

Sistema de prueba de freno en estaciones de clasificación de vagones de mercancías

Brake test unit for marshalling yard of freight wagons

Sergio Granda Torres

Master Universitario en Sistemas Ferroviarios
Universidad Pontificia Comillas (ICAI)

Resumen

El objetivo de este artículo es el desarrollo de un sistema de prueba de freno en estaciones de clasificación de vagones de mercancías (ECVM). Se ha desarrollado un sistema que puede ir acoplado en paralelo al sistema de freno de cualquier locomotora con un automatismo para la ejecución del ensayo, con el que un único operario o el propio maquinista, mediante una Unidad Móvil Portátil, puede actuar sobre el mando de freno de la locomotora de manera remota y al mismo tiempo revisar las distintas fases de control de fugas, apretado y aflojado del freno cuando recorre la composición de vagones acoplada.

Palabras clave: Trenes de mercancías, freno, estaciones de clasificación, prueba de freno.

Abstract

The aim of this paper is to provide the development of a brake testing system in marshalling of freight wagons. A new system has been developed, which can be coupled in parallel to the brake system of any locomotive with a control system in order to perform the assay.

Therefore, a single operator or the train driver himself, with the help of a portable mobile unit may act on the knob locomotive brake remotely while reviewing the various leak phases such as: fastening and loosening the brake as it travels the composition of coupled wagons.

keywords: Freight wagons, brake, marshalling yard, brake test.

1. Principio de funcionamiento de freno de tren.

En la actualidad, las locomotoras suelen equipar dos tipos de frenos: Freno directo y Freno indirecto.

1.1. Freno directo.

Es el freno neumático más sencillo accionado desde una posición para todo el tren. Mediante un conducto continuo de aire (tubería de freno directo) se alimenta directamente a los cilindros de freno de cada uno de los vehículos de la composición. Sus principales **inconvenientes** en composición son:

- Es irregular en la estructura de la fuerza de frenado (no uniforme) y actúa de forma muy lenta en el final del tren.
- No cumple con los requisitos exigidos a un freno en composición, es decir, no es un freno automático, en caso de rotura de la manga de unión entre vehículos la composición se queda sin freno. Por otro lado no cuenta con una eventual reserva de aire para el frenado.

Actualmente el freno directo se utiliza en locomotoras y vehículos tractores a nivel local como freno alternativo al automático (como sistema adicional de seguridad) y sólo cuando el vehículo circula sin composición acoplada.

1.2. Freno indirecto

Las composiciones de vagones de mercancías van equipadas con un freno indirecto. En Europa el funcionamiento de estos frenos está regulado por la UIC “*Union Internationale de Chemin de Fer*”. Todos los vagones están comunicados neumáticamente mediante la Tubería de Freno Automático (TFA). Cuando la presión en la TFA corresponde a 5 bar el freno está aflojado es decir 0 bar en los cilindros de freno. El máximo esfuerzo de frenado se consigue cuando se baja la TFA 1,5 bar, es decir hasta un valor de 3,5 bar. El freno automático significa una considerable mejora respecto a los frenos directos:

- Es un freno de aire continuo y el freno se acciona desde una posición para todo el tren.
- Acción automática, en caso de corte de tren se frena automáticamente la composición.

La fuerza del freno en cilindros se produce por aire a presión (aire comprimido). El aire tiene dos funciones:

1. Producir una fuerza (a través de los cilindros de freno)
2. Transmitir una señal (a través de la tubería que recorre el tren)

2. Estaciones de clasificación de vagones de mercancías.

En una red ferroviaria donde el número de estaciones es muy elevado existe una gran cantidad de posibles combinaciones que pueden darse entre los puntos origen y destino de los vagones. Las Administraciones Ferroviarias intentaron dar solución a esta problemática creando las llamadas “estaciones de clasificación”, encargadas de centralizar y organizar las facturaciones de todas las estaciones situadas en su área de influencia.



Figura 1. Esquema de estación de clasificación de mercancías.

La operativa de las estaciones de clasificación es la siguiente:

1. Todos los trenes que llegan a la estación de clasificación desde los distintos orígenes de su área de influencia son estacionados en un haz de recepción. Allí se libera la locomotora, se desenganchan los vagones y se dejan “no frenados”.
2. Para pasar el tren al haz de clasificación se sitúa un tractor de maniobras en cola de tren y empujando hacia el llamado “lomo de asno”, se posibilita el que cada uno de sus vagones sea encaminado a la vía correspondiente de la estación de clasificación del área de influencia de su destino.
3. Los vagones de distintos trenes de llegada van estacionándose en las correspondientes vías de ese haz, pero para que puedan constituir un tren hay que unirlos, con gancho de acoplamiento y tubería de freno, y limitar su longitud y masa a la capacidad de la locomotora que lo vaya a remolcar y a los condicionantes de las estaciones de la línea por la que vaya a circular.
4. Adecuados los extremos, el tren, ya formado, se pasa con un tractor de maniobras al haz de expedición, donde espera a la hora de salida, el acoplamiento de la locomotora que lo va a remolcar hasta destino.

3. Ensayo de Freno.

Los vagones poseen un freno puramente neumático, y es muy importante que una vez que el tren este formado, se realice una prueba de freno para verificar la seguridad del tren completo antes de salir de la estación de clasificación. Por otro lado hay que calcular la capacidad de frenado de la composición (porcentajes de frenado). También es necesario comprobar que la TFA esté conectada correctamente a través de todo el tren entre los diferentes vehículos. Y por último el funcionamiento del sistema de freno de cada uno de los vagones.

Si no se realizan estas comprobaciones se corre el riesgo de que algunos vagones de la composición, estén frenados o su freno este estropeado. Si están frenados, la locomotora tiene suficiente potencia para arrástralos y en consecuencia se crearían planos en las ruedas y un desgaste muy grande en estas, también podrían saltar chispas, que llegarían a campos o pastos provocando incendios. Si los vagones están aflojados, puede que cuando se demande freno a toda la composición, estos vagones no frenen y no haya suficiente capacidad de frenado para las prestaciones previstas en la composición, con lo que en el peor de los casos podría dar lugar a un gran accidente.

El proceso de prueba de freno sigue el siguiente diagrama presión en TFA-tiempo:

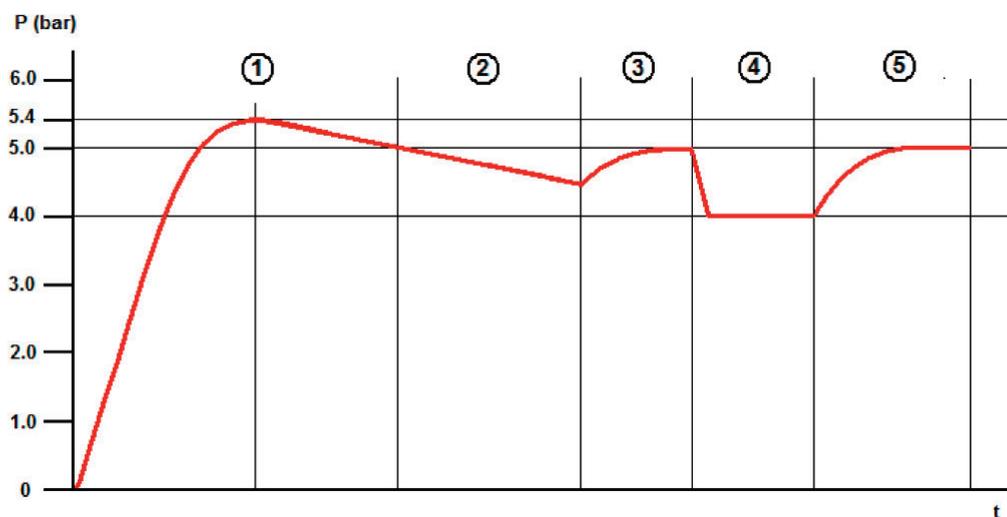


Figura 2. Proceso de Prueba. Presión en TFA - Tiempo

Y se divide en 5 partes:

- 1. Sobrecarga.** Se llena el tren con aire comprimido (con un proceso de ecuilización adicional 5,4 – 5 bar). Esto se realiza para asegurar que los distribuidores de la composición dispongan de la misma presión de referencia de freno.
- 2. Comprobación de fugas,** después de un minuto desde que se aísla el sistema, el valor mínimo de la presión en TFA debe ser superior a 4,5 bar. (0.5 bar/min).

3. Rellenado del sistema, para alimentar las posibles fugas que hayan podido producirse.

4. Reducción de la presión en la TFA para apretar los frenos y comprobar si se han apretado todos los frenos de la composición.

5. Aumento de la presión en la TFA para aflojar los frenos y comprobar si se han aflojado todos los frenos de la composición.

4. Unidades de ensayo de freno actuales.

Actualmente el proceso de Prueba de Freno, se puede realizar de dos formas:

4.1. Unidades de ensayos de frenos en parada UEFP (Sistema más extendido en Europa).

El sistema se basa en que un operario conecta un sistema estático de ensayo de frenos a la Tubería de Freno Automático (TFA) de la composición y el mismo operario mediante una Unidad Móvil Portátil, actúa sobre la UEFP y realiza el ensayo de freno para comprobar la funcionalidad de los frenos, recorriendo la composición en uno y en otro sentido.

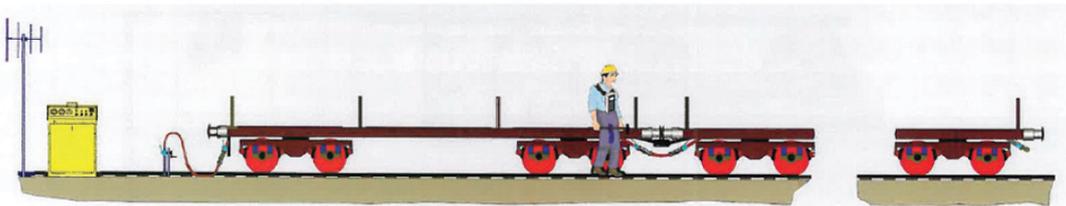


Figura 3. Ensayo de Freno con Unidad de Ensayos

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> - Solo necesario un operario. - No necesaria la locomotora. - Flexible 	<ul style="list-style-type: none"> - Alto coste de infraestructura y Gran cantidad de unidades en diversos puntos de la estación de clasificación. - Es necesario un sistema centralizado de producción y tratamiento de aire comprimido para alimentar a las distintas unidades.

4.2. Con Locomotora (Sistema Utilizado en España).

La composición de vagones se acopla a la locomotora, y se conecta la TFA. En este sistema es necesario dos personas: el maquinista el cual actúa sobre el freno, mientras que a lo largo de la vía un operario revisa si se aflojan o se aprietan los frenos. Los dos mantienen comunicación mediante un walkie talkie.

Es un sistema sencillo y totalmente manual, en el que no es necesario ningún sistema adicional. El inconveniente principal es que en el momento del ensayo, ni el maquinista ni la locomotora están operativos para otros trabajos y son necesarias dos personas.

5. Sistema de ensayo en composiciones.

Para llegar al diseño definitivo del nuevo sistema es necesario primero analizar las diferentes seguridades que posee la locomotora para elegir el lugar adecuado donde se instalara el dispositivo. Sera necesario analizar los diferentes circuitos que componen el nuevo sistema y por ultimo incorporarle una serie de elementos de supervisión.

5.1. Seguridades de la locomotora

En una locomotora que es un vehículo que puede circular aislado, por seguridad se necesitan dos tipos de frenos diferentes: freno directo de locomotora y freno indirecto. Cuando la locomotora va sola utiliza el freno directo, aunque también podría utilizar el indirecto, pero el tiempo de aflojamiento cuando se utiliza el freno directo es de 6 a 8 s. Por el contrario cuando se utiliza freno indirecto los tiempos de aflojamiento oscilan de 15 a 20 s, por tanto se suele utilizar el freno directo ya que es más rápido en su ejecución. Cuando va en composición el freno directo no se puede utilizar, porque solo se frenaría la locomotora, y no la composición entera acoplada. La locomotora también integra ciertos sistemas de seguridad conectados a la TFA:

- **Seta de Maquinista:** se trata de un dispositivo manual situado en la consola de mando de la locomotora, el cual es accionado mediante un golpe seco sobre un pulsador. En el momento en el que se pulsa la seta se pone en contacto la tubería de freno automático con la atmosfera mediante una gran sección de paso, provocando una rápida caída de presión de la TFA y en consecuencia una aplicación de los frenos.

- **SIFA:** se trata de un dispositivo compuesto por una válvula de vigilancia autopilotada por la propia presión de TFA a través de un paso calibrado y que por desexcitación de una electroválvula evacua la presión de pilotaje provocando la apertura de la TFA a la atmósfera a través de una gran sección de paso. Es un dispositivo que cuelga directamente del hilo de lazo de emergencia y cualquier incidencia o actuación sobre dicho lazo de seguridad provoca su actuación. Integra además un dispositivo de aislamiento con contactos eléctricos para indicación de estado.

5.2. Integración del sistema en la locomotora.

Después de analizar los dos frenos de la locomotora y los sistemas de seguridad integrados en esta. Se llega a la conclusión de que el sistema deberá ir en un lugar en el cual no interfiera en la aplicación del freno provocada por estos aparatos. Por otro lado deberá estar en un lugar que le permita regular la presión de freno de toda la composición, subiendo o bajando la presión dependiendo en la fase del proceso de prueba en la que se encuentre.

El lugar elegido se sitúa entre la válvula de freno indirecto de maquinista y la TFA (señalado en la figura 4). Este lugar permitirá regular la presión de la TFA dependiendo de la fase de la prueba en la que se encuentre, también simular un frenado de la misma forma que lo haría el sistema de la locomotora sobre la composición, y por otro lado no afectará a la seguridad del funcionamiento del freno, ya que:

- Si por cualquier motivo se actúa sobre el pulsador de la seta de maquinista, la TFA se pondrá en contacto con la atmosfera, y nuestro sistema por su ubicación no interferirá en el proceso.
- Si debido a cualquier incidencia se actúa sobre el hilo de lazo de emergencia y se desenergiza la SIFA, lo que llevaría a poner en contacto la TFA la atmosfera y su posterior bajada de presión, este sistema por su ubicación no interferirá en el proceso.
- Permite tener activas las seguridades de la válvula de freno del conductor: limitación de caudal, autorecubrimiento, etc.

Adicionalmente se ha añadido una válvula de retención. Esta válvula permite el paso de aire solo en un sentido y siempre que la presión sea mayor en el primario (B) que en el secundario (A). Es decir, si la **Presión A > Presión B** la válvula **no permitirá el paso de aire**, en cambio, si la **Presión A < Presión B** la válvula **si permitirá el paso del aire**.

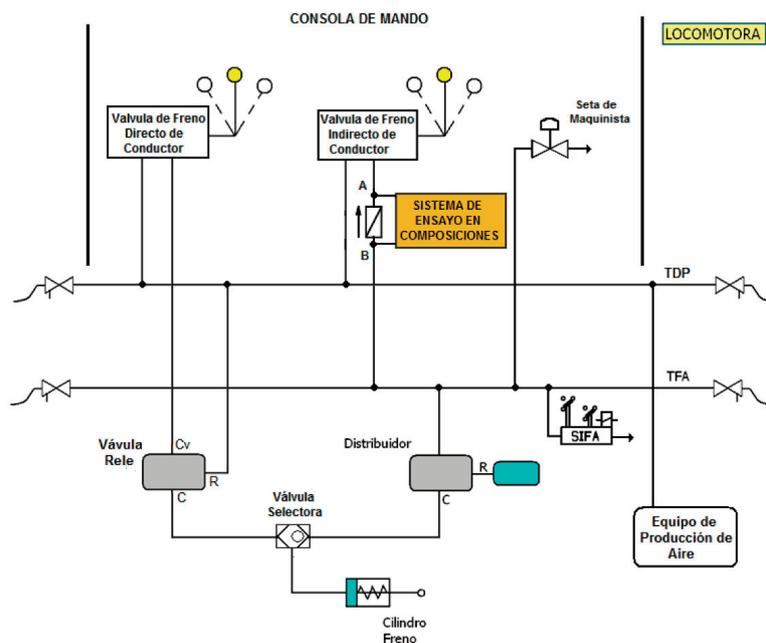


Figura 4. Localización del Sistema de Ensayo en Composiciones dentro de la Locomotora

5.3. Sistema de ensayo.

Si observamos la *figura 5* podemos apreciar los diferentes circuitos que componen el dispositivo:

Circuito de Potencia Neumática

- Válvula de pistón posición .01, la cual permanecerá cerrada cuando no tenga presión en el pilotaje y por tanto aislara el sistema de prueba de freno. Controlada por la misma presión de pilotaje se encuentra la válvula de pistón posición .08, la cual permanecerá abierta cuando no tenga presión el pilotaje, y por tanto cuando el sistema de ensayo no este activo permitirá el paso a la TFA del aire procedente de la válvula de freno indirecto de conductor.
- Válvula de pistón posición .04, pilotada externamente y cuya función será la de cerrar o abrir el paso de aire procedente de la valvula Relé.
- Válvula Relé posición .05, cuya función será la de generar la misma presión amplificada en caudal que llegue a la válvula por la entrada Cv procedente del circuito de mando, para ello cogerá aire de la boca R, la cual procede de la válvula de freno indirecto de conductor. Si existe una sobrepresión en TFA respecto a la presión Cv será eliminada por la salida 0. El aire a presión saldrá de la válvula relé por el puerto C.
- Transductor posición .06, este elemento transformará presión de entrada en una corriente de salida entre 4 y 20 mA, la cual será registrada y valorada por la microelectrónica del sistema. Con este transductor se conocerá la presión que se envía a la TFA de la composición.

Circuito de Control

Electroválvula posición .02 para el pilotaje de las válvulas de émbolo .01 y .08. Electroválvula posición .03 para el pilotaje de la válvula de émbolo .04.

5.4. Mando de freno del sistema

Para el circuito de mando se proponen dos tipos de circuitos con diferentes elementos y funcionamiento.

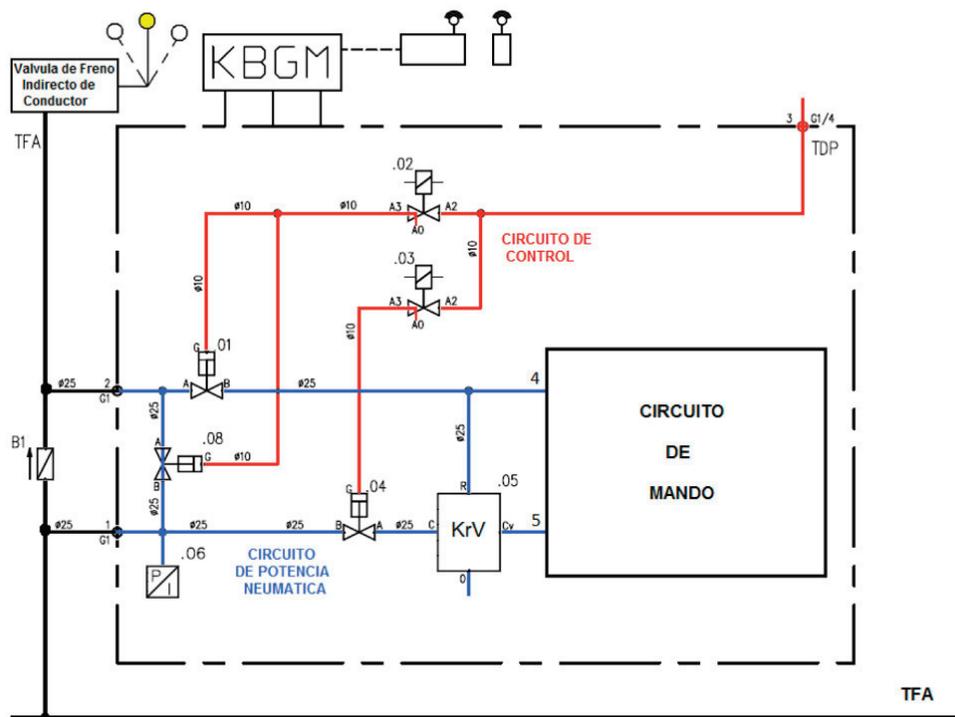


Figura 5. Diferentes circuitos que componen el sistema de ensayos.

Opción 1

El circuito estará formado por una electroválvula posición .14 la cual pilotará las válvulas de pistón posición .15 y .16. Al igual que en la opción 2 al circuito de mando le llegará aire desde la válvula de freno indirecto de conductor por la entrada 4. En este caso el aire se dividirá en dos caminos, uno hacia la electroválvula .14 y otro a la válvula de embolo .15.

La válvula de émbolo .15 sin presión de pilotaje deja pasar el aire entre A2 y A3 comunicando el aire procedente de la válvula de freno indirecto de conductor hacia la entrada Cv de la válvula relé. La electroválvula .14 al energizarse abre el paso del aire A2-A3 hacia el pilotaje de la válvula .15 la cual cambia de estado comunicando el paso A1-A2 para posibilitar las funciones de primer escalón de freno mínimo y escalón de freno de servicio. Al mismo tiempo al energizarse la electroválvula .14 comanda la válvula de embolo .16 que abre el paso del aire A2-A3 hacia el depósito de primer escalón .18 produciendo una bajada rápida por igualación de presiones con el depósito .12. La reductora de presión .17 está ajustada a la presión correspondiente al escalón de freno de servicio y se alimenta con aire procedente de la válvula de freno indirecto de conductor.

Este sistema es más complejo neumáticamente pero la lógica al ser cableada hace que el sistema a nivel global sea más sencillo y cumpla con niveles de seguridad más elevados.

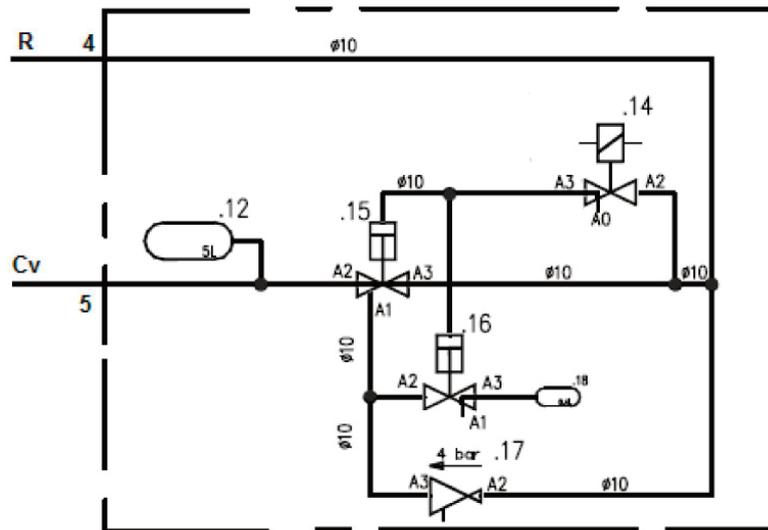


Figura 6. Esquema de Opción 1 del Mando de Sistema.

Opción 2

Al circuito de mando le llegará aire desde la válvula de freno indirecto de Conductor por la entrada 4. El aire fluirá por el circuito y será gestionado por las electroválvulas posición .13 y .14. El control de estas electroválvulas será realizado por la microelectrónica del sistema que dependiendo de la etapa de ensayo en la que se encuentre y la medida registrada por el transductor posición .15 actuará sobre las electroválvulas para trasladar a la salida Cv el valor de presión objetivo. El circuito dispone de dos depósitos de aire uno de volumen pequeño y otro de gran volumen, para que no se produzcan inestabilidades de funcionamiento cuando se cierre el bucle de control a través del transductor de presión. También dispone de una salida a la atmosfera con un paso calibrado (salida 0) y las conexiones se realizarán mediante una tubería de 10 mm de diámetro.

Este sistema es muy versátil y requiere una programación previa, aunque es un sistema más caro y complejo.

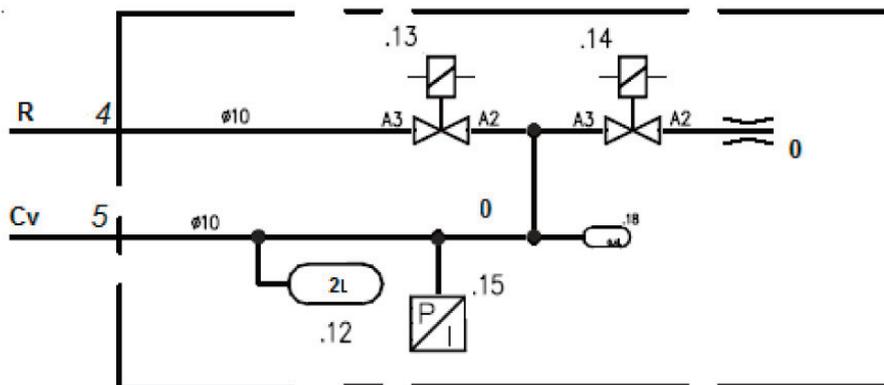


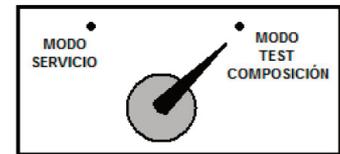
Figura 7. Esquema de Opción 2 del Mando de Sistema.

Para explicar la funcionalidad del sistema completo se ha seleccionado la opción 1.

5.5. Análisis de seguridad del dispositivo.

- En los laterales de la locomotora será necesario instalar válvulas de accionamiento manual para provocar el frenado de emergencia como elementos adicionales de seguridad, posición B2/1 y B2/2 correspondientes a cada lateral. Al actuar manualmente sobre ellas se pondrá la TFA en contacto con la atmosfera a través de una gran sección de paso. Estas válvulas se instalaran para que ante cualquier incidencia que ponga en riesgo la seguridad puedan actuarse sin necesidad de subir a la locomotora evacuando la presión de la TFA a la atmósfera.

- Dentro de la cabina se instalará un conmutador selector de tipo eléctrico con un testigo luminoso que indicará si se encuentra en “Modo Servicio” o “Modo Test Composición”. Cuando se mueva el conmutador a la posición “Modo Test Composición” se habilitará la electrónica del sistema de mando y ésta activará las Electroválvulas .02 y .03.



Normalmente el corte de tracción se realiza mediante un presostato que cuelga de la tubería de freno automático, de tal manera que cuando cae la TFA por debajo de 4,5 bar se corta tracción, y no se vuelve a permitir tracción hasta que no sube a 4,7 bar, es decir, cuando el freno se encuentra prácticamente aflojado. Esta señal se coloca en serie con un contacto libre de potencial de la electrónica del sistema de prueba de freno (KBGM), de tal manera que o bien corta la tracción el presostato que cuelga de TFA o bien cuando el conmutador selector está en “modo test composición” la electrónica abre dicho contacto inhibiendo la tracción. Con esta medida se evita que el tren pueda salir con tracción, con el sistema de prueba de composiciones conectado.

- La electroválvula de impulsos posición .11 cuya misión es el aislamiento remoto de forma segura del sistema de prueba. Si mientras se realiza el ensayo sucede alguna circunstancia peligrosa o el sistema funciona de manera defectuosa se podrá actuar sobre la electroválvula de impulsos para que aislé el sistema.

También se incluirá para mayor seguridad del sistema de prueba de composiciones una válvula de emergencia SIFA posición .18. Si por cualquier circunstancia, y aun sabiendo que la prueba se realizará en un lugar llano y con el tren inmovilizado mecánicamente, la composición comienza a moverse y los pulsadores de locomotora situados en los laterales están lejos, se podrá actuar sobre control remoto, el cual enviará una señal a la electrónica del sistema para que desexcite la electroválvula de la SIFA, que evacua la presión provocando la apertura de la TFA a la atmosfera a través de una gran sección de paso.

DIAGNOSIS IMPLEMENTADA EN EL SISTEMA

- Para verificar si una vez activada cada una de las electroválvulas, llega presión a la tubería para el pilotaje de las correspondientes válvulas de émbolo, se colocará una serie de presostatos posición .09, .10, .13 y .19. Cuando la presión de las tuberías baje de 2.8 bar el presostato abrirá el contacto enviando un valor 0 a la electrónica y cuando suba de 3.2 bar cerrará el contacto

enviando un 1, de este modo cada vez que se actúe sobre una electroválvula se podrá diagnosticar si la orden ha sido ejecutada correctamente o por el contrario se ha producido una anomalía de funcionamiento en el sistema.

- El transductor .06 también permite realizar una diagnosis en tiempo real de las diferentes fases del test.

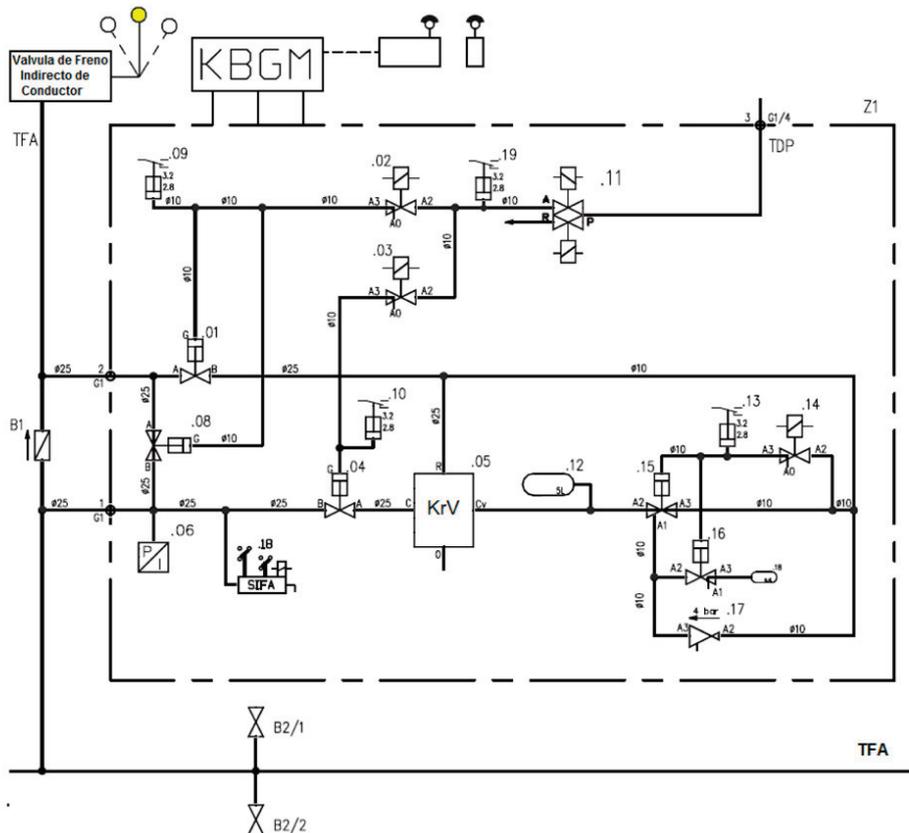


Figura 8. Esquema neumático del sistema de prueba de freno.

5.6. Automatización del proceso y funcionamiento.

Tras acoplar la composición de vagones a la locomotora e inmovilizar mecánicamente la composición se procede a aflojamiento completo del freno de la composición situando la válvula de freno de conductor de la locomotora en posición de “marcha”. A continuación se realiza la función de sobrecarga que se realiza en dos fases: primero actuando sobre el pulsador de sobrecarga que queda enclavado subiendo la presión en la TFA a 5,4 bar para aflojar todos los frenos y a continuación en una segunda fase actuando sobre el pulsador de sobrecarga desenclavándolo se realiza la ecualización de las cámaras de control (presión de referencia de freno) de todos los distribuidores de la composición bajando la presión de nuevo a 5,0 bar a un ritmo por debajo del umbral de sensibilidad o reacción de los distribuidores. Al final de este proceso los frenos están completamente aflojados y la TFA a la presión de 5,0 bar.

A continuación se pasa el conmutador selector a “Modo Test Composición” y desde este instante los procesos de frenado y aflojamiento, pasan a ser controlados desde el nuevo sistema desarrollado para el ensayo del freno. El maquinista puede ya abandonar el puesto de conducción para recorrer la composición verificando el freno de cada uno de los vagones de la composición iniciando el resto de la secuencia de pruebas descrita en el apartado 3 a través del mando por control remoto que además de mostrar la información en tiempo real del proceso permite parar el ensayo cuando se detecta un vagón con anomalías, realizar nuevos procesos para la verificación in situ del vagón afectado así como el inicio del ensayo una vez subsanada la incidencia detectada y este misma operativa puede realizarla en tantos vagones como sea necesario.

5.7. Comunicación remota entre operario y sistema.

El funcionamiento del sistema se controla mediante una unidad de control modular por microprocesador en la que las diferentes funciones se realizan mediante transmisiones de datos por radio entre el operario que realiza la prueba y la unidad de ensayo de freno, o bien en algunas fases del proceso, a través de la propia unidad de ensayo mediante el desarrollo de un programa automático. La unidad de ensayo mandada por radio permite efectuar la comprobación del funcionamiento del freno de la composición en un solo recorrido de ida y vuelta por un solo operario, lo que le confiere una gran flexibilidad y un sustancial ahorro de tiempo. El sistema se compone de:

- Microelectrónica del Sistema (KBGM). Todas las entradas (elementos de servicio, punto de inserción radiofónica, medición de presión) y salidas eléctricas (señales, señalización teledirigida, emisión de presión de régimen, orden de bloqueo) están conectadas con la unidad central modular por microprocesador. El mando de almacenamiento de datos programable consta de módulos individuales, los cuales van montados sobre un rack básico, y pueden ser intercambiados con facilidad y rapidez.
- Modem GSM. Este sistema recibirá las acciones a realizar por el sistema de freno y enviará los resultados al mando.
- Sistema de mando por control remoto. Se encargara de mandar y de mostrar al operario los diferentes estados de la prueba. Desde cualquier lugar de la composición se puede realizar la prueba de freno cuando se esté ante un vagón dudoso.

Todos los procesos estarán registrados en un servidor central. Al final de una prueba de freno, se generará un documento con el resultado de la prueba y los datos recogidos para todo el tren.

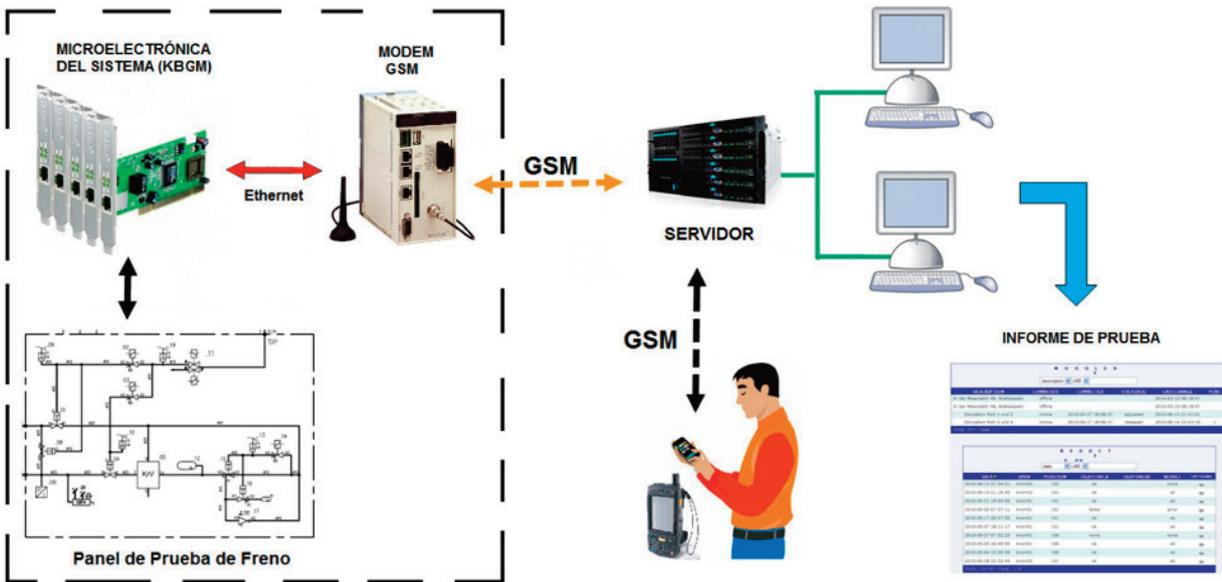


Figura 9. Comunicación Remota entre operario y Sistema de Mando

6. Agradecimientos

Este artículo va dedicado a mi profesor y compañero Rafael A. de Felipe por haberme ayudado y enseñado tanto. A mis padres y mis hermanas por transmitirme su cariño y espíritu trabajador. A todos mis amigos porque son el pilar de mi vida y por último a Gema por hacerme tan feliz.

7. Bibliografía

DE FELIPE CALVO, Rafael. Fundamentos de Freno en Vehículos Ferroviarios. Sociedad Española de Frenos, Calefacción y Señales, S.A. (Grupo Knorr-Bremse) Ed. 04.2012.

RALLO GUINOT, Vicente. La gestión técnica del transporte de mercancías por ferrocarril. Madrid, Febrero de 2012.

UIC 540 Brakes – Air brakes for freight trains and passenger trains. 5th edition, November 2006.

UIC 543 Brake – Regulations governing the equipment of training stock. 13th edition, April 2007.

UIC 541-03 Regulations Concerning Manufacture of the different brake parts. 1st edition. January 1984.

8. Conclusiones

- Se ha desarrollado un sistema de prueba de freno con mando y control automatizado, no realizado hasta la fecha, el cual se puede integrar en locomotoras ya existentes. El cual aprovecha el material de locomotoras de maniobras existente en las estaciones de clasificación (independientemente de su antigüedad) para, con unos costes reducidos de implantación, realizar el test de freno de la composición con un único operario, reduciendo sustancialmente el coste de realización del test del freno.

- La instalación en la locomotora no interfiere en la seguridad del freno de la misma ya que el sistema trabaja en paralelo con el sistema de mando de freno de la locomotora inhibiendo el aflojamiento del freno. Además en caso de fallo se han previsto sistemas manuales de aislamiento del sistema de ensayo para habilitar el aflojamiento del freno de la locomotora y poder realizar un servicio normal.

- El desarrollo se ha abordado desde el sistema de mando puramente neumático y lógica cableada al sistema de mando más sofisticado con convertidor electroneumático compuesto por electroválvulas de llenado y vaciado y transductor de presión para cerrar el bucle de control y por supuesto lógica programada.

- En ambos desarrollos se ha dotado a nivel de control de un sistema de diagnosis compuesto por diferentes presostatos para la vigilancia de los distintos circuitos involucrados en los diferentes estados de las válvulas de control.