



## **ÍNDICE**

5. Sistemas convencionales de frenado

14. Sistemas de frenado ABS y ASR

17. Sistemas de Freno-motor

23. Sistemas de Retardadores y Ralentizadores

25. El sistema EBH

29. El sistema EMB

**Sistemas convencionales de frenado:**

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 atempera 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 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.

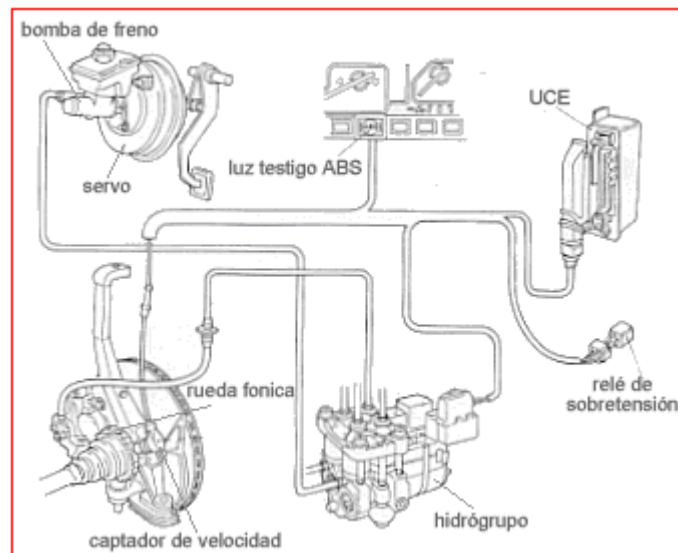
Se pasó de las zapatas/tambor a los frenos de disco en el eje anterior de algunos vehículos, que ahora son de doble disco con refrigeración exterior y se suelen montar también en el eje posterior en ciertas unidades.

**Se han introducido los sistemas ABS y ASR de ayuda a la frenada:**

El sistema antibloqueo ABS constituye un elemento de seguridad adicional en el vehículo. Tiene la función de reducir el riesgo de accidentes mediante el control óptimo del proceso de frenado. Durante un frenado que presente un riesgo de bloqueo de una o varias ruedas, el ABS tiene como función adaptar el nivel de presión del líquido en cada freno de rueda con el fin de evitar el bloqueo y optimizar así el compromiso de:

- **Estabilidad en la conducción:** Durante el proceso de frenado debe garantizarse la estabilidad del vehículo, tanto cuando la presión de frenado aumenta lentamente hasta el límite de bloqueo como cuando lo hace bruscamente, es decir, frenando en situación límite.
- **Dirigibilidad:** El vehículo puede conducirse al frenar en una curva aunque pierdan adherencia alguna de las ruedas.
- **Distancia de parada:** Es decir acortar la distancia de parada lo máximo posible.

Esquema de los elementos que forman el sistema ABS.



En la figura 1.1 se aprecia el esquema de un circuito de frenos convencional sin ABS. Frenado en "X".

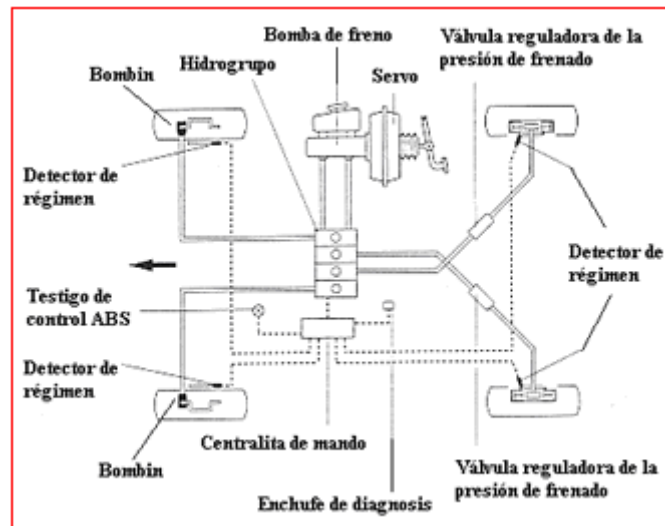


Figura 1.1

En la figura 1.2 se aprecia el esquema de un circuito de frenos con ABS. El esquema es igual al circuito de frenos convencional al que se le ha añadido: un hidroggrupo, una centralita electrónica de mando y unos detectores de régimen (RPM) a cada una de las ruedas, estos elementos forman el sistema ABS.

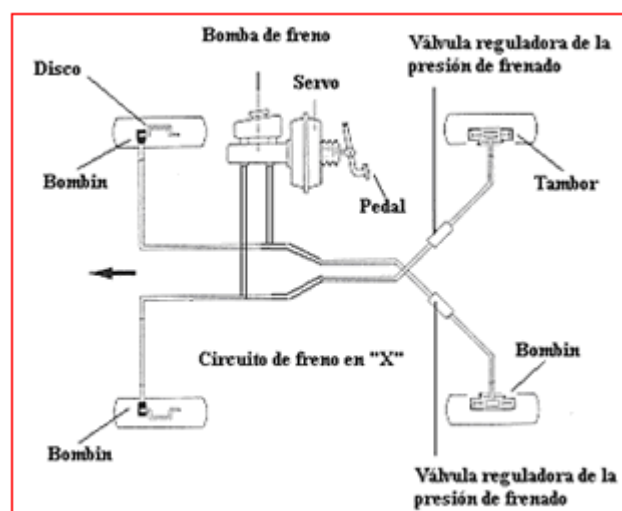
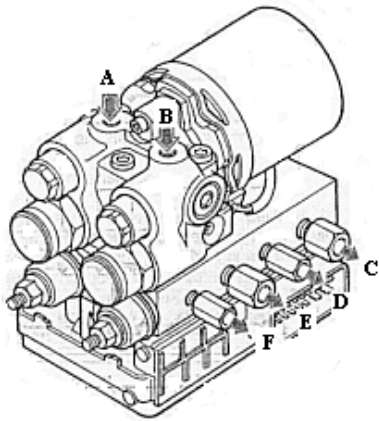


Figura 1.2

## **Hidrogrupo o unidad de regulación hidráulica.**

El hidrogrupo esta formado por un conjunto de motor-bomba, cuatro electro válvulas dos de admisión y dos de escape, y un acumulador de baja presión.



- A- Canalización de llegada de la bomba de frenos (circuito primario).*
- B- Canalización de llegada de la bomba de frenos (circuito secundario).*
- C- Canalización de salida del hidrogrupo que va a la rueda delantera izquierda.*
- D- Canalización de salida del hidrogrupo que va a la rueda trasera derecha.*
- E- Canalización de salida del hidrogrupo que va a la rueda trasera izquierda.*
- F- Canalización de salida del hidrogrupo que va a rueda delantera derecha.*

- **Electro válvulas:** están constituidas de un solenoide y de un inducido móvil que asegura las funciones de apertura y cierre. La posición de reposo es asegurada por la acción de un muelle incorporado. Todas las entradas y salidas de las electro válvulas van protegidas por unos filtros.

A fin de poder reducir en todo momento la presión de los frenos, independiente del estado eléctrico de la electro válvula, se ha incorporado una válvula anti-retorno a la electro válvula de admisión.



La válvula se abre cuando la presión de la "bomba de frenos" es inferior a la presión del estribo. Ejemplo: al dejar de frenar cuando el ABS esta funcionando.

El circuito de frenado esta provisto de dos electro válvulas de admisión abiertas en reposo y de dos electro válvulas de escape cerradas en reposo. Es la acción separada o simultanea de las electro válvulas la que permite modular la presión en los circuitos de frenado.

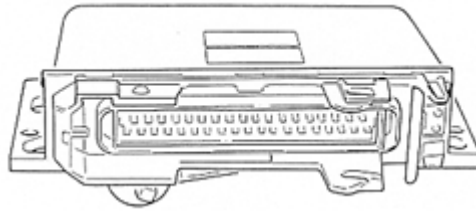
- **Conjunto motor-bomba:** Esta constituido de un motor eléctrico y de una bomba hidráulica de doble circuito, controlados eléctricamente por el calculador. La función del conjunto es rechazar el líquido de frenos en el curso de la fase de regulación desde los bombines a la bomba de frenos. Este rechazo es perceptible por el conductor por el movimiento del pedal de freno. El modo de funcionamiento se basa en transformar el giro del motor eléctrico en un movimiento de carrera alternativa de dos pistones por medio de una pieza excéntrica que arrastra el eje del motor.

- **Acumulador de baja presión:** Se llena del líquido del freno que transita por la electro válvula de escape, si hay una variación importante de adherencia en el suelo.

El nivel de presión necesario para el llenado del acumulador de baja presión debe ser lo suficientemente bajo para no contrariar la caída de presión en fase de regulación, pero lo suficientemente importante como para vencer en cualquier circunstancia el tarado de la válvula de entrada de la bomba.

El caudal medio evacuado por la bomba es inferior al volumen máximo suministrado en situación de baja presión.

## **CALCULADOR (Unidad electrónica de mando).**



Las informaciones medidas por los captadores de rueda transformadas eléctricamente y tratadas en paralelo mediante dos microcomputadores (microprocesadores). En caso de desigualdad en las informaciones recibidas, el calculador reconoce un fallo y se inicializa un proceso de regulación del sistema ABS. Tras la amplificación, las señales de salida aseguran la activación de las electroválvulas y el motor-bomba.

El calculador trabaja según el principio de la redundancia simétrica; los dos microcomputadores son diferentes, tratan la misma información y utilizan un mecanismo de cambio de información jerarquizada para comunicar.

Cada microcomputador está programado con unos algoritmos de cálculo diferentes. En caso de no conformidad de las señales tratadas, en caso de avería o fallo en la instalación, el calculador limita el funcionamiento de los sistemas según un proceso apropiado. El fallo es señalado por un testigo en el cuadro de instrumentos y puede ser interpretado mediante un útil de diagnóstico. Dado el avance de la electrónica el calculador cada vez es mayor su capacidad para auto diagnosticarse los fallos en el sistema ABS.

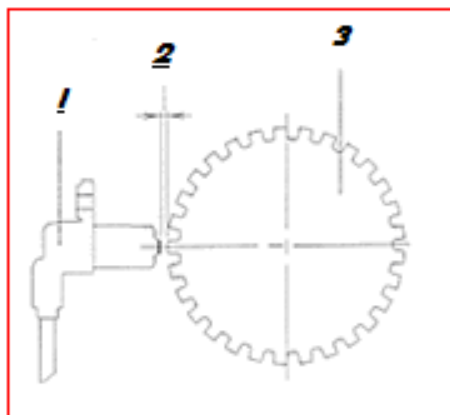
**Función del contactor de las luces de stop:** La información del contactor luces de stop tiene como misión permitir abandonar el modo ABS lo mas rápidamente posible cuando sea necesario. En efecto si el ABS esta funcionando y el conductor suelta el pedal de freno con el fin de interrumpir la frenada, la señal transmitida por el contactor de stop permitirá cesar la regulación más rápidamente.

**Ruido y confort de la regulación:** Una regulación ABS conduce a unas aperturas y a unos cierres de las electroválvulas, al funcionamiento de un grupo motor-bomba, así como a unos movimientos del líquido en un circuito cerrado, es decir, con retorno del líquido hacia la bomba de frenos. Esto genera un ruido durante la regulación, acompañado por unos movimientos del pedal de frenos. Los ruidos son más o menos perceptibles en el habitáculo según la implantación arquitectónica del bloque hidráulico y la naturaleza de los aislantes fónicos que posea el vehículo. Estos ruidos, asociados a la remontada del pedal de frenos presenta sin embargo la ventaja de informar al conductor sobre el activado del ABS y, por lo tanto, sobre la aparición de unas condiciones precarias de circulación. La conducción podrá entonces adaptarse en consecuencia.

## **Detectores de rueda**

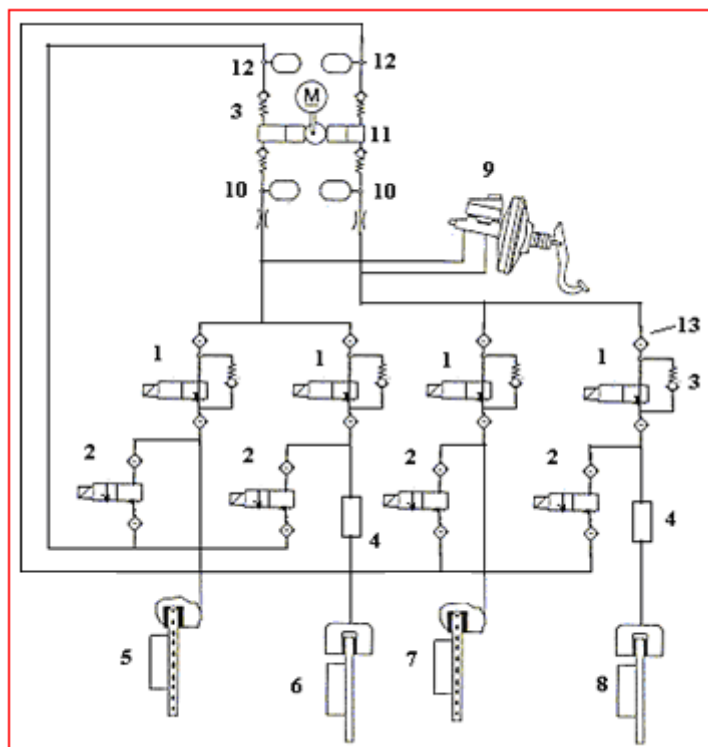
Los detectores de rueda o de régimen, también llamados captadores de rueda miden la velocidad instantánea en cada rueda. El conjunto esta compuesto por un captador (1) y un generador de impulsos o rueda fónica (3) fijado sobre un órgano giratorio.

La disposición puede ser axial, radial o tangencial (axial ruedas delanteras, tangencial ruedas traseras). Para obtener una señal correcta, conviene mantener un entrehierro (2) entre el captador y el generador de impulsos. El captador va unido al calculador mediante cableado.



***El la figura se ve el circuito hidráulico de un sistema ABS.***

- 1- Electro válvula de admisión.
- 2- Electro válvula de escape.
- 3- Válvula anti-retorno.
- 4- Válvula reguladora de la presión de frenado.
- 5- Rueda delantera izquierda.
- 6- Rueda trasera derecha.
- 7- Rueda delantera derecha.
- 8- Rueda trasera izquierda.
- 9- Bomba de frenos.
- 10- Silenciador.
- 11- Motor-bomba.
- 12- Acumulador de baja presión.
- 13- Filtro.



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 electro válvula, 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.

### **El freno-motor:**

Otra ayuda al frenado, a la que no se le suele reconocer toda su importancia y posibilidades, y que últimamente se ha 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.

Tipos:

- Por presión Dinámica: 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 desplaza en sentido perpendicular al de la salida de los gases, actuando como si se tratase de una pequeña compuerta, o guillotina. Tiene efecto de frenado en la fase de escape de los gases del motor.
- Por Descompresión: Consta de 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 tiene efecto de frenado en la fase de compresión del motor.

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.

- Por el Turbo freno: Al aumentar la presión de sobrealimentación genera un mayor caudal de aire y, con ello, una mayor potencia de frenado. Tiene un efecto de frenado muy superior a los anteriores.

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.



### **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 fading (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.

## El ralentizador eléctrico, o freno eléctrico



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. El ralentizador eléctrico es un elemento de seguridad instalado en la línea motriz un vehículo industrial.

La instalación puede hacerse a la salida de la caja de cambios, entre dos tramos de transmisión y sobre el puente diferencial.

Las principales ventajas que aporta la instalación de un ralentizador electrónico son: seguridad (del vehículo y de la carga), economía (reducción costes de mantenimiento del vehículo), rentabilidad (permite conseguir velocidades medias superiores), ecología (no producen contaminación) y confortabilidad (conducción más confortable y relajada).

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

Otro de los ralentizadores es el hidrodinámico, basado en principios hidrodinámicos similares a los de los convertidores de par: Si hacemos girar un rotor solidario al motor y que va provisto de unos alabes orientados de tal manera que impulsan el aceite contenido en una carcasa, que encierra el conjunto, contra los de un estator fijo solidario a la carcasa y situado frente al anterior, formándose una especie de anillo elástico entre cada par de alabes así enfrentados por la acción del citado anillo elástico. Al ser fija una de las partes, la otra tiende a frenarse.

El conductor regula la cantidad de aceite, que es impulsado neumáticamente en la cámara de turbulencia por medio de un mando manual por puntos y el calor generado por la energía cinética de la parte móvil se disipa a través del circuito de refrigeración del motor, al que está conectado.

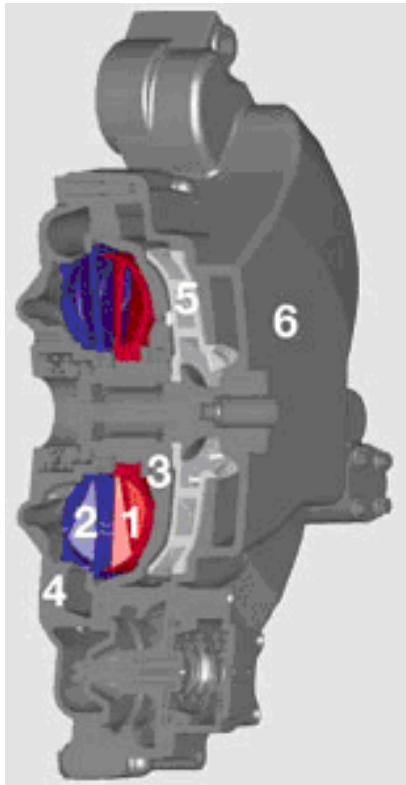
En los vehículos que equipan caja de velocidades automática, suele ir incorporado a dicha caja de velocidades, como es el caso de la caja MAN-TipMatic, que lleva incluido el Intarder-2 de ZF en la misma, pero en camiones con caja de velocidades mecánica se monta independiente sobre el árbol de la transmisión, o a la salida de la caja de velocidades, utilizando en este caso su propio aceite, y usando toda la capacidad térmica del aceite para la función de frenado.

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).



■ ROTOR

■ ESTATOR

■ BOMBA DE AGUA

1 ROTOR

2 ESTATOR

3 ROTOR DE HOUSING

4 ESTATOR DE HOUSING

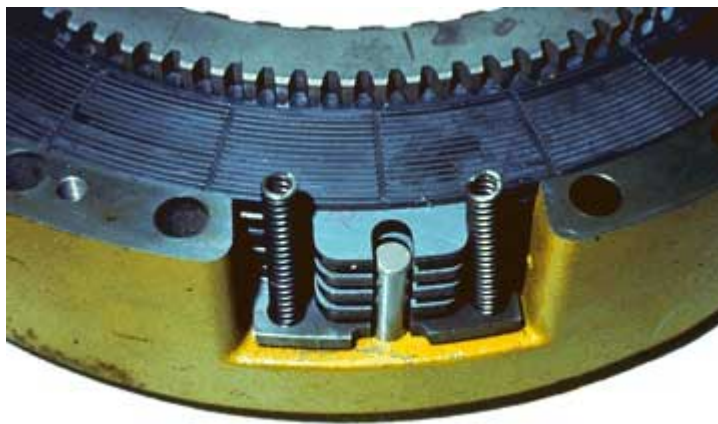
5 BOMBA DE AGUA

6 BOMBA DE HOUSING

### **Observaciones:**

La mayoría del equipo pesado tiene frenos en el eje donde son enfriados por el aceite. El aceite utilizado tiene que resistir las altas temperaturas de los discos y platos de estos frenos, y desplazarse rápidamente por las ranuras para permitir el frenado del equipo.

(El aceite tiene que ser el mismo utilizado en los engranajes del diferencial, pero no puede tener aditivos de extrema presión ni aditivos que formen una película protectora permanente en los discos. Un aceite muy viscoso no se desplazará, y un aceite de baja calidad o con polímeros para mantener su viscosidad, sufrirá problemas de cizallamiento y pérdida de viscosidad.



### **El camino hacia los frenos eléctricos:**

El freno electro hidráulico EHB no convierte directamente la fuerza aplicada por el conductor sobre el pedal de freno en presión hidráulica en el circuito de freno, sino en una señal eléctrica. Usando esta señal junto con otros datos, el sistema de control electrónico del freno procesa individualmente las fuerzas de frenado requeridas en cada rueda. Las correspondientes presiones sobre los frenos se generan entonces en una unidad hidráulica central. Ante la posibilidad de un fallo en el sistema eléctrico, se mantiene una transmisión hidráulica directa como opción de seguridad.

El EHB (electro-hydraulic brake) de Bosch consiste en un simple sistema que trata de separar el pedal del freno del sistema hidráulico. Excepto en caso de avería, cuando se acusa una falta en el suministro de la alimentación eléctrica, pues en ese caso dos electro válvulas están en reposo abiertas lo que permite detener el vehículo del modo convencional por la fuerza que realiza el conductor sobre el pedal del freno.

En este sistema una serie de captadores recogen informaciones que serán enviadas a un calculador electrónico para actuar sobre el grupo electro hidráulico que reparte las diversas fuerzas de frenado a las ruedas.

De esta manera el dispositivo se comporta como un sistema de antibloqueo (ABS), antipatinaje (ASR) y control de estabilidad dinámico (ESP) Electronic Stability Program.

Para funcionar este sistema necesita de un acumulador de presión de membrana y un simulador de esfuerzo situado detrás del pedal del freno.

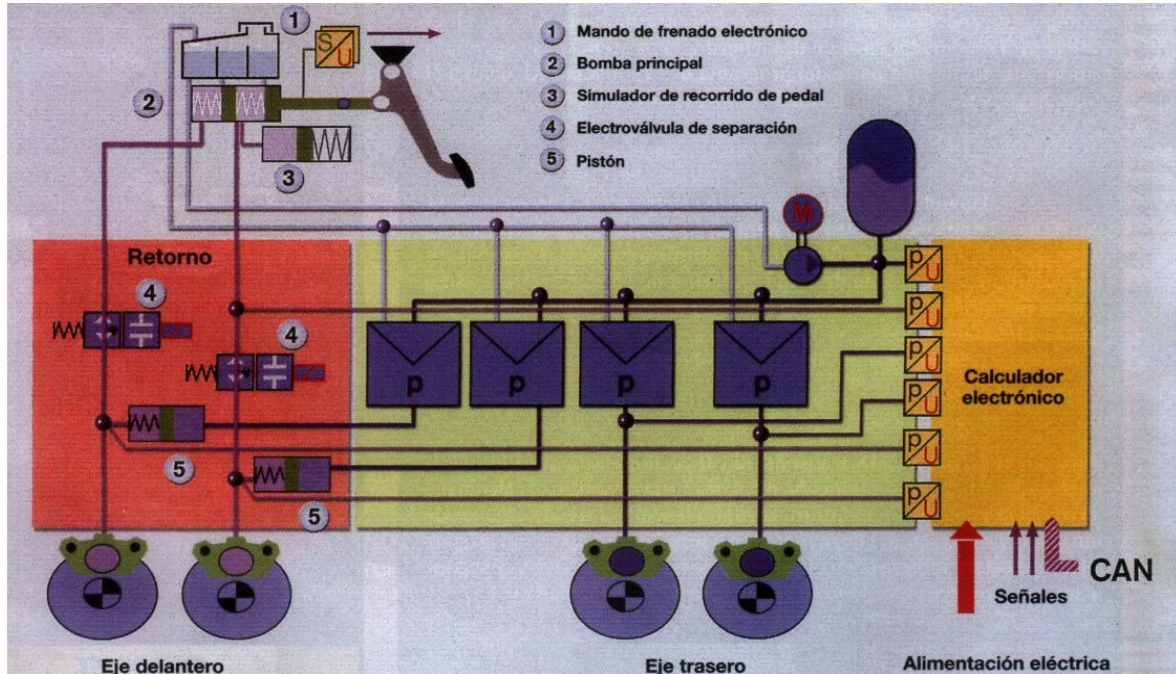
Comparado a los actuales sistemas servo-hidráulicos, el freno electro hidráulico EHB ofrece decisivas ventajas:

1. El EHB pesa menos, requiere menos espacio para su instalación y funciona sin master o servo (amplificador por depresión). Además, el proceso de instalación es mucho más flexible debido al diseño modular del freno; al mismo tiempo se reduce la enorme variedad de versiones diferentes.

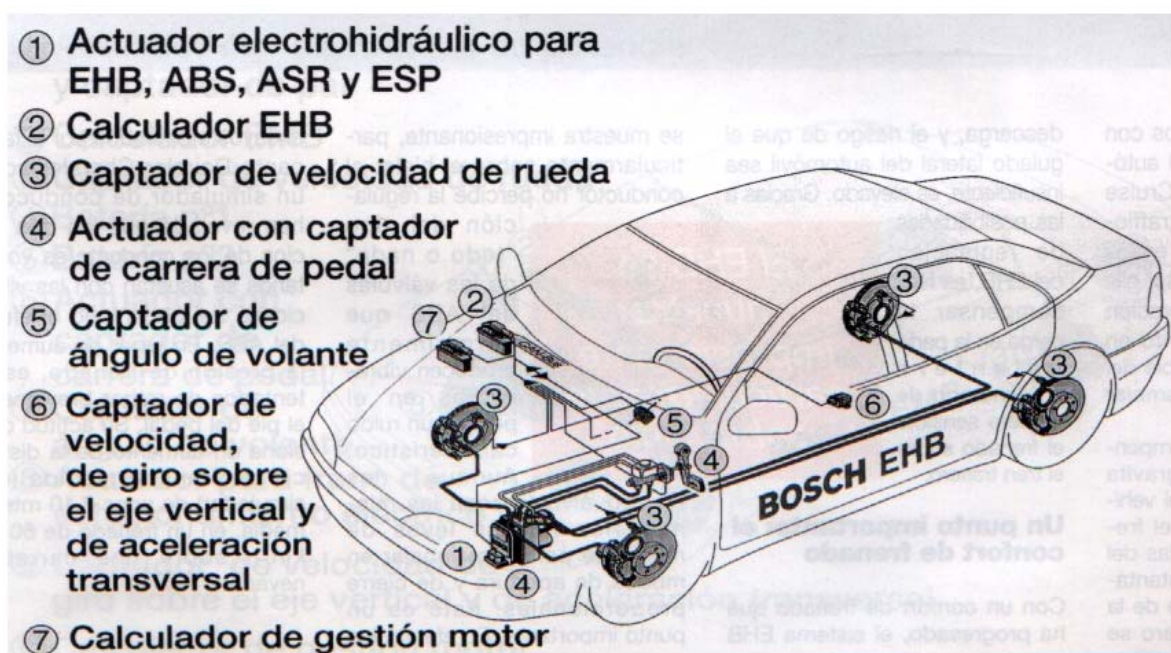


2. Los menores tiempos de reacción en combinación con la modulación de la fuerza de frenado de forma individual en cada rueda aseguran óptimas distancias de frenado junto a un alto grado de estabilidad direccional. Así el EHB es capaz de compensar una insuficiente utilización de la capacidad de frenado cuando las leyes físicas lo permiten al aumentar automáticamente las fuerzas de frenado.
3. Se pueden integrar fácilmente numerosas funciones complementarias de ayuda al conductor, por ejemplo otra ayuda sobre el freno que aumenta rápidamente la fuerza de frenado durante las maniobras de frenado de emergencia. Además, el sistema de freno electro hidráulico EHB permite el establecimiento en red con otros sistemas del vehículo y proporciona así la base para los innovadores progresos que se alcanzarán con los sistemas de control de la velocidad de crucero AAC de los sistemas de navegación autónomos.
4. Mínimas fuerzas de utilización y ausencia de pulsaciones en el pedal con parámetros ajustables y sin ruido, aumentando el nivel de comodidad.
5. Además, los sistemas electrónicos proporcionan un elevado grado de seguridad: al usar de forma constante la información disponible sobre el estado del sistema de frenos, asegurando la

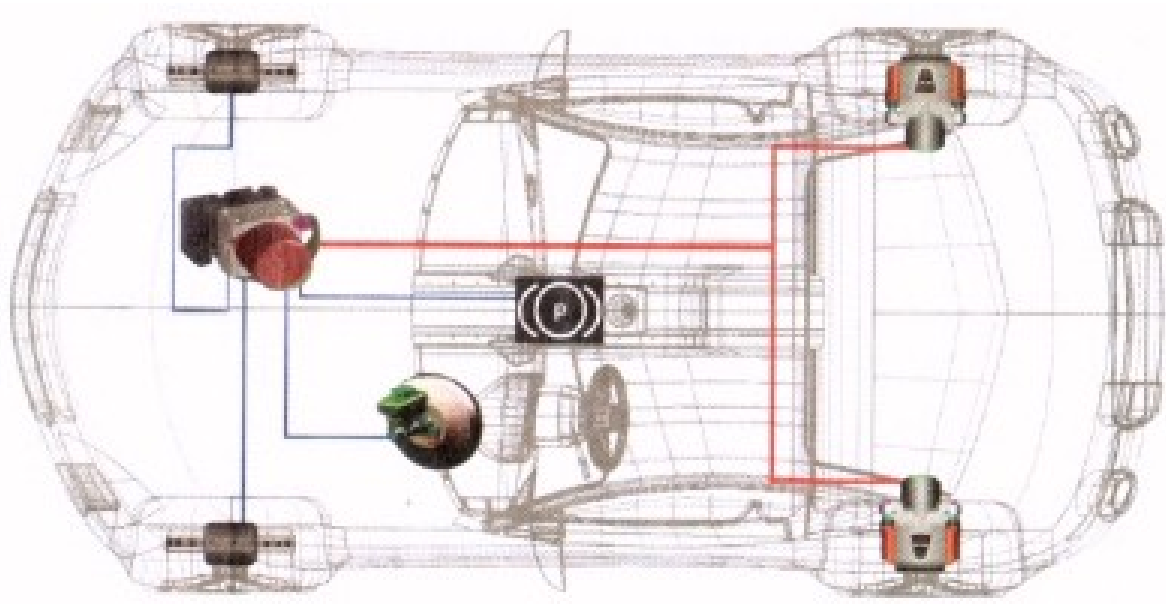
suficiente acción de frenado por medio del establecimiento de sofisticados programas de seguridad o creando informes de sucesos o fallos de alguna parte del sistema.



Instalación del sistema EBH de Bosch en el vehículo:

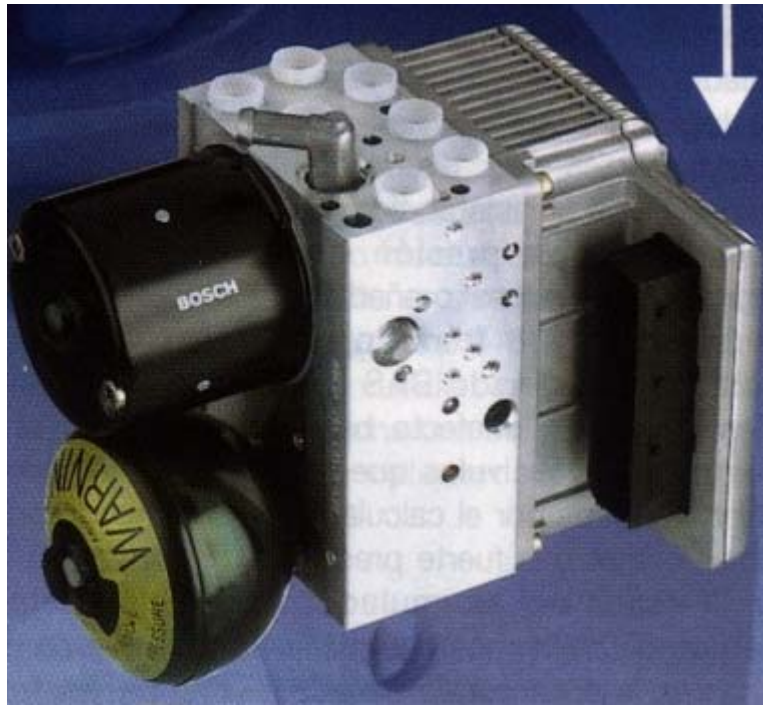


## Sistemas de Frenos en los Vehículos Industriales



Grupo hidráulico del  
frenado electro hidráulico.





**La próxima etapa:**

El sistema (EMB, Electro-Mechanical Brake):

En esta mejora se suprime el circuito hidráulico totalmente y se añade un motor eléctrico cuyo rotor es solidario de un tornillo sin fin unido al pistón que empuja las pastillas contra el disco de freno.

