

A black and white photograph of a steam locomotive on a railway track. The locomotive is dark-colored with a large smokestack emitting a plume of white steam. The number '258' is visible on the front. The train is on a set of tracks that recede into the distance. In the background, there are some buildings and trees. The overall scene is somewhat faded and has a vintage feel.

Manual de Vapor

Capítulo VII: Frenos

José Gabriel Naranjo

CAPÍTULO VII

FRENOS DE LAS LOCOMOTORAS A VAPOR

181. Antecedentes sobre frenos de las locomotoras a vapor. – Originalmente, las locomotoras no tuvieron un sistema de frenos instalado, y, de hecho, uno de los primeros vehículos con motor a vapor, el “automóvil” fabricado por el francés Nicolás Cugnot, terminó sus días contra un muro, ya que no estaba dotado de frenos.

Una vez iniciado el desarrollo ferroviario, los primeros ejemplares de locomotoras, dada su muy baja velocidad, del orden de 10 ó 12 km/h, no tenían instalado freno. Es probable que pronto se dieran cuenta de su necesidad, pero no tengo datos fehacientes de su implementación, aunque su colocación fue originalmente sólo en los ténder. A medida que fueron aumentando tanto la velocidad como el peso de los trenes, la necesidad de contar con un sistema de frenos se fue haciendo cada vez más imperiosa. El sistema generalmente empleado es el de zapatas, que presionan sobre las llantas de las ruedas, mediante diversos sistemas, colocadas de a pares, para presionar sobre las dos ruedas de un mismo eje. Esas zapatas fueron, en sus orígenes, de madera dura, luego de fundición de hierro y finalmente de fundiciones especiales. Su accionamiento era mecánico, empleando mecanismos de palancas, de tornillo y tuerca o de contrapeso, y estaban aplicados sólo en los ténder y algunas locomotoras. A medida que aumentaban peso y velocidad, se fue haciendo evidente que no eran suficientes, ya sea por la lentitud de su aplicación y porque el peso de la locomotora era cada vez menor en relación con el del tren. Entonces se aplicaron frenos en algunos de los vagones y/o coches, de forma de reforzar los de la locomotora. Eran accionados por personal destinado a ese fin, llamado guarda-frenos. El sistema funcionaba de la siguiente forma: cuando el maquinista necesitaba frenar, enviaba una señal sonora, que era, en Argentina, no lo sé en otros países, dos silbatos cortos. Una vez reducida la velocidad al punto deseado, el maquinista ordenaba aflojar frenos mediante un silbato corto. En caso de emergencia, los toques eran los dos de aplicar frenos, repetidos varias veces, y su mensaje era frenar todo lo enérgica y rápidamente posible. Los frenos de los vehículos eran accionados de la misma forma que en las locomotoras, ya sea por medio de tornillos o contrapesos. En Europa he visto muchas veces vagones provistos de una pequeña garita o protección para los guarda-frenos. En Estados Unidos, era común ver una garita, llamada *doghouse*, o casilla de perro, en la parte posterior del ténder, y los famosos *cabooses*, o furgones de cola, para refugio de los guarda-frenos, que, en caso de necesidad, no sólo frenaban los vagones donde viajaban, sino que, dado que todos los vagones tenían pasarelas en su parte superior, y que los volantes de maniobra estaban colocados accesibles desde los techos, debían caminar sobre todos los vehículos a su alcance, y así frenar la mayor cantidad posible de ejes.

Otra de las cosas que se hizo evidente, más que nada a medida que las locomotoras fueron aumentando de peso, fue que la maniobra por tornillo era demasiado lenta, y los de contrapeso no tenían la fuerza suficiente, y por lo tanto se buscó la forma de asistir al maquinista en su maniobra, quedando accionados por tornillo solamente los frenos de mano, ubicados generalmente sobre los ténder. El primer elemento utilizado, fueron los frenos accionados a vapor, que operaban sólo sobre locomotora y ténder. Se montaron pequeños cilindros, en los que el maquinista podía admitir vapor mediante una válvula especial de tres posiciones, cuya posición central era de recubrimiento, y que en su tercera posición dejaba escapar el vapor, aflojándose los frenos por medio de resortes de retroceso.

Era común que las locomotoras equipadas con freno por vacío, conservaran esos frenos de vapor, que se accionaban en conjunto con los de vacío o independientemente, para reforzar o disminuir el frenado. También era costumbre que las locomotoras estuvieran equipadas con frenos de vacío sobre los ejes motrices, y tuvieran frenos de vapor en los ejes portantes. En las locomotoras equipadas con ambos frenos, su accionamiento se puede efectuar en forma simultánea o independiente.

182. Cilindro de freno de vapor –

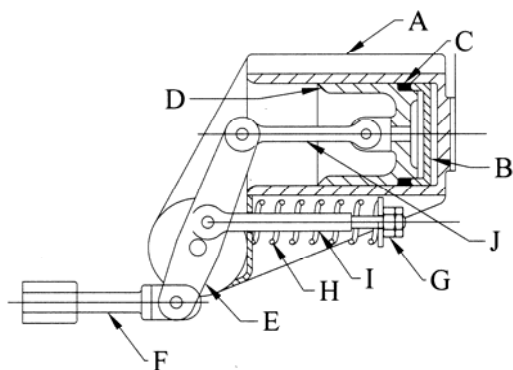


Figura 761 – Cilindro de freno de vapor.

En la figura 761 se puede observar un cilindro de freno de vapor, utilizado en locomotoras a vapor modernas, y que consta de los siguientes elementos: A, cilindro; B, tapa de émbolo; C, empaquetadura; D, émbolo; E, balancín de accionamiento; F, tirante de frenos; G, tuercas de regulación; H, resorte de aflojamiento; I, vástago del resorte; J, biela

Cuando el maquinista deja pasar vapor a través de la válvula de accionamiento, éste forma cámara delante de la tapa de émbolo y empuja esta, la empaquetadura y el émbolo hacia la izquierda, y acciona el balancín, comprimiendo el resorte de aflojamiento y aplicando el freno. Cuando deja salir al vapor, se produce el efecto contrario.

183. Freno a contravapor. — Con la incorporación de las distribuciones por sector, que permiten llevar la palanca de cambio de marcha de un extremo a otro de su recorrido, independientemente de la dirección de la marcha del tren, surgió la idea de utilizar esta posibilidad como medio de frenado. Salvando las diferencias, su efecto es similar al de los frenos dinámicos de las locomotoras diesel eléctricas, o de los frenos por recuperación de las eléctricas.

Antes de la aplicación del freno automático a los trenes de mercancías, se empleaba corrientemente el contravapor en las locomotoras asignadas a ese servicio, para evitar que los trenes se aceleraran en las pendientes largas. Su empleo regular exigía, y exige, donde se use, ciertas precauciones, tanto para evitar averías en los émbolos, cilindros y sus tapas como para obtener un diagrama resistente satisfactorio.

Recordaremos que estando el contravapor limitado en su freno a los ejes motores y acoplados, sólo se puede contar con el peso adherente de la locomotora, mientras que el freno continuo puede actuar en todos los ejes de la locomotora, ténder y vagones que lleven freno completo (tubería y cilindro de freno completo).

Considerado aisladamente, como procedimiento de frenar, la acción del contravapor, al ser regulable a voluntad, constituye un freno de regulación o moderación completa.

Observación. — El contravapor puede detener el movimiento de rotación de las ruedas motrices y acopladas y hasta hacerlas girar en sentido contrario, aunque la locomotora siga empujada hacia delante por el tren lanzado. En tal caso, las ruedas citadas tendrán que patinar forzosamente. Como este patinaje es peligroso para el mecanismo y reduce el efecto útil del contravapor, es preciso evitarlo haciendo uso, para ello, del arenero y moderando la acción resistente del contravapor mediante la palanca del cambio de marcha.

En algunas líneas se empleó el contravapor en la bajada de pendientes largas, para moderar la velocidad sin apretar las zapatas de freno o apretando aquéllas con suavidad, hasta el fin de la época del vapor.

El rozamiento de las zapatas con las llantas desarrolla calor, y cuando el frenado se prolonga, el calor excesivo disminuye la presión de la llanta contra el cuerpo de la rueda, tendiendo al resbalamiento de la llanta sobre la rueda.

Marcha a contravapor. — Si marchando la máquina, empujada por el tren a cierta velocidad, el maquinista invierte la palanca de cambio de marcha, los elementos de la distribución y el movimiento de las correderas son idénticos a los que tendrían si la máquina anduviera para atrás; pero el movimiento del émbolo sigue siendo el que corresponde a la marcha hacia delante y, por lo tanto, hemos de leer el diagrama, figura 762, en sentido contrario: en vez de considerar el recorrido *ABGDHA*, veremos los períodos sucesivos *ABCDEF*.

Durante el período *AF*, que correspondía en la marcha directa, al avance a la admisión, el vapor admitido empuja el émbolo y acelera su movimiento. Esta fase dura poco, porque la lumbrera se cierra en seguida.

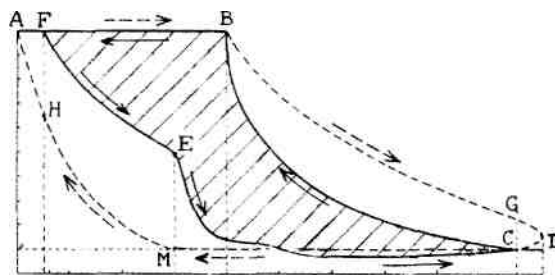


Figura 762. — Marcha con contravapor.

De *F* a *E*, que corresponde a la compresión en marcha normal, las lumbreras están cerradas y el vapor contenido en el cilindro se expande, empujando siempre al émbolo hacia delante; pero poco después, el cilindro se pone en comunicación con el escape de *E* a *D*. En este momento, el poco vapor expandido que queda en el cilindro escapa; la duración de este escape es muy corta y, como el émbolo sigue avanzando, se hace el vacío detrás del mismo, produciendo una aspiración en la tubería de escape y, por lo tanto, en la caja de humos. El émbolo acaba su carrera cuando el cilindro sigue todavía en comunicación con el escape.

Durante esta carrera (menos al final), el esfuerzo desarrollado por el émbolo ha sido ligeramente motor.

Al principiar la carrera de retorno, de *D* a *C*, el cilindro sigue en comunicación con el escape, y el émbolo empuja a pequeña velocidad en la descarga parte de los gases aspirados en el recorrido de ida; pero pronto se cierra la lumbrera, y los gases que quedan en el cilindro son comprimidos de modo que de *C* a *B* comienza una fase realmente retardatriz.

Finalmente, durante el período correspondiente a la admisión (en marcha normal), o sea de *B* a *A*, la lumbrera se vuelve a abrir y entra el vapor vivo en el cilindro oponiéndose con toda su presión al movimiento del émbolo, y éste empuja el vapor con los gases comprimidos a la caja de distribución y de ahí a la caldera.

El examen del diagrama indica que el trabajo resistente del contravapor es menor que el trabajo motor desarrollado en marcha directa para igual grado (o muesca del sector) de admisión. Esto se debe en parte a que se produce un laminado; este laminado reduce notablemente la superficie del diagrama del contravapor, figura 762, por cuanto ni la caída de presión en *E-D* ni la elevación en *C-B* tienen lugar instantáneamente. El laminado modifica en una menor proporción la superficie del diagrama de marcha normal.

Este estudio explica el por qué es prudente, al abordar las grandes pendientes, hacer uso del contravapor sin retraso; si se espera a que el tren haya adquirido una velocidad un poco elevada, puede ocurrir que el contravapor, así sea con el cambio de marcha enteramente a fondo de carrera, no pueda retenerlo, mientras que es suficiente, si se le ha retenido convenientemente desde el principio: para una cierta velocidad, el contravapor equilibra exactamente la fuerza que representa el tren (esta fuerza es debida a su peso, con deducción de las resistencias diversas); si nos mantenemos por debajo de esta velocidad, siempre seremos dueños de la conducción del tren: pero por encima, el efecto del contravapor disminuye por causa de los laminados y nos hallamos a su merced.

El contravapor aplicado sin disposición especial, tiene graves inconvenientes; durante casi todo el recorrido *E-D* del pistón, éste aspira en la caja de humos el aire caliente que puede arrastrar cenizas. Una vez entrado este aire en el cilindro, es comprimido; la compresión del aire eleva su temperatura, de suerte que, ya caliente, se calienta aún más, exponiendo los cilindros y las válvulas a averías graves por rayado, causadas por la carbonización del lubricante.

Además, el aire es rechazado a la caldera y hace imposible el funcionamiento de los inyectores.

Frenos

La inyección de vapor ó de agua caliente en los conductos de escape hace desaparecer estos inconvenientes; el agua caliente, saliendo de la caldera a temperatura elevada, se transforma en parte en vapor. Los cilindros ya no aspiran más aire caliente de la caja de humos, pero el vapor es muy húmedo, si procede de una inyección de agua; durante la compresión de este vapor húmedo, la temperatura no puede exceder la que corresponde a su presión, y los cilindros y válvulas no se fatigan más que con la marcha normal. Los cilindros rechazan a la caldera vapor y no aire. Para estar seguros de que los conductos del escape reciben una pequeña cantidad, suficiente, de vapor o de agua formando vapor, se abre el grifo de maniobra hasta que un pequeño exceso de vapor salga por la chimenea.

El vapor rechazado a la caldera arrastra el aceite que pueden contener los cilindros; como el aceite es perjudicial en la caldera, debemos abstenernos de engrasar abundantemente las válvulas y los cilindros durante la marcha a contravapor o en el instante de irse a servir de él.

Al pasar de la marcha normal a la marcha a contravapor, la presión de la cruceta contra las guías cambia de sentido; si rueda la máquina chimenea adelante, es la guía inferior la que entra en acción y la que se debe engrasar convenientemente. Cuando interrumpimos el contravapor para reanudar la marcha normal, es útil abrir un momento los purgadores, puesto que puede quedar un poco de agua en los cilindros.

Se emplea también el contravapor sobre las locomotoras compound que prestan servicio sobre rampas. En este caso es útil el inyectar el agua y el vapor no solamente en el escape de los cilindros de baja presión, sino también en el escape de los cilindros de alta, es decir, en el reservorio intermediario.

El gasto de agua es bastante grande en la marcha a contravapor: este fue de 140 a 170 litros por kilómetro sobre la compound de dos cilindros del Midi, marchando a la velocidad de 40 kilómetros por hora. El gasto correspondiente de calor no es muy fuerte, porque la mayor parte de esta agua es simplemente calentada pero no vaporizada en la caldera. En las compound de cuatro cilindros, con escape directo facultativo del grupo de alta presión, se abrirá para la marcha a contravapor, este escape directo, así como la toma de vapor de la caldera de los cilindros de baja presión, con inyección de vapor húmedo en el escape común de los cuatro cilindros.

El freno de contravapor, con inyección de agua ó de vapor, se designa con frecuencia por el nombre del ingeniero Le Chatelier, que fue quien introdujo su funcionamiento.

184. Sistemas de frenos continuos. – Los sistemas de frenado fueron evolucionando en base a algunas premisas fundamentales: a) debían poder ser accionado desde un solo punto, normalmente desde la cabina de conducción; b) debían ser automáticos, o sea, en caso de romperse un enganche, y separarse las dos partes del tren, debían aplicarse los frenos en ambas partes; c) debían ser continuos, o sea, debían poder ser accionados simultáneamente en todos los vehículos que posean sistema de freno; los trenes de mercancías de esa época no siempre tenían frenos continuos, y cuando los tenían, no todos los vehículos los tenían instalados, estando específicamente prohibida su utilización en los vagones que transportaban cargas inflamables o explosivas (municiones, forraje seco, etc.).

Se intentaron utilizar frenos directos de aire comprimido o de vacío, que consistían en que el maquinista enviara aire a presión desde un depósito en la locomotora, o vacío en forma similar, con lo que conseguían la continuidad, pero no la automaticidad. Entonces se desarrollaron los frenos automáticos, tanto de vacío como de aire comprimido, los primeros en Inglaterra y los segundos en Alemania y en los Estados Unidos. Pasemos ahora a describir ambos sistemas.

185. Frenos de vacío. – En realidad, el freno es accionado por la presión atmosférica, que obra sobre una cara de un émbolo que puede correr a lo largo de un cilindro, arrastrando la timonería del freno, puesto que sobre la otra cara sólo se opone una presión inferior a la de la atmósfera, merced a haber enrarecido el aire previamente en esta parte del cilindro.

El aire contenido en un recipiente está enrarecido cuando su presión es inferior a la atmosférica. Se gradúa este enrarecimiento del siguiente modo: sabemos que la presión atmosférica es equivalente al peso de una columna de mercurio de 76 cm de altura; si la sección del tubo que contiene el mercurio es de un cm^2 cuadrado, el peso de una columna atmosférica de un cm de base será de $76 \times 13,6$, siendo 13,6 la densidad del mercurio o el peso en g de un cm^3 de este metal; el producto de estas dos cantidades dará un peso total de $1,033 \text{ kg/cm}^2$, valor de la presión atmosférica.

Ahora bien: si a un tubo en forma de U lo llenamos de mercurio, este líquido llegará a la misma altura en las dos ramas, mientras ambas estén en comunicación con la atmósfera u obre sobre sus meniscos la misma presión; pero si a una de las ramas la dejamos en comunicación con la atmósfera y en la otra hacemos una succión o enrarecimiento del aire que hay sobre el mercurio, disminuirá la presión en esta rama, y como queda constante en la otra, da por resultado que la presión atmosférica hace presión sobre el mercurio, haciendo descender el nivel del mercurio en su rama y lo hace ascender en la otra. El número de centímetros de diferencia de altura del mercurio en ambas ramas es el valor del enrarecimiento llevado a cabo.

En la práctica, para evaluar este enrarecimiento se supone el cero de la escala, correspondiendo con la presión normal de 76 cm de mercurio, y los sucesivos o progresivos enrarecimientos se van marcando en la escala, hasta 76 cm de mercurio, que corresponden al cero absoluto.

Por medio de eyectores no se puede llevar el enrarecimiento al límite de 76 cm, que corresponde al vacío absoluto o cero absoluto de presión, y solamente se puede llegar a 50, 60 o 65 cm de depresión por debajo de la presión atmosférica, lo que equivale, respectivamente, a presiones sobre el cero absoluto de 26, 16 y 11 cm, y como cada centímetro corresponde al peso de un centímetro cúbico de mercurio, cuyo peso es de 13,6 gramos, estas presiones equivalen a 357, 217 y 149 g/cm^2 sobre el cero absoluto, cuando la presión atmosférica equivale a una presión de $1,033 \text{ kg/cm}^2$.

Fundado en esto, el freno automático por el vacío consiste en un eyector, que, por medio de una corriente de vapor, enrarece el aire en una tubería general, que va de la máquina hasta la cola del tren. Los cilindros de los frenos de cada vehículo comunican con esta tubería, de modo que se enrarezca el aire sobre ambas caras de los émbolos, que por su propio peso caen a fondo de su carrera, aflojando los frenos.

Si ahora introducimos aire en el tubo y automáticamente, por medio de válvulas, conseguimos que este aire introducido no obre por su presión más que en las caras inferiores de los émbolos, quedando sobre la cara superior el mismo enrarecimiento, ocurrirá que por la diferencia de presiones, los émbolos ascenderán todos una misma cantidad y con la misma energía aplicarán las zapatas a las ruedas, tanto más cuanto mayor sea la entrada de aire y, por consiguiente, la diferencia de presiones que obran en ambas caras, presión que subsistirá mientras se mantenga la misma presión en el tubo, que aumentará cuando se introduzca más aire, y que cesará cuando, haciendo el vacío con el eyector, se igualen las presiones que obran en las caras de los émbolos.

Ejemplo: si por medio del eyector hemos hecho un enrarecimiento del aire de la tubería general, y sobre las dos caras de los émbolos frenos de 60 cm (a contar de 76 cm hacia el cero absoluto) habrá una presión absoluta sobre ambas caras de los émbolos de $76 - 60 = 16 \text{ cm}$, lo que equivale a una presión absoluta sobre cero de $16 \times 13,6 = 217 \text{ g/cm}^2$. Si ahora damos entrada de aire en el tubo y en la parte inferior del cilindro freno, hasta que en ellos se establezca la presión atmosférica de 76 cm sobre el cero absoluto, o $1,033 \text{ kg/cm}^2$, obrará en las caras de los émbolos una diferencia de presiones por centímetro cuadrado de $1033 - 217 = 816 \text{ g/cm}^2$, mediante cuya presión ascenderán con esta fuerza los émbolos de los frenos.

En vez de dar entrada total al aire para apretar el freno, esta entrada puede restringirse, de modo que la diferencia de presiones sea de menos importancia y el freno se apretará con menos energía.

En los sistemas de freno de vacío la locomotora está provista de un aparato eyector, que produce vacío, enrarecimiento o depresión, o, en el argot de viejos maquinistas, rarefacción, por medio del arrastre del aire por un chorro de vapor, que circula ya sea en forma central o anular, o en ambas simultáneamente, a través de un cono metálico.

Frenos

El sistema se complementa con un vacuómetro doble, cuya aguja izquierda indica la depresión en la cañería general, y la derecha la depresión en la cañería auxiliar.

En realidad, estos eyectores están provistos normalmente de dos conos de distintos tamaños (modernamente tres o cinco), el más grande utilizado para formar el vacío inicialmente o luego de una frenada, que se habilita colocando la manija de accionamiento en la posición de aflojar frenos, y el más chico, para mantener el vacío durante la marcha, con la manija colocada en la posición de marcha, y que recibe vapor a través de un grifo especial, y que funciona también en posición de freno aplicado, ya que entonces mantiene el enrarecimiento, a través de la cañería auxiliar, instalada sólo sobre locomotora y ténder, sobre la parte superior de sus émbolos. Más adelante completaremos la descripción de estos aparatos. Dejamos constancia de que el único elemento que se utiliza para su funcionamiento es vapor, tomado saturado desde la columna de toma de vapor (manifold en inglés), excepcionalmente recalentado desde la caja de humo, y que no tiene más piezas móviles que algunas válvulas que se accionan ya sea automáticamente, ya sea manualmente por el maquinista.

Comenzando con la descripción de los elementos que componen este sistema, digamos que cada vehículo está equipado con una tubería que lo recorre de extremo a extremo, con una manga en cada uno de ellos, para su conexión con los vehículos contiguos. Estas mangas tienen boquillas de acoplamiento con un sistema muy simple de unión, ya que el mismo vacío ayuda a mantenerlas unidas, y su única función es mantenerlas juntas cuando se destruye el vacío.

No tienen, como los de aire comprimido, grifos de cierre, ya que no los necesitan. En los vehículos extremos las mangas se colocan sobre unos tapones que impiden la entrada del aire.

Ya sobre el vehículo se colocan uno o dos cilindros de freno, siendo lo normal en los coches de pasajeros, colocar uno por boguie. Estos cilindros accionan un sistema de palancas y reenvíos, denominada *timonería*, que actúan sobre las zapatas, de forma similar a las locomotoras. Estos cilindros se colocan verticalmente, y constan de dos cámaras, con un émbolo que las separa. Existen una o varias pequeñas válvulas, generalmente esféricas y colocadas a un lado del cilindro o sobre el émbolo mismo, que permiten que, al armar frenos (cargar el sistema), o luego de una aplicación, el vacío se propague en ambas cámaras, y que, por su mismo peso, émbolo y vástago bajen hasta su posición inferior y se aflojen los frenos. A veces se ven colocadas, sobre las palancas que accionan estos vástagos, contrapesos que ayudan a ese aflojamiento. La cámara inferior queda reducida a sólo el espacio entre émbolo y tapa inferior, y la superior en su máximo volumen. Cuando el maquinista deja entrar aire a la cañería general, al llegar a la válvula esférica, la cierra, impidiendo el paso de aire a la parte superior, con lo que la diferencia de presiones entre las dos caras del émbolo, hace que éste se eleve, aplicando los frenos. Los cilindros de freno de los vehículos pueden tener las dos cámaras concéntricas, con la cámara auxiliar alrededor del cilindro, o, cuando no existe suficiente espacio para ese tamaño de cilindros, como en el caso de las locomotoras, colocada separada, unida al cilindro por medio de una manga. Estos cilindros están normalmente provistos de una válvula de aflojamiento, que permite, desde el exterior del vehículo, comunicar ambas cámaras, con lo que el freno se afloja.

La estanqueidad entre el cilindro y el émbolo, se obtiene por medio de un aro de caucho de sección redonda, una especie de O'ring que se desplaza rodando entre ambos, por lo que es llamado el *aro rodador*. Hay excepcionalmente cilindros que no tienen este aro, sino un diafragma, y que no tienen válvulas esféricas, sino válvulas planas, o que combinan ambas, la automática y la de aflojamiento, en una sola, plana o esférica.

Integrantes del foro me preguntaron alguna vez el por qué de la instalación de frenos de vacío en las locomotoras a vapor, con preferencia sobre los de aire comprimido. Se me ocurre que ha sido por su simplicidad, que equivale a menor costo, ya que la ausencia de piezas móviles (compresores) y la utilización de válvulas simples (esféricas), sin espejos ni correderas rectificadas, los han hecho económicos. La ausencia de vapor en las locomotoras modernas, diesel o eléctricas, hace que la opción del vacío no tenga estas ventajas.

186. Cilindros de freno de vacío. – En las figuras 763 y 764 se muestra un cilindro de freno de un modelo antiguo. El cilindro de freno en sí, *a*, instalado en cada vehículo, está montado dentro de una campana *b*, suspendida del bastidor del vehículo por dos muñones *m*, de ejes perpendiculares al eje del cilindro; merced a esta suspensión puede obtener un movimiento de oscilación alrededor del eje de estos muñones, que es horizontal, suficiente para que el vástago *v* del émbolo *p* pueda seguir en su cabeza el arco de círculo que describe la palanca de la timonería del freno alrededor de su eje. La campana y el cilindro tienen la base común formando cuerpo, y por la parte superior *c* se comunican.

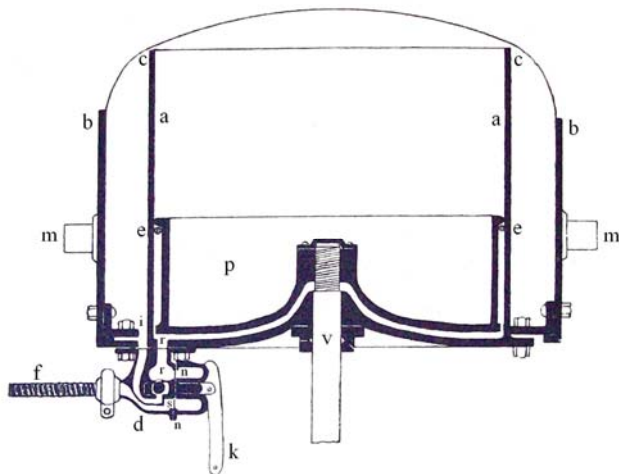


Figura 763 – Cilindro de freno de vacío – Modelo antiguo
Posición de frenos flojos

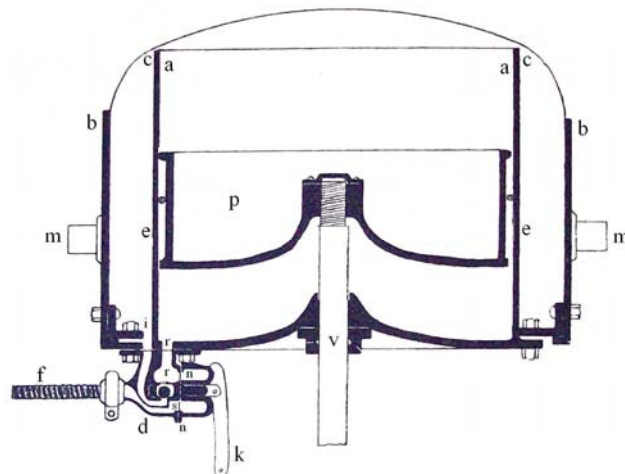


Figura 764 – Cilindro de freno de vacío – Modelo antiguo
Posición de frenos aplicados

Dentro del cilindro, y a lo largo de él, se desplaza libremente el émbolo *p*, con una holgura entre ambos que cierra un *aro rodador* de goma *e*, que, a la vez que forma una junta estanca, proporciona el mínimo rozamiento al desplazarse el émbolo, rodando el anillo entre las superficies del émbolo y cilindro.

El vástago de hierro, forrado de latón, *v*, del émbolo *p*, atraviesa la base inferior del cilindro por una empaquetadura formada por un casquillo de bronce y un anillo de goma, y termina por su parte inferior en dos muñones que obran por tracción en la horquilla en que termina la palanca de la timonería del freno cuando sube el émbolo, efectuando el aprieto del freno.

En la parte inferior lateral del cilindro hay una pequeña cámara *d*, que está en comunicación con la tubería general por medio del tubo flexible *f*.

En esta cámara hay un dispositivo, que es el que automáticamente hace la distribución o establece las comunicaciones del conducto *i* y *r* con la tubería general cuando se enrarece el aire en éste o cerrando el conducto *i*, quedando constantemente abierto el *r* cuándo se introduce aire en la tubería general.

Esta distribución la verifica una válvula esférica, produciendo el primer caso el aflojarse el freno, puesto que obra la misma presión sobre las dos caras del émbolo *p* y éste desciende por su propio peso, mientras que en el segundo caso se produce el frenado, puesto que permaneciendo constante el enrarecimiento sobre la parte superior del émbolo en la cámara *a*, por quedar obturado por la válvula el conducto *i*, introduciéndose el aire por *r*, da por resultado el ascenso del émbolo *p* y el freno del vehículo.

Para conseguir esto, la válvula está dispuesta de modo que la cámara *s*, en comunicación por el tubo flexible *f* con la tubería general, lo está también constantemente con la cámara *r* y con la parte inferior del cilindro, mientras que la comunicación de la cámara *s* con *i* y la parte superior del cilindro se intercepta por la válvula esférica que hay debajo de *r*, al caer por su propio peso sobre su asiento, cerrando el paso del aire que viene de la tubería general por *f*, *s*, *r* a *i*, cuando se da entrada de aire en la tubería general; de modo que las entradas de aire en el tubo no afectan más que en la cara inferior del émbolo, manteniéndose el enrarecimiento del aire siempre sobre la cara superior constante (aparte de las entradas de aire por defectos del mecanismo).

Por el contrario, cuando se enrarece el aire en la tubería general en mayor grado que lo está en la parte superior del cilindro, se separa la válvula de su asiento y deja pasar aire de *i* a *r*, *s*, *f*, hasta que quedan al mismo grado de enrarecimiento sobre las dos caras del émbolo.

En modelos de cilindros más perfeccionados, la distribución del aire se verifica en la siguiente forma: el aire de la parte inferior del émbolo está constantemente en comunicación con la tubería general, en tanto que el de la parte superior del émbolo está incomunicado por medio de la válvula de aflojamiento; entre ambas partes no hay más comunicación que la que puede verificarse a través de tres pequeños taladros practicados en la pared del émbolo, inmediatamente por debajo del *aro rodador* de goma, cuando el émbolo está a fin de curso inferior. En esta posición, si se extrae aire de la tubería general se extrae aire por igual sobre ambas caras del émbolo; pero si se deja entrar aire en la tubería general, asciende el émbolo e inmediatamente el aro rodador cubre y pasa hacia abajo de los tres taladros, incomunicando la parte superior del cilindro, donde se mantiene el enrarecimiento, ascendiendo el émbolo hasta que, haciendo el vacío en la cañería general, baja éste a ocupar la posición primitiva.

Para mayor seguridad y preservar en absoluto la parte superior del émbolo de toda entrada de aire a través de la empaquetadura de goma rodadora, se dispone, al lado de los tres taladros, abarcando éstos por la parte interior de la pared del émbolo, una pequeña caja o cámara, provista de una válvula esférica, que obtura por su propio peso un orificio situado en la base de esta caja, de modo que, cuando se extrae aire de la tubería general, puede pasar aire de la parte superior a la inferior del émbolo y de aquí a la tubería; pero cuando entra aire en la parte inferior del émbolo, la válvula impide todo paso a la parte superior.

Como es conveniente que el volumen sobre el émbolo sea lo más grande posible, los cilindros de los vehículos están provistos de campana ó recipiente de vacío combinado, y los de la máquina y tender de un recipiente separado, que comunica con los cilindros por una pequeña tubería.

Los cilindros de freno de los vehículos tienen una llave de paso en el tubo *f* para incomunicarlos con la tubería general, en caso de avería en el cilindro o en la timonería del freno.

Además, tiene una válvula de aflojamiento para abrir una comunicación entre las partes superior e inferior del émbolo, con cierre automático en cuanto se hace el vacío en el tubo general.

En los cilindros del primer sistema la válvula esférica está montada de tal modo, que puede ser sacada de su asiento, para lo cual va inserta en una jaula, que puede ser desplazada horizontalmente. Esta jaula se saca de su posición normal por medio de una palanca *k*, que se maniobra por medio de un alambre desde los laterales del vehículo; pero esta jaula está montada solidaria a un diafragma de caucho *n*, por cuyo medio, automáticamente, vuelve la jaula y válvula a posición normal, cuando se extrae aire de la tubería general y la presión atmosférica obra sobre dicho diafragma.

Cuando se quiere sacar un vehículo de la composición de un tren, al desacoplar las boquillas de empalme de la tubería general se enfrena todo el tren; para maniobrar con los vehículos aisladamente, hay que obrar en la palanca citada *k*, sacando la válvula de su asiento, con lo cual se consigue la igualdad de presión en las dos caras del émbolo; éste cae por su propio peso y se afloja el freno.

Cuando un vehículo en estas condiciones entra en la formación de un tren, acopladas sus boquillas, al hacer con el eyector enrarecimiento en el tubo general de conducción, la presión atmosférica exterior obra sobre el diafragma, en el que está inserta la jaula de la válvula, corre la jaula a su posición normal y la bola cae sobre su asiento.

Si se presenta alguna avería en un cilindro de freno se cierra la llave de paso y se saca la jaula de su posición normal, cae el émbolo a su posición inferior y no funciona más el freno en este vehículo; sólo sirve su tubo de conducción de la energía a los vehículos posteriores.

En los cilindros modernos, en que la obturación entre las dos bases del émbolo la verifican el aro rodador y la válvula de bola, situada en los tres orificios laterales del émbolo, la válvula de aflojamiento se compone de una válvula con arandela de caucho, que se aplica contra un orificio, que pone en comunicación la parte superior del émbolo con el conducto que pone en comunicación la tubería general con la parte inferior del émbolo; esta válvula tiene un vástago que sale al exterior atravesando un diafragma de caucho, en cuyo centro está fijo, y lleva en su extremo una palanca que se puede maniobrar por medio de un alambre.

Tirando de éste, la válvula se aparta de su asiento, dejando libre la comunicación entre la cañería general y la parte superior del émbolo; por consiguiente, se igualan las presiones sobre ambas caras y el émbolo desciende aflojándose los frenos, pero esta válvula se cierra automáticamente en cuanto se establece vacío en la tubería general; la presión atmosférica obra sobre el diafragma y lleva la válvula a obturar el paso de la parte superior del émbolo. El enrarecimiento o extracción de aire del tubo general de conducción y cilindros de freno para aflojar el freno o la introducción de aire en esta tubería y en la parte inferior para apretarlos, se lleva a cabo por medio de un aparato llamado eyector.

Las figuras 765 y 766 muestran un cilindro de freno con recipiente de vacío combinado, tal como se utilizan en coches y vagones, en posiciones de freno aflojado y freno aplicado, respectivamente. Están compuestos cuerpo del cilindro, *T*, rodeado de una cubierta *X*, que forma el recipiente de vacío.

Ambos elementos están suspendidos del bastidor mediante dos muñones diametralmente opuestos *I*, que le permiten pivotar ligeramente, para adaptarse al movimiento del balancín de frenado.

La válvula esférica *E*, ubicada dentro del émbolo, permite que el enrarecimiento se propague a la parte superior del émbolo y recipiente de vacío, un émbolo *G*, que al elevarse aplica los frenos, con un “aro rodador” de caucho, que mantiene la estanqueidad entre ambas caras del émbolo.

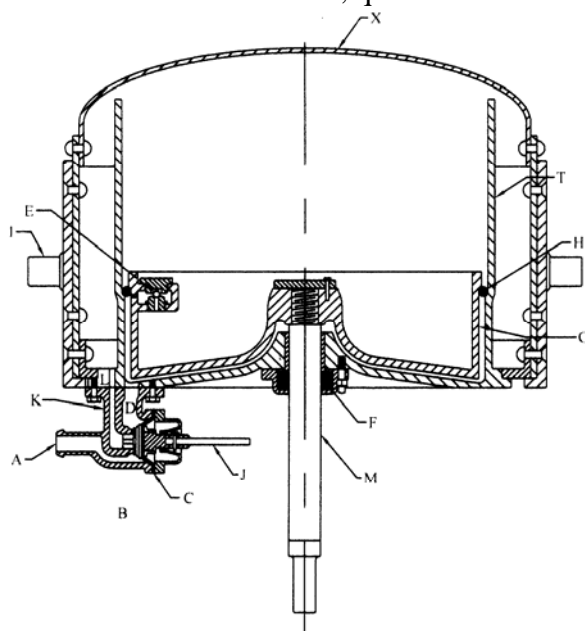


Figura 765 – Cilindro de freno de vacío
Posición de frenos flojos

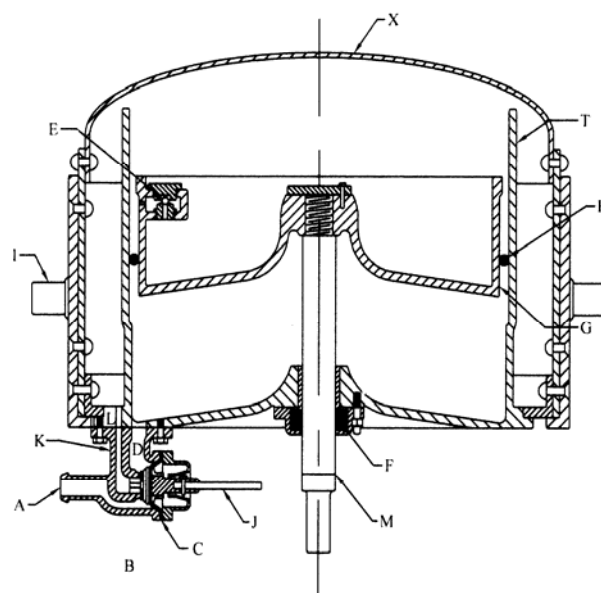


Figura 766 – Cilindros de freno de vacío
Posición de frenos aplicados

La válvula de aflojamiento *B*, conectada a la cañería general mediante una manga flexible, y que consta de un cuerpo *K*, un canal *A*, que comunica la cañería general con la parte inferior del émbolo a través del conducto *D*, y con la parte superior de la válvula esférica *E*, y un diafragma *C*, que por efecto de la presión atmosférica de su parte exterior, aplica una válvula plana que cierra la comunicación con la parte superior del émbolo y recipiente de vacío, a través del canal *L*. Este diafragma y válvula se pueden desplazar manualmente mediante la palanca *J*, permitiendo, al comunicar ambas caras del émbolo, el afloje de los frenos que activa este cilindro. Esta palanca suele estar unida al bastidor, en lugar conveniente, mediante un trozo de alambre de poco diámetro.

Frenos

El vástago *M* es al que actúa sobre el balancín que transmite el esfuerzo, y posee una guarnición de caucho *F* que garantiza su estanqueidad.

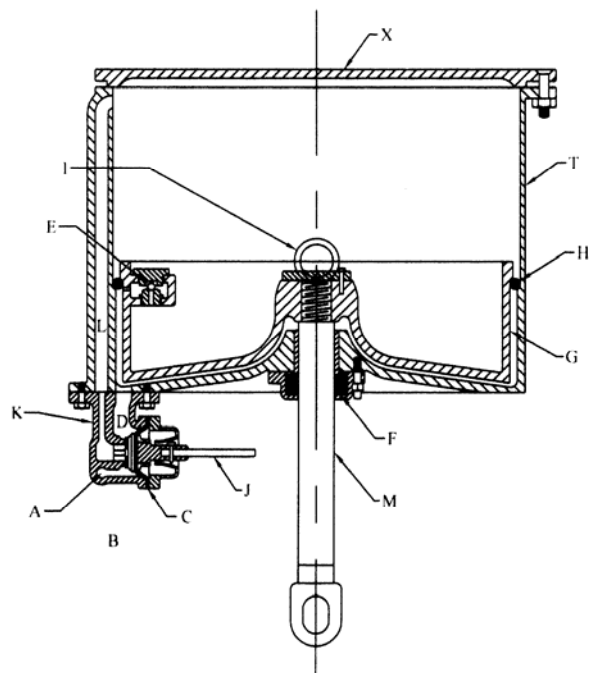


Figura 767 – Cilindro de freno con recipiente de vacío separado – Posición de frenos flojos

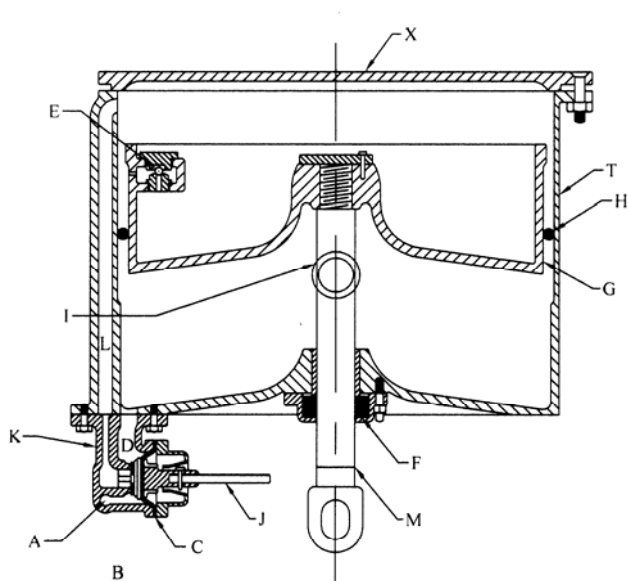


Figura 768 – Cilindro de freno con recipiente de vacío separado – Posición de frenos aplicados

Las figuras 767 y 768 corresponden a un cilindro de freno con recipiente de vacío separado, tal como los que se utilizan en locomotoras y ténderes. Están unidos a las cañerías general y auxiliar, y a los depósitos de vacío, mediante mangas.

Las letras que identifican sus diferentes elementos son las mismas que las de los cilindros con recipiente de vacío combinado, por lo que no los repetiré. Observar que el cilindro se muestra en otra posición, girado 90°, por lo que muñones y vástagos se muestran en otras posiciones.

Funcionamiento. – Al poner el maquinista en funcionamiento el eyector, éste va formando el vacío por el interior de la cañería general a lo largo de toda la longitud del tren. A la cañería general se unen los distintos cilindros de freno, a través de pequeñas mangas flexibles, conectadas a los cuerpos de las válvulas inferiores, por lo que va extrayendo parcialmente el aire, por los canales *A* y *B*, de la cámara entre la parte inferior del émbolo y la tapa inferior, y por el espacio entre émbolo y cilindro, y a través de un pequeño orificio, sobre la válvula esférica *E*, levantándola de su asiento y extrayendo el aire de la parte superior de los émbolos, depósitos, combinados o separados, a través de las mangas correspondientes, hasta formar en todo el sistema un enrarecimiento de unos 50 ó 55 cm (20 ó 22 pulgadas para las locomotoras inglesas) de altura de la columna de mercurio.

En el proceso de frenado, el maquinista deja ingresar una cantidad de aire a la cañería general. Este aire ingresa en la cañería general, y desde allí a los distintos cilindros de freno. Este aire ingresa a través de las válvulas ubicadas en la parte inferior, y desde allí, por los canales *A* y *B*, a la parte inferior de los émbolos. La pequeña diferencia de presión existente entre ambas caras del émbolo, primeramente aplica la válvula esférica *E* sobre su asiento, manteniendo el vacío en la cara superior y depósitos correspondientes. Esta diferencia de presiones mueve el émbolo hacia arriba, con lo que, al rodar el aro entre émbolo y cilindro, en primer lugar cierra los pequeños orificios que comunican con la parte superior de las válvulas esféricas, aumentando la estanqueidad, y luego sigue ascendiendo y aplicando los frenos. El esfuerzo de frenado depende de la diferencia de presiones (siempre inferiores, o a lo sumo igual a la atmosférica), por lo que la relación de volúmenes entre la parte inferior y la superior del émbolo, comprendiendo también el volumen de los depósitos, y del área de dichos émbolos.

Una vez aplicado el freno, es posible aflojar alguno de los cilindros mediante la válvula inferior, accionada a través de la palanca *J*, y su correspondiente alambre, ya que al hacerlo vencemos la fuerza que puede hacer el diafragma *C* sobre la válvula plana correspondiente, lo que permite comunicar la parte superior del émbolo con la cañería general.

187. Cilindro de freno de vacío a diafragma. – La figura 769 representa un cilindro de freno sin aro rodador de caucho. El diafragma *I* reemplaza a dicho aro haciendo a la vez de pistón.

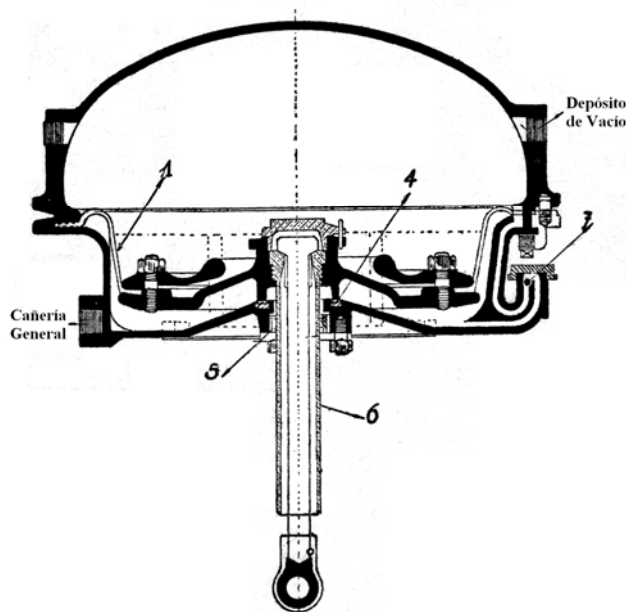


Figura 769 – Cilindro de freno con diafragma

Este cilindro está asegurado por medio de unos soportes rígidos, siendo el vástago del émbolo articulado, adoptándose según el largo de los tiros de freno. Estando el pistón aflojado éste apoya sobre una arandela de caucho *4* haciendo una junta estanca, también el caño *6* a su alrededor lleva una guarnición de caucho *5* permitiendo así un mayor ajuste. Este cilindro lleva un cuerpo de válvula que en su interior lleva una válvula de forma esférica *7*, esta válvula permite la extracción de aire en la parte superior del diafragma y con el recipiente de vacío, y cuando se aplica el freno, impedir que el aire pase a la parte superior; en el caño que une el cilindro de freno y el recipiente de vacío, lleva colocada una válvula para destruir el enrarecimiento cuando esto fuera necesario.

188. Vacuómetro. – En la figura 770 se demuestra el vacuómetro para locomotoras, siendo este vacuómetro doble, indicando la aguja izquierda el enrarecimiento de cañería general y la derecha el de cañería auxiliar. Este vacuómetro está constituido por dos caños de forma elíptica, llevando las mismas piezas de que está construido el manómetro, con la sola diferencia que la construcción de dicho caño del vacuómetro es más ancho y más flexible, para poder ser vencido por la presión que lo rodea, que es la atmosférica del ambiente.

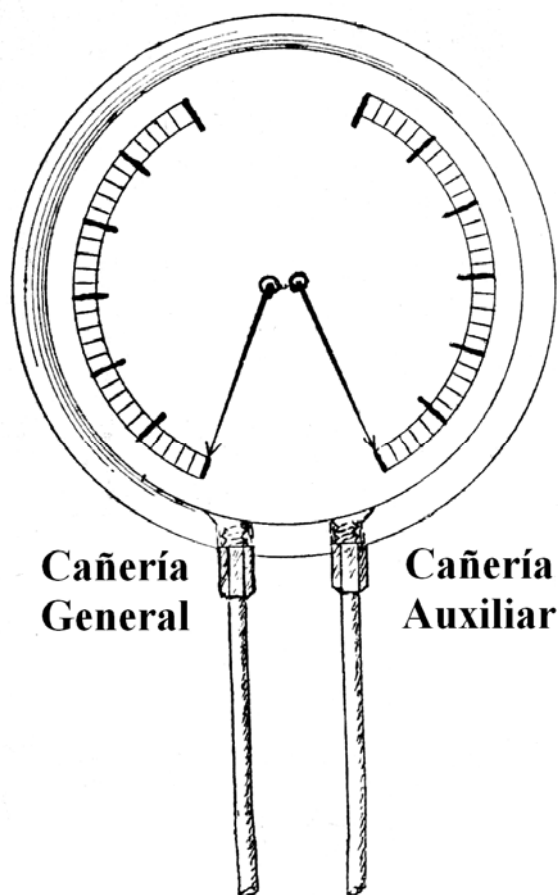


Figura 770 – Vacuómetro doble

Funcionamiento

Al formar el enrarecimiento por medio del eyector de freno, el enrarecimiento se extiende por sus correspondientes cañitos hasta el interior del caño de forma elíptica. La presión del ambiente que rodea a dicho caño lo hace encorvar más; esto es debido a que la parte superior interna es de mayor superficie, siendo menor la parte inferior interna, y por medio de las agujas nos va indicando el enrarecimiento formado.

Este puede ser indicado en la escala de lectura del vacuómetro en pulgadas lineales de mercurio, o en centímetros lineales de mercurio.

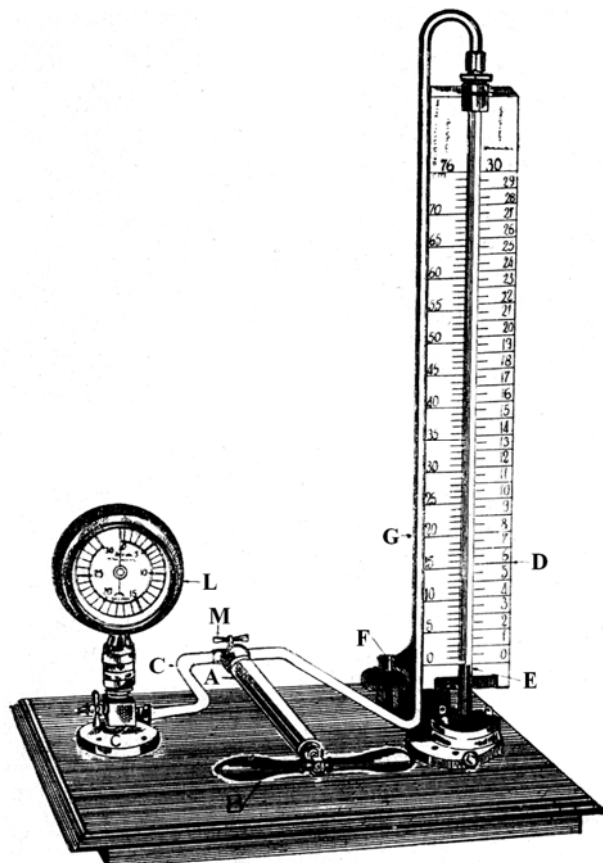


Figura 771 – Prueba del vacuómetro

La prueba de los vacuómetros se hace por medio de una bomba demostrada en la figura 771, siendo: A, el cuerpo de bomba, en el interior de cuyo cilindro lleva colocado un émbolo que hace ajuste perfecto con el cuerpo A. En el émbolo lleva colocado un vástago que va unido con la manija B, un cañito que comunica con el interior del cuerpo y con el cuerpo C. En este último se coloca atornillado el vacuómetro que se quiere controlar; D, placa indicadora en centímetros y en pulgadas; E, columna de vidrio; F, depósito de mercurio; éste comunica con la columna E; la parte superior de la columna E queda comunicada por medio del cañito G con el interior del cilindro A.

Funcionamiento: al estar colocado el vacuómetro en el cuerpo C se procede a tirar de la manija B, haciendo avanzar el émbolo se forma el enrarecimiento gradualmente hasta el interior del caño de forma elíptica del vacuómetro L y por el interior del cañito G y columna E sobre el mercurio en T. La presión atmosférica que obra sobre el mercurio del depósito en F obliga al mercurio a subir por el interior de la columna de acuerdo al enrarecimiento que va formando; si éste hubiera

alcanzado una altura de 15 pulgadas, el vacuómetro también debe marcar 15 pulgadas de enrarecimiento; si éste marcara más pulgadas que las que indica el mercurio en la columna, hay que controlar el vacuómetro, dándosele al sector dentado del mismo más pie; y si éste marcara menos pulgadas que las indicadas por el mercurio, se le debe disminuir el pie del sector dentado; M, es el robinete para que una vez formado el enrarecimiento por medio de la bomba en el interior de la columna se quiera mantener el vacío en ella.

189. Válvulas de acción rápida para el freno de vacío automático. – Esta válvula sirve para mejorar la aplicación del freno a trenes largos, como ser: trenes de carga y transportes, con gran rapidez y sin ocasionar golpes o rotura de enganches. La válvula está colocada sobre el cañería general lo más cerca posible al cilindro del freno y va unida a la válvula de aflojamiento por medio de un tubo de manguera flexible.

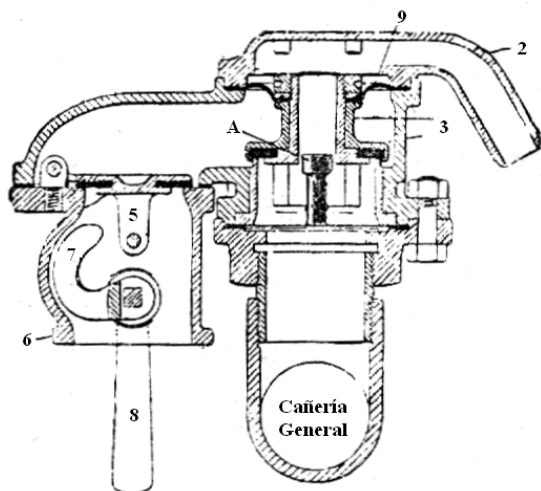


Figura 772 – Válvula de acción rápida.
Posición normal.

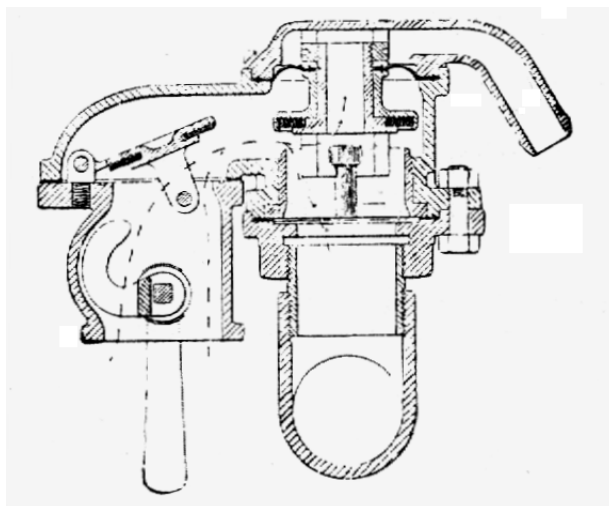


Figura 773 – Válvula de acción rápida.
Posición de funcionamiento.

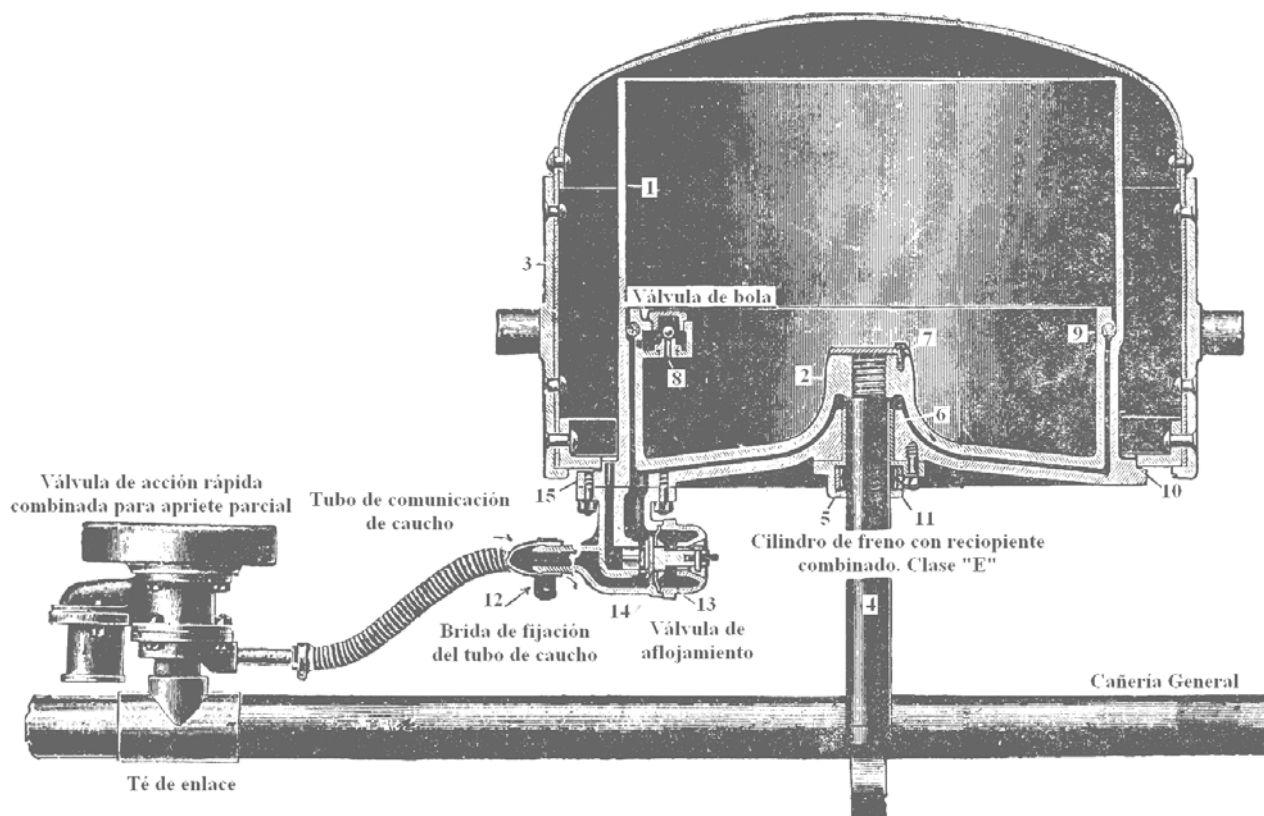


Figura 774 – Instalación típica de la válvula de acción rápida.

La posición normal o de marcha se ve en la figura 772.

Se mantiene un vacío en la parte de abajo de la válvula 3 y en la parte de arriba del diafragma la presión atmosférica pudiendo efectuarse en la parte de arriba de la válvula 3 y en la parte de abajo del diafragma 9 la presión de la válvula 3 excediendo la presión sobre el diafragma, mantiene a la válvula apretada en su asiento.

Cuando se desea poner en acción la válvula de acción rápida se abre completamente el disco de aire, dando así de repente entrada al aire en la cañería del tren y en la parte abajo de la válvula 3; entonces la presión ejercida en la parte inferior del diafragma basta para hacer levantar la válvula 3 y permitir al aire pasar libremente al cilindro del freno y cañería del tren, como se ve en la figura 773.

Tan pronto como esté en plena acción el freno, la válvula, por su propio peso, cae a su posición normal.

Para conseguir una aplicación gradual del freno se admite aire a la cañería del tren en cantidades moderadas. La superficie del pasaje alrededor de la clavija A, está calculada de manera de dejar entrar al cilindro del freno la cantidad de aire necesario para producir una acción simultánea del freno en todos los vehículos del tren.

La válvula 5, desempeña tres funciones:

1º Estando siempre cerrada, excepto durante una aplicación rápida, mantiene la válvula limpia y la preserva de la tierra (figura 774).

2º En caso de pérdida en el diafragma 9, o en la base de la válvula 3, la válvula puede cerrarse por medio de la palanca 8 y gancho 7, dejando el freno libre para usarlo comúnmente.

3º Permite que se use el freno sea como freno de acción rápida o como freno de vacío automático ordinario.

190. Aparato eyector de freno de vacío. – Los aparatos eyectores pueden ser de varios tipos, y con diferentes sistemas: los hay de dos conos concéntricos, de dos conos superpuestos, de tres conos superpuestos, uno grande y dos chicos, y hasta de cinco conos iguales, uno de mantener el vacío en marcha, uno para mantener el vacío en la cañería auxiliar, y tres que funcionan simultáneamente reemplazando al cono grande. Se describirán una serie de aparatos, comenzando por los más antiguos.

191. Aparato eyector Gresham de conos concéntricos. – Uno de los primeros aparatos utilizados fue el eyector combinado de Gresham, compuesto de dos conos concéntricos, uno interior *i*, figuras 775 y 776, pequeño, poco enérgico, que funciona constantemente para mantener el enrarecimiento en la cañería general, cuando se quieren mantener los frenos flojos, a pesar de las pequeñas entradas de aire, inevitables, por las juntas, cuyo gasto de vapor se regula por medio de un pequeño robinete de paso *a*, que toma el vapor directamente del tubo de vapor *v*.

El eyector grande exterior *e*, más enérgico, recibe el vapor de la caldera por el tubo *v*; regulado su gasto de vapor y, por consiguiente, su energía por medio de una válvula de mariposa, que se acciona por una manivela, que cuando ocupa la posición *m* está cerrada; si desde esta posición se va llevando hacia *m'*, va abriendo gradualmente el paso del vapor hasta la posición *m'*, en que queda totalmente abierta, produciéndose, como es consiguiente, aspiraciones de aire del tubo *c* por *d* a la chimenea por la tubería *t*, mediante la corriente de vapor que pasa por el espacio *e*.

El tubo *v* de toma de vapor tiene antes de su inserción en la caldera una llave de paso, que sirve para aislar este aparato cuando hay que corregir en él algún defecto o en las largas paradas, y para regular inicialmente el gasto de vapor, para regularlo después, solamente con la manivela *m*. Esta misma manivela, desde la posición *m*, si se sigue bajando para abajo hacia *m''*, en todo su recorrido permanece cerrada la admisión de vapor, pero, en cambio, por una disposición particular se da entrada gradualmente al aire en la tubería general.

Esta entrada de aire se da por medio de un disco que es solidario del eje de la manivela, que gira con ella sobre otro disco fijo en el cuerpo del eyector; en el primero hay distribuidos en su superficie una serie de orificios, y en el segundo unas ventanas que desde la posición *m* de la empuñadura de gobierno, en que ningún taladro coincide con la ventana, a medida que ésta se va llevando hacia *m''* se va estableciendo comunicación progresivamente, hasta que en la posición *m''* queda abierto el paso del aire al máximo.

De la parte inferior del eyector, de su cámara de vacío *d*, con interposición de una válvula de retención, parte la cañería auxiliar de pequeño diámetro *b*, que pone en comunicación esta cámara con la parte superior de los cilindros de freno de la máquina y tender y el recipiente de vacío.

Cuando se hace funcionar el eyector grande, se enrarece el aire por igual en la tubería general *c* y en la cámara *d*; pero cuando la manivela se baja a las posiciones entre *m* y *m''*, esta cámara se pone en comunicación con el eyector pequeño, que continúa manteniendo el vacío en las expresadas partes superiores de los cilindros de la máquina, tender y recipiente de vacío; cuando la manivela está en posición *m*, el eyector pequeño mantiene el vacío en la tubería general.

En la cámara de vacío del eyector grande, por encima del punto por donde recibe las entradas de aire para destruir el vacío y apretar los frenos, hay una válvula de retención para mantener éste.

De la cámara de vacío *d* parte verticalmente un tubo de poco diámetro *s*, provisto de un robinete llamado de purga, que sirve para evacuar el agua de condensación que pueda acumularse.

El tubo *c*, del que parte horizontalmente hacia la máquina y hacia el tender la cañería general, se prolonga inferiormente, y en su extremidad tiene un ensanchamiento formando una cámara, donde se acumula el agua de condensación de las diversas tuberías que a él afluyen, que es evacuada automáticamente por medio de una ingeniosa disposición (se utilizan válvulas similares en todos los eyectores que se describirán en este trabajo).

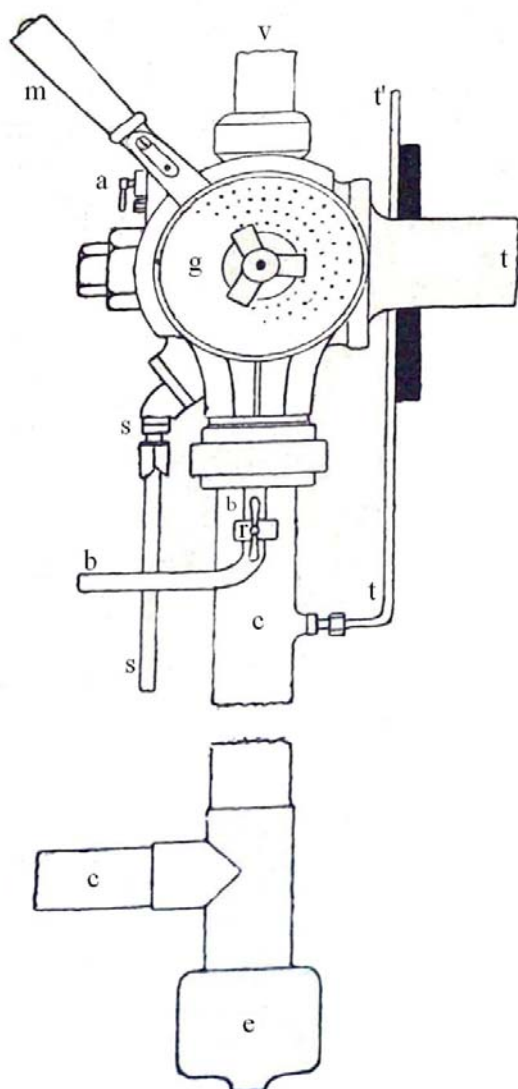


Figura 775 – Ejector Gresham de conos concéntricos.
Vista lateral

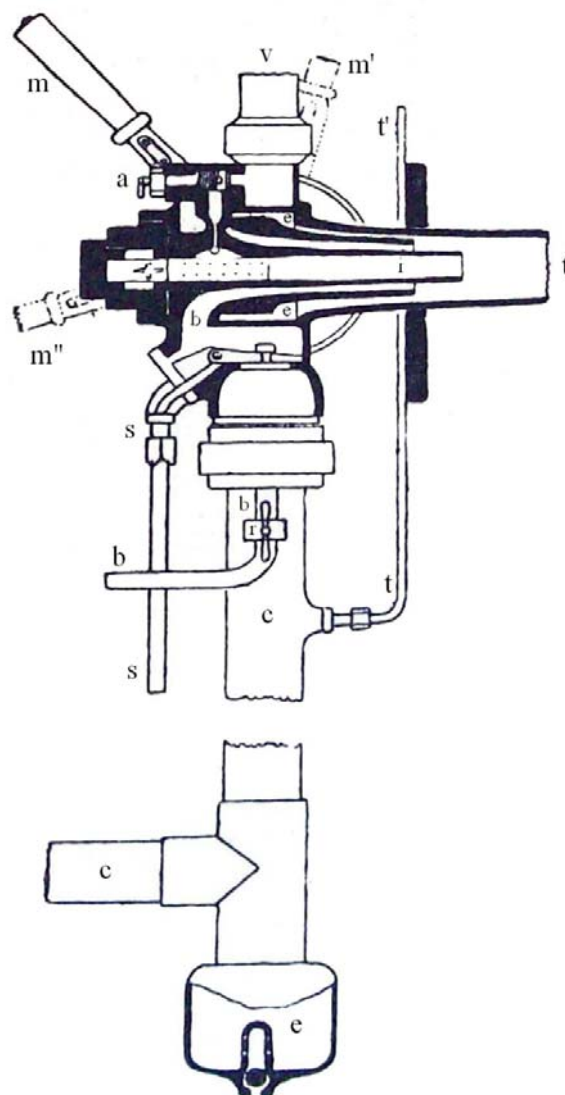


Figura 776 – Ejector Gresham de conos concéntricos.
Vista en corte

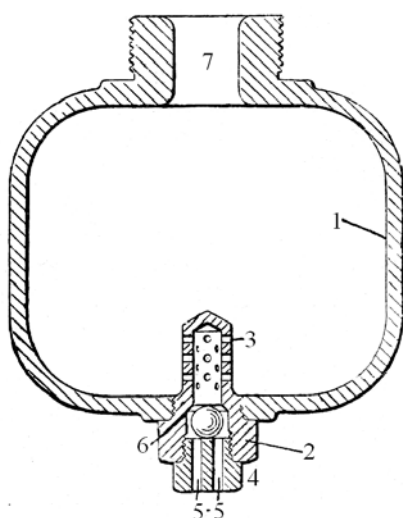


Figura 777 – Válvula de purga.

La válvula purgadora consiste en una pequeña esfera de bronce 2, la cual va colocada dentro de una jaula 3 del aparato 1, figura 777, y va en la parte más baja de la cañería de la máquina.

El objeto de esta válvula es evacuar el agua producida por la condensación o que accidentalmente entrase a la cañería; su funcionamiento es el siguiente: cuando funciona el aparato del freno la válvula se halla en el punto más bajo de la jaula, quedando al descubierto cuatro pequeños agujeros 5 practicados en la tapa de la misma 4 y por los cuales tiene lugar la evacuación: al hacer el vacío en la cañería la presión atmosférica levanta la válvula y la ajusta en la parte 6 y mientras hay vacío en la cañería permanecerá haciendo junta por la parte superior, y en el momento de destruir el vacío la válvula vuelve a su posición primitiva, es entonces cuando tiene lugar la evacuación del agua.

El tubo *t* es el que pone en comunicación la tubería general de conducción con el tubo Bourdon, correspondiente a la aguja de la izquierda del vacuómetro, que señala el grado de enrarecimiento en la parte inferior de los cilindros de freno.

La instalación del aparato en la máquina y tender se representa en la figura 778.

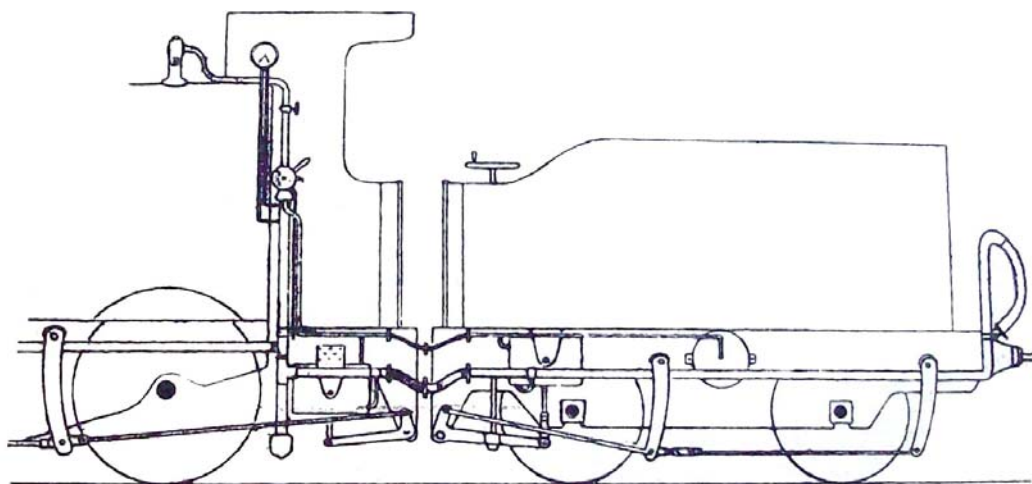


Figura 778 – Instalación típica

El eyector está situado dentro de la cabina, sobre el aparato de cambio de marcha, a una altura propia para maniobrar su manivela cómodamente, y el doble vacuómetro en sitio muy visible. De la parte central del eyector parte horizontalmente un grueso tubo, que conduce el vapor y el aire arrastrado a la chimenea.

Por la parte superior recibe el tubo de toma de vapor de la caldera, con su correspondiente robinete de paso. De la parte inferior parten tres tubos; el más grueso, vertical, atraviesa la plataforma y termina en una cámara donde está alojada la válvula de purga. En el espacio comprendido entre la plataforma y esta válvula parte horizontalmente la cañería general.

Otro tubo de menor diámetro parte de la cámara de vacío del eyector y pone en comunicación a ésta con el recipiente de vacío del tender y las campanas de los cilindros de freno de la máquina y tender. Otro tercer tubo de pequeño diámetro es el tubo purgador del eyector.

Del tubo vertical de la cañería general parte un tubo de poco diámetro, que se conecta con el tubo Bourdon del vacuómetro correspondiente a la aguja de la izquierda.

Otro tubo delgado pone en comunicación el tubo auxiliar de comunicación que une el recipiente del vacío y parte superior de los cilindros de la máquina y tender con el tubo Bourdon del vacuómetro correspondiente a la aguja de la derecha.

Los cilindros de la máquina y tender tienen también válvula esférica, pero sin jaula diafragma ni palanca de descarga, pues se obtiene la igualdad de presiones sobre ambas caras de los émbolos, cuando se desea suprimir el freno, abriendo un pequeño robinete que hay en el tubo, que pone en comunicación la cámara de vacío del eyector con la parte superior de los cilindros y recipiente de vacío, por cuyo medio, penetrando el aire por dicho robinete, destruye el vacío de dichas cámaras, los émbolos descienden y los frenos se aflojan.

Funcionamiento. – El modo de funcionar con el eyector es sencillo. Regulado prudencialmente el paso del vapor por la válvula de la toma de vapor de la caldera, se lleva la manivela de gobierno a la posición m' , hasta que en el doble vacuómetro marquen 50 centímetros las dos agujas; conseguido esto, se lleva la manivela a la posición neutra m , y se observa si se mantiene el enrarecimiento en la tubería que marca la aguja de la izquierda; si la pérdida es de poca consideración, se gradúa por medio del robinete de paso al gasto de vapor del pequeño eyector i , hasta que este enrarecimiento se mantenga, con lo cual ya tenemos el freno dispuesto a funcionar; para dar éste, no hay más que bajar la manivela proporcionalmente al freno que se desea obtener, y obtenido éste, llevar la manivela rápidamente a la posición neutra m ; si se quiere destruir el freno en parte, se lleva desde esta posición la manivela hacia arriba, hacia la posición m' , y funcionando el eyector volverá a enrarecer el aire en la cantidad que se desee o se destruirá todo el freno, llevando la manivela a fondo m' . Según lo que antecede se ve que puede moderarse el freno en todos los grados y límites, y el aparato se encuentra siempre dispuesto a responder con toda su energía en cualquier momento.

Este sistema de freno presenta las siguientes ventajas:

- ✓ Su acción es casi instantánea, pues la propagación de su energía a lo largo del tren es de unos 266 metros por segundo, que es la velocidad con que circula el aire por el tubo.
- ✓ Es sencillo y de fácil manejo.
- ✓ Se puede aplicar en cortos intervalos y aflojarlo, sin disminuir su potencia, pues el enrarecimiento de la parte superior de los cilindros de freno no se destruye nunca.
- ✓ La menor avería se anuncia inmediatamente por un aprieto del freno acompañado de una indicación de la aguja del vacuómetro, es decir, que precisamente en caso de avería se aprietan los frenos, y de un modo enérgico cuando se desacopla cualquier boquilla de empalme; por esto es perfectamente automático.
- ✓ La presión de las zapatas sobre las llantas de las ruedas puede aumentarse o disminuirse a voluntad, sin separar aquéllas de éstas.
- ✓ Apretado el freno con cierta presión continuamente en la bajada de una pendiente, queda energía de reserva para efectuar una parada rápida.
- ✓ Puede maniobrar el freno, además del maquinista, cualquier empleado desde los furgones, y aun servir como aviso o demanda de socorro por medio de pequeñas válvulas de entrada de aire colocadas en los vehículos.
- ✓ Como la presión atmosférica obra en la cañería general y aparatos de fuera adentro, los acoples de las boquillas de empalme se mantienen por sí solas, y las rótulas no están expuestas a roturas.
- ✓ Los rozamientos de la transmisión de energía están reducidos al mínimo.
- ✓ Es el más económico de los frenos continuos.

Uso y manejo del freno. — La máquina debe acoplarse al tren por lo menos cinco minutos antes de la hora de salida, e inmediatamente se debe hacer funcionar el eyector, con lo cual, obrando la presión atmosférica sobre los diafragmas de las jaulas, éstas se introducen en la cámara, dejan a la válvula esférica en libertad y cae sobre su asiento.

Se llevará el enrarecimiento en el tubo hasta que las dos agujas del vacuómetro marquen 50 centímetros; se lleva la manivela a posición neutra y se gradúa el gasto del pequeño robinete que alimenta de vapor el pequeño eyector hasta conseguir que las agujas queden estacionadas; mientras, un empleado del recorrido debe vigilar el tren, para comprobar si las jaulas están en posición y si las zapatas están separadas de las ruedas. Manteniéndose a 45 cm cinco minutos hay seguridad de un buen funcionamiento.

Después se dan entradas de aire y se observa el movimiento que toma la aguja de la izquierda del vacuómetro.

Si no se pudiera sostener fácilmente el enrarecimiento con el pequeño eyector, se desacopla el tubo del tender al tren y se hace un ensayo con la máquina aislada; si entonces funciona bien hay la seguridad de que el defecto está en el tren; se vuelve a acoplar el tubo al tren y se vuelve a hacer el vacío; los empleados del recorrido son los encargados de hallar la avería, corregirla ó disponer el aislamiento del cilindro, si la avería reside en él, o quitar el vehículo si está en el tubo de conducción.

Durante la marcha puede ocurrir que un vagón se frene; lo más rápido es aislarlo de la conducción general, cerrando la llave que pone al cilindro en comunicación con ésta y sacar la jaula de su posición normal, con lo cual queda este vehículo sin freno; pero su tubería sirve de comunicación.

Si, por el contrario, no se pudiera sostener el vacío, en la primera parada se buscará dónde está la entrada del aire, acoplando sucesivamente las mangas de varios vagones a sus pitones hasta dar con el vagón averiado; si la avería es en el cilindro se aísla éste como hemos dicho; si es en el tubo de conducción hay que prescindir del freno de éste y de los vagones posteriores, a los cuales se les correrán las jaulas, hasta una estación donde se pueda cambiar el vehículo averiado.

En todas las estaciones donde se aumenten unidades al tren se harán las mismas pruebas, hasta cerciorarse de que el vagón o vagones aumentados tienen el freno útil.

Frenos

Para hacer funcionar el freno en marcha no hay más que llevar la manivela desde la posición neutra hacia abajo con suavidad, para evitar reacciones y choques, volviéndola a la posición neutra cuando se ha obtenido el freno deseado y quiere mantenerse, o hacia la posición vertical suavemente cuando quiere destruirse, hasta que la aguja queda marcando la misma depresión, volviendo entonces la manivela a posición neutra.

De este modo, por una simple maniobra de la manivela se domina en absoluto la velocidad del tren, manteniendo en las pendientes una velocidad constante y siempre el máximo de energía disponible para parar rápidamente en un momento dado.

En caso de peligro se verificará la parada, bajando la palanca con relativa rapidez, para que a la vez funcionen las válvulas aceleradoras de los furgones, parada rápida que, en un tren compuesto de 15 vehículos, puede verificarse marchando a 50 kilómetros por hora en 150 a 200 metros.

Las detenciones deben realizarse gradualmente, haciéndose con anterioridad dueño de la velocidad, destruyendo de 10 a 25 centímetros en la aguja izquierda, manteniéndolo así hasta un momento antes de la parada, que se da una nueva entrada de aire, llevando después la manivela a su posición neutra, encargándose el pequeño eyector durante la parada de destruir el freno, o aflojándolo si fuese necesario; antes de la puesta en marcha se empleará el eyector grande en las paradas de corta duración.

Cuando se marcha con doble tracción, generalmente el maquinista de la máquina de cabeza es el encargado de hacer funcionar el freno; la segunda máquina se incluye en el tubo general de conducción, conservando la manivela en posición de marcha; su freno y el de todo el tren será accionado por el eyector de la primera máquina; sin embargo, no hay inconveniente en que el eyector de la segunda máquina coopere con el eyector de la primera o él solo haga funcionar el freno.

El eyector tiene en el eje de la manivela un prensa-estopas, cuya empaquetadura hay que cuidar y renovar con frecuencia.

El disco-válvula o la válvula de admisión de vapor del eyector grande tienen un engrasador, que debe lubricarse cuidadosamente con muy poca grasa, de la misma clase que la que se usa para los distribuidores. Se procurará mantener las tuberías y cilindros de freno en el mejor estado posible.

La válvula de purga, situada en la parte inferior del tubo grueso, del que parte la cañería general, debe registrarse y limpiarse frecuentemente, para evitar que se cargue de agua, sacando el barro que se haya depositado y teniendo la válvula muy limpia, para que no dé entrada al aire dentro del tubo por virtud de un mal ajuste. El tubo purgador del eyector y su llave de paso deben estar limpios y abiertos para funcionar libremente.

Al entrar en depósito es buena costumbre desacoplar las rótulas entre la máquina y tender, por si se ha depositado agua en la tubería y en el depósito de vacío, pues el agua acumulada en los cilindros y robinetes entorpece su funcionamiento.

Al hacerse cargo de una máquina deben probarse el freno de la máquina y tender, sosteniendo un enrarecimiento en las dos caras de los émbolos de freno de 50 centímetros, durante cinco minutos, con la llave del pequeño eyector cerrado y la manivela en punto muerto, después de hacer funcionar el freno en sus varias fases. Obsérvese que este eyector carece de válvula graduadora de vacío, por lo que el mantenimiento de un enrarecimiento constante depende de la habilidad del maquinista.

192. Válvula automática de furgón. – Esta válvula, figura 779, va colocada en el interior del furgón en los trenes de pasajeros, al alcance del guarda, para que éste pueda detener el tren en cualquier momento por desperfectos o peligro durante la marcha del mismo.

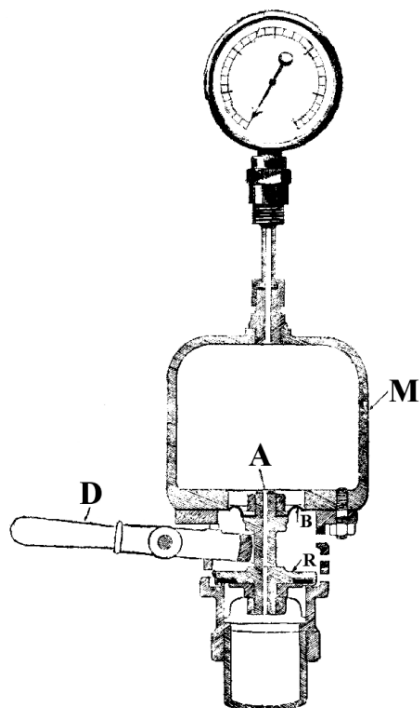


Figura 779 – Válvula Automática de Furgón

Está compuesta por un recipiente de vacío *M*, que está siempre comunicado, por medio de un pequeño canal *A* que atraviesa el vástago de la válvula, con cañería general; en la parte superior, el vástago ajusta a una membrana de caucho *B*, uniendo ésta en su alrededor con el recipiente, quedando en esta forma el aire del ambiente aislado del recipiente *M*; una custodia con sus correspondientes perforaciones, para permitir el aire del ambiente sobre la válvula *E* y debajo del diafragma *B*; una palanca *D* permite el levantamiento de la válvula manualmente; en la parte superior del diafragma lleva colocado un vacuómetro para indicar al conductor el enrarecimiento formado en la cañería general del tren.

Funcionamiento – Mientras no se haya formado enrarecimiento en la cañería general del freno, esta válvula, por su propio peso, se encuentra en su asiento; al formar el enrarecimiento por cañería general, se forma a la vez debajo de la válvula *R* y por el pequeño canal del vástago de la válvula se extiende el enrarecimiento al recipiente *M* y al vacuómetro; la presión atmosférica comunicada por las perforaciones de la custodia obra sobre la válvula *R* y debajo del diafragma *B*; cuando se hacen aplicaciones de freno graduales, esta válvula se mantiene en su asiento; esto es debido a que el poco aire que ingresa a la cañería general destruye gradualmente el enrarecimiento en la misma, y gradualmente por el pequeño canal en el recipiente *M*, en igual proporción que en cañería general.

Haciendo una aplicación rápida de frenos, el aire en gran cantidad que pasa a cañería general destruye con más prontitud el enrarecimiento en la misma y debajo de la válvula *R* cuando las presiones en ambas caras de la válvula *R* están próximas al equilibrio, la presión atmosférica que obra debajo del diafragma *B* levanta de su asiento a la válvula *R*, quedando ésta levantada hasta que se haya destruido el enrarecimiento en el recipiente *M*; este recipiente está con el fin de que la válvula sea más liviana para su desplazamiento cuando se utiliza la palanca *D*. En caso de rotura total del recipiente *M* se procede a condenar el pequeño canal *A*. En estas condiciones, la válvula deja de ser automática.

193. Aparato eyector Clayton tipo "C". – Este eyector de frenos, más moderno que el visto anteriormente, está construido con conos concéntricos. En las figuras 780 y 781 se muestra el cuerpo externo del eyector, y en las figuras N° 782 y 783 está el mismo, seccionado.

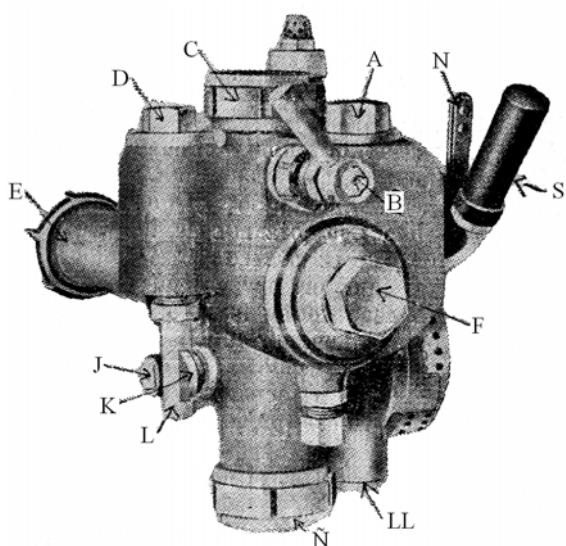


Figura 780 – Eyector Clayton tipo "C"
Vista posterior

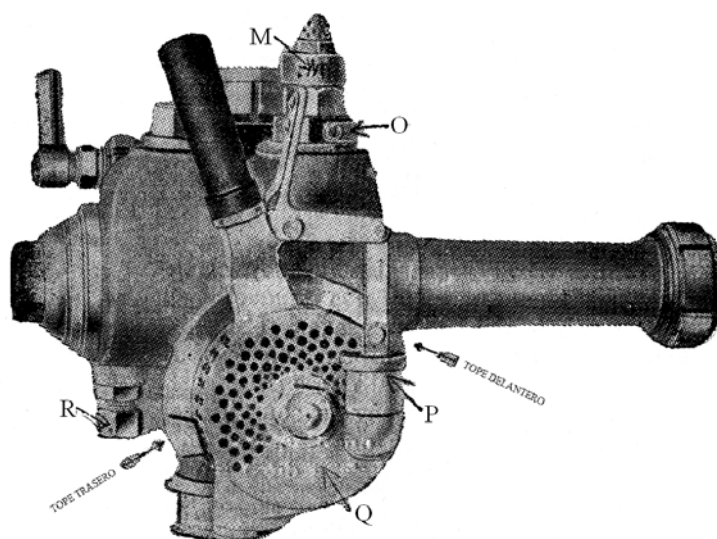


Figura 781 – Eyector Clayton tipo "C"
Vista lateral

Este aparato se compone de dos conos concéntricos *F*; que están uno dispuesto dentro del otro, teniendo éstos cuatro lumbreras que son dos de vapor y dos de extracción, dispuestas en esta forma: la primera de la tapa hacia la tobera, es de extracción del cono grande; la segunda, del cono chico; la tercera, de vapor al cono chico; la cuarta, de vapor al cono grande. Sus partes son: *B*, llave de vapor al cono chico; *D*, válvula de vapor al cono grande; *A*, válvula de retención de aire al cono grande; *J*, eje que atraviesa el aparato, fijo al disco repartidor de aire; *K*, excéntrica, fija al eje *J*; *L*, vástago, que desplaza la válvula *D*; *LL*, nacimiento de cañería auxiliar; *Ñ*, nacimiento de cañería general; *N*, palanca de la válvula auxiliar; *S*, manija del disco repartidor de aire; *C*, unión del tomavapor de la caldera al cuerpo del aparato; *E*, tobera; *M*, válvula graduadora de vacío; *Q*, disco repartidor de aire; *R*, purga del cono grande; *P*, válvula auxiliar; *O*, válvula de desahogo.

Al abrirse el paso de vapor de la caldera, el vapor pasa al aparato formando cámara al frente de la válvula de paso de vapor del cono chico y sobre la válvula de paso de vapor para el cono grande. El distribuidor de este aparato tiene las mismas características de construcción que el "Gresham" y tiene tres posiciones: 1ª Frenos aflojados; 2ª Marcha, y 3ª Frenos aplicados.

Armar freno – Se abre el tomavapor de la caldera; el vapor viene por su correspondiente caño al cuerpo del aparato, haciéndose presente sobre la válvula *D* y al frente de la válvula *B*, y se pone el disco en la posición que demuestra la figura 781, para comunicar así el aparato con la cañería general.

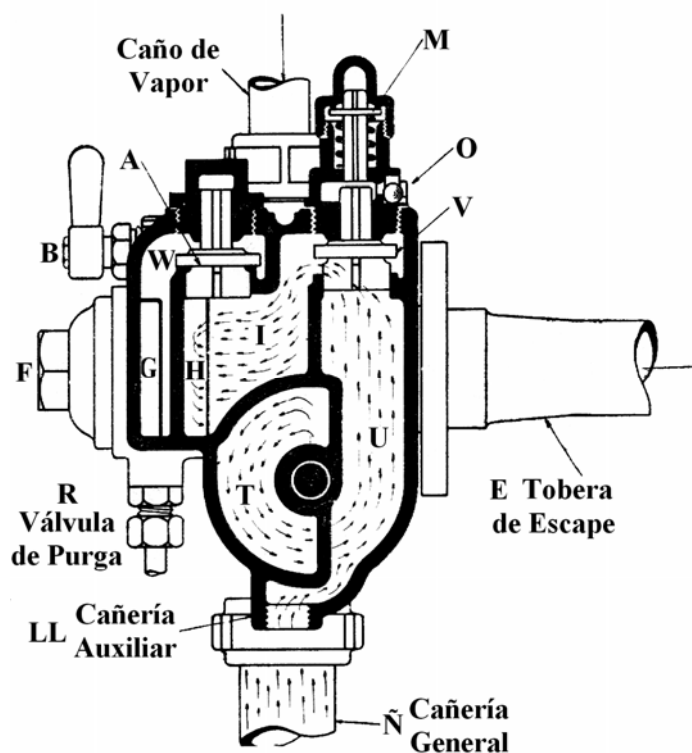


Figura 782 – Funcionamiento del eyector con el cono chico.

los cilindros, y recipientes de vacío, de todos los equipos de la instalación del tren, hasta el tapón terminal de cañería general, hasta formar un enrarecimiento equivalente a más o menos 50 centímetros de altura de la columna mercurial, estando así los frenos aflojados y dispuestos para las aplicaciones.

El aire de la cañería auxiliar, estando en funcionamiento el eyector chico, es extraído en cualquiera de las tres posiciones que se encuentre el disco distribuidor; el disco distribuidor enlaza un eje que atraviesa al aparato y su extremidad opuesta une una excéntrica que se enlaza por un pequeño vástago y éste obra debajo de la válvula de paso de vapor para el cono grande, para levantar a la válvula mediante el gobierno del disco.

Estas dos cámaras *U* y *T*, quedan comunicadas entre sí estando el disco en primera o en segunda posición; en tercera posición la concavidad del disco queda cubriendo a la lumbrera de la cámara *U* para permitir la extracción por cañería auxiliar; las perforaciones del disco permiten el paso del aire por su correspondiente lumbrera a la cámara *T*, a cañería general, *Ñ*, cámara *I*, esta cámara comunica sobre la válvula *V*, y frente interno de la válvula *A* y con la lumbrera de la extracción del cono chico *H*; *W*, canal que comunica la parte superior de la válvula *A* con la lumbrera *G* siendo ésta la lumbrera de extracción del cono grande, la válvula de extracción y retención de cañería auxiliar no es indicada en el dibujo. Además, en este eyector, los conos tienen una sola cámara de extracción; ésta es la parte interna del cono, ya sea del cono chico o del cono grande.

Estando en funcionamiento el aparato con el cono chico, las válvulas que se levantan de su asiento para dar paso al aire son: la válvula *L* y la válvula de retención de cañería auxiliar, y cuando el disco está en posición freno aplicado, éstas toman la misma posición; la válvula *G*, de retención y extracción del cono grande, toma asiento estando el eyector chico en funcionamiento y el disco distribuidor en las posiciones de marcha o de freno aplicado, para evitar el círculo de vapor por la lumbrera *P* al interior del cono grande.

Al hacer una aplicación total de frenos, se corta la extracción del aparato por medio de la concavidad del disco con cañería general, y se comunica la cañería general con la atmósfera, pasando el aire por las perforaciones del disco y lumbreras a cañería general debajo de los émbolos de los cilindros de máquina y tender en igual forma en los cilindros de todos los vehículos del tren, quedando el eyector chico manteniendo el enrarecimiento por cañería auxiliar en la parte superior entre émbolo y tapas de los cilindros y recipientes del vacío de máquina y tender.

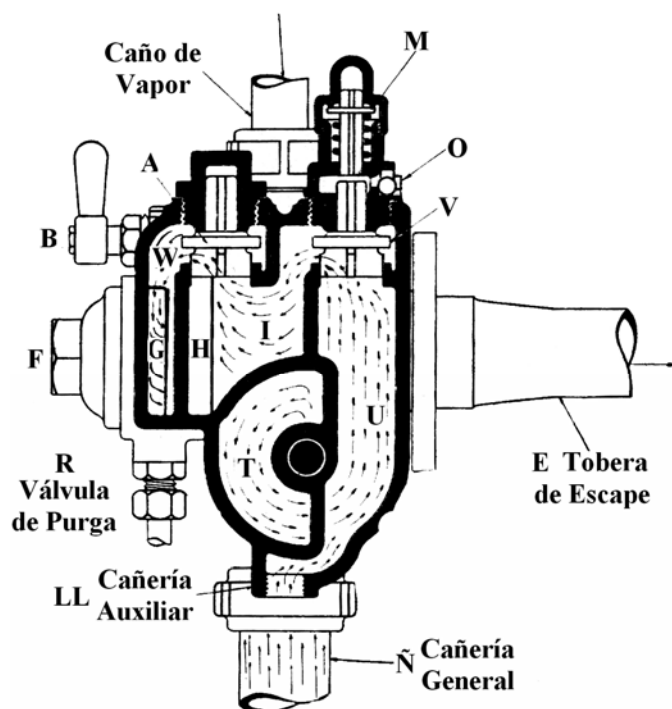


Figura 783 – Funcionamiento del eyector con el cono grande.

de la concavidad del disco indirectamente en la cámara *T* a cañería general. Cuando se hace una aplicación total de frenos, llevando el disco a posición freno aplicado, todas las válvulas que se encontraban, levantadas toman asiento, los frenos de los cilindros de máquina y tender quedan aplicados por medio del enrarecimiento existente en la parte superior de los émbolos y recipientes de vacío o sea quedan aplicados como lo están los frenos de todos los vehículos del tren.

Todas las locomotoras originales de la Compañía General tenían instalado este eyector de frenos. Las locomotoras serie 600, incorporadas en 1931, tuvieron instalados eyectores Gresham Dreadnought.

194. Aparato eyector Gresham Dreadnought. – Este aparato eyector de freno, figuras 784 y 785, cuya capacidad de extracción, a pesar de ser bastante antiguo, cumple con los requerimientos necesarios, se compone de dos eyectores, uno chico, de 20 mm de diámetro, y otro grande, de 30 mm de diámetro, colocados en forma superpuesta. El eyector chico se utiliza para mantener el enrarecimiento durante la marcha del tren, compensando las posibles pérdidas del sistema, y el eyector grande es utilizado para formar inicialmente el vacío, o para formarlo más rápidamente luego de una aplicación de frenos.

El funcionamiento de ambos eyectores es igual, con la sola diferencia de su tamaño, y por consiguiente de su capacidad de extracción. Los conos poseen una pequeña tobera en su parte central, y están rodeados por un casquillo o contracono, que permite que el vapor sople en forma anular entre cono y contracono, y central a través de la pequeña tobera.

El sistema de frenos de vacío se complementa con un vacuómetro (medidor de enrarecimiento) doble, cuya aguja izquierda marca la depresión en la cañería general, y la derecha marca la depresión en la cañería auxiliar.

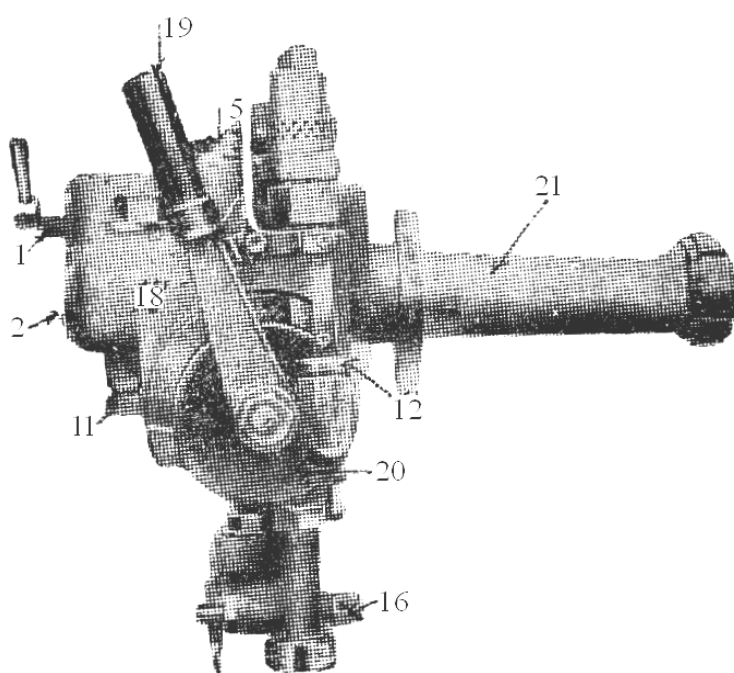


Figura 784 – Eyector Gresham Dreadnought – Vista lateral

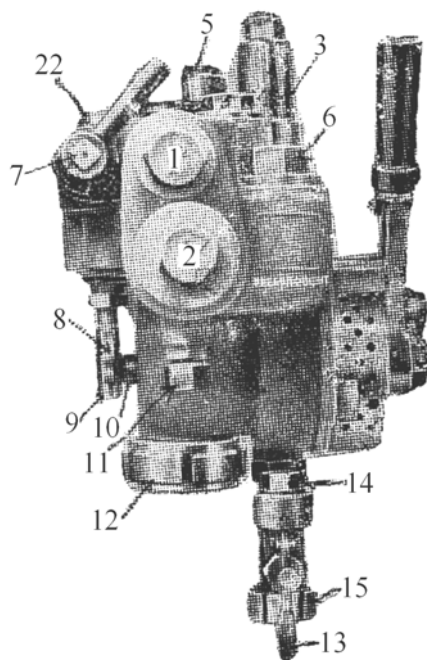


Figura 785 – Eyector Gresham Dreadnought – Vista posterior

Para ser mejor comprendido, se numeran sus piezas: 1 cono chico; 2 cono grande; 3 válvula reguladora de vacío; 4 válvula retención cono grande; 5 unión del caño de vapor a la caldera; 6 válvula retención cono chico; 7 válvula de vapor al cono chico; 8 excéntrica; 9 vástago; 10 eje; 11 purgador del cono grande; 12 unión a cañería general; 13 palanca de la válvula de aflojamiento; 14 válvula retención de cañería auxiliar; 15 unión a cañería auxiliar; 16 unión al vacuómetro; 17 acelerador o válvula auxiliar; 18 cuerpo del aparato; 19 palanca del disco repartidor de aire; 20 disco repartidor de aire; 21 tobera; 22 válvula de vapor al cono grande.

Además la instalación de este freno en la máquina lleva, figura 786: un depósito de vacío 9; una válvula de purga 4; una válvula de doble enchufe 18, en cada cilindro; una válvula de vapor de la caldera 1; un vacuómetro doble 3; una válvula doble en cañería auxiliar entre máquina y tender (figura 787). Los cilindros de la máquina y tender no son iguales a los que llevan los vehículos, sino que llevan los representados en las figuras 767 y 768.

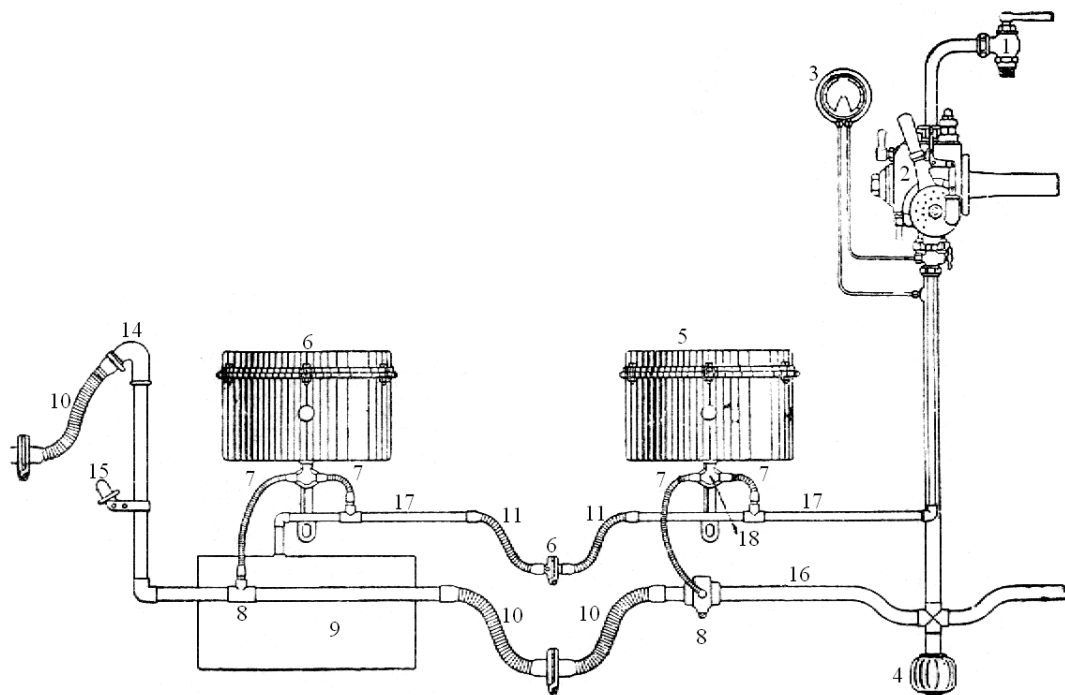


Figura 786 – Instalación típica del eyector Gresham Dreadnought sobre locomotora y tender.

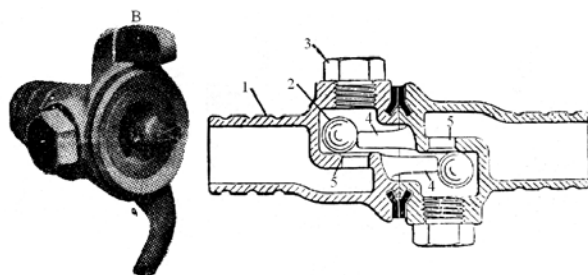


Figura 787 – Conexión de la cañería auxiliar entre locomotora y tender

En la figura 787 se muestran detalles de la conexión correspondiente a las mangas de la cañería auxiliar, entre la locomotora y el tender. En caso de desacople accidental, las bolillas quedan sueltas, liberadas de las espigas que las apartan de los correspondientes agujeros, y pueden obstruir ambas perforaciones, impidiendo que ambos vehículos queden sin frenos. Las boquillas mantienen unidos los extremos de las mangas, pero en caso de sufrir un tirón accidental, se separan sin recibir daños.

Este aparato de freno está provisto de las siguientes válvulas: 6, válvula de retención y extracción del cono chico; 4, válvula de retención y extracción del cono grande; 3, válvula graduadora de vacío; 23, válvula esférica para permitir la descarga de vapor cuando los eyectores no funcionan, en caso de pérdidas de una válvula de vapor, y que las válvulas de retención no cierren herméticamente; 24, válvula de retención y extracción de cañería general; 14, válvula de retención y extracción de cañería auxiliar, para la extracción del aire de la parte superior entre tapa y émbolo de los cilindros de locomotora y tender, y recipientes de vacío, y para impedir el paso de aire cuando se utiliza la válvula auxiliar del disco 17, para aplicaciones graduales; 13, válvula para el aflojamiento a mano; 22, válvula para permitir el paso de vapor al cono grande; esta válvula es levantada por el vástago gobernado por una excéntrica 8, que va unida al eje 10 que atraviesa el aparato, y está unido en su otro extremo al disco distribuidor 20. Estando el disco distribuidor en posición de marcha o en posición de freno aplicado, esta válvula se mantiene sobre su asiento, y al pasar el disco distribuidor a la posición de aflojar frenos, por medio del giro del eje del disco, el vástago levanta la válvula de su asiento, permitiendo el paso de vapor al cono grande; 11, válvula de purga, es de forma esférica, y va colocada en la parte más baja de la cámara del cono grande, para permitir el paso de eventuales condensaciones del aparato; funcionando el cono grande, la presión atmosférica la arrastra hacia arriba, contra su asiento, pero se mantiene abierta cuando sólo funciona el cono chico. Las cámaras B y C, visibles en las figuras 790 y 791, quedan comunicadas entre sí por la concavidad del disco distribuidor 20; el disco lleva una válvula auxiliar 17, para las aplicaciones graduales.

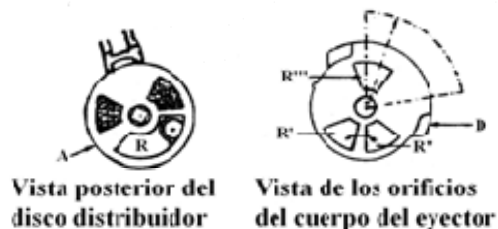


Figura 788 – Vistas de las lumbreras.

En la figura 788 está representado el disco distribuidor 20, siendo *R* la concavidad del disco. En la vista *D*, se indican las lumbreras del cuerpo del aparato, siendo *R'* lumbrera de extracción; *R''* lumbrera de extracción; *R'''* lumbrera de aplicación; las lumbreras *R'* y *R''* quedan comunicadas entre sí, en las posiciones de aflojar frenos y de marcha.

En la posición de freno aplicado, la concavidad del disco queda comunicada con la parte superior de la válvula de retención de la cañería auxiliar. El disco distribuidor tiene tres posiciones: 1ª Posición de aflojar frenos (15° de la posición vertical, hacia delante). 2ª Posición de marcha (20° de la posición vertical, hacia atrás). 3ª Posición de frenos aplicados (20° de la posición horizontal hacia abajo).

La válvula 3, graduadora de vacío, tiene por finalidad uniformar todos los aparatos de freno a un mismo grado de enrarecimiento, ya que estos aparatos tienen una capacidad de extracción mayor al régimen establecido para este sistema de frenos. De esta forma se evitan inconvenientes, tales como, si una locomotora hubiera dejado un tren habiendo aplicado los frenos con un vacío formado equivalente a 60 cm, al enganchar otra que formara un vacío máximo de 55 cm, los frenos quedarían aplicados con una diferencia de presiones de 5 cm, debiéndose entonces recorrer el tren, aflojando manualmente los frenos de todos los vehículos.

A continuación se describe el funcionamiento de este eyector:

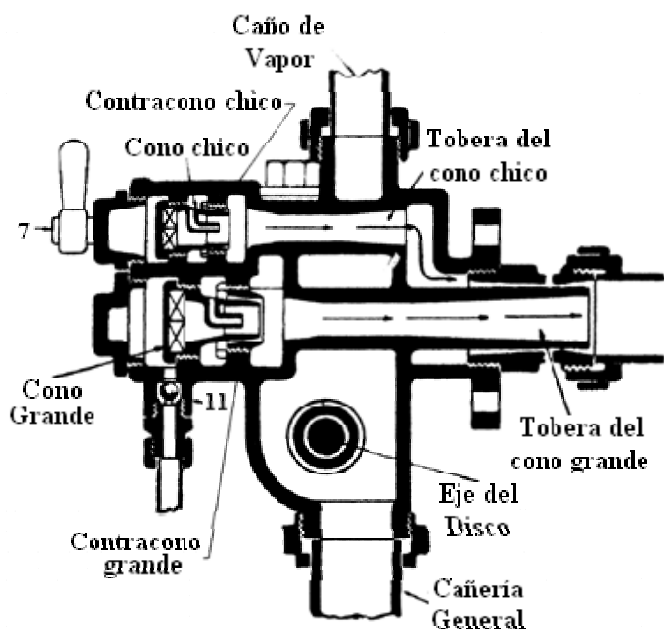


Figura 789 – Disposición de los conos.

En la figura 789 se muestra la disposición de ambos conos. Cada uno de ellos está compuesto por el cono en sí, que posee una pequeña tobera central, y un contracono que permite que al admitir vapor en la lumbrera central, éste pueda soplar en forma central y anular, hacia la tobera, arrastrando el aire de la lumbrera de la derecha.

La admisión de vapor al cono chico está gobernada por el correspondiente grifo toma-vapor 7, y al cono grande por la válvula de admisión 22, que está gobernada por la posición del disco, a través del vástago del eje del disco 9.

Obsérvese que la descarga del vapor y los gases del cono chico presenta restricciones y curvas que dificultan su funcionamiento.

Funcionamiento con el eyector chico (figura 790) – Estando las mangas colocadas en sus respectivos tapones, en ambos extremos, se coloca el disco distribuidor en posición de marcha. Se abre el paso de vapor de la caldera; el vapor pasa a formar cámara sobre la válvula 22 de vapor del cono grande y frente a la válvula 7 de vapor del cono chico. Al llevar la manija de esta válvula de derecha a izquierda, la presión del vapor desplaza la válvula y pasa por su correspondiente canal alrededor del cono chico, soplando en forma anular entre cono y contracono, y central a través de la pequeña tobera interior, arrastrando al aire de las cámaras anterior (entre el cono y la tobera) y posterior (entre el cono y la tapa). El vacío producido se propaga sobre la válvula 6 de retención y extracción del cono chico, levantándola, y debajo de las válvulas 4, de extracción y retención del cono grande; 3, graduadora de vacío, y frente a la válvula 23 de descarga, manteniéndolas cerradas.

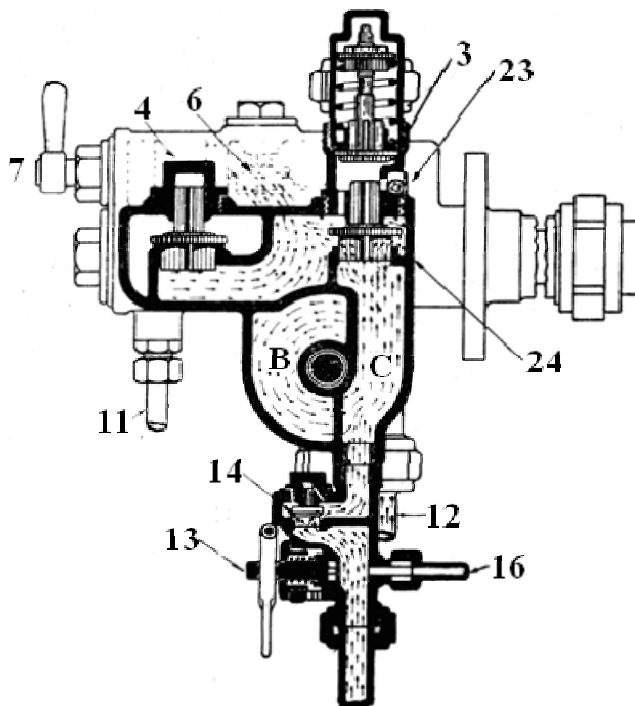


Figura 790 – Funcionamiento con el eyector chico.

forman el tren, junto con los correspondientes recipientes de vacío, hasta el tapón terminal, formándose un vacío equivalente a 50 cm (20") de altura de la columna de mercurio.

De esta forma quedan todos los cilindros aflojados y dispuestos para las aplicaciones, indicando el vacuómetro, a través de sus tubitos de conexión, las depresiones de cañería general y cañería auxiliar.

Las posiciones que toman las distintas válvulas son las siguientes:

7	Válvula de vapor para el cono chico	Abierta
22	Válvula de vapor para el cono grande	Cerrada
6	Válvula de retención y extracción del cono chico	Abierta
4	Válvula de retención y extracción del cono grande	Cerrada
3	Válvula graduadora (no superando el vacío)	Cerrada
23	Válvula de desahogo	Cerrada
24	Válvula de retención de cañería general	Abierta
14	Válvula de retención y extracción de cañería auxiliar	Abierta
17	Válvula auxiliar del disco	Cerrada
11	Válvula de purga	Abierta

Aplicación de los frenos – Estando en funcionamiento el eyector chico, si se hicieran aplicaciones de servicio utilizando la válvula 17, auxiliar del disco, el aire que ingresa por la apertura de esta válvula se dirige hacia tres partes, a saber: a) hacia la parte superior de la válvula de retención de la cañería auxiliar, cerrándola; b) parte es llevada por el funcionamiento del eyector chico, y c), parte pasa indirectamente por la concavidad del disco y lumbrera de extracción y aplicación, a cañería general, aplicándose gradualmente los frenos de todo el tren. Si se continuara manteniendo la válvula auxiliar abierta, terminaría por destruirse totalmente el vacío en cañería general, y cuando esto se hubiera producido, el aire que continua entrando sería arrastrado por el eyector chico. Cuando se hace una aplicación total de frenos llevando el disco a la posición de frenos aplicados, se ha cortado la extracción de la cañería general con el aparato, y se ha comunicado con la atmósfera a través de las perforaciones del disco y las lumbreras de extracción y aplicación, y la lumbrera de aplicación, entrando el aire a través de la cañería general a la parte inferior de los cilindros de freno de todo el tren, haciéndose la aplicación con el menor intervalo posible y su máxima potencia, quedando el eyector chico manteniendo el enrarecimiento por cañería auxiliar en la parte superior de los émbolos y recipientes auxiliares de los cilindros de locomotora y ténder.

En la posición de freno aplicado, las válvulas mantienen la misma posición que tenían con el disco distribuidor en posición de marcha y el eyector chico en funcionamiento.

Funcionamiento con el eyector grande – Cuando el aparato funciona con sólo el eyector grande (figura 791), las posiciones que toman las válvulas son las siguientes:

7	Válvula de vapor para el cono chico	Abierta
22	Válvula de vapor para el cono grande	Cerrada
6	Válvula de retención y extracción del cono chico	Abierta
4	Válvula de retención y extracción del cono grande	Cerrada
3	Válvula graduadora (no superando el vacío)	Cerrada
23	Válvula de desahogo	Cerrada
24	Válvula de retención de cañería general	Abierta
14	Válvula de retención y extracción de cañería auxiliar	Abierta
17	Válvula auxiliar del disco	Cerrada
11	Válvula de purga	Cerrada

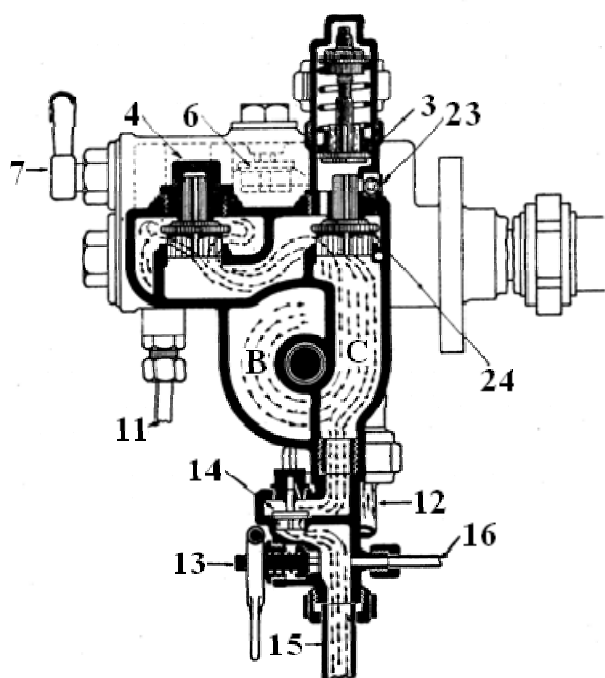


Figura 791 – Funcionamiento con el eyector grande.

Al llevar el disco distribuidor a la posición de aflojar frenos (manija 19 a 15° hacia delante de la posición vertical), el vástago 9, empujado por la excéntrica 8 del extremo del eje 10, levanta la válvula 22, y el vapor que forma cámara sobre la válvula 22, de vapor del cono grande, pasa por su correspondiente canal alrededor del cono grande y sopla en forma anular entre cono y contracono, y central a través de la tobera interior, arrastrando al aire de las cámaras anterior (entre el cono y la tobera) y posterior (entre el cono y la tapa).

El vacío producido se propaga sobre la válvula 4, de retención y extracción del cono grande, levantándola, y debajo de las válvulas 6, de extracción y retención del cono chico, 3, graduadora de vacío, y frente a la válvula 23, de descarga, manteniéndolas cerradas.

El vacío se extiende sobre la válvula 24, de retención de cañería general, levantándola, y de allí a la parte superior de la válvula 14,

de retención de cañería auxiliar, levantándola, y debajo de la válvula 17, auxiliar del disco, manteniéndola cerrada. Este vacío se extiende también frente a la válvula 13 de aflojamiento manual, por su correspondiente cañito 16 hasta el vacuómetro, y, a través de la cañería auxiliar, a la parte superior entre émbolos y tapas, de los cilindros de freno de locomotora y ténder, y los correspondientes depósitos de vacío.

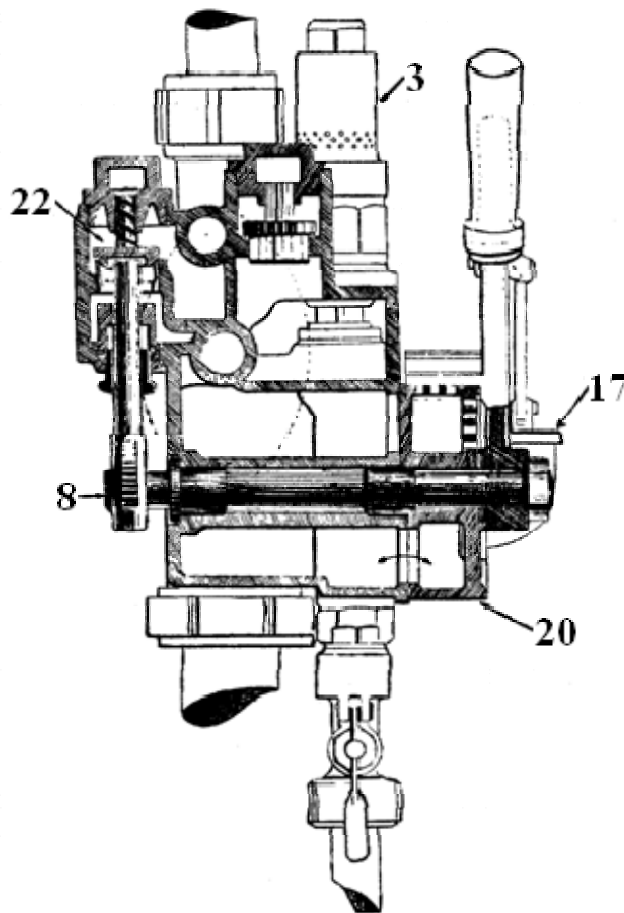


Figura 792 – Paso de vapor al cono grande.

También se extiende indirectamente, a través de la concavidad del disco distribuidor, por la lumbrera de extracción y aplicación de cañería general, hasta la parte inferior de los cilindros de locomotora y ténder, y a través de la cañería general, a la parte inferior y superior de todos los cilindros de freno de todos los vehículos que forman el tren, junto con los correspondientes recipientes de vacío, hasta el tapón terminal, formándose un vacío equivalente a 50 cm (20 “) de altura de la columna de mercurio. De esta forma quedan todos los cilindros aflojados y dispuestos para las aplicaciones, indicando el vacuómetro, a través de sus tubitos de conexión, las depresiones de cañería general y cañería auxiliar.

En la figura 792 se muestra la válvula 22 de paso de vapor al cono grande, con su accionamiento por medio del vástago, movido por la excéntrica 8, ubicada en el extremo del eje y gobernada por la posición del disco distribuidor.

195. Freno de vapor sobre locomotora y ténder, combinado con el freno de vacío. – En la figura 793 se describe el freno de vapor combinado con el freno de vacío. Este equipo, apto tanto para

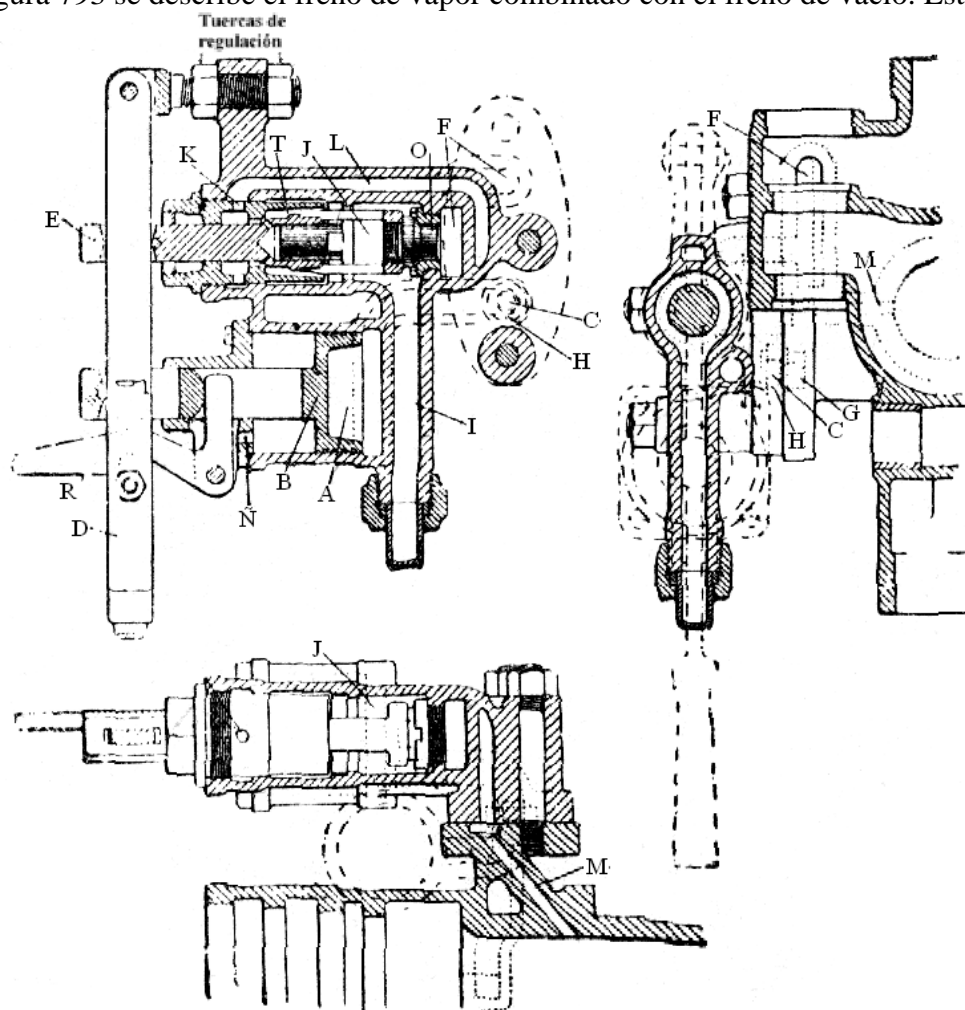


Figura 793 – Freno de vapor combinado con el freno de vacío.

el eyector Clayton como para el eyector Gresham, permite accionar ambos frenos, el de vacío del tren y el de vapor de locomotora y ténder, en forma combinada o independiente, a requerimiento del maquinista.

Este aparato está unido al cuerpo del eyector por medio de una brida, que tiene tres perforaciones: la superior recibe vapor directamente de la cámara que recibe el vapor de la caldera por el caño correspondiente; la media está conectada con la salida de vapor de las toberas; la inferior comunica

con la cámara de vacío que conecta con la cañería general. Al abrir el tomavapor de la caldera, éste pasa a formar cámara frente a la válvula de vapor *O*, a través del canal correspondiente *F*. Al poner en marcha el eyector, ya sea con el cono chico o colocando el disco distribuidor en posición de aflojar frenos, el vacío se propaga desplazando la válvula esférica *C* y a través del orificio pequeño *H*, por el canal *A*, frente al émbolo *B*.

La presión atmosférica que obra sobre la cara izquierda del émbolo *B*, a través del orificio *N*, lo empuja hacia la derecha, arrastrando en su recorrido a la palanca de maniobra *D*, vástago *E*, y manteniendo a la válvula *O* sobre su asiento, cortando de ese modo el paso de vapor a los cilindros y, por desplazamiento de la válvula *T*, comunicándolos con el escape a través de los canales *L*, y por los canales *K*.

Cuando se hace una aplicación con el freno de vacío, el aire que ingresa a la cañería general hace tomar asiento a la válvula esférica *C*, cerrando el orificio grande y dejando abierto al orificio pequeño *H*. Cuando la disminución de vacío permite la apertura de la válvula de vapor *O*, éste ingresa a los cilindros por el canal *I*, aplicando los frenos de locomotora y ténder, la válvula *T* en su desplazamiento cierra el orificio de escape, y desplaza tanto a la palanca de maniobra *D* como al émbolo *B*.

Al aflojar el freno de vacío, el enrarecimiento formado se propaga desplazando la válvula esférica *C*, hasta el frente del émbolo *B*, que se desplaza hacia la izquierda, cerrando la válvula de vapor *F* y abriendo la válvula *T* al escape, aflojando igualmente el freno de vapor. La válvula esférica *C* tiene por finalidad cerrar la perforación grande, permitiendo de esta manera la aplicación gradual del freno de vapor, y evitando sacudidas.

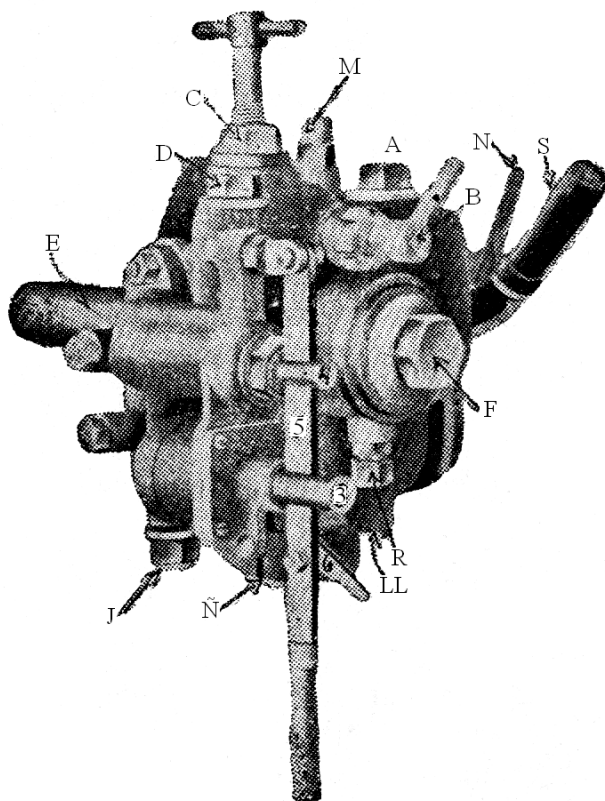


Figura 794 – Freno de vapor montado sobre eyector Clayton tipo C.

También es posible accionar este freno en forma independiente: levantando la traba *R* manualmente, con el pulgar, y accionando la palanca hacia atrás, se puede aplicar el freno de vapor, aunque el de vacío esté aflojado. Por el contrario, se puede impedir, mediante la mencionada traba, que se accione el de vapor cuando se aplica el de vacío. Incluso es posible reforzar o disminuir la acción del freno de vapor respecto del de vacío, aplicando o aflojando parcialmente el de vapor.

Algunas roturas relacionadas con este freno y el modo de operar – Ejemplo: Si se rompiera la válvula *O* estando la locomotora conduciendo un tren de pasajeros, se debe proceder a condenar con una junta ciega en el orificio *F* o en otra forma, desacoplando las tuercas de regulación y haciendo una junta ciega, y mantener la palanca *D* en posición freno aplicado, esto es, para que la válvula *T* mantenga cerrado el escape de los cilindros de freno.

La misma rotura, si la locomotora remolcara un tren de carga: lo único que debe hacerse es cerrar el tomavapor de la caldera y

mantener por medio del trinquete *R* el freno en posición freno aflojado, cuando se quiera utilizar los frenos se lleva la palanca *D* a posición freno aplicado, este es, para que la válvula *T* mantenga el orificio de escape cerrado, y se procede a abrir el tomavapor de la caldera, el vapor pasa directamente a los cilindros de freno, para aflojarlos se cierra el tomavapor de la caldera y se lleva la palanca *D* en posición freno aflojado, el vapor de los cilindros de freno escapa por el desplazamiento de la válvula *T*, orificios *K* y canal *L* al escape.

Si se rompe el émbolo *B* se producirá el equilibrio de presiones en ambas caras del mismo; la presión del vapor que obra constantemente al frente de la válvula *F* la desplaza, pasando el vapor a los cilindros de freno aplicándose éstos. Modo de proceder: se hace una junta ciega en la brida, frente a la válvula *C* y se mantiene la palanca *D* por medio del trinquete en posición freno aflojado. En esta forma, el freno deja de ser automático, aplicándose a mano cuando se quiera aplicar los frenos de máquina y ténder.

Prueba del aparato de frenos "Gresham Dreadnought" y su instalación – Estando las mangas en sus respectivos tapones de ambos extremos de la locomotora, se coloca el disco distribuidor en posición de marcha, se pasa a abrir el tomavapor de la caldera, el vapor forma cámara sobre la válvula de paso de vapor del cono grande y frente a la válvula de paso de vapor del cono chico y si fuera combinado con el freno a vapor, pasa a formar cámara al frente de la válvula de paso de vapor a los cilindros de freno, se observan las agujas del vacuómetro; si éstas no acusan enrarecimiento, nos indica que tanto la válvula de vapor del cono grande como también la del cono chico, hacen junta hermética, y si las agujas del vacuómetro indicaran un enrarecimiento equivalente de 4 a 5 centímetros, nos indica que una de las dos válvulas de paso de vapor a los conos pierde; para localizar la pérdida, se procede a sacar la tapa del eyector chico y habiéndose destruido el enrarecimiento en cañería general y cañería auxiliar por medio de la válvula de aflojamiento, se vuelve a observar el vacuómetro. Si nos indica que no se forma más enrarecimiento, nos demuestra que la válvula que pierde es la correspondiente del paso de vapor al cono chico. Si el vacuómetro nos indicara que se forma nuevamente el enrarecimiento, esto nos demostraría que la pérdida es proveniente de la válvula de paso del vapor al cono grande.

Localizada ésta, se coloca nuevamente la tapa que se había sacado; se procede a abrir el paso de vapor al cono chico; si se forma normalmente el enrarecimiento, nos demuestra que la válvula de vapor del eyector chico se ha desplazado y que el funcionamiento del eyector chico es normal, y si está la válvula de retención y extracción del cono chico, ésta se ha levantado, que la válvula de retención y extracción del cono grande está y hace asiento, se coloca la mano alrededor de la custodia de la válvula graduadora de vacío y si no hay aspiración de aire por la misma, nos indica que esta válvula hace asiento hermético, al alcanzar el enrarecimiento equivalente a 50 centímetros indicado por el vacuómetro no sobrepasa nos indica que esta válvula tiene la graduación de 50 centímetros, se coloca la mano al frente de la válvula de desahogo, y si no hay aspiración de aire nos indica que ésta está y hace asiento, también nos indica que si la válvula de retención de cañería general está, ésta se ha levantado. Se pasa a cerrar el paso de vapor al cono chico y observando las agujas del vacuómetro, si éstas no descienden de la indicación alcanzada nos demuestra que no hay pérdidas en la cañería general como así en cañería auxiliar; se lleva el disco distribuidor a posición freno aplicado: si la esfera del vacuómetro indicadora de cañería auxiliar permanece constante, nos indica que los aros rodadores de goma de los cilindros de máquina y ténder y las válvulas de retención y extracción de los mismos cilindros se encuentran normales.

Con el disco distribuidor en posición freno aplicado, se desplaza la válvula auxiliar del disco para permitir el paso de aire sobre la válvula de retención y extracción de cañería auxiliar; si la esfera correspondiente a la misma cañería auxiliar permanece constante en su indicación, constatamos que la válvula está y hace asiento hermético. Por medio de la válvula de aflojamiento se procede a destruir el enrarecimiento en cañería auxiliar y con el disco distribuidor en posición freno aplicado, se pone en funcionamiento el eyector chico al formar el enrarecimiento si se extiende por cañería auxiliar indicada por la esfera correspondiente del vacuómetro, comprobamos que la válvula de retención y extracción de cañería auxiliar se ha levantado, se cierra el paso de vapor al cono chico y se lleva al disco a posición de freno aflojado, si se forma el enrarecimiento normalmente nos demuestra que el eje del disco distribuidor que atraviesa el aparato y su leva y vástago son normales, que la válvula de paso de vapor al cono grande se ha levantado, y que la válvula de retención y extracción del cono chico, está y hace asiento. Se pasa el disco a posición de marcha, se saca la custodia de la válvula graduadora y haciendo presión sobre su resorte, se desplaza a la misma para mandar aire sobre la válvula de extracción y retención de cañería general; si la esfera del vacuómetro nos indica que no se destruye el enrarecimiento en cañería general, prueba que la válvula de retención está y hace asiento. Se coloca el disco en posición de marcha y se pone en funcionamiento el eyector chico; se procede a sacar la manga del correspondiente tapón en la parte posterior del ténder, si existe aspiración de aire indica que la cañería general hacia esa parte está destapada, se vuelve a colocar la manga en el tapón y se pasa a sacar la manga de la parte anterior de la locomotora; si existe aspiración de aire nos demuestra que hay continuidad de frenos hacia esa parte, con una llave o con un martillo, se golpean las zapatas de frenos y de acuerdo al sonido se deduce cómo están aplicadas éstas contra las llantas y el estado de los tiros de freno, como así el funcionamiento de los cilindros de freno.

Inconvenientes que pueden producirse con este freno – Modo de subsanarlos – Si al hacer una aplicación de frenos, los cilindros del freno de máquina y ténder se hubieran aplicado, y al formar nuevamente el enrarecimiento, ya sea los cilindros de la máquina o los del ténder, éstos no aflojaran, para hacerlos aflojar, se procede a sacar la tapa de la válvula de retención de cañería auxiliar, se coloca una calza sobre ésta, de manera que al colocar la tapa nuevamente mantenga aprisionada a la válvula contra su asiento, se lleva el disco en posición freno aflojado, formando el enrarecimiento por cañería general, se desplaza la válvula de aflojamiento de cañería auxiliar y el aire pasa por ésta a cañería auxiliar va a obrar en la parte superior de los émbolos de los cilindros de la máquina y ténder, empujándolos hacia abajo y aflojando los frenos.

Si al hacer una aplicación de frenos, las dos agujas del vacuómetro descienden, lo más probable es que sea un aro rodador de goma de uno de los cilindros de freno; esto es tanto en los de la máquina como el ténder.

Para localizar cuál cilindro es, se desacopla la manga de cañería auxiliar entre máquina y tender y se pasa a formar el enrarecimiento; una vez formado, se cierra el paso del vapor al eyector chico y se lleva el disco a posición freno aplicado; se observa la esfera del vacuómetro indicador de cañería auxiliar; si ésta se mantiene marcando el enrarecimiento formado, nos demuestra que los aros rodadores de los cilindros de la máquina están en buenas condiciones; entonces se acopla nuevamente la manga de cañería auxiliar y se aísla uno de los cilindros del tender. Este aislamiento debe ser tanto de cañería general como de cañería auxiliar. Se taponan las mangas correspondientes al cilindro desacoplado; se vuelve a formar el enrarecimiento; una vez éste formado, se cierra el paso de vapor al eyector chico y se hace una aplicación de frenos total, si la esfera del vacuómetro correspondiente a cañería auxiliar permanece constante en su indicación, demuestra que el aro rodador de goma roto, es el correspondiente al cilindro que se ha aislado.

Si en trayecto se desacoplara la manga de cañería auxiliar entre máquina y tender, teniendo las boquillas de acople sus correspondientes válvulas, no produce inconveniente para continuar con el tren, por cuanto los frenos no se aplican; esto es, los frenos de la máquina y tender, como así los del tren, debido a que las válvulas de forma esférica en las mismas boquillas son arrastradas contra su asiento, impidiendo el paso de aire para ambos extremos de la cañería; lo único que sucede es que los dos cilindros del tender, al hacerse una aplicación de frenos, funcionarán como los cilindros de freno de los vehículos del tren.

Consideremos un caso análogo, pero que en lugar de haberse desacoplado las boquillas de acople de cañería auxiliar entre máquina y tender, se hubiera zafado la manga de las boquillas, el aire pasaría entonces a destruir el enrarecimiento en la parte superior entre émbolos y tapas de los cilindros del tender y recipientes de vacío, continuando por cañería auxiliar hacia el aparato, pasando por el levantamiento de la válvula de retención de cañería auxiliar pasa parte a la tobera por el continuo funcionamiento del eyector chico y parte pasa por la concavidad del disco indirectamente por la lumbrera de extracción y aplicación a cañería general, produciendo la aplicación de frenos en todos los cilindros de la instalación del tren.

Si se rompiera la cañería auxiliar próxima al aparato de freno y que esta rotura no se pudiera arreglar durante el trayecto, lo que se debe hacer es condenar, en ambos extremos, la cañería auxiliar; lo único que se produce es que, cuando se hace la aplicación de frenos, en los cilindros de freno de máquina y tender, la aplicación se hará de acuerdo al enrarecimiento existente en los recipientes de vacío. El enrarecimiento en la parte superior entre tapas y émbolos y recipientes de vacío de los cilindros de freno de máquina y tender es formado por cañería general a través de las válvulas de los émbolos de los cilindros de freno.

Si conduciendo tren de carga con máquina equipada con frenos al vacío, se rompiera la cañería general, para tener freno se debe colocar el disco en posición frenos aplicados, y se procede a poner en funcionamiento el eyector chico, el enrarecimiento que éste va formando se extiende por cañería auxiliar a la parte superior entre émbolos y tapas de los cilindros de freno de máquina y tender y recipientes de vacío, la presión atmosférica que entrando por la rotura de cañería general obra por debajo de los émbolos aplica los frenos; para aflojarlos, se debe cerrar el paso de vapor al eyector chico y se desplaza la válvula de aflojamiento de cañería auxiliar, el aire pasará a destruir el enrarecimiento en la parte superior entre émbolos y tapas y recipientes de vacío, aflojándose de esta manera los frenos.

A continuación incluyo algunas particularidades de estos sistemas de frenos: muchas veces, la locomotora tenía instalados ambos sistemas: los frenos de vacío actuaban sobre las ruedas motrices, y los frenos de vapor sobre alguna de las ruedas portantes. Por ejemplo, las locomotoras serie 600, trocha métrica, de la Compañía General, rodado 4-8-0, notación White (2-4-0 según la notación europea), tenían frenos de vacío sobre las ruedas motrices, mediante dos cilindros ubicados a ambos lados, debajo de la cabina, e identificados A en el diagrama, y frenos de vapor en ambos ejes del bogie, mediante cilindros de doble émbolo B, fijados al bastidor del bogie, que actuaban, directamente sobre las zapatas del eje trasero, y por intermedio de balancines sobre las del eje delantero. El diagrama está tomado de la revista "La Ingeniería", órgano oficial del Centro Argentino de Ingenieros, del mes de enero de 1932.

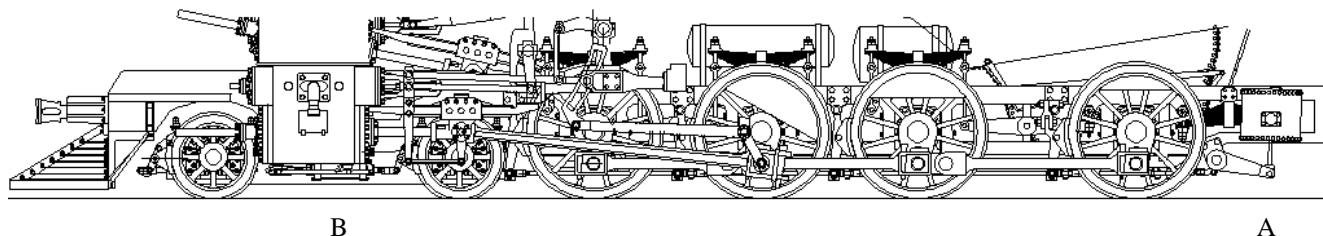


Figura 795 – Disposición de los cilindros de freno de vacío y de vapor. Locomotora 600 de la Compañía General

Ahora una “trampa” de nuestros maquinistas: hasta la nacionalización de los ferrocarriles en 1948, y durante buena parte de la segunda mitad del siglo XX, y siendo la zona agrícola-ganadera, la pampa, un terreno casi plano, con excepción de un par de sierras (Ventania y Tandilia), de no mucha altura ni extensión, escasos pasos a nivel, etc., era costumbre que en los trenes de mercancías solo tuvieran frenos locomotora y ténder, accionados por el maquinista, y el furgón de cola, accionados por el guarda-jefe de tren, de acuerdo a señales sonoras del maquinista (silbato).

En las locomotoras equipadas con frenos de vacío, en la posición de marcha, está abierto el paso de vapor al cono chico, cuya función es mantener el vacío aunque haya pequeñas pérdidas a lo largo del tren. Como los trenes de mercancías no estaban equipados con cañería de freno continuo, el gasto de vapor no tenía demasiado objeto, pero era una pérdida apreciable que podía afectar el rendimiento y el consumo de combustible, por lo que los maquinistas acostumbraban a *desarmar el freno* (ya que la operación primera de poner el freno en funcionamiento se denominaba *armar el freno*) Esta operación no estaba admitida por la dirección de los ferrocarriles, pero era bastante común. Consistía en colocar el disco distribuidor 17 en posición de freno aplicado, con lo que la cañería general quedaba comunicada con la atmósfera. Cerraban entonces el grifo de tomavapor del cono chico 7, con lo que no generaba más vacío. Entonces aflojaban los frenos de locomotora y ténder, mediante la válvula de aflojamiento manual 13, destruyendo el vacío en la parte superior de los cilindros de freno. Ya con los frenos flojos, el tren partía normalmente. Cuando el maquinista necesitaba reducir la velocidad, simplemente abría el grifo de toma vapor del cono chico 7, y el vacío que generaba se propagaba por cañería auxiliar a la parte superior de los cilindros, frenando locomotora y ténder. Para volver a aflojar los frenos, cerraba el grifo y utilizaba la válvula 13, de aflojamiento manual.

196. Aparato eyector Gresham Super Dreadnought. – Este aparato consiste en un eyector de 30 mm y dos pequeños de 15 mm, de construcción igual a la de los conos de modelos "Dreadnought", los cuales han demostrado ser de rendimiento y funcionamiento satisfactorios bajo todos los aspectos.

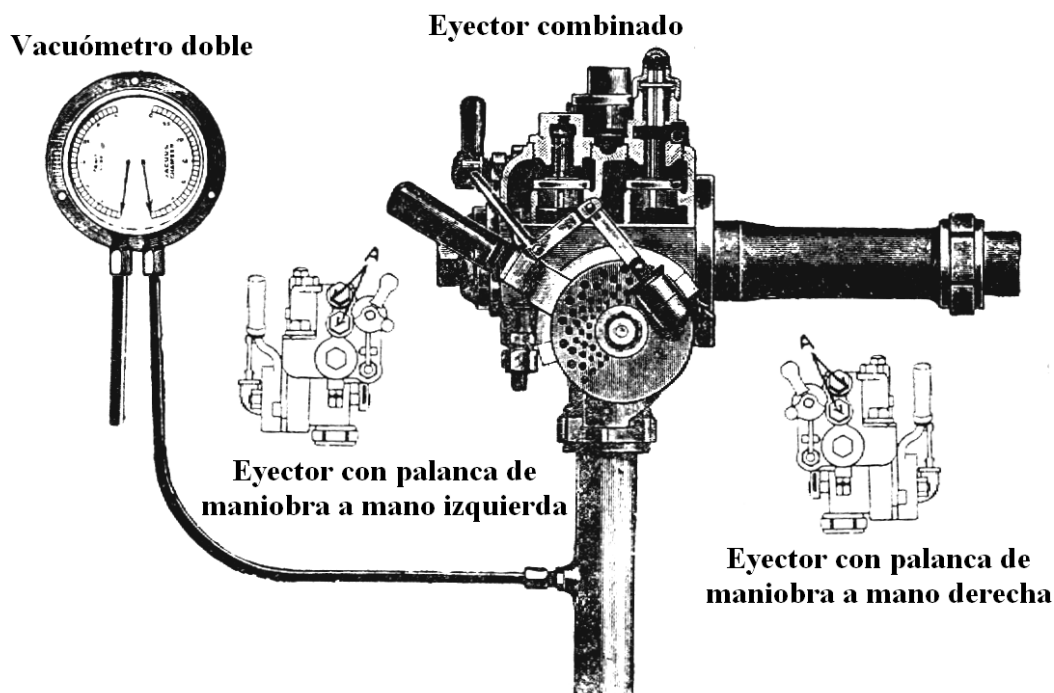


Figura 796 – Instalación típica eyector Gresham Super Dreadnought

Todas las piezas, excepto los dos pequeños eyectores y sus piezas correspondientes, constituyen una réplica y son intercambiables con el eyector de modelo "Dreadnought"; el modelo "Super-Dreadnought" es casi intercambiable, y puede instalarse en substitución del eyector de modelo "Dreadnought", puesto que la conexión de las tuberías es la misma. La válvula reductora de vacío y la válvula de aflojamiento son idénticas a las piezas correspondientes del eyector de modelo "Dreadnought".

La diversidad y complejidad de condiciones que tiene que reunir una locomotora para satisfacer los requerimientos de los servicios ferroviarios modernos, ha impuesto el deber de suplementar el eyector "Dreadnought", en forma tal que un mayor alcance en los diferentes servicios a prestar, para frenar, de manera a la par económica y eficaz, trenes largos o cortos, trenes con cañerías herméticas o con escapes, habiéndose ideado el eyector "Super-Dreadnought" para trenes largos o con cañerías poco herméticas.

Este objeto se logra por medio de dos pequeños eyectores 53 y 54, regulados por una válvula de vapor (los dos eyectores juntos son un poco más potentes que el eyector grande); tan solo se necesita poner en marcha uno de estos eyectores para un tren con cañerías relativamente herméticas, pero pueden emplearse los dos, cuando las pérdidas de la cañería son demasiado grandes para que puedan ser vencidas por un solo eyector.

Cuando se emplea un pequeño eyector, la cantidad de vapor consumida representa una economía de 44 por ciento, aproximadamente, y cuando funcionan los dos eyectores, la cantidad de vapor consumida representa un 12 por ciento más de lo que consumiría el cono chico del eyector modelo "Dreadnought".

Gracias a esta disposición, los conductores de trenes están en mejores condiciones para juzgar cuándo uno no está en condiciones suficientemente herméticas, por lo que a la cañería del freno se refiere.

Otra característica de este eyector es el dispositivo de cierre del aire que tiene por objeto evitar que alguna cantidad de vapor o humedad procedente del vapor, penetre en la cañería del freno del tren; el cierre del aire del eyector de modelo "Dreadnought", tiene una abertura a la atmósfera por medio de una bola que automáticamente cae de su asiento; esta bola tiene que ser mantenida limpia con miras a evitar el riesgo de que quede pegada sobre su asiento. En el eyector de modelo "Super-Dreadnought" el cierre del aire es abierto mecánicamente a la atmósfera por la misma manija y al mismo tiempo en que se cierra el vapor al eyector chico; gracias a la adopción de este método, es posible lograr una mayor abertura de entrada de aire atmosférico en el cierre, lo cual es una gran ventaja, especialmente en los casos en que las válvulas de charnela de vapor del eyector, estén algo descuidadas.

De esos eyectores los hay provistos de cañería auxiliar para frenar al vacío la máquina, y con la misma cañería combinado a vapor.

La figura 796 es una vista de la instalación típica, la 797 una vista exterior y las 798, 799, 800 y 801, permiten observar, seccionada, su estructura interior.

A continuación se da el nombre de las piezas indicadas en los grabados por su número correspondiente.

- 50. — Cuerpo del eyector.
- 51. — Tubería de escape.
- 52. — Cono grande, parte interior, parte exterior, y tapa del mismo.
- 53. — Cono pequeño, parte interna y externa y tapa correspondiente.
- 54. — Cono auxiliar pequeño, parte interna y externa y tapa correspondiente.
- 55. — Disco distribuidor, con su correspondiente palanca de maniobra, y válvula de aplicación auxiliar.
- 56. — Cámara, eje y leva del disco distribuidor.
- 57. — Varilla de gobierno de la válvula tomavapor del eyector grande, válvula y su tapa.
- 58. — Eje, válvula de mariposa, y tomavapor del eyector pequeño auxiliar.

- 59. — Palanca de la válvula de paso de aire.
- 60. — Eje, válvula de mariposa, y tomavapor del eyector pequeño auxiliar.
- 61. — Palanca de la válvula de paso de aire.
- 62. — Cuerpo de la válvula, guía, eje, caja de paso de aire.
- 61. — Válvula de purga de la válvula de paso de aire.
- 62. — Válvula graduadora de vacío con tapón, resorte y tuerca de graduación.
- 63. — Válvula de retención de cono grande.
- 64. — Válvula de retención general.
- 65. — Válvula de retención del eyector pequeño inferior.
- 66. — Válvula de retención del eyector pequeño, superior o auxiliar.
- 67. — Válvula de aflojamiento de cañería auxiliar.
- 68. — Válvula de purga del cono grande.

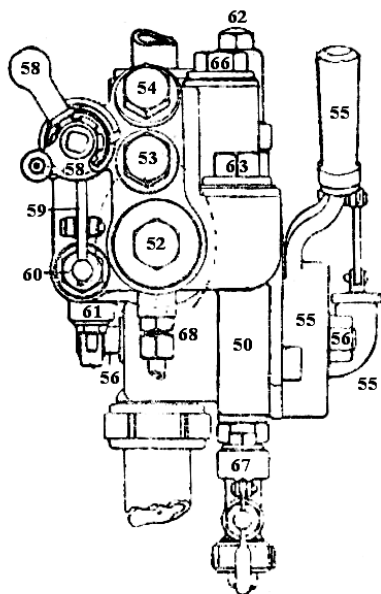


Figura 797 - Vista posterior

Funcionamiento - Abierto el tomavapor de la caldera, el vapor forma cámara sobre la válvula 57 y sobre la válvula mariposa correspondiente al tomavapor del pequeño eyector y auxiliar 58. Si la manecilla que gobierna dicha válvula, se hace girar hacia la izquierda, figura 797, hasta ocupar la posición indicada para funcionar un sólo eyector, figura 801, la válvula mariposa descubre un orificio de suministro de vapor al cono pequeño inferior 53.

El vapor, del mismo modo que en el modelo "Dreadnought", es descargado en el espacio anular comprendido entre el cono y contracono, dirigiéndose a la tubería de escape 57. La corriente de vapor arrastra el aire por rozamiento y provoca un enrarecimiento en la lumbrera anterior y posterior del cono y como ambas comunican con la parte superior de la válvula de retención 65, se produce un desequilibrio de presiones entre ambas caras de la misma, la presión atmosférica la levanta y queda establecida una comunicación con la parte superior de la válvula de retención general 64, extendiéndose el enrarecimiento

hasta dicha válvula, la presión atmosférica la levanta, efectuándose el enrarecimiento directamente en la cañería auxiliar y por intermedio de la concavidad del disco, en la cañería general.

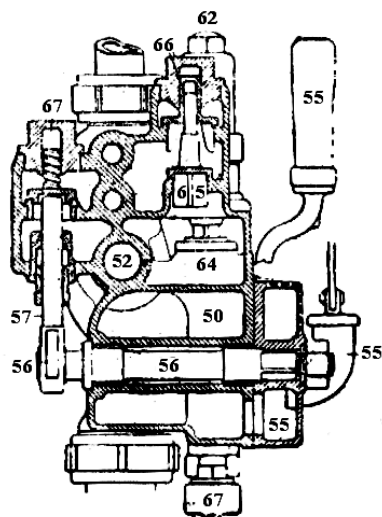


Figura 798 - Sección transversal

La válvula de retención del cono grande 63, permanece en su asiento, evitando el retroceso de gases procedentes de la tobera, porque el vacío se ha extendido hasta su cara inferior y como está cerrado el eyector grande, podrían llegar por el interior de este cono. La de retención del cono pequeño superior 66, también por idénticas razones, se encuentra sobre su asiento impidiendo que los gases de la tobera inactiva, afectando la obtención de vacío.

Si debido a la longitud del tren o hay filtraciones de aire en la cañería general, el vacío obtenido resulta insuficiente, se recurre entonces a la, acción del pequeño eyector superior o auxiliar 54. Para ello, se lleva la manecilla tomavapor 58, totalmente hacia la izquierda, permitiendo que la válvula mariposa descubra también el orificio de suministro de vapor al cono 54; este cono es similar al 53 y su funcionamiento idéntico, de modo que no se repetirá, pero en este caso ambas lumbreras de

aspiración, comunican con la parte superior de la válvula de retención 66, la cual se levanta, y como la 65 ya está levantada, se suma la energía del segundo pequeño eyector a la del primero.

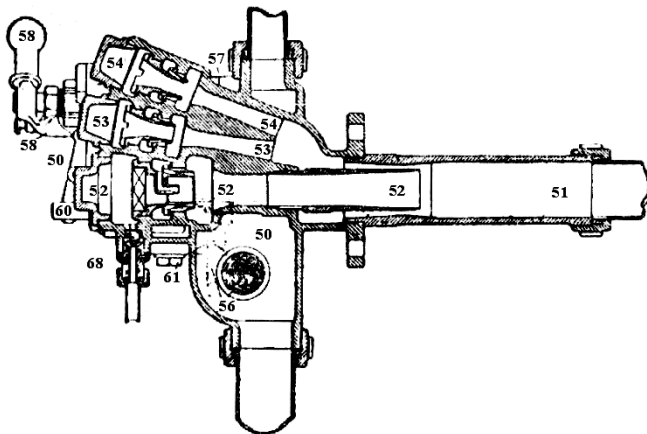


Figura 799 – Sección longitudinal.

retención general 64, que ya se encuentra levantada. En este caso, las válvulas de retención 65 y 66, pueden considerarse cerradas, como consecuencia de la igualdad de presiones a que se encuentran sometidas ambas caras de las mismas, pues el enrarecimiento efectuado por el eyector grande tiene influencia hasta la cara inferior de la válvula de retención 65, del cono pequeño inferior 53.

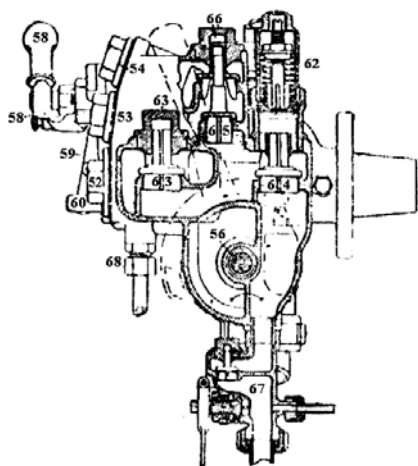


Figura 800 – Sección transversal.

por la válvula de purga 61, evitando llegue el agua a la cañería general y cilindros; desaparecida esa anomalía y restablecido el vacío, la presión atmosférica del exterior presiona contra su asiento superior a la válvula esférica de purga 61, impidiendo su entrada al interior del aparato. Esta válvula esférica 61, desempeña la misma misión que la que llevan los aparatos "Dreadnought" y "Clayton C", alojada en la base inferior de la válvula graduadora de vacío y sobre la válvula de retención general.

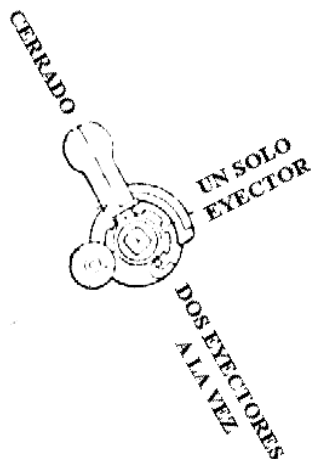


Figura 801 – Posiciones de la válvula de vapor de los conos

Si funcionando ambos eyectores pequeños se recurre al eyector grande para aflojar los frenos con rapidez, se lleva la palanca de maniobra a la posición frenos flojos y al girar el eje 56, la leva tropieza con la varilla 57, levantando la válvula tomavapor del cono grande 52; el vapor es descargado en el espacio anular entre el cono y contracono y también por el interior del mismo por un conducto dispuesto en ángulo recto; como las lumbreras de aspiración anterior y posterior de este cono comunican con la parte superior de la válvula de retención 63, ésta se levanta, y deja establecida la comunicación con la válvula de

La válvula de paso de aire 60, establece una comunicación del exterior del aparato a través de unas perforaciones con la parte superior de la válvula de retención 64; cuando está cerrada la manecilla tomavapor de los eyectores pequeños ejerce presión contra el extremo superior de la palanca 59 y contrarrestando la tensión de un resorte, saca de su asiento la válvula de paso de aire 60; o sea, que si después de formado el vacío cerramos los eyectores, la presión atmosférica del exterior llega hasta la parte superior de la válvula 64 e inferior de la 65 y 63, evitando la aspiración de gases calientes provenientes de la caja de humo a que pudiera dar lugar la deficiente hermeticidad de las citadas válvulas sobre sus asientos.

Si funcionando los eyectores se produjera un arrastre de agua que invadiera el interior del aparato, es evacuada al exterior por la válvula de purga 61, evitando llegue el agua a la cañería general y cilindros; desaparecida esa anomalía y restablecido el vacío, la presión atmosférica del exterior presiona contra su asiento superior a la válvula esférica de purga 61, impidiendo su entrada al interior del aparato. Esta válvula esférica 61, desempeña la misma misión que la que llevan los aparatos "Dreadnought" y "Clayton C", alojada en la base inferior de la válvula graduadora de vacío y sobre la válvula de retención general.

Si cerrados los eyectores pequeños se lleva la palanca de maniobra del eyector a la posición frenos flojos, no puede obtenerse vacío porque la palanca 59 mantiene abierta la válvula 60, haciendo que se introduzca la presión atmosférica del exterior sobre la válvula 64; de modo que si se produjese una avería que impidiese abrir, el tomavapor de los pequeños eyectores, o que la naturaleza de la misma exigiese su cierre, para obtener vacío con el eyector grande se haría necesario desconectar el perno de la palanca 59, para que el resorte, recobrando su tensión, cerrase la válvula 60. Se ha dicho al principio que, salvo las diferencias que se han explicado, este eyector es igual al "Dreadnought", pues sus características generales, estructura de conos, disposición de las lumbreras del disco, etc., son similares, de modo que se ha procurado explicar solamente las innovaciones introducidas en este modelo, considerando que las partes comunes a ambos son de todos conocidas.

Las ventajas del eyector "Super Dreadnought" sobre el "Dreadnought" son sólo de carácter económico, sin que existan entre ambos modelos diferencias sensibles de potencia, como muchos lectores podrían suponer; la energía del eyector grande es igual en ambos, mientras que los dos eyectores pequeños del "Super Dreadnought", en conjunto, tienen una potencia ligeramente superior al pequeño eyector del "Dreadnought"; económicamente, tiene mayores ventajas porque el maquinista no maneja el aparato con el criterio debido, como suele ocurrir cuando el tren se compone de muy pocos vehículos y no hay filtraciones de aire en la cañería general del tren, en cuyo caso, a pesar de no haber dificultad en obtener el vacío reglamentario con el pequeño eyector ligeramente abierto, lo abren, en cambio, con exceso, sin fijarse que están gastando sin ventajas de ninguna especie mucho más vapor del necesario; esto, que es frecuente ocurra con el "Dreadnought", se evita en el nuevo modelo, porque si con uno solo de los pequeños eyectores funcionando se obtiene sin dificultad el vacío correcto, no tiene justificación alguna el empleo del otro.

197. Válvula de graduación automática del freno de vapor combinada con el eyector. –

Este modelo de válvula del freno a vapor Gresham, supera a los modelos de anterior fabricación, y aunque basada en el mismo principio, es de estructura completamente distinta y de mayor sensibilidad, ofreciendo la ventaja de una mejor uniformidad en la acción del frenado de la locomotora y el tren.

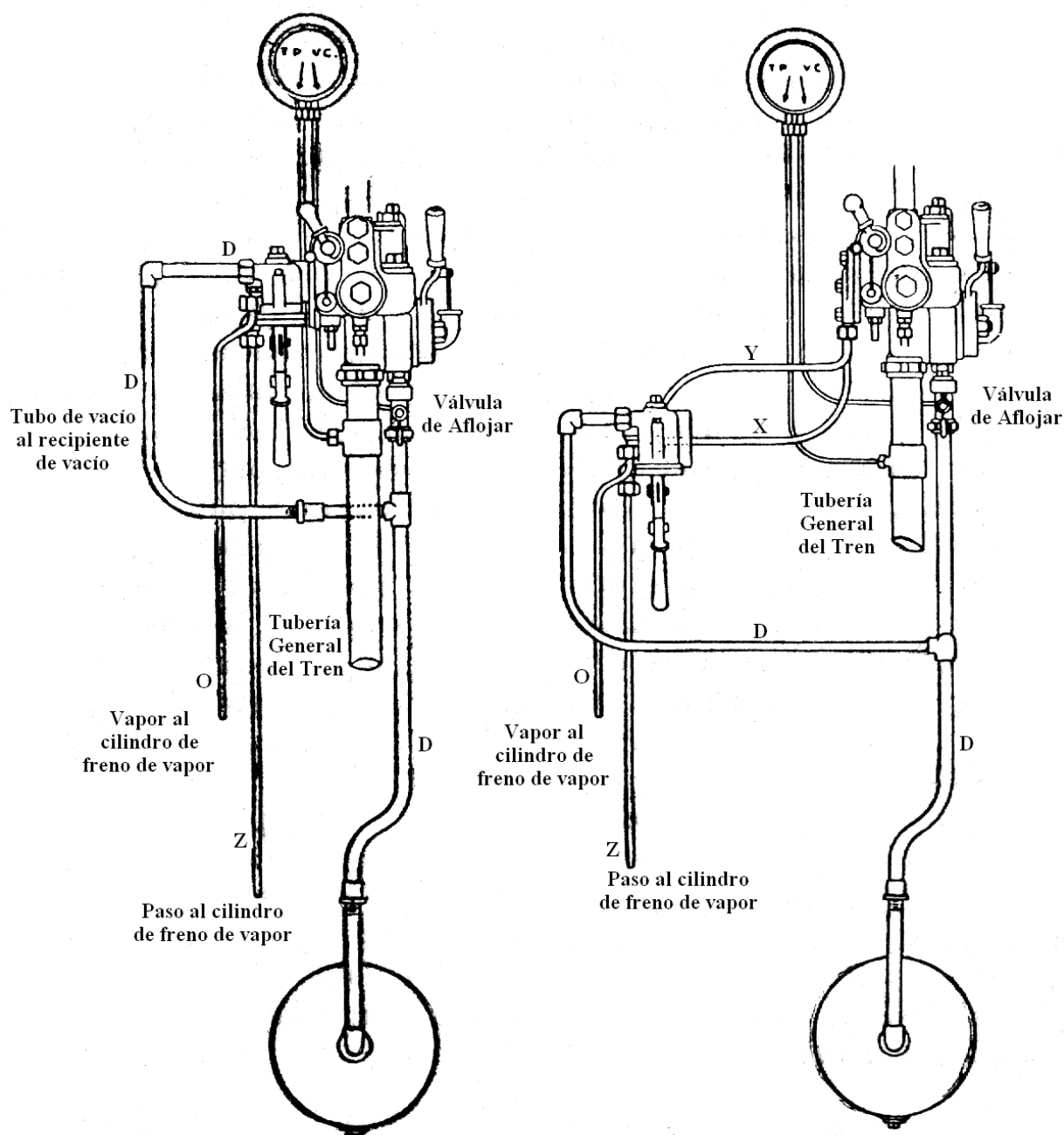


Figura 802 – Dos disposiciones del freno a vapor combinado con el freno de vacío Gresham Super Dreadnought

La combinación de la válvula automática del freno a vapor puede efectuarse, como indica la figura 802, junto al eyector, o bien separado, disposición esta última que tiene la ventaja de instalarse a uno u otro lado, según lo requiera su empleo.

Sus conexiones son:

X. Unión con la cañería general del eyector.

Y. Unión con el caño tomavapor, procedente del eyector.

Z. Conexión del caño de escape, freno a vapor.

D. Tubería de unión con el recipiente de vacío.

O. Tubería de admisión de vapor al cilindro de freno.

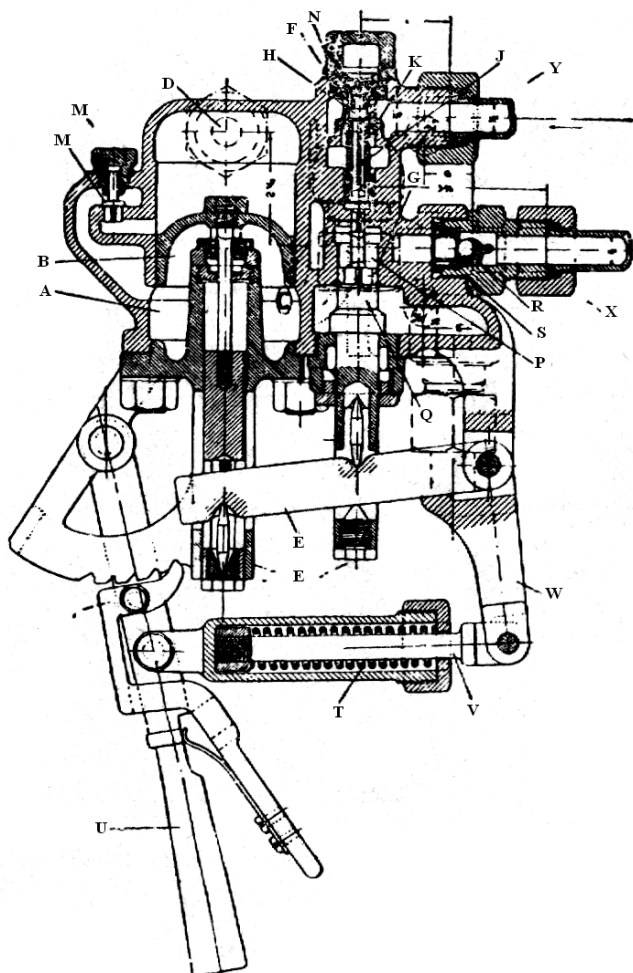


Figura 803 – Sección del freno a vapor del Super Dreadnought

Funcionamiento – El enrarecimiento efectuado en la cañería general del aparato, se hace también en el interior del tubo X (Figura 802 y 803), desplazando el obstructor esférico *R* hacia la derecha, haciéndose el enrarecimiento por el conducto central descubierto por la válvula esférica y por la pequeña ranura *S*, extendiéndose por el paso *C* a la cámara *A*, en la parte inferior del émbolo *B* y la superior de la válvula pequeña de retención *M*.

La diferencia de presiones levanta la válvula *M*, efectuándose el enrarecimiento en la parte superior del émbolo *B*, y por la conexión *D*, en el recipiente de vacío indicado en la figura 802, pudiendo observarse que la tubería *D* empalma con la cañería auxiliar del eyector, de modo que el enrarecimiento en el recipiente de vacío y parte superior del émbolo *B*, se mantiene constante, cualquiera que sea la posición de la palanca de maniobra del eyector.

Si se efectúa una aplicación de frenos, la presión atmosférica admitida en cañería general llega por *Z*, llevando a la válvula esférica hacia la izquierda y obturando el conducto central, permite su entrada a la pequeña ranura *S*, llegando por *C* a la parte inferior del émbolo *B*, impidiendo su paso a la parte superior la válvula de retención *M*, que toma su asiento.

La presión atmosférica obliga a ascender al émbolo *B*, llevando éste hacia arriba la palanca *E*, y consigo al pistón *Q*; en su movimiento ascendente, este pistón, lo primero que cierra, es la comunicación *G* del cilindro del freno con la atmósfera, y al continuar subiendo, tropieza con la válvula *H*, levantándola de su asiento. Al quedar levantada la válvula *H*, el vapor, que llegando por *Y* hace cámara sobre las válvulas *K* y *H*, pasa a la parte inferior de esta última por la guía *J*, quedando equilibrada parcialmente la válvula *K*; continúa ascendiendo el pistón *Q* y levanta la válvula principal *K*, que descubre la admisión de vapor al cilindro del freno, presión que actúa al mismo tiempo sobre la parte superior del pistón *Q* hasta llegar a equilibrarse con el esfuerzo ascensional del pistón *B*, esfuerzo que resulta duplicado por la proporción de la palanca *E*. Si la presión del vapor en el cilindro aumenta, resultando superior al esfuerzo ejercido por el pistón *B*, tal aumento se dejará sentir también sobre el pistón *Q*, obligándolo a descender, contrarrestando la acción del pistón *B* y palanca *E*, cerrándose entonces la válvula *K* y cortando la admisión de vapor al cilindro de freno; de este modo, el valor de la presión admitida a los cilindros guarda la proporción debida con la disminución del vacío operada en la cara inferior del émbolo *B*, al aplicarse freno.

Si la presión del vapor que actúa sobre el pistón Q resulta mayor que el esfuerzo ascendente realizado por el émbolo B , como sucedería si aumenta el vacío en su cara inferior, el pistón Q desciende, abriendo el escape G , que comunica con la atmósfera por Z hasta que la presión del cilindro disminuya y el émbolo B ascienda nuevamente, lo que significa que las variaciones de presión en el cilindro del freno, son proporcionales al aumento o disminución del vacío que se opere bajo el émbolo B . Cuando el freno de vacío no se emplee en el tren, la válvula automática del freno de vapor se puede gobernar a mano por medio de la palanca U , que al tirar de ella comprime al resorte T y acciona la palanca W , levantando al pistón Q por medio de la palanca E . Cuando la palanca U se tira a fondo y la uña de la falleba queda en la última muesca del sector, el resorte T queda comprimido al máximo y el vapor, admitido a los cilindros de freno con toda la presión de la caldera. Si empleándose el freno de vacío se aplican los frenos y se cierran los eyectores, el freno de vapor queda aplicado mientras no se destruya el enrarecimiento que existe en la parte superior del émbolo B y recipiente que existe en la parte superior del émbolo B y recipiente de vacío por medio de la válvula de aflojamiento con que está equipada la cañería auxiliar junto al eyector. Si estando aplicados los frenos del tren se quiere aflojar con prontitud el freno a vapor de la máquina, como podría ocurrir en el caso de arrastrarse las ruedas, por ejemplo, se recurre también a la válvula de aflojamiento mencionada, admitiendo la presión atmosférica a la parte superior del émbolo B . Puede observarse en la figura 802, que a pesar de estar equipada la máquina con freno a vapor, el vacuómetro es doble, indicando una aguja el enrarecimiento efectuado en cañería general, y la otra, al obtenido en el recipiente de vacío y parte superior del émbolo B .

198. Aparato eyector Davies & Metcalfe. – El eyector de freno "Metcalf" es un aparato de freno moderno, con una potencia extractora que no tiene competencia. Se utilizó en varias locomotoras del F.C.C.A., hoy F.N.G.B.M. El funcionamiento de este freno es muy sencillo. Las toberas de este eyector están construidas en la disposición "Compound", produciendo así un vacío más rápido comparado con cualquier otro tipo de freno.

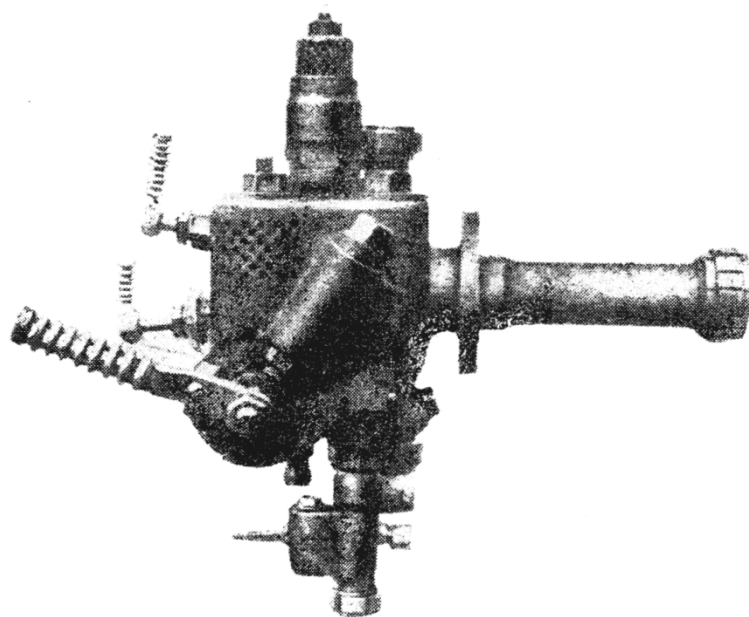


Figura 804 – Eyector de freno de vacío (Montaje exterior de mano derecha).

Con este eyector se puede formar un enrarecimiento de 65 a 68 centímetros lineales de una columna de mercurio; en esta forma se puede mantener un vacío constante en cañería general, aunque existieran en ella pérdidas considerables. En este eyector se pueden poner los dos eyectores juntos en funcionamiento, como también se puede poner en funcionamiento el cono grande solamente, o poner sólo en funcionamiento el cono chico. De estos eyectores los hay contruidos con el gobierno del mismo a la derecha y con el gobierno a la izquierda, según la necesidad de su colocación. También los hay contruidos con freno de vapor: este freno de vapor es combinado con el

freno de vacío y su funcionamiento es similar a los demás tipos de freno, por lo que no se describe aquí; además, con este eyector se puede mantener el enrarecimiento con distintas presiones de vapor.

El eyector grande de este freno está provisto con una válvula de ajuste reguladora de vapor, véanse las figuras 805 y 807, que se encuentra debajo del eyector chico; con esta válvula se facilita la regulación del paso del vapor a la tobera del cono grande, asegurando el máximo rendimiento del aparato con un mínimo de consumo de vapor, y con presiones de vapor muy distintas; esta reguladora se reemplazó en poco tiempo con una tapa ciega, ya que el uso no demostró su utilidad.

Con este eyector se puede utilizar vapor recalentado, por cuanto estos aparatos están contruidos con una fundición de bronce especial para altas temperaturas. Además, en las toberas de estos eyectores no se producen incrustaciones por cuanto el vapor pasa por el interior de las mismas, no dando lugar a que se adhieran incrustaciones en su interior. La figura 805 representa el corte de las toberas del eyector; la de la parte superior, es la tobera del eyector chico y la inferior la tobera del eyector grande. Cada eyector hace la expulsión por medio de su correspondiente tobera de descarga hacia el tubo de escape, y se compone de una combinación de tobera de vapor, tubo de vacío y tubo de descarga.

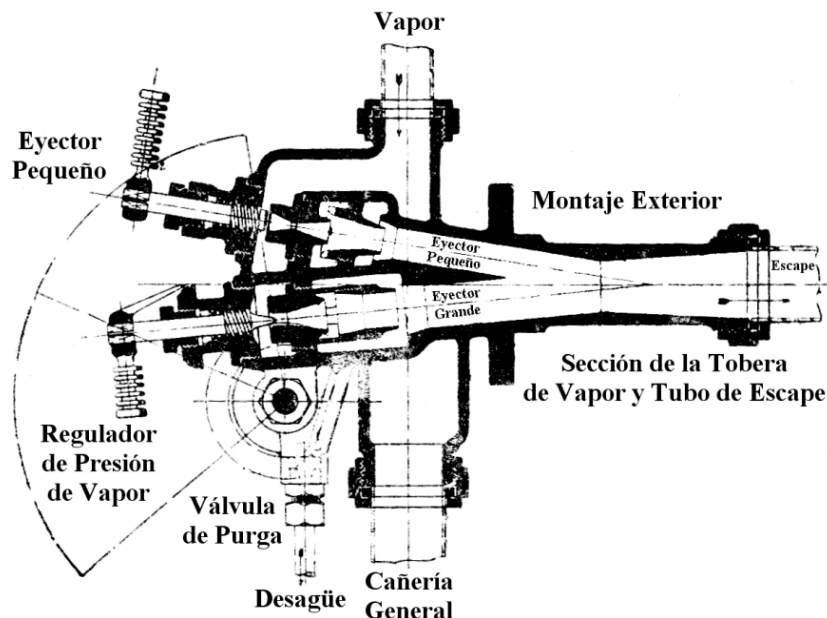


Figura 805 – Sección del aparato mostrando ambos eyectores.

En la figura 806 está representado el eyector chico con sus correspondientes canales de extracción de aire; el canal posterior se denomina primario y el anterior secundario: las flechas indican la corriente del vapor y los puntos representan el aire de las toberas y de la cañería general, expulsados al tubo de descarga a la tobera de escape.

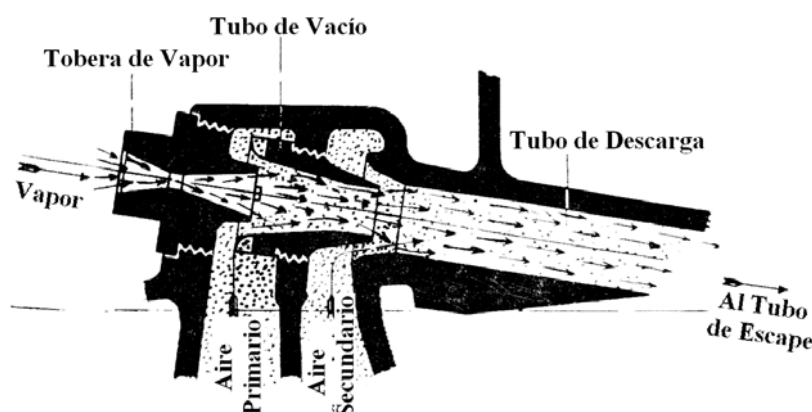


Figura 806 – Sección mostrando el eyector chico.

En la figura 807 se representa el regulador de presión de vapor para el eyector grande: este regulador consiste en una boquilla de forma cónica 74, colocada concéntricamente en la tobera, con movimiento longitudinal que permite graduar el paso de vapor por el interior de la tobera: la cantidad exacta correspondiente a la presión a que se trabaje este regulador está provisto con una manivela y con una aguja indicadora 78 y tuerca de tapa 75 con graduaciones con cifras que indican las distintas presiones de vapor, colocando la aguja indicadora en la cifra que corresponde a la presión de caldera, para que se utilice para dicha presión el mínimo de vapor para establecer el vacío deseado.

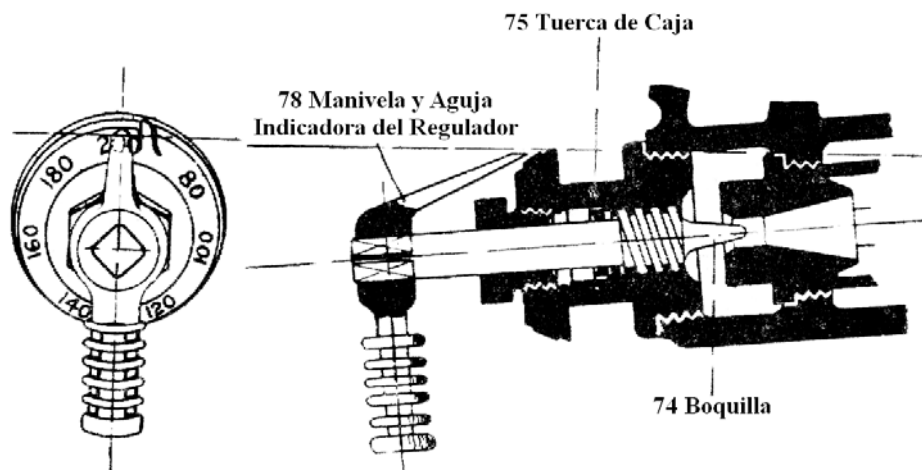


Figura 807 – Sección mostrando la válvula reguladora de presión

Árbol de Distribución – El funcionamiento del freno es accionado por el maquinista por medio de la manivela de control, montado sobre el árbol de distribución. Este árbol lleva unidas a él las levas que accionan a la válvula de admisión de vapor para el eyector grande, y para la válvula de admisión de aire y la válvula exterior de aire.

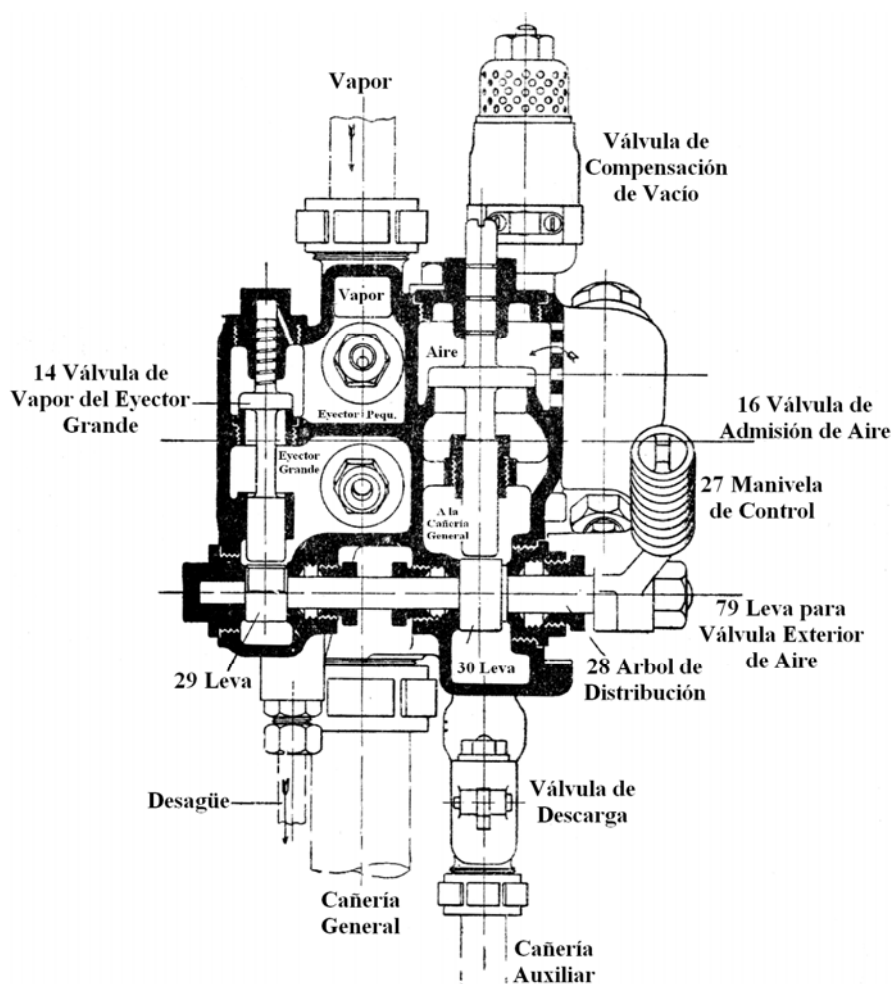


Figura 808 – Sección mostrando el árbol de distribución.

La figura 808 muestra el nombre de las partes, siendo: 29, leva para levantar la válvula de vapor para el eyector grande; 30, leva para levantar a la válvula de aire para la aplicación de freno; 79, leva para levantar a la válvula exterior de aire, moviendo la manija de control 28 a las posiciones de freno aplicado o freno aflojado, el árbol de distribución gira haciendo funcionar las levas, que éstas accionan a las válvulas arriba nombradas, estando abierto el paso de vapor de la caldera al aparato, el vapor forma cámara sobre la válvula de vapor al cono grande, y alrededor y sobre la válvula de vapor para el cono chico, esta última es gobernada a mano, por medio de la manija que va colocada directamente en un vástago roscado y asentado

directamente en el extremo de la tobera de vapor del eyector chico; llevando esta manija de derecha a izquierda, se va abriendo más el paso de vapor para la tobera del cono chico, e inversamente cuando ésta se lleva de izquierda a derecha.

El paso de vapor para la tobera del cono grande, figura 808, se hace bajo la intervención de la válvula 14; la cámara sobre esta válvula está comunicada con el caño de vapor de la caldera, y la cámara debajo de esta válvula está comunicada con la cámara del cono grande.

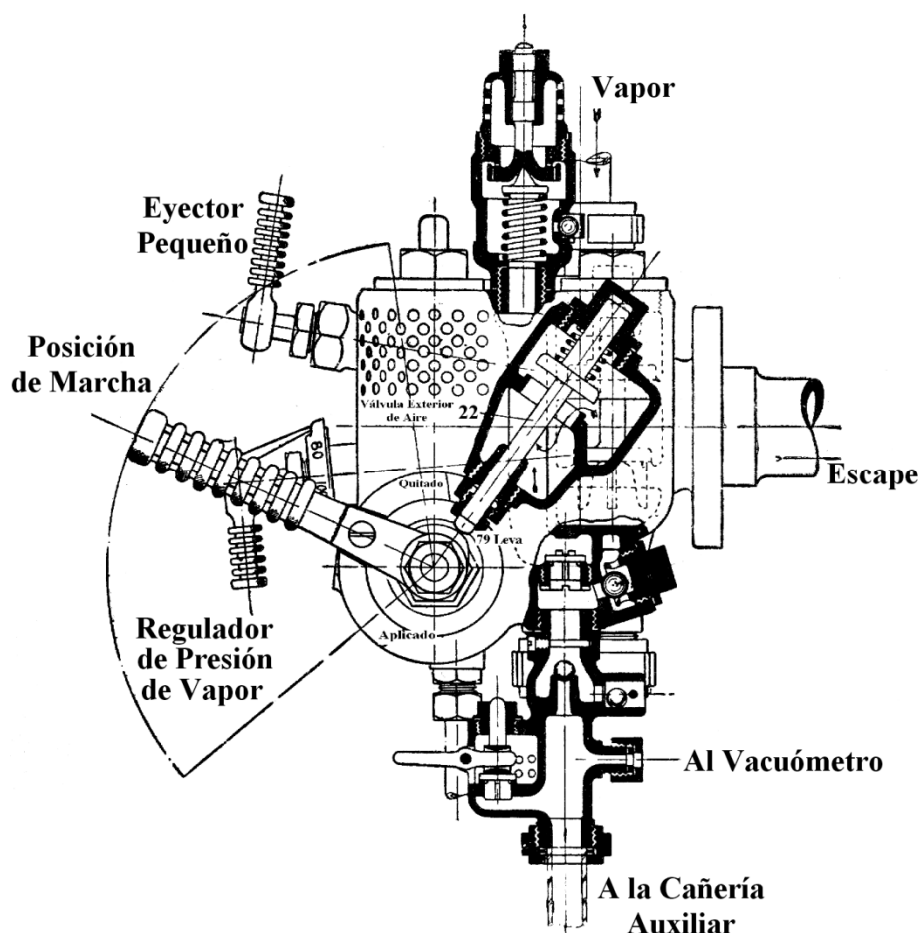
Esta válvula es accionada por medio de la leva 29 que viene a apoyarse directamente sobre el extremo debajo de su varilla 14; dicha leva está montada en el árbol de distribución 28, que es accionado por el maquinista por medio de la manija 27 a la posición de freno aflojado, el árbol de distribución gira y, la leva, al actuar sobre la parte inferior de la varilla de la válvula, levanta a ésta de su asiento, pasando el vapor de la parte superior a la inferior y así directamente por el interior de la tobera del cono grande; esta válvula se mueve solamente cuando la manija de control está en posición freno aflojado, quedando cerrada cuando la manija está en posición de marcha o posición freno aplicado.

Válvula de Aire – En la figura 808 se representa la válvula de aire para el aplique del freno; esta válvula es levantada de su asiento por medio del árbol 28 y leva 30 cuando la manija de gobierno 27 se halla en posición freno aplicado, la parte superior de esta válvula está comunicada por medio de las perforaciones de la custodia con la atmósfera, mientras que la parte inferior está comunicada con la cañería general del tren, cuando el maquinista lleva la manija a posición de freno aplicado, el árbol de distribución gira y la leva, actuando sobre el extremo inferior del vástago de la válvula levanta a ésta, permitiendo pasar directamente el aire de la atmósfera a cañería general, aplicando los cilindros de freno, esta válvula está en su asiento en las posiciones de marcha y freno aflojado.

Con esta válvula, el maquinista puede graduar el paso del aire, poco o mucho, según como quisiera hacer las aplicaciones de freno.

Válvula Exterior de Aire – El eyector está adoptado con una válvula especial, figura 809. Cuando se aplica el freno, esta válvula corta la comunicación del eyector chico con la cañería general,

quedando el eyector chico comunicado directamente con la cañería auxiliar, manteniendo el vacío en la parte superior de los émbolos y cilindros y recipientes de vacío de la máquina y tender.



Cuando la manija está en posición de marcha o posición freno aflojado, la leva 79 del árbol de distribución mantiene a esta válvula 22 desplazada. En esta posición el eyector chico extrae el aire tanto de la cañería general, como de cañería auxiliar; esta válvula cumple la función de la concavidad del disco de los eyectores "Gresham Dreadnought".

Figura 809 – Sección a través de la válvula exterior de aire

Válvulas de Retención y Extracción para la Cañería General – Estas válvulas están colocadas

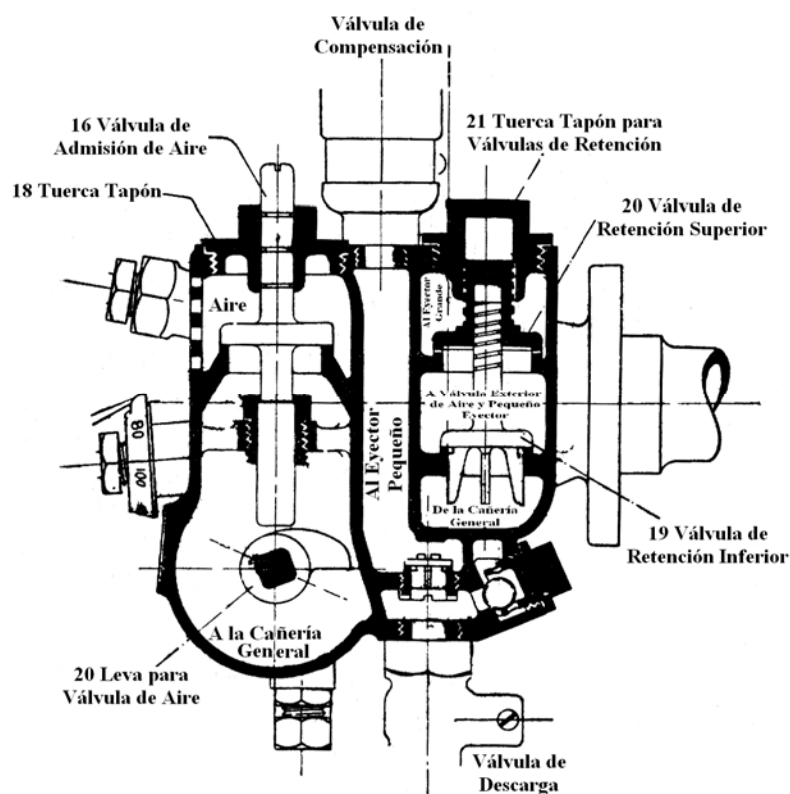


Figura 810 – Sección a través de las válvulas de retención.

entre los eyectores grande y chico y la cañería general, para impedir el paso del aire de los eyectores cuando éstos no están en funcionamiento. En la figura 810 están demostradas estas dos válvulas; la válvula de retención y extracción 20 corresponde al eyector grande, y la válvula 19 corresponde al eyector chico; la válvula 20 en su interior lleva practicada una canaladura para que sirva de guía para la válvula 19; la parte superior de la válvula 20 comunica con la tobera del eyector grande y la cámara intermedia entre estas dos válvulas, superior e inferior, comunican con el eyector chico, y el espacio debajo de la válvula 19 comunica directamente con la cañería general del tren, de modo que al estar en funcionamiento el eyector grande aspira el aire por el levantamiento de ambas válvulas, mientras que estando en funcionamiento el eyector chico el aire es extraído por el levantamiento de

la válvula 19. La cámara intermedia comunica por medio de la válvula exterior 22 con la válvula graduadora de vacío y a la vez con la parte superior de la válvula de descarga de la cañería auxiliar.

Válvula de Compensación o Graduadora – Para mantener el vacío fijo y constante y para evitar

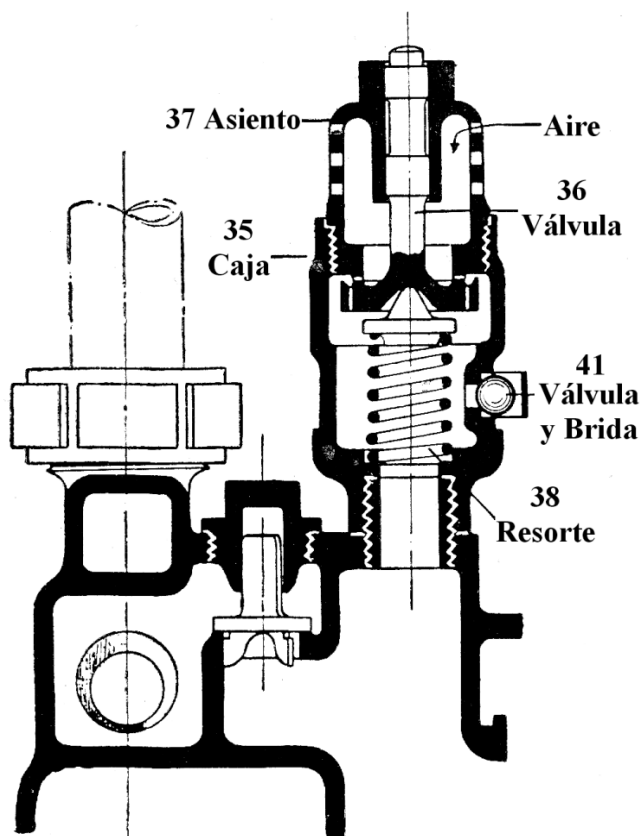


Figura 811 – Sección a través de la válvula graduadora de vacío

las variaciones en el vacío, el freno está adoptado con una válvula de compensación, o válvula graduadora de vacío, ajustada de manera que siempre que el vacío en el tren exceda el límite de regulación normal, ésta admitirá aire a la cañería general para impedir que el vacío pase de dicho límite de su graduación. Esta válvula de graduación está demostrada en la figura 811.

Se compone de una custodia o caja 35 que contiene la válvula 36 y el resorte regulador 38. La cámara debajo de esta válvula está comunicada con los eyectores y a la vez con la cañería general; el vacío se forma gradualmente debajo de esta válvula, como así en cañería general; la parte superior de esta válvula está protegida por una custodia, siendo ésta perforada, obrando la presión atmosférica constantemente sobre ella; esta válvula se gradúa a la presión a que se quiera llevar el enrarecimiento en la cañería general.

Para graduar esta válvula, se aprieta la custodia o tuerca de asiento 37 aumentando en esta forma la compresión del resorte, y por lo tanto, esta válvula está más fuertemente mantenida contra su asiento, necesitándose una mayor diferencia de presión entre la parte superior e inferior para que se desplace y permitir el paso de aire a la cámara del eyector. Esta válvula es muy sensible y eficaz; no se desplace hasta que el vacuómetro no llega a la graduación a que se ha regulado; en el cuerpo de esta válvula se le ha adoptado con una válvula de forma esférica 40 para permitir todo escape de vapor de los eyectores, en caso que las válvulas de vapor correspondientes a éstos perdieran, no dando lugar así a que se forme condensación en las tuberías del freno.

Válvula de Descarga accionada por el Maquinista – Este eyector está adoptado con una válvula de descarga. Esta válvula es del tipo perfeccionado, figura 812. Va colocada en el cuerpo del aparato del freno, uniendo la cañería auxiliar hasta la parte superior de los émbolos y cilindros y recipientes de vacío de máquina y ténder.

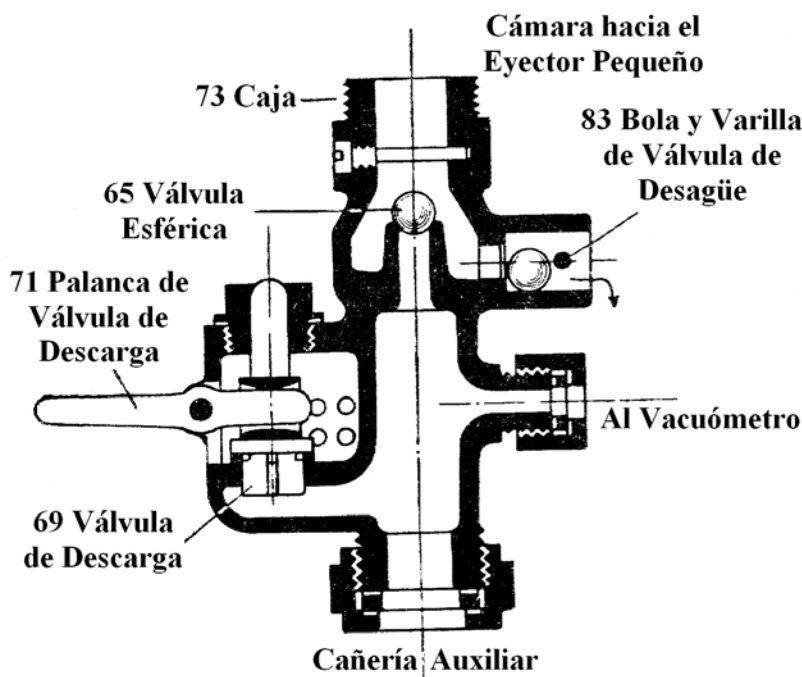


Figura 812 – Sección a través de la válvula de descarga

En el cuerpo de esta válvula lleva colocada en su interior una válvula esférica de retención 65 para impedir el paso del aire a la cañería auxiliar y recipiente de vacío cuando no funcionan los eyectores: sobre la válvula de descarga 69 obra constantemente la presión atmosférica por medio de las perforaciones practicadas en la custodia de la misma, y la parte inferior de esta válvula comunica con la cañería auxiliar y recipientes de vacío; al oprimir el gatillo 71 éste levanta a la válvula permitiendo pasar el aire por la cañería auxiliar a

la parte superior de los émbolos y cilindros y recipientes de vacío, destruyendo el vacío; los émbolos caen por su propio peso aflojándose los frenos. Para una mayor seguridad, para impedir el paso del agua al tubo del cuerpo de la cámara, la válvula de descarga está provista de una válvula esférica de desagüe 83; en este cuerpo existe una unión para acoplar al caño que comunica con el vacuómetro dúplex; éste va colocado en la casilla para indicar el grado de enrarecimiento que se ha formado.

Desagüe – Para evitar que las condensaciones pasen en la tubería del freno, ésta está adoptada

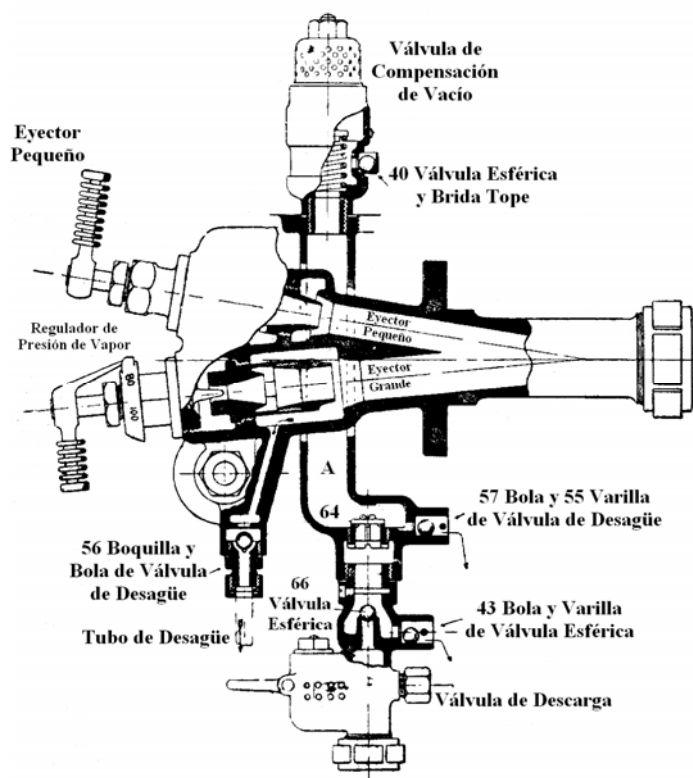


Figura 813 – Diagrama de la disposición de las válvulas de desagüe del eyector.

con cuatro válvulas de desagüe que permiten el libre escape de vapor y agua de las cámaras del eyector. La colocación de estas válvulas está mostrada en la figura 813. La válvula principal de desagüe 56, purga las toberas, tanto la del eyector chico como la del grande, y al empalme del escape, y para asegurar una perfecta descarga, va colocada en la parte más baja de la tobera del cono grande. Esta válvula es de forma esférica.

La válvula graduadora de vacío está provista, en su parte inferior, de una válvula esférica, con su brida y tope 40; cuando el eyector no funciona, esta válvula esférica se desplaza, dejando escapar a la atmósfera el vapor que penetrara por pérdidas de las válvulas de vapor, ya sean del eyector chico o del eyector grande; en el fondo del paso A también lleva adoptada una válvula de desagüe 57 y para mayor seguridad lleva otra válvula de purga 43 para evitar el paso de agua por la válvula esférica 66 a la cámara de la válvula de descarga. Estas cuatro válvulas se encuentran desplazadas mientras los eyectores no funcionan.

Funcionamiento de este aparato de freno con el eyector chico (Figura 814) – Estando abierto el paso de vapor de la caldera, el vapor forma cámara sobre la válvula de vapor para el eyector grande

y a la vez sobre y alrededor de la válvula del eyector chico. Al estar la manija de gobierno en posición de marcha, se pasa a abrir la válvula de vapor para el eyector chico; el vapor pasa por su correspondiente tobera soplando por el interior de la lumbrera de extracción; en su velocidad, se lleva el aire de los canales que rozan con él, extrayendo el aire de la tubería del tren; el aire pasa por el levantamiento de la válvula de retención y extracción 19, pasando a la cámara E, y de ésta a la cámara D, pasando por el levantamiento de la válvula exterior 22 (a esta válvula la mantiene desplazada la leva del árbol de distribución) continuando el paso de aire a la cámara C, a la parte inferior de la válvula 22 y de allí a la cámara A, y el aire que se extrae de la parte superior de los émbolos y cilindros y recipientes de vacío por medio de la cañería auxiliar, pasa por el desplazamiento de la válvula esférica 66, y por el levantamiento de la válvula 64, juntándose con el aire de la cañería general pasando por el levantamiento de la válvula auxiliar 53, rozando con el vapor del eyector chico, siendo llevado por el tubo de escape.

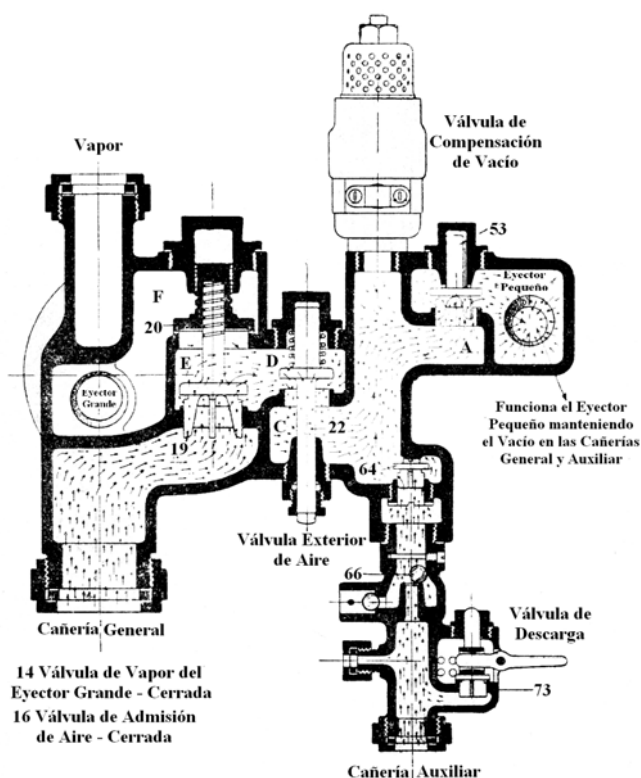


Figura 814 — Diagrama que indica la posición de las válvulas cuando la manivela está puesta a "Marcha" y el eyector pequeño funciona

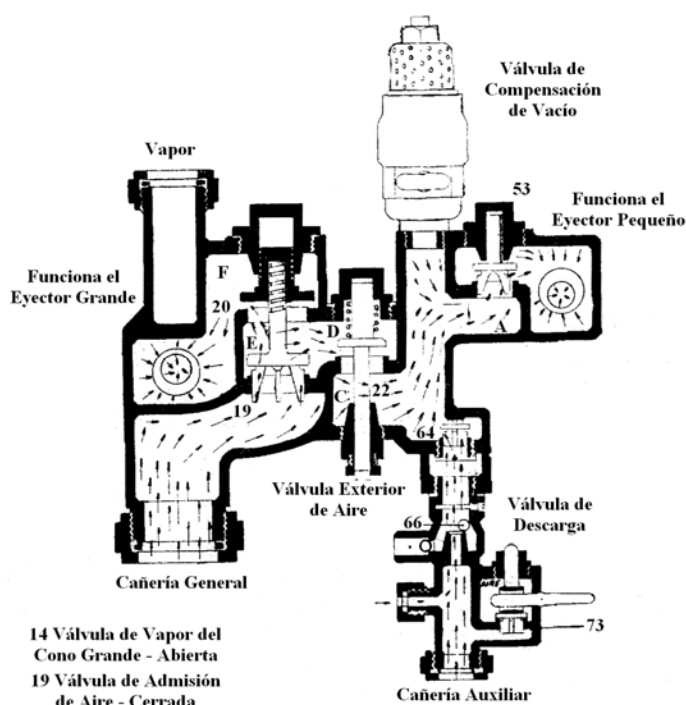
La válvula de retención y extracción 20 está en su asiento impidiendo que se forme el círculo viciado por la tobera del eyector grande.

En la figura 814, las flechas indican el paso del aire extraído por el eyector chico. La manija del control tiene tres posiciones principales, siendo éstas: 2ª, Posición de marcha; 1ª, Posición de freno aflojado; 3ª. Posición de freno aplicado.

Las posiciones que ocupan las distintas válvulas cuando la manija de gobierno está en posición de marcha, estando en funcionamiento el eyector chico, son las siguientes:

Nº 6. Válvula de vapor al eyector chico	Abierta
Nº 14. Válvula de vapor del eyector grande	Cerrada
Nº 16. Válvula de admisión de aire para cañería general	Cerrada
Nº 22. Válvula exterior de aire	Abierta
Nº 20. Válvula superior de aire correspondiente al eyector grande	Cerrada
Nº 19. Válvula inferior de aire	Abierta
Nº 64. Válvula de cañería auxiliar	Abierta
Nº 66. Válvula esférica de descarga	Abierta
Nº 53. Válvula auxiliar de aire.....	Abierta

Funcionamiento de este aparato de freno con ambos eyectores (Figura 815) – Cuando están



en funcionamiento los dos eyectores, el paso de aire es indicado por las flechas, viéndose que la extracción de aire forma dos direcciones: el aire de cañería general pasa por el levantamiento de la válvula 19, parte de éste pasa por el levantamiento de la válvula 20 al eyector grande, parte pasa por el levantamiento de la válvula 22, juntándose con el aire de cañería auxiliar, pasando por el levantamiento de la válvula 53, siendo llevado por rozamiento por el vapor del eyector chico a la tobera de escape.

Las posiciones que ocupan las distintas válvulas estando en funcionamiento los dos eyectores, son las siguientes:

Figura 815 – Diagrama que indica la posición de las válvulas cuando funcionan ambos eyectores

Nº 6. Válvula de vapor al eyector chico	Abierta
Nº 14. Válvula de vapor del eyector grande	Abierta
Nº 16. Válvula de admisión de aire para cañería general	Cerrada
Nº 22. Válvula exterior de aire	Abierta
Nº 20. Válvula superior de retención de aire	Abierta
Nº 19. Válvula inferior de retención de aire	Abierta
Nº 64. Válvula de retención de cañería auxiliar	Abierta
Nº 66. Válvula esférica de descarga	Abierta
Nº 53. Válvula auxiliar de aire	Abierta

Funcionamiento de este aparato de freno con el eyector grande – En la figura 816 está mostrada la extracción de aire cuando está en funcionamiento el eyector grande. La extracción de aire es indicada por las direcciones de las flechas.

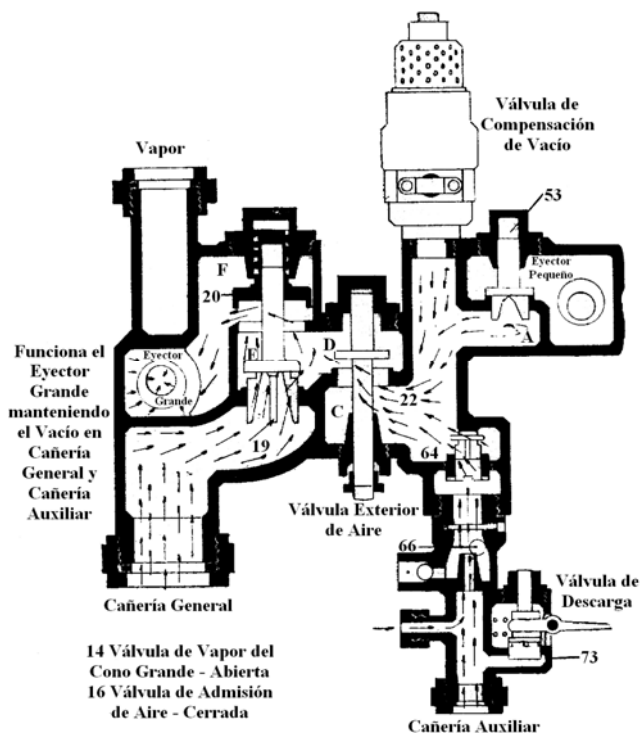


Figura 816 – Diagrama que indica la posición de las válvulas cuando solamente funciona el eyector grande

Las posiciones que ocupan las distintas válvulas estando en funcionamiento el eyector grande, son las siguientes:

Nº 6	Válvula de vapor al eyector chico	Cerrada
Nº 14	Válvula de vapor al eyector grande	Abierta
Nº 16	Válvula de admisión de aire para cañería general	Cerrada
Nº 22	Válvula exterior de aire	Abierta
Nº 20	Válvula superior de retención de aire	Abierta
Nº 19	Válvula inferior de retención de aire	Abierta
Nº 64	Válvula de retención de cañería auxiliar	Abierta
Nº 66	Válvula esférica de descarga	Abierta
Nº 53	Válvula auxiliar de aire	Cerrada

Funcionamiento de este aparato de freno en posición de Aplicado – En la figura 817 se muestra la posición de freno aplicado. Está demostrado por la dirección de las flechas el paso de aire a cañería general y la extracción de aire por cañería auxiliar, por el funcionamiento del eyector chico.

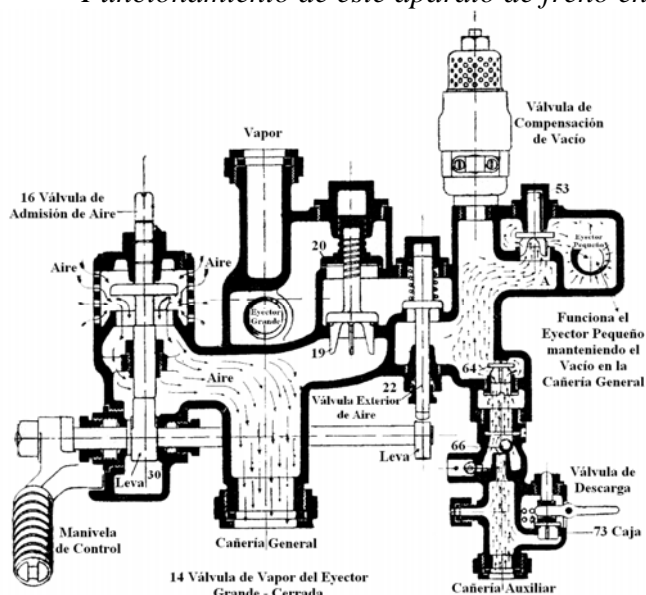


Figura 817 — Diagrama de la distribución de las válvulas cuando la manivela está puesta a "Aplicado" y el eyector pequeño funciona

Las posiciones que ocupan las distintas válvulas son:

Nº 6	Válvula de vapor al eyector chico	Abierta
Nº 14	Válvula de vapor al eyector grande	Cerrada
Nº 16	Válvula de admisión de aire para cañería general	Abierta
Nº 22	Válvula exterior de aire	Cerrada
Nº 20	Válvula superior de retención de aire	Cerrada
Nº 19	Válvula inferior de retención de aire	Cerrada
Nº 64	Válvula de retención de cañería auxiliar	Abierta
Nº 66	Válvula esférica de descarga	Abierta
Nº 53	Válvula auxiliar de aire	Abierta

199. Eyector de freno de vacío "Westinghouse" de regulación automática. – Se ha ideado este eyector, para formar rápida y económicamente un vacío normal equivalente a unos 50 centímetros, con una presión de vapor en los conos del eyector, de 8 a 9 kg/cm²; esta reducción en los conos es controlada por medio de una válvula reductora, que forma parte del conjunto del freno; con esta

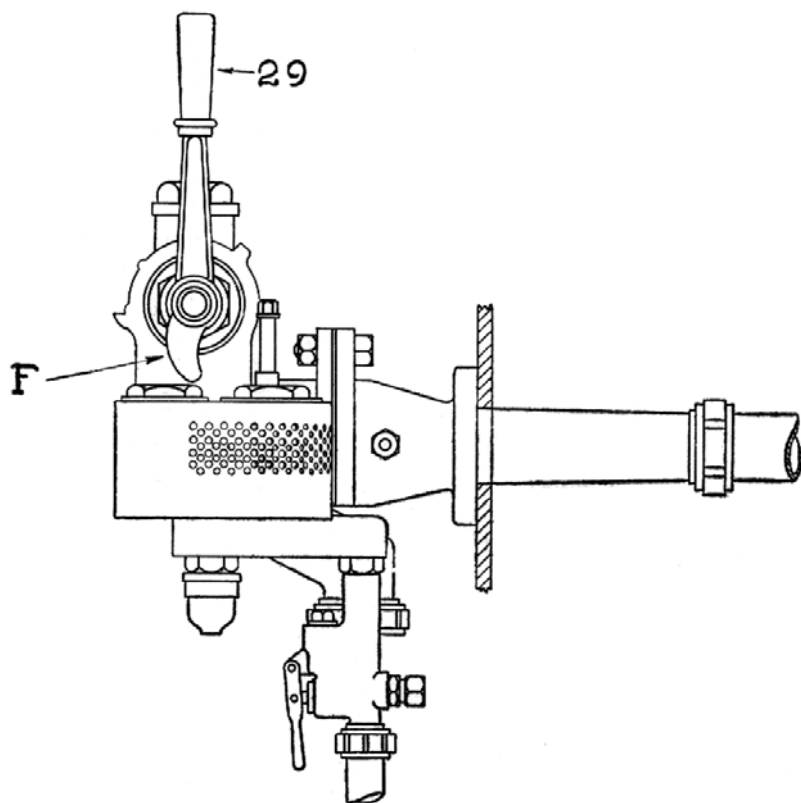


Figura 818 – Eyector de freno de vacío Westinghouse

vapor grande y en forma divergente; en esta forma se obtiene una economía mayor en el consumo de vapor.

El aire que se utiliza para el frenado, es admitido por una válvula del tipo de tubo; esta válvula está mantenida contra su asiento mientras la manija de gobierno del eyector se encuentra en las posiciones I^a, II^a, III^a y IV^a; al pasar la manija de la posición IV^a un poco hacia la posición V^a levanta una válvula chica; esta válvula hace un asiento en el centro y sobre la válvula grande, utilizándose en las aplicaciones de servicio, y para las aplicaciones rápidas, la manija del eyector, debe ser llevada a la V^a posición; en esa posición la válvula grande es levantada de su asiento, pasando el aire del exterior por el levantamiento de la válvula chica y por la válvula grande, a cañería general, destruyéndose el enrarecimiento instantáneamente.

Las ventajas de este eyector son las siguientes: uniformidad del vacío con presiones de caldera variables; uniformidad en la potencia del freno; supresión en las tendencias de los frenos a aplicarse por sí solos; rapidez de acción en la producción del vacío y economía en el consumo de vapor.

En la figura 818 está demostrado el cuerpo externo del aparato, y en las figuras 819, 820, 821 y 822, está representado seccionado. El cuerpo posterior de este eyector va atornillado a la pieza 59, figura 819, que forma el conjunto del aparato, y esta última se atornilla a la tobera de descarga. Este eyector está compuesto por cuatro pequeños conos, y cada cono tiene su correspondiente tubo de descarga, que va a comunicar con el tubo de descarga hacia la caja de humo; el cono 9^a, figura 820 va colocado en una cámara a la izquierda; éste permite mantener el vacío en la instalación durante la marcha del tren, o sea extraer el aire por posibles pérdidas en la instalación, mientras la manija del eyector se encuentre en la posición II^a y entre II^a y III^a.

reducción de presión del vapor, y teniendo en la caldera presiones que son de 12 a 14 y hasta 16 kg/cm², no trae inconvenientes en el mantenimiento del vacío aunque por cualquier causa la presión en la caldera disminuyera, esto siempre que no disminuyera a menos de lo que está graduada la válvula reductora. Quienes visiten las instalaciones del Ferrocarril de Remedios de Escalada, y tengan la oportunidad de subir a la cabina de la locomotora 4116, podrán observar este eyector, combinado con freno de vapor.

Los detalles más salientes de este eyector son: en lugar de un cono grande, que permite una descarga excesiva de vapor, se ha construido con tres conos chicos; estos conos reciben el vapor por su interior, formando en su descarga un cono de

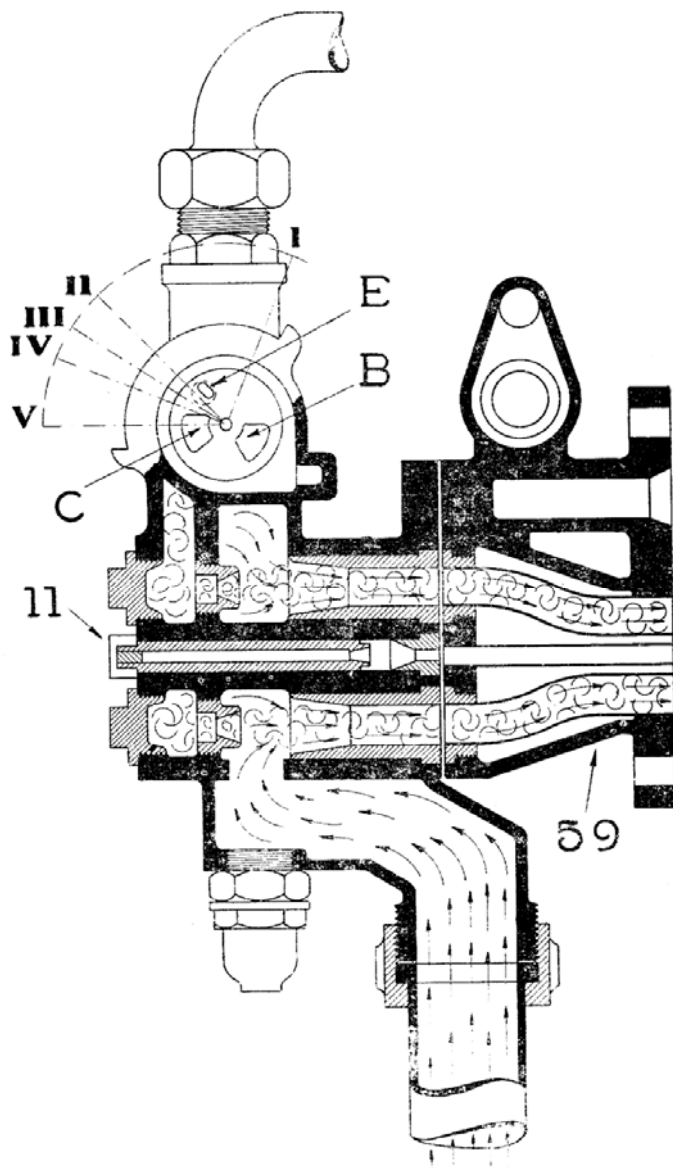


Figura 819 – Sección del eyector Westinghouse

de la misma, saca de su asiento a la válvula 24, permitiendo pasar por unas perforaciones al aire del exterior, a la parte superior entre tapa y émbolos y recipientes de vacío en los cilindros de la máquina y ténder. La válvula graduadora de vacío, al estar colocada en la cámara A controla el vacío, tanto cuando está en funcionamiento el cono 9^A de la cámara de la izquierda como así los tres conos de la cámara de la derecha. La válvula de la regulación automática de vapor, va colocada en el caño de conducción de vapor que viene de la caldera al aparato de freno, y entre la válvula de regulación automática y el aparato de freno lleva colocado un manómetro para cuando se quiera controlar la válvula reguladora o para indicar si el funcionamiento de la misma es correcto.

Cuando este aparato está combinado con el freno a vapor, se provee una brida 26, figura 822, en los orificios necesarios para ser colocado en ellos el cuerpo del freno a vapor; el vapor para este freno es tomado en el conducto *R*, pasando por el canal *R'* al frente de la válvula de vapor del combinado, desplazándose ésta pasa a los cilindros, es descargado por la cavidad *T* y conducto *T'* a la tobera de escape del eyector; en este freno a vapor, el funcionamiento es el mismo como el descrito en el ítem 195, al formarse el enrarecimiento en la cámara *A*, figura 822, éste se extiende, por el canal *P* en la parte anterior del pequeño émbolo de vacío; este freno se aplica cuando se normaliza la presión en cañería general, y se aflojan los cilindros de freno cuando se enrarece el aire en cañería general.

La cámara *R* de la derecha, en su interior lleva colocados tres conos, siendo el diámetro de estos conos igual al del cono 9^a; el poder de extracción de estos tres conos juntos, se compara al poder de extracción del cono grande en los demás tipos de freno. El cono 9^a extrae el aire de la instalación, por el levantamiento de la válvula 14, figura 821, y los tres conos de la cámara de la derecha, extraen el aire por el levantamiento de la válvula 12; se suministra vapor a la pequeña boquilla central 11, figura 819, por el orificio *E* descubierto por la válvula distribuidora de vapor, cuando la manija del eyector se encuentra en la posición V^a, que es cuando el freno se halla aplicado totalmente; esta pequeña boquilla central, comunica directamente con la cañería auxiliar, parte superior entre tapa y émbolo y los recipientes de vacío de los cilindros de máquina y ténder, figura 822; en la cañería auxiliar lleva una válvula de retención 22; esta válvula impide que se destruya el vacío en la parte superior en los cilindros y recipientes de vacío de máquina y ténder, cuando los frenos son aplicados con la válvula chica, y cuando la manija del eyector se encuentra en I^a y en II^a y entre II^a y III^a.

Cuando se quisieran aflojar los cilindros de máquina y ténder, éstos se aflojan por medio de la válvula 23, al tirar

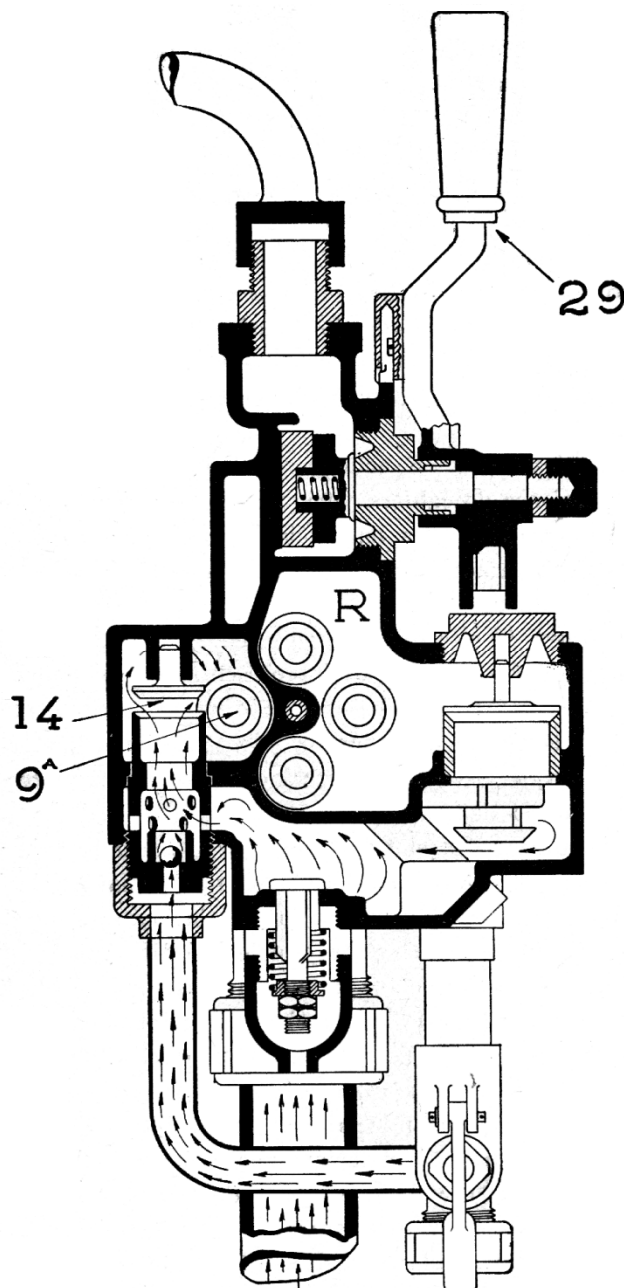


Figura 820 – Funcionamiento con el cono chico

es mantenido por el funcionamiento del cono de la cámara de la izquierda, en cañería general y cañería auxiliar, véase figura 820, el paso de aire está indicado por las direcciones de las flechas. Al aproximar la manija del eyector hacia la posición tercera, se reduce el pasaje del vapor por la lumbrera C, quedando completamente cerrado el paso de vapor cuando la manija del eyector se encuentre en la tercera posición.

De la tercera posición hasta la cuarta posición, se denomina posición de solapa o recubrimiento, el paso de vapor en ésta, para todos los conos se encuentra cerrado, estando la manija del eyector en la cuarta posición, la garra F, figura 818, está tocando en la tuerca L de enganche del vástago de las válvulas aplicadoras; al pasar la manija un poco hacia la quinta posición, se levanta la válvula aplicadora chica, permitiendo el paso de aire en poca cantidad a cañería general, esto es cuando se hacen aplicaciones de servicio, y cuando la manija del eyector es llevada a la quinta posición, la válvula grande es levantada de su asiento, pasando el aire del exterior a cañería general, haciéndose el frenado con el máximo de poder.

Funcionamiento – Estando abierto el paso del vapor de la caldera, éste pasa por el funcionamiento de la válvula reductora de vapor, pasando a formar cámara sobre la válvula distribuidora de vapor de ambos conos, pasando la manija del eyector 29, figuras 820 y 821, a la primera posición, la válvula distribuidora descubre las lumbreras B y C, figura 821, el vapor que pasa por la lumbrera B suministra vapor a los tres conos de la cámara de la derecha, y el que pasa por la lumbrera C suministra vapor al cono de la cámara de la izquierda; el enrarecimiento que éste produce, se extiende sobre la válvula 14, figura 821 siendo ésta de retención y extracción, por diferencia de presiones ésta se levanta, pasando parte del aire de cañería general. A la vez el enrarecimiento se forma sobre la válvula de forma esférica 25 del apéndice de cañería auxiliar, por diferencia de presiones ésta se levanta, formando el enrarecimiento hasta debajo de la válvula 22, figura 822, a continuación por cañería auxiliar entre tapa y émbolos, en los cilindros y en los recipientes de vacío de máquina y ténder; y el enrarecimiento que forman los tres conos en la cámara de la derecha, se extiende sobre la válvula 12, por diferencia de presiones ésta se levanta extrayendo parte del aire de cañería general. El paso de aire está indicado por las flechas en la figura 821.

Al pasar la manija del eyector de la primera posición a la segunda posición, la válvula distribuidora de vapor cierra el paso de vapor por la lumbrera B y continúa el paso de vapor por la lumbrera C. En este momento, la válvula de retención 12 toma asiento y el vacío

El resorte que va colocado sobre las válvulas aplicadoras, es para mantener las válvulas en su

asiento; en esa posición de la manija del eyector, la válvula distribuidora de vapor descubrió la pequeña lumbrera E, pasando el vapor a la pequeña boquilla central manteniendo el enrarecimiento por cañería auxiliar, parte superior entre tapa y émbolos y recipientes de vacío de los cilindros de máquina y tender, y hasta debajo de la válvula de forma esférica 25.

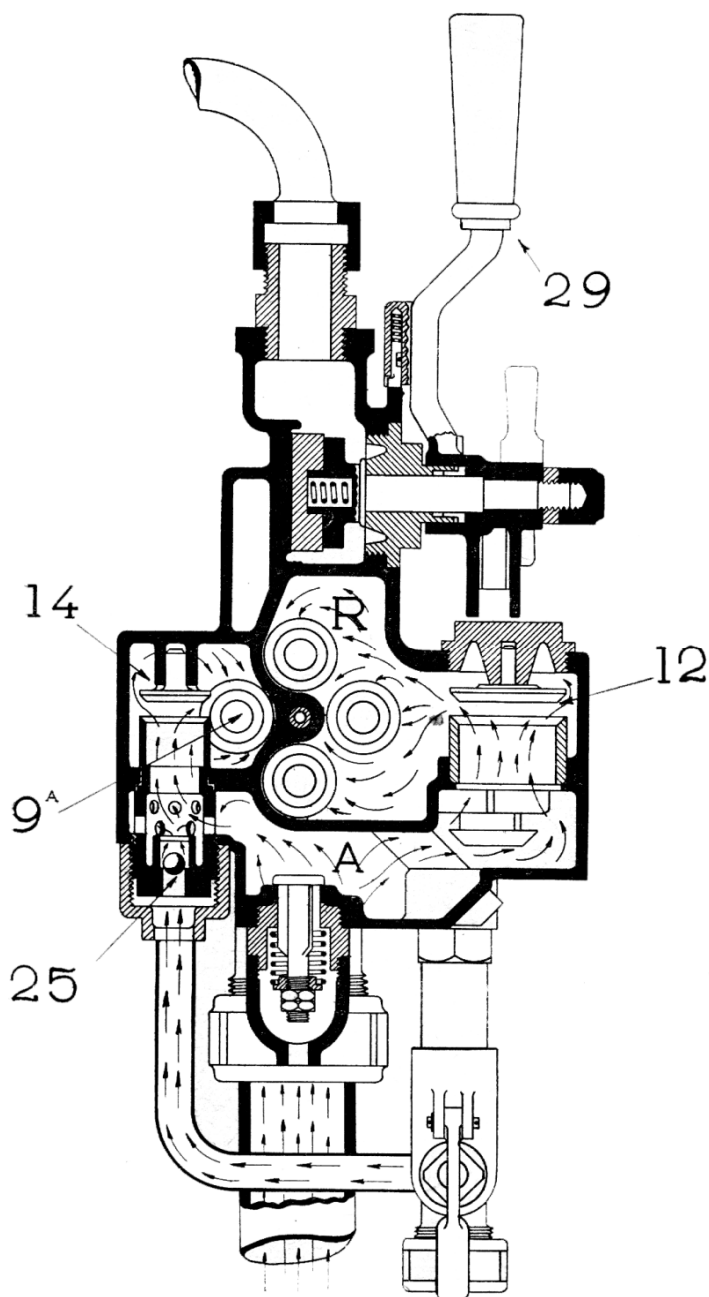


Figura 821 – Funcionamiento con todos los conos.

El paso de aire para el frenado está demostrado por las direcciones de las flechas, y el aire que extrae la pequeña boquilla central está demostrado también por las direcciones de las flechas en figura 822.

Prueba del equipo de freno – Se colocan las mangas en su correspondiente tapón terminal en ambos extremos de la locomotora, se coloca la manija del eyector en posición de recubrimiento, pasándose a abrir la toma de vapor de la caldera; se observa el manómetro indicador de la presión de los conos y si éste marca de 8 a 8,5 kg/cm², nos demuestra que la graduación de la válvula reductora de vapor es correcta. Se observan las agujas del vacuómetro, si éstas no indican enrarecimiento nos da de ver que la válvula distribuidora de vapor de los conos es hermética en su asiento; si la aguja del vacuómetro correspondiente a cañería auxiliar indicara un pequeño enrarecimiento, nos da de ver que la válvula distribuidora de vapor pierde hacia la lumbrera de la pequeña boquilla central. Si las dos agujas del vacuómetro marcan enrarecimiento, éste puede ser formado por el cono de la cámara de la izquierda o por los tres conos de la cámara de la derecha, ya sea porque la válvula distribuidora de vapor pierda hacia la lumbrera del cono de la cámara de la izquierda, o que ésta perdiera hacia la lumbrera de los tres conos de la cámara de la derecha.

Para localizar dicha pérdida, se procede a sacar la tapa de la cámara de los conos de la derecha, se tira de la palanca de la válvula de aflojamiento, esto es con el fin de destruir el enrarecimiento formado. Si el enrarecimiento se forma nuevamente, nos indica que la válvula distribuidora de vapor pierde hacia la lumbrera del cono de la cámara de la izquierda, y si no se forma más el enrarecimiento, la válvula distribuidora de vapor pierde hacia la lumbrera de los tres conos de la cámara de la derecha. Localizados éstos, se pasa la manija del eyector a quinta posición; si el vacío en cañería auxiliar se forma normalmente, nos demuestra que la válvula distribuidora de vapor descubrió la pequeña lumbrera para la boquilla central y que el funcionamiento de ésta es normal, y si la válvula de retención de la cañería auxiliar está, ésta se ha levantado y a la vez que la válvula de retención de forma esférica del apéndice de cañería auxiliar está y hace asiento.

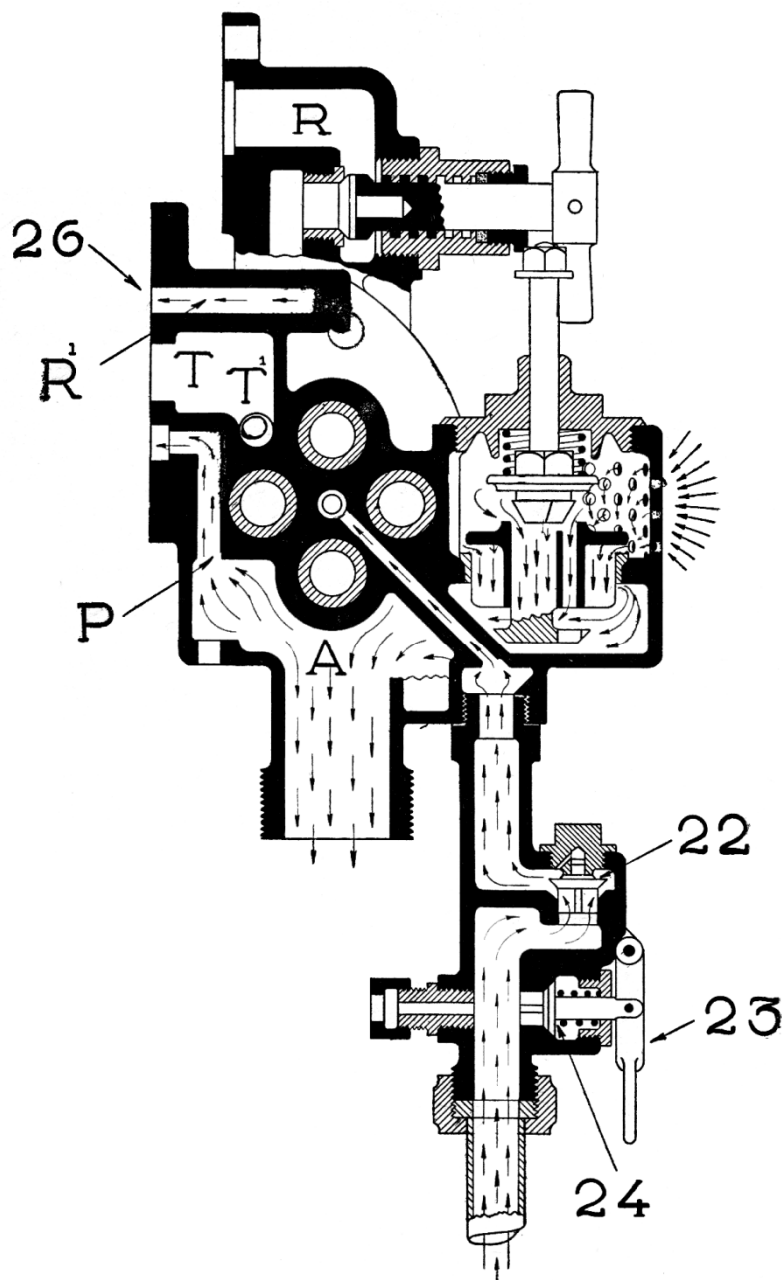


Figura 822 – Eyector en posición de aplicar frenos

Se pasa la manija del eyector a posición de recubrimiento, se pasa a destruir el vacío en cañería auxiliar; hecho esto se pasa la manija del eyector a segunda posición y si el vacío se forma normalmente, nos da de ver que la válvula distribuidora de vapor descubrió la lumbrera del cono de la cámara de la izquierda y que el funcionamiento del cono es normal, y que la válvula de retención de éste, si está se ha levantado y a la vez nos da de ver que la válvula de retención de los tres conos de la cámara de la derecha está y su asiento es hermético, también nos demuestra que la válvula de forma esférica del apéndice de la cañería auxiliar se ha levantado, y si no hay entrada de aire por la custodia de la válvula graduadora, nos da de ver que su asiento es hermético y cuando las agujas del vacuómetro indicaran 50 centímetros de vacío y se notara un paso de aire del exterior por la válvula graduadora, nos demuestra que su funcionamiento es correcto; si no hay entrada de aire por las válvulas aplicadoras, el asiento de éstas es hermético. Hecho esto se vuelve a llevar la manija del eyector a posición de recubrimiento, esto es con el fin de probar la instalación: si el vacío no se destruye, nos da de ver que no hay pérdidas en cañería general y en cañería auxiliar y que las válvulas de retención de ambos conos están y hacen asiento hermético.

200. Válvula reductora automática de presión de vapor “Foster”. – La figura 823 muestra, seccionada, la parte interna de la válvula. Se compone de una válvula *V*, llevando debajo un resorte *R*

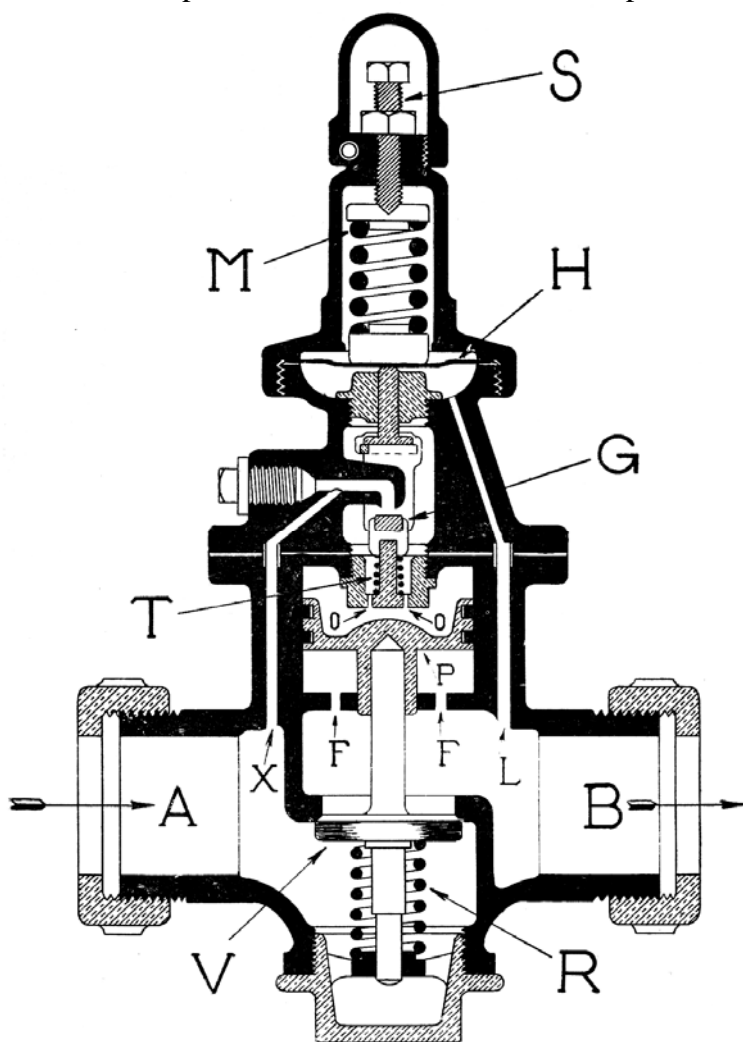


Figura 823 – Válvula reductora Foster

un pistón *P*, cuyo vástago enlaza a la espiga de la válvula *V*, teniendo entre ambos un libre juego, una válvula *G* con un pequeño resorte *T*, obrando éste constantemente debajo de la válvula, el vástago de la válvula *G* apoya constantemente debajo de la membrana *H*, un resorte de graduación *M* que obra constantemente sobre la membrana *H*, con su tornillo *S*, para la graduación del resorte.

Funcionamiento – Cuando no está en funcionamiento, la válvula *V*, por la tensión del resorte, se encuentra contra su asiento, encontrándose desplazada la válvula *G*; cuando se abre la toma de vapor de la caldera, el vapor viene por *A* debajo de la válvula *V*, pasa por el canal *X*, pasa por el desplazamiento de la válvula *G*, perforaciones *O,O*, sobre el émbolo *P* empuja a éste hacia abajo sacando de su asiento a la válvula *V*, pasando el vapor a la cámara *B* sobre la válvula distribuidora de vapor de los eyectores, pasando a la vez el vapor, por las dos pequeñas perforaciones *F, F*, debajo del émbolo *P* y por el canal *L* debajo de la membrana *H*; cuando la presión en la cámara *B* y debajo de la membrana *H* supere a la

tensión del resorte de graduación *M*, engloba a la membrana hacia arriba, la tensión del resorte *T* lleva a la válvula *G* al cierre, quedando cortado el paso de vapor de caldera sobre el émbolo *P*; la presión reducida del vapor debajo del émbolo *P* empuja a éste hacia arriba y el resorte *R*, recobrando su extensión, lleva a la válvula *V* al cierre; tan pronto disminuya la presión en la cámara *B* disminuye debajo de la membrana *H*. La tensión del resorte regulador *M* engloba a la membrana hacia abajo sacando de su asiento a la válvula *G*, aumentando la presión sobre el émbolo *P* empujándolo nuevamente hacia abajo, y sacando a la válvula *V* de su asiento, pasa nuevamente el vapor a la cámara *B*, entendiéndose que la presión del vapor reducido se gradúa por medio del resorte *M*, puesto que su mayor o menor tensión hará aumentar o disminuir la presión del vapor que se encuentra en la cámara *B*.

201. Frenos de aire comprimido. – Toda la descripción de los frenos de aire comprimido tiene como base a los equipos Westinghouse, por haber sido los únicos utilizados en Argentina, antes de la nacionalización de 1947/48 en los Ferrocarriles del Estado, extensa red de trocha métrica, que se extendía por la zona noroeste de nuestro país, y luego de la nacionalización, adoptado por todos los ferrocarriles de trocha métrica, quedando los de trocha internacional y ancha con frenos de vacío. Existen otros sistemas, como por ejemplo el Kunze-Knörr, o el Lipkowski, que, salvo algunos coches motores centro-europeos, no fueron utilizados por nuestros ferrocarriles. Por tratarse de equipos de procedencia norteamericana, en muchos casos se utilizaran unidades inglesas.

Cuando se comenzó a experimentar con frenos de aire comprimido, se utilizaron frenos directos, contando cada vehículo con una cañería que lo recorría, equipado con mangas en ambos extremos, capaces de conectarlos con los vehículos adyacentes. Estas mangas están provistas de conexiones capaces de resistir el esfuerzo que hace el aire para separarlas, con un sistema que, mediante un pequeño giro, las une, pero que, si reciben un tirón en la dirección de las mangas que une, se puedan separar sin que resulten dañadas y se puedan volver a conectar nuevamente. Para poder separar los vehículos fácilmente, la cañería está provista de grifos que, por su forma, son llamados *llave angular*, debido a que están sujetas a la cañería general, horizontal, y sus salidas, donde se conectan las mangas, están colocadas 45° hacia abajo de la horizontal. Sus manijas de accionamiento están colocadas, como corresponde, paralelas a la tubería cuando están abiertas, y perpendiculares cuando están cerradas. Estas llaves son del tipo cónico.

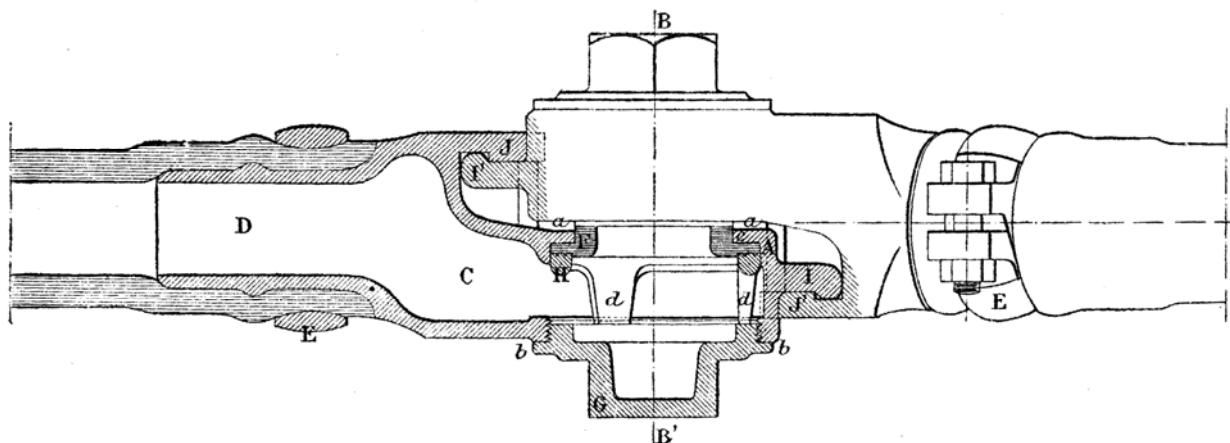


Figura 824 – Sección de los conectores de las mangas del freno de aire

Como se puede ver en la figura 824, cada uno de los conectores está provisto de dos apéndices, *I* y *J*, (*I'* y *J'* en la opuesta) que forman una troza de rosca, de aproximadamente 60° , que quedan encastradas mediante un giro menor de media vuelta.

En caso de recibir un tirón en el sentido de las mangas (como en caso de un corte del tren), la sujeción de los resaltos de *I* y *J* no es suficiente para mantenerlos unidos, y las mangas se separan, permitiendo el escape del aire y el frenado de ambas partes del tren. Los tapones *B* y *B'* se utilizan para, mediante los espaciadores *d* y *d'*, presionar las juntas de caucho *F* y *F'*.

202. Frenos directos. – Los primeros frenos neumáticos fueron directos, es decir, se admitía aire comprimido para frenar la formación, y se dejaba escapar para aflojar los frenos, todo esto mediante una simple llave de tres vías. Este sistema se sigue utilizando en algunos tranvías.

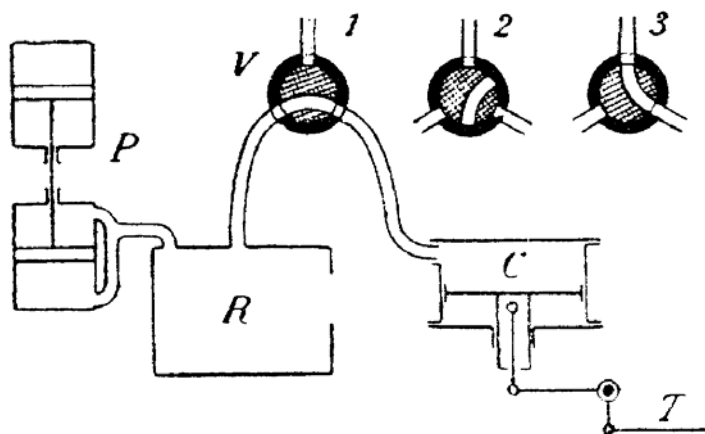


Figura 825 – Equipo de freno directo

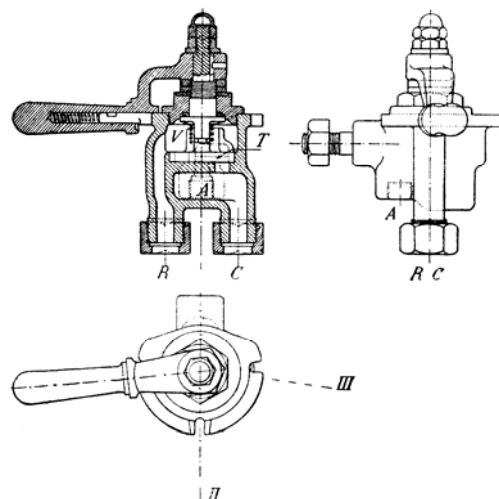


Figura 826 – Llave de freno directo

En la figura 825 se puede apreciar una instalación de freno directo: el compresor *P* carga el depósito principal *R*, que está unido a la llave de maniobra *V*, y que en su posición *I* permite el paso del aire comprimido al cilindro *C*, que aplica los frenos mediante la timonería *T*. En su posición *II* queda el cilindro aislado del depósito principal, y en su posición *III* comunica el cilindro con la atmósfera, permitiendo el escape del aire comprimido y el aflojamiento de los frenos. La llave, figura 826, colocada al alcance del maquinista, es muy simple, como así también su accionamiento. Se debe hacer notar que este sistema de frenos es moderable tanto al frenar como al aflojar los frenos, y que no posee válvula de reducción de presión, ya que no es necesaria, porque al no ser automático, el freno tiene siempre disponible la presión del depósito para su aplicación.

203. Cilindros de freno de aire directo. – Los cilindros colocados en los vehículos que tengan este sistema son muy simples, similares a los de los frenos de vapor colocados sobre las locomotoras que poseían este sistema de frenos.

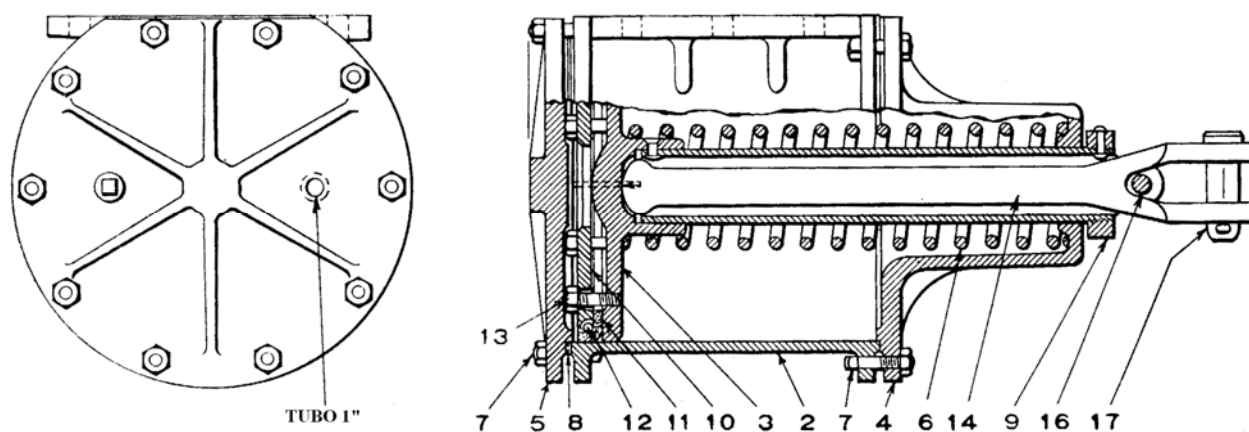


Figura 827 - Cilindro de freno de aire directo

En la figura 827 se muestra un cilindro de freno de aire directo, cuyas partes son las siguientes:

- | | |
|--------------------------------------|---|
| 2 – Cilindro | 10 – Tapa del émbolo |
| 3 – Embolo con vástago hueco | 11 – Sello de caucho |
| 4 – Tapa anterior | 12 – Resorte de expansión del sello |
| 5 – Tapa posterior | 13 – Espárrago con tuerca |
| 6 – Resorte de retroceso | 14 – Vástago de accionamiento |
| 7 – Espárrago de sujeción con tuerca | 16 – Perno de retención |
| 8 – Junta de estanqueidad | 17 – Perno de accionamiento con chaveta |
| 9 – Retén | |

Estos cilindros se sujetan al bastidor en lugares adecuados, en las locomotoras generalmente debajo de la cabina, y accionan la timonería del freno mediante su doble vástago, cuya parte exterior hueca guía al émbolo dentro del cilindro, y cuya parte central maciza se adapta a los movimientos no rectilíneos de dicha timonería, formando una suerte de biela, gracias a su apoyo esférico sobre el émbolo.

204. Compresores. – Antes de continuar con los distintos sistemas de freno de aire comprimido, es necesario describir un elemento fundamental: la fuente de aire comprimido, o compresor, y su sistema de regulación. En general, todos los que hemos tenido contacto alguna vez con compresores, los recordamos como un elemento dotado de un eje cigüeñal, provisto de uno o más codos, que accionan, por medio de bielas, uno o más émbolos o pistones, de simple o doble efecto, que comprimen al aire en una o más etapas, y que son normalmente accionados por motores, ya sea eléctricos como a combustión interna, pero en todos los casos, ese accionamiento se visualiza por un movimiento de rotación.

Por el contrario, los compresores que se utilizaron y utilizan en las locomotoras a vapor no tienen elementos rotantes, sino que se componen de dos cilindros superpuestos, generalmente verticales, unidos por un vástago común; uno de ellos, habitualmente el superior, recibe vapor de la caldera y transmite su movimiento al cilindro inferior, que comprime el aire. El vástago común acciona, mediante una varilla adecuada, una corredera que distribuye el vapor alternativamente a cada una de las caras del émbolo superior.

Debido a los inconvenientes que se presentaron en los primitivos compresores (detenciones injustificadas), se modificó su diseño, accionando el vapor de esta corredera a una segunda corredera, que es la que distribuye el vapor a ambas caras del émbolo. También se utilizan compresores compound, con dos etapas, la primera con un cilindro motriz pequeño, donde trabaja el vapor a alta presión, accionando un cilindro de aire grande, de baja presión, y la segunda, donde el vapor a baja presión impulsa un cilindro de aire más pequeño, de alta presión.

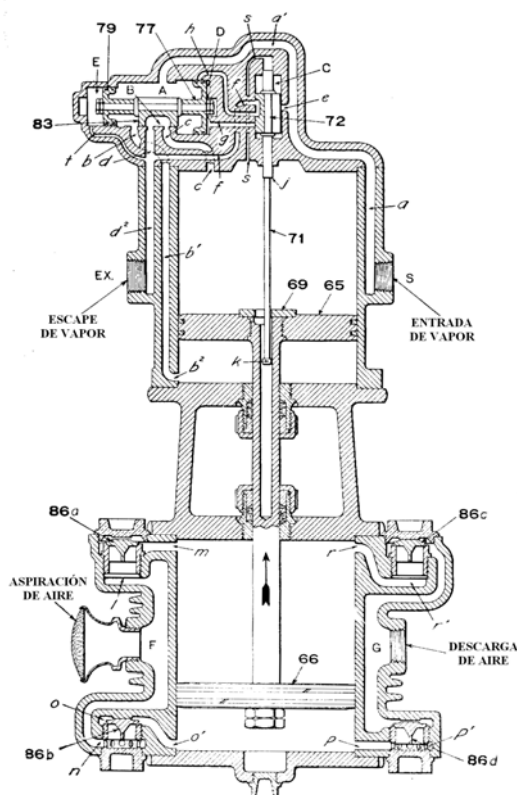


Figura 828 – Diagrama compresor 9 1/2"

En la figura 828 se muestra un diagrama del compresor estándar de 9 1/2" de diámetro, en su carrera ascendente. Entre los detalles que podemos observar, está un espacio abierto entre los cilindros de vapor y de aire, de modo de prevenir que una eventual pérdida a través de los prensaestopas en alguno de ellos afecte al otro. La válvula corredera vertical C, ubicada sobre el cilindro de vapor y llamada válvula de inversión 72, es accionada por la varilla 71, que recibe su movimiento de la placa de inversión 69 al impulsarla mediante los resaltos j y k en los extremos de la carrera del pistón 65. La válvula corredera horizontal A, ubicada a su izquierda y llamada válvula principal, es la que gobierna el ciclo del compresor, y es accionada por la válvula de pistón 77/79.

El vapor ingresa al compresor por el orificio S y el conducto a, a', y llena las cámaras C y A. La cámara E está siempre comunicada con el escape a través del conducto f, por lo que, por diferencia de superficies entre los émbolos 77 y 79, el conjunto que forman ambos con la corredera principal B se desplaza hacia la derecha, comunicando la cara superior del émbolo de vapor con el escape, a través de los conductos c, y su cara inferior con el ingreso de vapor de la cámara B a través del conducto

b, b', b". Al tiempo que se verifica esto, el pistón inferior, en su movimiento, comprime al aire en su cara superior, impulsándolo al depósito principal a través de la válvula 86c, conductos r, r', cámara G al tiempo que cierra la válvula de admisión de aire 86a.

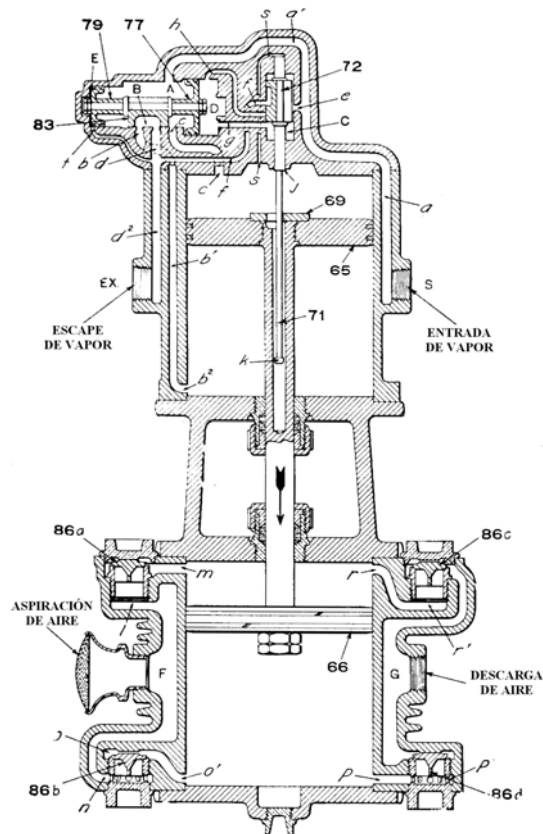


Figura 829 – Diagrama compresor 9 1/2"

En su cara inferior aspira aire a través del filtro, de la cámara *F*, conducto *n*, levantando la válvula *86b*, conductos *o*, *o'*.

Cuando el pistón de vapor llega a su límite superior, la placa de inversión *69* empuja el tope *j* de la varilla de inversión, y lleva la válvula *72* a su posición superior, cortando la comunicación de la cámara *D* con el escape, y permitiendo el ingreso de vapor a la misma, conducto *g*, y dado que el émbolo *77* tiene la misma presión en ambos lados, y el émbolo *79* tiene presión del vapor a su derecha y está comunicado permanentemente con el escape a su izquierda, desplaza el conjunto de pistones y corredera a la izquierda, enviando vapor de la cámara *A* a la cara superior del émbolo de vapor, conductos *c*, y comunicando su cara inferior con el escape, conductos *b*, *b'*, válvula *B*, conducto *d*.

En el cilindro de aire se invierten los ciclos: se cierra la válvula *86b*, abriéndose la *86d* y permitiendo la descarga del aire comprimido al depósito principal, al tiempo que se cierra la válvula *86c* y se abre la *86a*, permitiendo el ingreso de aire para el siguiente ciclo. Al llegar el émbolo de vapor a su límite inferior, la varilla de inversión es movida por el tope *k*, produciendo el cambio de sentido e inicio de un nuevo ciclo.

Como dato adicional, por efecto del peso del conjunto de ambos émbolos y su vástago común, los tiempos de los dos semiciclos no son iguales, siendo mayor el de ascenso. De ahí que, cuando escuchamos cargar al compresor de una vaporera, no se escuche un sonido regular, sino que se distinguen dos golpes seguidos, un intervalo más largo y otros dos golpes seguidos.

A continuación, las figuras 830 y 831 muestran un compresor compound, de dos cilindros de vapor y otros dos de aire, tal vez justificable en trenes largos de mercancías, con muchos vehículos equipados con frenos neumáticos, donde fuera fundamental contar con un suministro confiable de grandes volúmenes de aire. El funcionamiento es en un todo similar al de simple expansión, haciendo notar solamente que el pistón que gobierna todo el movimiento es el de alta presión, por lo que cuenta con una sola válvula de inversión, ubicada sobre el cilindro de vapor de alta presión, y una sola válvula principal, que gobierna todo el sistema. También se puede ver que el cilindro de aire de baja presión tiene válvulas de admisión de mayor tamaño, y dos válvulas de escape de cada cara, debido al mayor volumen de aire procesado. En estas figuras se ven grifos de purga y engrasadores, utilizados más que nada en puestas en marcha y detenciones. Era regla general que la lubricación del compresor se hiciera desde el engrasador de condensación de la locomotora, para lo que éste contaba con un grifo adicional.

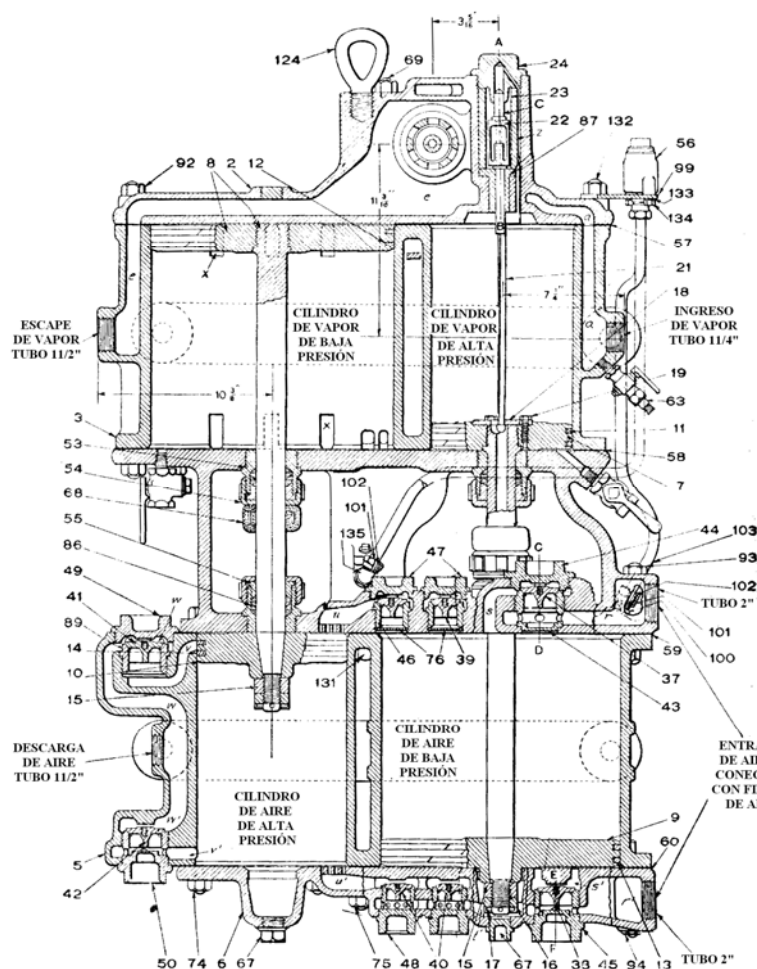


Figura 830 – Compresor compound cruzado. Sección a través de los cilindros.

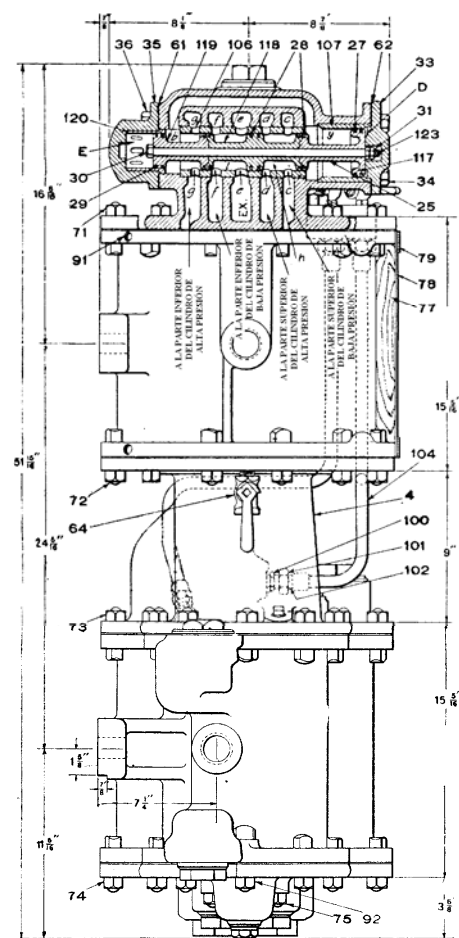


Figura 831 – Compresor compound cruzado – Sección a través de la válvula principal.

205. Regulador del compresor. – Una vez conocido el compresor, veamos la forma en que el vapor se admite desde que el maquinista abre el tomavapor de la caldera, y funciona automáticamente hasta que la presión llega a un valor predeterminado, y vuelve a arrancar una vez que la presión disminuye hasta otro valor predeterminado. Esto se logra mediante un dispositivo llamado regulador de vapor.

El regulador, figura 832, que gobierna el funcionamiento del compresor, entre los límites máximo y mínimo de la presión del depósito principal, fijados de antemano, consiste esencialmente de dos partes: la parte reguladora y la parte de vapor.

La válvula reguladora comprende un diafragma metálico 36, una válvula reguladora 33 y un resorte regulador 19, y está conectado con la presión del depósito principal, que obra sobre la cara inferior del diafragma, a la vez que la presión del resorte regulador obra sobre la cara superior del mismo.

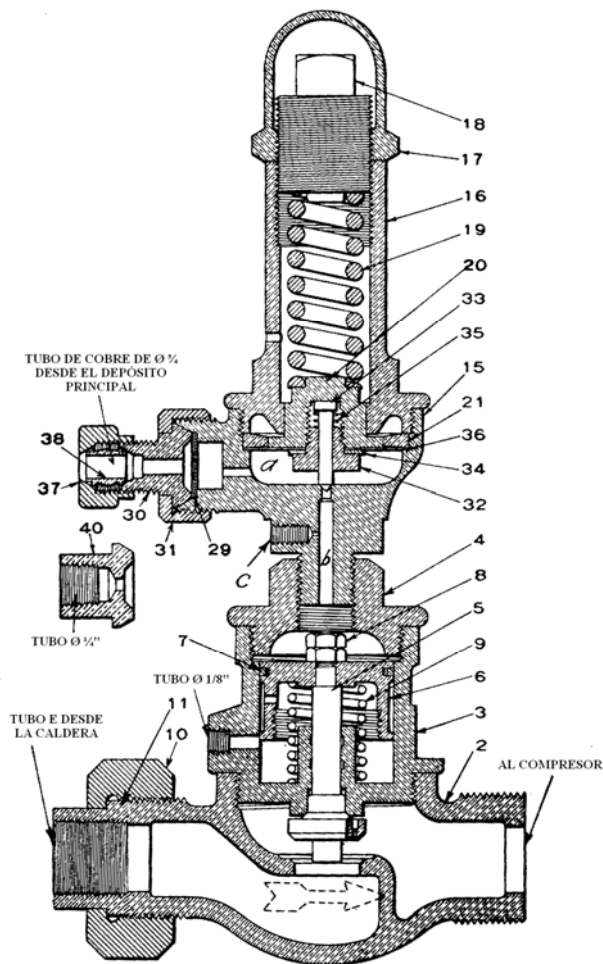


Figura 832 – Regulador de vapor del compresor

Tan pronto como la presión del depósito principal sea ligeramente más alta que la ejercida por el resorte regulador, el diafragma se mueve hacia arriba, y la válvula reguladora se levanta de su asiento, permitiendo que el aire pase a la parte superior del pistón 5 llevándolo hacia abajo, y cerrando la válvula de vapor. Ésta última tiene un pequeño orificio que permite el paso de una exigua cantidad de vapor, suficiente para permitir que el compresor continúe trabajando muy lentamente, para suplir las pérdidas que pudiera haber, y para evitar las condensaciones.

La cámara inferior del pistón está comunicada con la atmósfera a través de la cañería de desagüe, que es un tubo de $\phi \frac{1}{8}$ " ubicado a la izquierda de la válvula. Esta abertura tiene por objeto que las pequeñas pérdidas de vapor o de aire comprimido que se pudieran presentar, salgan a la atmósfera. La longitud de esta tubería debe ser lo más corta posible, a fin de evitar que se congele y se tape.

Dejamos como referencia que los equipos más complejos de frenos dobles, tienen reguladores dobles, ya que el primero permite mantener la presión del depósito en el nivel normal de 90 psi ($6,33 \text{ kg/cm}^2$), y el segundo permite, durante una aplicación de emergencia, llevar esa presión a 110 psi ($7,74 \text{ kg/cm}^2$), para un más rápido aflojamiento.

206. Frenos de aire comprimido automáticos. – Con el desarrollo de mejores locomotoras, se vio la necesidad de contar con un sistema de frenos automáticos, es decir que en caso de fraccionarse el tren, el freno se aplicara en ambas partes. Esa automaticidad debía ser tal que la carga del aire comprimido en la cañería general aflojara los frenos, y que el freno debía ser aplicado mediante la utilización de la presión del aire.

Con este fin se comenzaron a desarrollar distintos tipos de válvulas que cumplieran este propósito.

207. Válvula triple. – Para su descripción utilizaremos la válvula llamada triple, desarrollada por Westinghouse. En la figura 833 podemos observar un esquema simplificado de frenos automáticos. En la posición de frenos aflojados, el aire, proveniente de la tubería general, ingresa en la cámara inferior de la válvula triple, elevando su pistón *P*, lo que permite, por una parte, que el aire del cilindro de freno escape a la atmósfera por el canal *F* de la válvula, y que el aire de la cañería general pase por la ranura *D* del cilindro y la cavidad *K* de la válvula, cargando el recipiente o depósito auxiliar a la misma presión que la cañería general.

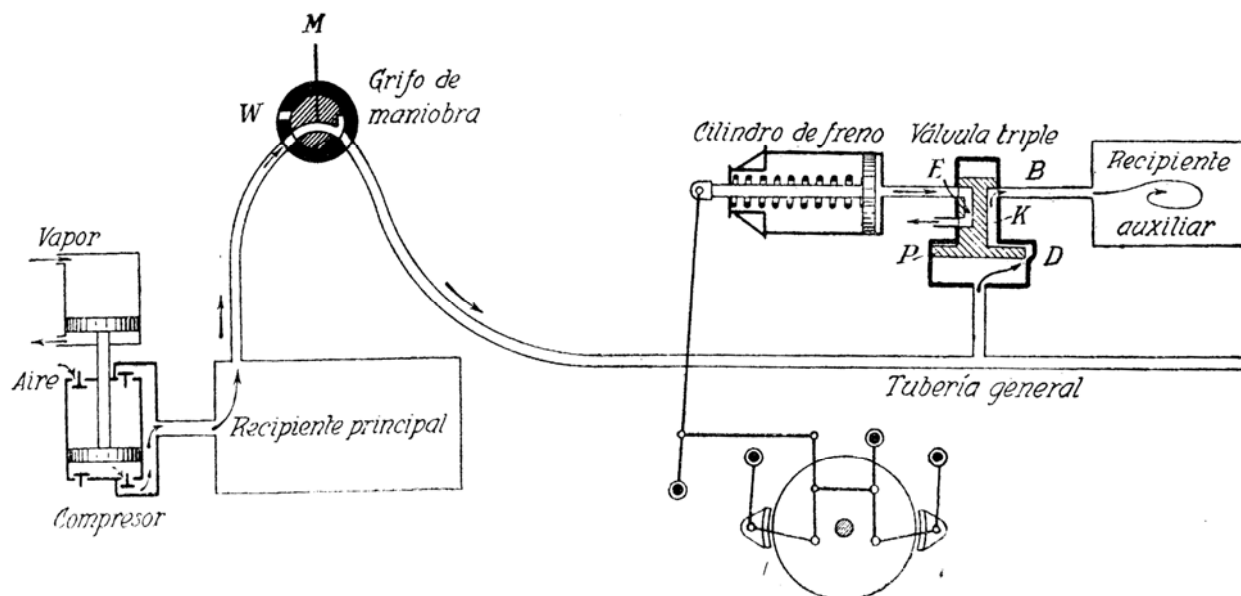


Figura 833 – Esquema del freno de aire comprimido automático – Frenos aflojados

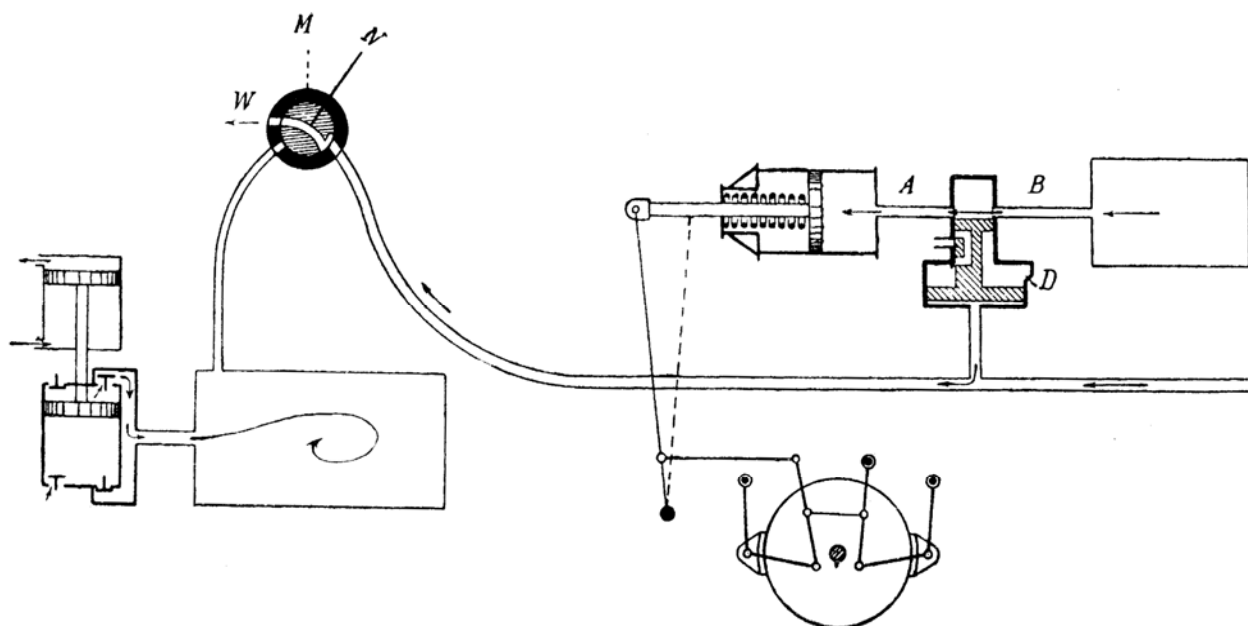


Figura 834 - Esquema del freno de aire comprimido automático – Frenos aplicados

En la figura 834 vemos que, al bajar la presión en la cañería general, el pistón de la válvula triple baja, cerrando la ranura que permitía el pasaje de aire al depósito auxiliar, y bajando la triple válvula se produce el cierre del pasaje desde el cilindro al escape, y permitiendo que el aire del depósito auxiliar pase al cilindro, aplicando los frenos.

Como podemos apreciar en estos esquemas, muy simplificados, el maquinista tiene a su alcance sólo dos posibilidades: frenos flojos o frenos aplicados. En la realidad, es necesario que el sistema de frenos tenga la posibilidad de moderación, es decir, de poderse aplicar con mayor o menor severidad. La válvula triple desarrollada, algo más compleja que las de los esquemas, permite moderación al aplicar los frenos, aunque no así al aflojarlos, por lo que, si el maquinista quisiera reducir la severidad de los frenos, deberá aflojarlos completamente y volver a aplicarlos con menor fuerza. Se considera que es posible hacer tres reducciones de presión de 10 psi (0,7 kg/cm²) hasta lograr el máximo frenado.

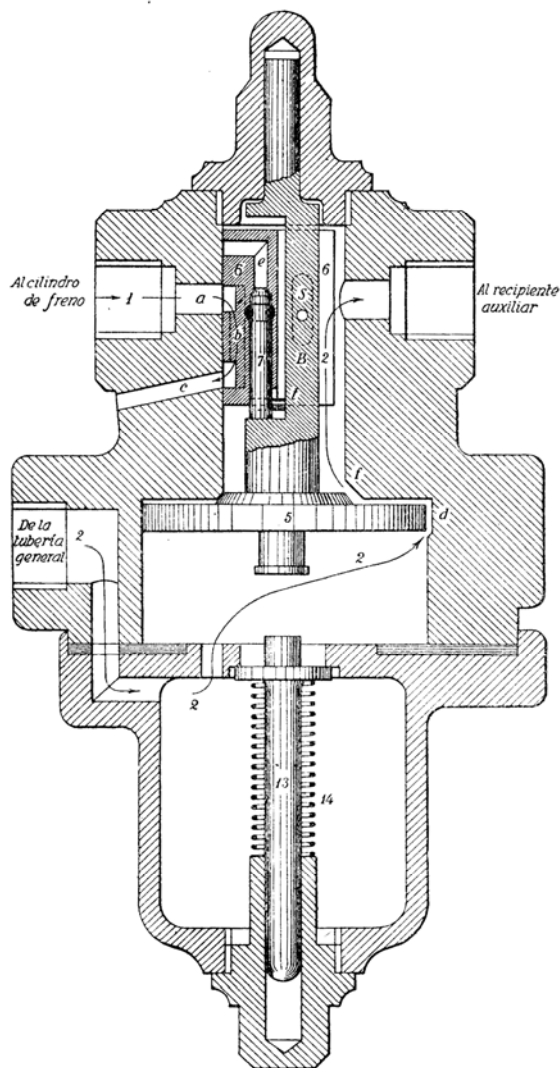


Figura 835 – Válvula triple. Posición de frenos aflojados

Por otra parte, en su ascenso, el pistón arrastra la corredera, que corta la comunicación del depósito auxiliar con el cilindro de freno, y comunica a esta, a través de los conductos *l, a, b, c*, con la atmósfera, permitiendo el aflojamiento de los frenos.

En la figura 836 vemos como actúa la válvula triple en una aplicación de servicio: el pistón baja hasta hacer tope con el perno *13*, cortando el paso de aire entre las dos caras del pistón *5* a través de las ranuras *d* y *f*, y como la reducción de presión no es suficiente para vencer el resorte *14*, queda en la posición mostrada en la figura. La corredera se mueve cortando el paso de aire del cilindro de freno al escape, y el desplazamiento relativo con respecto al pistón abre la pequeña válvula *7*, y permite que el aire del depósito auxiliar pase a través de los conductos *m, e, a*, al cilindro de freno, iniciando su aplicación.

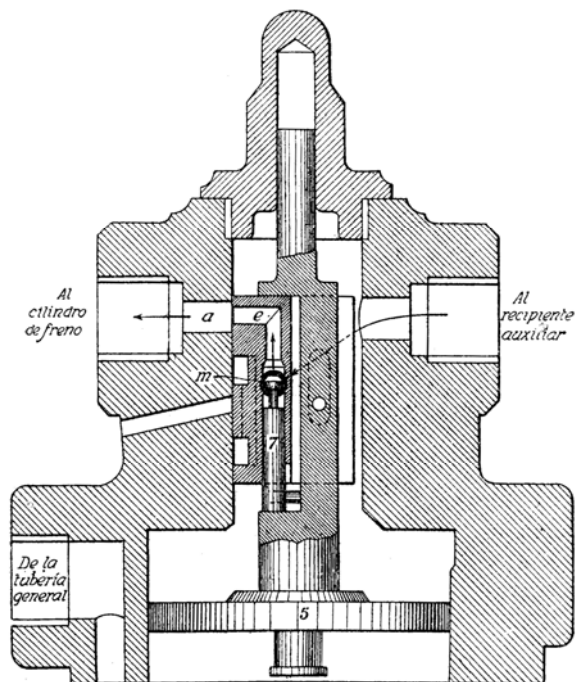


Figura 836 – Válvula triple. Conducto e abierto

En la figura 835 vemos una válvula triple en posición de aflojar frenos. Está compuesta por un pistón *5*, y una válvula corredera *6*, que es arrastrada por el pistón. En esta posición, el aire comprimido proveniente de la cañería general, ingresa a la parte inferior del pistón, levantándolo, y siguiendo el camino indicado por las flechas *2*, por las ranuras *d* y *f*, llega hasta el depósito auxiliar, cargándolo con la presión de la cañería.

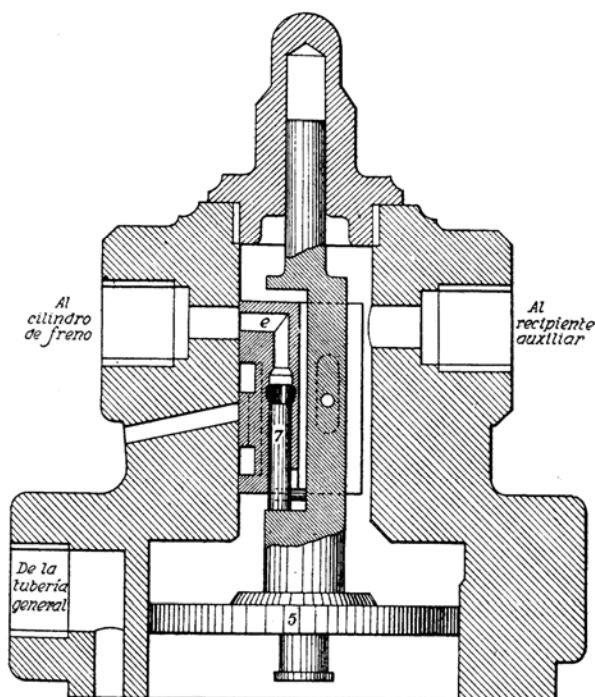


Figura 837 - Válvula triple. Conducto e cerrado

Cuando la presión en la cara superior del pistón 5 disminuye lo suficiente (figura 837), la presión remanente de la cañería general lo hace ascender ligeramente, cerrando la válvula 7 el conducto *e*, y quedando el freno aplicado con la presión resultante. Este proceso se puede repetir, como habíamos visto, hasta tres veces, luego de las cuales, la presión en el cilindro es la misma que la remanente del depósito auxiliar, y es la máxima que puede obtenerse en una aplicación de servicio.

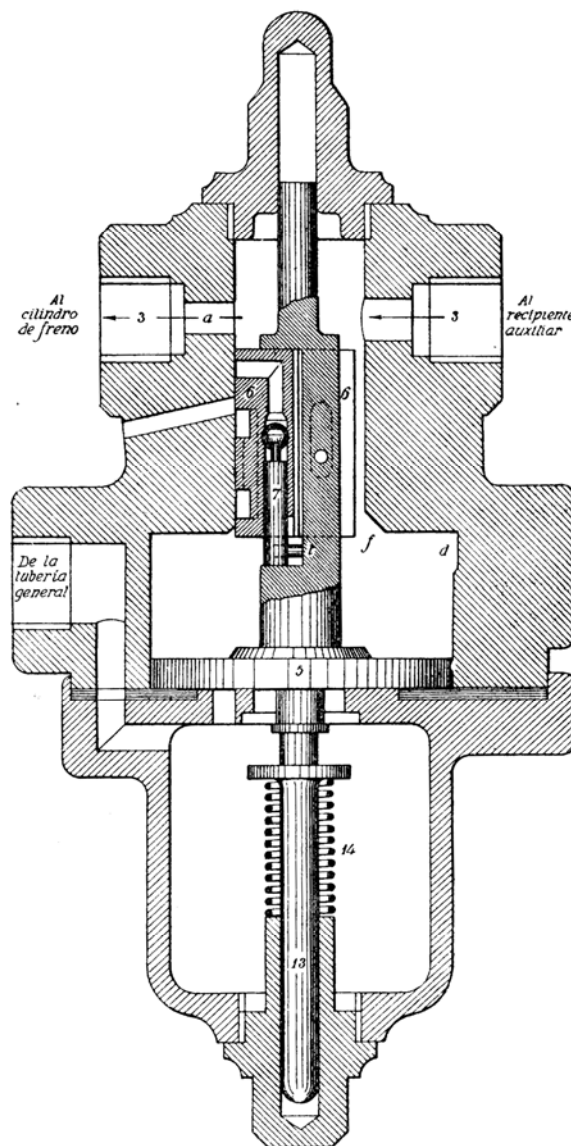


Figura 838 - Válvula triple. Frenos aplicados a fondo

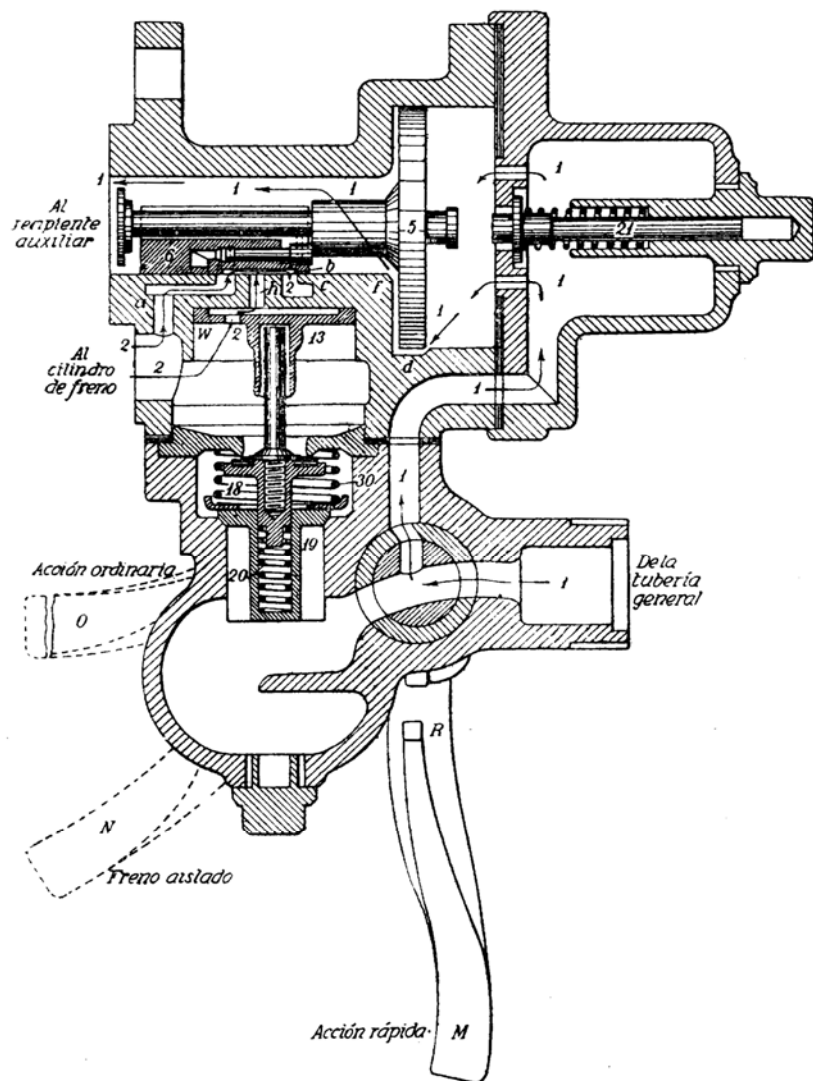
En la figura 838 se ve la válvula triple en una aplicación a fondo. La baja de presión en la parte inferior del pistón 5 es lo suficientemente grande para que, por diferencia de presiones, dicho pistón venza la resistencia del resorte 14, y lo baje junto con el perno 13, y al arrastrar a la corredera a la posición mostrada, cortando la comunicación del cilindro con el escape, y permitiendo el pasaje directo del aire desde el depósito auxiliar al cilindro de freno, accionándolo con la máxima presión disponible en el depósito auxiliar.

208. Válvula triple de acción rápida. – Esta válvula se introdujo hacia 1886. ¿Qué debe entenderse por *acción rápida*? En el freno ordinario, tratado hasta ahora, cuando el maquinista frena, deja escapar una pequeña cantidad de aire de la cañería general, únicamente por la llave de maniobra; por lo tanto, se necesita un cierto tiempo para que la caída de presión se manifieste en la cola del tren, y para que sea significativa, ya que todo el aire que escapa debe salir por la misma abertura. Con el freno ordinario aplicado en un tren de 400 metros de longitud, el freno del último vehículo no se aplica hasta pasados 13 a 15 segundos luego de la maniobra de la llave. Los frenos de la cabeza del tren se aplican primero, y los vehículos de la cola, no frenados aún, se precipitan sobre los ya frenados, comprimiendo los topes. Cuando el tren se detiene, sus vehículos quedan comprimidos como si fuera un resorte. Al aflojar los frenos y arrancar la locomotora, los topes se distienden, y los vehículos de cola retroceden, tensando bruscamente los enganches, con el consiguiente peligro de rotura. Este efecto se hace mayor a medida que aumenta la longitud del tren.

Frenos

El principio de la válvula de acción rápida consiste en: 1º) Multiplicar los puntos de escape de aire de la cañería general al exterior, produciendo un escape de aire debajo de cada vehículo, de modo de acentuar la disminución de presión rápidamente, y propagarla en menor tiempo. 2º) Utilizar el aire que escapa de la cañería general haciéndolo penetrar en el cilindro de freno junto con el aire del depósito auxiliar, de modo que apresure la aplicación de los frenos.

De este modo se obtiene una doble ventaja: 1º) Este aire que sale de la tubería general y pasa al cilindro de freno provoca en cada vehículo, en dicha cañería, una caída de presión que se propaga inmediatamente al vehículo siguiente. Esta caída de presión se transmite de vehículo en vehículo con gran rapidez, y todos los frenos se aplican de forma prácticamente simultánea. El tiempo de 15 segundos que habíamos mencionado se reduce a 2 segundos. 2º) Una economía de aire comprimido, puesto que se utiliza para la aplicación parte del aire que en la válvula triple ordinaria se escapaba al exterior.



La válvula triple de acción rápida consta de dos émbolos, funcionando uno de ellos, el principal 5, en posición horizontal, y el otro, secundario 13, en posición vertical.

El émbolo principal 5 es idéntico al de la válvula triple ordinaria, con la única diferencia de su posición.

En la figura 839 se muestra el ingreso de aire de la cañería general al depósito auxiliar, siguiendo el camino indicado por las flechas *i*. Simultáneamente el aire del cilindro de freno escapa a la atmósfera, en primer lugar, siguiendo el camino indicado por la flecha 2 y los conductos *a*, *b* y *c* (la cavidad *c* comunica con el exterior), y en segundo lugar por el orificio *W*, taladrado en el émbolo secundario, por el conducto *h* y la cavidad *c*. Los frenos se aflojan.

La palanca inferior permite, en caso de avería, aislar la válvula completa, o sólo su parte de acción rápida.

Figura 839 – Válvula triple de acción rápida. Posición de frenos flojos

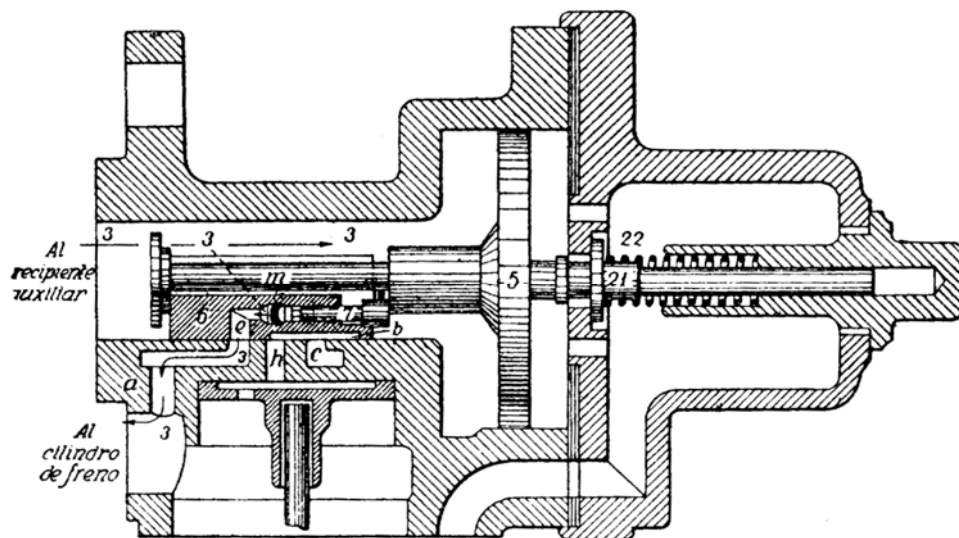


Figura 840 - Válvula triple de acción rápida - Frenado gradual

La corredera, arrastrada por el émbolo, cierra el paso del cilindro de freno con la atmósfera, y el aire del depósito auxiliar pasa por la válvula 7, conducto *e*, flechas 3, al cilindro de freno, produciendo su aplicación. Cuando se igualan las presiones de ambas caras del émbolo, éste se desplaza ligeramente hacia la izquierda, cerrando la válvula 7, y cortando el ingreso de aire al cilindro de freno. El émbolo secundario no sufre ningún cambio de posición.

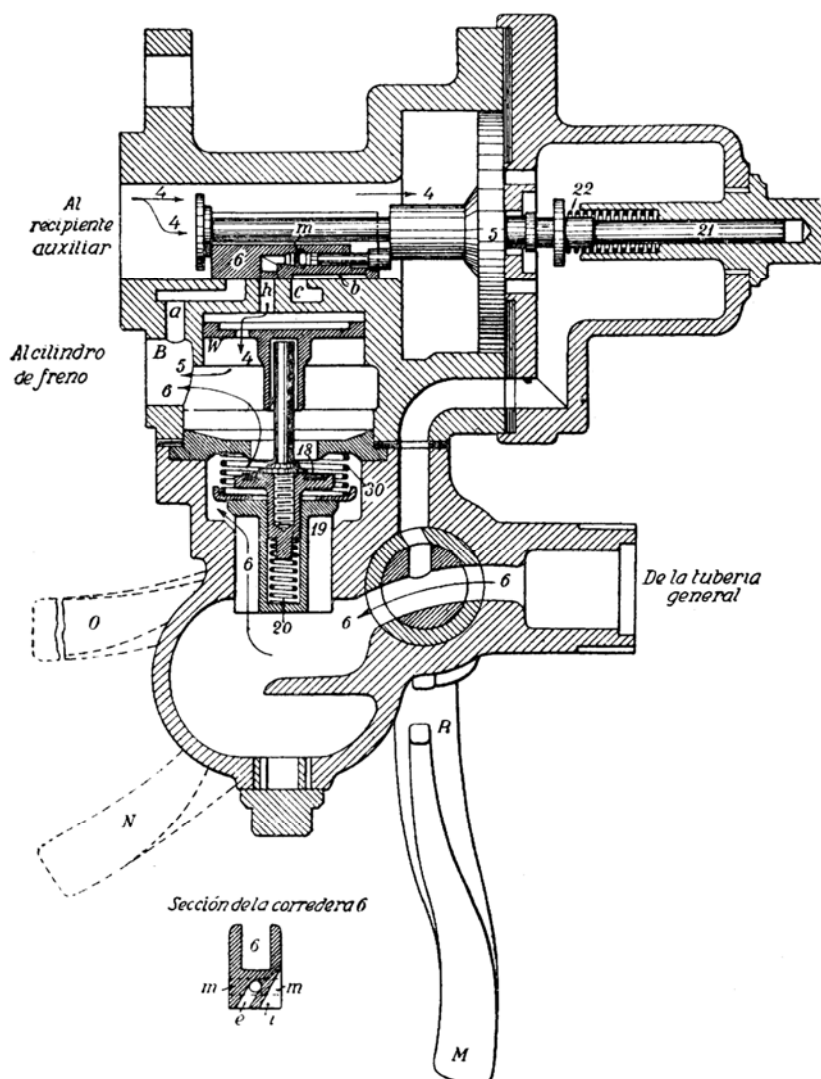


Figura 841 - Válvula triple de acción rápida. Aplicación de emergencia

Mientras las caídas de presión que genera el maquinista sean moderadas (posición de servicio de la llave de accionamiento), el émbolo principal de la válvula triple funciona de la misma forma que en la válvula triple común. Dicho émbolo se corre hacia la derecha, haciendo tope contra al vástago 21, pero sin vencer la resistencia del resorte 22.

En la figura 841 se muestra la válvula triple de acción rápida en la posición de frenado de emergencia. Cuando el maquinista produce bruscamente una fuerte reducción de presión (llave de maniobra en posición de emergencia), el émbolo principal de la triple válvula se desplaza hacia la derecha, comprimiendo el resorte 22. La corredera se mueve habilitando el paso de aire del depósito auxiliar a través de la escotadura *i* (visible en la sección de la corredera), y pasa directamente al cilindro de freno, a través del conducto *h* y del orificio *W* del émbolo secundario, flechas 4 y 5. La presión sobre el émbolo secundario 13 lo hace descender, abriendo la válvula 18. La válvula 19, que se mantenía cerrada por estarlo la 18, y por estar sus dos caras a una misma presión (la de cañería general en la inferior y la proveniente de pequeñas fugas en su parte superior), se abre, permitiendo el paso de aire de la cañería general al cilindro de frenos, siguiendo las flechas 6.

Frenos

Si consideramos que la sección de paso de aire desde la cañería general al cilindro de freno es mucho mayor que la del depósito auxiliar a dicho cilindro, la cañería general descarga la mayor parte del aire que contiene en el cilindro antes de que se igualen las presiones, se cierre la válvula 19, impidiendo el retorno de aire, y penetre en el cilindro el aire proveniente del depósito auxiliar. Este paso de aire de la cañería general produce una caída brusca de presión, que se trasmite al resto de los vehículos de forma inmediata.

Por lo tanto, este sistema no sólo acelera la aplicación de los frenos, sino que aumenta la presión disponible en los cilindros de freno, y por lo tanto la severidad de su aplicación.

En la figura 842, se muestra una instalación típica de un cilindro de freno con el depósito auxiliar y la válvula triple, formando un conjunto compacto. El grifo de inspección y el manómetro suelen ser instalados en algunos de los vehículos, para que el personal del tren pueda verificar su funcionamiento.

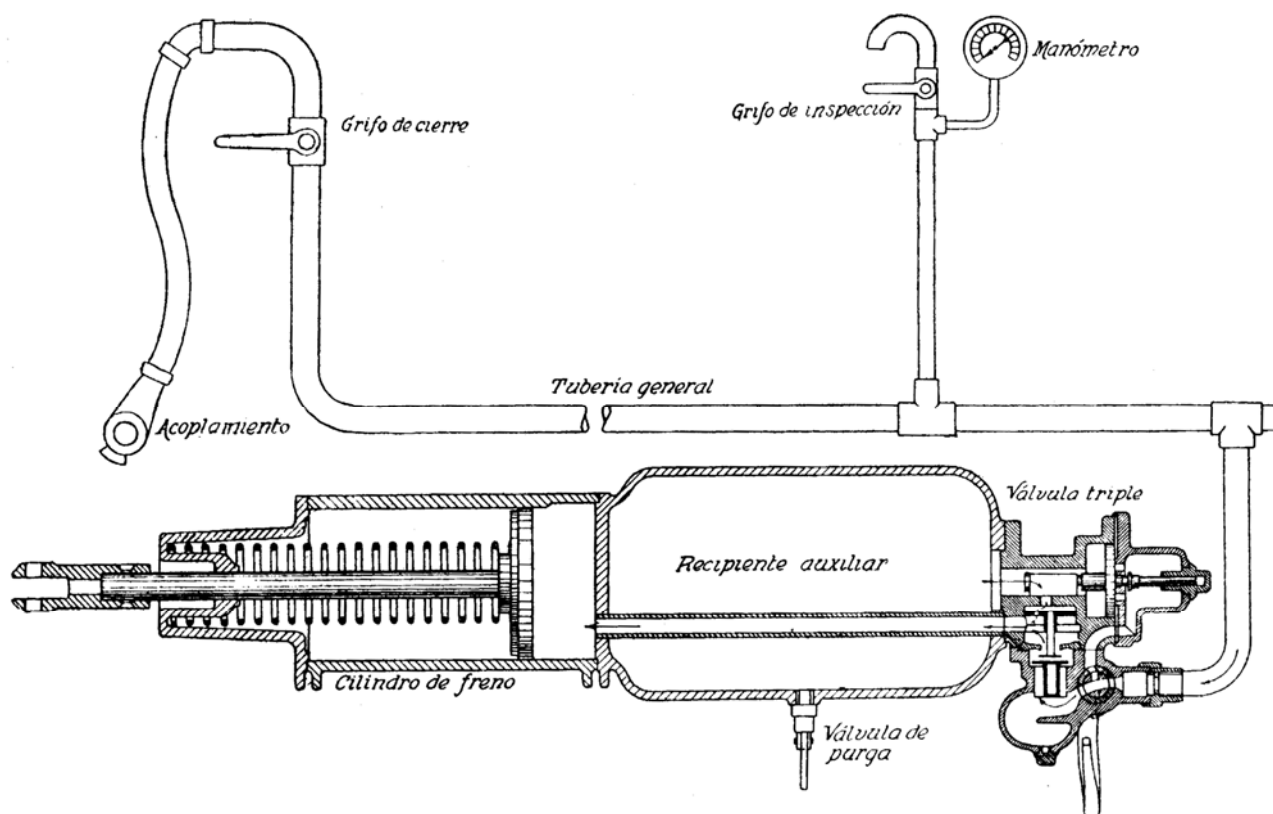


Figura 842 – Conjunto monoblock de cilindro de freno, depósito auxiliar y válvula triple.

209. Válvula de alimentación B-6. – El sistema de freno automático de aire comprimido está diseñado para trabajar con una presión de aire de 70 psi (4,93 kg/cm²), y cuando estudiamos el compresor vimos que éste está regulado para cargar 90 psi (6,33 kg/cm²); por lo tanto, y para evitar funcionamientos erráticos, es necesario incorporar una válvula que regule la presión de la cañería general, manteniéndola dentro de los valores especificados.

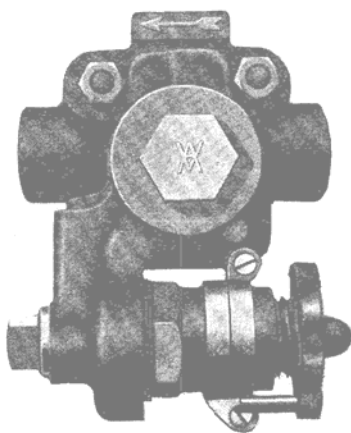


Figura 843 – Válvula de alimentación B-6 y su soporte de tubo

La válvula de alimentación B-6 es del tipo de corredera, y tiene una sencilla disposición para permitir ajustar dos diferentes presiones en la cañería general. Está unida a un soporte de tubo, colocado entre el depósito principal y la llave automática del maquinista, y su función es regular la presión en el caño de alimentación, y, cuando la llave del maquinista se encuentra en la segunda posición (marcha), en la cañería general.

La figura 843 muestra la vista exterior de esta válvula, las figuras 844 y 845 cortes longitudinales de la misma, y las figuras 846 y 847 son vistas diagramáticas de la válvula y su soporte de tubo, mostrando los orificios y piezas interiores en un solo plano, para facilitar la descripción de su funcionamiento.

Esta válvula de alimentación está formada por dos juegos de piezas: las reguladoras y las abastecedoras.

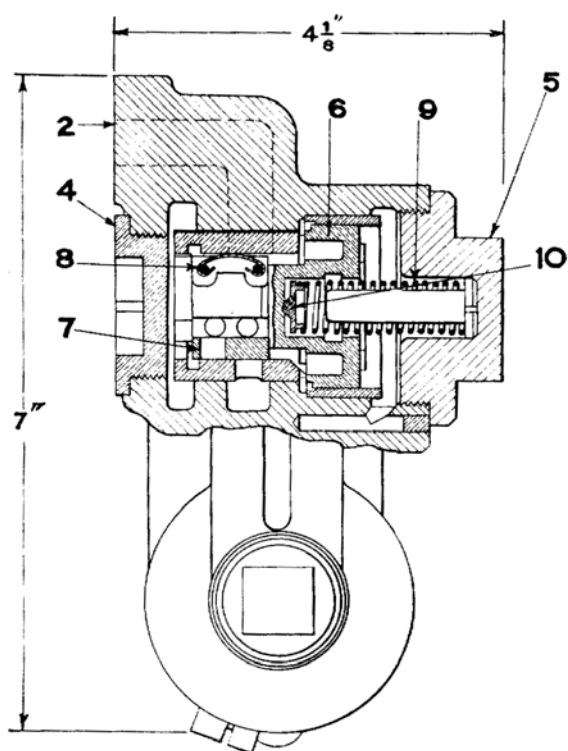


Figura 844 – Válvula de alimentación B-6. Corte de la parte abastecedora

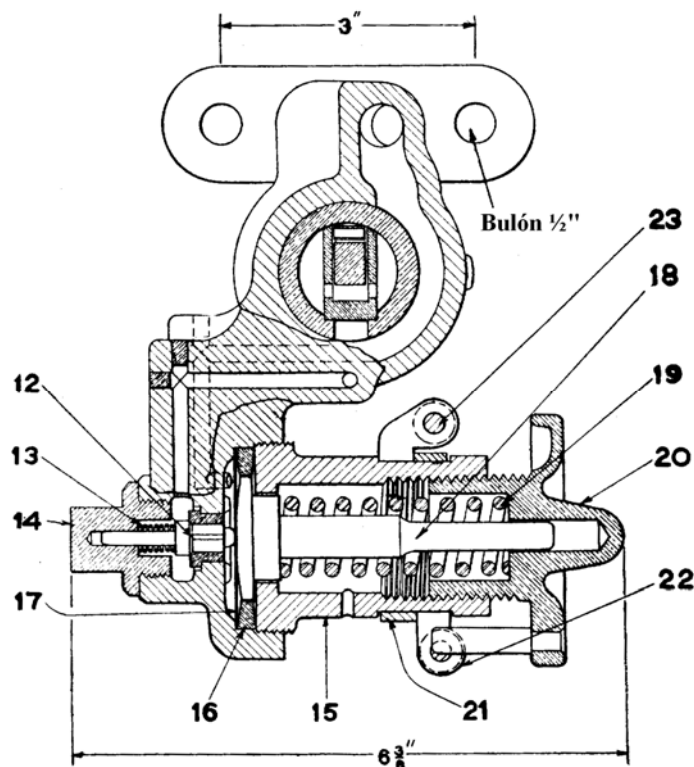


Figura 845 - Válvula de alimentación B-6. Corte de la parte reguladora

Las reguladoras principales son: un resorte regulador 19, un diafragma 17 y una válvula reguladora 12. Las abastecedoras son: una válvula abastecedora 7 y un pistón 6.

El aire del depósito principal llega a la cámara *B* de la válvula abastecedora, forzando al pistón y a la válvula a su posición abierta, según la figura 847. Esto hace que el aire pase, a través de la misma, al tubo de la válvula de alimentación por *FVP* y a la cara del diafragma de la cámara *L*. Mientras que la presión del tubo de la válvula de alimentación sea menor de la que se ha regulado la válvula, el resorte regulador hace que la válvula reguladora permanezca abierta; pero cuando la presión del tubo de la válvula de alimentación que obra sobre el diafragma sea suficiente para vencer la fuerza ejercida por el resorte de regulación, el diafragma se mueve lo suficiente como para que el resorte 13 de la válvula reguladora la cierre. El aire que pasa por el pistón abastecedor se acumula en la cámara *G*, y cuando se igualan las presiones en ambas caras del mismo, el resorte 9 empuja al pistón y la válvula a su posición cerrada, cesando el paso de aire a la cañería de alimentación.

Frenos

El mecanismo para obtener dos presiones consiste en lo siguiente: la caja 15 del resorte 19, tiene dos anillos, que la rodean, y que quedan abiertos entre los topes 21 y 22 de la figura 847, los que pueden fijarse en cualquier posición por medio de los tornillos 23. El perno remachado, que forma parte de la manija 20, limita el movimiento de la manija a la distancia que se deje entre los topes 21 y 22. Cuando se prueba la válvula, el tope deberá estar colocado en la posición en la que el resorte 19 proporcione la alta presión del tubo de freno que se desee, y el tope 22 en el lugar en que la compresión del resorte sea lo bastante menor para producir la presión menor en el tubo de freno que se desee. Una vez hecho esto, la regulación de la válvula de alimentación se modifica, para obtener en el tubo de freno la presión deseada, solamente girando la manija 20 hasta que el perno remachado haga contacto con uno u otro tope.

Para regular esta válvula, se aflojan los tornillos 23, con lo que los topes 21 y 22 pueden girar alrededor de la caja del resorte 15. A continuación debe hacerse girar la manija 20 hasta que la válvula cierre a la presión baja que se desee en el tubo de freno, que será cuando el tope 22 deba ponerse en contacto con el perno remachado a la manija, y sujetarse en dicho punto mediante el tornillo 23. Luego debe girarse la manija 20 hasta obtener la presión alta deseada en la cañería de freno, se pone en contacto con el tope 21, que se ajusta mediante el tornillo 23.

Los topes se fijan para obtener en la cañería de freno una presión baja de 70 psi (4,93 kg/cm²) y una presión alta de 110 psi (7,74 kg/cm²)

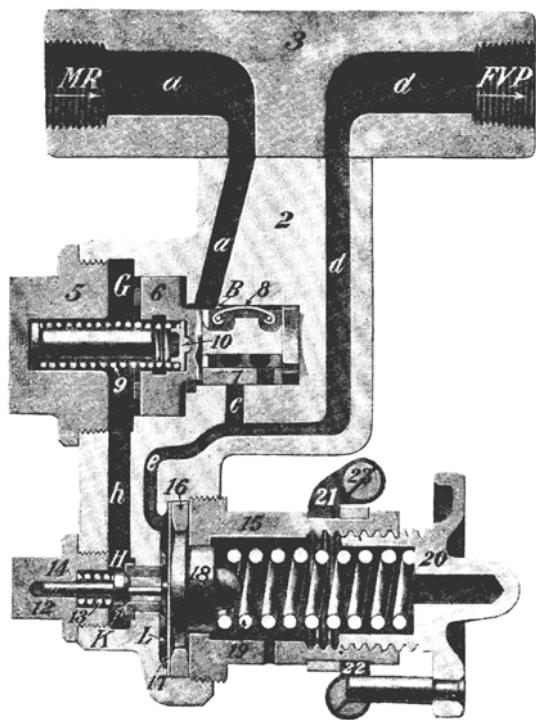


Figura 846 – Vista diagramática – Válvula cerrada

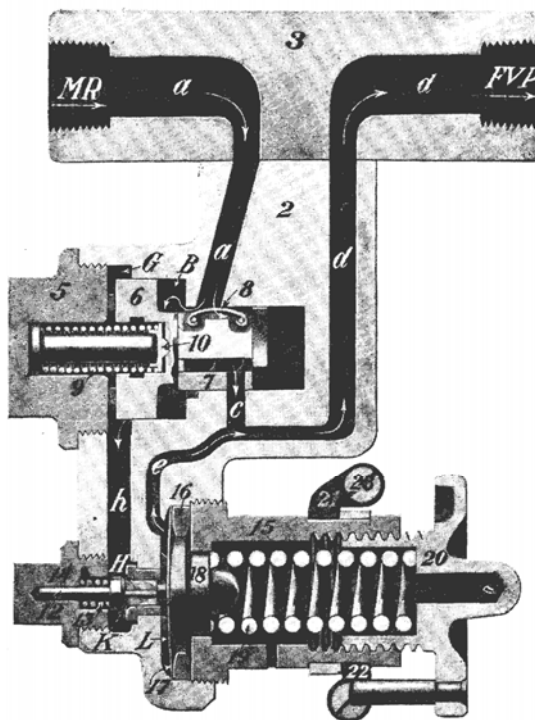


Figura 847 – Vista diagramática – Válvula abierta

210. Llave de maniobra del maquinista. – En la figura 848 se muestra la llave de maniobra

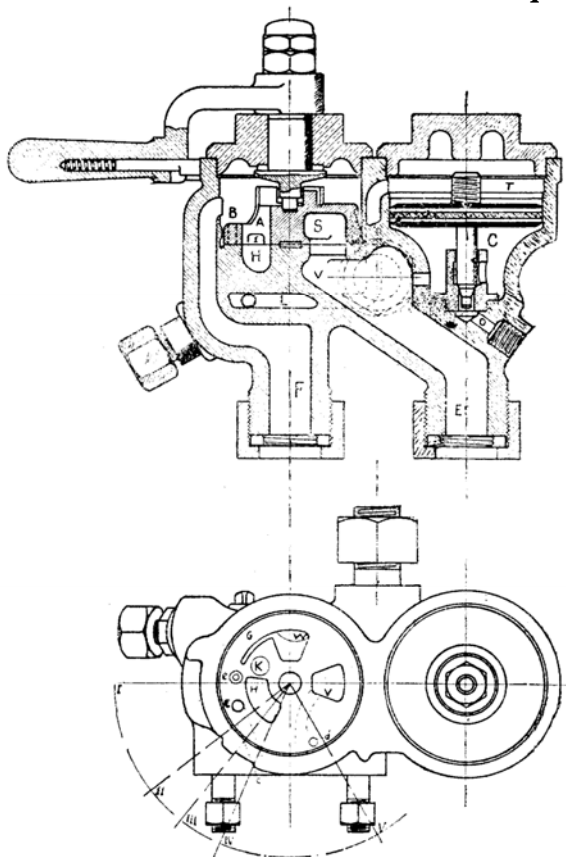


Figura 848 – Llave de maniobra del maquinista

del maquinista G-5, del tipo compensadora. El principio de esta llave es no permitir al maquinista, cuando hace una aplicación de servicio, descargar aire directamente de la cañería general, sino de un pequeño depósito compensador que, por medio del canal *L* comunica con la parte superior del émbolo equilibrante *T* y con el espejo de la válvula *X*. La reducción de presión en la parte superior del émbolo equilibrante y depósito compensador se produce inmediatamente, y automáticamente en la cañería general del tren, ya que, por diferencia de presiones, el émbolo *T* se levanta, permitiendo la salida del aire de cañería general por la válvula *U*.

Esta salida se mantiene, independientemente de la longitud del tren, hasta que la presión remanente en el depósito compensador sea ligeramente superior a la de cañería general, con el consiguiente descenso del émbolo *T* y cierre gradual de la válvula *U*, con lo que se consigue un apretado uniforme de todos los frenos del tren.

Esta llave tiene cinco posiciones, que se describen a continuación:

1ª posición: carga y aflojamiento de los frenos (I) – En esta posición se permite el paso directo de aire desde el depósito principal a la cañería general y parte inferior del émbolo equilibrante, a la parte superior del émbolo equilibrante y depósito compensador, al manómetro, aguja negra, y, por una pequeña perforación, a la válvula de escape, cuya función es mantener alerta al maquinista y evitar la sobrecarga de la cañería general, ya que el aire del depósito principal ingresa sin pasar por la válvula de alimentación. El aire ingresa por *F*, sobre la válvula *X*, por los orificios *A* y *B* y el hueco *I* de la válvula *X*, y por los orificios *E* y *K*, por el conducto *L* sobre el émbolo equilibrante *T* y depósito compensador, conectado con la válvula del maquinista. El aire que pasa por el orificio *A* de la válvula giratoria, al hueco *H* comunica con el rebaje *S* en el espejo de la válvula giratoria, permitiendo al paso de *S* a *V* y pasando por *E* a la cañería general.

2ª posición: marcha (II) – Al pasar la manija a la segunda posición, se corta el paso de aire directo del depósito principal a la cañería general, a la vez que se corta el paso al escape de alarma, quedando abastecida y controlada la presión en cañería general y en el depósito compensador mediante el aire ingresado a través de la válvula de alimentación, cuya función es mantener una presión constante de 70 psi (4,93 kg/cm²), lo que permite, siendo de 90 psi (6,33 kg/cm²), suplir posibles pérdidas, y obtener aflojamientos con mayor prontitud. Por haber cortado la válvula *X* la comunicación entre las lumbreras *H* y *S*, la presión del aire que ingresa por el orificio *A* ya no puede pasar por el conducto *E* a la cañería general, la que pasa a ser alimentada a través del orificio *C* por la válvula de alimentación.

3ª posición: recubrimiento (III) – En esta posición, la válvula *X* corta todas las comunicaciones. Queda cortado el paso de aire desde el depósito principal a la cañería general, de la cañería general con el escape, y de la parte superior del émbolo equilibrante y depósito compensador con el escape. La aguja negra del manómetro indica únicamente la presión que obra sobre la parte superior del émbolo equilibrante y depósito compensador. Todos los orificios tanto de la válvula como de su espejo, se encuentran cerrados.

4ª posición: aplicación de servicio (IV) – Al pasar la manija a la cuarta posición, por medio de la válvula se hace una depresión de 7 psi ($0,5 \text{ kg/cm}^2$), sobre el émbolo equilibrante y depósito compensador directamente al escape, volviendo luego la manija a la tercera posición. La presión de cañería general, que obra debajo del émbolo equilibrante, lo levanta, llevándose consigo la válvula en forma de espiga, permitiendo descargar la presión de la cañería general. Cuando la presión de la cañería general es ligeramente menor a la que obra sobre la cara superior del émbolo equilibrante, éste desciende junto con la válvula espiga, que cierra la descarga de aire, produciendo una aplicación moderada a lo largo de todo el tren. El aire se descarga de la parte superior del émbolo equilibrante a través del canal *L*, orificio *E* y por medio de un rebaje *F* en la válvula comunica *E* con la lumbrera de escape *W*, permitiendo la descarga de aire. La presión en la cámara *C* levanta el émbolo junto con la válvula espiga, permitiendo la descarga de aire por el orificio *O*, quedando levantado hasta que la presión sea ligeramente menor que en la cara superior, bajando entonces émbolo y válvula cerrando el escape por el orificio *O*.

5ª posición: aplicación de emergencia (V) – Al pasar la manija a la quinta posición, por medio de la válvula giratoria, se permite descargar el aire de la cañería general directamente al escape, mediante una abertura mayor, y también el escape gradual de la parte superior del émbolo equilibrante y depósito compensador, hasta haber hecho una depresión algo mayor de 15 psi ($1,06 \text{ kg/cm}^2$), pudiendo volver entonces la manija a la posición de recubrimiento. Todos los cilindros de freno del tren se han aplicado en emergencia, esto es con su máxima potencia. No hay posibilidades de que se produzca un golpe de ariete que levante el émbolo equilibrante, ya que el aire remanente en la cañería general es utilizado por las triples válvulas para reforzar el frenado, bajando inmediatamente la presión de dicha cañería. Se debe dejar la manija en la quinta posición en caso de peligro inminente. La comunicación entre la cañería general y la atmósfera se produce a través del orificio *V* y el rebaje *S* de la válvula giratoria, al orificio *W*, y la presión del depósito compensador y parte superior del émbolo equilibrante se descarga al escape mediante una concavidad en el espejo, que comunica al conducto *L* por los orificios *E* y *K* con el apéndice del orificio *W*.

211. Freno doble. – Al bajar pendientes largas, es probable que el empleo prolongado de los frenos agote los recipientes auxiliares. Para volver a cargarlos, el maquinista debe proceder a su aflojamiento en momentos oportunos. Para ello, debe colocar la manija en la primera posición, dejándola el tiempo suficiente para que los depósitos auxiliares de todos los vehículos se recarguen. Durante ese tiempo el tren puede acelerarse peligrosamente por la pendiente.

En cambio, si se exagera la disminución de velocidad, y dado que el freno Westinghouse no es moderable al aflojar, el maquinista debe aflojarlos por completo para volver a aplicarlos a la presión requerida.

La sucesión de estas presiones y depresiones no permite dar al tren una velocidad uniforme, como sería de desear, puesto que una velocidad irregular dificulta la observación de horarios, provoca reacciones violentas en los enganches, y existe el riesgo de pasar las señales de parada.

En líneas de perfil muy accidentado, o con pendientes muy largas, se suple la falta de moderación en el aflojamiento que padece el freno Westinghouse automático asociándole un freno directo. Esta combinación se denomina *Freno Doble*, y en este caso se necesitan dos cañerías principales, una para cada uno de los sistemas de freno. Cuando se aflojan los frenos, la cañería general del freno automático está a presión, y la del freno directo vacía.

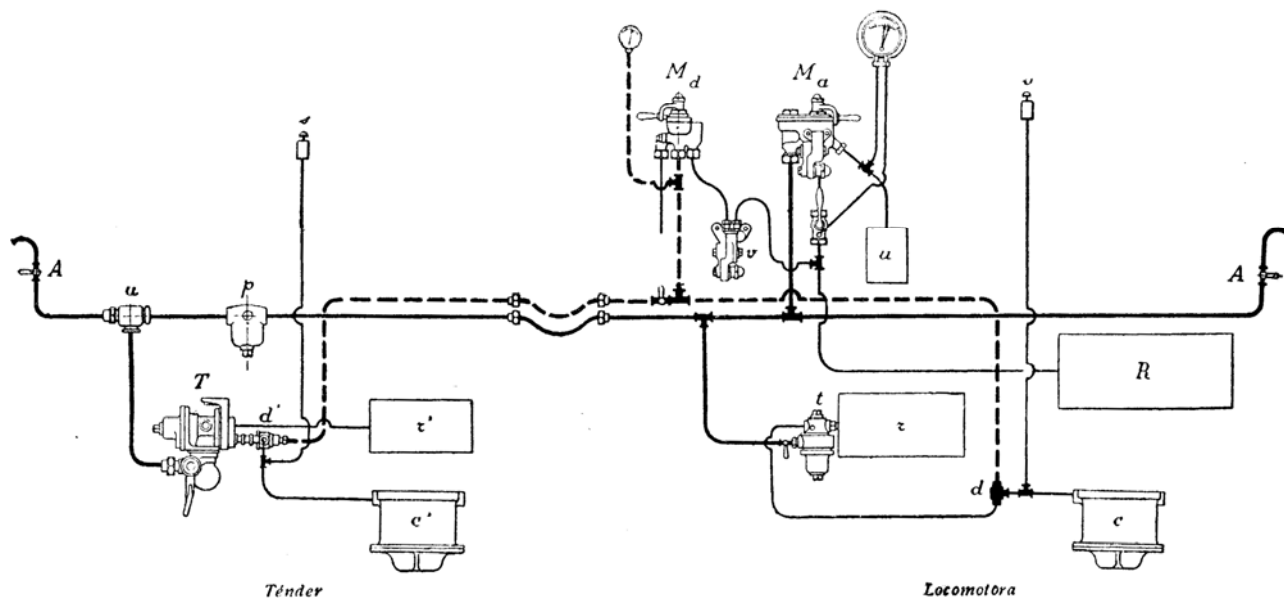


Figura 849 – Esquema de instalación de freno doble en locomotora y tender

En la figura 849 se muestra una instalación típica de freno doble aplicado a locomotora y tender. En caso de líneas con fuertes pendientes en grandes longitudes se han llegado a emplear frenos dobles en los trenes completos, instalando en todos los vehículos frenos similares a los del tender.

La cañería general, representada en trazo continuo, parte de la llave de maniobra M_a , se extiende por debajo de locomotora y tender y termina en cada extremo con un grifo de retención A. Esta cañería está unida con la válvula triple ordinaria t de la locomotora y con la válvula triple de acción rápida T del tender. Se encuentran los órganos habituales del freno automático: el depósito principal R , los depósitos auxiliares r y r' , los cilindros de freno C y C' de la locomotora y el tender, el depósito compensador u , y las válvulas de purga s y s' de los cilindros de freno.

La línea de trazo interrumpido representa la cañería general del freno directo, que parte de la llave general del mismo M_d ; la presión de esta cañería se indica en un manómetro especial.

Para hacer posible el empleo de ambos sistemas utilizando los mismos cilindros y depósito principal, ha sido preciso adaptar nuevos aparatos especiales que describiremos a continuación.

El aire comprimido del depósito principal está a una presión de 90 psi (6,33 kg/cm²), que debe reducirse a 50 psi (3,5 kg/cm²), antes de entrar a la llave M_d , para pasar de allí a los cilindros de freno. Si se admitiese en los cilindros aire a mayor presión, se correría el peligro de inmovilizar las ruedas, ya que los cilindros se han dimensionado para una presión de 50 psi.

Para limitar la presión máxima en la cañería general del freno directo, se intercala entre el depósito principal y la llave M_d una válvula de reducción automática v , de construcción análoga a la válvula de alimentación del freno automático B-6.

Es preciso, además, que cuando se aplica el freno directo, el aire comprimido de la cañería general del freno directo, antes de ingresar a los cilindros de freno, intercepte la comunicación de estos cilindros con las correspondientes válvulas triples. Asimismo, cuando el freno automático entra en función, el paso de la válvula triple al cilindro debe estar libre y la comunicación con la cañería del freno directo interceptada. Esto se logra con una válvula de retención doble.

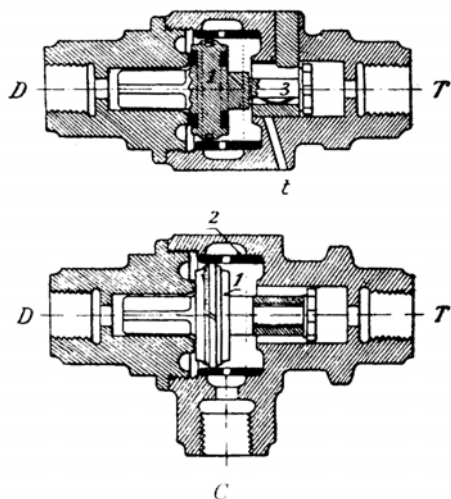


Figura 850 – Válvula de retención doble

Esta doble válvula de retención se representa en la figura 850. Presenta tres empalmes: *T* a la válvula triple, *C* al cilindro de freno y *D* a la cañería del freno directo. Consta de un émbolo *1* que funciona dentro de una camisa *2*. Unos agujeros en esta última establecen una comunicación entre el interior de la camisa y una cavidad anular que comunica con la salida *C*.

a) Al apretar el freno automático, cuando el émbolo está en la posición de la figura, el aire que llega de la válvula triple por *T* pasa por el interior de la camisa *2*, y por los agujeros de ésta al cilindro de freno por la salida *C*. Durante ese tiempo, la cañería general del freno directo está cerrada herméticamente por una arandela de caucho dispuesta en el émbolo *1*. Cuando se afloja el freno automático el aire sigue el camino inverso. *Las cosas suceden como si el freno directo no existiese.*

b) Si ahora se aplica el freno directo, no automático, el aire, al llegar por la entrada *D*, empuja el émbolo *1* y su corredera *3* hacia la derecha, hasta que se apoya contra la platina interior del cuerpo, cerrando herméticamente, mediante otra arandela de caucho, la comunicación con la válvula triple. El aire pasa entonces por los agujeros de la camisa *2* hasta el cilindro de freno, por la salida *C*. La función de la corredera *3* y la salida *T* es permitir el escape de la presión remanente que pudiera quedar proveniente de la válvula triple, en caso de querer aplicar los frenos de locomotora y tender con una presión mayor que los del tren.

212. Equipo de freno E.T. N° 6. – A principios de la década de 1920, Westinghouse desarrolló este equipo, que combina frenos automáticos para el tren y directos para la locomotora y tén­der, con la posibilidad de accionarlos en conjunto o independientemente. Toda la descripción y las figuras han sido tomadas del manual “Manejo del Freno para Locomotora ET N° 6”, editado por Westinghouse Air Brake Company, de Pittsburgh, fechado en mayo de 1923.

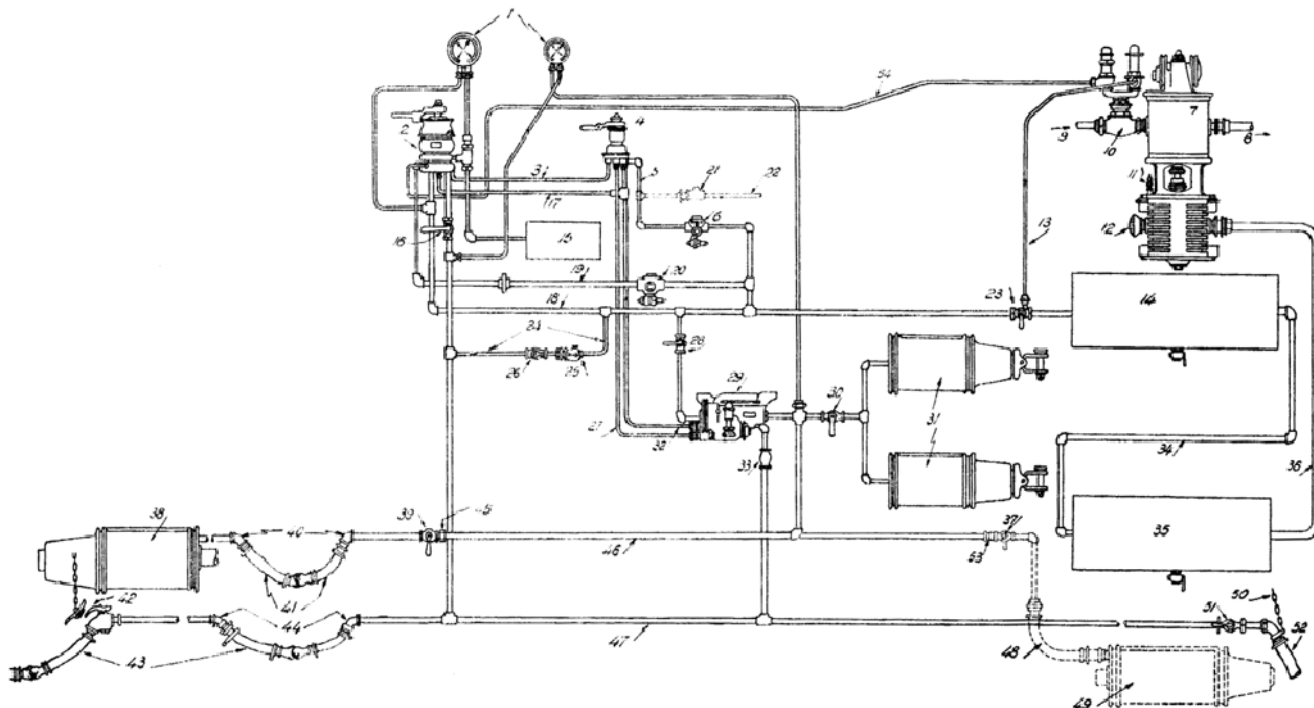


Figura 851 – Diagrama equipo E.T. N° 6

En la figura 851 se muestra un diagrama de la instalación de un equipo de freno de aire comprimido Westinghouse E.T. N° 6. La denominación de cada uno de sus elementos se indica a continuación:

1. – Manómetros dobles de aire; 2. – Llave automática del maquinista H-6; 3. – Tubo para aflojar; 4. – Llave independiente del maquinista S-6; 5. – Tubo de la válvula de reducción; 6. – Válvula de reducción; 7. – Compresor; 8. – Escape; 9. – Tomavapor de la caldera; 10. – Regulador de bomba; 11. – Aceitera; 12. – Filtro de aire; 13. – Tubo del depósito principal al regulador de alta presión; 14. – Depósito principal; 15. – Depósito equilibrante; 16. – Llave para doble locomotora; 17. – Tubo del cilindro de aplicación; 18. – Tubo del depósito principal; 19. – Tubo de la válvula de aplicación; 20. – Válvula de alimentación; 21. – Colador y válvula de retención; 22. – Tubo de señales; 23. – Llave de incomunicar del depósito principal; 24. – Ramal para cargar locomotora muerta; 25. – Colador y válvula de retención; 26. – Llave de incomunicar; 27. – Tubo para aflojar la válvula distribuidora; 28. – Llave de incomunicar; 29. – Válvula distribuidora; 30. – Llave de incomunicar; 31. – Cilindro de freno de la locomotora; 32. – Tubo del cilindro de aplicación; 33. – Colador centrífugo de polvo; 34. – Tubo de conexión de los depósitos principales; 35. – Depósito principal; 36. – Tubo de descarga; 37. – Llave de incomunicación; 38. – Cilindro de freno del tén­der; 39. – Llave de incomunicación; 40. – Codos angulares; 41. – Mangas y acoplamientos; 42. – Llave angular; 43. – Mangas y acoplamientos; 44. – Codos angulares; 45. – Reducción interior especial; 46. – Tubos de cilindro de freno; 47. – Cañería general; 48. – Manguera de conexión; 49. – Cilindro de freno del bogue; 50. – Gancho del acoplamiento; 51. – Llave de incomunicación; 52. – Manga y acoplamiento; 53. – Reducción especial interior; 54. – Tubo del regulador de baja presión.

Las principales partes de este equipo se detallan a continuación:

1) *El compresor de aire:* puede ser de una o dos etapas. Su función es abastecer de aire comprimido al sistema.

2) *El regulador doble del compresor:* regula el funcionamiento del mismo, una vez que se ha llegado a las presiones para los que se ha ajustado.

Frenos

3) *Los depósitos principales:* almacenan y enfrían el aire comprimido, y separan la humedad y el polvo. Están provistos de grifos de purga en su parte inferior.

4) *Una válvula distribuidora y su pequeño depósito:* éste posee doble cámara y está asegurado a la válvula distribuidora. Se coloca en la locomotora dónde desempeña las funciones de las válvulas triples, de los depósitos auxiliares, de las válvulas de retención dobles, de las válvulas de reducción de alta velocidad, etc.

5) *Una válvula de descarga del tubo de freno:* colocada en la parte posterior del tender, para lograr la iniciación efectiva de la aplicación de emergencia en todo el largo del tren

6) *Dos llaves del maquinista:* la *automática*, para hacer funcionar los frenos de la locomotora y los del tren, y la *independiente*, para hacer funcionar los frenos de la locomotora únicamente.

7) *Una válvula de alimentación:* para regular la presión de la cañería general.

8) *Una válvula de reducción:* para reducir la presión de la llave independiente del maquinista y la del sistema de señales de aire, si se utiliza.

9) *Dos manómetros de aire dobles:* uno grande (ϕ 5"), indicando la aguja roja la presión en el depósito principal, y la aguja negra la del depósito equilibrante, y uno chico (ϕ 3½"), indicando la aguja roja la presión en los cilindros de freno de la locomotora y tender, y la aguja negra la de la cañería general.

10) *Cilindros de freno de las motrices, del boguie y del tender, llaves de comunicación, colectores de polvo de acción centrífuga, mangas y sus acoplamientos, accesorios de tubo, etc.*

Denominación de los tubos

1) *Tubo de descarga⁽¹⁾:* conecta la salida del compresor de aire con el primer depósito principal.

2) *Tubo de conexión⁽¹⁾:* conecta ambos depósitos principales.

3) *Tubo del depósito principal:* conecta el segundo depósito principal con la llave automática del maquinista, con la válvula distribuidora, con la válvula de alimentación y con la válvula de reducción.

4) *Tubo de la válvula de alimentación⁽²⁾:* conecta la válvula de alimentación con la llave automática del maquinista.

5) *Tubo operador de alta presión:* conecta el depósito principal con la cabeza de alta presión del regulador del compresor.

6) *Tubo operador de baja presión:* conecta la llave automática del maquinista con la cabeza de baja presión del regulador del compresor.

7) *Tubo de la válvula de reducción:* conecta la válvula de reducción con la llave independiente del maquinista y con el sistema de señales, si se utiliza.

8) *Tubo del tren (cañería general):* conecta la llave automática del maquinista con la válvula distribuidora y con todas las válvulas triples de los que forman el tren.

9) *Tubo del cilindro de freno (cañería auxiliar):* conecta la válvula distribuidora con los cilindros de freno de las ruedas motrices, del boguie y del tender.

10) *Tubo de la cámara de aplicación:* conecta el cilindro de aplicación de la válvula distribuidora con las llaves independiente y automática del maquinista.

11) *Tubo para aflojar de la válvula distribuidora:* conecta el orificio de escape del cilindro de aplicación de la válvula distribuidora, con la llave automática, a través de la llave independiente del maquinista.

213. Compresor de aire. – El compresor de aire, tanto sea de una como de dos etapas, es el mismo que se ha descrito para los frenos automático y directo, por lo que no se repetirá su descripción.

(1) Estos dos tubos se conocen también por el nombre de Tubo Radiador.

(2) En algunos equipos la llave del maquinista H-6 está provista de un soporte de tubo, en el que está montada la válvula de alimentación, suprimiéndose por lo tanto, el tubo de la válvula de alimentación. La conexión del tubo de baja presión se hace entonces en la rosca para tubo con que está provisto el soporte.

214. Regulador de vapor del compresor. – El regulador doble tipo SD, figura 852, que gobierna el funcionamiento del compresor es similar al que se describió para los frenos directo y automático, aunque posee dos cabezas.

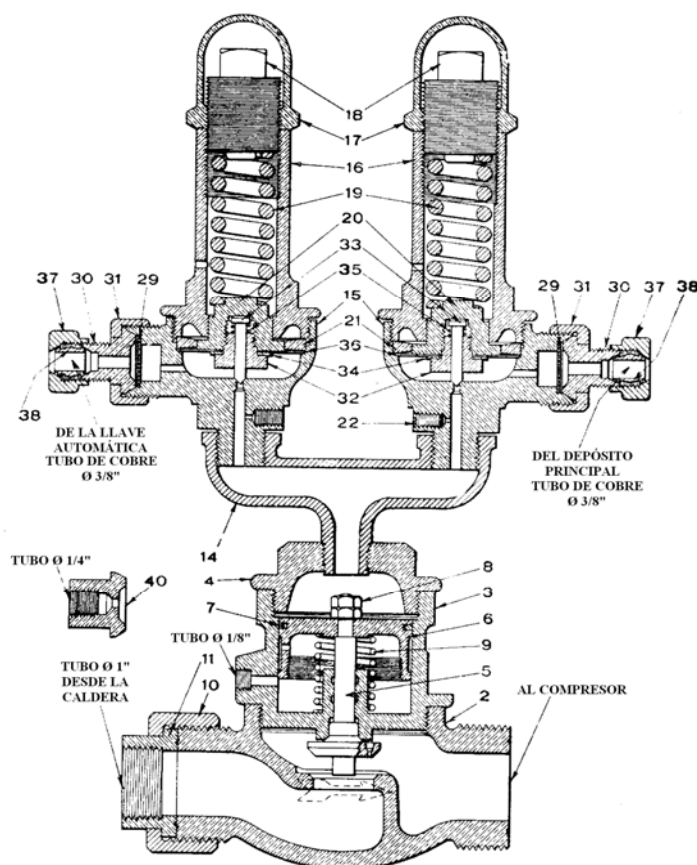


Figura 852 – Regulador de vapor doble tipo SD

El ajuste de las presiones se efectúa quitando las tapas 17 y girando la tuercas 18 hacia arriba para reducir la presión o hacia abajo para aumentarla.

La función de esta doble presión es contar con una presión más alta en el momento de aflojar los frenos y producir su recarga, sin forzar al compresor cuando sólo es necesario mantenerlos flojos.

215. Depósitos principales. –



Figura 853 – Depósito principal

Con el fin de obtener un pronto afloje y una eficaz recarga de los frenos en un tren, es necesario contar con una capacidad apropiada de los depósitos principales, que no debe ser menor de 330 litros para locomotoras de viajeros o maniobras, o de 500 litros para locomotoras de mercancías (suponiendo, en este último caso, que todos los vehículos del tren de carga tengan frenos instalados).

La capacidad total se divide entre dos tanques, figura 853, colocados a ambos lados de la locomotora, y unidos por una tubería, apropiada para obtener una radiación máxima, a fin de que el aire comprimido se enfríe a la temperatura ambiente, y la humedad del aire se condense antes de que pase al sistema de frenos.

Cada depósito está provisto de un grifo de purga, que debe abrirse frecuentemente, para que todos los residuos puedan salir, evitando que tanto el agua como el aceite, presentes en el aire, reduzcan su capacidad, o sean arrastrados al sistema, con los trastornos que ello traería aparejados.

216. Válvula distribuidora N° 6. – Esta válvula es el corazón del equipo E.T. N° 6. La figura

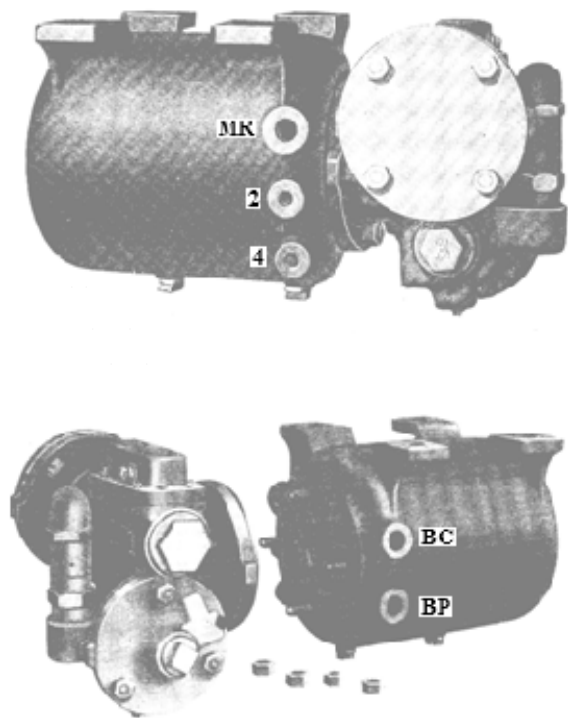


Figura 854 – Válvula distribuidora N° 6

854 muestra vistas fotográficas de la válvula y su depósito de doble cámara, montadas y desmontadas. Sus conexiones son: *MR* – tubo del depósito principal; *4* – tubo para aflojar de la válvula distribuidora; *2* – tubo del cilindro de aplicación; *BC* – tubo del cilindro de freno; *BP* – cañería general.

La válvula distribuidora está formada por dos partes, denominadas: “parte equilibrante” y “parte aplicadora”, y están comunicadas con un depósito de doble cámara, denominadas “cámara de presión” y “cámara de aplicación”. Esta última está conectada con la parte aplicadora de la válvula distribuidora, de forma tal que agranda el volumen del cilindro aplicador.

Las conexiones entre estas partes, así como su funcionamiento pueden compararse con un freno en miniatura, representando la parte equilibrante a la válvula triple, la cámara de presión al depósito auxiliar y la parte aplicadora, en el cilindro de la cual obra siempre la misma presión que en los cilindros de freno, al cilindro de freno.

En la figura 855 se muestra un diagrama de la válvula distribuidora. Por utilidad práctica y seguridad, válvula y depósitos forman una sola unidad, tal como se muestra en las figuras 854, 856 y 857.

La parte equilibrante y la cámara de presión se utilizan únicamente en las aplicaciones automáticas, y su funcionamiento es el siguiente: las reducciones de presión de la cañería general ocasionan que la válvula equilibrante conecte la cámara de presión con la cámara aplicadora y su cilindro, permitiendo que pase aire de la primera a la segunda. Por la válvula de corredera superior, cuyo nombre es válvula aplicadora, que está conectada con la varilla del pistón de la parte aplicadora, pasa el aire a los cilindros de freno, y por la válvula inferior, válvula de escape, sale el aire de los cilindros de freno.

Como el aire que pasa a los cilindros de freno procede directamente de los depósitos principales, el abastecimiento de aire es prácticamente ilimitado.

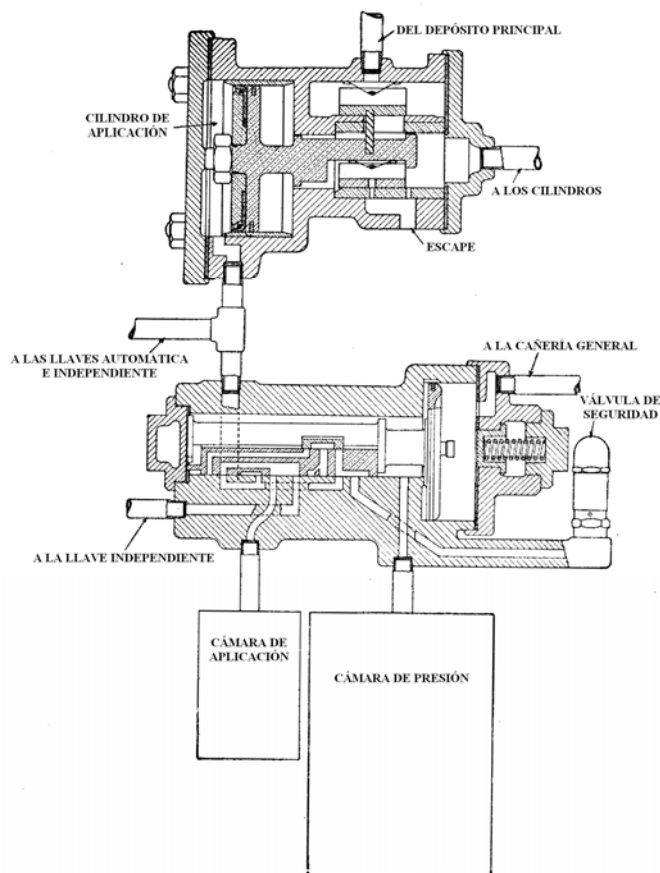


Figura 855 – Diagrama de la válvula distribuidora

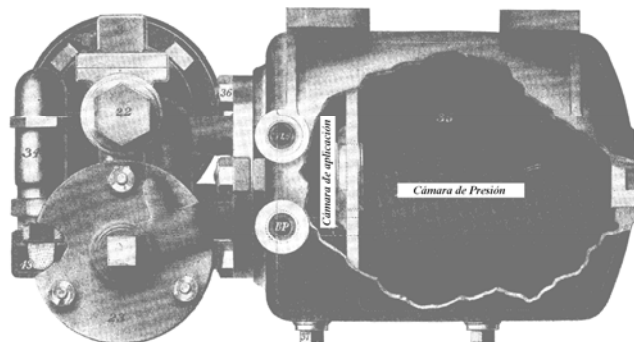


Figura 856 – Conjunto válvula distribuidora y depósito doble cámara

de freno de la locomotora, y la presión final que resulte en estos, se mantiene constante, a pesar de las fugas que pudiera haber en los cilindros.

El funcionamiento de los frenos de la locomotora, en este equipo de freno, depende, por consecuencia, de admitir o expulsar aire del cilindro aplicador; para las aplicaciones independientes se hace pasar el aire a él por medio de la llave independiente directamente, y para las aplicaciones automáticas por medio de la parte equilibrante y de la presión de aire almacenada en la cámara de presión. En todas las aplicaciones de emergencia la cámara aplicadora queda incomunicada del cilindro aplicador; entonces, el aire de la cámara de presión se equilibra en el volumen reducido de dicho cilindro a una presión más alta que en las aplicaciones de servicio, y se obtiene la presión más alta correspondiente en los cilindros de freno.

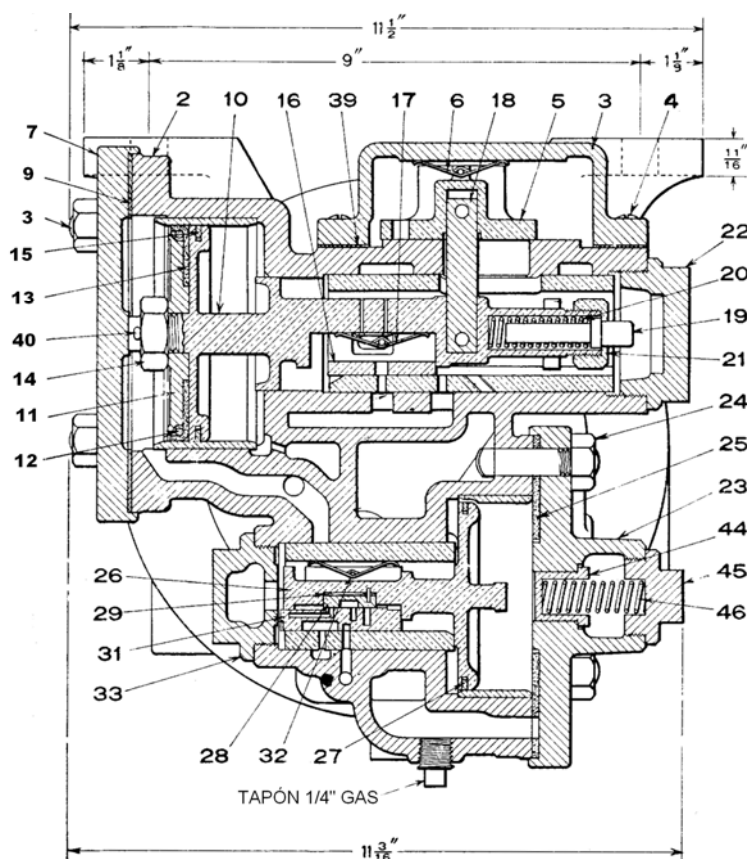


Figura 857 – Corte longitudinal de la válvula distribuidora N° 6

La presión que existe en el cilindro aplicador mueve su pistón, que en su movimiento cierra la válvula de escape y abre la válvula aplicadora, pasando el aire de los depósitos principales a los cilindros de freno de la locomotora, hasta que la presión en ellos iguale o sobrepase ligeramente la del cilindro aplicador; el pistón se mueve a la posición de recubrimiento, y la válvula de aplicación cierra el paso de aire a los cilindros. Cualquier variación de presión que ocurra en el cilindro aplicador es igualada fielmente en los cilindros

La válvula distribuidora tiene cinco conexiones para tubo a través del extremo del depósito de doble cámara, tres de las cuales están a la izquierda y dos a la derecha.

De las tres colocadas a la izquierda, la superior corresponde al abastecimiento desde el depósito principal; la intermedia al tubo del cilindro aplicador, cuyo tubo está unido a ambas llaves, Independiente y Automática; la inferior es la del tubo de aflojar de la válvula, que va a la llave Automática, a través de la llave Independiente, cuando ésta se encuentra en posición de marcha. Las dos conexiones de la derecha corresponden: la inferior a la cañería general, y la superior al tubo de los cilindros de freno, que se ramifica a todos los cilindros de locomotora y tender.

El funcionamiento de la parte equilibrante se describe más adelante.

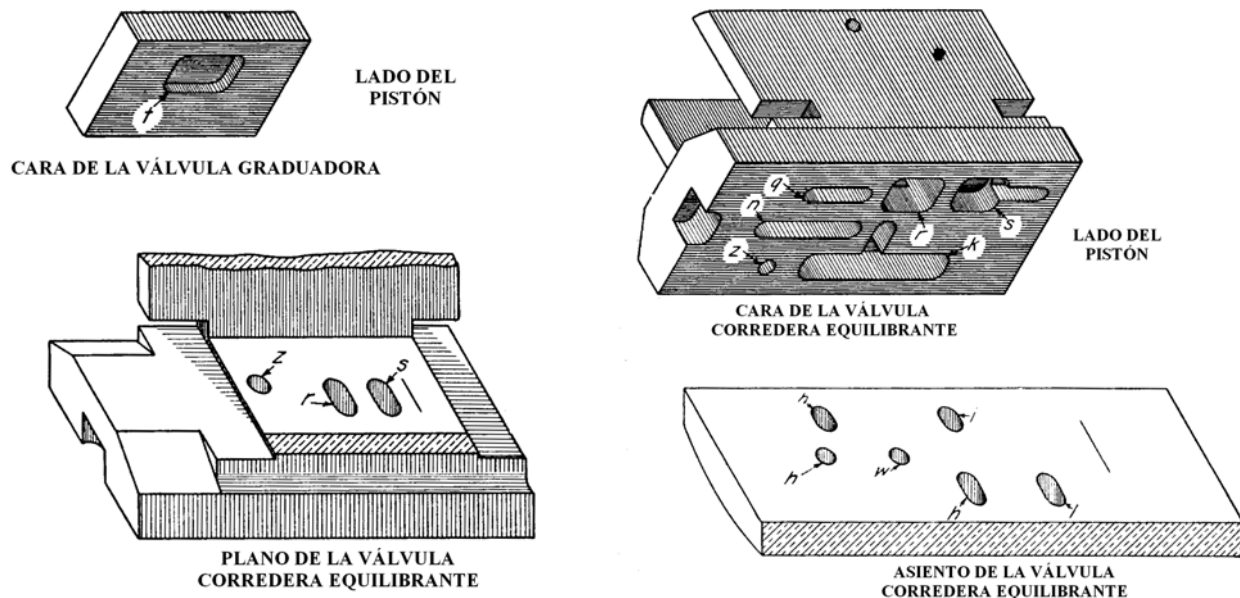


Figura 858 – Caras y asientos de las válvulas correderas.

217. Válvula de seguridad E-6. – La figura 859 muestra un corte de la válvula de seguridad E-6, que constituye una parte fundamental de la válvula distribuidora. Su funcionamiento es distinto al de las válvulas de seguridad ordinarias, pues su construcción es tal que la hace cerrar instantáneamente con un movimiento vibratorio, lográndose así que asiente con firmeza. Es muy sensible en su funcionamiento, y responde a pequeñas variaciones de presión.

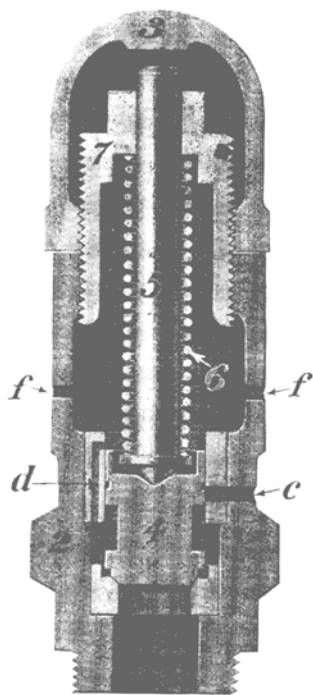


Figura 859 – Válvula de seguridad E-6

La válvula 4 es conservada sobre su asiento por la compresión del resorte 6, que se encuentra entre el resalto de la varilla 5 y la tuerca ajustadora 7. Cuando la presión del aire que obra debajo de la válvula 4 es mayor que la fuerza ejercida por el resorte, la válvula se levanta, y como entonces expone un área mayor, su movimiento ascendente es muy rápido, siendo guiada por el buje de bronce que está en el cuerpo 2. En este buje hay dos orificios *d* que van a dar a la cámara del resorte, y dos orificios exteriores *c*, en el cuerpo, que van a dar a la atmósfera (en el dibujo se muestra sólo uno). El límite de la carrera ascendente lo fija el contacto de la varilla 5 con el tapón 3, y durante esa carrera cierra los dos orificios verticales *d*, del buje, que conectan las cámaras de la válvula y el resorte, y abre los orificios *c* a la atmósfera. A medida que la presión que obra debajo de la válvula disminuye y la compresión del resorte fuerza a la varilla y la válvula hacia abajo, ésta restringe la salida del aire por los orificios inferiores a la atmósfera y abre los que comunican las cámaras de la válvula y del resorte. En estas circunstancias, el aire a presión que escapa tiene acceso a la cámara del resorte, y esta cámara está comunicada con la atmósfera a través de dos pequeños orificios *f*, a través del cuerpo 2. El aire que procede de la cámara de la válvula entra a la cámara del resorte con más rapidez de la que puede salir por esos orificios pequeños, lo que ocasiona que se acumule la presión sobre la válvula y sirva de ayuda al resorte para cerrarla con el movimiento vibratorio ya mencionado.

Para ajustar la válvula se quita el tapón roscado 3, y se gira la tuerca ajustadora 7 hasta lograr la presión deseada. Una vez hecho el ajuste, se vuelve a colocar el tapón 3, ajustándolo lo suficiente para que no salga aire, y luego se hace funcionar la válvula varias veces. Hay que tener especial cuidado en mantener todos los orificios destapados, y por ningún motivo deben modificarse sus diámetros, especialmente los dos superiores.

La válvula debe regularse a 68 psi (4,78 kg/cm²). Es recomendable que esta regulación se efectúe en un banco de prueba, ubicado en el taller de mantenimiento.

218. Válvula de descarga de la cañería general. – La válvula de descarga de la cañería



Figura 860 – Válvula de descarga

general tiene por objeto lograr la propagación de la acción rápida de los frenos, ya que por el aumento de volumen del aire de la cañería general, exceso de codos y curvas en un mismo tubo, resulta más difícil en instalaciones modernas. La construcción de esta válvula, es enteramente independiente del resto de los elementos de este sistema de frenos, así como su funcionamiento, con respecto a la manera cómo funcionan en aplicaciones de servicio las piezas de los otros aparatos, y, como consecuencia, cualquiera sean las condiciones en que funcionen estas últimas, en nada afectan a la válvula de descarga de la cañería general, cuya estabilidad y eficiencia resultan seguras, eliminando, además, la posibilidad de que tenga lugar una aplicación de emergencia espontánea, causada por el funcionamiento imperfecto de las piezas de servicio de los demás aparatos del freno, o por sobrecargar la cañería general de la locomotora y el tender.

La figura 860 muestra una vista exterior, la figura 861 una sección longitudinal y la figura 862 un dibujo diagramático de la válvula de descarga N° 4 de la cañería general. Este aparato tiene un pistón de emergencia 2, con su válvula de corredera 3; una válvula de descarga 4; un pistón de acción rápida 5, y un volumen llamado: cámara de acción rápida.

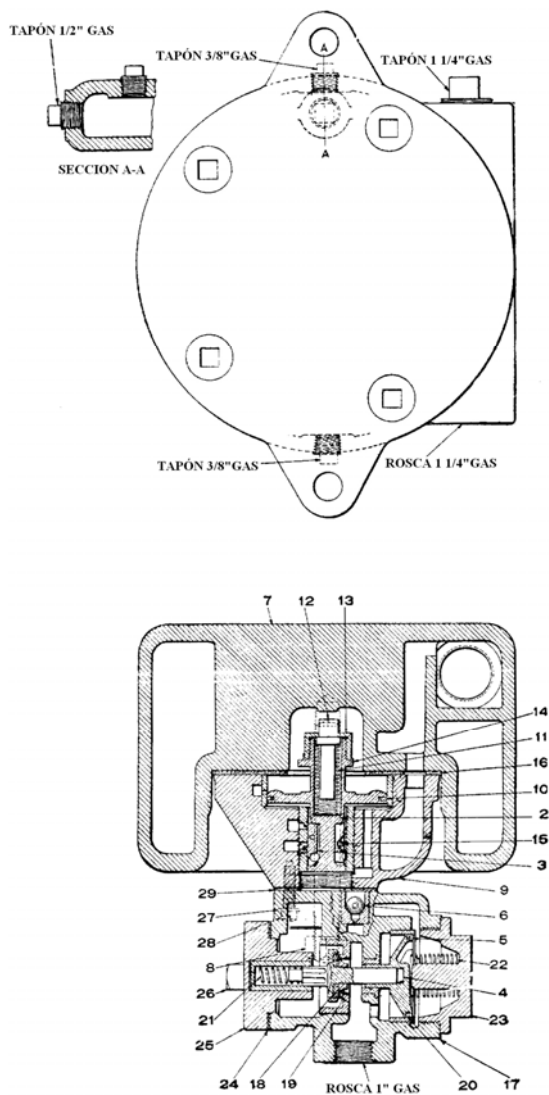


Figura 861 – Sección longitudinal – Válvula de descarga

La válvula de descarga debe instalarse verticalmente, esto es, quedando la cámara arriba y el orificio de escape abajo, y conectada en el extremo de un ramal de tubo de 1 1/4", cuya longitud no sea mayor de 1,80 metros, y que comience en la parte superior de la cañería general, en curva de 1" por pie.

La válvula debe montarse lo más cerca posible del travesaño trasero del tender, y a una distancia de la llave del maquinista no menor de 6 metros. Cuando la longitud total de la locomotora y el tender sea mayor de 18 metros, debe instalarse otra válvula en la locomotora, debiendo quedar a una distancia de 18 metros de la instalada en el tender.

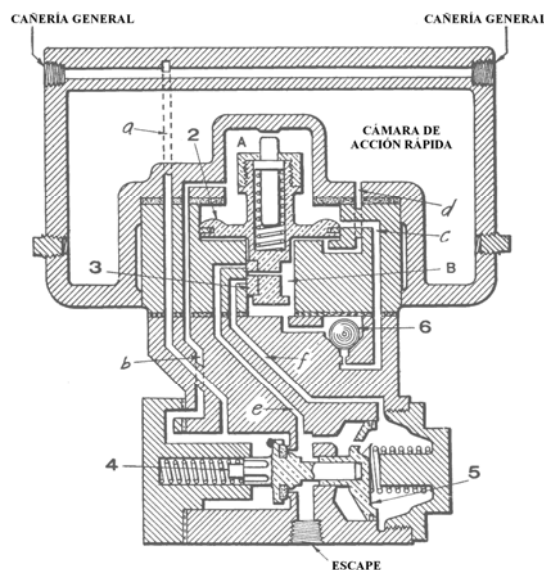


Figura 862 – Diagrama – Válvula de descarga

El funcionamiento de esta válvula se describirá como parte del funcionamiento del equipo.

219. Llave automática del maquinista H-6. – Aún cuando esta llave del maquinista está construida siguiendo los principios fundamentales de las descritas anteriormente, tiene diferencia en sus detalles, de modo de aprovechar todas las ventajas que se logran con el funcionamiento de la válvula distribuidora N° 6.

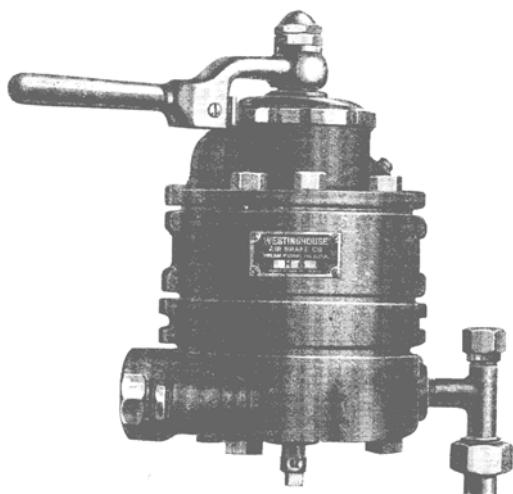


Figura 863 – Llave automática del maquinista H-6

La figura 863 muestra una vista exterior, la figura 864 un corte longitudinal y la figura 865 una vista del asiento de esta válvula, en la que están indicadas las distintas posiciones de su manija y las conexiones de tubos.

Las seis posiciones de la manija de la llave del maquinista, comenzando desde la izquierda, son: *Aflojar*, *Marcha*, *Conservar*, *Recubrimiento*, *Servicio* y *Emergencia*.

Se comprenderá más fácilmente el funcionamiento de la llave automática del maquinista si se explican sus posiciones en el orden en que se usan más frecuentemente, en lugar del orden mencionado anteriormente.

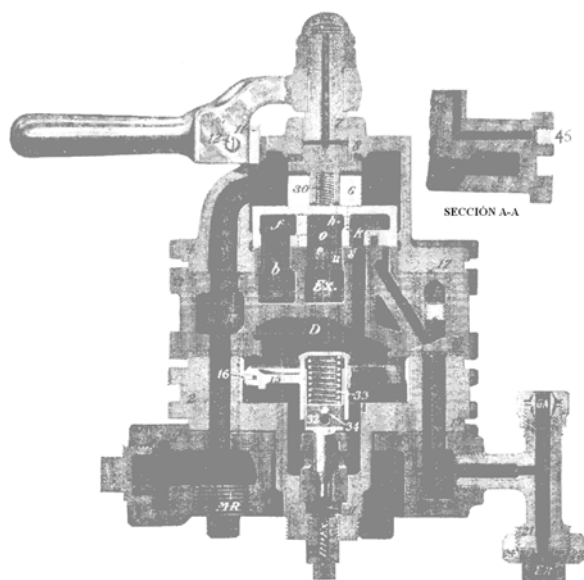


Figura 864 – Llave automática del maquinista H-6
Corte longitudinal

Posición de Cargar y Aflojar los Frenos – El objeto de esta posición es proporcionar un conducto grande y directo del depósito principal a la cañería general, con el fin de lograr un paso rápido del aire a esta última, para a), cargar el sistema de frenos del tren, b), aflojar prontamente los frenos y recargarlos, pero c), *sin aflojar* los frenos de la locomotora, en el caso que estuvieran aplicados.

Si se dejara la manija en esta posición, el sistema de frenos se cargaría a la presión del depósito principal, y para evitar esto, la manija se debe mover a la posición de *Marcha* o a la posición de *Conservar*. Para evitar que el maquinista se olvide hacer esto último, hay un pequeño orificio que descarga aire del tubo de alimentación a la atmósfera en la posición de *Aflojar*, cuya salida produce el ruido suficiente como para llamar la atención del maquinista, indicándole que la manija está en posición de *Aflojar*. En esta posición, la presión del depósito principal también pasa a la cabeza de baja presión del regulador del compresor.

Posición de Marcha – Esta es la posición adecuada de la manija: a) cuando los frenos están cargados y listos para usarse, b) cuando no se están haciendo funcionar los frenos, y c) para aflojar los frenos de la locomotora.

En esta posición existe abierto un conducto grande y directo del tubo de la válvula de alimentación a la cañería general, a fin de que esta última se cargue tan rápidamente como pueda abastecerla la válvula de alimentación, pero sin

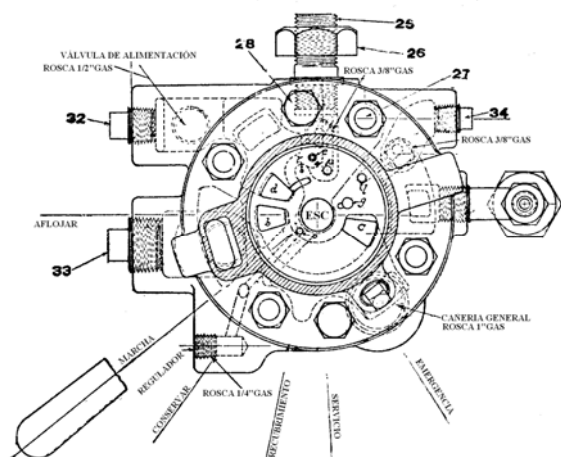


Figura 865 – Vista del asiento de la válvula giratoria
exceder la presión a que está ajustada esta válvula.

El depósito equilibrante se carga a la vez que la cañería general, lográndose que la presión que obra sobre ambas caras del émbolo equilibrante sea la misma. En esta posición, el aire a la presión del depósito principal que obra sobre la válvula giratoria pasa a la cabeza de baja presión del regulador del compresor; y el tubo de aflojar de la válvula distribuidora queda abierto a la atmósfera.

El pistón equilibrante, del tipo de caída, consiste de un pistón, cuyo vástago es hueco, y de una válvula equilibrante de descarga. Esta válvula se mueve dentro del vástago hueco del pistón, y para conservarla en su posición normal, se utiliza un resorte, ubicado también en el vástago hueco. Cuando la presión del depósito equilibrante aumenta a un valor superior a la de la cañería general, como sucede al aflojar los frenos de un tren largo, debido al pequeño tamaño del depósito equilibrante comparado con el volumen de la cañería general y de los depósitos auxiliares de todos los vehículos, la presión mayor que obra sobre la cara superior del émbolo equilibrante, comprime al resorte, forzando al pistón hacia abajo hasta tomar la posición en que las ranuras de paso del buje del pistón quedan descubiertas, lográndose así que por ellas tenga lugar el equilibrio de presiones del depósito equilibrante y de la cañería general.

Posición de servicio – Con esta posición se obtiene una reducción gradual de la presión de la cañería general, que ocasiona una aplicación de servicio de los frenos. La reducción gradual de la presión de la cañería general tiene por objeto impedir la acción rápida de los frenos; y el hacer cesar gradualmente la descarga de la cañería general, tiene por objeto impedir el afloje de los frenos delanteros que ocurriría si cesara bruscamente (golpe de ariete).

Posición de recubrimiento – Esta posición se utiliza mientras se conservan aplicados los frenos luego de una aplicación de servicio, y hasta que se desee hacer una nueva reducción de la cañería general o aflojar los frenos. En esta posición todos los orificios se encuentran cerrados.

Posición de Aflojar – Esta posición, que se utiliza para aflojar los frenos del tren luego de una aplicación de los frenos sin aflojar los frenos de la locomotora, se ha descrito en el párrafo correspondiente a *Posición de Cargar y Aflojar los Frenos*.

En esta posición, el aire procedente del depósito principal pasa a la cañería general aumentando su presión y, por consecuencia, ocasionando que las válvulas triples y la parte equilibrante de la válvula distribuidora se muevan a la posición de aflojar, con lo que se obtiene que se aflojen los frenos del tren y se recarguen los depósitos auxiliares y la cámara de presión de la válvula distribuidora. Una vez que la presión de la cañería ha aumentado lo suficiente para ocasionar esto, la manija de la llave debe moverse a cualquiera de las posiciones de *Marcha* o de *Conservar*; a la primera cuando se desea aflojar los frenos de la locomotora, y a la segunda cuando éstos deban mantenerse aplicados.

Posición de Conservar⁽¹⁾ – A esta posición se la denomina así, porque los frenos de la locomotora se conservan aplicados, a la vez que los frenos del tren se recargan a la presión determinada por la válvula de alimentación.

Posición de emergencia – Esta posición se utiliza cuando es necesaria la aplicación más fuerte y rápida que es posible obtener, y con ella se logra una comunicación grande y directa entre la cañería general y la atmósfera. Este conducto directo ocasiona una descarga rápida y fuerte del aire de la cañería, originando que las válvulas triples y la válvula distribuidora se muevan a la posición de emergencia, proporcionando el poder máximo obtenible del freno en el tiempo más corto posible. En esta posición se obtiene también que la presión de los cilindros de freno de la locomotora y del tender se conserve constante, supliendo las fugas que pudiese haber en ellos.

La llave del maquinista debe estar ubicada en una posición adecuada, en que el maquinista pueda manejarla desde su lugar habitual, ya sea que mire hacia delante o hacia atrás, por la ventanilla de la cabina.

(1) En alguna bibliografía esta posición se denomina de *Retener*, ya que se retienen aplicados los frenos de la locomotora

220. Llave independiente del maquinista S-6. – En las figuras 866 y 867 se muestra la llave independiente del maquinista S-6, la figura 866 en vista, armada y desarmada, y en la figura 867 un corte vertical por el centro de la válvula, y un corte horizontal a través del cuerpo de la misma, sin mostrar la válvula giratoria, y dejando ver el asiento de la misma. En estos dibujos están indicadas las conexiones para los tubos y las posiciones de la manija de la llave.

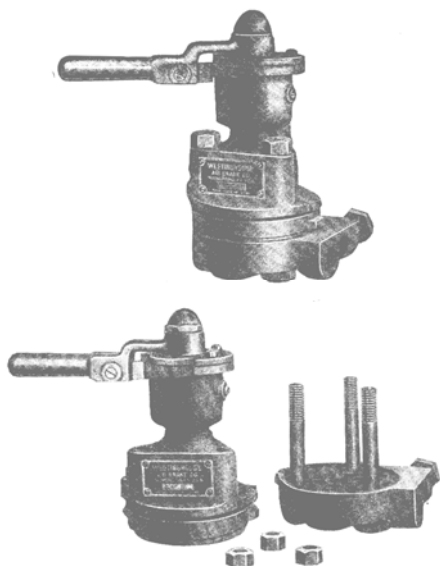


Figura 866 – Llave independiente del maquinista S-6

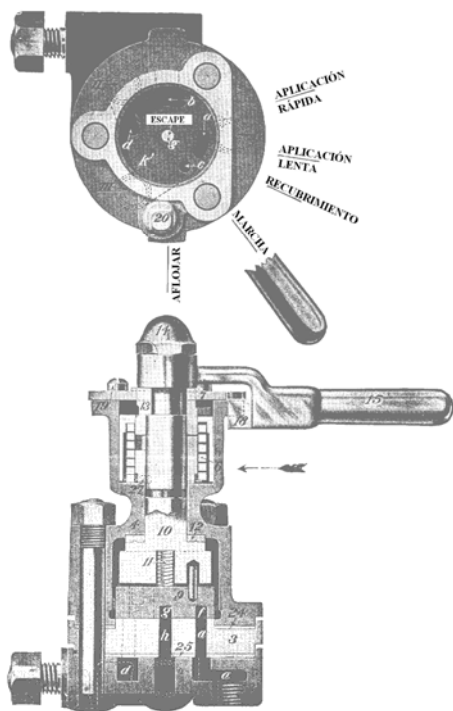


Figura 867 – Llave independiente del maquinista S-6
Secciones vertical y horizontal

Las cinco posiciones de la manija de la llave son, comenzando desde el extremo izquierdo, *Aflojar*, *Marcha*, *Recubrimiento*, *Aplicación Lenta* y *Aplicación Rápida*. A continuación se describen brevemente estas posiciones.

Posición de Marcha – Esta es la posición en que la manija de la llave independiente del maquinista debe permanecer siempre que no se haga uso del freno independiente. En esta posición de la manija se establece la comunicación entre el cilindro de aplicación de la válvula distribuidora y un orificio que hay en la llave automática del maquinista, a través del tubo de aflojar de la válvula distribuidora, a fin de que la válvula distribuidora pueda moverse a la posición de *Aflojar*. Cuando la manija de la llave automática del maquinista está en la posición de *Marcha* y se emplea el freno independiente, éste puede aflojarse regresando simplemente la llave independiente del maquinista a la posición de *Marcha*, puesto que en esta posición la presión del cilindro de aplicación puede escapar por el interior del tubo para aflojar de la válvula distribuidora y de la llave automática del maquinista.

Posición de Aplicación Lenta – Para aplicar el freno independiente, ligera o gradualmente, muévase la manija del freno independiente a la posición de *Aplicación Lenta*. Con esto se logra que el aire procedente de la válvula de reducción pase al cilindro de aplicación de la válvula distribuidora, por el tubo del cilindro de aplicación.

Posición de Aplicación Rápida – Para obtener una aplicación rápida del freno independiente, muévase la manija de la llave a la posición de *Aplicación Rápida*. En esta posición se logra una abertura entre el tubo de la válvula de reducción y el tubo del cilindro de aplicación, mayor que en la posición de *Aplicación Lenta*, sucediendo que el aire procedente de la válvula de reducción pase rápidamente al cilindro de aplicación de la válvula distribuidora.

Puesto que el ajuste de la válvula de reducción es de 45 psi (3,17 kg/cm²), esta es la presión máxima que puede haber en el cilindro de aplicación.

Posición de Recubrimiento – Esta es la posición que se utiliza para que el freno independiente permanezca aplicado luego de haber obtenido la presión deseada en los cilindros de freno, y es la que corta toda comunicación entre los diferentes orificios de la llave.

Posición de aflojar – Con esta posición se logra que salga la presión del aire del cilindro de aplicación, cuando la llave automática del maquinista no está en posición de *Marcha*.

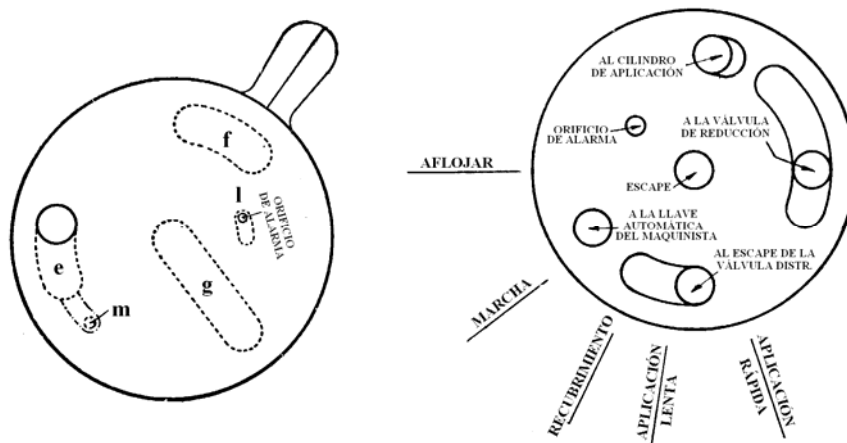


Figura 868 – Asiento y cara de la válvula giratoria de la llave independiente del maquinista

El objeto del resorte de retorno 6 es mover automáticamente la manija 15 de la posición de Aflojar a la de Marcha, y de la posición de Aplicación Rápida a la de Aplicación Lenta, tan pronto como el maquinista la libera. El regreso automático de la posición de Aflojar a la de Marcha es para impedir que quede en la primera, ya que de permanecer allí es imposible hacer funcionar los frenos de la locomotora desde la llave automática del maquinista.

La acción del resorte entre las posiciones de Aplicación Rápida y Aplicación Lenta tiene por objeto hacer más notable la última posición, a fin de que, al hacer el maquinista un movimiento rápido de la manija, disminuyan las probabilidades de pasarla a la posición de Aplicación Rápida sin intención de hacerlo, y evitando, por consecuencia, una aplicación fuerte de los frenos de la locomotora cuando desea hacer una aplicación suave. A fin de llamar la atención del maquinista en caso de rotura del resorte de retorno, sale aire del tubo de la válvula de reducción a la atmósfera, a través de la válvula giratoria, produciendo el ruido suficiente para no pasar inadvertido.

221. Válvula de reducción C-6. – Esta válvula está mostrada en las figuras 869, en vista, 870, en corte a través de la parte reguladora, y 871, en corte a través de la parte abastecedora. A diferencia de la válvula reductora utilizada en el equipo de freno doble, está montada sobre un soporte de tubos. Su función es reducir la presión del depósito principal a una presión fija de 45 psi (3,17 kg/cm²).

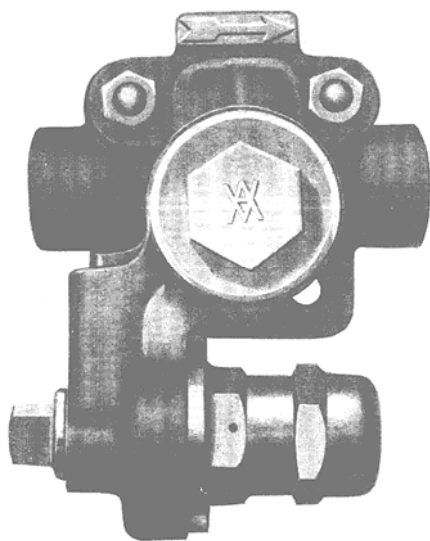


Figura 869 – Válvula de reducción C-6

Para ajustar esta válvula, quítese el tapón 21 del extremo de la caja del resorte, haciéndose la regulación mediante la tuerca ajustadora 20. A esta válvula se la denomina Válvula de reducción, cuando se utiliza con los sistemas del freno independiente y de señales de aire, para distinguirla de la válvula de alimentación, que abastece a la llave automática del maquinista.

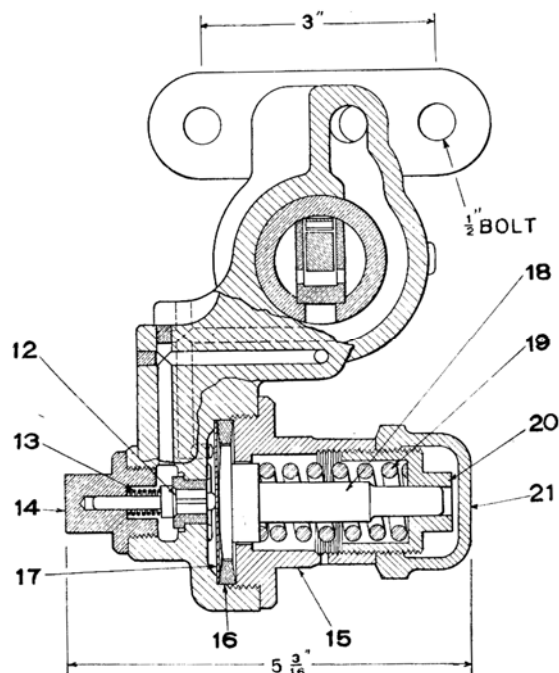


Figura 870 – Válvula de reducción C-6
Parte reguladora

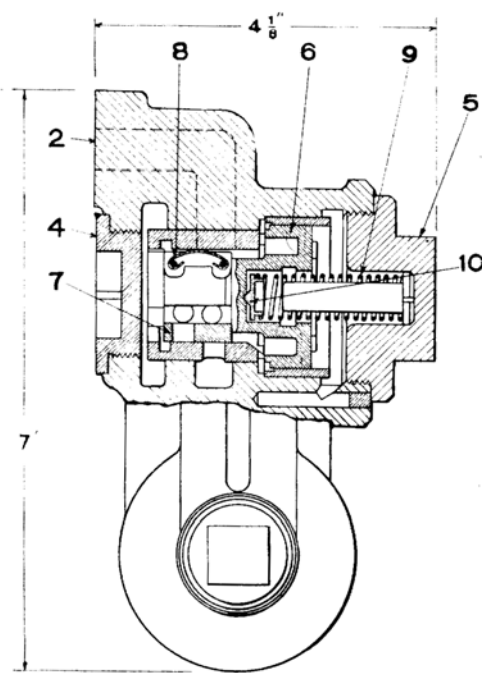


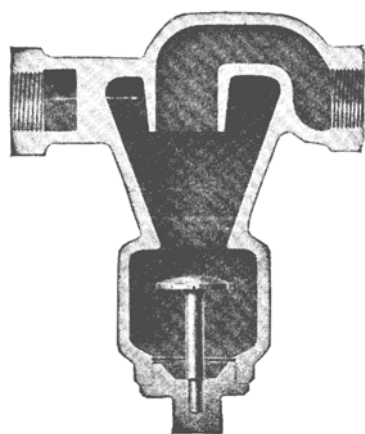
Figura 871 – Válvula de reducción C-6
Parte abastecedora

222. Válvula de alimentación B-6. – Esta válvula es la misma que utiliza el freno de aire automático, y ya ha sido descrita en la página 628, por lo que no se repetirá aquí.

Tanto la *Válvula de Alimentación* como la *Válvula de Reducción* deben instalarse en la cabina del maquinista, en un lugar que sean fácilmente inspeccionables y reparables, y donde no estén sujetas a temperaturas extremas.

223. Cilindros de freno – Los cilindros de freno utilizados son los mismos que se utilizan para el freno directo o el freno doble, por lo que no se repetirá su descripción.

224. Colector de Polvo de Acción Centrífuga. – El *Colector de Polvo de Acción Centrífuga*,



ilustrado en la figura 872, está construido de tal manera que, en virtud de la fuerza centrífuga y la gravedad combinadas que en él tienen lugar, todo el polvo y materias extrañas del aire que pasa por el Colector, como cuando se aplican o aflojan los frenos, son automáticamente retenidas en él, sin que para ello se reduzca en absoluto el área de la abertura del colector.

El polvo y las materias extrañas recogidas por el Colector caen en la cámara inferior del mismo, de donde deben extraerse a determinados intervalos, operación que se puede hacer sin necesidad de desconectar ningún tubo.

Figura 872 – Colector de Polvo de
Acción Centrífuga

225. Manómetros. – Los dos manómetros dobles de aire se conectan como sigue:



Figura 873 – Manómetro N° 1

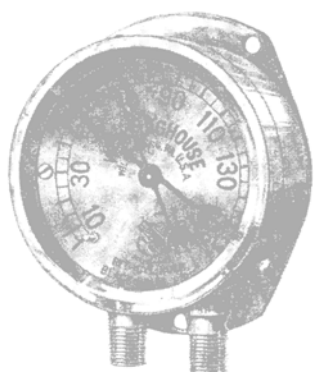


Figura 874 – Manómetro N° 2

Manómetro N° 1 (grande), figura 873, Aguja Roja: en el tubo del Depósito Principal, debajo de la llave automática del maquinista; Aguja Negra: en la T del tubo del Depósito Equilibrante de la llave automática del maquinista; Manómetro N° 2 (pequeño), figura 874, Aguja Roja: en el tubo de los cilindros de freno; Aguja Negra: en la cañería general, debajo de la llave de doble locomotora.

La reducción de presión que se haga durante una aplicación automática es indicada por la aguja negra del manómetro grande. La aguja negra del manómetro pequeño marca la presión del aire de la cañería general cuando la locomotora tiene el segundo lugar en doble locomotora, o cuando trabaja como ayudadora.

Los manómetros deben instalarse en posición vertical, un poco atrás de la Llave del Maquinista, a la derecha de la caldera, y lo suficientemente bajos como para que el maquinista pueda verlos desde el lugar en que comúnmente aplica los frenos, y sin que para verlos deje de ver la vía hacia delante.

226. Accesorios para Locomotora Muerta. – Los accesorios para “Locomotora Muerta” mostrados en la figura 875, sirven para el funcionamiento de los frenos de la locomotora, cuando el compresor de una locomotora que forma parte del tren, no funcione, cualquiera sea la causa.

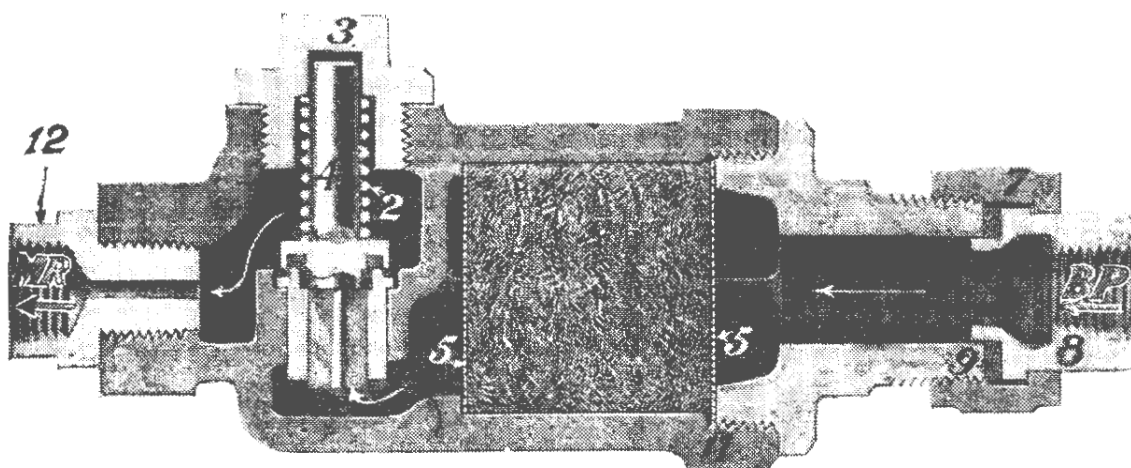


Figura 875 – Colador de aire y válvula de retención combinados

La figura muestra la válvula de retención, el colador y la reducción especial combinados. Como estas piezas se utilizan únicamente en las circunstancias indicadas, hay una llave de incomunicar, que permite aislarlas. Esta llave debe mantenerse cerrada, con excepción de cuando existan esas circunstancias. El aire necesario para hacer funcionar los frenos de una locomotora muerta o con el compresor descompuesto, es abastecido por la cañería general que proviene de la locomotora desde la que se manejan los frenos del tren.

Estando la llave de incomunicar abierta, el aire procedente de la cañería general entra por *BP*, pasa a través del colador de cerda, levanta la válvula de retención 4, venciendo la tensión del resorte 2, pasa por la reducción del buje y por *MR* al depósito principal, proporcionando la presión necesaria para hacer funcionar los frenos de la locomotora. También debe cerrarse la llave para doble locomotora ubicada debajo de la llave automática del maquinista, y colocarse las manijas de ambas llaves del maquinista en posición de *Marcha*. Cuando no haya agua en la caldera de la locomotora o por cualquier otra razón se encuentre justificado disminuir el poder máximo de freno de la misma, a menos del valor normal, puede llevarse a cabo reduciendo el ajuste de la válvula de seguridad de la válvula distribuidora. También puede reducirse dicho poder de freno a voluntad del operador, mediante la llave independiente del maquinista.

El colador protege a la válvula de retención y a la reducción contra el polvo. El resorte 2, que está sobre la válvula de retención, sirve para lograr que dicha válvula asiente, y a la vez que se obtiene la presión suficiente para el funcionamiento de los frenos de la locomotora, el resorte hace que la presión del depósito principal se conserve algo más baja que la de la cañería general, reduciendo, por consecuencia, las fugas del primero. La reducción especial impide que ocurra un descenso rápido de la presión de la cañería general, y la aplicación de los frenos del tren que ocurriría si no existiera dicha reducción especial, cuando se comunicara un depósito principal vacío con una cañería general cargada.

227. Accesorios para los tubos. – La *Llave para Incomunicar del Depósito Principal* sirve para incomunicar y descargar el aire del tubo del depósito principal cuando hay que remover la válvula de alimentación, la válvula de reducción, etc. Antes de cerrar esta llave debe cerrarse la llave para doble locomotora y colocarse la manija de la llave del maquinista en posición de aflojar, con el objeto de impedir que la válvula de corredera de la válvula de alimentación, y la válvula giratoria de la llave del maquinista sean levantadas de sus asientos.

La *Llave para Doble Locomotora* está colocada en la cañería general, debajo de la llave del maquinista H-6. En servicio de doble locomotora, esta llave debe cerrarse en la segunda locomotora, y las manijas de las llaves automática e independiente del maquinista deben llevarse a la posición de marcha. El objeto de cerrar esta llave es lograr que la cañería general se cargue únicamente con la presión del depósito principal de la primera locomotora, desde la que se manejan los frenos. Si esto no fuera así, el primer maquinista no podría controlar las reducciones de presión necesarias para aplicar los frenos. Estando las manijas de ambas llaves en posición de marcha y cerrada la válvula de doble locomotora, los frenos de la segunda locomotora son controlados completamente por la locomotora delantera; sin embargo, el maquinista de la segunda locomotora puede aplicar o aflojar los frenos de su locomotora mediante el manejo adecuado de la manija de la llave independiente.

Las *Llaves para Incomunicar*, colocadas en el tubo del cilindro de freno, tienen por objeto incomunicar los cilindros de freno cuando sea necesario. Las instaladas en el cilindro del bogueie y en el cilindro del tender, que tienen una reducción interior, sirven para impedir tanto una pérdida importante del aire del depósito principal como el afloje de los frenos de la locomotora durante una parada, en caso de rotura de una manga del cilindro de freno.

La cañería general tiene una *Llave Angular* en el extremo posterior del tender, y puede tener otra o una *Llave de Incomunicar* común en el extremo delantero de la locomotora.

Como la locomotora y el tender están permanentemente enganchados, en vez de usarse llaves angulares o llaves para incomunicar para conectarlos, se emplean conexiones de tubo y mangas ordinarias.

Las *Mangas* y sus *Acoplamientos* sirven para lograr la continuidad de la cañería general en toda la longitud del tren.

228. Sistema de señales de aire. – El sistema de señales de aire consiste en un mecanismo por medio del cual se dan señales al maquinista desde cualquier punto del tren, usando, al efecto, un cordel que se extiende en todo el largo de la formación.

229. Partes del Sistema. –

1. *Válvula de Reducción para Señales* – Esta válvula reduce la presión del depósito principal, para ser usada en el sistema de señales. (Para este objeto se emplea la Válvula de Reducción C-6, descrita en la página 645 que a la vez sirve para el Aire Directo en la locomotora y tender).

2. *Válvula de Descarga para Vehículo* – Por medio de esta válvula, Figs. 876 y 877, se reduce la presión del aire del tubo de señales, cuando se tira del cordel que va unido a ella; ocasionando que la Válvula para Señales funcione produciendo un silbido en el silbato de señales. (Esta válvula de descarga está colocada en cada vehículo).

3. *Válvula para Señales* – figuras 878 y 879. Esta válvula funciona cuando la presión del tubo de señales es reducida, para lograr un silbido en el silbato para señales.

4. *Colador y Válvula de Retención combinados, con reducción interior* – La válvula de retención impide que el aire del tubo de señales retroceda cuando se aplica el freno independiente. La reducción interior impide que la válvula de reducción aumente rápidamente la presión del tubo de señales y anule las señales. Con el colador se logra que el polvo no llegue a la válvula de retención y a la reducción interior.

5. *Llaves para Incomunicar y Mangueras y Acopladores* – El tubo de señales se extiende en todo el largo del tren; haciéndose las conexiones entre cada vehículo por medio de mangueras y acopladores. El tubo de señales está siempre cargado a la presión a que está fijada la válvula de reducción; esto es, 45 psi.

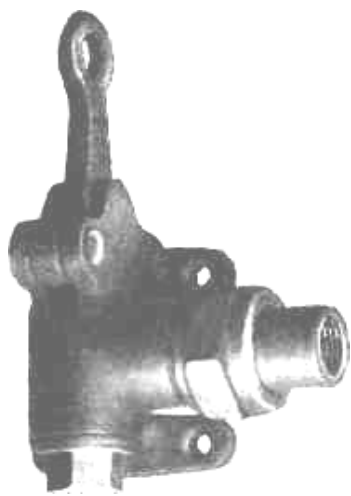


Figura 876. Válvula de descarga para vehículo

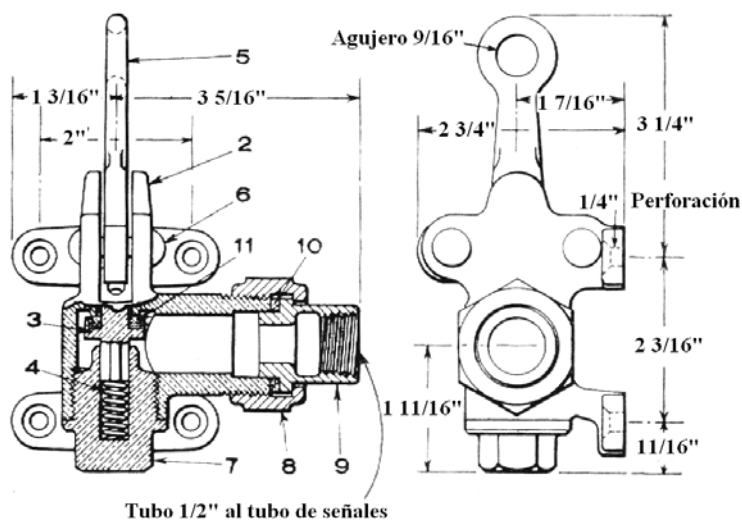


Figura 877 – Válvula de descarga para vehículo – Corte longitudinal y vista lateral.

230. Colocación y Funcionamiento de las Partes. – La válvula de descarga para vehículo se coloca generalmente en el vestíbulo del coche, arriba de la puerta y enfrente del orificio por donde pasa el cordel para señales. Del tubo de señales parte un ramal de tubo que termina en la válvula de descarga para vehículo, y en este ramal de tubo se coloca una llave para incomunicar, por medio de la cual puede aislarse, cuando se desee, la válvula de descarga de ese vehículo.

Cada vez que se tira del cordel para señales, la palanca 5 abre a la válvula 3 y por ésta escapa una pequeña parte del aire del tubo de señales; ocasionando por consecuencia, que la señal sea transmitida al maquinista, en virtud del funcionamiento de la válvula para señales y del silbato, como queda descrito antes.

Frenos

Puesto que cualquier descarga de aire del tubo de señales ocasiona que el silbato para señales silbe en la locomotora, se desprende que todos los tubos que forman el sistema de señales deben estar a prueba de fugas de aire; a fin de que las señales transmitidas no solo sean exactas sino que no se produzcan espontáneamente.

El intervalo de tiempo que debe dejarse abierta la válvula de descarga para vehículo al hacer una señal, debe ser de uno a dos segundos; esto es, de un segundo para un tren compuesto de menos de diez vehículos, y de dos segundos para trenes de diez o más vehículos.

Deben dejarse transcurrir tres segundos entre las diferentes descargas de aire que se hagan por la válvula de descarga, a fin de que se recargue debidamente el tubo de señales. Cuando se trate de trenes de longitud excepcional, debe aumentarse ese periodo de tiempo.

La Válvula para Señales se coloca adentro de la caseta de la locomotora; debiendo instalarse de manera que quede protegida contra las temperaturas extremas.

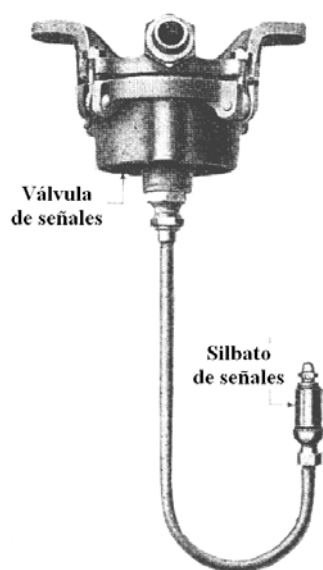


Figura 878 – Válvula de señales y silbato

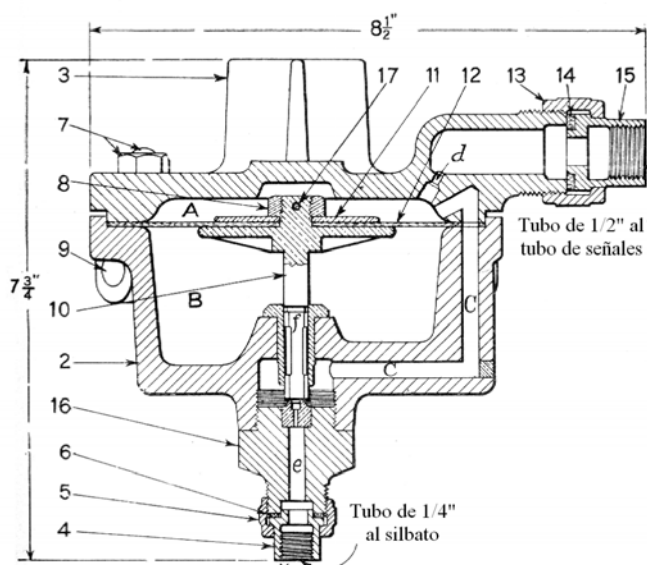


Figura 879 – Válvula de señales – Corte longitudinal

Las dos cámaras A y B, Figura 879, están separadas por el diafragma 12; y la varilla 10 del diafragma, que está sostenida en el diafragma, entra en un buje, sirviendo el extremo de la varilla como válvula que descansa sobre el asiento que tiene la tuerca tapón 16. Las varilla 10 del diafragma ajusta holgadamente en su buje hasta un punto en que en la varilla empieza una ranura periférica, y abajo de ésta tiene una forma triangular. El aire procedente del tubo de señales entra a la válvula para señales por la abertura marcada "Al tubo de Señales" y pasa al conducto C; y, alrededor de la varilla 10, a la cámara B. Estando cargada la válvula y al tener lugar una reducción rápida en la presión del sistema de señales, como la que se ocasiona al abrir una válvula de descarga para vehículo, se reduce también la presión en la cámara A, que está encima del diafragma 12; y, como consecuencia, la presión de la cámara B, que no ha sido disminuida, y que obra sobre la cara inferior del diafragma, fuerza a éste hacia arriba, permitiendo que momentáneamente escape aire, tanto del tubo para señales como de la cámara B, al silbato; el cual, al silbar indica al maquinista la señal deseada. La misma reducción de presión mencionada hace que la válvula de reducción funcione, dejando pasar aire del depósito principal al tubo de señales, a fin de restablecer su presión.

El equilibrio de presiones en las Cámaras A y B tiene lugar rápidamente; y es cuando la válvula del extremo de la varilla 10 vuelve a sentar sobre su asiento.

231. Funcionamiento del equipo. – A fin de hacer fácilmente comprensible el camino seguido por el aire por los diferentes orificios y conexiones, las distintas posiciones de las llaves del maquinista, las de la válvula distribuidora, etc., están ilustradas en doce dibujos diagramáticos; esto es, las válvulas no aparecen tal como están construidas, sino que se muestran en un solo plano, para que se entienda más claramente su funcionamiento.

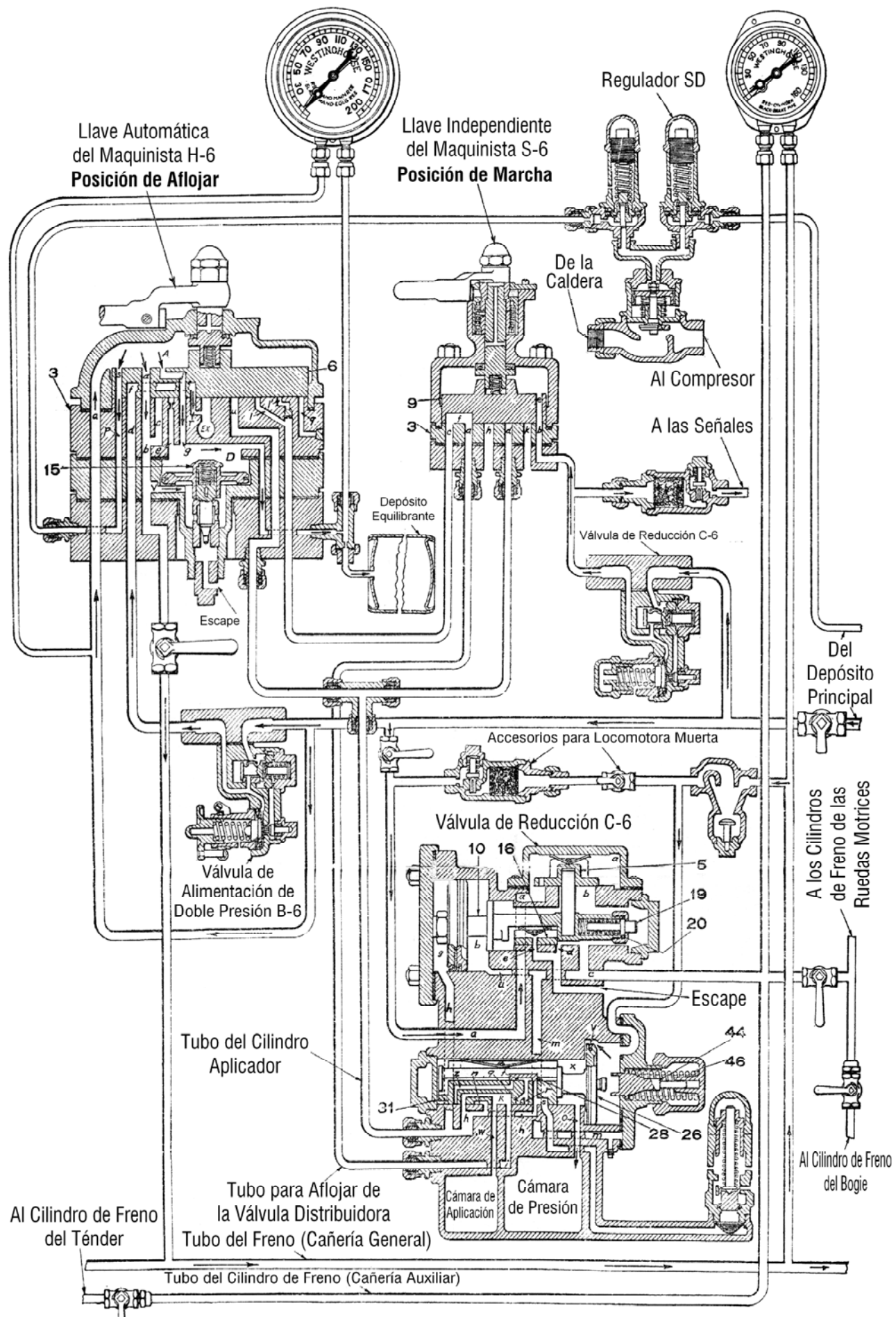


Figura 880 – Vista diagramática del equipo ET N° 6 – Posición de Cargar los Frenos

232. Funcionamiento automático del sistema. – *Al Cargar el Sistema* – Refiriéndose a la figura 880 se verá que la presión del depósito principal está siempre presente en la cámara que rodea a la válvula aplicadora, en virtud de su conexión con el tubo del depósito principal. La cámara posterior del pistón aplicador está siempre comunicada libremente con los cilindros del freno, por el tubo de los cilindros del freno. El cilindro aplicador, que queda enfrente del pistón aplicador, está conectado con el asiento de la válvula de corredera equilibrante, y con las llaves del maquinista por medio del tubo del cilindro aplicador.

Estando cargados los depósitos principales y dejando la manija de la llave del maquinista *H-6* en posición de *Aflojar*, figura 880, a fin de cargar el sistema prontamente, el aire procedente de los depósitos pasa a la cámara que está encima de la válvula giratoria de la llave del maquinista *H-6*; de allí, a través de la válvula giratoria de la misma, pasa a la cañería general cargando todo el sistema. Al mismo tiempo, el aire de los depósitos principales pasa, a través de la válvula giratoria a, a la cañería general, debajo del pistón equilibrante y a la cámara *D*, que queda sobre el pistón equilibrante.

Un ramal de tubo del depósito equilibrante va a dar a la aguja negra del manómetro doble de aire, la cual registra la presión del depósito equilibrante, y ésta es considerada también como la presión registrada de la cañería general, por ser ambas constantemente casi iguales.

La "válvula equilibrante de descarga", como se le llama al extremo de la varilla del pistón equilibrante, permanece sobre su asiento durante el tiempo que se está cargando la cañería general, así como siempre que la presión del aire, en psi por pulgada cuadrada, sea igual sobre las caras superior e inferior del pistón equilibrante; porque la presión sobre la cara superior obra sobre toda el área de la misma, mientras que la que obra sobre la cara inferior lo hace en un área un poco menor, consistiendo esa pequeña diferencia en el área correspondiente a la varilla del pistón; lo que constituye una presión total ligeramente mayor encima del pistón que abajo del mismo; y, por consecuencia, el pistón permanece abajo y su válvula queda asentada.

El aire presente en el cañería general pasa por el ramal de tubo del mismo a la cámara del pistón equilibrante de la válvula distribuidora; y de allí, por la ranura de alimentación que está encima del pistón, pasa a la cámara de la válvula de corredera equilibrante, y de esta cámara pasa a la cámara de presión, hasta que las presiones sobre ambas caras del pistón se igualan.

El aire del depósito principal se comunica con la cabeza de baja presión del regulador del compresor, al través de la válvula giratoria de la llave del maquinista *H-6*.

El aire de la cañería general que entra a la *Válvula de Descarga*, figura 862, lo hace por el conducto *a*, que está a la izquierda de la válvula de descarga *4*; de allí por el conducto *b* a la cámara *A*, que está encima del pistón de emergencia, *2*, forzando al pistón a su posición inferior, y abriendo el orificio para cargar *c*, que está en el buje del pistón; el aire de la cañería general pasa al alrededor de la válvula de retención de bala *6* para llegar a la cámara *B* de la válvula de corredera; y de ésta, al través del conducto *d*, a la cámara de acción rápida, cargándose esta última a igual presión que la de la cañería general.

Durante el tiempo que la manija de la llave del maquinista permanece en posición de *Aflojar*, el aire del depósito principal escapa a la atmósfera por el orificio de alarma de la llave, y el ruido que produce indica al maquinista que la manija está en esa posición y que no debe dejarla allí indebidamente.

El tubo de señales es cargado por el tubo de la válvula de reducción; y, por consecuencia, la presión en él es igual al ajuste de la válvula menos la presión ejercida por el resorte de la válvula de retención. Esta válvula de retención, que está combinada con el colador, impide el retroceso del aire del sistema de señales cuando se usa la llave independiente del maquinista.

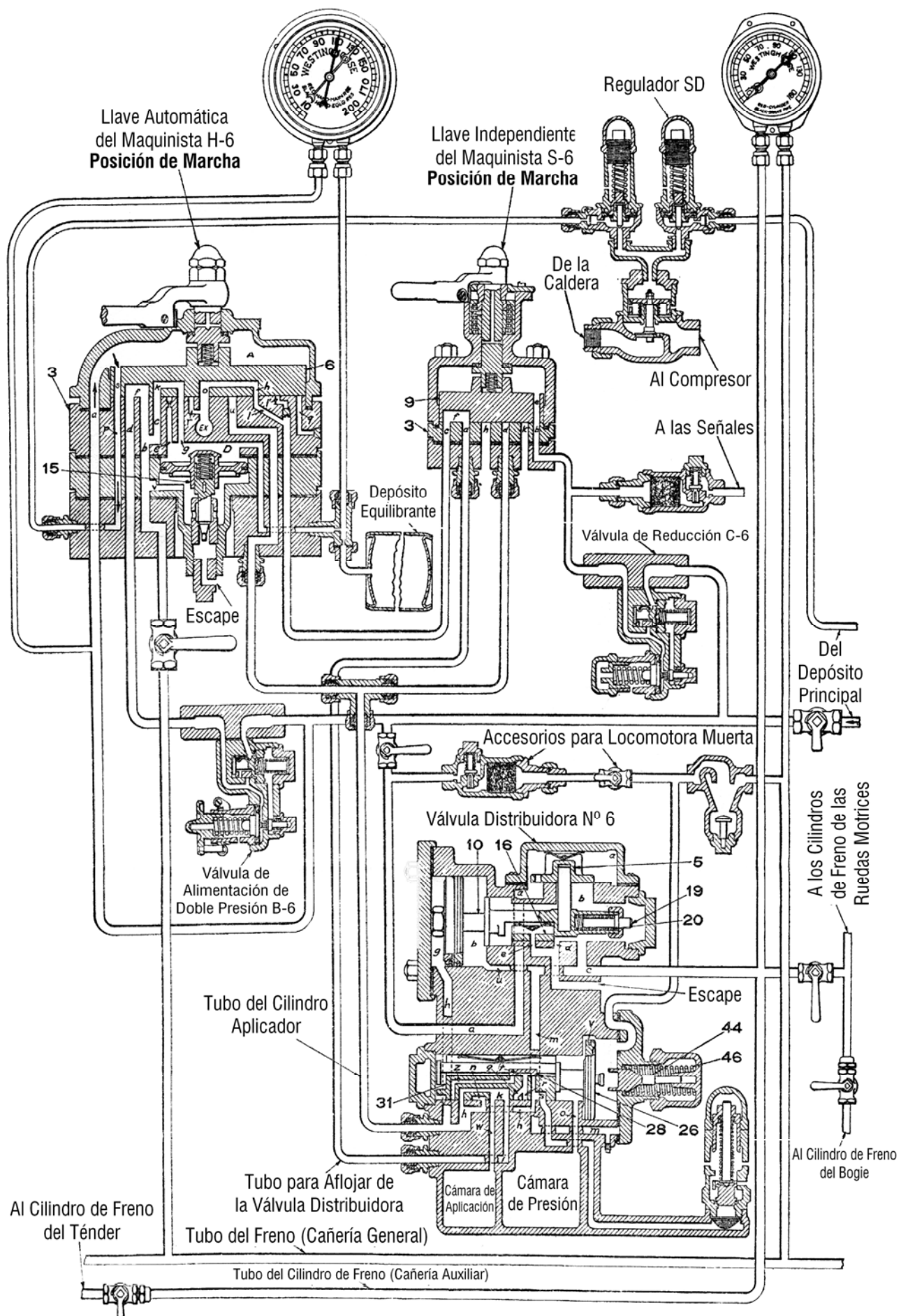


Figura 881 – Posición de marcha estando los frenos completamente flojos y el equipo completamente cargado

En Marcha – Una vez que la manija de la llave del maquinista ha estado el tiempo suficiente en posición de *Aflojar*, se la mueve a posición de *Marcha*. En esta posición, queda cerrado el orificio de alarma y cesa el paso directo del aire del depósito principal al cañería general y al depósito equilibrante, y se establece el abastecimiento de aire a ellos al través de la válvula de alimentación, figura 881.

Durante el tiempo que la manija de la llave del maquinista permanece en posición de *Marcha*, el aire procedente de la válvula de alimentación sigue pasando por la llave del maquinista, por el cañería general y por la válvula distribuidora, a la cámara de presión (como se describe en el párrafo "al Cargar el Sistema") y hasta que todo el sistema se carga a la presión a que está fijada para cerrar la válvula de alimentación. Las fugas que haya en el sistema que reducen la presión en el mismo, hacen que la válvula de alimentación se vuelva a abrir, a fin de reponer el aire perdido por ellas. Téngase presente que un pequeño descenso de presión hace que la válvula de alimentación abra, y, por consecuencia, tanto en el cañería general como en la cámara de presión se sostiene una presión prácticamente constante siempre que la manija de la llave del maquinista esté en posición de *marcha* y la válvula de alimentación funcione debidamente.

La Cámara aplicadora queda conectada con la atmósfera, al través del tubo para aflojar de la válvula distribuidora y de las llaves del maquinista *S-6* y *H-6*.

Los cilindros del freno de la locomotora y del tender quedan abiertos a la atmósfera, al través de la válvula de escape de la válvula distribuidora.

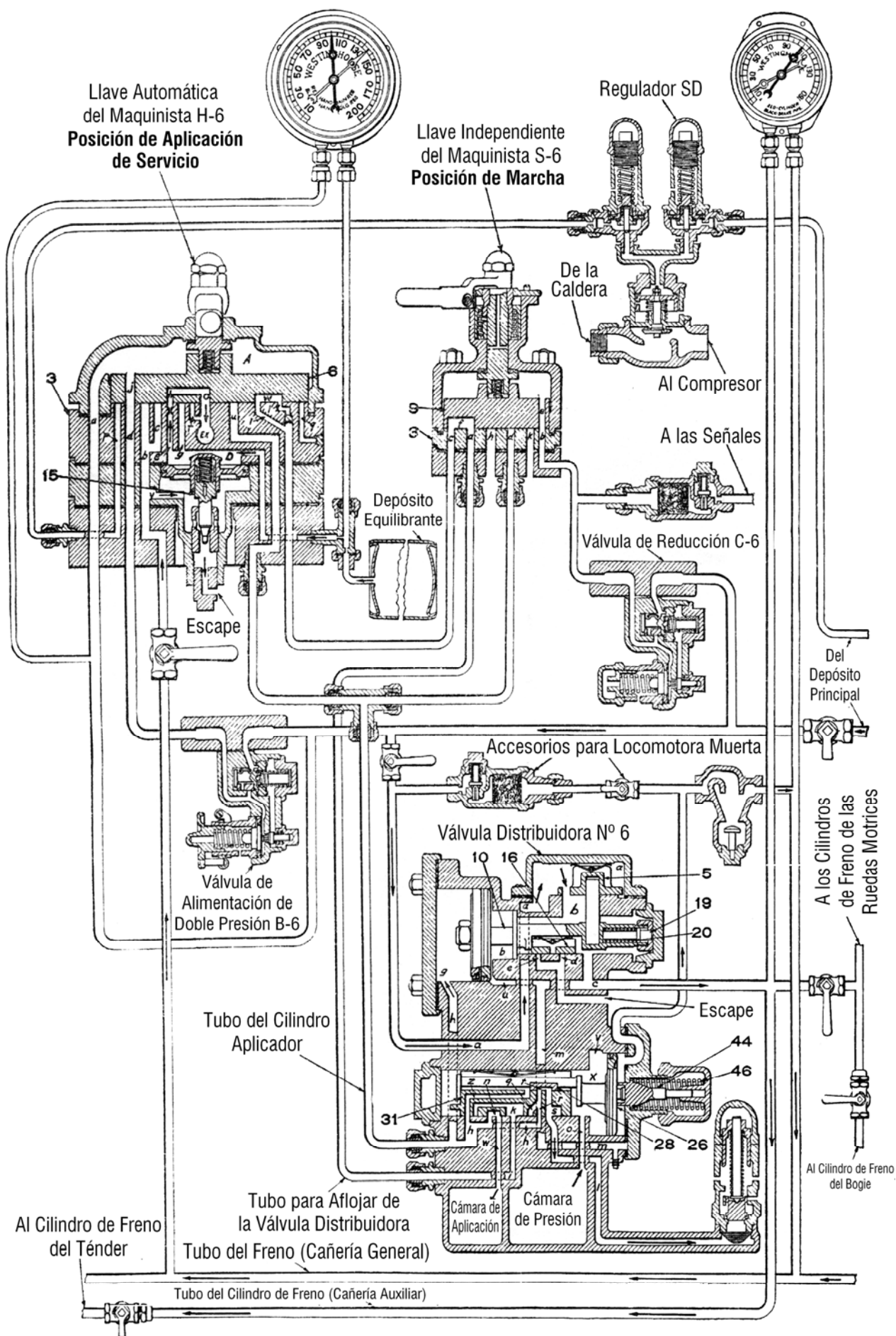


Figura 882 – Posición de aplicación de servicio automática

Al Aplicar Los Frenos En Servicio – Estando la manija de la llave del maquinista *H-6* en posición de *Servicio*, figura 882, el abastecimiento de aire al cañería general y al depósito equilibrante queda cortado, y el *orificio de escape preliminar* queda abierto, por el cual escapa gradualmente a la atmósfera aire del depósito equilibrante, ocasionando que la presión que obra encima del pistón equilibrante se reduzca y la presión de la cañería general que obra por debajo de él, lo levante, levantando también de su asiento a la válvula de descarga, y, al levantarse ésta, el aire de la cañería general escape gradualmente a la atmósfera por el *Escape* de la cañería general.

La reducción mencionada de la presión de la cañería general, hace que disminuya la presión que obra sobre la cara anterior del pistón equilibrante de la válvula distribuidora a menos de la presión que existe en la cámara de presión; ocasionando que el pistón se mueva en sentido de la presión menor. Al iniciarse el movimiento del pistón, queda cerrada la ranura de alimentación, y la válvula graduadora movida hasta que descubre el orificio de servicio de la válvula de corredera. Al continuar el pistón su movimiento, el collar que está en el extremo de su varilla se pone en contacto con la válvula de corredera, la cual, a su vez, es movida en el mismo sentido que el pistón, hasta que el pistón choca con la varilla graduadora, cesando allí su movimiento, por impedirlo el resorte graduador.

En estas circunstancias, el orificio de servicio de la válvula de corredera registra con el orificio de servicio del asiento de la misma, y el aire de la cámara de presión pasa al cilindro y la cámara aplicadora por la cámara de la válvula de corredera. Entonces, el pistón aplicador mueve a la válvula de escape hasta cerrar los orificios de escape y a la válvula aplicadora para abrir su orificio; sucediendo que por este último, pasa aire del depósito principal a los cilindros del freno.

La reducción de presión del aire de la cañería general durante una aplicación de servicio tiene también lugar en la *Válvula de Descarga*; aconteciendo que las presiones que actúan sobre el pistón de emergencia 2 se desequilibran, moviéndose el pistón hacia arriba hasta que lo para su varilla graduadora. Este movimiento ocasiona que el orificio para cargar quede cerrado por el pistón, y que la cámara de la válvula de corredera se comunique con el conducto de escape *e*, a través de la válvula de corredera. Esto ocasiona que la presión de la cámara de acción rápida disminuya en la misma proporción a que disminuye la de la cañería general, impidiéndose, por consecuencia, que la válvula de descarga funcione durante las aplicaciones de servicio del freno (cuando se aflojan los frenos, la cámara de acción rápida vuelve a cargarse al aumentar la presión de la cañería general, como queda descrito antes).

Frenos

Recubrimiento de Servicio Automático – Una vez que la presión disminuye hasta el valor deseado, el maquinista debe colocar la manija de la llave *H-6* en posición de *Recubrimiento*, figura 883, ya que de dejarla en posición de *Aplicación de Servicio*, los frenos se aplicarían al máximo. En esta posición, todas las comunicaciones quedan cortadas.

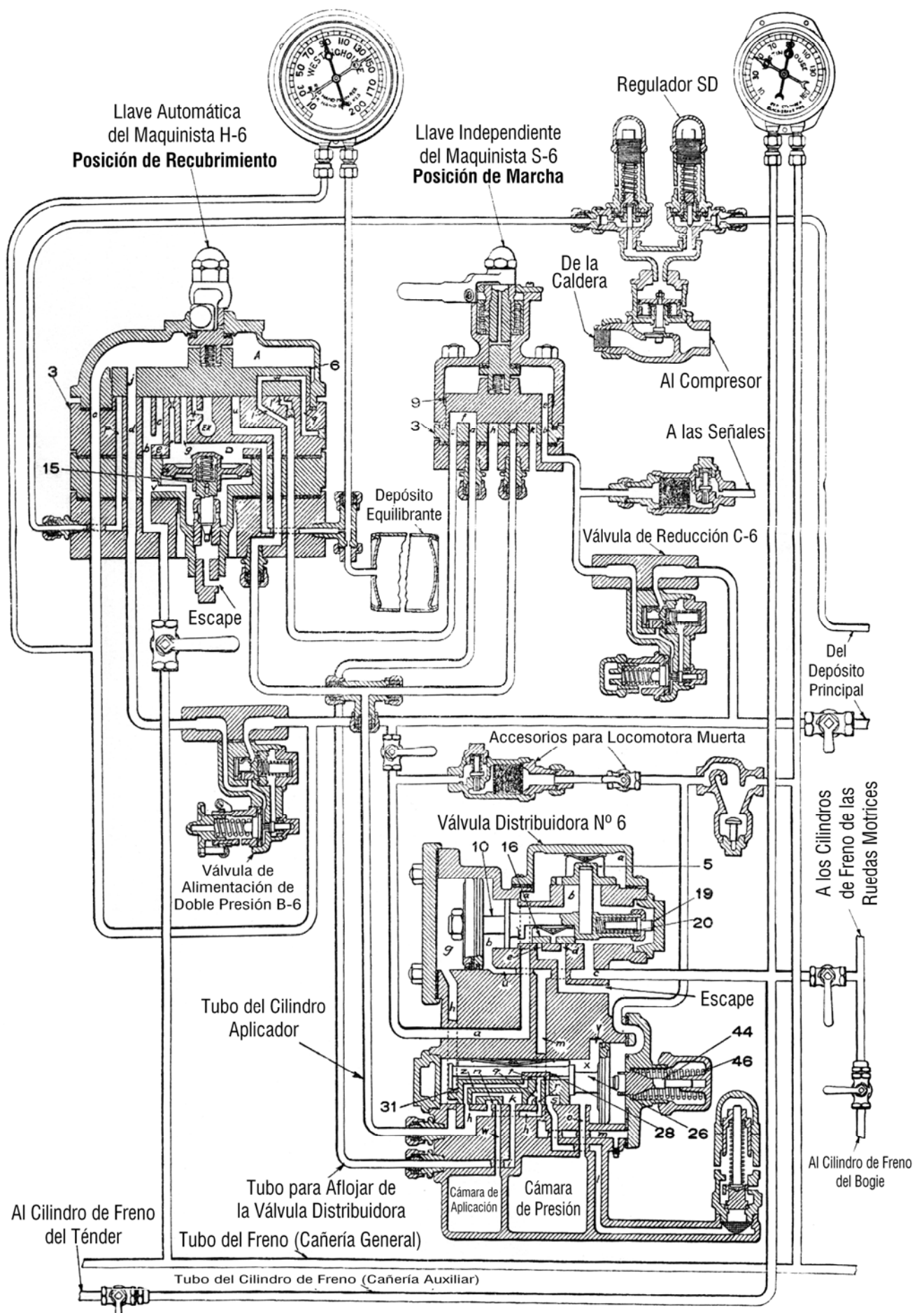


Figura 883 – Posición de Recubrimiento de Servicio Automático

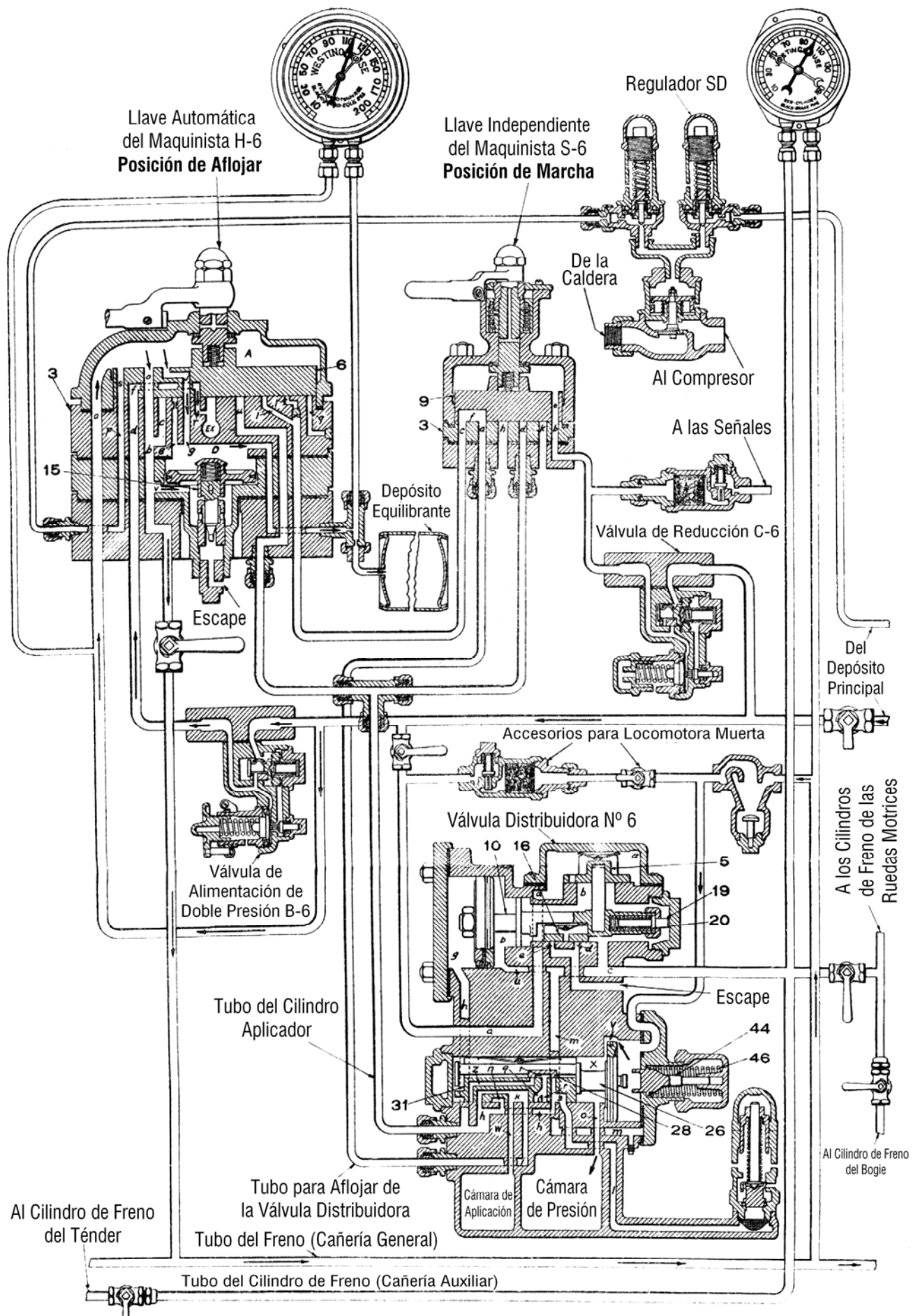


Figura 884 – Posición de Aflojar luego de una Aplicación de Servicio

Afloje y Recarga De Los Frenos – La posición de aflojar de la llave del maquinista *H-6* se usa para aflojar los frenos del tren, después de haber hecho una aplicación de los mismos, y sin que se aflojen los frenos de la locomotora y tender, y esta posición ya queda explicada en el párrafo *Al Cargar el Sistema*, página 653.

Cuando la presión del aire de la cañería general, presente también en la cámara del pistón equilibrante de la válvula distribuidora, aumenta a más de la presión de la cámara de presión, el pistón equilibrante es movido a su posición de aflojar, arrastrando consigo a la válvula de corredera equilibrante y a la válvula graduadora a la posición mostrada en la Figura 881. Quedando abierta en esta posición la ranura de alimentación, la cámara de presión es alimentada hasta que la presión del aire en ella es igual a la de la cañería general. A pesar de que tiene lugar esto, los frenos de la locomotora no se aflojan, porque la presión del cilindro aplicador no tiene por donde escapar, puesto que el tubo para aflojar está cerrado por la válvula giratoria de la llave automática del maquinista y el tubo del cilindro aplicador está cerrado por las válvulas giratorias de ambas llaves del maquinista.

A fin de aflojar los frenos de la locomotora, la llave automática del maquinista debe moverse a posición de *Marcha*, figura 881; en la que el tubo para aflojar queda abierto a la atmósfera, a través de la válvula giratoria, y como la cavidad de escape de la válvula de corredera equilibrante conecta el cilindro aplicador con la cámara aplicadora, el aire presente en ambos escapa por el tubo para aflojar. Tan pronto como la presión de la cámara aplicadora disminuye, la presión de los cilindros del freno mueve al pistón aplicador a su posición de aflojar, en la cual la válvula de escape descubre los orificios de escape, permitiendo que el aire de los cilindros de freno salga a la atmósfera, véase la Figura 58, o en caso que se haga un afloje parcial, la presión de los cilindros del freno se reducirá en igual cantidad a la que haya sido reducida la presión del cilindro aplicador.

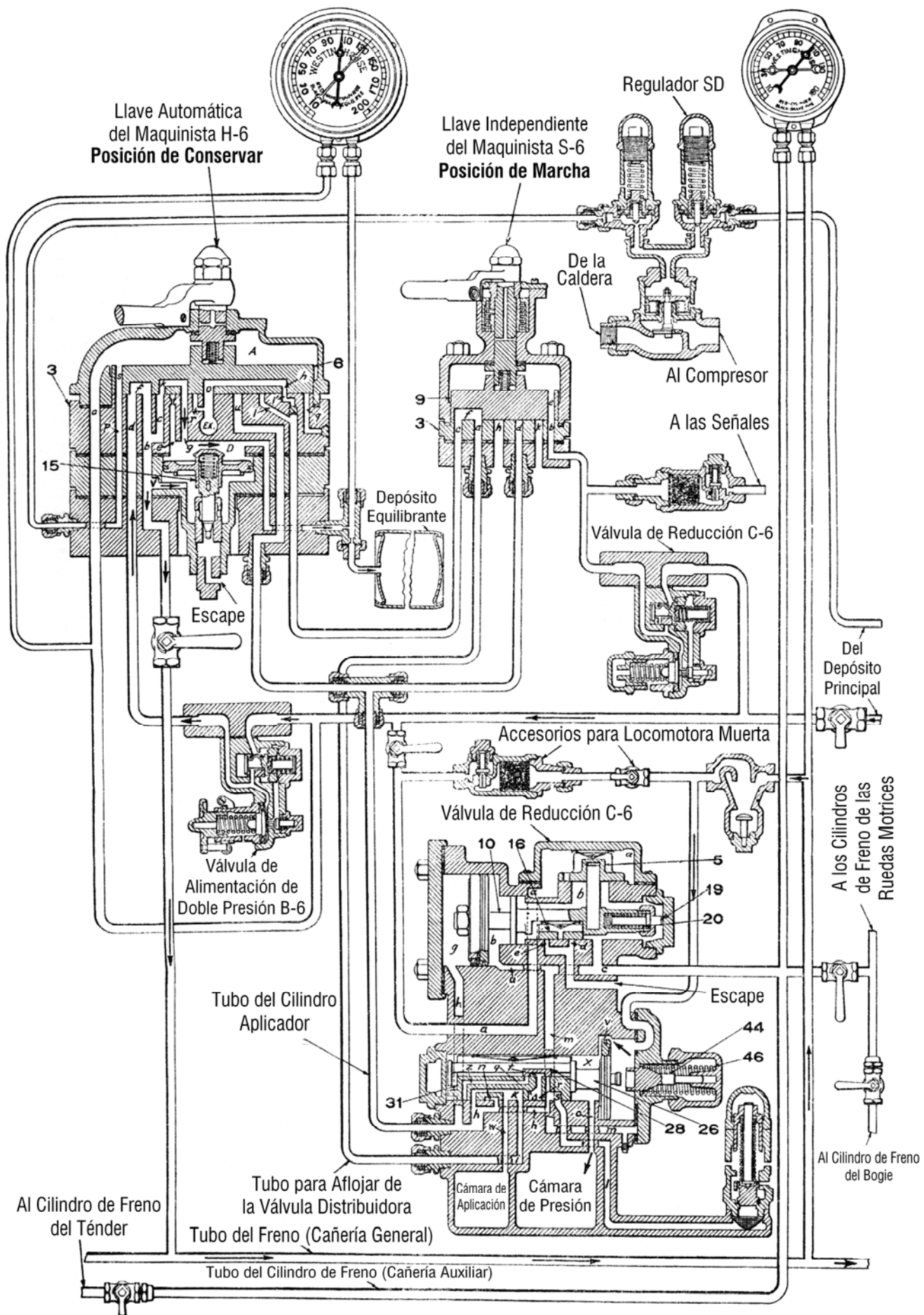


Figura 885 – Posición de Conservar aplicados los frenos de la locomotora, luego del afloje automático.

Para Conservar Los Frenos Aplicados Después De Una Aplicación De Servicio Automático – Para conservar aplicados los frenos de la locomotora, mientras se aflojan los frenos de los vehículos del tren y se recargan sus depósitos auxiliares hasta el límite a que esté fijada la válvula de alimentación, la manija de la llave del maquinista se mueve a posición de *Conservar*, figura 885. En esta posición, los orificios que registran entre sí son los mismos que en la posición de *Marcha*, con excepción del orificio que va a dar al tubo para aflojar de la válvula distribuidora, el cual queda incomunicado; por consecuencia, el aire que haya en el cilindro aplicador, por haber hecho previamente una aplicación de servicio, se queda encerrado en él, impidiendo que el aire de los cilindros de freno pueda escapar a la atmósfera. De todo esto resulta que la única diferencia que hay entre las posiciones de *Marcha* y de *Conservar* es que en la primera los frenos de la locomotora se aflojan, y en la segunda, se conservan aplicados.

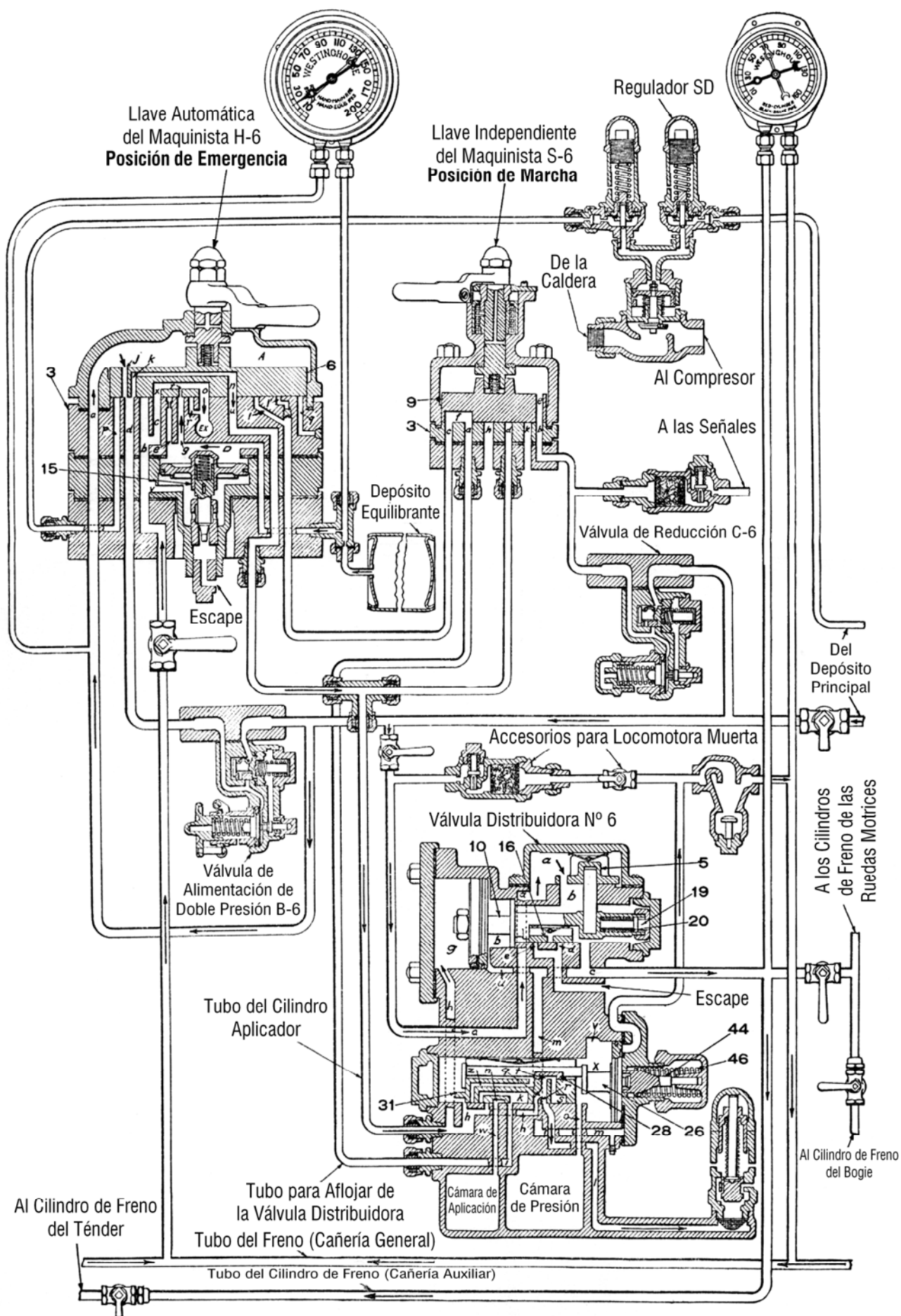


Figura 886 – Posición de Emergencia

Aplicación De Emergencia – Con la posición de *Emergencia* de la llave del maquinista *H-6*, figura 886, se establece una comunicación amplia y directa entre el cañería general y la atmósfera, al través de la válvula giratoria y *EX* en el asiento de la misma, la que ocasiona una descarga repentina y fuerte del aire de la cañería general. A la vez, el aire del depósito equilibrante escapa a la atmósfera, por la válvula giratoria, reduciéndose hasta cero al hacer una aplicación de emergencia de los frenos.

La fuerte reducción de la presión de la cañería general en la parte de éste que corresponde a la cámara del pistón equilibrante de la válvula distribuidora, ocasiona que el aire de la cámara de presión empuje al pistón equilibrante, figura 886, con suficiente fuerza para comprimir su resorte graduador, hasta que el pistón asiente sobre la junta de cuero de la tapa del cilindro. Este movimiento del pistón ocasiona que la válvula equilibrante comunique directamente la cámara de presión con el *cilindro de aplicación únicamente*; de manera que la presión de ambos se equilibra rápidamente, y siendo el volumen del cilindro de aplicación pequeño, al conectarse con la cámara de presión habiendo en ésta 70 psi, el equilibrio de presiones tiene lugar a 65 psi aproximadamente. Estando en posición de emergencia la llave automática del maquinista, un orificio de la válvula giratoria abastece aire de los depósitos principales que va a dar al tubo del cilindro aplicador, y, por consecuencia, al cilindro aplicador. En estas circunstancias, el cilindro aplicador está conectado con la válvula de seguridad por orificios de capacidad tal que permiten que el aire procedente del cilindro aplicador escape por la válvula de seguridad en la misma proporción que el aire de los depósitos principales, que proviene de la válvula giratoria de la llave automática del maquinista, puede abastecerlo, impidiéndose de esta manera que la presión aumente a más de la presión a que está ajustada la válvula de seguridad.

En servicio de alta velocidad, la presión de la cañería general se regula a 110 psi, por medio de la válvula de alimentación, en vez de a 70 psi; y la presión del depósito principal se regula de 130 a 140 psi. Existiendo estas presiones, una aplicación de emergencia hace que la presión en el cilindro aplicador aumente a 93 psi aproximadamente; pero siendo el conducto que establece el paso del aire del cilindro aplicador a la válvula de seguridad de capacidad suficientemente mayor que el abastecimiento procedente de la llave automática del maquinista, resulta que dicha presión disminuye prácticamente en el mismo tiempo y de la misma manera que se logra con la válvula de reducción de alta , velocidad hasta que la presión baja aproximadamente a 75 psi. La razón por la cual la presión en el cilindro aplicador, en la cámara de presión y en los cilindros del freno no desciende a 68 psi, que es la presión a la cual está ajustada la válvula de seguridad, es porque el volumen de aire que penetra por la llave del maquinista a la alta presión del depósito principal usada en servicio de alta velocidad, es igual, una vez que se obtienen las 75 psi, al volumen de aire que escapa por la pequeña abertura de la válvula de seguridad. Se ha hecho que esto tenga lugar así, a fin de obtener una parada más corta en emergencia. La parte aplicadora de la válvula distribuidora funciona en emergencia de la misma manera que en aplicación de servicio, pero más rápidamente.

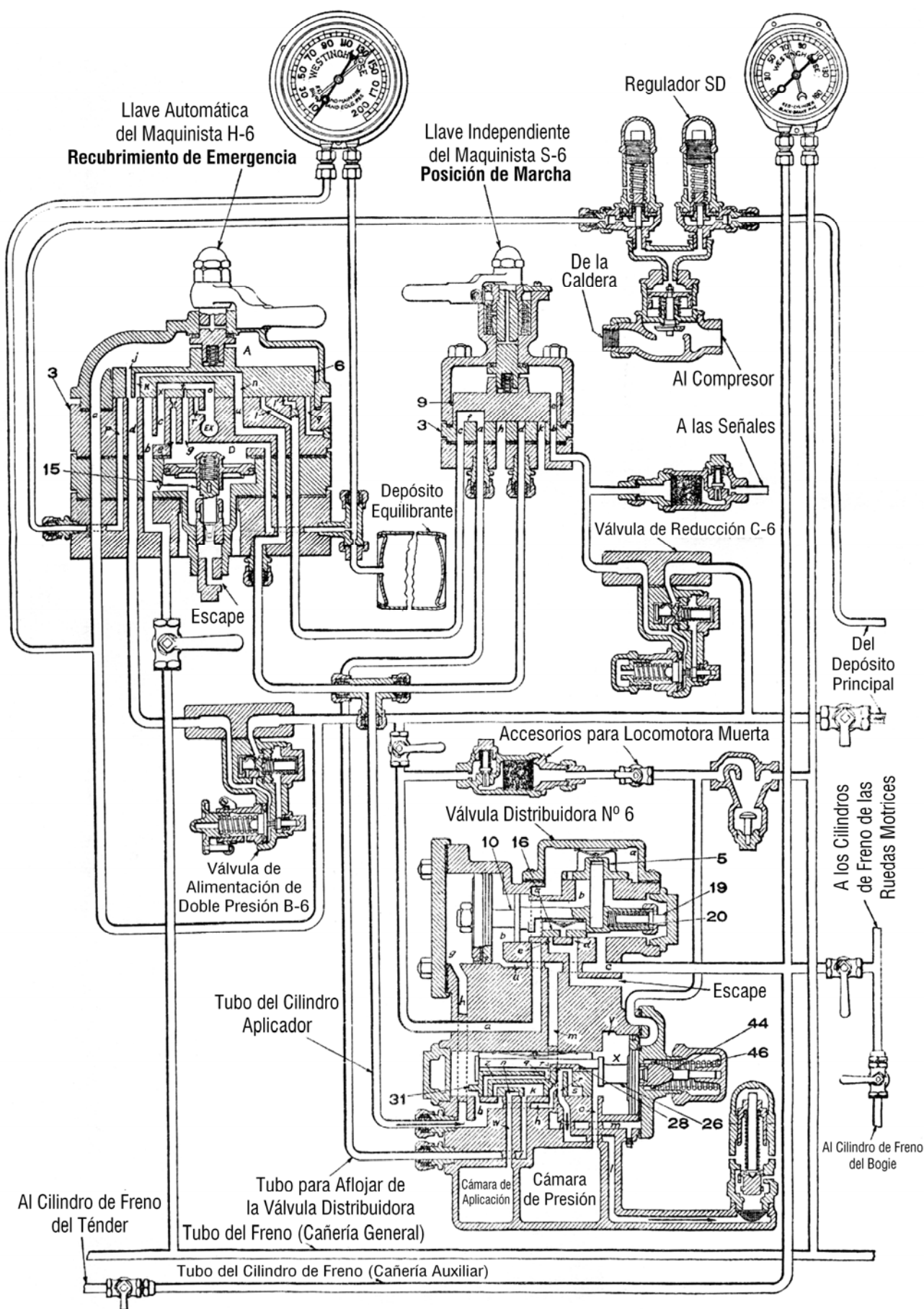


Figura 887 – Posición de Recubrimiento de Emergencia

Recubrimiento de Emergencia – Las piezas movibles de la válvula permanecen en la posición indicada en la Figura 886, hasta que la presión en el cilindro del freno excede ligeramente a la presión en el cilindro aplicador, que es cuando el pistón aplicador y la válvula aplicadora retroceden a la posición conocida como *Recubrimiento de Emergencia* mostrada en la Figura 887.

La rapidez de la reducción que ocasiona la aplicación de emergencia de los frenos, obra también sobre la Válvula de Descarga, pues el descenso violento de la presión ocasiona que el pistón de emergencia 2 se mueva hacia arriba en todo su carrera, eso es, hasta asentar sobre la junta de la tapa, descubriendo el orificio *f*, por el cual pasa el aire de la cámara de acción rápida *B* a la cara exterior del pistón de acción rápida 5; y como en ese momento no hay presión de aire en la otra cara del pistón, éste es movido hacia la izquierda, abriendo la válvula de descarga 4; con lo cual se establece una abertura directa de la cañería general a la atmósfera por orificios amplios; y, como consecuencia, tiene lugar una rápida descarga de aire de la cañería general que es indispensable para propagar el funcionamiento de acción rápida a los vehículos adyacentes.

El pistón de acción rápida tiene un pequeño orificio de desahogo, por el cual el aire de la cámara de acción rápida disminuye hasta que el resorte que obra sobre la válvula de descarga 4 puede forzar a la válvula y al pistón a su posición normal; cerrándose, entonces, la salida del aire a la atmósfera y permitiendo que la cañería general y la cámara de acción rápida vuelvan a cargarse cuando se desee, como quedó descrito antes.

El afloje de los frenos, después de una aplicación de emergencia, se obtiene manejando la llave automática del maquinista de la misma manera que se hace después de una aplicación de servicio; pero el efecto de esto en la válvula distribuidora es algo diferente, esto es: cuando el pistón equilibrante, la válvula de corredera y la válvula graduadora son forzados a la posición de aflojar, en virtud del aumento de la presión de la cañería general presente en la cámara del pistón equilibrante y de la fuerza del resorte graduador, la cámara aplicadora, en la que la presión es de cero, se comunica con el cilindro aplicador, en el cual hay presión alta de emergencia. En virtud de esta conexión, la presión del cilindro aplicador se expande inmediatamente en la cámara aplicadora, hasta que la presión en ambos es igual; de lo que resulta que la presión de los cilindros del freno se descarga hasta que es ligeramente menor que la del cilindro aplicador y su cámara. Por consecuencia, al aflojar los frenos después de una aplicación de emergencia (haciendo uso de la posición de *aflojar* de la llave automática) la presión del cilindro del freno se reducirá *automáticamente* a 15 psi aproximadamente; dicha presión permanecerá en los cilindros, hasta que la manija de la llave automática del maquinista se mueva a posición de *Marcha*. En caso que los frenos se apliquen por medio de la válvula del conductor, de una manguera reventada, o porque el tren se divida, el movimiento de la válvula equilibrante 31 corta la conexión entre los orificios *h* e *i* a través de la cavidad *k*; de manera que los frenos se aplicarán y permanecerán aplicados hasta que se reponga la presión de la cañería general. En casos de esta naturaleza, la manija de la llave automática del maquinista debe moverse a posición de *Recubrimiento*, a fin de impedir una pérdida de la presión del depósito principal.

233. Funcionamiento del freno independiente. –

Posición de Marcha – Esta posición, figura 881, es en la que debe llevarse la manija de la llave independiente del maquinista siempre que no se haga uso del freno independiente. En esta posición, la válvula giratoria conecta el cilindro aplicador de la válvula distribuidora con la llave automática del maquinista, a través del tubo para aflojar de la válvula distribuidora, Figura 881; y los cilindros del freno de la locomotora quedan abiertos a la atmósfera por los orificios de escape de la parte aplicadora de la válvula distribuidora.

Aplicación Rápida – Para obtener una aplicación rápida del freno independiente, muévase la manija de la llave independiente a la posición de *Aplicación Rápida*, figura 888, en la que se establece una comunicación amplia entre el tubo de la válvula de reducción y el tubo del cilindro aplicador; de ésta pasa el aire (a 45 psi de presión) al cilindro aplicador de la válvula distribuidora, forzando al pistón aplicador a la derecha, Figura 888; y el movimiento del pistón hace que la válvula aplicadora descubra su orificio, permitiendo que pase aire de los depósitos principales a los cilindros del freno, como si se tratara de una aplicación automática.

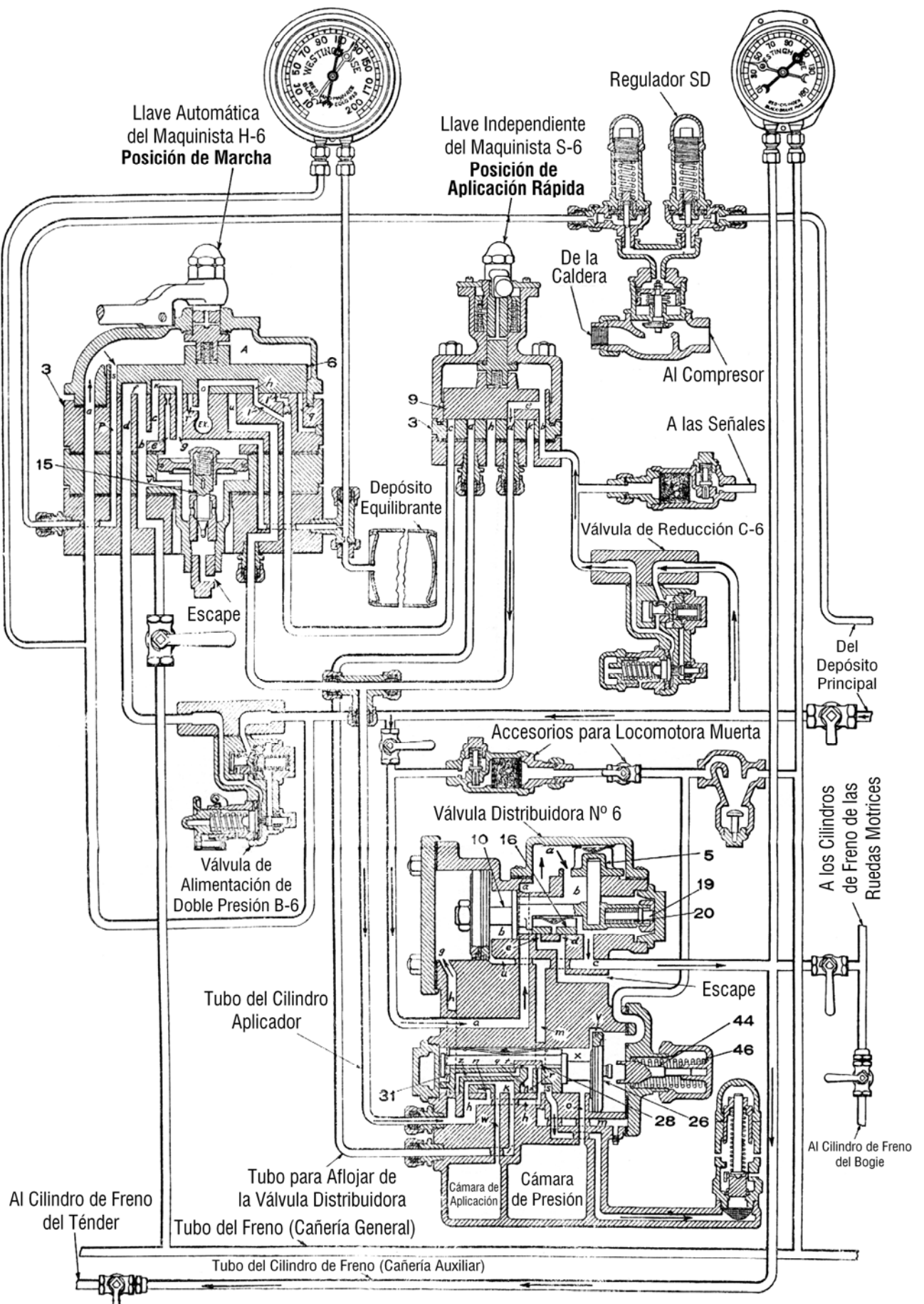


Figura 888 – Posición de Aplicación Rápida Independiente

Frenos

Recubrimiento – Una vez que se obtiene en el cilindro del freno la presión necesaria, la cual es indicada por la aguja roja del pequeño manómetro doble, se regresa la manija de la llave a posición de *Recubrimiento*, figura 889, en la cual queda cortada la comunicación del cilindro aplicador con el tubo de la válvula de reducción. El aire del depósito principal continua pasando a los cilindros del freno, hasta que la presión en ellos excede ligeramente a la que se dejó pasar al cilindro aplicador; y entonces, el resorte graduador del pistón aplicador y la presión mayor hacen que el pistón regrese únicamente hasta que la válvula aplicadora cierre su orificio. La razón por la que el pistón permanece allí, es por la resistencia que le ofrece la válvula de escape y porque el resorte graduador del pistón aplicador ya se ha expandido a su posición normal. Esta posición se llama *Recubrimiento Independiente*.

Se comprenderá fácilmente que cualquiera que sea la presión que haya en el cilindro aplicador, una presión igual será mantenida en los cilindros del freno, en virtud de la característica de "mantener la presión constante", descrita en la página 639.

Puesto que la presión que abastece a la llave independiente del maquinista se limita por el ajuste de la válvula de reducción, que es de 45 psi, ésta es la presión máxima que puede obtenerse en el cilindro aplicador y, por consecuencia, en los cilindros del freno, tomando la válvula aplicadora su posición de *Recubrimiento*.

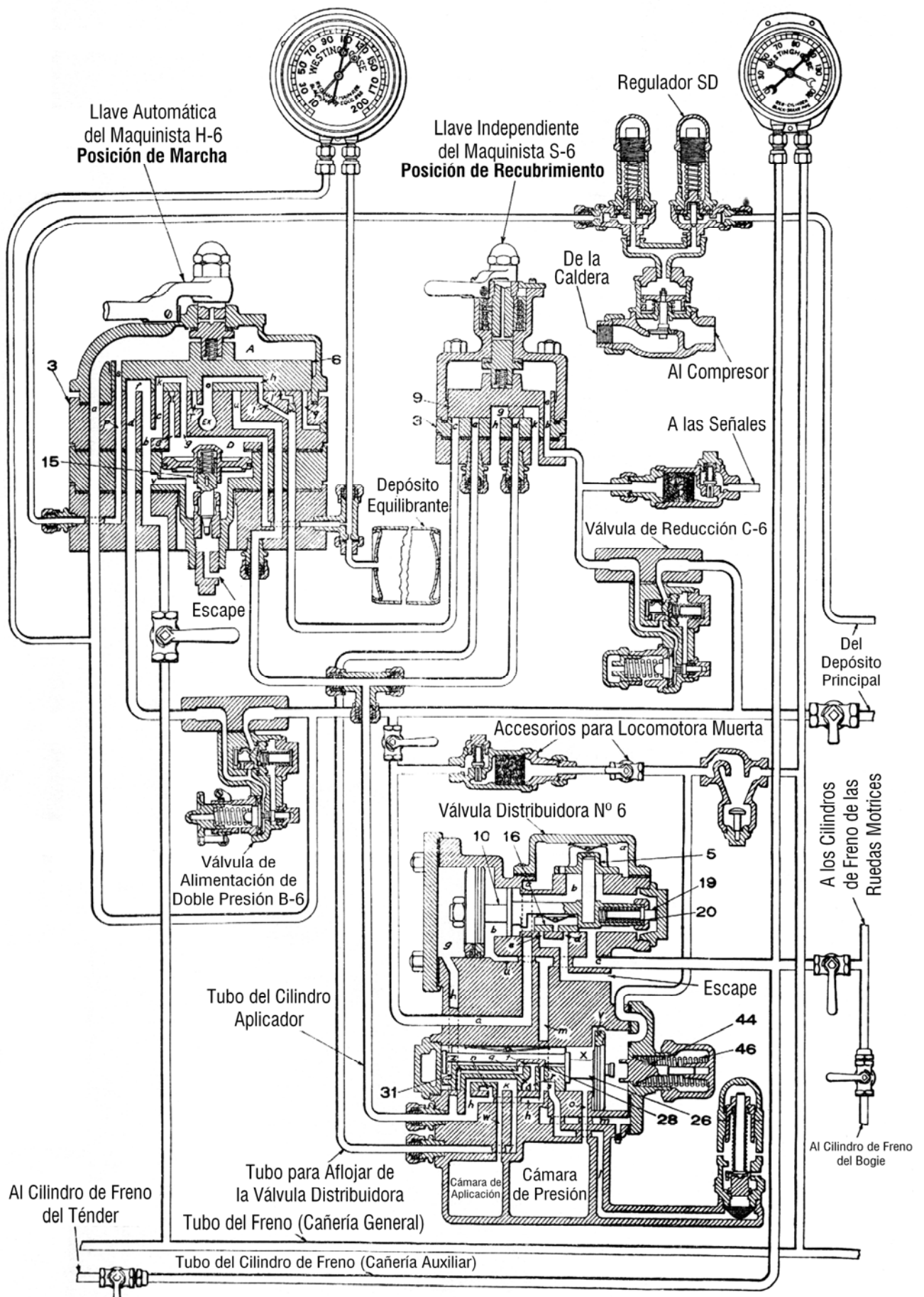


Figura 889 – Posición de Recubrimiento Independiente

Frenos

Afloje Independiente Estando Aflojados Los Frenos Automáticos – Para aflojar los frenos de la locomotora, se coloca la manija de la llave del maquinista *S-6* en posición de *Marcha*, figura 881 (esto siempre que la manija de la llave automática del maquinista *H-6* esté también en posición de *Marcha*). Con la manija en esa posición, el tubo para aflojar de la válvula distribuidora queda abierto a la atmósfera a través de la cavidad de escape de la llave del maquinista *H-6*, y por ella escapa el aire del cilindro aplicador de la válvula distribuidora.

Tan pronto como la presión del cilindro aplicador escapa, la presión de los cilindros del freno mueve al pistón aplicador y a la válvula de escape a la posición de aflojar, quedando abiertos los orificios de escape, como se ve en la Figura 881, por los cuales sale a la atmósfera el aire de los cilindros del freno.

Cuando la manija de la llave independiente del maquinista se regresa a su posición de *Recubrimiento* antes de que haya escapado toda la presión del cilindro aplicador, el pistón aplicador regresa a posición de *Recubrimiento Independiente*, Figura 889, tan pronto como la presión del cilindro del freno se reduce a un poco menos que la presión que queda en el cilindro aplicador; cerrando, por consecuencia, los orificios de escape y permaneciendo la presión restante en los cilindros del freno. De esta manera es como puede graduarse a voluntad el afloje del freno independiente.

Aplicación lenta – La única diferencia que existe entre la posición de *Aplicación Lenta* y la de *Aplicación Rápida*, que ya ha sido descrita detalladamente, consiste en el tamaño de la abertura de la válvula giratoria al través de la cual pasa el aire al tubo del cilindro aplicador, abertura que está restringida en la *Aplicación Lenta*, a fin de obtener que la presión aumente lentamente (véase la figura 890).

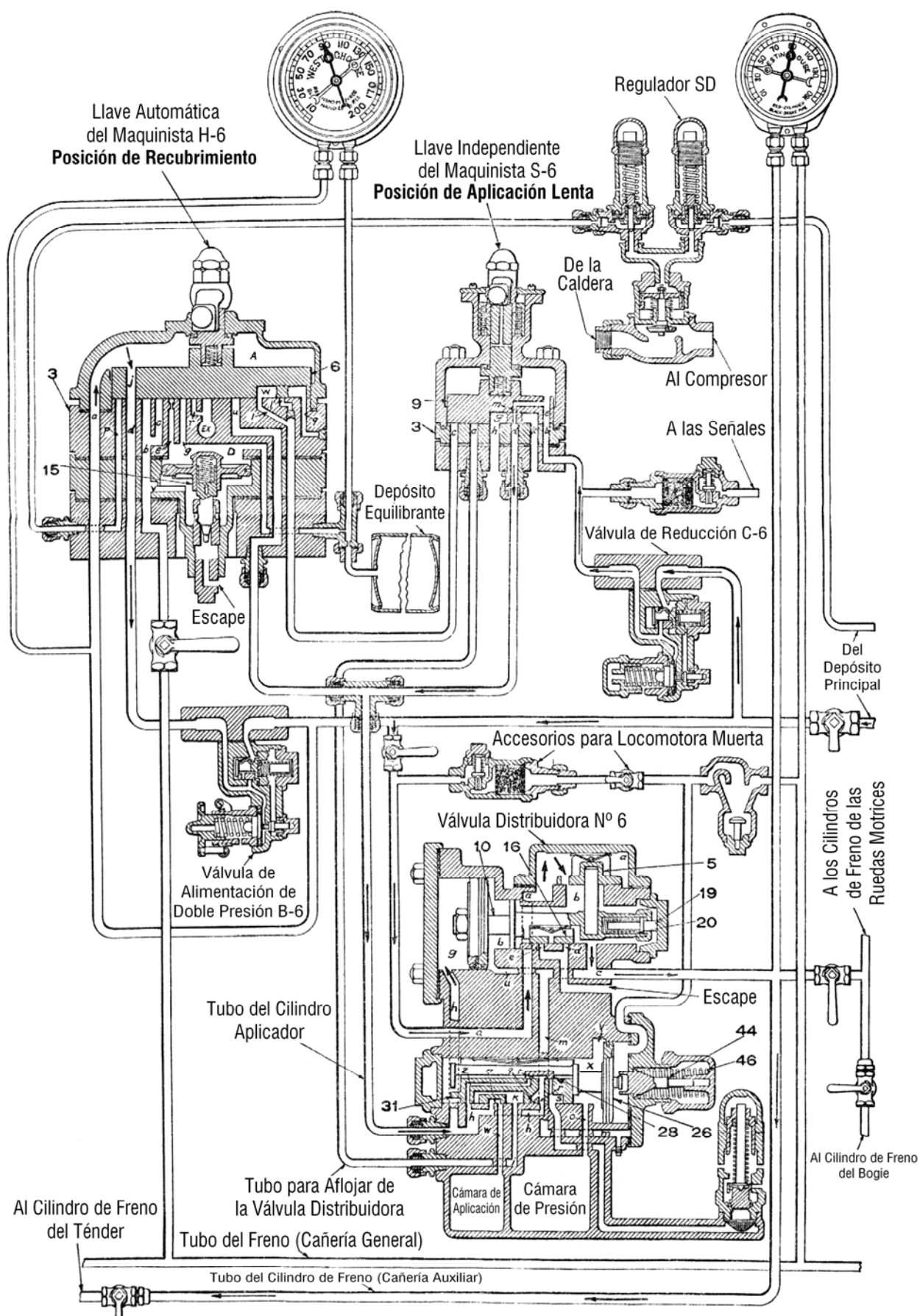


Figura 890 – Posición de Aplicación Lenta Independiente, luego de un Afloje Independiente, estando aplicados los Frenos Automáticos.

Afloje Independiente Después De Una Aplicación De Servicio Automática – Cuando se han aplicado los frenos en todo el tren por medio de la llave automática del maquinista, como queda descrito en la página 656, y se desea aflojar los frenos de la locomotora, la manija de la llave independiente del maquinista se coloca en posición de *Aflojar*, figura 891.

En esta posición, el tubo del cilindro aplicador queda conectado con el escape de la llave independiente, resultando que el aire del cilindro aplicador sale a la atmósfera y que la presión de los cilindros del freno mueve al pistón aplicador de su posición de *Recubrimiento*, figura 889, a su posición de *Aflojar*; permitiendo que el aire de los cilindros del freno escape a la atmósfera y los frenos de la locomotora se aflojen. Ninguno de estos movimientos alteran las condiciones existentes antes en la cámara de presión y en el cañería general; por consecuencia, el pistón equilibrante no se mueve hasta que se hace el afloje por medio de la llave automática del maquinista.

Estando la manija de la llave independiente del maquinista en posición de *Aflojar*, escapa aire del tubo de la válvula de reducción a la atmósfera, para avisar al maquinista que la manija no ha regresado a su posición de *Marcha* por estar roto el resorte que debe moverla a esta última posición.

Puede hacerse también un afloje independiente de los frenos, de la manera que queda descrita, después de haber hecho una aplicación de emergencia con la llave automática del maquinista. Sin embargo, teniendo en cuenta que en esta posición la llave automática del maquinista está alimentando al cilindro aplicador, al través del orificio alimentador de la válvula giratoria, (véase la figura 886) la manija de la llave independiente *debe conservarse* en posición de *Aflojar* todo el tiempo que la manija de la llave automática permanezca en posición de *Emergencia*, para impedir que los frenos de la locomotora vuelvan a aplicarse. La parte equilibrante de la válvula distribuidora permanecerá en la posición mostrada en la figura 886, y la parte aplicadora asumirá la posición mostrada en la figura 891.

Aplicación Independiente Después De Un Afloje Independiente y Estando Aplicados Los Frenos Automáticos – Cuando se desee volver a aplicar los frenos de la locomotora después de haberlos aflojado, y estando aplicados los frenos del tren, llévase la manija de la llave independiente del maquinista a posición de *Aplicación Lenta*, mostrada en la figura 890, y los frenos de la locomotora volverán a aplicarse, como se describe en el párrafo *Aplicación Lenta*, página 672.

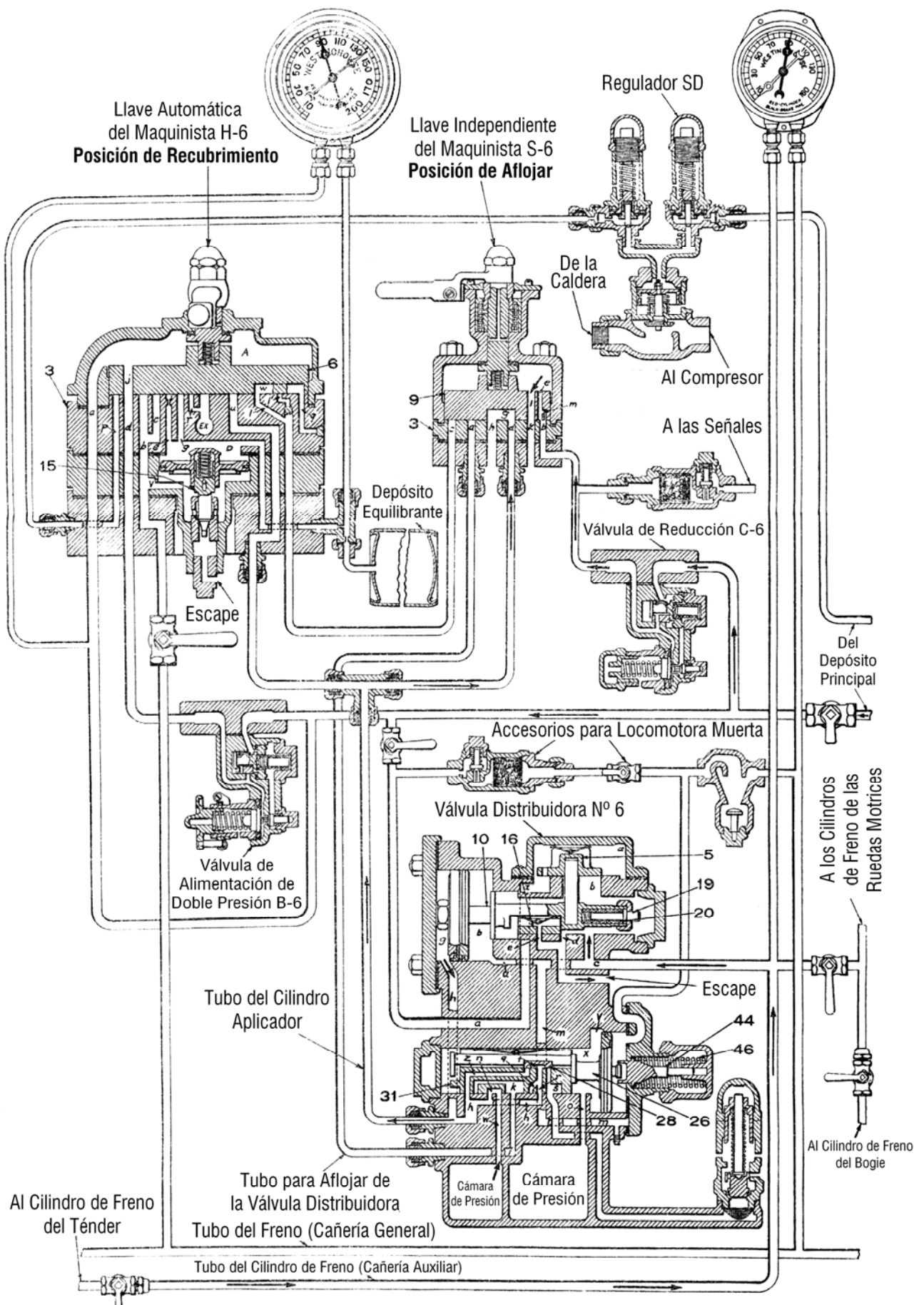


Figura 891 – Posición de Afloje Independiente luego de una Aplicación de Servicio Automática

234. Tubería. – Toda la tubería debe instalarse cuidadosamente, fijándola con agarraderas para evitar la vibración, que llega a producir fugas de aire. Deben evitarse las curvas cortas que tiendan a restringir el paso del aire, así como las que formen bolsas, donde puede juntarse la humedad. Antes que se instalen las válvulas, la tubería debe golpearse con martillo y soplarse, con el objeto de aflojar y hacer salir de ella toda la cáscara de tubo y materias extrañas que pudiera contener. Para ajustar las uniones de los tubos, debe usarse un compuesto sellador adecuado y aplicarse únicamente en la rosca macho, y jamás en la hembra. No debe usarse pasta de plomo colorada ni blanca. Una vez que la instalación de la tubería está terminada, deben probarse concienzudamente con presión de aire y jabonadura todas las juntas de la misma, y corregirlas, hasta que queden a prueba de presión de aire.

Entre el compresor y el primer depósito principal debe instalarse un tubo radiador de 45' (14 m) de largo aproximadamente, y otro tubo de igual longitud y de 1 1/4" de diámetro debe instalarse entre el primero y el segundo depósitos. Toda esta tubería debe colocarse tan lejos como sea posible de la superficie caliente de la caldera, e instalarse de manera que el desagüe del agua condensada tenga lugar en la misma dirección de la corriente del aire.

235. Lubricación. – *Compresor de Aire – Cilindro de Vapor* – El lubricador para el *Cilindro de Vapor* no debe hacerse funcionar hasta que haya escapado toda la condensación del cilindro y se hayan cerrado todas sus llaves de purga. Una vez cerradas éstas, ábrase el lubricador de manera que alimente de 10 a 15 gotas tan rápidamente como sea posible, y, en seguida, regúlese la alimentación a una o dos gotas por minuto por *cada compresor*. No puede fijarse exactamente la cantidad de lubricante necesaria para cada caso; porque depende del trabajo que tenga que desempeñar el compresor, la calidad del vapor, las condiciones en que se encuentre el compresor, etc.; pero no debe dejarse de lubricar el compresor durante todo el tiempo que esté funcionando.

Cilindro de Aire – Para lubricador el *Cilindro de Aire*, ábrase su aceitera No. 98, y hágase salir por ella todo el polvo; ciérresela, después, y llénese la con *aceite de válvula*, y al hacer el pistón su carrera descendente, ábrase la aceitera a fin de que el aceite penetre al cilindro, teniendo especial cuidado de cerrarla antes que el pistón empiece a subir. Es más fácil hacer esto cuando la velocidad es moderada y la presión baja. En el cilindro de aire debe usarse únicamente aceite de válvula, porque un aceite más ligero que éste no dura y es peligroso, y uno más pesado, pronto tapa y restringe los conductos por donde pasa el aire; ocasionando que el compresor se sobrecaliente y que comprima el aire con lentitud. El buen juicio del maquinista debe decidir la cantidad adecuada de lubricante tanto en el cilindro de aire como en el de vapor; pero téngase siempre presente que la falta de un poco de aceite cuando es necesario usarlo, puede resultar en muchos pesos de pérdida por desperfectos al compresor.

Es muy importante que en la varilla del pistón no falte nunca una estopa bien impregnada de aceite.

Cilindro Del Freno – Ciérrese la llave de incomunicar del ramal de tubo del depósito principal a la válvula distribuidora. Quítense las tuercas de los tornillos de la cabeza sin presión; y, en seguida, sáquese el pistón del cilindro.

Limpieza de los Cilindros – Ráspese el lubricante viejo que haya en la pared del cilindro y en la ranura de desahogo del mismo, y límpiense estas superficies hasta que quedan secas y completamente libres de toda substancia. Para este objeto, puede usarse kerosene; pero cuando se emplee, debe eliminársela por completo después de hecha la limpieza, para evitar que se destruyan la junta del cilindro y la empaquetadura de cuero del mismo. Cuando la pared del cilindro está enmohecida, el moho debe quitarse con lija.

Manera de limpiar el pistón y la empaquetadura de cuero – Quítense el anillo de expansión del pistón, ráspese el lubricante viejo que haya en las partes de metal y en la empaquetadura de cuero, y fróntense estas superficies hasta que quedan limpias y secas. La empaquetadura debe examinarse cuidadosamente, y cambiarse por otra en caso que esté quebradiza o desgastada en cualquier punto, o que esté recortada, reventada o con cualquier otro defecto. Examínense el pistón y el plato para ver si tienen rajaduras, y apriétense las tuercas del plato.

Anillo de Expansión de la Empaquetadura de Cuero – Cámbiese el anillo de expansión de la empaquetadura de cuero por otro que haya sido revisado con el medidor especial para este objeto; y el anillo que ha sido reemplazado, regrésese al taller para su revisión.

Manera de Aplicar Empaquetaduras Nuevas – Examínense los tornillos del plato para ver si están bien apretados en el pistón. Colóquese la empaquetadura centralmente en el pistón, debiendo quedar la parte suave de la misma encima del pistón. Colóquese el plato en la posición debida, y pónganse las tuercas de manera que queden en contacto con el plato, pero sin apretarlas, y, en seguida, apriéteselas uniformemente.

Aplicación del Lubricante – Aplíquese con un cepillo una capa delegada de lubricante para cilindro del freno en la pared del cilindro. Llénese con lubricante la ranura del anillo de expansión, y póngase una capa de lubricante en la parte de cuero que queda hacia adentro del cilindro, y colóquese el anillo de expansión en su lugar.

Manera de Montar el Cilindro – El pistón debe hacerse descansar en la parte inferior de la entrada del cilindro con la orilla superior, o sea la cara plana de la pestaña de la cabeza sin presión, y la abertura del anillo expansor hacia el operario. Estando el pistón en esta posición, introdúzcase en el cilindro. La manga o varilla debe entonces levantarse lentamente y el pistón del cilindro moverse hasta que la parte de arriba de la empaquetadura toque la pared del cilindro. Confórmese esta parte de la empaquetadura a la forma del cilindro, valiéndose de una herramienta que no sea filosa y que su extremo sea redondo, durante el tiempo que la manga o varilla se está levantando gradualmente, tendiendo cuidado de no quebrar o perjudicar el cuero de cualquiera otra manera. En seguida, tírese hacia arriba y hacia afuera la manga o varilla hasta que quede en posición horizontal. Empújese el pistón hacia su posición de aflojar, y levántese después la manga o varilla hasta la parte superior del cilindro, para determinar si el anillo expansor está en su debida posición, lo cual será indicado porque el pistón puede moverse fácilmente.

Cuando se monten pistones en cilindros del freno que no estén en posición horizontal, debe cambiarse la manera de hacerlo, según sea el caso, pero siempre persiguiendo los mismos resultados.

Llaves Del Maquinista – Como lubricante para las válvula giratorias de las llaves del maquinista, se recomienda una grasa de grafito de buena clase, siempre que pueda aplicarse convenientemente; esto es, al montar el aparato después de haberlo reparado, etc.; pero como la grasa de grafito no puede aplicarse cuando el aparato está montado, entonces debe emplearse aceite de alta calidad; y en ambos casos el lubricante debe usarse con bastante moderación.

El pistón equilibrante debe lubricarse muy moderadamente, empujando, primero, el pistón a su posición normal, y poniendo una o dos gotas de aceite en la circunferencia del buje, pero embarrando dicho aceite en toda la superficie tan uniformemente como sea posible y moviendo el pistón hacia arriba y hacia abajo varias veces, a fin de que el aceite se distribuya parejo en la pared del buje. No deben dejarse gotas de aceite en ninguna pieza de la válvula. No debe permitirse que el aceite pueda llegar hasta las juntas.

Válvula Distribuidora – Las piezas movibles de esta válvula no deben quitarse de su lugar cuando está instalada en la locomotora. Si la válvula no funciona debidamente, o necesita limpiarse y lubricarse, desconéctesela de su depósito y póngase en su lugar otra válvula que esté en buenas condiciones. La limpieza y la lubricación de la válvula deben hacerse por una persona competente, en el banco de taller adecuado, a fin de disminuir la posibilidad de que se maltraten las piezas de la misma. Siempre que se desarme la válvula estando fija en la locomotora, el resultado será que el polvo que entre a ella y el descuido al manejar sus piezas, la deteriorarán hasta inutilizarla.

El periodo de tiempo para limpiar la válvula distribuidora, solo puede fijarse en cada caso en particular por medio de una inspección y pruebas cuidadosas. Cuando las condiciones del servicio son severas y la válvula distribuidora está expuesta a grandes diferencias de temperatura, polvo, etc., la limpieza, lubricación y prueba de taller, deben hacerse en intervalos de tiempo más cortos que cuando las condiciones son más favorables; pero en cualesquiera circunstancias nunca deben ser mayores de tres meses.

Frenos

La válvula distribuidora debe lubricarse como sigue:

Parte Equilibrante – La válvula equilibrante y la válvula graduadora y sus asientos deben lubricarse con grafito seco. Una vez que las superficies interiores han sido limpiadas con bastante aceite, séquense perfectamente con un paño suave. En la válvula y en sus asientos no debe dejarse absolutamente nada de aceite, goma o grasa.

La cara de la válvula graduadora, las superficies superior e inferior de la válvula equilibrante, el asiento de la misma y la parte superior del buje en donde frota la muelle de la válvula equilibrante, deben lubricarse con grafito muy fino, seco y puro, frotándolo contra las superficies hasta que tome un color de cobre oscuro.

Para aplicar el grafito, úsese una pieza de madera que tenga la forma de cojín y mida aproximadamente 8" (20 cm) de largo, con un pedazo de gamuza pegado con cola en un extremo. Sumérjase la gamuza en el grafito seco, y frótese en las superficies que se trate de lubricar, sin dejar grafito suelto en ellas. Una vez que se concluya la operación con las válvulas equilibrante y graduadora y sus asientos, todos deben quedar completamente libres de aceite y grasa. Una vez lubricadas las piezas, debe tenerse cuidado de que las manos del operador no toquen las partes lubricadas, para evitar que la capa ligera de grafito se desprenda. Después de que el pistón y las válvulas graduadora y equilibrante han sido colocadas de nuevo en la parte equilibrante, muévase a posición de *Aflojar* y pónganse una gota o dos de buen aceite en la circunferencia del pistón esparciendo el aceite sobre toda la superficie tan uniformemente como sea posible, para mover en seguida al pistón hacia adelante y hacia atrás varias veces, a fin de lograr que el aceite se distribuya debidamente en la pared del cilindro. No debe dejarse aceite suelto en ninguna de las partes, y debe tenerse cuidado de que el aceite no llegue a caer en las juntas.

Parte Aplicadora – La válvula de escape y su asiento, y la válvula aplicadora y su asiento, ambas correspondientes a la parte aplicadora, deben limpiarse, frotarse y lubricarse moderadamente con grasa de grafito.

Antes de aplicar el pistón a la parte aplicadora, límpiase el cilindro aplicador y el pistón. Lubríquense las paredes del cilindro y el anillo del pistón, usando al efecto un lubricante de alta calidad, especialmente preparado para ese objeto.

Válvula De Alimentación y Válvula De Reducción – La única parte de las válvulas de alimentación y reducción que requieren lubricante, es la válvula de corredera de cada una, la que debe lubricarse con grafito seco.

Regulador – El regulador del compresor es lubricado suficientemente, por motivo de su colocación en el tubo abastecedor de vapor que queda entre el lubricador y el compresor, y no es necesario lubricarlo de otra manera.

Válvula De Descarga – La válvula de descarga debe lubricarse de la misma manera que la parte equilibrante de la válvula distribuidora.

236. Fallas del Compresor. – Causas y Remedios. –

El Compresor no Arranca – Causa: falta de aceite por motivo de que el lubricador no alimenta debidamente, o, porque el aceite ha sido arrojado del cilindro por la condensación; anillos del pistón que se fugan en la extremidad del pequeño pistón de la válvula principal; o moho que se ha acumulado durante el tiempo que el compresor no ha funcionado. Remedio: córtese el vapor, quítese el tapón de la válvula de inversión, póngase por esa abertura una pequeña cantidad de aceite de válvula, vuélvase a colocar el tapón y ábrase rápidamente la corriente de vapor. Frecuentemente, cuando el compresor no arranca a la primera vez que se abre el vapor, si se cierra éste permitiéndose que quede cerrado durante uno o dos minutos, y después se abre violentamente, el compresor arrancará sin que haya necesidad de ponerle aceite, con excepción del que le llega del lubricador.

El Compresor Rechina – Causa 1: el cilindro de aire necesita aceite. Remedio 1: póngase un poco de aceite de válvula en el cilindro de aire. Causa 2: la empaquetadura del vástago del pistón está seca y torcida. Remedio 2: empácese la estopa del pistón con aceite de válvula. Causa 3: al cilindro de vapor le falta aceite. Remedio 3: aumentese la alimentación del lubricador.

Cuando haya excesivas fugas por los anillos del pistón de aire, o por una válvula de descarga, el compresor se calienta destruyendo la lubricación y ocasionando el rechinado.

Carreras desiguales del Compresor – Causas: probablemente (1) hay fugas excesivas por los anillos del pistón de aire y las válvulas de aire están pegadas; (2) el juego de las válvulas de aire es incorrecto; (3) los conductos de las válvulas de descarga están tapados; (4) las válvulas de aire se fugan; o (5) la varilla de inversión está doblada. Remedio: localícese la causa, si es posible, y corríjasela limpiando los conductos sucios o tapados de las válvulas de aire, reemplazando las válvulas desgastadas o que se fugan, y los anillos, o enderezando y volviendo a colocar la varilla de inversión.

Lentitud para Comprimir el Aire – Causas: (1) los anillos de la empaquetadura del pistón de aire se fugan por estar mal ajustados o desgastados, o el cilindro o los anillos están desgastados; (2) las válvulas y los conductos están sucios; o (3) el colador de aire está tapado. Remedio: (1) y (2) para localizar la causa déjese que el compresor comprima aire hasta 90 psi, redúzcase la velocidad del mismo de 40 a 60 carreras sencillas por minuto, y en seguida escúchese atentamente cerca de la entrada del aire y obsérvese si el aire entra solamente durante una parte de cada carrera y si regresa aire hacia afuera. Si acontece esto último, es la prueba de que una válvula de admisión es la que se fuga. Si la succión no tiene lugar hasta que cada carrera casi concluye, es una indicación de que hay fugas por los anillos de empaquetadura del pistón o del depósito principal a través de las válvulas de descarga. Remedio: (3) límpiase el colador perfectamente.

El Funcionamiento del Compresor es Irregular – Causa: la válvula principal está desgastada. Remedio: póngase otra en su lugar.

El Compresor se Calienta – Causas: (1) los conductos de aire están tapados; (2) los anillos de empaquetadura del pistón de aire se fugan; o (3) las válvulas de descarga no tienen el juego suficiente. Remedio: (1) límpiense los conductos de aire; (2) pónganse al pistón de aire anillos nuevos; (3) regúlese el juego de las válvulas de descarga a $\frac{3}{32}$ ". Un compresor de aire que está en perfectas condiciones se calentará excesivamente, y fácilmente se destruirá si se le hace funcionar muy aprisa y continuamente durante un período de tiempo largo.

El Compresor Golpea – Causa: (1) el pistón de aire está flojo; (2) el compresor no está bien sujeto a la caldera u ocasiona que algún tubo adyacente vibre; (3) la placa de inversión 69 está floja; o (4) la varilla de inversión o la placa de inversión están tan desgastadas que el movimiento del compresor no se invierte oportunamente. Remedio: repárense y renuévense las piezas desgastadas y apriétense las conexiones flojas.

237. Conservación del compresor. – Con relación al problema de conservación de compresores de aire accionados por vapor, de este tipo, el calor desarrollado en el cilindro de aire como consecuencia de la compresión del aire es tal vez el punto más importante. Al funcionar el compresor continuamente y a altas velocidades, o comprimiendo aire a presiones excesivas, el resultado inevitable es las altas temperaturas que tienden por sí mismas a destruir la lubricación, ocasionando que los cilindros de aire se rayen y que el compresor rechine, además de que los conductos de descarga se obstruyen por depositarse en ellos el aceite quemado; de todo lo cual resulta que haya exceso de condensación proveniente de la humedad, en el sistema del freno, y, en general, que se reduzca la eficiencia máxima del compresor.

En condiciones normales, la velocidad no debe exceder de 140 carreras por minuto, y esa velocidad no debe sostenerse continua por un tiempo largo; porque aún dicha velocidad ocasiona algunas veces que el compresor se sobrecaliente con exceso. Como se ha dicho, el funcionamiento continuo a altas velocidades ocasiona que la parte del compresor en que comprime el aire se sobrecaliente; y cuando esto acontece, es una indicación de que es necesario emplear en su lugar un compresor de mayor capacidad.

En consecuencia de lo asentado se deduce: primero, que el compresor debe tener la capacidad suficiente para el servicio a que se le destina; segundo, que debe lubricársela debidamente y conservársele en buenas condiciones; y tercero, que las fugas, de cualquiera clase qué sean, tanto en el interior del compresor de aire, como en el sistema del freno, deben reducirse de cuanta manera sea posible.

Una de las fugas de más importancia es la que tiene lugar por la estopada del cilindro de aire; porque no solo disminuye grandemente la cantidad de aire comprimido (y para suplir éste es necesario aumentar la velocidad que a su vez aumenta el calor) sino que también ocasiona que el compresor golpee con motivo de la falta de acolchonamiento. Al apretar la empaquetadura, no debe doblarse la varilla; porque si esto acontece se maltratan tanto la empaquetadura como la varilla.

Cuando sea necesario reemplazar una válvula de aire rota en el camino o en otra parte en que no pueda hacerse el ajuste debido de la misma, hágase que un reparador competente cambie la válvula provisional en la primera oportunidad por otra que tenga el ángulo requerido y el ancho tanto de la válvula como del asiento de la misma, el ajuste preciso y el juego exacto de $\frac{3}{32}$ " de pulgada para todas las válvulas. Cuando el desgaste combinado de la válvula y del asiento aumenta el juego de la válvula más de $\frac{1}{16}$ " de pulgada del juego tipo, es muy fácil que el asiento se maltrate y la válvula se rompa, ocasionando esto las dificultades y el retraso consiguientes. Para poder fijar fácilmente si se ha alcanzado el punto máximo de desgaste, así como si las válvulas tienen el juego requerido al ajustar dicho juego, suministramos un medidor de juego de válvulas de aire, ilustrado en las Figs. 892, 893 y 894.

Para fijar el juego de la válvula de aire superior, se pone primero el medidor en la pestaña superior del cilindro de aire, como se ve en la figura 892 y el brazo corredizo se ajusta hasta que su extremo descansa sobre la parte superior del tope de la válvula de aire, y en esa posición se fija por medio de la tuerca. Estando así el brazo fijo, se aplica el medidor al tapón de la válvula, como se muestra en la Figura 893 y si la válvula tiene la carrera debida, la parte inferior del collar del tapón de la válvula debe descansar sobre el hombro del brazo corredizo, como se ve en la Figura 893. Cuando el brazo del medidor no llega a tocar el tope de la válvula, estando el hombro de la varilla corrediza en contacto con la cara del collar, es la demostración de que la válvula tiene un juego mayor que el juego tipo, en una cantidad igual a la distancia que hay entre el brazo del medidor y el tope. Si este juego es mayor que el juego máximo admisible, debe substituirse la válvula antigua por otra que tenga el tope más largo y rebajarse el tope hasta que se alcance el juego tipo indicado por el medidor.

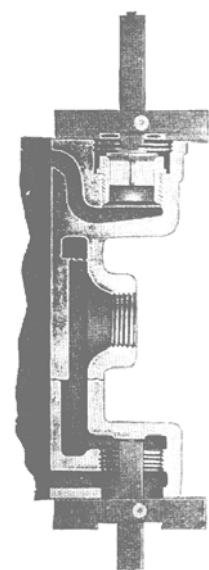


Figura 892

Para fijar el juego de la válvula de aire inferior se aplica: primero, el medidor a la pestaña inferior del cilindro de aire, como se ve en la Figura 894 y se ajusta el brazo corredizo hasta que su extremo descansa sobre el tope del cilindro, y en esta posición se asegura por medio de la tuerca.

Estando ya el brazo fijado, se aplica el medidor a la caja de la válvula de aire, como se muestra en la Figura 892, y teniendo la válvula el juego debido, el hombro del brazo corredizo debe descansar sobre el lado superior del collar de la caja de la válvula de aire, como queda ilustrado en el dibujo.

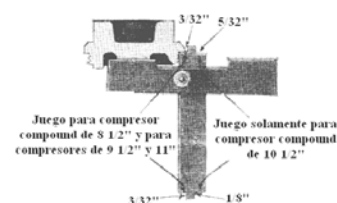


Figura 893

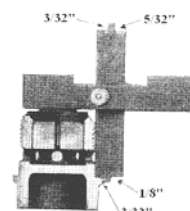


Figura 894

Si el brazo del medidor no llega a tocar el tope de la válvula, estando el hombro de la varilla corrediza en contacto con la cara del collar de la caja, es la indicación de que la válvula tiene un juego mayor que el juego tipo igual a la distancia que hay entre el tope y el brazo del medidor.

Cuando los cilindros han sido torneados en la entrada para la caja de la válvula, de la válvula, y del tapón de la cámara de la válvula, de tal manera que no se pueda aplicar el medidor, según queda descrito, será entonces necesario, para poder usar el medidor debidamente, limar una pequeña parte del borde a fin de que la barra cruzada del medidor descansa sobre la superficie limada de la cámara de la válvula. Cuando se haga esto, debe tenerse cuidado de no maltratar la superficie limada. Nunca se quite o se reemplace la tapa superior del cilindro de vapor, estando la varilla de inversión en su lugar; porque si esto se hace, resultará invariablemente que la varilla se doble; y una varilla doblada es muy probable que ocasione una *falla de la bomba*.

Es evidente que un compresor no puede comprimir más aire que el que puede succionar, y ni aún éste si existen fugas a la atmósfera por el cilindro de aire. Teniendo esto presente escúchese con frecuencia cerca de la *entrada de aire* cuando el compresor está trabajando despacio, esto es, cuando el regulador está cerrado, y al observar que la succión es escasa en cualquiera de las dos carreras del pistón, localícese el defecto y repórtese.

También repórtese cualquier ruido o golpe, pues pueden indicar que hay un pistón flojo, o que se ha aflojado un tornillo de la placa de la válvula de inversión, u otro defecto de importancia.

Debe evitarse toda fuga de vapor en la proximidad de la entrada de aire del compresor, porque las fugas de esa naturaleza, aumentan el peligro de que penetre agua a la cañería general.

Es de capital importancia que el colador del compresor esté limpio, porque aún un colador ligeramente obstruido reduce mucho la capacidad del compresor cuando la velocidad del mismo es alta. Cuando hay un colador bastante o completamente obstruido, como sucede cuando se acumula hielo, y esto agravado por vapor al derredor, la velocidad del compresor tiene que aumentar, y a pesar de esto no podrá hacer subir o mantener la presión necesaria.

Para lograr que el compresor funcione lo mejor posible, es muy conveniente limpiar perfectamente el cilindro de aire y sus conductos por lo menos tres o cuatro veces al año, haciendo circular por ellos una solución caliente de lejía o potasa en la proporción de 2 libras (0,9 kg) de potasa por cada galón (3,79 litros) de agua. Después de este lavado debe usarse suficiente agua caliente limpia para lavar perfectamente el cilindro y los conductos, y después de hacer esto debe aplicarse bastante aceite de válvula en el cilindro. Para llevar a cabo esta operación pueden usarse fácilmente tanques y conexiones que sean portátiles. No debe usarse nunca petróleo en el cilindro de aire para limpiarlo.

238. Tubos rotos. – *Tubos del Depósito Principal* – Si se rompe el tubo del depósito principal entre el depósito y el ramal que va a dar a la válvula distribuidora de manera que no pueda repararse, los frenos en la locomotora no pueden aplicarse con ninguna válvula. Si la rotura tiene lugar entre la llave del maquinista y el ramal de tubo que va a dar a la válvula distribuidora, tápanse ambos lados del tubo del depósito principal y manéjense los frenos de la locomotora de la manera usual con la llave independiente del maquinista.

Ramales de Tubo del Depósito Principal – Si se rompe el ramal de tubo del *depósito principal a la válvula distribuidora*, entre el tubo del depósito principal y la llave de comunicar, tapónese el tubo roto del lado del depósito principal y ciérrese la llave de comunicar del ramal de tubo. En este caso los frenos de la locomotora no pueden funcionar; pero los frenos del tren pueden aplicarse y aflojarse en la forma usual.

Si se rompe el ramal de tubo que va a dar a la *válvula de alimentación y a la válvula de reducción*, deben taparse ambos lados. Con esto quedan inutilizados la llave independiente del maquinista, el sistema de señales y la posición de *Marcha* (para aflojar y recargar los frenos del tren) y la posición de *Conservar* de la llave automática del maquinista, así como la cabeza de presión de exceso del regulador. Como en este caso no hay presión de aire encima de la válvula giratoria de la llave independiente del maquinista que la conserve sobre su asiento, es imposible lograr una aplicación automática de los frenos; pero para remediar este mal, muévase la manija de la llave independiente del maquinista a posición de *Aplicación Lenta* antes de aplicarse los frenos y déjesela allí hasta que se aflojen de nuevo los frenos de la locomotora.

Frenos

Cuando se haga el afloje de los frenos automáticos, regrésese la manija de la llave independiente del maquinista a posición de *Marcha*, y los frenos del tren se aflojan y se recargan en posición de *Aflojar* de la llave automática del maquinista. Los frenos de la locomotora pueden aflojarse moviendo la manija de la llave automática del maquinista a posición de *Marcha*, o en la posición de *Aflojar* de la llave independiente del maquinista. Puesto que la válvula de alimentación está inutilizada, tápese el tubo operador de presión de exceso por medio de una junta ciega en la unión con el regulador de presión. Con esto queda cortada la cabeza de presión de exceso del regulador, siendo controlado el funcionamiento del compresor por la cabeza de presión máxima. A fin de impedir una presión demasiado alta en la cañería general estando la manija de la llave automática del maquinista en posición de *Aflojar*, el compresor debe regularse manualmente.

Si la rotura ocurre *entre la válvula de reducción y el ramal de tubo que va a dar a la válvula de alimentación*, tápense ambos lados del tubo. Con esto queda incomunicada la llave independiente del maquinista y el sistema de señales; pero en nada interviene con el manejo de los frenos de la locomotora y del tren por medio de la llave automática del maquinista, con excepción de que la llave independiente debe manejarse como queda descrito en el párrafo anterior.

Cuando el tubo se rompe *más allá de la válvula de alimentación o de la válvula de reducción*, no es necesario tapar el tubo que sale de esas válvulas; porque el mismo resultado puede tenerse desatornillando la tuerca ajustadora suficientemente para aflojar el resorte regulador y lograr que cese el escape de aire del depósito principal.

Otro remedio que puede aplicarse en caso de que el tubo se rompa más allá de la válvula de reducción, es aflojar la tuerca ajustadora de la válvula de reducción, como queda dicho, tapar el tubo roto que va hacia la llave independiente del maquinista, y tapar el orificio de escape en la parte inferior de esta llave. En este caso, la manija de la llave independiente del maquinista debe conservarse en posición de *Marcha*; y los frenos de la locomotora pueden hacerse funcionar por medio de la llave automática del maquinista.

Tubo del freno (Cañería general) – El tubo que con más frecuencia se rompe en el Equipo ET No. 6, es el ramal de tubo que va a la válvula distribuidora. Cuando acontece esto, tápese el extremo que viene de la cañería general. En estas circunstancias los frenos del tren pueden hacerse funcionar de la manera usual, pero no puede hacerse uso de los frenos de la locomotora por medio de la llave automática del maquinista. En cambio, pueden ser manejados por la llave independiente del maquinista de la manera usual, con excepción de que debe usarse siempre la posición de *Aflojar* para aflojar los frenos.

Si la rotura ocurre *delante del ramal de tubo de la válvula distribuidora*, puede taparse la rotura del lado de la válvula distribuidora sin que se afecte el funcionamiento de los frenos.

Cuando el tubo se rompe *más allá de la válvula de alimentación o de la válvula de reducción*, no es necesario tapar el tubo que sale de esas válvulas; porque el mismo resultado puede tenerse desatornillando la tuerca ajustadora suficientemente para aflojar el resorte regulador y lograr que cese el escape de aire del depósito principal.

Otro remedio que puede aplicarse en caso de que el tubo se rompa más allá de la válvula de reducción, es aflojar la tuerca ajustadora de la válvula de reducción, como queda dicho, tapar el tubo roto que va hacia la llave independiente del maquinista, y tapar el orificio de escape en la parte inferior de esta llave. En este caso, la manija de la llave independiente del maquinista debe conservarse en posición de *Marcha*; y los frenos de la locomotora pueden hacerse funcionar por medio de la llave automática del maquinista.

Cuando se rompe el tubo *entre el ramal del tubo de la válvula distribuidora y el ramal de la llave automática del maquinista*, tápese el tubo como queda dicho anteriormente. En este caso es imposible aplicar y aflojar los frenos por medio de la llave automática del maquinista; pero pueden aplicarse o aflojarse por medio de la llave independiente.

Si la *parte* de la cañería general correspondiente a la defensa de la locomotora se rompe adelante de la llave de incomunicar y es necesario acoplar a un tren que queda adelante de la locomotora, y no habiendo vehículos atrás, úsese una *combinación de manguera* para conectar la manguera del freno a la manguera de señales en el extremo trasero del tender; debiendo estar abiertas las llaves angular y de incomunicar, y la llave de incomunicar de la línea del sistema de señales cerrada. Debe usarse otra *combinación de manguera* para conectar la manguera de señales en el extremo delantero de la locomotora a la manguera del freno del vehículo, y debiendo quedar abiertas las llaves angular y de incomunicar. En estas circunstancias los frenos de la locomotora y del tren pueden hacerse funcionar como de costumbre. Si la rotura ocurre en la locomotora atrás del ramal de la llave del maquinista, puede usarse un sistema igual al anterior. Cuando la cañería general *debajo del tender* se rompe, hágase que el tubo de señales tome el lugar de la cañería general, usando para el objeto una *combinación de manguera*, como queda descrito.

Tubo del Cilindro del Freno – Cuando se rompe un tubo del cilindro del freno, se escapa por él aire del depósito principal al aplicar el freno, ocasionando el afloje de uno o más de los cilindros del freno de la locomotora, dependiendo esto del punto en que tenga lugar la rotura. Si ésta no puede repararse, ciérrase la llave de incomunicar del tubo donde tuvo lugar la rotura. Si ésta se efectúa cerca del depósito de la válvula distribuidora, ciérrase la llave de incomunicar correspondiente al tubo abastecedor del depósito principal de la válvula distribuidora.

Tubo del Cilindro Aplicador – Al romperse el tubo del cilindro aplicador, tápese del lado correspondiente a la válvula distribuidora. Si la rotura tiene lugar *entre la válvula distribuidora y la T* de las llaves automática e independiente del maquinista, los frenos de la locomotora no pueden aplicarse por medio de la llave independiente, y queda nulificada la característica de sostener la presión; sin embargo, los frenos de la locomotora pueden aplicarse como de costumbre, por medio de la llave automática del maquinista, y aflojarse por medio de la misma llave en posición de *Marcha*. Si la rotura se efectúa *entre la llave automática y la T* puede aplicarse y aflojarse el freno independiente de la manera usual; pero se nulifica la característica de sostener la presión en emergencia. Cuando la rotura tiene lugar *entre la T y la llave independiente del maquinista*, los frenos de la locomotora no pueden aplicarse por medio de la llave independiente; pero subsiste la característica de sostener la presión en emergencia.

Tubo Para Aflojar de la Válvula Distribuidora – Cuando se rompe este tubo, no puede ser causa de una demora; porque simplemente nulifica la característica de conservar aplicado el freno de la llave automática del maquinista. Si este tubo se rompe *entre las dos llaves* del maquinista, los frenos de la locomotora se pueden conservar aplicados mientras los frenos del tren se aflojan y se recargan, siempre que se coloque la manija de la llave independiente del maquinista en posición de *Recubrimiento*; y los frenos de la locomotora pueden entonces aflojarse, regresando la manija de la llave independiente a posición de *Marcha*, o, el tubo para aflojar roto puede taparse del lado de la válvula distribuidora, y los frenos de la locomotora pueden aflojarse por medio de la llave independiente del maquinista en posición de *Aflojar*. Cuando la rotura ocurre *entre la válvula distribuidora y la llave independiente del maquinista*, tápese el tubo del lado de la válvula distribuidora. En este caso, los frenos de la locomotora pueden conservarse aplicados, como se menciona antes; pero para aflojarlos, debe llevarse la manija de la llave independiente del maquinista a posición de *Aflojar*.

Tubo del Depósito Equilibrante – En caso de rotura del tubo del depósito equilibrante, tápese el tubo en la unión de la llave del maquinista, y tápese también el orificio de escape de servicio de la cañería general. Una vez hecho esto y para poder aplicar los frenos, la manija de la llave automática del maquinista debe moverse gradualmente hacia la posición de *Emergencia*; haciendo cuidadosamente la reducción gradual y directa de la presión de la cañería general para una aplicación de servicio, y regresando en seguida la manija, también gradualmente, a posición de *Recubrimiento*.

Tubo Operador de Baja Presión – Cuando se rompe el tubo operador de baja presión, colóquese la manija de la llave automática del maquinista en posición de *Recubrimiento*, y tápese el tubo hacia el lado de la llave del maquinista.

En estas circunstancias, los frenos pueden hacerse funcionar como de costumbre, quedando regulado el compresor por la cabeza de alta presión del regulador.

Tubo de la Cabeza de Alta Presión del Regulador – Si se rompe este tubo, tápesele del lado del depósito principal, y entonces la cabeza de presión baja regulará a la presión del depósito cuando la manija de la llave automática del maquinista esté en cualquiera de las posiciones de *Aflojar*, *Marcha* o *Conservar*. Sin embargo, como la cabeza de alta presión queda incomunicada, el vapor que acciona al compresor debe regularse a mano, cuando la manija de la llave automática del maquinista esté en cualquiera de las posiciones de *Recubrimiento*, *Servicio* o *Emergencia*; a fin de impedir que se acumule en el depósito principal una presión excesiva.

239. Pruebas del compresor en el taller de reparación y en el camino. – La prueba de capacidad del compresor se debe hacer usando el sistema de prueba por orificio, cuándo las condiciones lo exigen; pero no menos frecuentemente que cada tres meses. El compresor de 9½" no debe funcionar a más de 120 carreras sencillas por minuto, manteniendo una presión de 60 psi en el depósito principal, y desalojando ésta por un orificio de 11/64". Para alturas de más de 1,000 pies la velocidad del compresor puede aumentarse a 5 carreras sencillas por minuto, por cada 1,000 pies de altitud.

Recomendamos el método siguiente para hacer la prueba mencionada:

Antes de hacer cualquiera prueba, el depósito principal debe purgarse y averiguar las fugas que haya en sus conexiones, como sigue: una vez obtenida la presión del depósito principal correspondiente al ajuste del regulador, ciérrase la llave de vapor del compresor. En seguida, ciérrase la llave de incomunicar del depósito; hágase salir aire de dicho depósito hasta que quedan aproximadamente 62 o 63 psi de presión. Déjese que la presión disminuya por fugas a 60 psi (esto con el objeto de que haya un equilibrio de temperaturas) y obsérvese el descenso que tenga lugar en la presión durante un minuto.

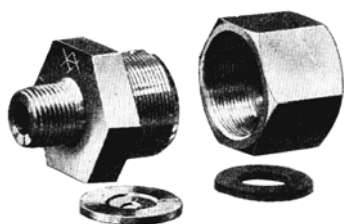


Figura 895 – Vista del Porta— Disco y del Disco, desarmados

Este descenso no debe exceder de 2 psi. Si las fugas son mayores, deben reducirse a ese límite antes de proceder a la prueba del compresor, porque si no, la prueba demostraría que las condiciones del compresor son más malas que las que efectivamente son, debido al trabajo extraordinario que tiene que hacer el compresor para suplir dichas fugas.

Después de que hayan sido probadas las fugas del depósito principal y sus conexiones, como queda dicho, el compresor debe probarse de la manera siguiente:

Colóquese el disco con orificio en el porta-disco especial, figuras 895 y 896, que se suministra para este objeto, y que debe conectarse por medio de un tubo a la llave de purga del depósito principal, como se ve en la Figura 897. También debe instalarse entre la llave de purga y el porta-disco un manómetro, como se muestra en la Figura 897.

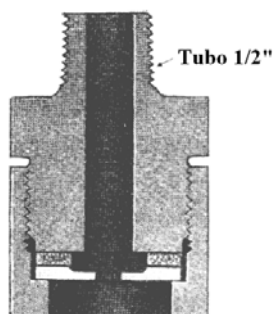


Figura 896 – Corte longitudinal del Porta— Disco y del Disco

En seguida ciérrase la llave de incomunicar del depósito principal. Póngase en funcionamiento el compresor para que levante la presión en los depósitos principales a un poco menos de 60 lbs. Abrase, entonces, la llave de purga para que quede comunicada con el orificio, y regúlese el abastecimiento de vapor al compresor de manera que la presión del depósito principal se sostenga aproximadamente a 60 psi. Cuéntense entonces las carreras que el compresor tenga que hacer para sostener la presión durante un minuto. El número de esas carreras no debe exceder de 120 para el compresor de 9½".

Durante estas pruebas debe tenerse la seguridad de que la presión de la caldera es, cuanto menos, suficiente para que constantemente el compresor pueda hacer el número de carreras requerido contra una presión de aire de 60 psi, estando la válvula de vapor del compresor completamente abierta.

240. Prueba de la parte de vapor. – Las pruebas de esta parte del compresor deben hacerse para averiguar si la eficiencia de la parte de vapor del compresor es inferior a la conveniente para que continúe en servicio, o si después de haber sido reparado se encuentra en las condiciones debidas para volverlo a poner en servicio.

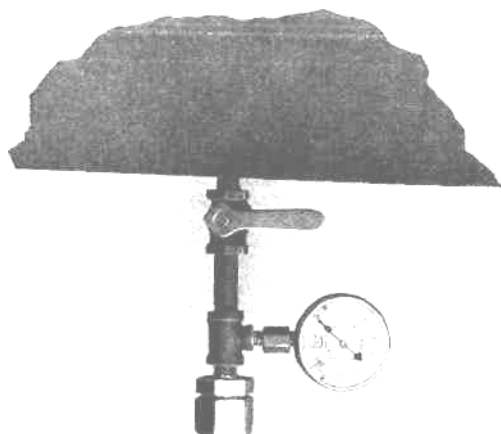
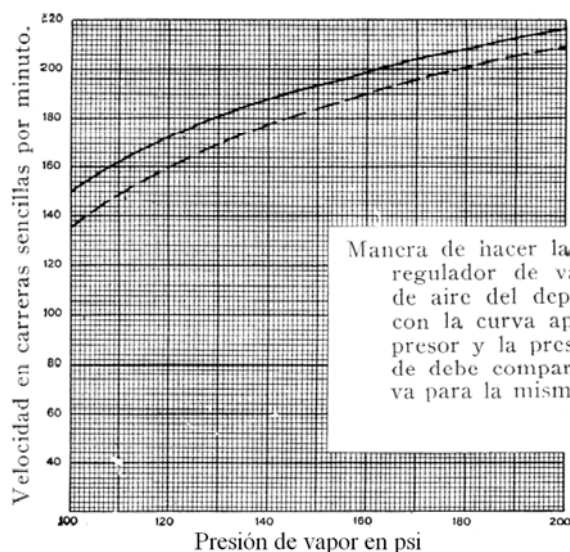


Figura 897 – Dibujo del Porta-Disco con orificio y manómetro unidos a la Llave de Purga del Depósito Principal

Los detalles para la prueba que se mencionan en seguida están basados en el funcionamiento de un número de compresores que pueden considerarse en condición media. Entiéndase bien que los límites fijados no son estrictos ni por los que debe condenarse un compresor, ni por los que puede fallarse que el compresor está en una condición perfecta. Realmente el límite para condenar un compresor, deben fijarlo aquellos que están familiarizados con las exigencias del servicio. Las pruebas mencionadas aquí, indican simplemente el método que recomendamos se siga para hacerlas.

Curvas de velocidad de los compresores de aire accionados por vapor, de $9\frac{1}{2}'' \times 9\frac{1}{2}'' \times 10''$ y $11'' \times 11'' \times 12''$ y de 59 libras y 66 libras respectivamente. Estas curvas deben usarse como base para probar la parte de vapor de los compresores.



Compresor de $9\frac{1}{2}'' \times 9\frac{1}{2}'' \times 10''$ y 59 libras de presión de aire.
Compresor de $11'' \times 11'' \times 12''$ y 66 libras de presión de aire.

Manera de hacer la prueba y de usar las curvas. Abrase el regulador de vapor del Compresor, régúlese la presión de aire del depósito principal al valor dado en relación con la curva apropiada; obsérvese la velocidad del compresor y la presión de la caldera. La velocidad observada debe compararse con la velocidad mostrada por la curva para la misma presión de vapor que se observe.

Ejemplo: Supongamos que se está probando un compresor de $9\frac{1}{2}''$, y las observaciones demuestran que la velocidad es de 169 carreras sencillas por minuto contra una presión de la caldera de 122 libras. La curva de $9\frac{1}{2}''$ muestra 174 carreras sencillas por minuto como la velocidad a la que el compresor debe funcionar estando en una condición media y funcionando en las condiciones observadas.

Figura 898 – Curvas para los compresores de $9\frac{1}{2}''$ y $11''$.

Al fijar un límite mínimo para no condenar el funcionamiento de un compresor, hay que tener presente que no debe fijarse demasiado bajo. Esto con el objeto de impedir que el compresor llegue a ponerse en condiciones tan malas que sea necesario hacerle reparaciones costosas. Por esta razón, recomendamos muy especialmente que el límite para condenar un compresor no debe jamás fijarse a menos de 75 por ciento para las pruebas siguientes de la parte de vapor, sin tomar en cuenta la clase de servicio que desempeñe, o la posibilidad aparente de que el compresor pueda cumplir con su cometido aún con una eficiencia considerablemente menor. Cuando las condiciones del servicio exigen condiciones más enérgicas, el límite para condenar el compresor debe aumentarse de acuerdo con el criterio de los que deben fijarlo.

La parte de vapor del compresor debe probarse de la manera siguiente:

Frenos

Abrase completamente la válvula de vapor del compresor, debiendo regularse la presión del depósito principal por medio de una llave o válvula que deje salir el aire a la atmósfera hasta que la presión en el depósito llegue a 59 psi, tratándose del compresor de 9 $\frac{1}{2}$ ". Una vez que se haya obtenido esta presión, debe observarse la presión de la caldera de la locomotora y la velocidad del compresor en carreras sencillas por minuto, y comparar la velocidad con la mostrada en la curva de la página 151 que representa el funcionamiento que debe tener la parte de vapor de un compresor que está en condiciones de eficiencia media.

Por ejemplo; supongamos que la válvula de vapor del compresor está completamente abierta y que la presión del depósito principal es sostenida a 59 psi por el compresor de 9 $\frac{1}{2}$ ", haciendo salir aire a la atmósfera a determinada proporción; se verá entonces que se obtiene una velocidad de 169 carreras sencillas por minuto con una presión de la caldera de 122 psi. La curva muestra que una presión en la caldera de 122 psi, y funcionando el compresor contra 59 psi de presión en el depósito principal, la velocidad del compresor debe ser de 174 carreras sencillas por minuto, si la parte de vapor del compresor está en condiciones medias. En cambio, si la velocidad que se observa es menor que la indicada por la curva para determinadas condiciones, los responsables del estado del compresor deben decidir si debe repararse el compresor.

Si el límite para condenar la parte de vapor se fija al 75 % del funcionamiento que debe tener el compresor en condiciones medias de eficiencia, la velocidad del compresor no debe ser menor del 75 % de la velocidad indicada por la curva en el punto correspondiente a las circunstancias especiales de la presión de vapor con la cual se esté probando el compresor. Por ejemplo, en el caso de que se trata, el compresor debe tener una velocidad no menor de 75 % de 174 carreras, o sean 131 carreras sencillas por minuto.

241. Pruebas del freno antes de salir del depósito. – Entiéndase que las instrucciones siguientes son dadas en un sentido general, y que para llenar las diferentes condiciones de cada ferrocarril, tienen que modificarse y suplementarse debidamente en cada caso.

Antes de proceder a hacer las pruebas, soplense el tubo de señales y la cañería general, cerrando y abriendo alternativamente las llaves angulares de la defensa de la locomotora y del extremo trasero del tender.

Obsérvese si el freno de aire se encuentra aparentemente en buenas condiciones. Colóquense las manijas de las llaves del maquinista en posición de *Marcha*, y véanse las presiones que marca el manómetro grande. Si éste no marca las presiones reglamentarias, ajústese la válvula de alimentación hasta que la aguja negra marque la presión debida; y si la aguja roja no marca la presión adecuada, ajústese el resorte regulador de la cabeza de presión de exceso del regulador. Hágase, en seguida, una aplicación ligera de los frenos con la llave automática del maquinista, dejando la manija de la misma en posición de *Recubrimiento*. Si la aguja roja del manómetro no llega a marcar la presión debida, ajústese la cabeza de presión alta del regulador del Compresor, hasta que la marque.

Hecho lo anterior, regrésese la manija de la llave automática de la posición de *Recubrimiento* a la de *Conservar*; y en esta posición la aguja roja del manómetro pequeño debe marcar que la presión de los cilindros del freno se mantiene prácticamente constante, a menos que los cilindros estén en muy malas condiciones.

Regrésese la manija de la posición de *Conservar* a la de *Marcha*; y obsérvese si los frenos de la locomotora se aflojan con prontitud.

Póngase la manija de la llave independiente del maquinista en posición de *Aplicación Lenta*; y véase si la aguja roja del manómetro pequeño indica que el ajuste de la válvula de reducción está correcto.

Muévase la manija de la llave independiente a posición de *Aplicación Rápida* y después a posición de *Aflojar*, para probar el estado del resorte para regreso de la manija.

242. Freno americano de las ruedas motrices. – Nunca puede ponderarse demasiado la importancia que tiene un buen freno de las ruedas motrices, no solamente porque las locomotoras actuales de mucho peso deben desempeñar la parte que les corresponde al frenar un tren, sino porque una fuerza retardadora uniforme entre la locomotora y los vehículos de un tren, tiende a reducir las sacudidas y tirones excesivos en la barra de arrastre.

El peso de una locomotora es equivalente siempre al peso total de *varios vehículos*. En consecuencia, el poder del freno definitivo, considerando todo un tren, depende directamente (siendo esto de mayor importancia de lo que generalmente se cree) de la eficiencia de los frenos de la locomotora. Por esta razón, deben frenarse también las ruedas de los bogies y/o bisseles de la locomotora, siempre que sea posible hacerlo, y muy particularmente cuando una parte importante del peso total de la locomotora descansa sobre esas ruedas.

Un freno de las ruedas motrices con zapatas con ceja y conservado en buen estado, hace durar las llantas un periodo de tiempo más largo que cuando se tiene poco o ningún cuidado con él; y como en el primer caso se obtiene un kilometraje mayor entre los periodos en que tienen que retornarse las ruedas, se reduce el costo de las reparaciones.

Con motivo de la variedad de tipos de locomotoras, la mayoría de los frenos de las motrices deben adaptarse especialmente para cada uno, y cualquier dato para este objeto, lo suministra gustosa la American Brake Company, de St. Louis, Mo.

