depósito de emergencia, la presión no deberá bajar más de (1 psi) en 10 seg.

Abrase la llave 5 y muévase la manija de la válvula independiente a la posición de aplicación y luego aflójese la manija.

c. Válvula CHECK Esférica de escape y anillo de empaquetadura (Pza. 531868).

Déjese pasar 20 seg. para efectos de temperatura, luego ciérrese las llaves 16 y 5. Manómetros de los depósitos auxiliar y emergencia, la presión no debe bajar más de 1 psi en 10 seg., ábrase la llave 5.

d. Juntas y tuerca Tapa

Presiónese para abajo la manija de la válvula independiente y cárguese el depósito del cilindro de freno a 5.62 Kg/cm³ (80 psi); luego cúbrase toda la porción con jabonaduras, no se permite fugas, luego muévase la manija de la válvula independiente y asegúrese con su pin de seguro.

Abrase las llaves 2 y 3.

5.3.3 PRUEBA Nº 3 - CAPACIDAD

Comiéntese la prueba con la llave 2, 3, 5 y 9 abiertas y la manija de la válvula independiente en la posición de afloje.

a. Orificio 30 a 20

Una vez que la presión del depósito auxiliar haya bajado a "cero" muévase la manija de la válvula independiente a la posición de aplicación y nótese, el manómetro del depósito auxiliar sube de (0° a 2.81 Kg/cm³) (0 a 40 psi) en 5 a 8 segundos.

b. Orificio 20 a escape

Una vez que la presión del depósito auxiliar llega a 3.51 Kg/cm³ (50 psi)

muévase la manija de la válvula independiente a la posición de AFLOJE y obsérvese que el manómetro del depósito auxiliar baja de 3.51 a 0.7 Kg/cm³ (50 a 10 psi) en 8 seg.

c. Orificio 30 a 13

Presiones hacia abajo la manija de la válvula independiente y vea que la presión del cilindro del freno sube de 0 a 4.91 Kg/cm³ (0 a 70 psi) en 2 a 5 seg.

d. Orificio 13 a escape

Una vez que se ha cargado el depósito del cilindro de freno a 5.62 Kg/cm³ (60 psi) suéltese la manija y obsérvese que la presión del manómetro del cilindro de freno baja de 5.62 a 0.7 Kg/cm³ (80 a 10 psi) en 5 a 7 seg.

5.3.4 PRUEBA Nº 4 - SENSIBILIDAD

Comience la prueba con las llaves 2, 3, 5 y 9 abiertas y la manija de la válvula "A" en la posición Nº 3 y la manija de la válvula independiente en la posición de afloje.

Ciérrese la llave 2 y ábrase la llave 6, muévase la manija de la válvula independiente hacia las posiciones de aplicación y cárguese el depósito auxiliar a 0.56 Kg/cm³ (8 psi G),

luego muévase la manija a la posición de afloje y nótese que la posición baja a cero.

Muévase la manija de la válvula independiente mediante varias etapas hacia la posición de aplicación y obsérvese que con cada etapa la presión del depósito auxiliar levanta no más de 0.2 Kg/cm³ (3 psi).

Muévase la manija de la válvula independiente mediante varias etapas hacia la posición de afloje y nótese que con cada etapa la presión del depósito auxiliar baja no más de 0.22 Kg/cm³ (3 psi). Muévase la manija de la válvula independiente hacia la posición de aplicación y cárguese el depósito auxiliar a 2.81 Kg/cm³ (40 psi) ábrase luego la llave 7 y obsérvese que la presión del depósito auxiliar se mantienen sin bajar más de 0.14 Kg/cm³ (2.16 psi).

Al terminar la prueba muévase la manija de la válvula independiente a la posición de afloje, muévase la manija de la válvula "A" a la posición N^o 8, ciérrese la llave 5 y ábrase la llave 6 y ciérrese todas las llaves una vez que la presión de todos los depósitos hayan bajado a "cero".

5.4 VALVULA SELECTORA F-1

En la Figura 5.3 se muestra un diagrama de la válvula y la planta de pruebas. La placa de pruebas combinación AB-147, pieza A560852, que se usa para llevar a cabo estas pruebas consta de lo siguiente:

Placa de pruebas AB-147, completa Pza. A560956

Empaque Pza. 558534

La válvula alimentación del depósito principal debe ajustarse para cerrar a 8.44 Kg/cm³ (120 psi).

La presión de abastecimiento deba ser por lo menos de 9.84 Kg/cm³ (140 psi).

5.4.1 PRUEBA Nº 1 - FUGAS

Comiencese la prueba con todas las llaves cerradas y la manija de válvula "A" en la posición Nº 8. Sujétese la válvula selectora F-1 a la planta de pruebas como se muestra en la Figura 5.3, adjunta.

Muévase la manija de la válvula "A" a la posición Nº 1 y ábrase las llaves 1 y 16. Acciónese varias veces la válvula selectora, moviendo la manija de la válvula "A" entre las posiciones 8 y 1, finalmente déjese la manija de la válvula "A" a la posición Nº 1.

NOTA.- Si en la prueba se van a comprobar las fugas por medio del indicador de fuga, oprímase la nariz de la manguera contra la abertura de escape especificada y obsérvese que el tiempo requerido para que el agua suba de la segunda a la graduación indicada para cada prueba de la respectiva no sea menor de lo especificado.

Revise el indicador de fugas y compruébese que el nivel de agua coincide con la primera graduación.

Si las fugas se van a determinar por medio del medidor Flowrator, el flotador no debe subir más de lo especificado.

A. Posición de Locomotora Guía (LEAD)

(a) Anillo "O" Pza. 5536580 de la válvula "B" ábrase la llave 4.

Accesorio para pruebas de fugas de la llave 4. Medidor Flowrator.

El flotador no debe subir; indicador de fugas, el agua no debe subir.

(b) Anillos "O" Pza. 5524794 de la válvula "A", ábrase las llaves 13 y 11.

Accesorios para pruebas de fugas de la llave 4 Medidor Flowrator - El flotador no debe subir.

Indicador de fugas - El agua no debe subir.

(c) Anillos "O" Pza. 524794 de la válvula (A) ábrase la llave "A".

Accesorios para pruebas de fugas de llave "A".

Medidor Flowrator - El flotador no debe subir.

Indicador de Fugas - El agua no debe subir.

(d) Anillo "O" Pza. 5532282 de la válvula (C), ábrase la llave "C".

Accesorio para pruebas de fugas de la llave 4.

Medidor Flowrator - El flotador no debe subir.

Indicador de fugas - El agua no debe subir.

(e) Anillos "O" Pza. 5536580 de la válvula (B)

Ciérrese la llave 4 y ábrase las llaves 3 y "B"

Accesorios para pruebas de la llave "B"

Medidor Flowrator - El flotador no debe subir

Indicador de fugas - El agua no debe subir

(f) anillos "O" Pza. 5524794 de la válvula (A)

Orificio de escape de la válvula "A"

Prueba con jabonadura - no se permite fugas

(g) Anillos "O" Pza. 5532282 de la válvula (C)

Abrase la llave 8.

Accesorios para pruebas de fugas de la llave 8

Medidor Flowrator - El flotador no debe subir

Indicador de fugas - El agua no debe subir

(h) Anillos "O" Pza. 5532282 de la válvula (C)

Ciérrese la llave 8 y ábrase las llaves 5 y 9.

Accesorios para pruebas de fuga de la llave "B"

Medidor Flowrator - El flotador no debe subir

Indicador de fugas - El agua no debe subir

B. Posición de Unidad Guía 6-SL o 26-L (Trailgor 26) (detrás de Locomotora con equipos de freno 6-SL o 16-L)

Comiéntese la prueba con las llaves 4, 5, 9, 13, 16, 19, "B", "C" abiertas y las manijas de la válvula "A" en la posición N^o 1.

Ciérrese las llaves 5, "B" y "C" y ábrase las llaves 1, 8 y "D".

(a) Anillos "O" Pza. S532282 de la válvula "C"

Accesorios para pruebas de fugas de llave 8

Medidor Flowrator - El flotador no debe subir

Indicador de fugas - El agua no debe subir

(b) Anillos "O" Pza. S532282 de la válvula "C"

Ciérrese la llave 4 y ábrase la llave 3.

Accesorios para pruebas de fugas de la llave 8

Medidor Flowrator - El flotador no debe subir

Indicador de fugas - El agua no debe subir

(c) anillos "O" Pza. S536580 de la válvula "B"

Orificio de escape de la válvula "B"

Pruebas con jabonaduras - No se permite fugas

(d) Empaque

Ciérrese las llaves 8 y "D" y ábrase las llaves 5, 11 y "C"

Toda la porción

Prueba con jabonadura no se permite fugas
ciérrese las llaves 5, 11, 16, 19 en
seguida ábrase las llaves 15 y 20.

5.4.2 PRUEBAS Nº 2 - RESORTES

Comiéntese la prueba con las llaves 1, 3, 9,
13, 15, 20 y "C" abiertas y las manijas de la
válvula "A" en la posición Nº 1.

A. Resorte de la Válvula (A)

Ciérrese la llave 15.

Abrase parcialmente la llave "A" y
obsérvese en el manómetro del depósito
auxiliar cuando el depósito de la cámara
de acción rápida empiece a cargar. Esta
presión no debe ser menor de 2.39 Kg pcc
ni mayor de 3.23 Kg/cm² (34-46 psi).

Ciérrese las llaves 20 y "A", ábrase
parcialmente la llave 16 y cárguese a 2.46
Kg pcc (35 psi) el depósito auxiliar
cuando el aire deje de escapar por la
llave 15. Esta presión no debe ser menor
de 2.74 Kg. pcc ni mayor de 3.59 Kg. (39-
51 psi).

Ciérrese las llaves 16, 3, 15 y "C", en
seguida ábrase las llaves 5, "A" y "D".

B. Resorte de la Válvula C

Comience la prueba con las llaves 1, 5, 9, 13, "A" y "D" abiertas y la manija de la válvula "A" en la posición N^o 1.

Abrase la llave 8 y ciérrese la llave 1.

Abrase parcialmente la llave 8 y ciérrese la llave "B" y obsérvese en el manómetro de la línea del tubo de freno cuando el aire comience a escapar por el accesorio de pruebas de fugas de la llave 8. Esta función no debe ser menor de 2.39 Kg. pcc ni mayor de 3.32 Kg. pcc (34-46 psi).

Ciérrese la llave "B" y ábrase parcialmente la llave 1 y obsérvese en el manómetro de la línea del tubo de freno cuando el aire deja escapar por el accesorio para pruebas de fuga de la llave 8. Esta posición no debe ser menor de 3.09 Kg. pcc ni mayor de 3.94 Kg. pcc (44-56 psi).

Ciérrese las llaves 1, 5 y 8, en seguida ábrase las llaves "B" y 15.

C. Resorte de la Válvula (B)

Comiencese la prueba con las llaves 9, 13, 15, "A", "B" y "D" abiertas y la manija de la válvula "A" en la posición N^o 1.

Abrase la llave 3.

Muévase la manija de la válvula "A" a la posición N^o 5 y obsérvese en el manómetro

del depósito del tubo de freno cuando el aire deja escapar por la llave 15. La presión no debe ser menor de 2.04 Kg. pcc ni mayor de 2.88 Kg. pcc, finalmente muévase la manija de la válvula "A" a la posición N^o 1 y cárguese a 2.81 Kg. pcc (40 psi) el depósito del tubo de freno, en seguida muévase la manija de la válvula "A" a la posición N^o 2. Obsérvese en el manómetro del depósito del tubo del tubo del freno cuando el aire empieza a escapar por la llave 15. Esta posición no debe ser menor de 3.09 Kg. pcc ni mayor de 3.94 Kg. pcc (44-56 psi).

5.4.3 PRUEBA N^o 3 - CAPACIDAD

Comiéntese la prueba con las llaves 3, 5, 13, "A", "B", "D" abiertas y la manija de las válvulas "A" en la posición N^o 1.

A. Posición de Locomotora Guía (LEAD)

(a) Orificio 14 a través del orificio 30.

Ciérrese la llave 13. Abrase la llave y obsérvese.

Manómetro del Depósito del Cilindro de Freno

8.44 a 0.70 Kg. pcc (120 a 10 psi) en 437 seg.

Ciérrese la llave 3 y ábrase la llave 13.

(b) Orificio 16 a través del orificio 4
Ciérrese la llave 9.

Abrase la llave 8 y obsérvese:

Manómetro del depósito de emergencia
8.44 a 5.62 Kg. pcc (120 a 80 psi) en 427
seg.

Ciérrese las llaves 5 y "A" y ábrase las
llaves 4, 9 y 16.

B. Posición de Unidad Guiada 24 (TRAIL 24)

Comiéntese la prueba con las llaves 4, 8,
9, 13, 15, 16, "B" y "D" abiertas y la
manija de la válvula "A" en la posición N^o
1.

(a) Orificio 2 a través del orificio 14.

Ciérrese la llave 13, ábrase la llave 11 y
obsérvese:

Manómetro de servicio rápido

8.44 a 1.41 Kg/cm² (120 a 20 psi) en 6 a 9
seg.

Ciérrese las llaves 4, 11, "B", en seguida
ábrase las llaves 1, 5 y 12.

C. Posición de Unidad Guiada 6 ó 26 (TRAILGOR
26)

Comiéntese la prueba con las llaves 1, 5,
8, 9, 12, 15, 16 y "D" abiertas y la
manija de la válvula "A" en la posición N^o
1.

(a) Orificio 16 a través del orificio 20

Ciérrese la llave 9, ábrase la llave 11 y obsérvese:

Manómetro del Depósito de emergencia

8.44 a 5.62 Kg. pcc (120 a 80 psi) en 6 a 9 seg.

Inmediatamente ciérrese la llave 11.

(b) Orificio 16 a través del orificio 14

Abrase la llave 4 y obsérvese

Manómetro del depósito de emergencia

4.22 a 1.76 Kg. pcc (60 a 25 psi) en 10 a 13 seg.

Al finalizar la prueba, ciérrese la llave "A" a la posición No 8. Después que la presión se haya vaciado, ciérrese todas las llaves.

5.5 VALVULA RELAY J-1 Y J-1-A

La combinación de la placa de pruebas AB-155 placa A562804 que debe emplearse con estas pruebas consiste de lo siguiente:

AB-155 placa de pruebas completas

A560951 Junta o empaquetadura

Una vista diagramática puede verse en la Fig. 5.4 en la parte final de esta prueba.

La presión de abastecimiento debería ser por lo menos 7.03 Kg/cm² (100 psi)

La válvula de alimentación de la planta de pruebas deberá ajustarse a cerrar en los 5.62 Kg/cm³ (80 psi).

5.5.1 PRUEBA Nº 1 - FUGAS

Sensibilidad del émbolo:

Comienza la prueba con todas las llaves cerradas y la válvula "A" en la posición Nº 8.

Asegúrese la válvula a la planta de pruebas según la vista de la Fig. 5.4.

NOTA.- En las siguientes pruebas de fugas que siguen; oprímase la tobera de la manguera contra la abertura de descarga especificado y observe que el tiempo requerido por el agua para subir desde la segunda graduación hasta la graduación indicada para cada una de las pruebas respectivas no es inferior que el especificado.

Si se emplea el medidor Flowrator para determinar las fugas, el flotador no deberá subir más allá del límite especificado.

Abrase las llaves 1, 3, 13, C y haga funcionar la válvula varias veces moviendo la manija de la válvula "A" repetidas veces entre las posiciones 1 y 8 con el fin de acentar bien las

válvulas Check y déjese finalmente la manija en la posición 8.

- a) Válvula Check y anillo empaquetadura del conjunto de soporte pza. A527555.

Abertura de la llave C.

Medidor Flowrator - No se permite fugas

Indicador de fugas - No se permite fugas
ciérrese la llave 3 y ábrase la llave 4 y
muévase la manija de la válvula "A" a la
posición N° 1.

- b) Diafragma y anillo Empaquetadura del Embolo (Pza. S523734)

Abertura de la llave 4

Medidor Flowrator - No se permite fugas

Medidor de fugas - No se permite fugas

Muévase la manija de la válvula "A" a la
posición N° 8 y redúzcase la porción del
depósito del tubo de freno a 0.7 Kg/cm³
(10 psi) muévase luego la manija de la
válvula "A" a la posición 3.

- c. Válvula Check de Alta Precisión y Anillos

Empaquetadura de émbolo de diafragma (Pza.
S5275.55)

Muévase la manija de la válvula "A" a la posición Nº 8 y redúzcase la presión del depósito del tubo de freno a 0.7 Kg/cm² (10 psi) muévase luego la manija de la válvula "A" a posición 3.

D. Válvula Check de Baja Presión

Abertura de la llave C.

Medidor Flowrator - No más de 97.5 (6 pulg³)

Indicador de fugas - 2 a 3 en no más de 15 seg.

E. Sensibilidad del Embolo

Muévase la manija de la válvula "A" a la posición Nº 8, ciérrese la llave "C" y ábrase la llave 6.

Medidor Flowrator - No se permite fugas

Indicador de fugas - No se permite fugas

F. Empaquetadura

Ciérrese la llave 6, ábrase las llaves "A", "B" y 16, y muévase la manija de la válvula "A" a la posición Nº 1.

Cúbrase toda la porción con jabonaduras.

No se permite fugas

Muévase la manija de la válvula "A" a la posición N^o 8 y ábrase las llaves 5, 6 y "C".

5.5.2 PRUEBA N^o 2 - CAPACIDAD

Comiencese la prueba con las llaves 1, 3, 5, 6, 13, 16, A, B y C abiertas y la manija de la válvula "A" en la posición N^o 8.

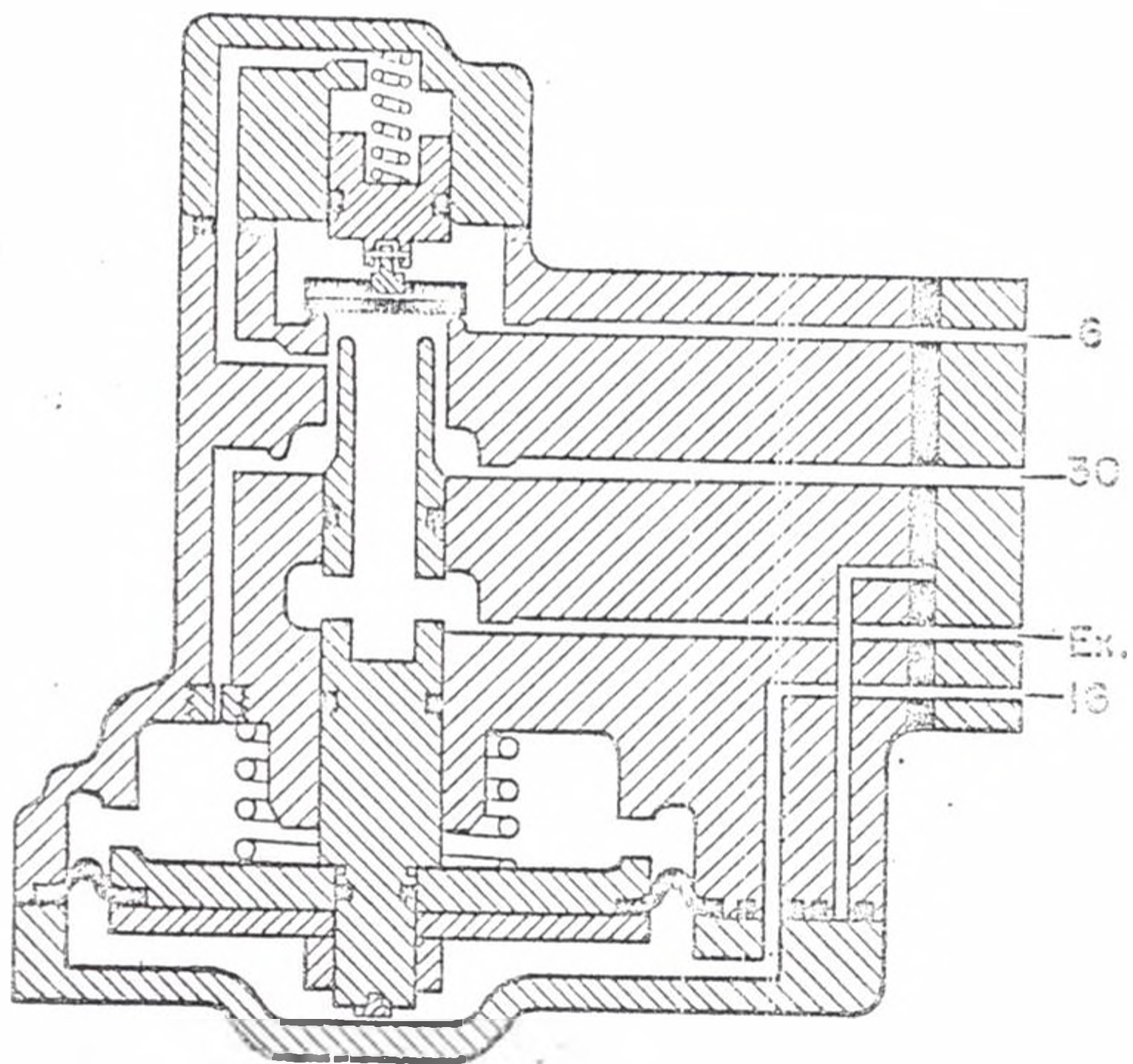
(a) Orificio 6 a 30 Vía de Válvula Check

Ciérrese las llaves 6 y 16 y ábrase las llaves E y F. Muévase la manija de la válvula "A" a la posición N^o 1 y nótese, el manómetro del depósito de emergencia que sube de 0.0 a 3.51 Kg. pcc (80 a 20 psi) en no más de 6 seg.

5.5.3 PRUEBA N^o 3 SENSIBILIDAD

Comiencese la prueba con las llaves 1, 3, 5, 13, A, B, E, F, abiertas y la manija de la válvula "A" en la posición N^o 8.

Muévase la manija de la válvula "A" a posición N^o 3 y obsérvese que la presión del depósito de emergencia sube en correspondientes etapas y que no varíe más de 0.07 Kg/cm² (1 psi) con la presión del depósito del tubo de freno.



LEGEND

- S — Supply
- 16 — Control
- 30 — Delivery (B.C.)

J-1 Relay Valve

FIGURA 5.4

Muévase la manija de la válvula "A" a la posición n y que no varíe más de 0.07 Kg/cm³ (1 psi) con la presión del depósito del tubo de freno.

Muévase la manija de la válvula "A" a la posición N^o 4 y redúzcase la presión del depósito del tubo de freno a 7.03 Kg/cm³ (10 psi) en etapas de 0.21 Kg/cm³ (3 psi) luego de cada reducción muévase la manija de la válvula "A" a la posición del depósito de emergencia que baja en correspondientes etapas con la del depósito del tubo del freno no variando con ello más de 0.07 Kg/cm³ (1 psi).

Al terminar las pruebas ciérrese la llave 3 y ábrase la llave 4; luego muévase la manija de la válvula "A" a la posición N^o 8, ciérrese todas las llaves una vez que la presión de todos los depósitos haya bajado a cero.

CAPITULO VI

ANALISIS ECONOMICO

6.1 COSTO DE MATERIALES Y EQUIPOS

Los datos de materiales y equipos tendrán procedencia de la política económica de la empresa. Referente a los materiales y equipos, comprenderán de los siguientes aspecto:

6.1.1 CHASIS DEL BANCO DE PRUEBAS

Tenemos las siguientes dimensiones de este banco de pruebas:

Longitud: 48"

Altura : 54"

Ancho : 18"

Los materiales para construir este banco de pruebas son:

a) Tubería de acero galvanizado tipo C-40. Para soportes del banco de pruebas. Diámetro 20.

Total de tubos: 3

Longitud de cada tubo = 6.40 m

Costo de cada tubo = \$35.33

b) Angulo de acero AISI C-1020 de 1"x1"x3/16"

Total de ángulos = 1

Longitud de cada ángulo = 20' = 6.1 m

Costo de cada ángulo = \$6.11

c) Plancha de acero 1020 grados regular, para la base del banco de pruebas.

Total de planchas = 1

Medidas de la plancha = 3/16" x 60" x 120"

Precio de cada plancha = \$183

6.1.2 RESERVORIO PRINCIPAL

Las dimensiones de este reservorio son:

Longitud =

Altura = 4R

Ancho = 2R R = 18"

Los materiales constituyentes para la construcción del reservorio son:

a) Plancha de acero 1020

Total de planchas 3

Plancha de = 1/4" x 60" x 120"

Costo de cada plancha = \$199

b) Soldadura tipo Supercito 5/16"

Total de soldadura utilizada = 3 latas

Costo unitario = 63.54 Lata/20 Kg.

6.1.3 RESERVORIO DEL CILINDRO DE FRENO

Los materiales para la construcción de dicho reservorio son:

a) Plancha de acero 1020 de 1/4"

Total de planchas = 1

Plancha de = 1/4" x 60" x 120"

Costo de cada plancha = \$199

b) Soldadura tipo Supercito 5/16"

Total de soldadura utilizada = 2 latas

Costo unitario = \$63.52 lata/20 Kg.

6.1.4 RESERVORIO DE DOS COMPARTIMIENTOS

Los materiales para la construcción de dicho reservorio son:

a) Plancha de acero 1020 de 1/4"

Total de planchas = 1

Plancha de = $1/4"$ x 60" x 120"

Costo de cada plancha = \$199

b) Soldadura tipo superficie $5/16"$

Total de soldadura utilizada = 2 latas

Costo unitario de la soldadura = \$63.54

6.1.5 RESERVORIO DE VOLUMEN DE TUBO DE FRENO Y CAMARA DE ACCION RAPIDA

Los materiales para la construcción de dichos tanques son:

a) Plancha de acero 1020 de $1/4"$

Total de planchas = 1

Plancha de = $1/4"$ x 60" x 120"

Costo de cada plancha = \$199

b) Soldadura tipo Supercito de $5/16"$

Total de soldadura utilizada = 3 latas

Costo unitario de la soldadura = \$63.54

6.1.6 TUBERIAS

a) Tubería de acero galvanizado de tipo ISO y de $3/8"$ Ø.

Total de tuberías = 10

Longitud de cada tubería = 6.40 m

Costo de cada tubo = \$4.56

b) Tubería de acero galvanizado tipo C-40 de 1/2"

Total de tubería = 5

Longitud de cada tubo = 6.40 m.

Costo unitario por tubo = \$12.97

c) Tubería de acero galvanizado tipo C-40 de 3/4"

Total de tubos = 5

Longitud de cada tubo = 6.40 m.

Costo de cada tubo = \$16.41

6.1.7 VALVULAS

a) Válvula de alimentación

Válvula tipo = D-24-B

Cantidad de válvulas = 1

Costo de la válvula = \$598

b) Válvulas de 1/4" = 1/4"Ø

Válvula tipo = Respiradero

Cantidad de válvulas = 1

Costo de la válvula = \$10

c) Válvulas de 3/8"Ø

Válvulas tipo = Diafragma

Cantidad de válvulas = 13

Costo por válvula = \$35

d) Válvulas de 1/2"Ø

Válvula tipo = Diafragma

Cantidad de válvulas = 1

Costo unitario de cada válvula = \$45

e) Válvulas de 3/4"Ø

Válvulas tipo = Diafragma

Cantidad de válvulas = 4

Costo de cada válvula = \$50

f) Válvula de freno "A"

Válvula tipo = Rotativa

Costo de la válvula = \$450

g) Válvula de operación "B"

Válvula tipo = Rotativa

Costo de la válvula = \$400

h) Válvulas de arenaje 1/2"Ø

Válvula tipo = Globo

Cantidad de válvulas = 4

Costo de cada válvula = \$30

i) Válvulas de arenaje 1/4"Ø

Válvula tipo = Globo

Cantidad de válvulas = 1

Costo de cada válvula = \$15

6.1.8 MANOMETROS

a) Manómetros de 0 - 16 psi

Manómetros tipo = Westinghouse Air Brake
Company

Cantidad de manómetros = 8

Costo de cada manómetro = \$58 - \$222

6.1.9 GENERACION DEL AIRE COMPRIMIDO

a) Compresor

Tipo: Westinghouse tipo 3CDB

Costo total: \$6000

b) Gobernador

Tipo: S-16 o SL-16

Costo total: \$142.66

c) Motor Eléctrico

Características: Tipo: NY 200L6

Costo total: \$958

d) Acoplamiento Compresor - Motor

Tipo: BEK 260

Costo total: \$130

e) Montaje Motor - Compresor

6.2 COSTO DE INSTALACION Y MANTENIMIENTO

6.2.1 COSTOS DE INSTALACION

Estos costos estarán constituidos por la mano de obra correspondiente, tanto en las obras civiles como en las electromecánicas. Los costos unitarios

que nosotros presentaremos estará de acuerdo a la política salarial de la empresa. (Ver cuadro 6.3).

6.2.2 COSTOS POR MANTENIMIENTO

Estos costos incluyen todas las operaciones de mantenimiento, sobre todo: chequeo del compresor, cambio de aceite, reparaciones en caso necesario, cambio de filtros tanto en la compresora como del sistema neumático, etc.

Todos los costos de mantenimiento de este banco de pruebas se detallan en el CUADRO 6.1.

6.2.3 COSTOS DE GASTOS IMPREVISTOS

Son todos esos gastos originados durante el desarrollo de la obra. En este mismo rubro consideramos los gastos generales y dirección técnica; a estos gastos imprevistos, generales y de dirección técnica, consideramos el 25% del costo de materiales y mano de obra; por lo tanto:

Gastos Generales + Imprevistos y dirección técnica

$$\text{será} = 0.25 (13447 + 290)$$

$$= 3434.25$$

Luego el presupuesto total para la construcción del banco de pruebas será la sumatoria de los valores hallados anteriormente o sea:

CUADRO 6.1

CUADRO DE COSTOS POR MANTENIMIENTO

ACTIVIDADES	CANTIDAD		COSTO	COSTO
	HORAS-HOMBRE	MATERIALES	UNITARIO \$	PARCIAL \$
A) Mantenimiento del compresor:				
- Cambio de aceite pre-sol 32		2 Gal	160	120
- Cambio de Filtros		2 filtros		
- Mano de obra Un hombre (1ra. cat.)	8		10	20
B) Mantenimiento del Motor Eléctrico y cople				
- Limpieza		3 g.varsol	50	100
- Engrase de cople		2kg.grasa		
- Mano de obra un hombre	8		10	20
C) Mantenimiento del Banco de Pruebas				
- Cambio de filtro		1 filtro		
- Drenaje de tanques				
- Limpieza del banco en general				
- Mano de obra un hombre	8		10	20
COSTO TOTAL				\$ 280

CUADRO 6.2
COSTO DE EQUIPOS Y MATERIALES

No.	DESCRIPCION	METRADO		COSTO	COSTO
		UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO \$	TOTAL \$
01	A) Chasis del banco de pruebas Tubería de acero galvanizado tipo C-40 de 2"9.	6.40 m	3	35.33	105.99
02	Angulo de acero AISI C-1020 de 1"x1"x3/16	6.1m 20'	1	6.11	6.11
03	Plancha de acero 1020 grado regular de 1/4 x60"x120"	3/16"x 60"x 120"	6	199	199
04	B) Tanques Plancha de 1/4 x60"x120"	1/4"x 60"x 120"	6	199	199
05	Soldadura su-percito 5/16"	20 Kg/l	10/2/15	63.54	635.4
06	C) Tuberías Tubería de acero galvanizado de tipo ISO I de 3/8"Ø	6.40 m	10	4.56	45.6
07	Tubería de acero galvanizado tipo C-40 1/2"Ø	6.40 m	5	12.97	64.85
08	Tubería de acero galvanizado tipo C-40 3/4"Ø	6.40 m	5	16.41	82.05

...///

CUADRO 6.2

(continuación)

COSTO DE EQUIPOS Y MATERIALES

No.	DESCRIPCION	METRADO		COSTO	COSTO
		UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO \$	TOTAL \$
09	D) Válvulas Válvula de ali- mentación tipo D-24-B		1	598	598
10	Válvulas de 1/4"Ø		1	10	10
11	Válvulas de 3/8"Ø		13	35	455
12	Válvulas de 1/2" Ø		1	45	45
13	Válvulas de 3/4"Ø		4	50	200
14	Válvulas de freno "A"		1	450	450
15	Válvulas de operación "B"		1	400	400
16	Válvulas de drenaje 1/2"Ø		4	30	120
17	Válvulas de drenaje 1/4"Ø		1	15	15
	E) Manómetros				
18	Manómetros de 0 - 160 psi	1	8	180	1440

...//

CUADRO 6.2
(continuación)

COSTO DE EQUIPOS Y MATERIALES

No.	DESCRIPCION	METRADO		COSTO	COSTO
		UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO \$	TOTAL \$
	F) Generación de Aire Comprimido				
20	Compresor tipo	1	1	6000	6000
21	Gobernador tipo S-16	1	1	142.66	142.66
22	Motor eléctrico	1	1	958	958
23	Acoplamiento compresor motor	1	1	130	130
24	Montaje motor compresor			150	150
COSTO TOTAL					\$13447

CUADRO 6.3
COSTO POR MANO DE OBRA

No.	DESCRIPCION	METRADO		COSTO	COSTO
		UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO \$	TOTAL \$
	Banco de pruebas				
01	Chasis y base del banco	día	8	10	80

...///

CUADRO 6.3
(continuación)
COSTO POR MANO DE OBRA

No.	DESCRIPCION	METRADO		COSTO	COSTO
		UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO \$	TOTAL \$
02	Construcción y montaje de los tanques	día	2	10	20
03	Instalación del sistema de tuberías, válvulas y manómetros	día	16	10	160
04	Instalación y montaje motor-compresor	día	3	10	30
TOTAL					290

- Costo de materiales y equipos 13,447

- Costo de mano de obra 290

- Gastos generales e impuestos 3,434.25

Presupuesto total = 13447 + 290 + 3434.25

... PRESUPUESTO TOTAL = \$17,171.25

6.3 COSTOS POR CAMBIO DE VALVULAS ANUALES DE LAS LOCOMOTORAS Y CARROS DE CARGA

6.3.1 COSTO POR CAMBIO DE VALVULAS ANUALES EN LAS LOCOMOTORAS

Para el cálculo considerando la locomotora General Electric, modelo U23B, 2500HP, equipo de freno 26-L.

En esta máquina, en un servicio anual se cambian las siguientes válvulas:

CUADRO 6.4

No.	TIPO DE VALVULA	COSTO \$
01	Válvula de freno automático 26-C	4,320.11
02	Válvula de control tipo 26-F	3,340.00
03	Válvula Relay Tipo J-1	625.45
04	Válvula de unidad múltiple tipo MV-2A	1,346.00
05	Válvula de freno de emergencia	250.00
06	Válvula de aplicación tipo F-2-A	600.00
07	Válvula piloto tipo A-1	825.00
08	Válvula de seguridad tipo J-1 (isopsi)	465.68
09	Válvula de reducción tipo NS-1	768.11
10	Válvula selectora F-1	350.00
11	Válvula magnética de arenamiento automático	271.00
12	Válvula de freno dinámico interlock sobrevelocidad	142.66
13	26-D Válvula	1,350.30
	TOTAL	14,650.52

6.4 COSTOS DE LA REPARACION DE TODAS LAS VALVULAS QUE HAN SIDO PROBADAS EN EL BANCO DE PRUEBAS Y SERAN CAMBIADOS ANUALMENTE EN LAS LOCOMOTORAS Y CARROS DE CARGA

6.4.1 COSTO DE REPARACION DE TODAS LAS VALVULAS QUE SE VAN A CAMBIAR EN UNA LOCOMOTORA

CUADRO 6.6

No.	TIPO DE VALVULA	COSTO
01	Válvula de freno automático 26-C	48.32
02	Válvula de control tipo 26-F	48.11
03	Válvula Relay Tipo J-1	13.51
04	Válvula de unidad múltiple tipo MU-2A	10.99
05	Válvula de freno de emergencia	20.00
06	Válvula de aplicación tipo F-2-A	17.12
07	Válvula piloto tipo A-1	12.53
08	Válvula de seguridad tipo J-1	13.70
09	Válvula de reducción tipo NS-1	20.00
10	Válvula selectora F-1	19.30
11	Válvula magnética de arenamiento automático	17.30
12	Válvula de freno dinámico interlock sobrevelocidad	13.00
13	Válvula independiente SA-26	5.16
14	26-D Servicio	38.74
15	26-D Afloje rápido	12.08
	TOTAL	300.00

Como en SPCC contamos con 40 locomotoras, el costo total será: 40(300)

COSTO TOTAL = \$12,000.00

6.4.2 COSTO DE REPARACION DE TODAS LAS VALVULAS QUE SE
VAN HA CAMBIAR EN UN CARRO DE CARGA

CUADRO 6.7

No.	TIPO DE VALVULA	COSTO
1	ABD Servicio	18.59
2	ABD Emergencia	15.51
TOTAL		34.10

En SPCC contamos con 648 carros de carga

$$\therefore \text{COSTO TOTAL} = 648(34.1)$$

$$\text{COSTO TOTAL} = \$22,096.8$$

6.5 ANALISIS ECONOMICO DEL PROYECTO

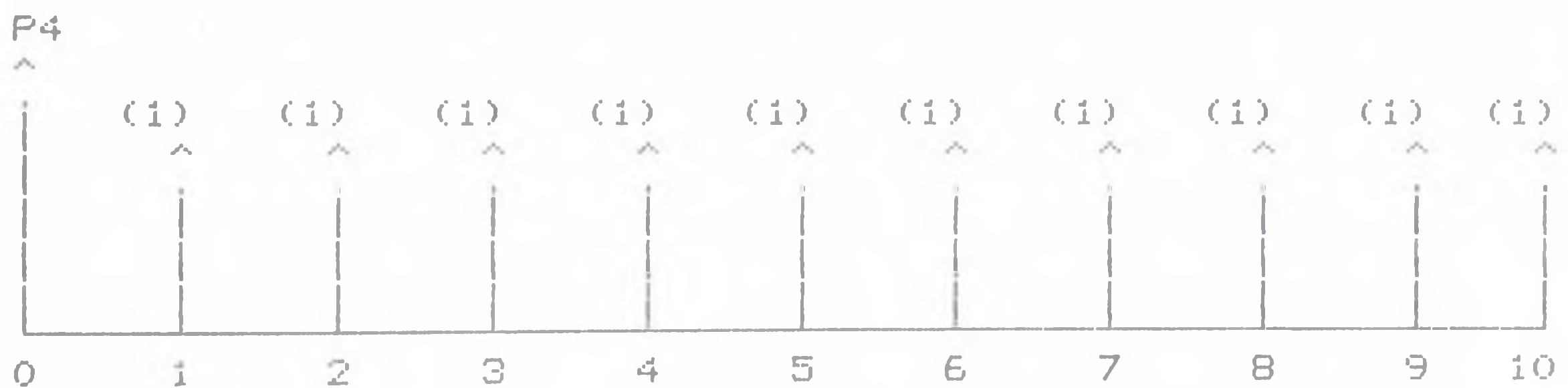
Sabemos:

$$- \text{Costo del proyecto es: } \$17171.25 = P4$$

- Costo de cambio de válvulas de locomotoras: \$586020 = P5
- Costo de cambio de válvulas de los carros de carga: \$1083,067.2 = P6
- Costo de reparación de las válvulas de las locomotoras: \$12,000 = P7
- Costo de reparación de las Válvulas de carros de carga: \$22,096.8 = P8
- Costos de mantenimiento: \$280.0 = P9

Considerando los siguientes diagramas para cada caso tenemos:

CASO A: (MHD con banco de pruebas)

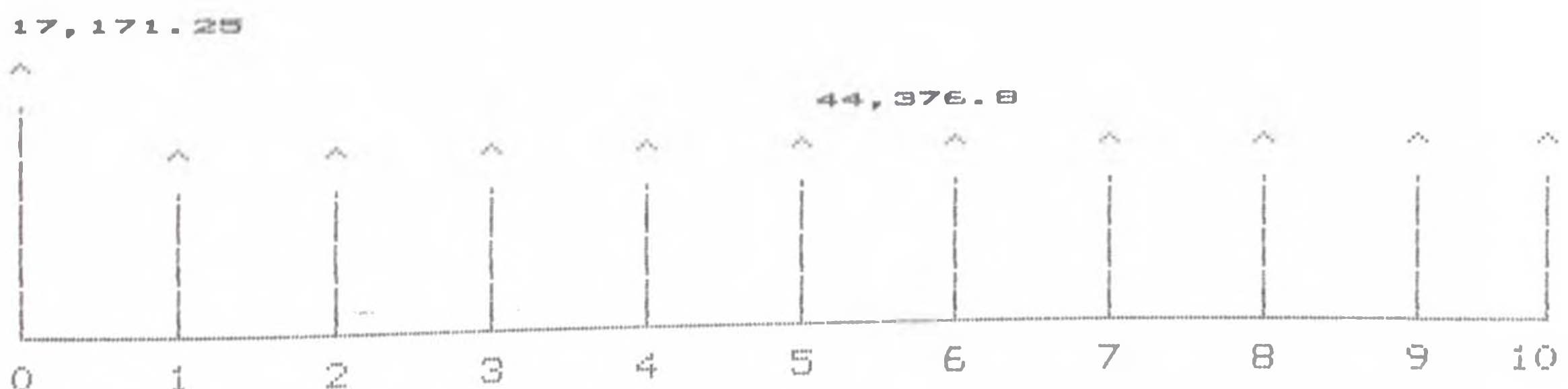


Donde: $P4 = \$17,171.25$

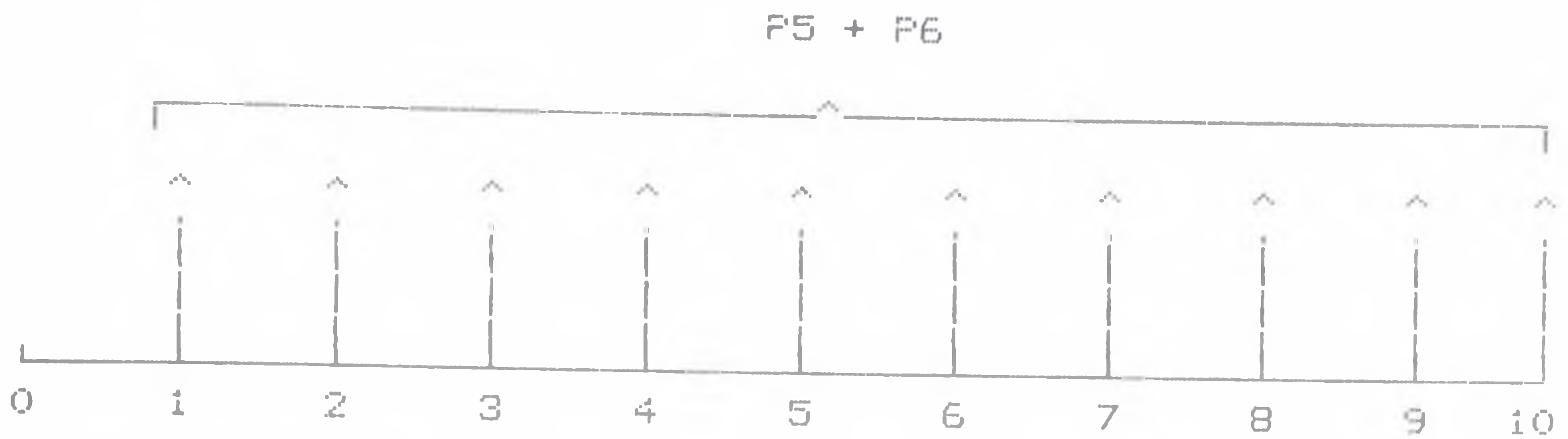
$$P7 + P8 + P9 = 12,000 + 22,096.8 + 280$$

$$P7 + P8 + P9 = \$44,376.8$$

Nota.- (1) = $P7+P8+P9$

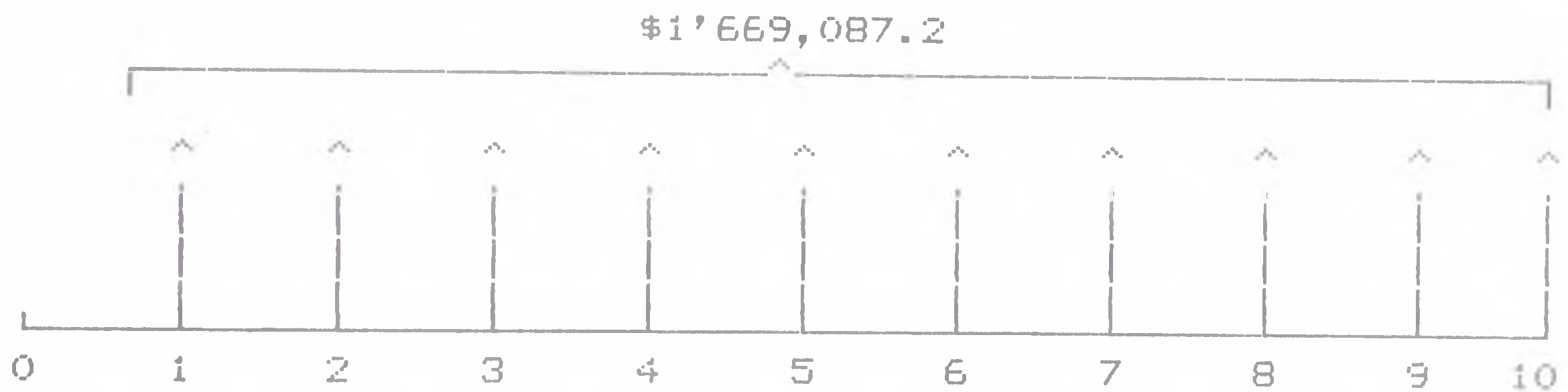


CASO B: (Mantenimiento, Sin Banco de Pruebas)



Donde: $P5 + P6 = 586,020 + 1'083,067.2$

$$P5 + P6 = \$1'669,087.2$$



Considerando una tasa mínima de rendimiento $i = 6\%$

Primeramente nos preguntamos a los cuántos años se recupera el capital invertido?

$$P4 + (P7 + P8 + P9)_{1n} \text{ USPWf} = (P5 + P6)_{1n} \text{ USPWf}$$

$$P4 = \$17,171.25$$

$$P7 + P8 + P9 = \$44,376.8$$

$$P5 + P6 = 1'669,087.2$$

$$USPWf = \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$$

Si $\rightarrow i = 6\%$

$$17,171.25 + 44,376.8 \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} = 1'669,087.2 \times \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$$

$$17,171.25 = (1'669,087.2 - 44,376.8) \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$$

$$17,171.25 = 1'624,710.4 \times \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$$

$$17,171.25 \times 0.06 \times (1.06)^n = 1624710.4 \times [(1.06)^n - 1]$$

$$1'624,710.4 = (1624710.4 - 17171.25 \times 0.06) (1.06)^n$$

$$1'624,710.4 = 1'623,680.2 (1.06)^n$$

$$1.0006344 = (1.06)^n$$

$n < 1$

Nosotros recuperamos el costo en menos de un año.

A continuación mostramos gráficamente el punto de equilibrio y la rentabilidad del banco de pruebas.

En la Figura 6.1, se muestra el comportamiento de los costos en relación al tiempo de servicio.

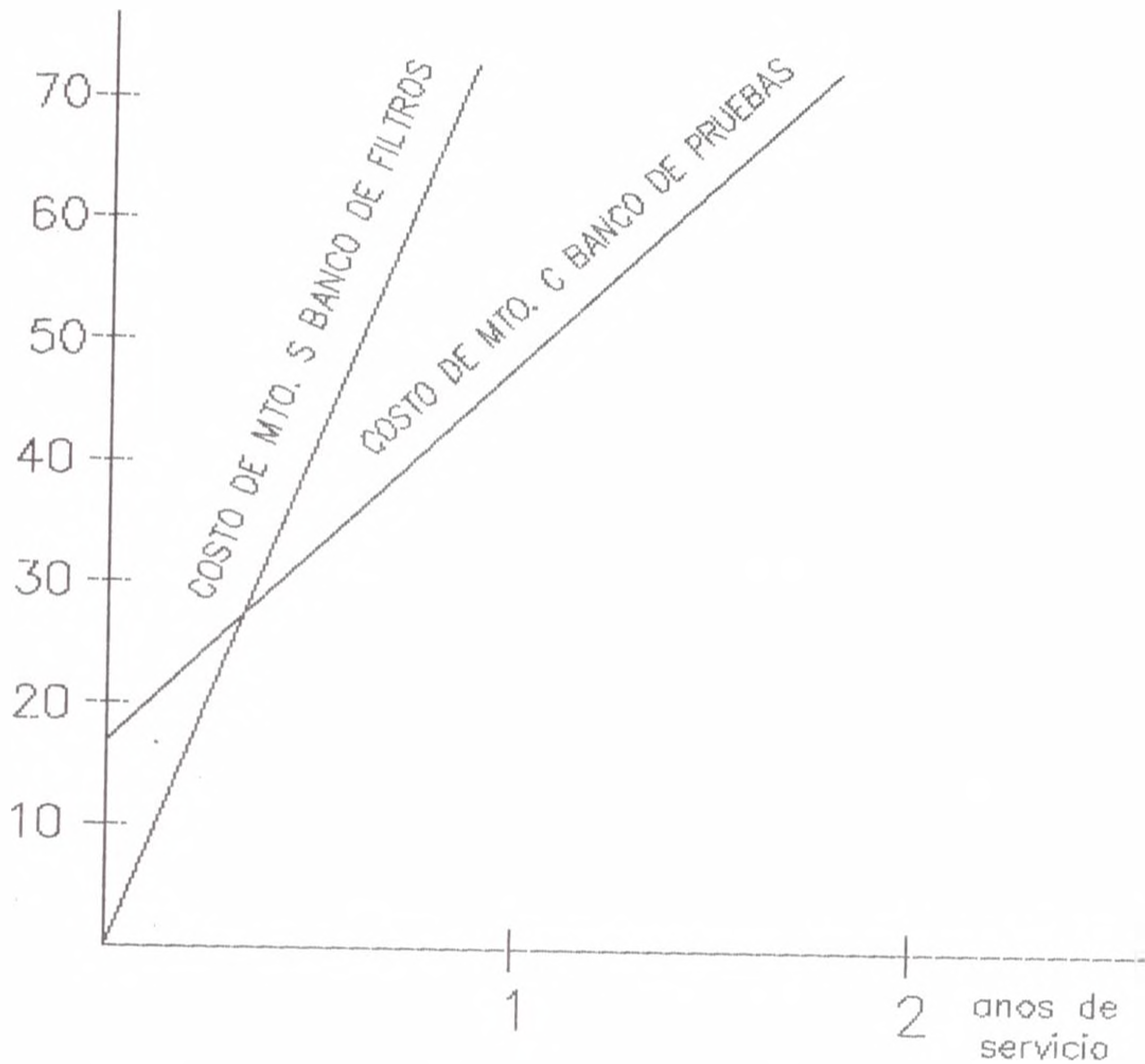


Fig. 6.1 COMPORTAMIENTO DE LOS COSTOS EN RELACION
AL TIEMPO DE SERVICIO

De acuerdo al gráfico de la proyección de los costos de mantenimiento para ambos casos (con o sin banco de pruebas), tenemos que inicialmente los costos de inversión inicial que incluye todo el chasis y diseño de tanques.

Pero, como los costos de mantenimiento de las válvulas con el banco de prueba, es menos anualmente que los costos de mantenimiento de las válvulas sin el banco de

pruebas. Tenemos que, al cabo de menos de un año de instalación y funcionamiento del banco de pruebas, se empiezan a obtener los ahorros por este concepto.

Considerando un período de vida del banco de pruebas de 25 años, tenemos que se tendrá por lo menos 24 años de utilidad.

CONCLUSIONES

1. Este banco de pruebas permitirá a la empresa SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION un ahorro considerable en el Costo de Operación y Mantenimiento; mantendrá las locomotoras y carros de carga muy confiables respecto a su sistema de freno.
2. El mantenimiento del Banco de pruebas será mínimo, priorizamos este mantenimiento en el compresor, motor y cambio de filtro del sistema neumático.
3. Lo más importante del Proyecto, es que en menos de un año recobramos el costo de lo invertido en la fabricación de este Banco de pruebas.
4. Debido a que en nuestro país no está muy difundido los diferentes vehículos de líneas ferreas, ha permitido conocer los diferentes tipos de locomotoras, así como diferentes tipos de carros de carga; su funcionamiento, su diseño y aplicación de su freno neumático.
5. Los dispositivos de mayor costo utilizado en el Banco de Pruebas son el compresor y el motor eléctrico; para disminuir estos costos hemos

utilizado: un compresor y motor ya existente en la Compañía; con lo cual hemos reducido sustancialmente el costo de dichos dispositivos.

6. Por el tamaño de dicho Banco de Pruebas, puede ser instalado en cualquier espacio más adecuado. Solamente teniendo en cuenta que la generación de aire comprimido se debe encontrar en un lugar estratégico. Se variaría la longitud de la tubería para transportar el aire comprimido de el tanque principal al banco de pruebas.
7. Hemos considerado un compresor de desplazamiento de 296 PCM ($0.1397 \text{ m}^3/\text{seg}$) y 150 psi (1.034 MPa), teniendo en cuenta de futuros bancos de pruebas ó ampliación del banco de pruebas que hemos diseñado.
8. El criterio de selección de las diferentes tuberías del banco de pruebas es como consecuencia de las velocidades y flujo volumétrico que necesitan los diferentes válvulas para su funcionamiento y esto obedece a criterios de los diferentes investigadores que han relacionado estos parámetros, especialmente de la WABCO, WESTINGHOUSE, AIR BRAKE COMPANY y aprobado por la AAR (American Association of Railroads).

RECOMENDACIONES

1. Para un buen funcionamiento del equipo y no tener problemas de aire sucio, se debe cambiar el filtro por lo menos 2 veces al año, chequear el nivel de aceite del compresor; y drenar frecuentemente los tanques de almacenamiento.
2. Para un buen trabajo, en la prueba de las válvulas se debe contar con un personal que tenga nociones del funcionamiento de los frenos neumáticos de los vehículos de línea férrea. Y contar con herramientas adecuadas para el mantenimiento de dichas válvulas.
3. Es necesario instalar un gobernador en el compresor para que éste funcione cuando sea necesario, por ejemplo puede trabajar en los rangos de 120-150 psi (0.83 - 1.03 MPa).
4. Utilizando el mismo principio, se puede diseñar un banco de pruebas que verifique el buen funcionamiento de dichas válvulas, estando estas montadas tanto en las locomotoras como en los carros de carga.

BIBLIOGRAFIA

- STANDARD PLANT OPERATOR'S MANUAL
Mc Graw Hill - México
- SISTEMAS AUTOMATICOS DE CONTROL
Richard C. Dorf
- MODERN FREIGHT CAR AIR BRAKES by
David G. Blaine
- MANUAL DE LOCOMOTORAS - General Electric
- MANUAL DE LOCOMOTORAS - General Motors
- INGENIERIA ECONOMICA - George A. Taylor
- MANUAL OF STANDARDS AND RECOMENDED PRACTICES
Asociation of American Railroad
- DISPOSITIVOS NEUMATICOS
W. Deppert and K. Stoll
