

The image features two MAN trucks, one in the foreground and one slightly behind it to the left. The background is a vibrant, abstract composition of swirling colors in shades of purple, blue, red, and yellow, creating a sense of motion and energy. The trucks are white with black grilles and headlights. The text 'frenos industriales.' is overlaid in a large, white, serif font across the middle of the image.

frenos industriales.

AUTORES: Francisco Alberola Santo.
Ricard Sancho Alberola.

INDICE

Introducción.	3
Sistemas de freno de servicio neumáticos.	4
✓ Componentes.	
✓ Funcionamiento.	
✓ Tipos.	
Sistemas de freno de servicio de remolque.	16
✓ Descripción.	
✓ Tipos.	
✓ Componentes.	
✓ Funcionamiento.	
Sistemas de freno “retardadores / ralentizadores”.	19
✓ Descripción.	
✓ Componentes.	
✓ Funcionamiento.	
Sistemas de frenos antibloqueo industriales ABS.	23
✓ Descripción.	
✓ Componentes.	
✓ Funcionamiento.	
Sistemas de frenos eléctrico EBS.	24
Simbología utilizada en frenos neumáticos.	29

FRENOS INDUSTRIALES.

INTRODUCCION:

Desde que existe la rueda ya hace miles de años, el afán por frenarla ha sido tan grande como el de hacerla rodar.

En este trabajo se trataran los distintos tipos de frenos que existen en vehículos industriales, sus equipamientos, constitución, principios de funcionamiento...

El sistema de frenos principal para vehículo industrial suelen ser neumático y se compone de un sistema accionado por aire comprimido y que generalmente va acompañado de un sistema antibloqueo ABS. Actualmente son utilizados los sistemas de frenos eléctricos EBS.

Estos vehículos incorporan también una serie de elementos que ayudan a la disminución de la velocidad del vehículos en condiciones excepcionales de marcha como por ejemplo la bajada de un puerto de montaña, hablamos de retardadores / ralentizadores, también llamados deceleradores, cuyo objetivo es evitar el fenómeno de fading que tan malas repercusiones tiene sobre el sistema de frenos.

Como podemos observar los distintos tipos de sistemas más importantes en la seguridad de un vehículo industrial tienen sus principios en el principio de lo neumático. Mas adelante hablaremos de los distintos tipos de mecanismos los cuales nos ayudaran a manipular el aire y trabajarlo a nuestro gusto.

Los distintos tipos de frenos de un vehículo industrial deben cumplir las siguientes tareas:

- Adaptar la velocidad del vehículo a las condiciones del tráfico y a otras circunstancias externas de la circulación a voluntad del conductor.
- Parar el vehículo y mantenerlo inmóvil incluso en ausencia del conductor.
- Impedir o en su caso disminuir la aparición del fenómeno “fading” en los frenos por un uso continuado de estos (bajada de puertos de montaña).

A continuación se explica desde la obtención del aire, almacenaje, secado, su distribución por el circuito a la actuación final a la hora de frenar el vehículo en un sistema neumático y la composición y principio de funcionamiento de sistemas como ABS, EBS frenos de remolque y de diversos tipos de ralentizadores y retardadores utilizados.

Frenos de servicio neumáticos.

Un sistema de frenos neumáticos consiste en utilizar para el accionamiento de los elementos de frenado en las ruedas el aire comprimido generado por el propio vehículo. Se emplea habitualmente en camiones y autocares donde, por su gran peso y carga, necesitan una gran potencia/energía para el frenado. En estos sistemas se deja para el pedal del conductor no la fuerza aplicada contra las zapatas, sino la dosificación de la misma a través de diversas válvulas.

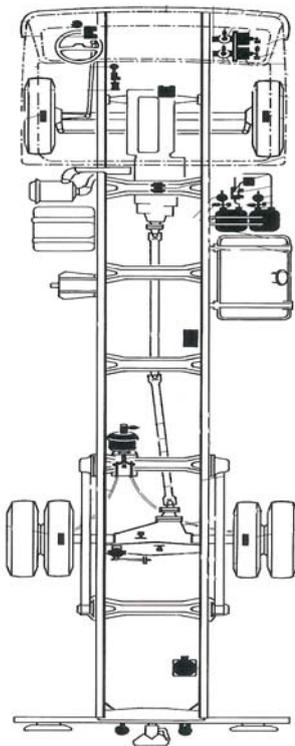
Componentes de un sistema de frenos neumático.

Una instalación de frenado neumático se compone de los siguientes sistemas:

Sistemas de alimentación, encargado de suministrar, regular, almacenar y retener el aire a presión (compresor, regulador de presión, gobernador, secador de aire, bomba, anticongelante, válvula de limitación de presión, depósitos de aire comprimido, válvula de retención y válvula de drenaje).

Sistemas de utilización, encargado de generar las fuerzas de frenado con dispositivos de mando, transmisión y frenos (válvula de freno, cilindros de frenado, válvula manual de freno de estacionamiento y socorro, y frenos tambores / zapatas).

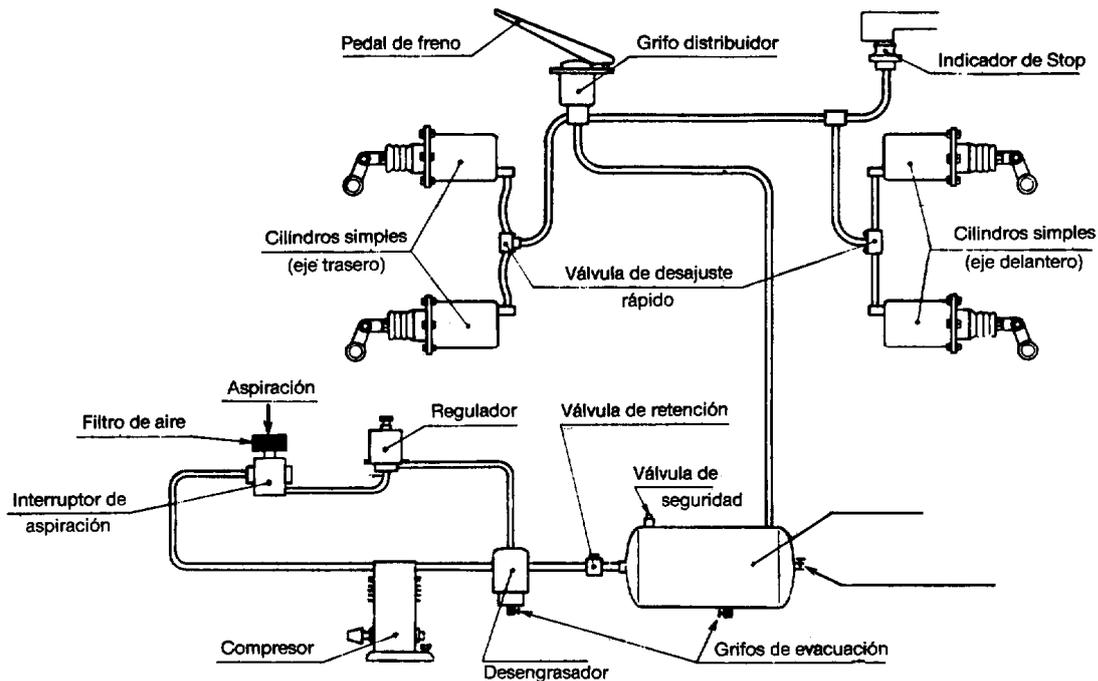
Sistema de control, el cual permite al conductor comprobar las presiones de los los circuitos y ser alarmado de la existencia de una baja presión en el sistema (manómetros y alarmas).



- Compresor de aire.**
- Regulador de presión.**
- Secador de aire.**
- Canalizaciones de aire.**
- Bomba anticongelante.**
- Válvula limitadora de presión.**
- Gobernador.**
- Válvula de retención.**
- Válvula de drenaje.**
- Válvula de freno de estacionamiento y socorro.**
- Tanques de almacenamiento de aire.**
- Filtros de aire.**
- Válvula dosificadora.**
- Válvula de freno.**
- Cilindros de frenado.**
- Frenos (zapatas/tambores).**
- Válvula de descarga rápida.**
- Manómetros.**
- Alarmas.**

Todos estos elementos están ínter conexionados a través de tuberías de acero con tramos flexibles, con el objeto de poder canalizar el aire a los distintos puntos del circuito.

Esquema de un sistema de frenos neumático.



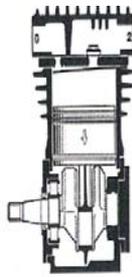
DESCRIPCION DE COMPONENTES.

El compresor de aire.

Es de simple efecto, es decir aspira el aire directamente de la atmósfera y es el encargado de bombear el fluido a los tanques de almacenamiento de aire. El compresor de aire recibe el movimiento a través de correas trapecoidales / multicanal, o a través de la distribución del motor de combustión. La manera de refrigeración de un compresor puede ser tanto por aire como por el mismo sistema de refrigeración del motor (liquido). La lubricación de este elemento se realiza a través del mismo sistema utilizado por el motor de combustión, en algunos casos puede tener su propia provisión de aceite. Los compresores son capaces de suministrar hasta 360 litros de aire por minuto, funcionando a 1000 rpm, según el modelo utilizado.



Compresión y suministro



Aspiración



Funcionamiento del compresor:

En su funcionamiento el descenso del pistón crea una depresión en el interior del cilindro. La válvula de aspiración se abre comprimiendo su resorte y el aire fresco es aspirado después del paso por un filtro. La válvula de compresión permanece aplicada contra su asiento. En la carrera de ascensión del pistón se crea una sobrepresión. La válvula de aspiración se cierra, en tanto que la válvula de compresión se abre. En estos momentos el aire es lanzado a presión hacia el depósito. Un sistema de regulación automática limita la presión máxima que no ha de ser sobrepasada por seguridad.

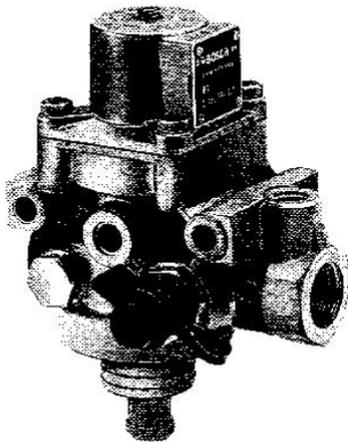
Regulador de presión.

El *regulador de presión* dirige a los depósitos de aire o al exterior, el aire comprimido que sale constantemente del compresor mientras esta en marcha el motor del vehículo. Con ello regula la presión de alimentación del sistema neumático, que fluctúa dentro del margen de maniobra, es decir, entre la presión de conexión y la presión de desconexión del regulador. La conexión para el inflado de neumáticos integrada en el regulador sirve para inflar los neumáticos de vehículo y también para llenar el sistema neumático desde fuera.

El *regulador de presión*, es una combinación de unidad de regulación, válvula de seguridad, válvula de retención y válvula para el inflado de neumáticos, todas ellas alojadas en una misma caja.

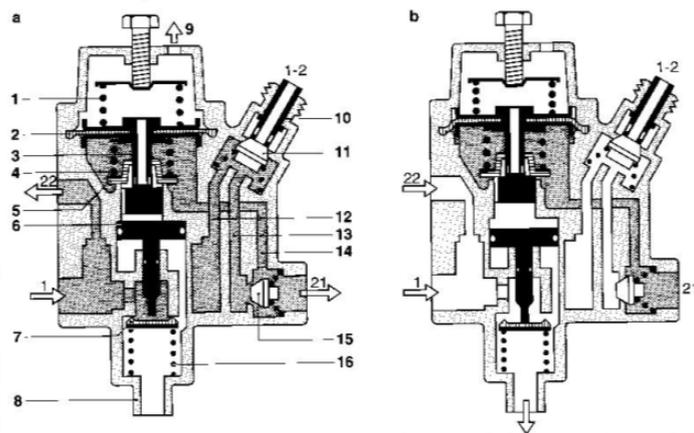
En caso de avería del *regulador de presión* o congelación de este, la presión puede aumentar excesivamente. En tal caso al alcanzarse la presión de seguridad, la válvula de marcha en vacío dispuesta en el regulador actúa como válvula de seguridad y deja que salga el aire a presión al exterior.

Regulador de presión (vista).



Regulador de presión (vista en corte).

a Llenado, b Marcha en vacío. 1 Muelle de presión, 2 Membrana, 3 Bulón, 4 Muelle de presión, 5 Guarnición (válvula de control), 6 Émbolo, 7 disco de válvula (válvula de marcha en vacío), 8 Tubo de descarga, 9 Purga de aire, 10 Empujador, 11 Cono de válvula, 12 Canalización de aire, 13 Canalización de aire, 14 Canalización de aire, 15 Cono de válvula (válvula de retención), 16 Muelle de presión.



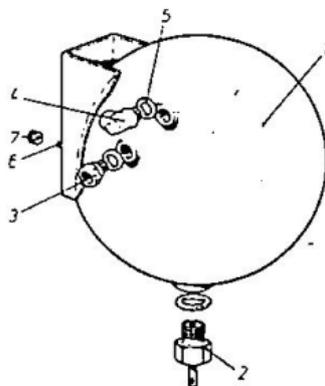
Tanques de almacenamiento de aire.

Sirven para conservar el aire comprimido. El número y el tamaño de los tanques varían de un vehículo a otro. Los tanques tendrán una capacidad calculada de suficiente aire para permitir que se usen los frenos varias veces, aun cuando el compresor deje de trabajar.

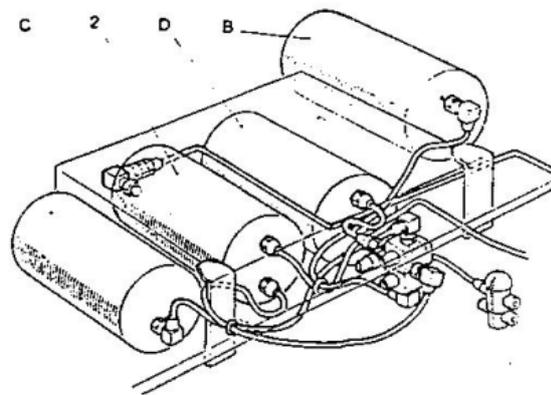
En la parte inferior suelen llevar un *grifo de purga o válvula de drenaje* para vaciar u eliminar las condensaciones de agua. En los circuitos con mas de un calderin estos se comunican a través de una *válvula de rebose*, permitiendo el paso de aire de un deposito a otro a partir de una determinada presión según el tarado de la válvula.

Cuando la presión en el depósito principal rebasa esa presión de regulación 5-6 bar, la válvula se abre y permite el paso de aire al depósito auxiliar llenándose como si fueran un solo deposito. Si la presión en el depósito principal bajase por debajo de la presión indicada de regulación en la válvula, la presión en el depósito auxiliar abre la válvula de retención, pasando el aire del depósito de reserva al principal.

Cuando el sistema incorpora varios tanques de almacenamiento es usual el empleo de un conjunto de válvulas de protección cuyo objetivo es el de asegurar que en el caso de que se produjera una fuga de aire comprimido en alguno de los depósitos o cualquier tipo de fallo del circuito, esta avería quedaría solamente limitada a este deposito o lugar del circuito donde se encontrase.



- 1 conjunto cuerpo depósito
- 2 grifo de purga
- 3 racor para entrada de aire
- 4 codo para salida de aire
- 5 junta para codo
- 6 tornillo para fijar el depósito al bastidor
- 7 tuerca autotrenzante



Válvula de seguridad.

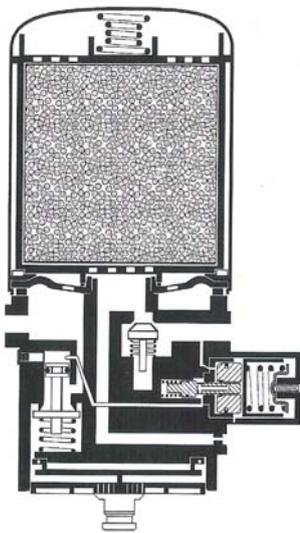
El primer tanque al que el compresor bombea el aire, esta instalada una válvula de escape, de seguridad. La válvula de seguridad protege el tanque y el resto del sistema de una presión excesiva. En algunos casos suele ubicarse en el cuerpo superior del depurador de aire.

Depurador / filtro de aire.

El aire comprimido suele tener algunas partículas de agua y algo de aceite del compresor, estos componentes son perjudiciales para el sistema de los frenos.

El agua y aceite tienden a acumularse en el fondo del tanque. Por este motivo cada tanque esta provisto de una válvula de drenaje en el fondo. Hay dos tipos de válvulas:

- ✓ la que se maneja manualmente, dándole un cuarto de vuelta, o tirando de un cable. Los tanques deben drenarse habitualmente para evitar el deterioro de de los tanques.
- ✓ La forma automática, que expelle automáticamente el aceite. Además pueden estar equipadas para drenaje manual.



Protección contra heladas.

El compresor aspira aire de la atmósfera, el cual lleva humedad que termina condensándose en la instalación, pudiendo llegar de $\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$ litros de agua diarios que en caso de heladas, perturba el funcionamiento del equipo de frenos.

Los sistemas de frenos poseen un dispositivo “bomba” para administrar alcohol, metanol, o un anticongelante “glisantina” en el propio sistema neumático mezclándose con el agua, de esta manera se evita la formación de cristales de hielo y así el congelamiento de las válvulas del sistema de freno. Este tipo de bombas pueden ser manuales o automáticas.

Válvula de accionamiento o paso.

Esta válvula va intercalada entre el depósito y las canalizaciones de las ruedas. Va montada en el piso de la carrocería detrás de la dirección y al alcance del pie del conductor. Esta construida para admitir una fuerza con el pie inferior a 30 Kgf.

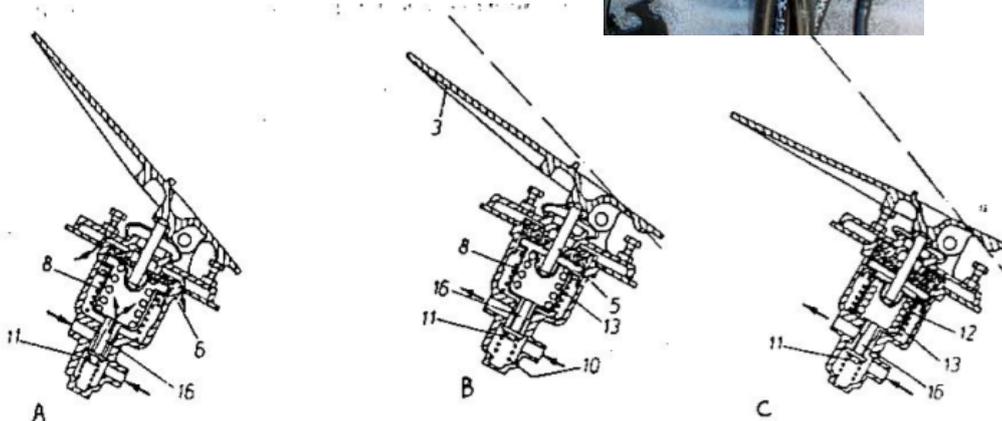
Esta válvula debe funcionar de forma que la presión de salida sea proporcional al esfuerzo aplicado en el pedal, y de manera que la presión de salida no rebase los 5,5 kgf/cm², para evitar que los frenos sean demasiado bruscos o que el esfuerzo aplicado a las zapatas de freno sobrepase el límite adherente de los neumáticos.

Cuando se pisa el pedal del freno entra en funcionamiento la válvula de pie o válvula de pedal. Si pisamos el pedal con más fuerza, aplicamos más presión de aire. Al soltarlo retira esta presión y las ruedas quedan libres. Al soltar el freno se deja salir del sistema algo de aire comprimido, con lo cual se reduce la presión del aire de los tanques. Esta pérdida debe reponerla el compresor de aire. Pisar y soltar el pedal sin necesidad puede dejar escapar aire mas pronto de lo que el compresor puede reponerlo. Si la presión baja demasiado, los frenos no funcionarían.

Válvula de accionamiento



- a) posición de marcha.
- b) Posición de frenado parcial.
- c) Posición de frenado total.



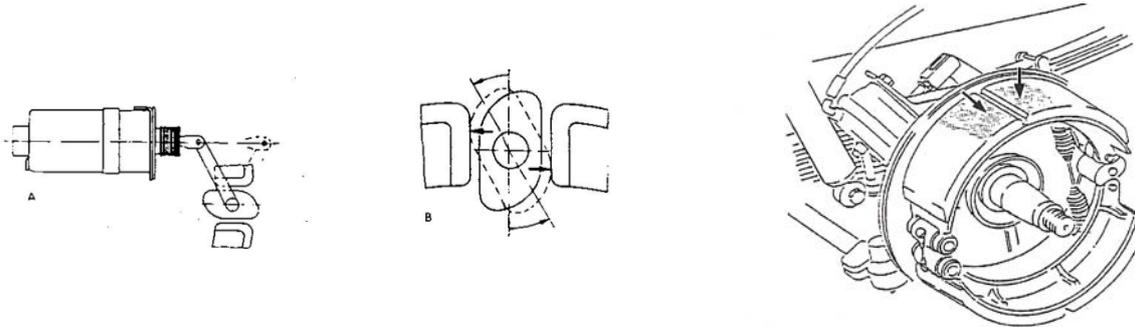
Al hundir el pedal, dos fuerzas actúan en contra de la fuerza del propio pie. Una resulta de un resorte. La segunda proviene de la presión del aire que va a los frenos. Esto le permite sentir al conductor cuanta presión de aire está aplicándose a los frenos.

Unidades de freno.

En cada rueda se usan frenos de base. El tipo más común es el de tambor de *excéntrica en S*.

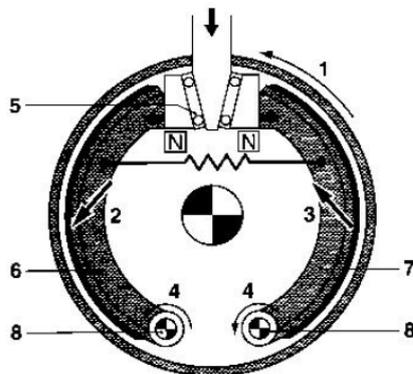
Los tambores de los frenos están situados en cada uno de los extremos de los ejes del vehículo. Las ruedas están atornilladas a los tambores. El mecanismo de frenado está dentro del tambor. Para parar, las zapatas y los forros del freno se empujan contra el interior del tambor. Esto produce una fricción que disminuye la velocidad del vehículo y genera una gran fuente de calor. El calor que un tambor puede soportar sin deteriorarse depende de la fuerza y el tiempo prolongado que se usen los frenos. Demasiado calor puede hacer que los frenos dejen de trabajar.

Hablemos de los frenos de *excéntrica en S*. al oprimir el pedal, se deja entrar aire a cada recámara del freno. La presión del aire empuja hacia fuera la varilla, moviendo el regulador y en esa forma torciendo la varilla de la excéntrica del freno. Esto da vuelta a la excéntrica en S (llamada de esta forma por la forma que adopta). La excéntrica en S obliga a las zapatas de los frenos a alejarse una de otra y las oprimen contra el interior del tambor del freno. Al soltar el pedal del freno, la excéntrica en S gira de regreso, y un resorte atrae las zapatas del freno lejos del tambor, dejando que las ruedas giren libres.



Articulación de un cilindro (detalle de la leva).

Otro tipo de freno son los de *tipo cuña*. En esta clase de freno, la varilla de empuje de la recámara del freno presiona directamente una cuña situada entre los extremos de las zapatas del freno. Esta operación las empuja separándolas y las presiona contra el interior del tambor del freno. Los frenos de cuña pueden tener una o dos recámaras de freno, que empujan las cuñas hacia adentro en ambos extremos de las zapatas del freno.

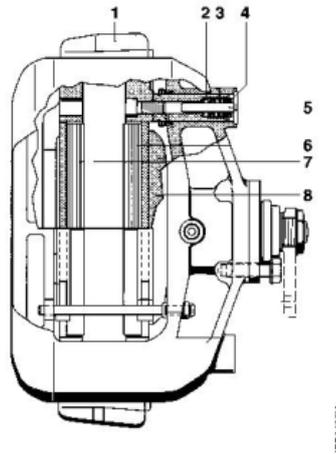


Los frenos tipo cuña pueden ser de ajuste automático o requerir el ajuste manual.

En los vehículos industriales también encontramos los *frenos de disco* actuados por aire, la presión del aire sobre una recámara del freno y un regulador, como en los frenos de excéntrica S. pero, en lugar de la excéntrica S se usa un “tornillo de potencia”. La presión de la recámara del freno sobre el regulador, hace girar al tornillo de potencia. El tornillo de potencia prensa el disco o rotor entre las almohadillas de los frenos, como una gran pinza en forma de C.

Freno de disco neumático.

Sin autoamplificación de la fuerza de frenado (principio)
 1 Pinza, 2 Anillo de sujeción, 3 Muelle de compresión,
 4 Tornillo, 5 Bulón, 6 y 7 Pastillas de freno,
 8 Placa de presión.

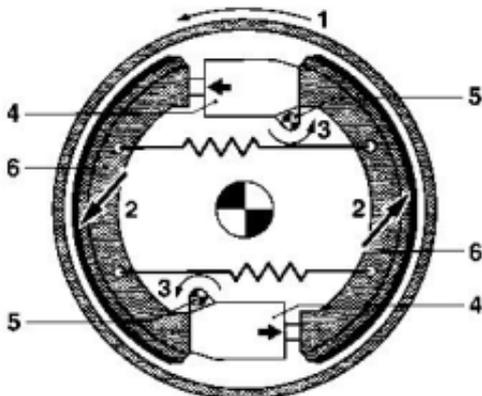


Los frenos de *cuña* y los de *disco* son menos comunes que los de *excéntrica en S*. Otras variante de freno utilizados son los montajes de freno *Duplex* y *Duo-Duplex*.

Freno de tambor (freno Duplex).

Dos zapatas en compresión, mayor autoamplificación.

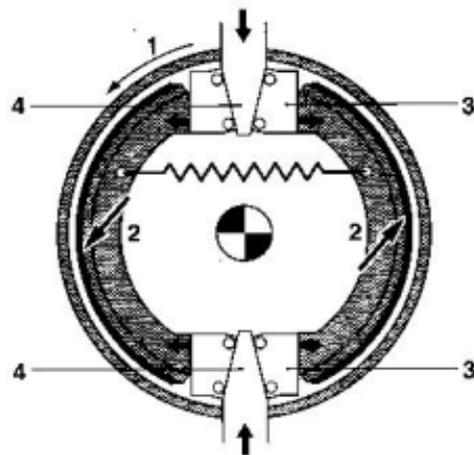
- 1 Sentido de giro del tambor de freno,
- 2 Autoamplificación, 3 Momento de giro,
- 4 Cilindro de rueda, 5 Punto de apoyo,
- 6 Zapatas de freno en compresión.



Freno de tambor (freno Duo-Duplex).

Dos zapatas en compresión, Recorrido flotante de las zapatas de freno, autoamplificación aún mayor.

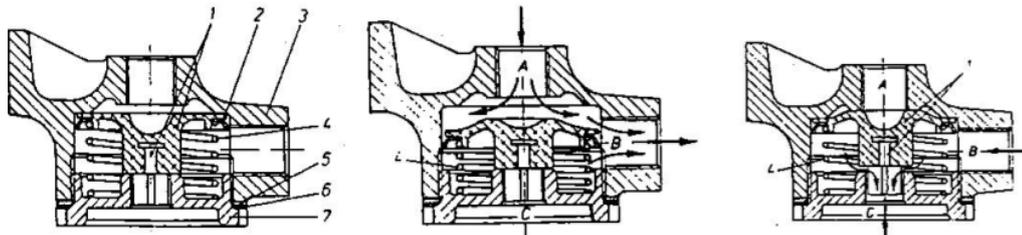
- 1 Sentido de giro del tambor de freno,
- 2 Autoamplificación, 3 Zapatas de expansión,
- 4 Cuña expansora.



Válvula de descarga rápida.

Esta válvula va ubicada en la bifurcación de los frenos posteriores y anteriores. En su funcionamiento permite, a través de ella, el paso de aire a los cilindros de las ruedas, descargando la presión en los mismos cuando cesa la acción de frenado.

Cuando se accionan los frenos, la presión de aire procedente de la válvula de accionamiento pasa a los cilindros de ruedas produciéndose el frenado, pero cuando cesa este, esta válvula permite el desalojo rápido de la presión de las unidades de freno hacia la atmósfera produciéndose de esta manera el retorno rápido de los frenos a su posición de reposo y por lo tanto cesando.



Elementos de control.

Todos los vehículos con frenos neumáticos tienen un medidor de presión conectado al tanque de aire. Si el vehículo tiene un sistema dual de frenos de aire, habrá un medidor



Para cada mitad del sistema (o un único medidor con 2 agujas). De los sistemas duales se hablara mas adelante. Estos medidores pueden ser neumáticos o eléctricos y comunican la cantidad de presión que hay en los tanques de aire.

Este medidor muestra cuanta presión de aire esta aplicando a los frenos. (Este medidor no se encuentra en todos los vehículos). Cuando va en cuestas de bajada, una creciente aplicación de presión, para mantener la misma velocidad, significa que los frenos están desvaneciéndose. Esta situación la medida correcta es disminuir la velocidad y embragar en una velocidad más baja. La necesidad de una presión incrementada puede también ser el resultado de frenos desajustados, fugas de aire o problemas mecánicos.

En los vehículos con frenos de aire se requiere una señal indicadora de baja presión del aire. Una señal indicadora que el conductor pueda ver y que debe encenderse antes que la presión del aire en los tanques descienda a la mitad del corte del gobernador del compresor, en vehículos más viejos. Esta advertencia suele ser una luz roja, además es posible que también se encienda un zumbador.

Otro tipo de advertencia es la señal oscilante (“wig wag”). Este dispositivo deja caer un brazo mecánico, cuando la presión en el sistema baja. La señal automática desaparecerá de la vista del conductor, cuando la presión del sistema suba por encima de una presión determinada. El tipo manual de reposicionamiento debe colocarse en la posición de “fuera de la vista”, en forma manual. No se mantendrá en su lugar sino cuando la presión del sistema sea alta.

En los grandes autobuses, es común que los dispositivos de advertencia de baja presión den la señal mucho más alta.

Al igual que en los turismos el sistema de frenos incorpora dispositivos que informan al resto de conductores que los frenos han sido accionados. El sistema de frenos neumático lo hace con un interruptor eléctrico que funciona con la presión del aire. El interruptor enciende las luces de frenos cuando el conductor acciona los frenos.

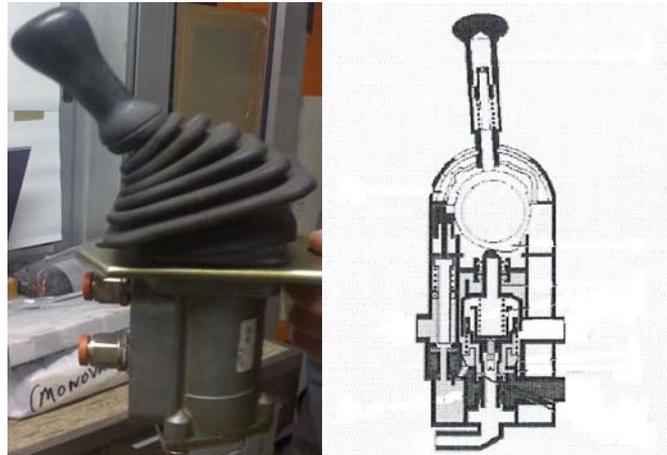
Válvula de limitación de freno.

Algunos vehículos más antiguos (construidos antes de 1975) tienen una válvula limitante del freno delantero y un control en la cabina. El control suele tener las marcas de “normal” y “resbaloso”. Al poner el control en la posición de “resbaloso”, la válvula limitante corta a la mitad de la presión “normal” del aire para los frenos delanteros las válvulas limitantes se usaban para reducir el riesgo de que las ruedas delanteras patinasen en superficies resbalosas. Sin embargo, lo que de hecho hacen es reducir la potencia de parada del vehículo. El frenado de las ruedas delanteras es bueno en todas las circunstancias y las pruebas han demostrado que no es probable que las ruedas delanteras patinen debido a los frenos, incluso sobre superficies heladas. Muchos vehículos tienen válvulas limitantes automáticas, para las ruedas delanteras. Estas reducen el aire para los frenos delanteros, excepto cuando estos se aplican con mucha fuerza. El conductor no puede controlar estas válvulas.

Freno de estacionamiento y socorro.

Todos los camiones, los tractores de camión y los autobuses deben estar equipados con los frenos de emergencia y frenos de estacionamiento. Deben sostenerse mediante fuerza mecánica (porque la presión del aire puede sufrir fugas). Para satisfacer esta necesidad, suelen usarse los frenos de resorte. Al ir manejando, los potentes resortes están retenidos mediante presión de aire. Si esta se quita, el resorte aplica los frenos. Un control del freno de estacionamiento, dentro de la cabina, permite al conductor dejar salir el aire de los frenos del resorte. Esto hace que los resortes apliquen los frenos. Una fuga en el sistema de frenos de aire, que sea causa de que se pierda todo el aire, hará también que los resortes apliquen los frenos.

Válvula de freno de estacionamiento



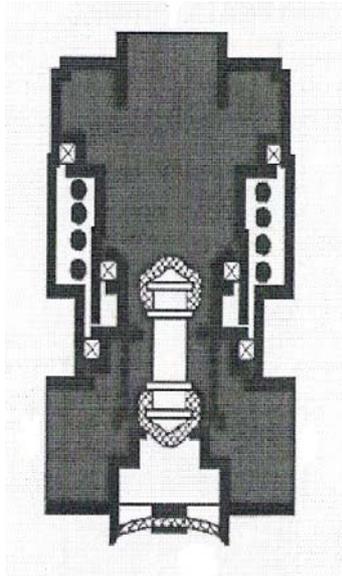
Los *frenos de resortes* de tractores y de simples camiones se aplicaran plenamente cuando la presión del aire baje de nivel. Sin embargo el conductor no debe esperar a que los frenos se apliquen automáticamente. Cuando la luz indicadora de la baja presión del aire y el zumbador se enciendan por primera vez, el conductor deberá llevar sin lo más rápido posible su vehículo hasta una parada segura, mientras todavía tenga algún control sobre los frenos.

La potencia de frenado de los frenos de resorte depende de que estos estén ajustados. Si los frenos no están bien ajustados, no trabajaran correctamente, ni los frenos regulares ni los de emergencia/estacionamiento.

En vehículos más nuevos con frenos de aire, el freno de estacionamiento se utiliza pulsando un botón. Este interruptor posee un rombo, es de color amarillo y sus posiciones son de empujar y tirar. Para aplicar los frenos de estacionamiento (frenos de resorte) el conductor tira el botón hacia fuera, y para quitarlos lo oprime hacia dentro. En vehículos antiguos es posible que los frenos de estacionamiento se controlen mediante una palanca. Siempre que se detenga el vehículo se utilizara el freno de estacionamiento.

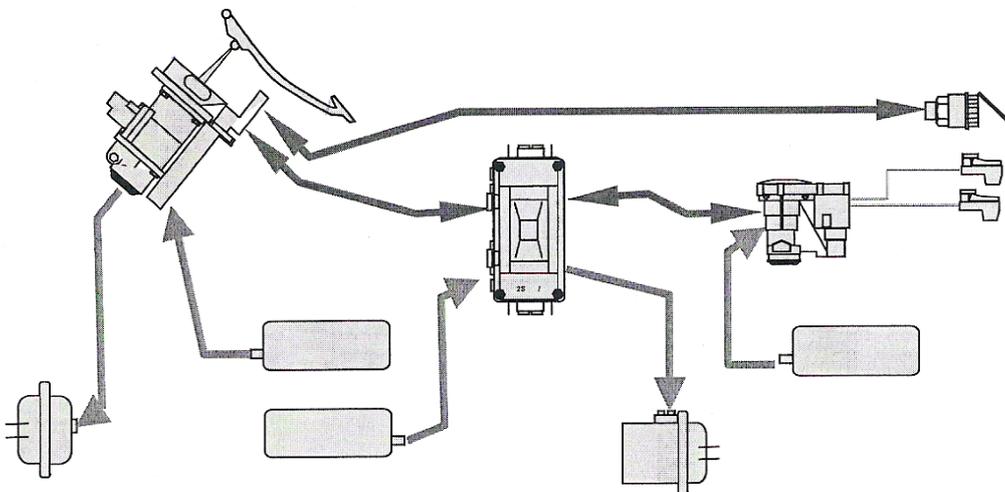
Una de las precauciones a tener en cuenta es que nunca se debe pisar el pedal del freno cuando los frenos de resorte estén puestos. Si se hace, los frenos podrían estropearse por las fuerzas combinadas de los resortes y de la presión del aire. Muchos sistemas de frenos están diseñados de modo que no suceda. Pero no todos los sistemas están construidos así, y los que lo están, no siempre funcionan. Es mucho mejor adquirir la costumbre de no pisar el pedal del freno cuando estén puestos los frenos de resorte.

Las *válvulas moduladoras* de control pueden usarse en algunos vehículos con una manija de control que esta situada en el tablero, para aplicar gradualmente los frenos de resorte. Esto se llama *válvula moduladora*. Esta provista de un resorte, para que el conductor sienta la acción del freno. Cuando más se mueva la palanca de control, con tanta mayor fuerza se aplica el freno. Funciona en esta forma para poder controlar los frenos de resorte, si fallaran los frenos de servicio. Al estacionar un vehículo con una válvula moduladora de control, se debe mover la palanca tan lejos como pueda llegar, y se retendrá en ese lugar mediante el dispositivo de cierre.



En las *válvulas duales de control de estacionamiento* al perder la presión principal del aire, se aplican los frenos de resorte. Algunos vehículos, como los autobuses, tienen un tanque de aire aparte, que puede usar para soltar los frenos de resorte. El objeto de esto es que se pueda mover el vehículo en una emergencia. Una de las válvulas es del tipo de empujar y tirar, y se usa para aplicar los frenos de resorte para estacionarse. La otra válvula esta provista de un resorte en posición de “fuera”. Cuando el conductor empuja el control hacia adentro, el aire del tanque independiente de aire suelta los frenos de resorte, para que se pueda mover. Cuando suelta el botón, los frenos vuelven a aplicarse. En el tanque separado hay suficiente aire para hacer esto solo unas cuantas veces. Por lo tanto cuando se mueva, se deberá tener en cuenta el recorrido. De lo contrario, puede quedarse parado en una zona peligrosa, cuando el suministro de aire independiente se agote.

EXPLICACION GENERAL: FUNCIONAMIENTO Y SUS ELEMENTOS.



Frenos de remolque.

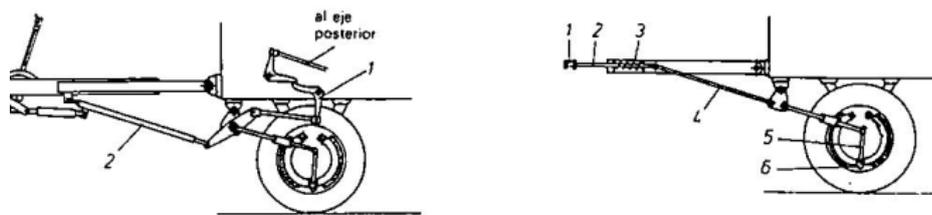
En los vehículos remolcados, ya sean caravanas o remolques de carga, debe disponerse igualmente un dispositivo de frenado en las ruedas del remolque, para que en combinación con el freno del vehículo tractor, detenga la marcha del mismo.

Todo remolque ha de frenar siempre un poco antes que el vehículo tractor ya que de no ser así, por efecto de la inercia se precipitaría sobre el vehículo delantero y se saldría de su camino normal de rodadura.

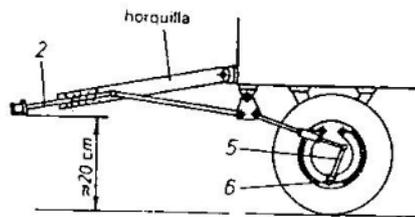
Según el tipo de remolque, los sistemas de mando empleados en el freno son: mecánicos y neumáticos.

Frenos de remolque mecánicos:

frenado por inercia: si en un conjunto compuesto por el vehículo tractor- y remolque no se frena mas que con el vehículo tractor, el remolque ejercerá una fuerza de empuje sobre el vehículo tractor, cuyo valor dependerá de la carga y esta puede convertirse de modo mecánico en un sistema eficaz de frenada del remolque.



Frenado por caída: en el sistema por caída se aprovecha el peso de la horquilla y de la lanza de unión del remolque de forma que, al desplazarse hacia abajo por el peso durante el frenado del vehículo tractor, la varilla de mando de las ruedas actúa como en el caso anterior sobre las levas de las zapatas.



Frenos de remolque neumáticos:

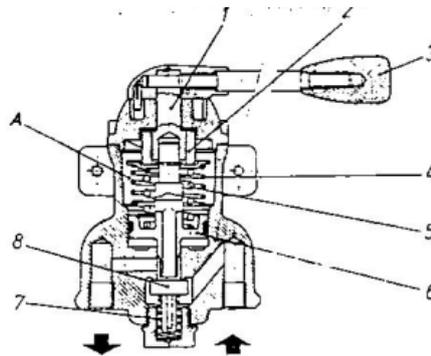
En los remolques acoplados a vehículos tractores con frenos de aire comprimido, se aprovecha el mismo para el accionamiento de los frenos en las ruedas del remolque.

En este sistema el vehículo tractor dispone de una válvula especial *amplificadora de presión*, situada generalmente en la parte posterior de la cabina. Esta válvula tiene por misión hacer que el remolque frene unos instantes antes que el vehículo tractor, enviando a los cilindros de las ruedas del remolque una presión superior a la que reciben los cilindros de las ruedas del vehículo tractor.

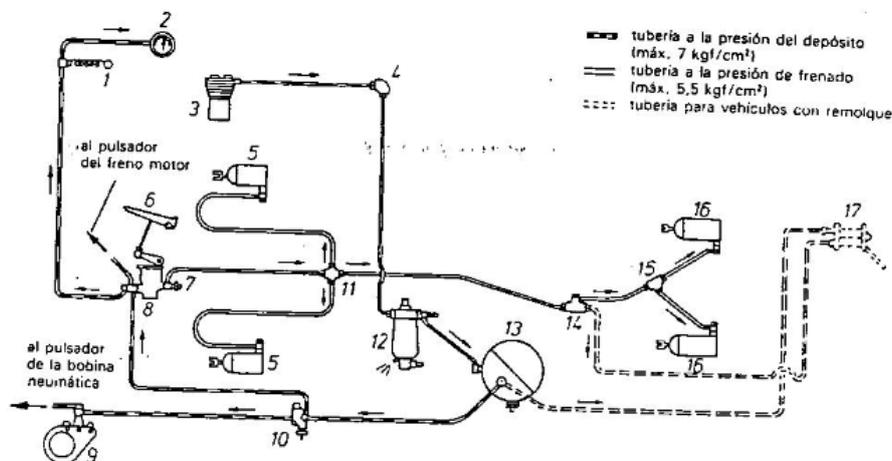
En combinación con la válvula de mando, va montada una *válvula de rebose* cuya misión es asegurar el frenado del vehículo tractor cuando se interrumpe el circuito de unión entre el vehículo tractor y el remolque por rotura de las mangueras. Además el sistema lleva instalada una válvula de frenado que se acciona desde la cabina para frenar el remolque en caso de estacionamiento.

Válvula manual de frenado: esta válvula tiene por misión disponer de un freno independiente en el remolque para ser accionado en los momentos en que se precise, como es el caso de un estacionamiento, o en los descensos de puertos.

Con el mando manual, y según el giro que se dé a la manivela, se obtiene en los frenos de remolque una escala progresiva de presión a voluntad del conductor. La presión máxima se obtiene con un giro de 90°.



Esquema de un circuito de frenos neumático para frenos de remolque.



Para vehículos con remolque se emplean dos tipos de instalaciones neumáticas:

- ✓ instalación de frenado de un solo conducto.
- ✓ Instalación de frenado de dos conductos.

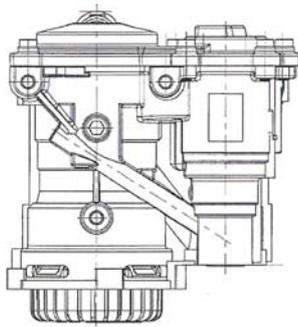
En el primer caso el vehículo tractor y el remolque están unidos entre sí mediante un *único conducto* de aire a presión, que recibe el nombre de conducto de mando de remolque. A través de dicho conducto se llena de aire comprimido el depósito del remolque, y también por este conducto pasa el aire que acciona las zapatas de las ruedas del remolque.

La presión de servicio en este circuito está comprendida entre 4,8 y 5,6 atmósferas.

La instalación de frenado de *dos conductos* se utiliza en vehículos que requieren una mayor seguridad. En este tipo se garantiza un doble suministro de aire a presión desde el vehículo tractor. La presión de servicio oscila entre 6,2 y 7,3 atmósferas.

Para los sistemas actuales se dispone de un modulo de control que se encarga de suministrar la presión de aire necesario en cada situación de conducción. A continuación se expone uno de los sistemas utilizados.

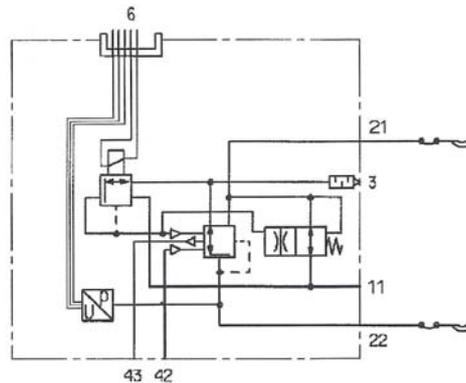
Modulo de control de remolque.



Explicación:

El modulo de control del remolque asegura el suministro de aire comprimido del remolque a traves de la cabeza roja del acoplamiento (reserva) y transmite la información mediante la presión de freno exigida a traves de la cabeza amarilla del acoplamiento (freno).

La presión de freno modulada se mide con un sensor. El valor de medición se comunica como señal analógica al modulador de *Construcción del modulo de control del remolque.*

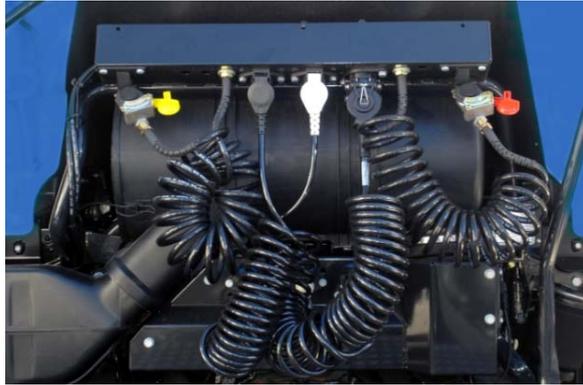


El modulo de control del remolque es una combinación de válvulas proporcional con una válvula de relé de 2 niveles para la regulación de la presión del conducto del freno.

La redundancia neumática queda retenida mediante la proporción de superficie en el embolo de relé.

El freno de bloqueo para el remolque se puede accionar por la válvula del freno de bloqueo a traves de la conexión 43.

Esta integrada una válvula interruptor de presión diferencial para asegurar rupturas.



Tuberías flexibles para el accionamiento del freno de remolque.

Sistemas de frenos “ralentizadores / retardadores”.

También llamados deceleradores, estos dispositivos de freno pueden reducir la velocidad del vehículo aunque no detenerlo completamente. Los deceleradores funcionan sin desgaste dado que, incluso al frenar durante largo tiempo, puede evacuarse suficiente calor de frenado a la atmósfera.

Estos dispositivos no solamente son cada día más utilizados en los vehículos industriales, sino que la legislación los está imponiendo sobre todo para vehículos pesados, capaces de las mayores cargas para el transporte de mercancías.

En contraposición a los frenos de fricción, los deceleradores son adecuados como sistemas de freno continuo. Aumentan la seguridad del tráfico, sobre todo al bajar pendientes largas, puertos de montaña, dado que los frenos de fricción, al estar menos solicitados, no se calientan y en caso de emergencia todavía pueden emplearse.

Los sistemas más utilizados son:

- ✓ Deceleradores de escape.
- ✓ Decelerador hidrodinámico.
- ✓ Decelerador electrodinámico.

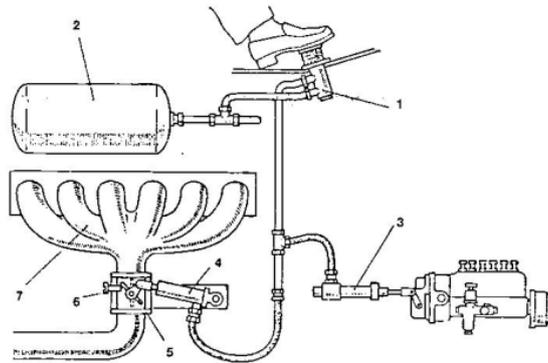
Decelerador de escape (freno motor): todos los sistemas de freno en el escape se basan en el principio de que, ahogando o impidiendo el paso de los gases quemados que van hacia el escape o al primer silenciador del tubo de escape, dificultan la salida de este gas del interior del cilindro, de forma que se cree una contrapresión en cada uno de ellos que haga más difícil el desplazamiento de cada uno de los pistones. Esta situación se establece cuando la bomba de inyección no aporta prácticamente ningún combustible.

De esta forma puede decirse que lo que realmente ocurre es que el aire de la admisión se estanca entre los cilindros y la salida del colector de escape, de modo que frena la carrera de los pistones.

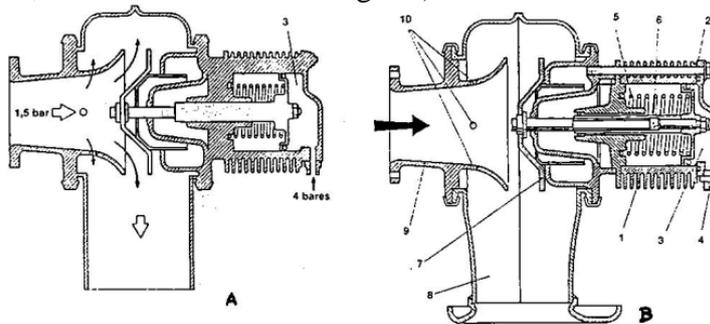
Los sistemas de freno en el escape más habituales son:

- De válvula de mariposa
- De válvula estranguladora.
- Frenos por estrangulación constante

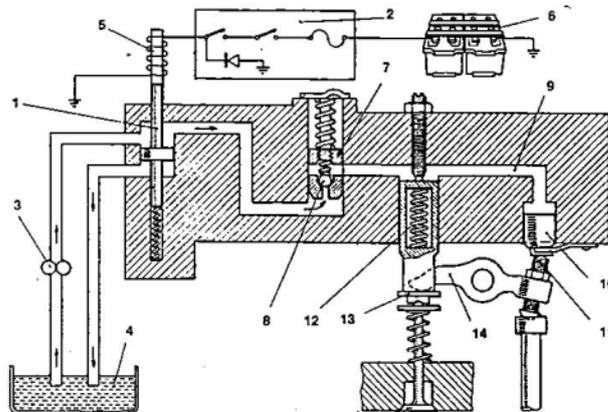
De válvula de mariposa: como se puede observar el conductor actúa sobre un mecanismo que modifica la posición de la válvula de mariposa situada a la salida de los colectores de escape, dificultando la salida de los gases.



De válvula estranguladora: la característica más importante de esta válvula consiste en que su valor de cierre depende de la presión del aire comprimido que le llegue a través del orificio de alimentación 4 y la contrapresión que se establezca en el difusor 9. y de acuerdo a ello, la válvula puede cumplir diferentes misiones (freno de escape, precalentamiento, marcha al ralenti más regular).



Frenos por estrangulación constante "jake brake": al accionar este sistema la válvula de escape permanece abierta ejerciéndose una función de nueva admisión, esta vez a través del escape, lo que ocasiona una fuerte absorción de potencia para el cigüeñal o el sistema de inercia que mantiene el giro del motor. Para el accionamiento del sistema se utiliza una electro válvula y la presión del sistema de engrase del motor.



Retardadores: el retardador es un mecanismo que, aplicado a la transmisión, al ser conectado por medio de un mando desde la cabina del conductor, aumenta considerablemente la acción de deceleración de la transmisión, de forma que puede hacerse cargo de una gran parte de la inercia que lleva la masa del vehículo cuando son las ruedas las que impelen al motor a girar.

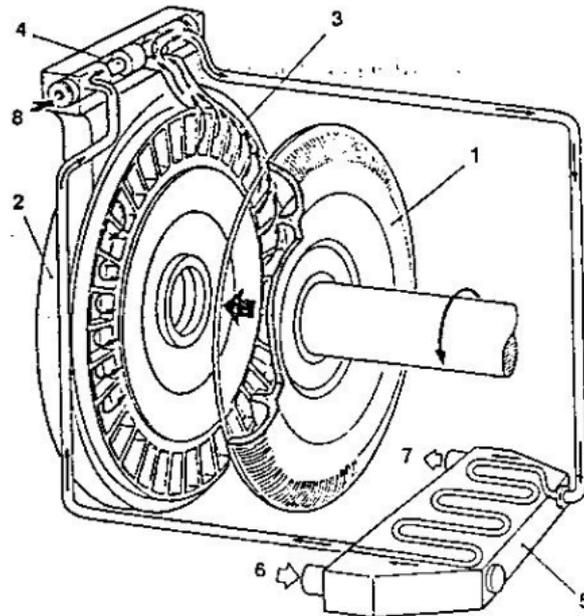
Los retardadores son pues aparatos autónomos que pueden estar instalados a lo largo de la cadena cinemática de la transmisión.

Los más usados son:

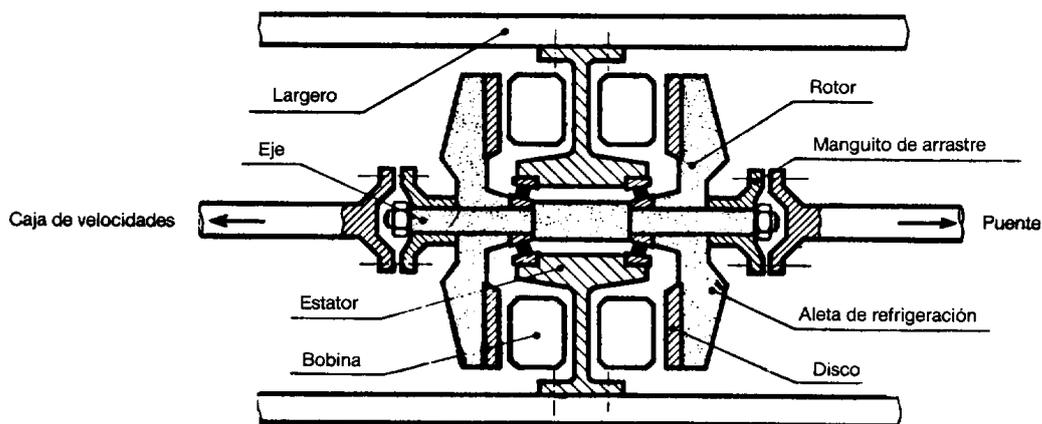
- Retardadores hidrodinámicos
- Retardadores electromagnéticos.

Retardadores hidrodinámicos: su funcionamiento se efectúa por el efecto retardador que ofrece la circulación de un líquido que es forzado a pasar entre los alabes de una turbina.

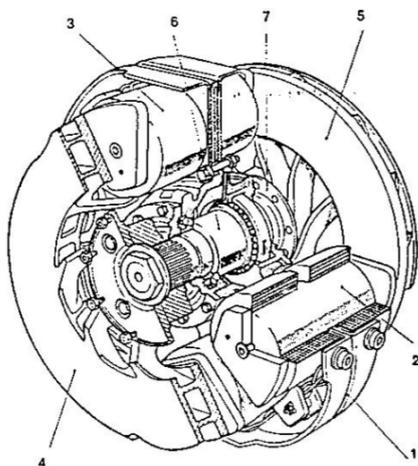
En este tipo de decelador, un rotor de paletas móvil, el rotor de freno, un rotor de paletas fijo, y el estator de freno se encuentran dentro de una carcasa, dispuestos uno frente al otro. El rotor de freno esta en conexión mecánica con el sistema propulsor del vehículo a través del árbol articulado que impulsa las ruedas. Al frenar, el rotor y el estator de freno hacen que se llenen de aceite las cámaras de paletas de estos. El aceite es acelerado por el rotor y decelerado por el estator. La energía mecánica del rotor de freno es transformada en energía cinética del aceite. Con ello se frena el rotor y, a través del árbol articulado el efecto de frenado se transmite a las ruedas del vehículo. La fricción producida en el aceite se transforma en calor, el cual es evacuado a través del agua de refrigeración del motor. Por medio del volumen de aceite de relleno puede regularse, sin escalonamiento el efecto de frenado.



Retardadores electrodinámicos: este dispositivo consiste en un disco de hierro dulce refrigerado por aire que gira en un campo magnético regulable generado por la batería. Las corrientes de foucault generadas frenan el disco y con ello, automáticamente, las ruedas del vehículo. El efecto de frenado puede regularse sin escalonamiento. El ralentizador electrodinámico puede montarse en cualquier posición vecina al cambio de velocidades, normalmente a la salida del cambio o en una zona más o menos intermedia del árbol de transmisión. Cuando viene montado de fabrica normalmente viene montado en el mismo puente trasero e incorporado a la carcasa del mismo, lugar donde es muy efectivo y no tiene vibraciones.



El retardador esta diseñado para que pueda ser utilizado en varias posiciones diferentes en las que actúa con mayor o menor efecto, en la cual el conductor puede elegir la posición de freno que considere mas oportuna según las circunstancias, trafico, puerto de montaña.... el retardador tiene que alimentar sus bobinas con una corriente eléctrica que debe absorber de la instalación eléctrica del vehículo, y el consumo es muy elevado sobre todo el la posición de máximo efecto. Por lo tanto su utilización debe realizarse con precaución.



Sistemas de frenos ABS.

El ABS es un sistema antibloqueo de freno, gracias al cual el procedimiento de frenado en vehículos industriales es mucho más seguro. Impide que las ruedas se bloqueen en caso de frenado excesivo, tanto en una calzada normal como resbaladiza. Al frenar en calzadas asimétricas se producen diferentes fuerzas de frenado que provocan un par de giro alrededor del eje vertical del vehículo. Gracias al ABS se consigue:

- ✓ Vehículo más estable en el sentido de marcha.
- ✓ Se conserva el control de la dirección del vehículo.
- ✓ En vehículos combinados (remolque) este no se atraviesa.
- ✓ En frenados a fondo se obtienen valores perfectos de deceleración.

El sistema consta de tres componentes cuyo número de unidades respectivamente difiere según el modelo de vehículo y el tipo de regulación (configuración). Estos son:

- Sensor de revoluciones con anillo de impulsos.
- Unidad electrónica de control.
- Válvula reguladora de presión.

Funcionamiento:

Al frenar, mediante la fuerza ejercida en el pedal de freno el conductor transmite una determinada presión a los cilindros de freno, con lo cual las ruedas se deceleran, y la presión continúa aumentando hasta que debido a una o ambas señales del sensor de revoluciones, la unidad de control detecta la tendencia al bloqueo. Mediante el análisis de todas las señales de revoluciones, la unidad de control calcula una velocidad de referencia situada en un valor de deslizamiento inferior a la velocidad del vehículo.

En el momento próximo al bloqueo, la deceleración de la rueda es tal que se activa y cierra la válvula de admisión de la *válvula reguladora de presión*, con lo cual se retiene la presión en el cilindro. Llegado el punto de bloqueo se sobrepasa el valor de deslizamiento almacenado. Entonces se abre la válvula de descarga de la *válvula reguladora de presión* y disminuye la presión en el cilindro. Al descender la presión disminuye la deceleración de la rueda, hasta que se alcanza un nuevo valor que permita suspender la reducción de presión en el cilindro. Se cierra la válvula de descarga.

En el momento aumente de nuevo la velocidad de la rueda el sistema vuelve a frenarla aprovechando el deslizamiento perfecto. Ahora se aumenta de nuevo la presión de frenado del cilindro. A fin de poder frenar con el deslizamiento perfecto, la unidad de control no activa la válvula de admisión constantemente sino por impulsos realizando un ciclo de regulación.

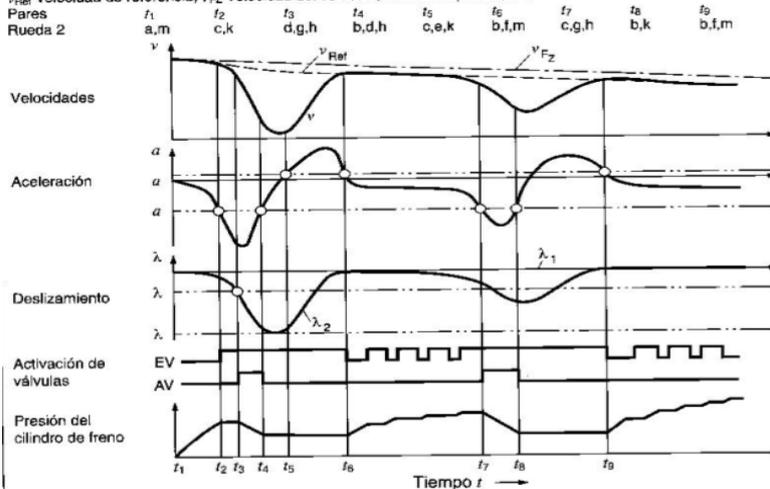


Unidad de control ABS.

Funcionamiento del ABS.

a Comienzo del frenado, b No se alcanza el valor de aceleración, c Valor de aceleración rebasado, d Valor de deslizamiento rebasado, e Rueda acelerada, f Rueda estable, g Rueda inestable, h Disminución de presión, k Retención de presión, m Aumento de presión (por impulsos).

v_{Ref} Velocidad de referencia, v_{Fz} Velocidad del vehículo, 1 rueda izquierda, 2 rueda derecha.



Funcionamiento del ABS.

Sistemas de frenos eléctrico EBS.

Este sistema electrónico de freno tiene la función de activar en todos los ejes los cilindros de frenos del sistema de freno de servicio al ser accionado el pedal de freno de una forma tal que los frenos reaccionen de forma inmediata, simultánea y uniformemente. Con ello se pretende acortar la distancia de frenado y obtener un desgaste uniforme de las guarniciones de freno. El **EBS** acciona electrónicamente el sistema de freno de servicio, que funciona neumáticamente a fin de reducir al mínimo los inconvenientes del sistema neumático, abreviando los tiempos de reacción del sistema y aprovechando al máximo el coeficiente de adherencia. El **EBS** Integra las funciones del ABS (antibloqueo de ruedas) y del ASR (tracción antideslizante).

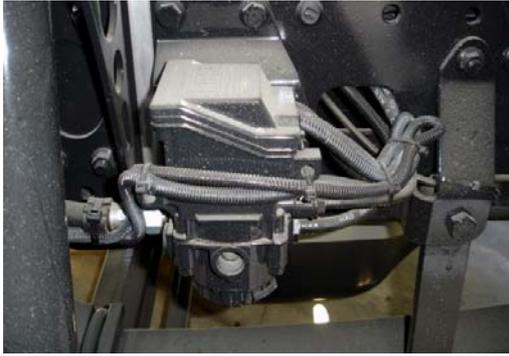
El **EBS** esta compuesto por una serie de elementos:

- Unidad electrónica de control.
- Válvula de freno de servicio con transmisor eléctrico de la fuerza de frenado.
- Módulos reguladores de presión.
- Sensor de carga.
- Sensores para la medición del desgaste de las guarniciones (si se requiere).
- Sensores de revoluciones, como en el ABS.

A la unidad de control **EBS** están conectados los módulos reguladores de presión en forma de estrella, a través del "bus can de freno" (sistema de bus serie estandarizado para la transmisión de datos). De la unidad de control parte un cable de comunicación con el sensor de carga cuya ejecución es la de un sensor de presión en vehículos con suspensión neumática y la de transmisión del nivel en vehículos con suspensión ballestada.

Los cilindros de freno y los sensores del eje delantero están conectados directamente al modulo de freno central.

Para el puente trasero hay un modulador de eje trasero. Este se conecta mediante una conexión a una unidad de mando.



Válvula de control de frenada EBS



unidad de control EBS

Funcionamiento:

El **EBS** se enciende eléctricamente a través del interruptor de encendido o mediante el interruptor de freno en la unidad de freno central. Con la batería desconectada no se puede encender el **EBS**.

El trayecto medio del pedal se interpreta como: valor teórico para la desaceleración del vehículo deseada por el conductor y se transforma en el sistema electrónico central para la unidad de freno central en valor teórico de presión para el eje delantero, el eje trasero y el remolque.

Si se acciona el pedal de freno, el potenciómetro del transmisor de la fuerza de frenado en la válvula de freno de servicio envía una señal de tensión hacia la unidad de control **EBS**. Esta procesa la señal y la envía a través del bus can a los módulos reguladores de presión en el eje delantero u trasero y al modulo de control de remolque en el vehiculo industrial. Al mismo tiempo va también una señal de mando a la unidad **EBS** en el vehiculo remolcado.

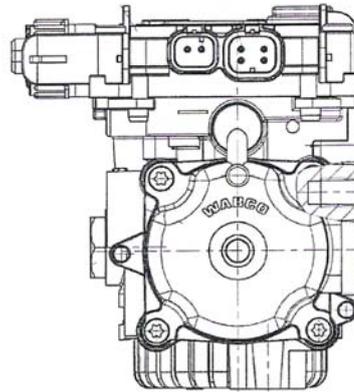
La unidad **EBS** lleva programadas por el fabricante unas curvas características para la adherencia de la fuerza de frenado. A base del estado de carga y las curvas características la unidad de control determina la señal de mando para los módulos reguladores de presión en el eje trasero y según el tipo de vehiculo en el eje delantero. La señal del sensor de velocidad de giro es transmitida al modulo regulador de presión asignado correspondientemente para regular la presión de frenado.

Si mediante los sensores de revoluciones se detecta una tendencia al bloqueo durante el frenado, el modulo regulador de presión disminuirá la presión de frenado, la mantendrá constante o la aumentará.

Tanto el **EBS** en el vehiculo tractor como el **EBS** en el vehiculo remolcado están dotados de un equipo "back up" neumático. Mediante una regulación de fuerza de acoplamiento, que esta integrada en el **EBS** del vehiculo tractor, se adapta el efecto de frenado del remolque a la del vehiculo tractor. La unidad de control **EBS** determina a base de los datos de los sensores el frenado del convoy. Si no concuerdan el frenado del remolque con el del vehiculo tractor, se le asignara al remolque, a través del bus can una presión mas alta o mas baja.



Modulador de freno



Función: Alimenta de aire los bombines de frenos delanteros o traseros dependiendo de el caso.

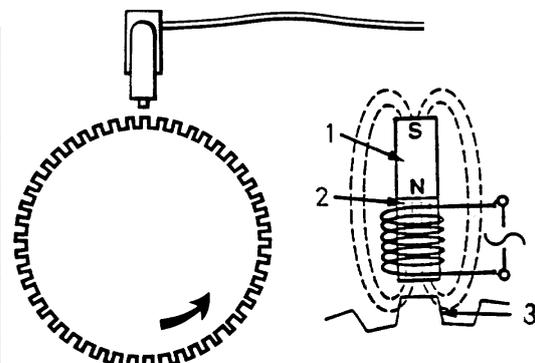
El *modulador del eje trasero* regula la presión de freno por separado para el freno de la rueda derecha e izquierda del eje trasero. La unidad de regulación electrónica en el modulador del eje trasero asume el control del modulo de control del remolque.

El *modulador del eje trasero* esta unido con el modulo de freno central a través de un conducto de datos.

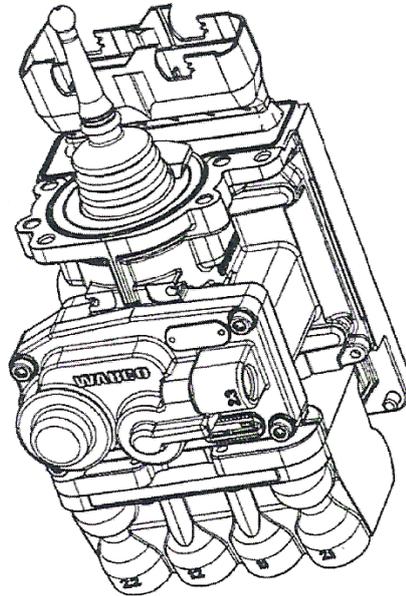
- El *modulador de eje trasero*, asume la tareas de controlar la válvula proporcional en el modulo de control del remolque y de enviar al modulo de freno central la presión de freno modula la conexión del remolque.

- Este transforma lo que le exige la frenada con ayuda de una válvula proporcional y una válvula de rele en emisiones de información de presión de freno al freno izquierdo y derecho de la rueda trasera.

Los sensores para el número de revoluciones de la rueda y el desgaste del forro de freno están directamente unidos al modulador. Los valores de medición se comunican a través del bus de datos al modulo de freno central.



Unidad de freno central

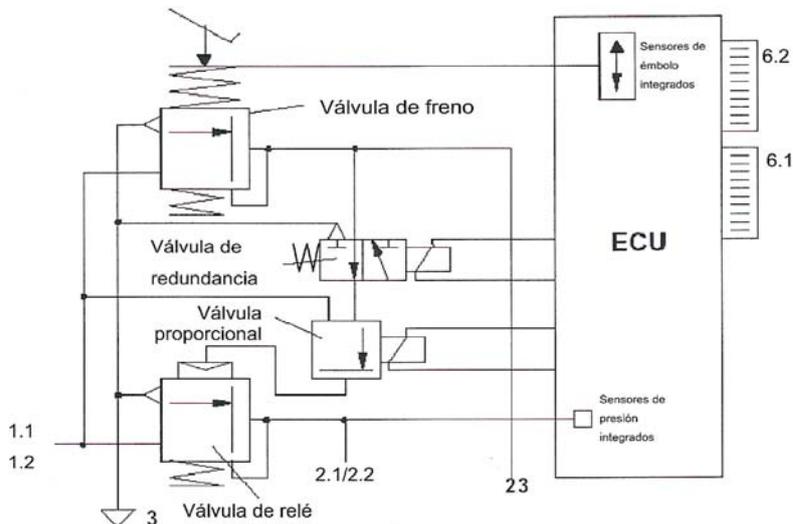


Funciones:

- Sensorización de valor teórico
- Regulación de presiones para el eje delantero.
- Soporte para circuito impreso, interruptor, sensor de presión.
- Transmisión de trayecto de taque respecto al valor teórico.
- Centro de la válvula de rele.
- Electro de ajuste en el circuito de regulación del eje delantero.
- Acoplamiento del modulo de freno central con pedal de freno.
- Función de trayecto de fuerza.
- Accionamiento del sensor de valor teórico.
- Accionamiento de la válvula de freno.
- Limitación de elevación de posición de frenada plena.

Explicación: Cuando se acciona el pedal del freno deja pasar presión de aire a los moduladores de freno, para así accionar los bombines de frenos y así producir el frenado.

Funciones neumáticas de sistema EBS



Pisas el freno y pasa una señal a la centralita que es la encargada de abrir la válvula rele .

La válvula proporcional le da el paso de presión de aire a la válvula rele , para así producirse el frenado

Descripción del sistema neumático:

La unidad del sistema neumático consta de un circuito. El circuito del eje delantero suministra a la válvula de freno, al modulador del eje delantero.

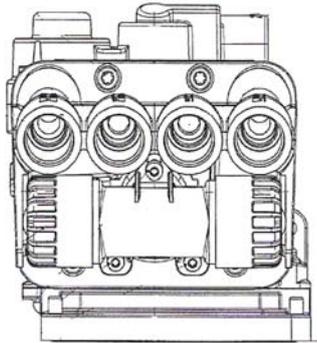
La retención de presión de la válvula de freno puede pasar al final del trayecto del pedal y controlase toda la presión de reserva.

La presión de la válvula de freno se conduce directamente a través de la conexión 23 hacia el modulo de control de remolque y dado el caso a través de una válvula adicional que divide el circuito hacia el modulador del eje trasero.

A través de la válvula magnética integrada puede controlar la presión el eje delantero. Si se controla la válvula magnética integrada, retiene la presión.

La válvula proporcional modula la presión controlando la corriente, y de ahí la válvula de rele. La presión de freno en las conexiones 2.1 / 2.2 se mide con el sensor de presión.

Conexión neumática.



Funciones:

- Suministro de aire comprimido.
- Presión de freno.
- Redundancia de presión de freno.

Explicación: Tiene una entrada de aire constante, y salidas de aire para el sistema de frenos, según la función que se quiera ejercer.

Normativa y clasificación de los frenos continuos.

CLASE	TIPO DE CONSTRUCCIÓN	ASIENTOS	PESO TOTAL	FRENOS: REGULACIÓN SEGÚN LA NORMATIVA DE LA CEE 13 Y LAS NORMAS CE
L Motocicletas y Triciclos	L ₁			
	L ₂			
	L ₃			
	L ₄			
	L ₅			
M Turismos y combis	M ₁		< 3,5 t	(1) (2) (3)
	M ₂ Autobuses	> 9	> 5 t	(1) (2) (3)
	M ₃ Autobuses	> 9	< 5,1 t	(1) (2) (3) (4)
N Vehículos industriales	N ₁		≤ 3,5 t	(1) (2) (3)
	N ₂		≥ 3,5 t ≤ 12 t	(1) (2) (3)
	N ₃		> 12 t	(1) (2) (3) (4)
O Remolques	O ₁		≤ 0,75%	(5)
	O ₂		≤ 3,5 t	(1) (2) (3) (5)
	O ₃		≥ 3,5 t ≤ 10 t	(1) (2) (3) (5)
	O ₄		> 10 t	(1) (2) (3) (4) (5)

- (1) = FRENO DE SERVICIO
 (2) = FRENO AUXILIAR
 (3) = FRENO DE ESTACIONAMIENTO
 (4) = FRENADO DE LARGA DURACIÓN (FRENOS CONTINUOS)
 (5) = FRENADO AUTOMÁTICO DEL REMOLQUE (ANTE UNA SEPARACIÓN VOLUNTARIA O AUTOMÁTICA DEL REMOLQUE)

Simbología empleada en sistemas de frenos neumáticos.

Suministro de aire Tuberías

Tubería hidráulica



Tubería neumática

Con indicación del sentido de paso o del sentido del efecto, al accionar el sistema, mediante el sentido de la flecha.



Filtro

Filtro de la tubería



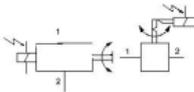
Compresor de aire

El accionamiento puede suprimirse para simplificar la presentación.



Grifo de emergencia

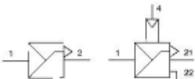
desbloqueable eléctricamente.



Depósitos de aire (de una cámara) con válvula de purga de agua de accionamiento manual.



Regulador de presión

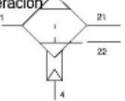


Equipos de protección anticongelante Bomba de anticongelante, automática (accionamiento neumático).



Secador de aire con 2 salidas de energía.

22: Conexión de regeneración



Secador de aire con regulador de presión



Válvulas limitadoras de presión con un solo valor de limitación de presión.



con una salida limitada (centro) y una salida sin limitación (arriba).



Válvula reguladora de presión de circuito único para ABS



Válvulas de mando de remolque para sistemas de frenos de dos tuberías, de doble excitación.



Para sistemas de frenos de dos tuberías, de triple excitación.



Para sistemas de frenos de doble tubería, de triple excitación, con válvula de estrangulación.



Regulador de la fuerza de frenado automático, de control mecánico, para frenos neumáticos.



De accionamiento automático, neumático, para frenos: Neumático hidráulico



Regulador de la fuerza de frenado con válvula relé



Dispositivo de freno

Simbolo básico, sin accionamiento, de doble circuito



Cilindro de freno

Cilindro de acumulador de muelle Cilindro de acumul. de muelle de tracción, p. ej., con dispositivo de desfreno delante.



Cilindro de freno combinado neumático, p. ej. de presión, con dispositivo de desfreno detrás.



Cilindro de presión previa con cilindro hidráulico con generador de impulsos.



Cilindro de presión previa de doble circuito, neumático, para frenos: con cilindro hidráulico con generador de impulsos (doble circuito).



Cilindro de membrana Cilindro de membrana de circuito único.



Cilindro de rueda de accionamiento hidráulico



Cabezales de acoplamiento

Cabezal de acoplamiento con válvula de cierre



Cabezal de acoplamiento sin válvula de cierre

