

por vacío en el de aire comprimido.

VENTAJAS DEL AIRE COMPRIMIDO

Las ventajas del aire comprimido sobre el vacío, esencialmente, son las siguientes:

— Menor volumen y peso de los aparatos y tuberías, lo que permite instalar fácilmente mayores potencias de frenado. El aire comprimido trabaja con presiones del orden de 5 bar, mientras que con vacío, las depresiones obtenidas son siempre inferiores a 1 bar, valor que correspondería al vacío absoluto (1 bar es, aproximadamente, igual a 1 kg/cm²).

— Los avances tecnológicos se centran casi exclusivamente en el sistema de aire comprimido. Por ejemplo, el freno electropneumático, que permite la aplicación instantánea y simultánea del freno en todos los coches que componen el tren, ya que las órdenes de frenado y aflojamiento se transmiten eléctricamente.

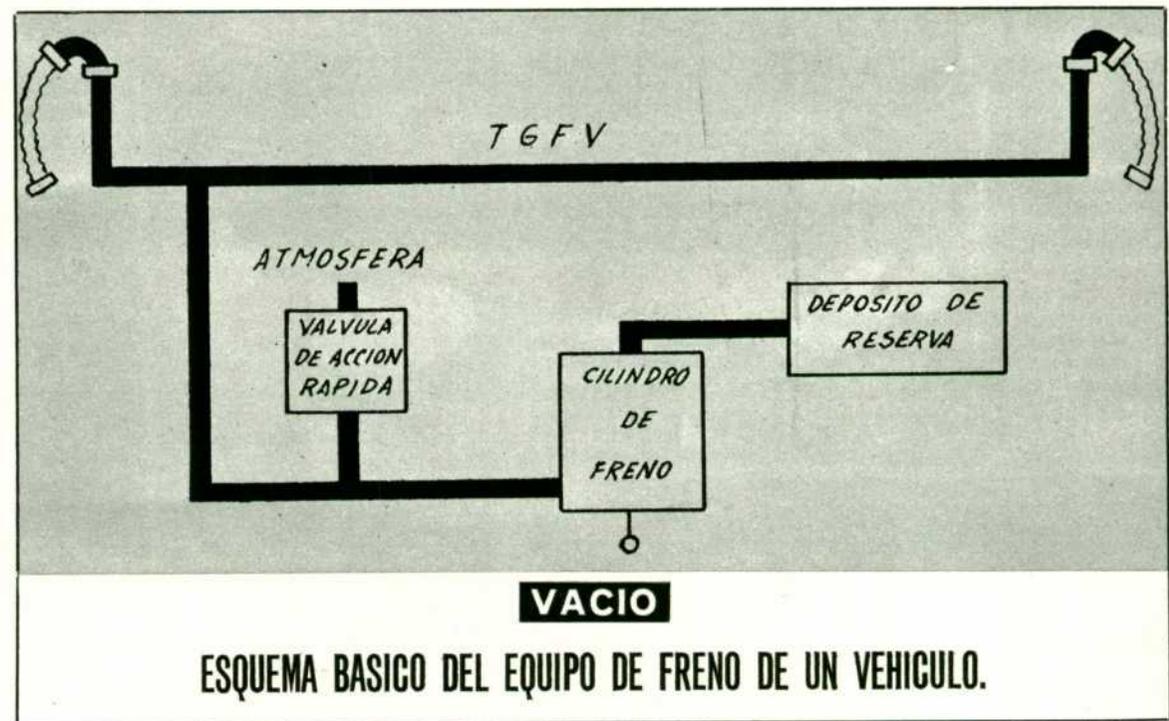
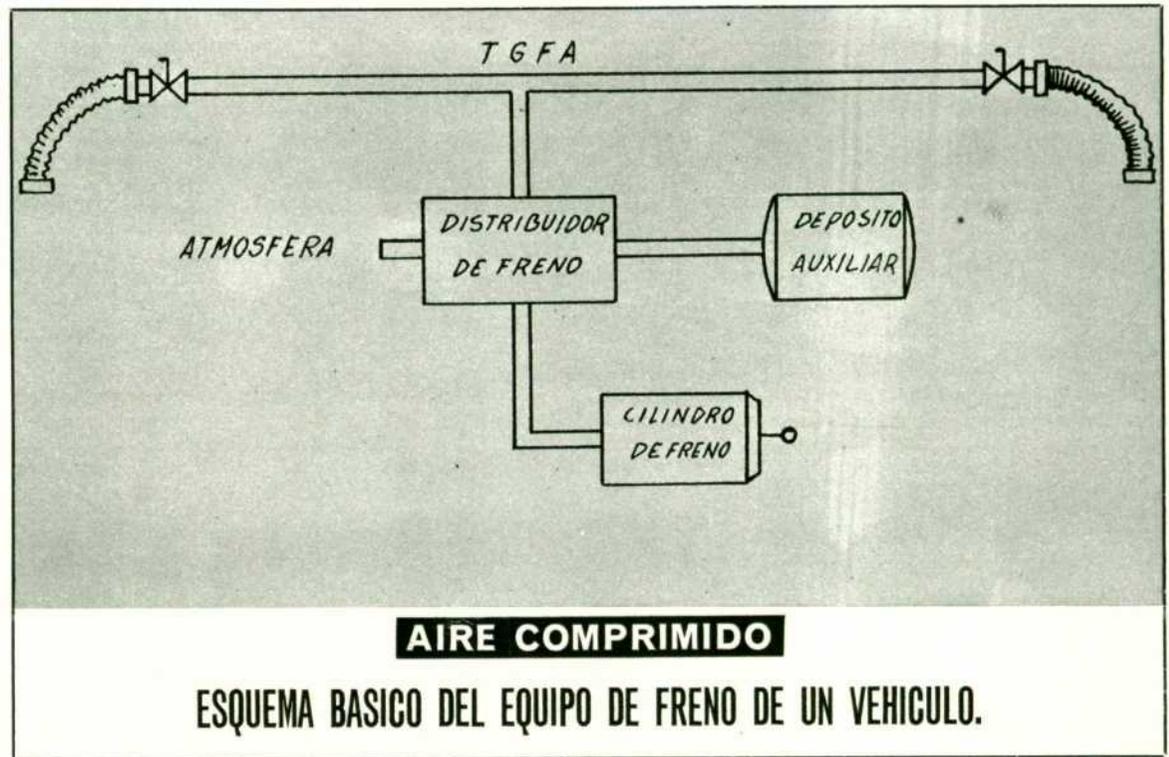
— El aflojamiento de los frenos se obtiene mucho más rápidamente, ya que el aire comprimido se almacena fácilmente en depósitos. También la aplicación de los frenos es más rápida que en vacío.

— Es más fácil detectar las fugas, lo que facilita la conservación y buen funcionamiento de los equipos.

— Como consecuencia de las mayores potencias de frenado y menor tiempo de aplicación de las zapatas, se consiguen menores distancias de frenado, o bien, se puede aumentar la velocidad de los trenes conservando la misma longitud de parada.

EL FRENO DE VACIO

Es el sistema de freno utilizado hoy día en los trenes de RENFE, a excepción de los autónomos. Esencialmente consta, en cada vehículo, de un cilindro vertical de freno, cuya parte inferior está conectada a la tubería general de freno de



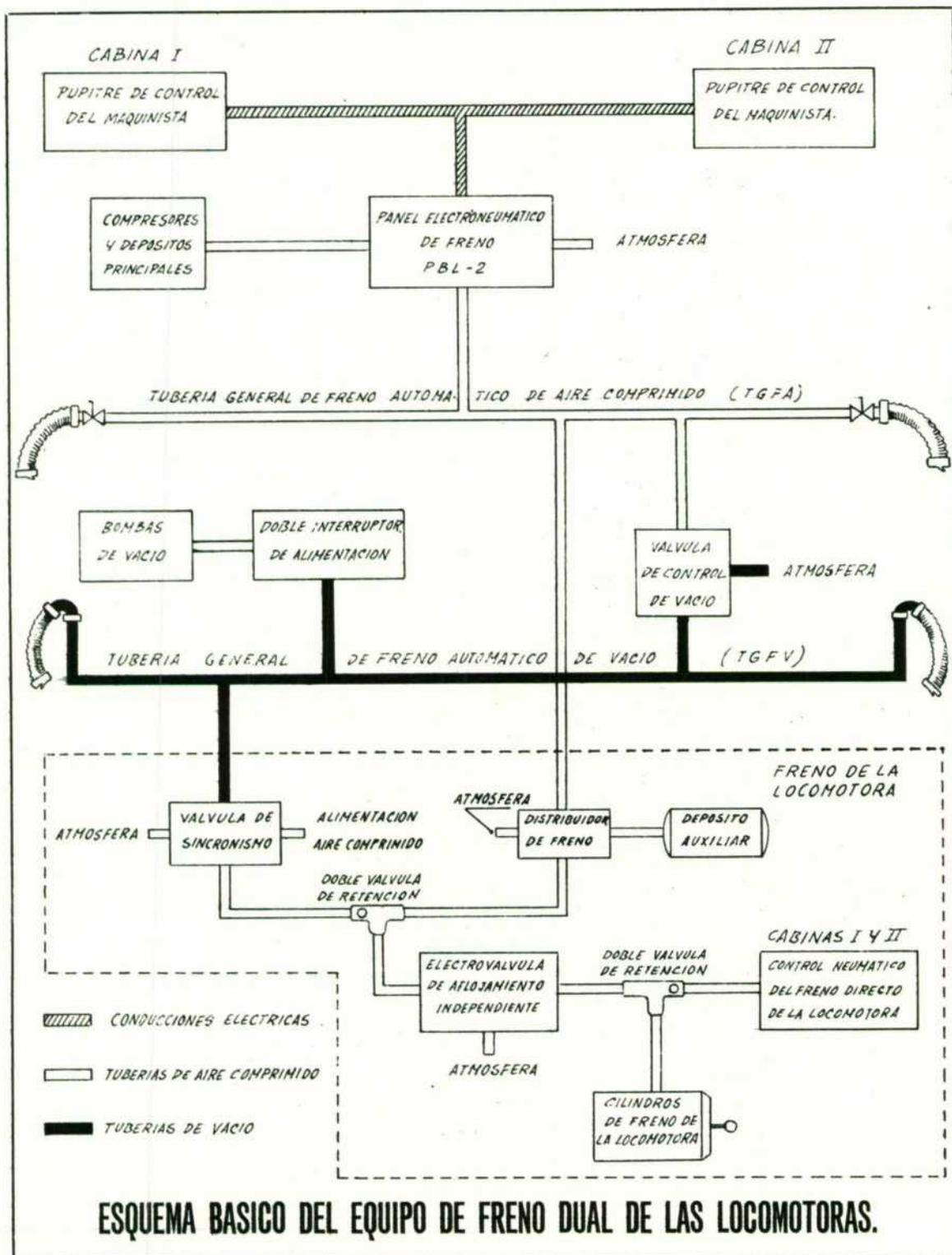
vacío (TGFV) que recorre todo el tren, y la parte superior, al depósito de reserva. Durante la marcha, la bomba de vacío de la locomotora mantiene un grado de vacío de unos 55 cm. de mercurio en todo el sistema descrito. Al frenar, el maquinista provoca la entrada de aire en la TGFV, que llega a la parte inferior del cilindro de freno. Mientras tanto, el vacío se mantiene en la parte superior del cilindro y en el depósito de reserva, originando —la diferencia de depresiones exis-

tente— el desplazamiento del pistón hacia arriba y la consiguiente aplicación de las zapatas de freno. Por el contrario, si desde la locomotora se efectúa el vacío en la TGFV, se producirá el descenso del pistón del cilindro de freno y el aflojamiento de las zapatas. El freno es automático, ya que un corte de tren provoca la entrada de aire en la TGFV el consiguiente frenado a fondo de ambas secciones del tren. Existe también una válvula de acción rápida que permite la entrada de aire

cuando sea necesario para obtener una rápida aplicación del freno.

EL FRENO DE AIRE COMPRIMIDO

Una tubería general de freno de aire comprimido (TGFA) recorre todo el tren. En cada vehículo del tren existe, fundamentalmente, un distribuidor, un cilindro de freno y un depósito auxiliar. Durante la marcha del tren se mantiene una presión de 5 bar en



la TGFA y en el depósito auxiliar. Cuando el maquinista produce un descenso de presión en la TGFA, el distribuidor hace pasar parte del aire comprimido almacenado en el citado depósito auxiliar al cilindro de freno, lo que provoca la aplicación de las zapatas de freno. Contrariamente, al elevar el maquinista la presión de la TGFA, el distribuidor pone el cilindro de freno en comunicación con la atmósfera, produciéndose el aflojamiento del freno. El máximo esfuerzo de frenado se consigue

cuando la presión de la TGFA desciende a 3,5 bar o menos. Si se produce un corte de tren, el aire comprimido de la TGFA se escapa totalmente, produciéndose un frenado de urgencia en las dos secciones del tren. Por ello, se dice que el freno es automático.

PRINCIPIOS DEL FRENO DUAL

La primera fase de la transformación del sistema de freno de vacío al de aire

comprimido es la instalación de un equipo de freno dual en las locomotoras. Con dicho equipo, la locomotora es capaz de remolcar y frenar, indistintamente, trenes de vacío o de aire comprimido.

La filosofía del sistema dual aplicado se basa en asignar el papel fundamental al freno de aire comprimido, mientras que el de vacío queda como un equipo superpuesto a aquél. De este modo, cuando el día de mañana ya sólo existe freno de aire en todo el material

remolcado, se procederá al desmontaje y eliminación de esos elementos superpuestos, con lo que el freno dual de la locomotora quedará reducido y simplificado en uno normal de aire comprimido. En el equipo dual, el paso del sistema de aire al de vacío y viceversa, se efectúa simplemente cambiando la posición de un conmutador eléctrico.

Independientemente de que el tren arrastrado esté equipado de freno de aire o vacío, las operaciones que ha de realizar el maquinista para el manejo del freno son idénticas en ambos casos. La clásica válvula neumática de freno con la que el maquinista controlaba el freno del tren, ha sido sustituida por un pupitre de control compuesto, fundamentalmente, por pulsadores o interruptores eléctricos, mediante los cuales el maquinista ejerce el control del freno del tren y de los correspondientes instrumentos neumáticos de medida.

EL PANEL ELECTRONEUMATICO DE FRENO PBL-2

Es el elemento fundamental para el control del freno. Este sistema se utiliza en las locomotoras de la SNCF. Su misión es controlar la presión existente en la TGFA en función de las órdenes eléctricas recibidas desde el pupitre de control del maquinista.

Esencialmente, el maquinista ejerce el control del freno mediante una pequeña palanca que puede adoptar tres posiciones:

— Pulsando en el sentido de «frenar», con lo que la presión de la TGFA desciende y se produce la aplicación de los frenos en todo el tren. Esta aplicación es máxima cuando la presión es igual o inferior a 3,5 bar.

— Pulsando en el sentido de «aflojar», con lo que la presión de la TGFA aumenta hasta llegar a 5 bar, presión que corresponde al aflojamiento total de los frenos del tren.

— Posición central de reposo, en la que, automáticamente, se mantiene en la TGFA el grado de presión obtenido entre 5 y 3 bar. Si la presión era inferior a 3 bar, automáticamente

sube hasta alcanzar dicho valor.

La palanca, en cada una de las tres posiciones citadas, abre o cierra los correspondientes contactos eléctricos, emitiendo la correspondiente orden eléctrica al panel de freno PBL-2. Se trata, por tanto, de un control totalmente eléctrico, en contraposición a los sistemas neumáticos utilizados hasta el momento presente en las locomotoras. En un sistema así concebido, serán fácilmente aplicables en el futuro los avances tecnológicos que permita el desarrollo de la cibernética en cuanto a mando automático de trenes.

El panel de freno PBL-2 convierte las órdenes eléctricas que recibe en el correspondiente grado de presión de la TGFA, alimentándola con aire comprimido o poniendo en comunicación con la atmósfera la citada tubería, según corresponda a la orden emitida desde el pupitre de control por el maquinista. El grado de presión obtenido en la TGFA controla el frenado de todo el tren, incluida la locomotora. Esta, al igual que cualquier otro vehículo del tren, posee su distribuidor, depósito auxiliar y cilindros de freno, que producen la aplicación o aflojamiento de los frenos en función del grado de presión de la TGFA, del modo que ya se indicó antes.

El pupitre de control posee, además, los mandos eléctricos siguientes:

— Pulsador de aflojamiento rápido, con el que se consigue alimentar con un gran caudal de aire la TGFA y, por consiguiente, un veloz aflojamiento de los frenos del tren al elevarse rápidamente la presión de dicha tubería. Finalmente queda establecida la presión de 5 bar en la TGFA.

— Interruptor de sobrecarga, que eleva la presión de la TGFA a 5,4 bar, con objeto de asegurar un completo aflojamiento del freno de todos los vehículos del tren. Al abrir el interruptor, la presión desciende lentamente hasta 5 bar. Un piloto luminoso se enciende mientras que el interruptor está cerrado.

— Pulsador de aflojamiento independiente, que permite aflojar el freno de la



Testero de la locomotora 289-037, dotada de freno dual. En la parte inferior se encuentran la TGFV y la TGFA.

El sistema de freno de trenes por aire comprimido es el más extendido en los ferrocarriles de todo el mundo.

locomotora mientras se encuentra aplicado el del tren.

El panel de freno PBL-2 permite el uso futuro, con sencillas modificaciones, de un freno electroneumático del tren.

EL VACIO EN EL SISTEMA DUAL

Cuando el tren arrastrado posee freno de vacío, la depresión de la TGFV es función del nivel de presión existente de la TGFA. El

control del freno se efectúa gracias a la válvula de control de vacío, que permite la entrada del aire necesario en la TGFV, para obtener el grado de vacío correcto, de acuerdo con la presión de la TGFA. Las bombas de vacío (una o dos) aspiran el aire de la TGFV a través del doble interruptor de alimentación, que puede adoptar tres posiciones (cerrado, aspiración con pequeño caudal y aspiración con gran caudal), de acuerdo con las órdenes dadas por el maquinista en su pupitre de control.

El frenado de la propia locomotora se consigue, en este caso, mediante una válvula de sincronismo que efectúa la alimentación de los cilindros de freno con una presión que es función del grado de vacío de la TGFV.

OBSERVACIONES FINALES

El freno de la locomotora se puede controlar directa e independientemente del tren mediante una válvula neumática situada en cada pupitre de control del maquinista. Esta misma válvula puede gobernar el freno del tren en caso de avería del sistema de mando eléctrico, actuando directamente sobre el panel de freno PBL-2.

En cada cabina de conducción existen dos válvulas cuya actuación por el personal de conducción provoca el frenado de urgencia de todo el tren, poniendo en comunicación directa con la atmósfera la TGFA y TGFV.

Interesa señalar que simultáneamente con el freno dual se instalará el sistema de vigilancia automática («hombre muerto» de doble seguridad) en las locomotoras que no lo poseen, y que produce el frenado de urgencia de todo el tren cuando el maquinista deje de pulsar intermitentemente el correspondiente pedal de acuerdo con una secuencia establecida, aumentando así notablemente la seguridad de la circulación de nuestros trenes.

Finalmente, cabe indicar que se han respetado estrictamente las especificaciones internacionales de la UIC sobre el frenado de trenes.

■ J. A. M.