

Además, debe tenerse en cuenta en ambos aparatos el coste de las casetas en que se colocan, el de los hilos ó alambres de la línea del block y el de los semáforos y discos avanzados.

Separados los puestos de 3 á 4 kilómetros, el precio de establecimiento del block no es nunca inferior á 600 ó 700 pesetas por kilómetro.

Aparato Siemens y Halske.—El precio de instalacion vale de 1.000 á 1.200 pesetas por kilómetro cuando los puestos distan entre sí 3^k,5 por término medio.

Aparato Lartigue, Tesse y Prud'homme.—Los electro-semáforos de estos inventores cuestan 1.600 pesetas para las estaciones ó puestos extremos y 2.500 pesetas para las intermedias. El término medio del gasto total de la instalacion con puestos separados de 3,5 kilómetros es de 1.000 pesetas próximamente.

En resúmen: los gastos de instalacion difieren poco de 700 pesetas por kilómetro para los aparatos del segundo grupo y 1 000 para los del tercero.

(Se continuará.)

E. MARISTANY Y GIBERT.

FRENOS CONTÍNUOS

(Continuacion.)

Ligera descripcion del freno y de su funcionamiento.—Un tubo de conduccion de aire corre á todo lo largo del tren. Este tubo comunica por una parte con un depósito instalado en la locomotora, llamado depósito principal, en el que se comprime aire á cuatro ó cinco atmósferas con una pequeña bomba colocada sobre la caldera de la locomotora, y por otra con una série de depósitos auxiliares, fijados debajo de cada vehículo del tren (locomotora y ténder inclusive), y á los cuales lleva aquel tubo el aire comprimido. Cada uno de estos depósitos auxiliares comunica á su vez con un cilindro de émbolo, cuya varilla acciona por medio de una sencilla transmision sobre las zapatas de los frenos adoptadas á cada par de ruedas.

Un mecanismo de distribucion de aire, muy ingenioso, pero tambien bastante complicado, llamado por el inventor *triple válvula* (figuras 24 á 27 de la lámina 33), se interpone entre el depósito auxiliar y el cilindro de freno, y comunica además con el gran tubo que conduce el aire.

En el estado normal, es decir, cuando el tren está en marcha, todos los órganos, ménos el cilindro de freno, están llenos de aire comprimido.

Si el maquinista quiere detener el tren, abre una llave de tres vías colocada sobre el tubo de aire, y parte del aire comprimido, contenido en el

conducto general que se extiende á lo largo del tren, se escapa. Esta disminucion de presion dá lugar á que un pequeño émbolo, que se mueve dentro de la *triple válvula*, y cuya cara superior está en comunicacion con el depósito auxiliar y la inferior con el tubo general, descienda á consecuencia del exceso de presion del aire comprimido del depósito auxiliar. En su movimiento de descenso, el émbolo de la *triple válvula* arrastra una pequeña corredera, que descubre un orificio y permite al aire comprimido del depósito auxiliar, pasar al cilindro de freno para determinar el enfrenamiento al actuar sobre el émbolo, que manobra las palancas del freno propiamente dicho.

La rapidez y la energia del enfrenamiento dependen, como se comprende desde luégo, de la mayor ó menor velocidad de reduccion de presion en el tubo general, velocidad fácil de fijar por la mayor ó menor abertura de la llave de tres vías.

Para alojar los frenos, el maquinista coloca la llave de tres vías en su posicion inicial, y entónces la tubería general del tren vuelve á quedar en comunicacion con el depósito principal de aire comprimido colocado debajo de la locomotora; y el aire que penetra en dicha tubería, aumentando la presion, levanta el émbolo de la *triple válvula*.

Dos efectos resultan de este movimiento: 1.º Los pistones de los cilindros de los frenos, al ponerse en comunicacion con la atmósfera, cesan de estar comprimidos, y la accion de un resorte y el peso mismo de las piezas del freno colocan á los émbolos en su posicion primera, quedando al momento flojas las zapatas. 2.º Se establece la comunicacion entre la tubería general y el depósito auxiliar, que se carga de nuevo de aire comprimido y todo queda dispuesto para un nuevo enfrenamiento.

Maniobra por los diversos empleados del tren.—El enfrenamiento, en toda la longitud del tren, obteniéndose por una simple disminucion de presion en un punto cualquiera de la tubería general, se concibe que nada más sencillo que dar al jefe del tren y á los guarda-frenos para detener ó disminuir la velocidad del tren. Basta para esto poner á su disposicion en los furgones ó garitas de los coches frenos una llave ó válvula que comunique con la tubería general.

Se realiza, pues, por el intermedio de este freno un excelente medio de poner los agentes de los trenes en comunicacion entre sí, y se citan ya muchos casos prácticos en que los empleados de los trenes han podido hacer útilmente uso de este medio de comunicacion: así, por ejemplo, si un maquinista, ántes de tiempo ó por equivocacion de señales, ha puesto el tren en marcha ántes de subir á los coches todos los viajeros, el conductor de cola puede detener enseguida el tren por la maniobra de la llave puesta á su disposicion.

La facilidad de apretar los frenos por un empleado cualquiera del tren, permite adoptar con seguridad el medio de dejar de un tren rápido un grupo de coches en una estacion en que aquél no se detiene; solamente que para poder moderar la detencion del grupo de coches que se deje en la estacion, es preciso reemplazar en el coche-freno ó furgon que forme el último vehículo del grupo la llave sencilla por otra llave análoga á la que usa el maquinista, y añadir un pequeño depósito de aire que funcione como el de la locomotora.

Propiedad automotriz de este freno.—Sin entrar ahora en el exámen de las ventajas é inconvenientes de la automaticidad, porque esta cuestion se tratará más adelante, conviene consignar que en el caso de rotura de enganche ó de cualquier desarreglo del aparato que ocasione una depression del aire en la tubería general, los frenos funcionan por sí mismos y la detencion advierte á los empleados el estado del aparato. Toda fraccion desprendida del tren es por este sólo hecho enfrenada; en una palabra, el sistema en su conjunto es automático en el mayor grado.

Exámen de varios detalles importantes que demuestran las ventajosas condiciones de este freno.—Se ha visto que toda disminucion de presion en la tubería general determina el enfrenamiento automático. Para evitar que esta ventaja resulte un inconveniente, en el caso, por ejemplo, de escapes ligeros debidos á una causa cualquiera, se ha colocado en el tubo que va de la *triple válvula* al cilindro del freno una pequeña válvula (VI de la figura 30, lámina 34; figuras 36 y 37, lámina 36).

Si el aire, á consecuencia de un ligero escape, tien le á pasar lentamente desde el depósito auxiliar al cilindro del freno, la citada válvula permanece en su posicion normal, porque la fuerza del aire no es bastante grande para levantarla, y el que se escape pasa alrededor de ella y sale á la atmósfera sin llegar al cilindro de freno y sin producir, por consiguiente, el enfrenamiento (figura 36).

Por el contrario, cuando el aire comprimido pasa del depósito auxiliar al cilindro de freno, es decir, cuando el maquinista ó cualquier empleado abre la llave de tres vías ó las correspondientes válvulas de la tubería general, entónces la pequeña válvula se levanta por la fuerza del aire y queda fuertemente comprimida contra la parte superior de su caja, provista de una redondela de caoutchouc, destinada á hacer perfecta la junta; de esta manera no hay ninguna pérdida de aire al apretar los frenos (figura 37).

En una nueva disposicion ideada por M. Harrison, esta válvula, conocida con el nombre de *Leakage-valve*, ha sido suprimida y reemplazada por una pequeña ranura, abierta hácia el fondo de la carrera del émbolo en el cilindro motor. Si la cantidad de aire admitida en este cilindro no es considerable, pasa por la ranura y el freno no se aprieta; pero desde el

momento en que penetra gran cantidad de aire comprimido en el cilindro motor, la ranura es insuficiente para darle paso y el freno se aplica con toda su fuerza.

Con objeto de poder desengachar y quitar un vehículo del tren sin enfrenar cuando el freno está en presión, la tubería general va provista en las extremidades de cada coche de llaves (R de la figura 28), que están abiertas para la comunicación del aire comprimido entre todos los enganchados (salvo la llave de la cola del tren, que naturalmente debe estar cerrada), y cuando se quiere separar uno de ellos, basta cerrar las situadas en sus extremos.

También es posible suprimir el juego del freno de un vehículo sin inconveniente alguno para el general del sistema. Para conseguirlo, se ha colocado una pequeña llave en el punto de ramificación de la tubería principal con el tubo que va á la triple válvula (llave M de las figuras 28, 29 y 30). Esta pequeña llave interrumpe la comunicación entre la tubería y el tubo cuando se quiera aislar el freno del vehículo. La comunicación en el resto del tren queda inalterable.

Puede asimismo convenir en muchos casos aflojar los frenos sin interesar para nada la triple válvula, en caso de avería, por ejemplo; con este objeto se ha colocado otra llave (z de la figura 30) en el tubo que sirve para conducir el aire desde aquélla al cilindro de freno. Abriendo dicha llave, el aire de este cilindro se escapa á la atmósfera y es posible aflojar el freno á mano.

Regulador automático de la fuerza de aplicación del freno (figuras 38 y 39, lámina 36).—La teoría y la experiencia demuestran que la detención de un tren se obtiene (1) más rápida y suavemente cuando no hay calaje de las ruedas; y fundándose en esto M. Westinghouse, ha introducido una *válvula regulatriz automática* en su sistema de frenos, por medio de la cual el calaje de las ruedas puede evitarse casi por completo, á pesar de la reducción de la velocidad.

La *válvula regulatriz automática* tiene por objeto mantener la presión de las zapatas del freno sobre las ruedas durante todo el tiempo que se invierte en parar el tren, en el justo límite en que las ruedas, en lugar de rodar, tienden á deslizar sobre los carriles. La experiencia ha demostrado que esta condición es la que determina la detención más rápida del tren, y ha demostrado asimismo que el coeficiente de rozamiento de las zapatas sobre las llantas aumenta considerablemente con igual presión á medida que la velocidad de rotación de las ruedas disminuye, mientras que el coeficiente de adherencia de las ruedas sobre los carriles apenas varía. Se

(1) Experiencias hechas en Inglaterra por el capitán Douglas Galton.

sigue de aquí que para mantener las ruedas en el justo límite de deslizar sobre los carriles, es preciso ejercer sobre las llantas una presión más considerable al principio que al fin de la acción de los frenos.

Para llegar á este resultado, M. Westinghouse interpone entre cada triple válvula y el cilindro de freno que le corresponde, una válvula con una cabeza movida por el brazo mayor de una palanca, cuyo brazo menor está enlazado á la biela de suspensión de una de las zapatas del freno (figura 38).

La referida cabeza A está constantemente empujada por la varilla de un émbolo B, que á su vez lo está por la acción de un resorte C, que se gradúa de manera que se mantenga la cabeza de la válvula en la posición normal que corresponde á un rozamiento de los frenos sobre las ruedas, precisamente igual á la adherencia prevista para los carriles.

Mientras que la pieza A, que hemos llamado *cabeza de la válvula*, sigue en su posición normal, el aire comprimido pasa libremente de la triple válvula al cilindro motor en cuanto se abre la llave de tres vías que sirve para apretar los frenos; mas desde el momento en que el rozamiento de las zapatas supera el límite que le está asignado por la tensión del resorte, la cabeza de la válvula, cediendo al empuje de éste, bascula sobre uno de sus extremos y rechaza el émbolo. Este movimiento estrecha el paso del aire de la triple válvula al cilindro de freno, y si el rozamiento de las zapatas es todavía considerable, permite que una parte del aire del cilindro motor del freno se escape á la atmósfera por las aberturas a hasta que el rozamiento de las zapatas tome de nuevo su valor normal.

Este reciente aparato de M. Westinghouse es extremadamente ingenioso y muy eficaz cuando es nuevo; pero hay que temer que en la práctica experimente la suerte de la mayor parte de los aparatos de mecanismo delicado expuestos al polvo. Aún no puede fijarse con certeza su éxito porque hace poco tiempo que se emplea. No obstante, la triple válvula, que es también muy ingeniosa y delicada, se creyó en un principio que sería inaplicable, y los buenos resultados obtenidos en la práctica han demostrado lo contrario.

Válvula regulatriz de la presión del aire en el cilindro de freno (figuras 40 y 41, lámina 36).—M. Westinghouse ha ideado también, para evitar el calaje de las ruedas, una válvula que, hasta cierto punto, viene á ser lo mismo que la anterior.

La válvula se coloca junto al cilindro de freno en el tubo que va desde la triple válvula á dicho cilindro (válvula V de la figura 30). En su posición normal, cierra por medio de un resorte que se temple con una cierta tensión p y que la empuja constantemente una abertura practicada en aquel tubo.

Mientras que la presion del aire comprimido que actúa sobre el émbolo del cilindro del freno es inferior á la tension p del resorte, la válvula permanece cerrada (fig. 40), pero en cuanto la presion es superior á dicha tension, la válvula se levanta (fig. 41); y dá salida al aire comprimido, hasta que disminuyendo aquélla de nuevo, se hace inferior á p y se cierra otra vez la válvula.

La tension del resorte se puede graduar de manera que corresponda á una presion un poco inferior á la que produce el calaje de las ruedas, quedando, sin embargo, el freno con la mayor fuerza posible, como en otro lugar se ha explicado.

Regulador de presion de la tubería general.—Tambien se ha colocado en la máquina un regulador de presion, destinado á paralizar el movimiento de la bomba de compresion del aire en el momento en que la presion de la tubería general excede de cierto límite fijado de antemano. Esta disposicion consiste esencialmente en una especie de válvula de seguridad, montada en una ramificacion de la tubería general, y cuya varilla cierra la admision de vapor en la bomba en cuanto la presion del aire comprimido de la tubería alcanza el límite fijado.

Con esto se consiguen dos objetos: 1.º Mantener próximamente constante la presion en la tubería general, y hacer por lo mismo más fácil la accion de las válvulas regulatrices. Y 2.º No gastar inútilmente vapor en la alimentacion del depósito principal de aire comprimido.

Enfrenamiento moderador para la bajada de las fuertes pendientes.—Se creyó en un principio por muchos Ingenieros que no era posible bajar las pendientes con el freno automático de aire comprimido, y esto les preocupó grandemente, porque era un inconveniente de trascendencia.

Pero es sabido que cuando una depresion parcial se produce en la tubería general, el émbolo de la triple válvula descende y deja pasar una parte del aire del depósito auxiliar al cilindro motor. La tension de este aire disminuye entonces, puesto que el volumen ocupado ha aumentado por el desplazamiento del émbolo en el cilindro, y llega un momento en que el equilibrio se establece encima y debajo del émbolo de la triple válvula; mas la tension del aire encima de este émbolo continúa disminuyendo por la llegada del aire del depósito auxiliar hacia el cilindro motor, y por consecuencia, hay un momento en que el émbolo de la triple válvula se remonta suavemente é intercepta la comunicacion entre el depósito auxiliar y el cilindro de freno. Cuando esto tiene lugar, la tension del aire en el depósito y encima del émbolo de la triple válvula, ya no disminuye, y este émbolo queda estacionario, y el aire que se ha enviado al cilindro de freno queda en él encerrado, produciendo sobre las zapatas una presion

continúa, pero cuya intensidad está en relación con la depresión producida en la tubería general.

Se concibe, pues, fácilmente que enviando sobre los émbolos *una cantidad de aire* más ó ménos considerable, se obtenga un enfrenamiento que se *modere á voluntad*.

Quedaba por ver experimentalmente, si la práctica respondía al razonamiento teórico, y si diversas causas, como, por ejemplo, los escapes de aire ó los rozamientos en la triple válvula, hacían difícil, si no imposible, enfrenar moderadamente.

Las numerosas experiencias que sobre este particular hizo ya el año 1879 la Compañía de los ferro-carriles del Oeste de Francia, en pendientes de 17 y 18 milésimas y 6 kilómetros de longitud; las que posteriormente han hecho otras Compañías y la práctica constante del uso del freno, han demostrado de una manera que no deja lugar á duda, que la maniobra no ofrece ninguna dificultad para la bajada de las pendientes. Basta, en efecto, abrir de tiempo en tiempo la llave de tres vías, y con algun conocimiento del perfil de la línea, el maquinista obtiene fácilmente una velocidad muy regular, manteniendo al propio tiempo constante la presión en la tubería general. Con un poco de práctica, para dar desde luego á la manecilla de la llave la posición que corresponde á la presión del aire que se desea, se obtiene el resultado apetecido. El maquinista tiene además al alcance de su vista un manómetro, que señala en cada instante la presión del aire en la tubería general, y puede, por consiguiente, variar la llave si desde el primer momento no hubiese acertado.

Conservación de los aparatos.—El uso y la práctica han demostrado que los aparatos que constituyen el freno Westinghouse no exigen una conservación costosa si están formados de materiales escogidos.

Los cilindros y émbolos de los frenos y los pequeños depósitos de aire no necesitan casi nunca repararse. Los primeros se conservan engrasando cada dos meses con aceite de petróleo las guarniciones de cuero.

La tubería general y los tubos colocados debajo de los vehículos, presentan gran número de codos; pero se obtiene completa seguridad y duración, escogiendo tubos de hierro de excelente calidad y adoptando para las juntas el tipo llamado *soldadura con recubrimiento*; han de ser además de espesor constante y estar ensayados á veinte atmósferas.

(Se continuará.)

E. MARISTANY Y GIBERT.

MADRID: 1885.

ESTABLECIMIENTO TIPOGRAFICO DE GREGORIO JUSTE.

Calle de Pizarro, número 45, bajo.