

INTRODUCCION

De forma general en este trabajo hablaremos de los sistemas de frenos utilizados actualmente en los vehículos industriales que podemos encontrar en el mercado. A continuación, de forma breve y para situar esta introducción, dividiremos el comportamiento de los diferentes sistemas de frenado, haciendo hincapié en que no todas las frenadas requieren la misma intensidad. A groso modo podremos dividirlo en dos tipos de frenada: una frenada brusca en la que se necesita la detención total o parcial del vehículo y una frenada relativamente suave, que se utiliza para aminorar la marcha de forma constante, como puede ser en alguna pendiente pronunciada.

En el primer caso hay que recurrir al sistema convencional de **frenos del vehículo**, del que hablaremos a continuación y en el segundo caso, al **freno-motor** y a los **ralentizadores**, de los que también hablaremos.

Comenzando por los sistemas convencionales de frenado, diremos que desde aquellos primeros sistemas de circuito hidráulico único en que las zapatas se aplicaban contra el tambor de freno por la acción de una bomba hidráulica (válvula de accionamiento) por medio del pedal de freno en sucesivas y rápidas pedaladas dadas por el mismo, se fue avanzando en seguridad con el sistema de accionamiento neumático por aire comprimido generado por un compresor, mandado generalmente por la distribución del motor, que llenaba un depósito de almacenamiento y el pedal de freno ahora actuaba sobre la válvula de frenado, que no era sino una llave de paso, que permitía que el aire a presión llegase a las cámaras de freno y, por un sistema de palancas, actuase sobre las zapatas de forma similar a la ya explicada. Se ganó de nuevo seguridad al establecerse el doble circuito para que uno de ellos sirviera de medida de apoyo al fallar el otro.

Se adoptó el **freno de estacionamiento** para garantizar una mayor seguridad en caso de estacionamiento en pendientes; el freno de emergencia para garantizar cualquier fallo; se incorporaron poco a poco una serie de válvulas que colaboran a mejorar las acciones de frenado, tales como la válvula de dos vías, que permite el doble mando (manual, o con el pie) de los elementos neumáticos del circuito; la válvula de aplicación, que acorta los tiempos de maniobra del circuito de mando; la válvula de descarga rápida, que evacua con mayor rapidez a la atmósfera el aire comprimido existente en el cilindro de freno de estacionamiento, evitando un mayor recorrido del mismo; las válvulas de protección, que aseguran la independencia de los circuitos y evitan fugas de aire por avería alimentando los circuitos principales; la válvula de control del remolque (si lo lleva), que controla de forma progresiva la frenada de un vehículo remolcado, al aplicar el freno de servicio en la unidad tractora, a la vez que lo protege de una posible rotura; la válvula reguladora de la frenada en función de la carga, que atenúa el esfuerzo de frenado en el puente posterior en función de la carga, que soporta dicho eje, asegurando una mejor respuesta de los frenos; las válvulas de protección diferencial, que impiden la superposición de esfuerzos de frenado de los circuitos de **freno de servicio** y estacionamiento, protegiendo los

órganos mecánicos de una posible transmisión de sobrecargas; las válvulas de rebose sin retención, que hacen comunicar el circuito principal con uno secundario determinado, cuando la presión de aire sobrepasa de un cierto valor; las válvulas de frenado manual del semirremolque/remolque, que proporcionan un mando independiente a dicho vehículo, ayudando en su conducción, etc.

También las cámaras de freno fueron sustituidas por las cámaras MGM, en las que un robusto muelle de carga accionaba el muelle del interior de las mismas, haciendo que su posición normal fuera la de frenado total del vehículo, al estar éstas completamente aplicadas. Con ello se eliminaba el freno de estacionamiento, pero para poder mover el vehículo, era preciso poner en marcha el motor del mismo y conseguir en los depósitos de aire la presión de trabajo para que, al actuar ésta sobre las cámaras vencieran la tensión del muelle aludido. Se pasó de las zapatas/tambor a los frenos de disco en el eje anterior de algunos vehículos, que ahora son de doble disco con refrigeración exterior y se suelen montar también en el eje posterior en ciertas unidades.

Se han introducido los sistemas ABS y ASR de ayuda a la frenada. El primero de ellos es un sistema antibloqueo de ruedas y consta en esencia de un sensor incorporado en el buje de cada rueda, que detecta el bloqueo de la misma cuando se acciona a fondo el pedal de freno, enviando un impulso eléctrico a una central electrónica de control, que a su vez acciona una electroválvula, que controla la presión de frenado de dicha rueda, frenándola, o desfrenándola, según convenga, para evitar su bloqueo.

El segundo (ASR), o sistema antideslizamiento, frena solamente las ruedas que patinan y a la vez reduce la potencia motriz, que les llega, hasta valores para los que aparece de nuevo la adherencia y cesa el deslizamiento. Se aplica, pues, en el puente posterior (de tracción). Consta también en su funcionamiento, de unos sensores colocados en las ruedas motrices, que detectan el exceso de revoluciones en las mismas por comparación con el giro de las ruedas directrices y mandan, de forma similar a la del caso anterior, una señal electrónica, que actúa por una parte sobre la bomba de inyección por medio de una electroválvula, reduciendo el suministro de la bomba por su acción sobre la colisa, o cremallera de la misma, y por otra parte, sobre el bloqueo diferencial y sobre la rueda que patina, haciendo que su cilindro de freno con su acción reduzca el giro de la misma hasta conseguir, como decimos, la velocidad adecuada a la adherencia existente de la rueda con el firme de la carretera.

Otra ayuda al frenado, a la que no se le suele reconocer toda su importancia y posibilidades, y que últimamente se he desarrollado notablemente, es el **freno-motor**, que es un freno que actúa sobre el escape del motor, estrangulando el paso de los gases de combustión hacia el exterior del mismo. Va combinado, al igual que el caso que acabamos de citar, con la inyección de combustible a la que corta la alimentación con el inicio de su actuación, por lo que añade al frenado normal de la unidad, el adicional que supone el funcionamiento del motor como compresor (máxime con las altas potencias y pares actuales) en lugar de como generador de potencia.

Esto hace además que el vehículo se desplace con consumo cero de combustible y que, en motores de alta cilindrada, como decimos, esta acción de comprimir el aire sin que haya combustión, oponiéndose al giro del cigüeñal, frena el vehículo, a la vez que se refrigeran los pistones y la culata, incrementando la vida del motor y favoreciendo la economía en la conducción.

Suele ir montado en el colector de escape, es accionado generalmente por medios neumáticos y puede ser de los del tipo de mariposa, o sea, a base de una pequeña pantalla metálica, que gira alrededor de un eje diametral, cerrando más o menos el paso de los gases en función de la posición de giro adoptada, o bien de los del tipo de guillotina en los que la citada pantalla metálica se desliza en sentido perpendicular al de la salida de los gases, actuando como si se tratase de una pequeña compuerta, o guillotina. El mando suele controlarlo el conductor por medio de un pisón situado en el piso de la cabina y en la parte posterior del pedal del acelerador y su actuación sobre la bomba de inyección también se realiza neumáticamente por una válvula y una serie de tirantes articulados entre sí.

Últimamente se ha desarrollado un tipo de freno-motor con un dispositivo constituido por una válvula adicional a las de escape, montada asimismo sobre la culata de cada cilindro, con el que se consigue que en el tiempo de combustión del motor el aire comprimido, que ayudaba con su efecto de empuje a acelerar el pistón, ahora no lo haga, pues al abrirse la válvula citada, la presión originada se pierde por el colector de escape y no produce empuje alguno.

Finalmente hablaremos de los **retardadores**. Estos obedecen a la Directiva 71/320/CE de fecha del 26-7-1971, que ha sufrido hasta 10 modificaciones hasta llegar a la 98/12 de 18-3-1998, que en su apartado 1.5.1 dice textualmente: “los vehículos cargados se ensayarán de modo que la absorción de energía sea equivalente a la que se produce en el mismo período de tiempo en un vehículo cargado moviéndose a una velocidad media de 30 km/h en una pendiente descendente del 7 % sobre una distancia de 6 km. La velocidad engranada deberá ser la que convenga para que el régimen de giro del motor no sobrepase el máximo prescrito por el fabricante. Podrá utilizarse un decelerador integrado con la condición de que esté ajustado de tal manera que no se activen los frenos de servicio”.

De esta lectura se implica que su cumplimiento no puede lograrse más que con una ayuda al freno de servicio, que cumpla las condiciones fijadas y esta ayuda es el ralentizador, o decelerador, que puede ser de dos tipos: **eléctrico**, e **hidrodinámico**.

Estos ralentizadores además de colaborar con la seguridad del vehículo, le proporcionan un aumento de su velocidad comercial de hasta un 10 % y más, al ganar tiempo en los descensos; un ahorro de combustible, al no ser preciso conectar el motor en una marcha más corta para frenar la unidad, como era habitual; un menor desgaste de los forros de freno (aumento de unas 8 veces en su duración), evitando la producción del fadding (frenos que se calientan y en una acción continuada pueden llegar a cristalizar los forros e invalidar su acción) y de la deformación del tambor, además de dañar las tuberías, neumáticos, válvulas, etc por dicha acción del calor.

EQUIPOS DE FRENADO NEUMATICOS PARA VEHICULOS INDUSTRIALES

Para un mejor entendimiento, se procederá a dividir los equipos neumáticos de los que está dotado un vehículo en función de su constitución modular:

- Grupo 1: Producción y almacenamiento de presión neumática
- Grupo 2: Sistema de frenos de servicio (incluyendo ABS y ASR)
- Grupo 3: Freno de estacionamiento

GRUPO 1: Producción y almacenamiento de presión neumática

El objetivo principal de este grupo será el de almacenar y alimentar de aire comprimido la totalidad del circuito. Sus componentes son:

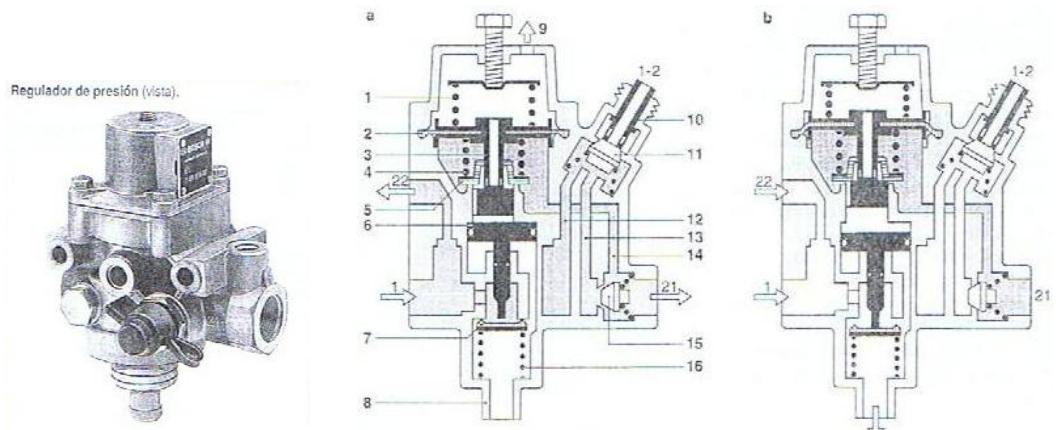
⇒ COMPRESOR DE AIRE

Es la fuente de energía de un sistema neumático. Genera el aire comprimido necesario.



⇒ REGULADOR DE PRESION

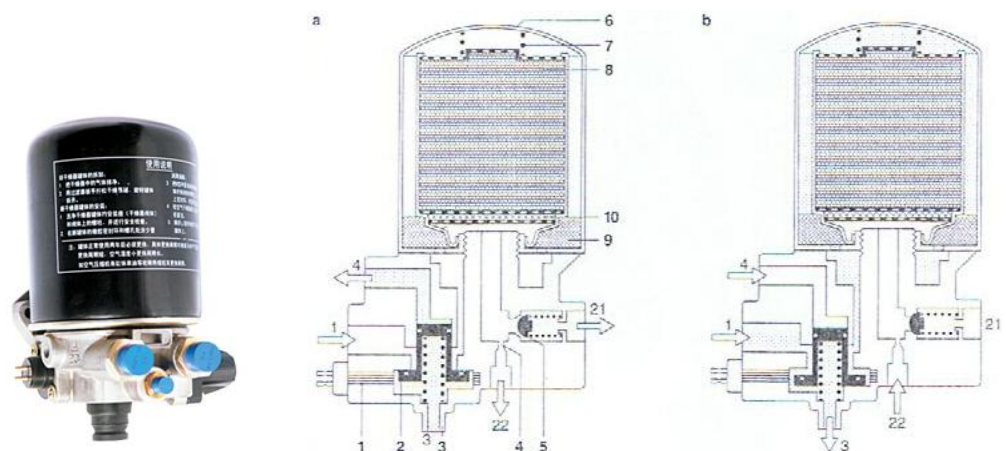
Se encarga de dirigir a los depósitos de aire o al exterior el aire comprimido que sale del compresor mientras el motor está en marcha. Con este elemento se consigue regular la presión de alimentación del sistema neumático que tiende a fluctuar dentro del margen de maniobra, es decir, entre la presión de conexión y la presión de desconexión del regulador.



a: llenado, b: marcha en vacío, 1: muelle, 2: membrana, 3: bulón, 4: muelle, 5: guarnición, 6: émbolo, 7: disco de válvula, 8: tubo de descarga, 9: purga, 10: empujador, 11: cono de válvula, 12: canalización, 13: canalización, 14: canalización, 15: cono de válvula, 16: muelle

⇒ SECADOR DE AIRE

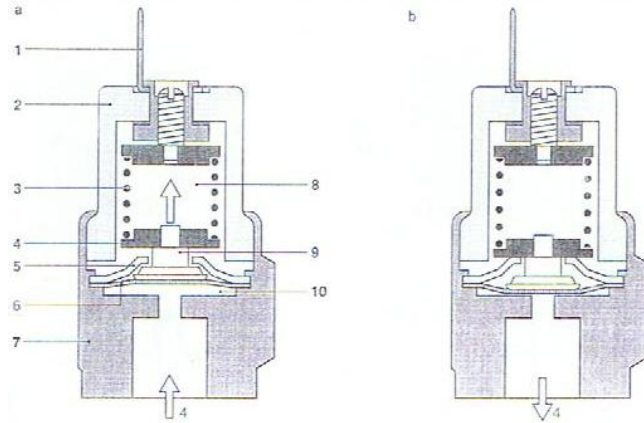
Para el secado de aire, este elemento se basa en un principio de absorción, para lo cual se hace pasar el aire comprimido a través de un agente secador granulado con tamices moleculares. La capacidad de absorción de agua del agente secador se eleva con el aumento de la presión y el descenso de la temperatura.



a: secado, b: regeneración. 1: varilla calefactora, 2: válvula de purga, 3: tubo de salida, 4: válvula estranguladora, 5: válvula de retención, 6: caja de agente secador, 7: muelle, 8: agente secador, 9: prefiltro, 10: filtro adicional

⇒ INTERRUPTOR DE CONTROL DEL AIRE COMPRIMIDO

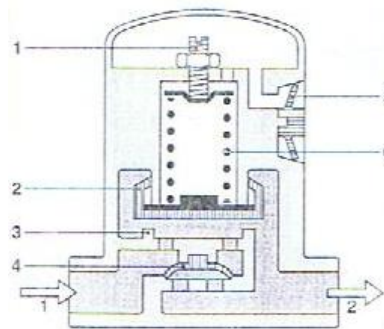
Este elemento cumple la función de alertar óptica o acústicamente al conductor en el momento que se alcanza la presión mínima de funcionamiento.



a: posición de marcha (contactos interrumpidos), b: posición de alerta (contactos cerrados). 1: conector plano, 2: cuerpo aislante, 3: muelle, 4: disco de contacto, 5: placa de presión, 6: membrana, 7: caja, 8: cámara de contacto, 9: bulón de presión, 10: cámara de presión

⇒ VÁLVULA DE REBOSE

Cumple la función de asegurar recíprocamente los consumidores neumáticos adicionales o los circuitos neumáticos para que en caso de pérdida de presión en un circuito pueda continuar el suministro de aire comprimido en el otro.



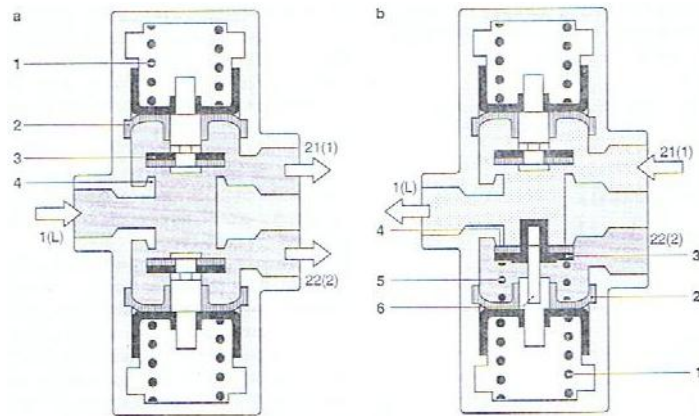
1: tornillo de ajuste, 2: membrana, 3: asiento de la válvula, 4: válvula de retención, 5: válvula de retención/purga, 6: muelle

⇒ VÁLVULA DE PROTECCION DE DOBLE CIRCUITO

En sistemas neumáticos de doble circuito este tipo de válvulas de protección cumple tres finalidades:

- Distribuir aire comprimido desde la fuente de energía a dos circuitos de abastecimiento separados entre si.
- Conservar la presión en el circuito cuando uno de los dos falla.
- Conserva la presión en ambos circuitos si la fuente de energía falla.

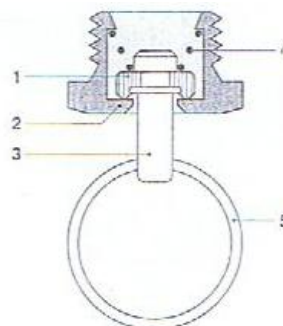
Para este tipo de válvulas existen multitud de aplicaciones y modelos, que se pueden encargar tanto de ambos circuitos de freno de servicio, como de circuitos de frenos de estacionamiento, remolque o consumidores adicionales.



a: con reflujo limitado en la válvula de rebose superior e inferior, b: reflujo limitado en la válvula de rebose superior y sin reflujo en la de rebose inferior. 1: muelle, 2: membrana, 3: disco de la válvula, 4: asiento de válvula, 5: muelle, 6: vástago guía

⇒ VÁLVULA DE PURGA

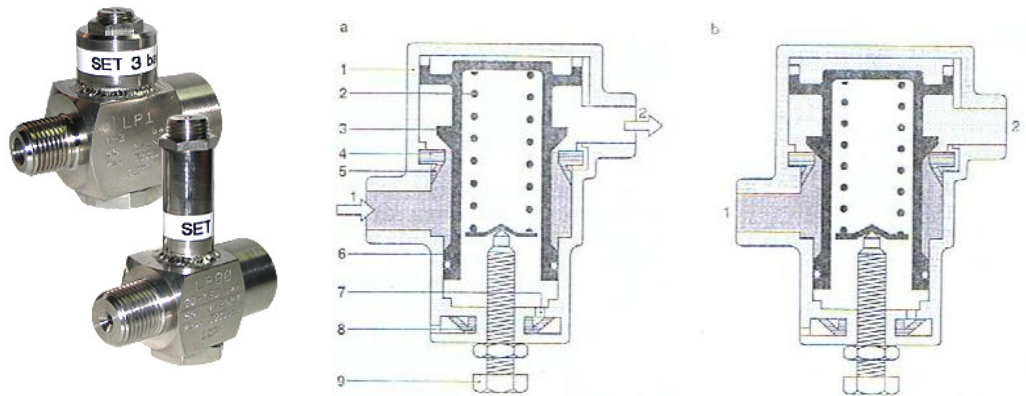
Se encarga de expulsar del sistema neumático el agua condensada de los depósitos de aire. Sólo se utiliza para circuitos en los que no exista secador de aire.



1: disco de válvula, 2: asiento de válvula, 3: empujador, 4: muelle, 5: anillo

⇒ LIMITADOR DE PRESIÓN

Éste componente sirve para limitar la presión del sistema a un nivel determinado, es decir, para normalizar la presión proveniente del compresor a un nivel adecuado para el circuito



a: aun no se ha alcanzado la presion limitada, b: se ha alcanzado la presion limitada. 1: carcasa, 12: muelle, 3: cono obturador, 4: anillo obturador, 5: falda obturadora, 6: embolo de trabajo, 7: purga, 8: válvula de retencion, 9: tornillo de ajuste

GRUPO 2: Sistemas de frenos de servicio

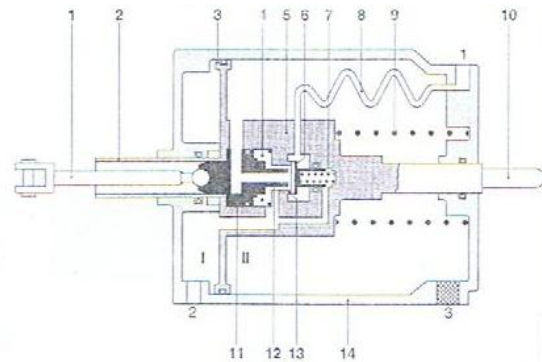
Este grupo tiene como finalidad mantener o reducir la velocidad de un vehículo ya que a lo largo de un recorrido las condiciones varían notablemente.

La estructura del sistema de frenos difiere según el modelo del vehículo. En principio hay cuatro distintos:

- sistemas de frenos neumáticos de un circuito con fuerza auxiliar y dispositivo hidráulico de transmisión
- sistema neumático de frenos de servicio con doble circuito y fuerza auxiliar:
 - a) con dispositivo de transmisión hidráulico
 - b) con dispositivo hidráulico de transmisión
 - c) con dispositivo de transmisión neumático

⇒ SERVOFRENO

Este dispositivo se encarga de gobernar la energía de frenado para el sistema de frenos de servicio, aumentando la fuerza que el conductor ejerce al pisar el pedal de freno hasta un valor adecuado utilizando el aire comprimido



1: barra de presión, 2: casquillo guía, 3: émbolo amplificador, 4: muelle del empujador, 5: cuerpo de la válvula, 6: disco de válvula, 7: muelle de válvula, 8: tubo flexible de presión, 9: muelle del émbolo, 10: bulón de presión, 11: empujador, 12: asiento de empujador, 13: asiento del cuerpo de válvula, 14: caja del émbolo

⇒ DISPOSITIVOS DE FRENO DE DOBLE CIRCUITO

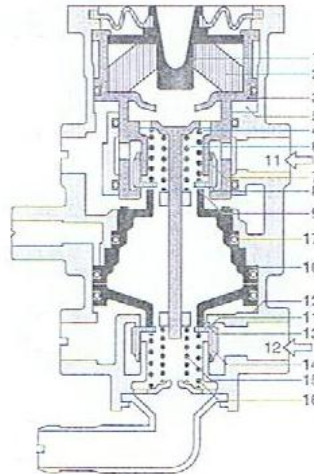
Este dispositivo de freno sirve para gobernar y accionar los dispositivos de transmisión hidráulicos por medio de aire comprimido. Según la posición del pedal de freno, el aire comprimido entra en el dispositivo y actúa sobre los émbolos que, por medio del balón de presión, accionan mecánicamente el cilindro hidráulico principal en tándem embridado.

⇒ VÁLVULA DE FRENO DE SERVICIO CON ÉMBOLO EQUILIBRADOR

En un vehículo tractor la válvula de freno de servicio de doble circuito controla dos circuitos neumáticos de freno independiente. A través de la válvula de control del remolque, gobierna el sistema de frenos de este último.

⇒ VÁLVULA DE FRENO DE SERVICIO CON VÁLVULA DE RELACION DE PRESION

Controla los dos circuitos del sistema de frenos de servicio. Reduce la presión de frenado regulado del eje delantero en función de la presión comunicada por el circuito del eje trasero.



1: empujador, 2: muelle de recorrido, 3: embolo de reaccion, 4, 16: muelle de la válvula, 5: tope, 6, 15: muelle del embolo, 7, 14: manguito obturador, 8, 13: asiento de válvula de aspiracion, 9, 11: asiento válvula de descarga, 10: émbolo equilibrador, 12: tope, 17: anillo obturador

⇒ VÁLVULA DE FRENO DE SERVICIO CON ASIENTO FIJO EN EL CUERPO

Controla dos circuitos neumáticos independientes de freno de servicio a través de la válvula de control del remolque, también el sistema de frenos de servicio de éste

⇒ REGULADOR DE LA FUERZA DE FRENADO

Se encarga de regular automáticamente la presión neumática de frenado en función del estado de la carga del vehículo. Cuando el vehículo está totalmente cargado se transmite al cilindro de freno toda la presión de frenado regulada; si el vehículo está vacío o sólo parcialmente cargado, actuará en los cilindros de freno tan solo una parte de la presión de frenado regulado. Con ello se evita el frenado excesivo y el bloqueo de las ruedas con la calzada en condiciones normales.

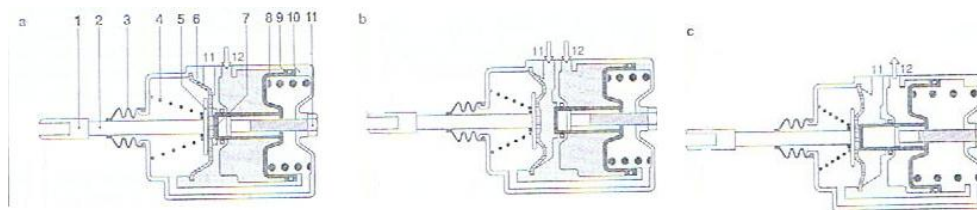
⇒ CILINDROS DE MEMBRANA PARA FRENOS DE CUÑA EXPANSORA

Se encarga de accionar los frenos de rueda de los vehículos transformando la presión neumática en fuerza mecánica



⇒ CILINDRO DE FRENO COMBINADO

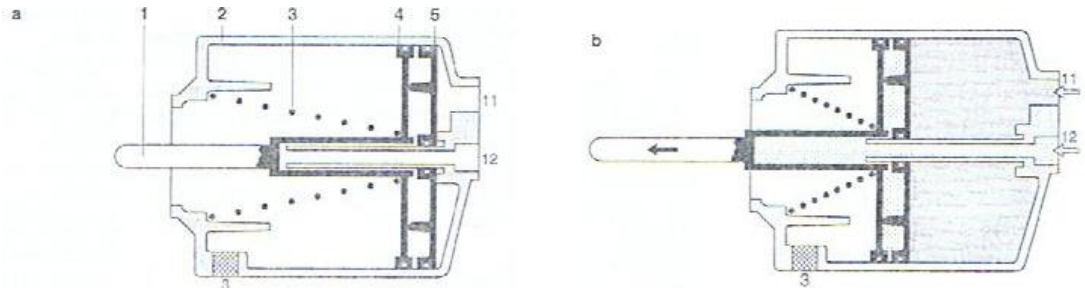
Componente del sistema de freno de servicio y del sistema de freno de estacionamiento de un vehículo industrial, que acciona los frenos de rueda en ambos sistemas.



a: posición de marcha, b: frenado parcial, c: freno de estacionamiento. 1: horquilla, 2: varilla de presión, 3: fuelle, 4: muelles, 5: émbolo, 6: membrana, 7: bulón de presión, 8: muelle de presión, 9: émbolo, 10: cuerpo del cilindro, 11: tornillo hexagonal

⇒ CILINDRO DE PRESION PREVIA DE DOBLE CIRCUITO

Se encarga de activar mecánicamente un cilindro actuador hidráulico embridado (cilindro principal en tándem). Ambos equipos transforman la presión neumática de frenado en presión hidráulica de frenado la cual es transmitida a los cilindros de rueda por dos tuberías hidráulicas.



a: posición de marcha. B: posición de frenado. 1: bulón de presión, 2: cuerpo de cilindro, 3: muelle, 4: émbolo de arrastre, 5: émbolo

⇒ SISTEMA ANTIBLOQUEO (ABS)

Básicamente el sistema antibloqueo ABS consta de:

- Cuatro sensores inductivos de velocidad.
- Unidad de control electrónica del ABS.
- Cuatro válvulas electromagnéticas que durante el servicio de regulación del ABS, al disminuir la presión, mantener la presión o aumentar la presión en los cilindros de freno, regulan la presión de frenado conforme al comportamiento de las ruedas.

Con este sistema conseguimos mantener tanto la estabilidad en ruta como la capacidad direccional incluso a la hora de realizar un frenado súbito.

En el sistema antibloqueo de freno existen cuatro canales de regulación, es decir que pueden supervisar y regular cuatro ruedas. La regulación del ABS en el eje delantero, es diferente a la del eje trasero.

Para supervisar las funciones de frenado y para activar eventuales procesos de regulación ABS, la unidad de control necesita constantemente las señales de los sensores de velocidad existentes en las ruedas. Basándose en las señales determina los valores de resbalamiento, así como los valores de deceleración y aceleración en cada una de las ruedas. Por medio de la combinación de los valores determinados se logra un comportamiento perfecto de regulación, sea cual fuere el estado de la calzada; incluso en caso de hielo mojado se obtienen coeficientes de fuerza de resbalamiento inferiores a 0.1.

El margen de trabajo de servicio de regulación ABS comienza a velocidad paso a paso y termina con la máxima velocidad del vehículo. Para el intercambio de datos, la unidad de control del ABS esta conectada con los demás sistemas electrónicos del vehículo en el bus de datos CAN del vehículo.

Un circuito de seguridad integrado en la unidad de control del ABS se encarga de la supervisión constante del sistema completo de antibloqueo, desde el momento en que se conecta el encendido, incluso sin que se haya pisado el freno.

⇒ SISTEMA ANTIDESLIZAMIENTO ASR

El sistema antideslizamiento ASR (Anti Slip Regulation) forma parte del ESP (Anti Slip Regulation) y, a cualquier velocidad, optimiza la tracción con la ayuda de los frenos y del control del motor.

Basándose en el número de revoluciones de las ruedas registrado por los sensores del ABS, el dispositivo calcula el grado de deslizamiento y restablece la adherencia activando dos sistemas de control diferentes. Cuando una solicitud de potencia excesiva provoca el deslizamiento de las ruedas motrices (por ejemplo, en caso de aquaplaning o aceleraciones sobre firmes irregulares, nevados o helados), reduce el par motor disminuyendo el ángulo de apertura de la mariposa del motor y, por tanto, el caudal de aire.

En cambio, si sólo patina una rueda motriz (por ejemplo, la rueda interior en una curva después de la aceleración o de variaciones dinámicas de la carga), ésta se frena automáticamente, sin que el conductor pise el pedal del freno. De esta manera, se obtiene un efecto similar al de un diferencial autoblocante.

⇒ CILINDRO DE PRESION PREVIA DE DOBLE CIRCUITO

Se encarga de activar mecánicamente un cilindro actuador hidráulico embridado. Ambos equipos transforman la presión neumática de frenado en presión hidráulica de frenado la cual es transmitida a los cilindros de ruedas por dos tuberías hidráulicas.

GRUPO 3: Sistema de freno de estacionamiento

⇒ VÁLVULA DE FRENO DE ESTACIONAMIENTO

Este elemento cumple la función de controlar el sistema de freno de estacionamiento. Permite la retención del vehículo en reposo tanto en calzadas con pendiente y sobre todo en ausencia del conductor. A tal fin, los cilindros del acumulador de muelles se llenan de aire en posición de marcha y se purgan de aire en posición de frenado.

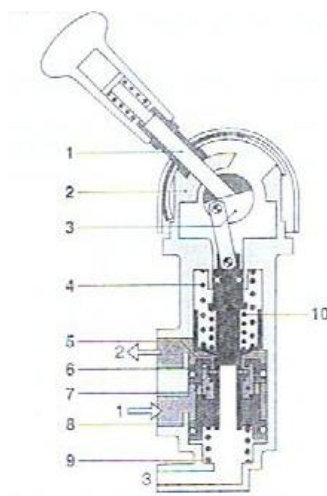
Cuando el sistema de freno de estacionamiento debe actuar como sistema de freno auxiliar es necesario emplear una válvula regulable por escalones, y el sistema de frenos de estacionamiento del vehículo tractor debe gobernar el sistema de frenos de servicio de remolque. Con ello el sistema de frenos de estacionamiento se convierte en el sistema de freno auxiliar según la directriz UE. Los sistemas de freno auxiliar deben detener el vehículo con un frenado mínimo escalonado de $0.25 \times G$. la válvula de freno de estacionamiento gobierna el sistema de freno de servicio del remolque a través de la válvula reguladora de éste. En sistema de frenos de alta presión, en la válvula de freno de estacionamiento, la presión para el acumulador de muelle se limita a baja presión dado que debido al considerable tamaño de muelle que se requiere, la alta presión en el cilindro de acumulador de muelle tendría un coste excesivo. Se utilizan dos modelos diferentes de válvula de freno de estacionamiento según la aplicación prevista:

- válvula de dos posiciones
- válvula de tres posiciones

⇒ VÁLVULA DE DOS POSICIONES

Se utiliza en vehículos industriales individuales y autocares provistos de un solo circuito de control del cilindro de acumulador de muelle con las siguientes posiciones:

- Marcha (aire comprimido en el cilindro de acumulador de muelle)
- retención (cilindro de acumulador de muelle purgado)



1: palanca de accionamiento, 2: corredera, 3: excéntrica, 4: muelle de retorno, 5: asiento de válvula de descarga, 6: asiento de la válvula de aspiración, 7: disco de válvula, 8: émbolo de reacción, 9: muelle de reacción, 10: muelle de presión

⇒ VÁLVULA DE TRES POSICIONES CON VÁLVULA DE COMPROBACION

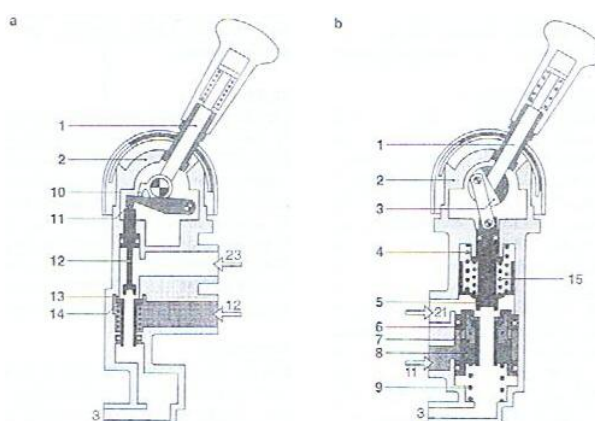
Se utiliza en vehículos tractores con las siguientes posiciones:

- Marcha (aire comprimido en el cilindro de acumulador de muelle y en la tubería de mando a válvula de control de remolque)
- retención (cilindro de acumulador de muelle y tubería de mando y purgado de aire)
- Comprobación (cilindro de acumulador de muelle purgado, aire comprimido en la tubería)

⇒ VÁLVULA DE DOS POSICIONES CON VÁLVULA DE 3/2 VÍAS

Para vehículos industriales individuales, con activación por dos circuitos de los cilindros de acumulador de muelle, con las siguientes posiciones:

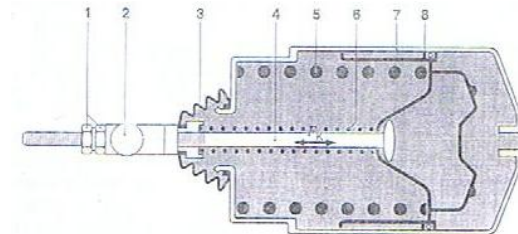
- Marcha (aire comprimido en el cilindro de acumulador de muelles)
- retención (cilindro de acumulador de muelle purgado)



a: posición freno de estacionamiento (sección delantera con válvula de 3/2 vías), b: posición de freno de estacionamiento (sección trasera con válvula de 2 posiciones) 1: palanca de accionamiento, 2: corredera, 3: excéntrica, 4: muelle de retorno, 5: asiento de la válvula de descarga, 6,13: asiento de válvula de aspiración, 7,14: disco de válvula, 8: émbolo de reacción, 9: muelle de reacción, 10: leva, 11: palanca, 12: empujador, 15: muelle de presión

⇒ CILINDRO DE ACUMULADOR DE MUELLE

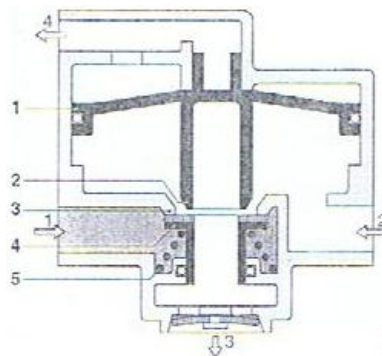
Sirve para activar los frenos de rueda. Se utilizan porque al estar purgados de aire se encuentran en posición de frenado, es decir que incluso con el sistema despresurizado cumplen su finalidad, por lo que satisfacen las exigencias legales. Los cilindros de acumulador de muelle no deben utilizarse en sistemas de frenos de servicio.



1: tuercas hexagonales, 2: bulón, 3: fuelle, 4: vástago del émbolo, 5,6: muelle, 7: cuerpo de cilindro, 8: émbolo

⇒ VÁLVULA RELÉ

Sirve para acelerar la maniobra de entrada y purga de aire de los cilindros de freno, y con ello la reacción de los frenos de servicio y estacionamiento

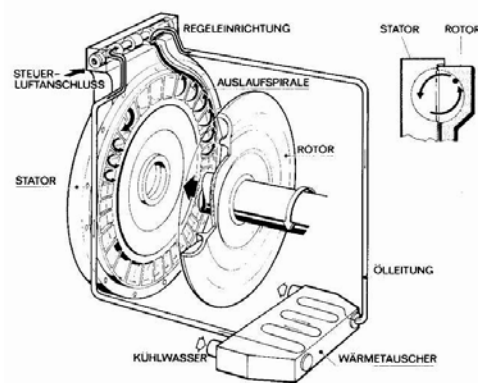


1: émbolo de maniobra, 2: asiento de válvula en el émbolo de maniobra, 3: asiento de válvula en el cuerpo, 4: disco de válvula, 5: muelle

RALENTIZADORES

En la actualidad, los sistemas de frenos utilizados en vehículos industriales, montan dos sistemas distintos, hidrodinámicos y eléctricos:

⇒ RALENTIZADORES HIDRODINÁMICOS:



El retardador hidrodinámico utiliza aceite como agente de flujo, para transportar el calor generado al frenar hacia un recuperador térmico. El recuperador térmico descarga la energía térmica hacia el entorno o hacia el líquido refrigerante del motor.

Se diferencia entre retardadores primarios y secundarios:

El retardador primario se monta en la cadena cinemática delante de la caja de cambios en caso de frenado se realiza el flujo de fuerza a través de los ejes motrices y de la caja de cambios. Con ello, el efecto de frenado del retardador primario depende del régimen del motor y de la marcha acoplada, pero no de la velocidad del vehículo.

El retardador secundario se monta en la salida de la caja de cambios o en el tramo del árbol articulado. El flujo de fuerza se realiza, en caso de frenado, únicamente a través de los ejes motrices hacia el retardador. El efecto de frenado del retardador secundario depende de la desmultiplicación de los ejes motrices y de la velocidad, pero no del cambio acoplado.

El funcionamiento de este tipo de retardadores consiste en aprovechar la energía del flujo de un líquido para frenar el vehículo. La estructura corresponde en principio a un embrague hidráulico, el estator está unido firmemente al cárter del retardador y el rotor solidario a la cadena cinemática.

El accionamiento del retardador o la transmisión del par de frenado tiene lugar a través de una pareja de ruedas dentadas en el cambio. Gracias a la desmultiplicación, el retardador alcanza altos pares de frenado hasta en los sectores inferiores de número de revoluciones.

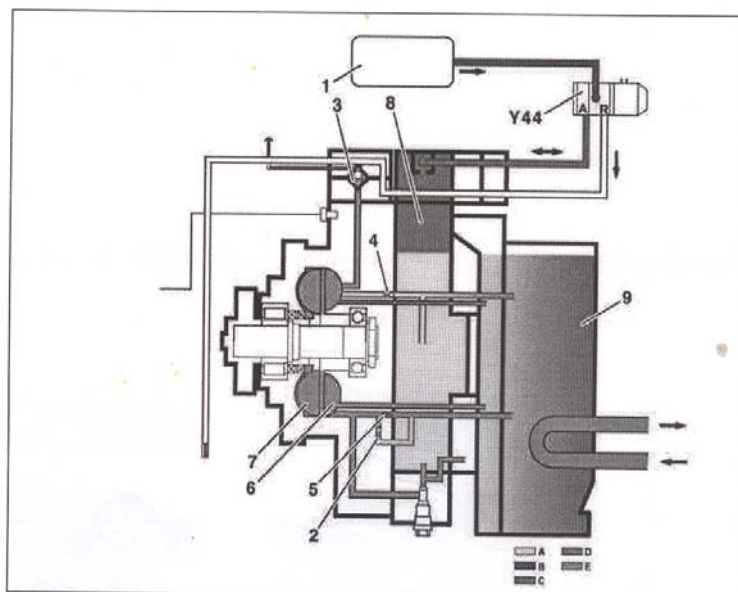
La activación del retardador se efectúa a través de la palanca de accionamiento de la regulación del motor/ freno permanente y de la electrónica del retardador. El par de frenado se regula en función del número de revoluciones, del estado de carga y de la temperatura.

FUNCIONAMIENTO DE UN RETARDADOR SECUNDARIO

- 1 Depósito de aire comprimido para consumidores secundarios
- 2 Válvula reguladora de presión
- 3 Válvula de entrada y salida de aire
- 4 Válvula de retención de entrada
- 5 Válvula de retención de salida
- 6 Estator
- 7 Rotor
- 8 Depósito de aceite
- 9 Intercambiador de calor

- A Colector de aceite
B Presión del sistema
C Presión de regulación
D Líquido refrigerante
E Presión de la bomba

Y44 Válvula proporcional retardador



En la válvula proporcional del retardador (Y44) existe aire comprimido que se extrae del depósito de aire comprimido para consumidores secundarios (1). Según la magnitud de la corriente de válvula recibida y enviada por la unidad de control del retardador, la válvula proporcional del retardador (Y44) emite la correspondiente presión de regulación. Esta presión actúa en el depósito de aceite (8) sobre el colector de aceite (A), con lo cual se impulsa una determinada cantidad de aceite, a través de la válvula de retención de entrada (4), a la cámara de trabajo entre el estator (6) y el rotor (7). Al mismo tiempo, el aire existente en el circuito de trabajo es desplazado al comienzo del proceso de frenado, por el aceite, a través de la válvula de entrada y salida de aire (3). El aceite se pone en movimiento por el giro del rotor (7) y circula en flujo cerrado entre el rotor (7) y el estator (6). El retardo del flujo de aceite en las cámaras del estator origina un frenado del rotor (7) y por lo tanto, también un frenado del vehículo. Mediante la presión de aceite en la cámara de trabajo, llega una parte del aceite a través de la válvula de retención de salida (5) al intercambiador de calor (9), donde es enfriado y transportado otra vez a través de canales de llenado, al circuito o al depósito de aceite (8) respectivamente según el estado operativo.

El montaje de un retardador en un sistema de accionamiento puede provocar cambios considerables del comportamiento de vibraciones del sistema completo. En el caso de un montaje ulterior se deberá atender indispensablemente a que vibraciones desfavorables no lleguen al sistema de accionamiento.

En vehículos con ABS deberá asegurarse que el retardador se desconecte durante un proceso de regulación ABS.

Los fabricantes de los sistemas ABS definen las posibilidades de desconexión. Por ello se presupone también la autorización del fabricante ABS para el equipamiento ulterior del retardador.

Respecto al montaje de retardadores en el tramo del árbol articulado, deberá atenderse a un ángulo de flexión máximo. El ángulo de flexión máximo de cada árbol cardán de la cadena cinemática debe ser, en estado cargado, de 7° . Se permite una tolerancia de $+1^\circ$

⇒ RETARDADORES ELÉCTRICOS O DE CORRIENTES PARÁSITAS




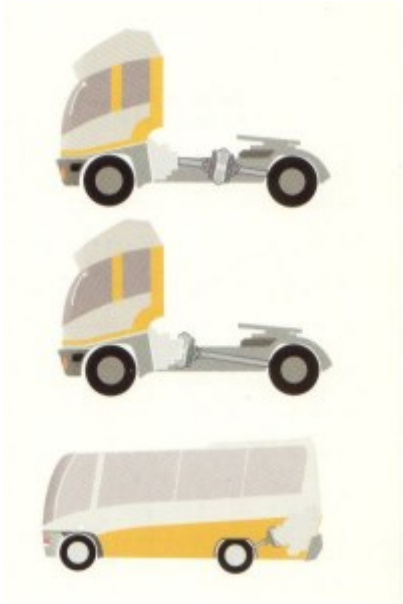


El ralentizador eléctrico, o freno eléctrico (como también es conocido) está basado en la creación de corrientes eléctricas inducidas en una masa metálica por un campo magnético variable, o lo que es lo mismo en este caso, por un campo fijo y una masa metálica móvil. Las corrientes inducidas se cierran sobre sí mismas en torno a las líneas de flujo magnético y son estas corrientes turbillonarias las que propician el frenado de las masas metálicas en movimiento y reciben el nombre de Corrientes de Foucault.

La ralentización de las masas metálicas (rotores) genera una gran cantidad de calor, que procede de la energía cinética de rotación del árbol de la transmisión al que va acoplado el ralentizador, al ser frenado.

La evacuación del calor citado se logra por las corrientes de aire generadas por la marcha del vehículo y reforzadas por la acción de unas paletas que llevan los rotores a modo de ventilador y más modernamente por circuitos de refrigeración a través de una carcasa, que envuelve al ralentizador y por cuyo interior circula el refrigerante, que atraviesa también un radiador adecuado de gran superficie de enfriamiento, que produce la caída de temperatura precisa.

Una chapa metálica con su capa de aislante protege también al vehículo de esta acción del calor en la parte sobre el ralentizador. Pueden ser también del tipo axial (situados entre el cambio de velocidades y el puente posterior), o bien focal (a la salida del cambio de velocidades, o del puente) y van mandados por una palanca sencilla situada próxima al volante de la dirección, o bien automáticamente al accionar el freno de servicio y son compatibles con los sistemas ABS y ASR. Se emplean generalmente en camiones y menos en autobuses por la dificultad de eliminar las altas temperaturas citadas y el peligro potencial de incendio y sus consecuencias para tantos viajeros

TIPOS DE RALENTIZADORES ELÉCTRICOS

	<ul style="list-style-type: none"> • Compuesta por ralentizadores concebidos para el montaje entre dos tramos de transmisión del vehículo y con pares de frenado comprendidos entre 40 mkg y 350 mkg.
	<ul style="list-style-type: none"> • Mas estrechos que los anteriores, permiten el montaje entre dos tramos de transmisión de tractocamiones y el par máximo frenante es de 320 mkg. • No tiene eje central y están diseñados para ser acoplados directamente sobre la caja de cambios o sobre el grupo diferencial de autocares y tractocamiones. Los pares están comprendidos entre 90 mkg y 330 mkg.
	<ul style="list-style-type: none"> • Constituida por ejes portantes con ralentizador eléctrico incorporado. Están concebidos para el montaje en semiremolques y el par máximo frenante es de 315 mkg.
	<ul style="list-style-type: none"> • Compuesta por ralentizadores concebidos para el montaje en bancos de ensayos y con pares de frenado comprendidos entre 40 mkg y 350mkg. Los ralentizadores pueden conectarse a 12, 24, 48, 72, 96 ó 192 v.

En un principio debido a su diferencia de precio (menor en el eléctrico) y la facilidad de montaje del eléctrico, se montaba este tipo en la mayoría de los camiones, pero hoy día, al montarse muchas veces de serie en el camión especialmente en vehículos ADR y autocares de pasajeros y al haber disminuido su coste relativo (frente al de un camión carrozado) y teniendo en cuenta las ventajas que ofrece el hidrodinámico por su poco peso; el mantenimiento de su rendimiento de frenado al elevarse la temperatura de funcionamiento, frente a la caída de un 10 % a un 20 % en un eléctrico; su mayor rapidez de enfriamiento y, aunque su actuación práctica en el frenado sea más rápida en el eléctrico que en el hidroneumático por el resbalamiento del embrague hidráulico a bajas revoluciones (inicio de la marcha), podemos decir que casi un 90 % de aquellos vehículos pesados montan un retardador hidrodinámico. Los mandos de uno y otro tipo son similares por una palanca manual situada en la columna de la dirección, o a través de un mando por pedal en conexión con el freno de pie del vehículo, con un mecanismo de actuación electro-neumático y son compatibles con los sistemas ABS y ASR.

En la actualidad ha aparecido un nuevo retardador de agua de la casa VOITH, el AQUATARDER WR-190, que, como anuncia, utiliza en lugar de aceite, como líquido de actuación, el agua (en realidad una mezcla al 50 % de agua y Glysantine G-48, o sea el líquido normalmente usado en el circuito de refrigeración del motor), con unas prestaciones de unos 1.450Nm (148 m x kg) de par motor en la salida del cigüeñal y 2.500 rpm en dicha salida; que se monta en la parte anterior del motor (distribución) sobre el cigüeñal directamente, pesa unos 32 kg y ofrece además las ventajas de estar libre de mantenimiento, pero su estrella es el modelo VR-123 para camiones y autocares medios (1.500 Nm, o bien 153 m x kg de par y 3.150 rpm) y el 133-2 para mayores prestaciones (4.000 Nm, o sea, 408 m x kg de par y 2.800 rpm).

⇒ FRENO DE MOTOR

Este sistema, como ya se ha mencionado en la introducción, sirve para un frenado continuo del vehículo, con el fin de no sobre usar los frenos de servicio. El freno de motor, va combinado, con la inyección de combustible a la que corta la alimentación con el inicio de su actuación, por lo que añade al frenado normal de la unidad, el adicional que supone el funcionamiento del motor como compresor (máxime con las altas potencias y pares actuales) en lugar de como generador de potencia. Esto hace además que el vehículo se desplace con consumo cero de combustible y que, en motores de alta cilindrada, como decimos, esta acción de comprimir el aire sin que haya combustión, oponiéndose al giro del cigüeñal, frena el vehículo, a la vez que se refrigeran los pistones y la culata, incrementando la vida del motor y favoreciendo la economía en la conducción.

Suele ir montado en el colector de escape, es accionado generalmente por medios neumáticos y puede ser de los del tipo de mariposa, o sea, a base de una pequeña pantalla metálica, que gira alrededor de un eje diametral, cerrando más o menos el paso de los gases en función de la posición de giro adoptada, o bien de los del tipo de guillotina en los que la citada pantalla metálica se desliza en sentido perpendicular al de la salida de los gases, actuando como si se tratase de una pequeña compuerta, o guillotina.

El mando suele controlarlo el conductor por medio de un pisón situado en el piso de la cabina y en la parte posterior del pedal del acelerador y su actuación sobre la bomba de inyección también se realiza neumáticamente por una válvula y una serie de tirantes articulados entre sí.

Últimamente se ha desarrollado un tipo de freno-motor con un dispositivo constituido por una válvula adicional a las de escape, montada asimismo sobre la culata de cada cilindro, con el que se consigue que en el tiempo de combustión del motor el aire comprimido, que ayudaba con su efecto de empuje a acelerar el pistón, ahora no lo haga, pues al abrirse la válvula citada, la presión originada se pierde por el colector de escape y no produce empuje alguno