



I.E.S Los
SAUCES

ELECTROMECHANICA

NUEVAS GENERACIONES EN LOS SISTEMAS DE FRENADO DE LOS
TURISMOS (EQUIPO B)

| I.E.S Los Sauces, Benavente |
César Alonso y Miguel Ángel Ferrero
Tutor: Manuel Feal Fraga

Índice:

Introducción

Componentes del sistema y explicación

- ✓ *Depósito.*
- ✓ *Bomba.*
- ✓ *Canalizaciones.*
- ✓ *Líquido de frenos.*
- ✓ *Frenos de disco; Discos, pinzas y pastillas de freno*
- ✓ *Frenos de tambor; Tambores y zapatas de freno.*
- ✓ *Corrector de frenada.*
- ✓ *Servofreno.*

Sistemas de accionamiento

- ✓ *Hidráulico.*
- ✓ *Neumático.*
- ✓ *Mecánico.*

Sistemas de ayuda a la frenada

- ✓ *Introducción.*
- ✓ *ABS (Antilock Brake System o Sistema Antibloqueo de Frenos).*
- ✓ *EBV Electronic Brake Variation System (EBD)*

Sistemas de seguridad que funcionan en conjunto con sistemas de freno

- ✓ *Introducción.*
- ✓ *ASR ó TCS (Traction Control System).*
- ✓ *ESP (Elektronisches Stabilitäts Programm o Programa electrónico de estabilidad).*

Legislación sobre los sistemas de frenado

Mantenimiento, comprobaciones y diagnosis

Información adicional; Sistemas de freno de competición

Nuevas tecnologías

Bibliografía

Introducción:

La función de los frenos en un vehículo es la de disminuir la velocidad de giro de las ruedas mediante el rozamiento que se crea al acercar las pastillas de freno al disco, unido a la llanta. Este rozamiento, transforma la energía cinética del vehículo en calor, que se disipa en el aire. En una frenada, se pueden alcanzar temperaturas de varios cientos de grados centígrados, entre las pastillas y los discos. La fuerza necesaria para ello se transmite a las pastillas mediante presión a través de un sistema hidráulico.

Adicionalmente, tienen la función de mantener el vehículo estacionado (freno de estacionamiento o de mano).

Los frenos son uno de los sistemas de seguridad más importante en un automóvil, por ello los fabricantes se esfuerzan al máximo en desarrollar y diseñar dichos sistemas de frenado. Los sistemas de freno, utilizan dos circuitos independientes como medida de seguridad. La disposición de estos la veremos más adelante.

Los sistemas de freno deben cumplir una serie de requisitos:

- ✓ Seguridad de funcionamiento al 100%.
- ✓ Alta resistencia térmica y mecánica.
- ✓ Alto confort: buena respuesta, uniformidad, sin ruidos...
- ✓ Resistencia de todos los componentes a elementos ambientales (frio, calor, agua...)

Componentes del Sistema.

El depósito de líquido de frenos: Se encarga de mantener el nivel de líquido de frenos, necesario para mantener siempre alimentado el interior del cilindro de la bomba. Se encuentra normalmente encima de la bomba, acoplado a la misma. Su diseño permite alimentar a los dos circuitos de forma independiente, es decir, si uno de los circuitos pierde líquido como consecuencia de una avería o rotura, solo se vaciará la parte del depósito que alimenta a dicho circuito.



En su interior dispone de un medidor de nivel, para indicar en el cuadro de mandos que hay una avería en el circuito si el nivel es demasiado bajo. Consiste en un flotador unido al tapón, con dos contactos, de tal forma que si baja excesivamente el nivel, los contactos se puentearan y se encenderá la luz del cuadro.

Bomba de freno: Es la encargada de mandar el líquido de frenos, a presión, por las canalizaciones para accionar los cilindros de freno, cuando el conductor pisa el pedal del freno.



Las canalizaciones: Se encargan de comunicar los diferentes puntos del circuito. Por ellas circula el líquido de frenos. Las tuberías son metálicas y van sujetas al vehículo. Los latiguillos sirven de unión entre las tuberías y las piezas móviles, como la pinza o el bombín. Son de goma, para permitir el desplazamiento sin romperse.



El líquido de frenos: Es un elemento activo del circuito de frenos y comunica la presión entre la bomba y los bombines. Existen diferentes normativas que definen las propiedades que debe tener un líquido de frenos, pero la más habitual es la DOT. Esta norma define las diferentes propiedades mínimas de los líquidos, como las siguientes:

- ✓ Temperatura de ebullición alta.
- ✓ Temperatura de congelación baja.
- ✓ No debe dañar a los materiales con los que entra en contacto.
- ✓ No debe variar su viscosidad con la temperatura.
- ✓ Durabilidad aceptable. Es recomendable cambiarlo cada 2 años o 100.000 km.



Según las características que tengan, los líquidos de frenos se presentan en diferentes grados, siguiendo la normativa DOT:

DOT 3

Punto de ebullición de 205°C.

Líquido de frenos usado en muchos vehículos por su bajo precio.

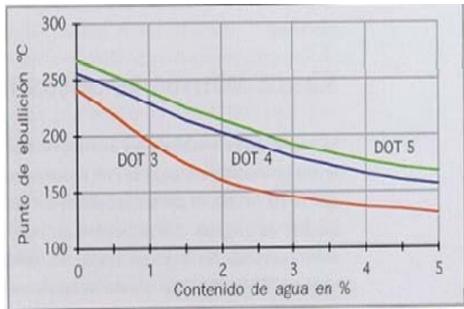
Base glicol.

DOT 4

Punto de ebullición de 230°C. No absorbe el agua tan fácilmente como el DOT3 ya que contiene ciertos aditivos para ello, pero su precio es más alto.

Tiene base glicol.

DOT 5 y DOT 5.1



El DOT5 tiene base de silicona, por lo que no absorbe el agua como los que tienen base glicol. Su punto de ebullición es de 260°C.

El líquido DOT 5.1 tiene base glicol y además las ventajas de los líquidos con base silicona. Ambos tipos de líquido, los de base glicol y base silicona, no se pueden

mezclar, ya que la silicona no es miscible con el glicol. El punto de ebullición es de 270°C

Sistema de Frenos de disco:

Los sistemas de freno por disco son los más utilizados en la actualidad, debido a su buen funcionamiento.

Discos de Freno: Los discos de freno se fabrican en acero especial o en hierro fundido. Pueden ser macizos o autoventilados. Estos últimos se utilizan cuando se trabaja con grandes presiones en las pastillas, para evacuar mejor el calor. Pueden tener taladros o ranuras en la parte interior.



Disco autoventilado



Disco autoventilado con ranuras

Pinzas de Freno: Las pinzas de freno son las encargadas de empujar las pastillas sobre el disco. En ellas va montado el actuador hidráulico o pistón. Las pinzas utilizadas en vehículos convencionales suelen llevar uno, dos o cuatro pistones. Existen pinzas con mayor número de pistones (6, 8 y 10) pero solo se usan en competición.



Pastillas de Freno: Son los elementos que rozan sobre el disco de freno para reducir su velocidad. La superficie del forro, compuesta por una guarnición, normalmente llamada ferodo, se adapta a la superficie del disco. En algunas pastillas se incorpora un cable que sirve de indicador de desgaste. Cuando este cable roza con el disco de freno, cierra el circuito eléctrico y se enciende una luz testigo en el cuadro de mandos



Sistema de frenos con tambor:

Este sistema de frenado no fue reemplazado parcialmente por el sistema de frenos de disco hasta los años 70. A partir de ese año, en algunos vehículos se montaba en el eje delantero frenos de disco y en el trasero, frenos de tambor, debido a su menor eficacia.

Tambores: En un sistema de frenos con tambor, el elemento rozante son las zapatas. Un actuador hidráulico las empuja sobre la superficie del tambor, disminuyendo su velocidad. Este tipo de frenos, debido a su estructura, disipa muy mal el calor, por tanto se utilizan mayoritariamente en el eje trasero, donde soportaran presiones de frenado menores que los frenos del eje delantero. Los tambores incorporan aletas u orificios para ayudar a su refrigeración. El sistema de frenos con tambor se compone de los siguientes componentes:

- ✓ Tambor unido al buje del cual toma el movimiento.
- ✓ Disco porta-zapatatas.
- ✓ Sistema de ajuste automático.
- ✓ Actuador hidráulico que empujará las zapatas sobre el tambor.
- ✓ Muelles de recuperación.



Las zapatas: Son elementos activos de los frenos junto con los tambores. Están compuestas por un soporte, generalmente de acero o aleación ligera, que tiene forma de media luna. Encima de estos soportes van pegados o remachados los forros que entran en contacto con el tambor. Estos forros también reciben el nombre de Ferodos, y tienen la misma forma de media luna que sus soportes, para encajar perfectamente en el interior del tambor.



El forro de las zapatas y pastillas contenía amianto, pero debido a sus propiedades cancerígenas, en los años 90 se empezaron a fabricar con otros tipos de materiales como

Kevlar. Al principio, esas pastillas sin amianto eran de prestaciones y duración muy inferiores a las que contenían amianto. En su fabricación se utilizan:

Fibras: que son los elementos encargados de aglutinar y ligar el resto de los elementos.

Las cargas minerales: Son las encargadas de dar consistencia mecánica al conjunto, es decir, le aportan resistencia a la abrasión, resistencia a cortadura...

Componentes metálicos: Se añaden en forma de polvo o viruta para conseguir homogeneizar el coeficiente de fricción así como la transferencia de calor de la pastilla a la pinza. Los más usuales son, latón, cobre, bronce entre otros.

Los materiales orgánicos: Son los encargados de aglomerar el resto de los materiales. Cuando alcanzan una determinada temperatura fluyen y ligan el resto de componentes, hasta que se polimerizan.

Los abrasivos: Cumplen principalmente la misión de incrementar el coeficiente de fricción y también renuevan y limpian la superficie del disco



Actuador hidráulico: También se conoce con el nombre de bombín de freno. Es un cilindro, con un pistón en cada extremo, que actúan sobre las zapatas de freno empujándolas contra el tambor cuando el conductor pisa el pedal de freno y se le comunica una presión a través del líquido. En el interior del cuerpo del bombín de freno y entre los dos pistones se coloca un muelle, que se encarga de que los dos pistones estén continuamente en contacto con las zapatas.



El corrector de frenada trasero: Sirve para controlar la presión que llega a los frenos traseros para evitar que bloqueen las ruedas, ya que sobre las traseras recae menos peso a la hora de frenar. Con este dispositivo se puede variar la presión de

frenada en las ruedas traseras en función del peso que estén soportando. Se suelen encontrar situados en la parte trasera del vehículo, junto al puente. Los más comunes son los accionados por la barra de torsión.

También podemos encontrar otros tipos de correctores como:

- ✓ Reductores de presión dependientes de la presión.
- ✓ Reductores de presión dependientes de la deceleración.



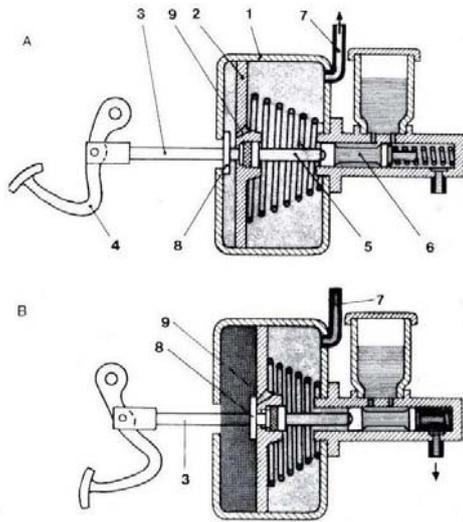
El servofreno: Es un sistema que reduce la fuerza que tiene que realizar el conductor sobre el pedal de freno. Las ventajas del servofreno no son exclusivamente las de poder realizar una presión mayor sobre el circuito hidráulico, y por consiguiente, sobre los pistones de las pinzas con un mayor descanso del pie. Si no que lo que se consigue es una mejor dosificación de la frenada. Su funcionamiento se basa en la fuerza que ejerce la presión atmosférica en una cara del embolo, y en la otra se aplica depresión. Esta depresión proviene generalmente del colector de admisión en los modelos con motor de gasolina o generada por una bomba en los modelos diesel.

El servofreno mixto que actúa por vacío se basa en la idea de un cilindro dentro del cual hay un émbolo por medio del cual el cilindro queda dividido en dos cámaras, este émbolo se puede desplazar a lo largo del cilindro por medio de un vástago que lo une al pedal de freno del conductor. En el centro del émbolo se encuentra otro vástago que hace desplazar el pistón de la bomba de freno.

La idea es que en el reposo las dos cámaras están comunicadas entre si, pero cuando queremos frenar, el vástago de accionamiento de la válvula avanza cerrando la lumbrera de vacío y abriendo la de depresión atmosférica con lo que una de las cámaras queda en contacto con la presión atmosférica, mientras que la otra queda comunicada con la admisión.

Como al frenar lo lógico es soltar el pedal del acelerador, la mariposa está cerrada y la depresión en la admisión es máxima.

La cámara comunicada con la admisión facilita el desplazamiento del vástago que entra en la bomba de freno de manera que une al esfuerzo del pie del conductor el valor diferencial resultante entre la presión atmosférica de una cámara y la depresión en la



otra cámara, porque la membrana es impulsada por el vacío empujando el émbolo de la bomba que a su vez impulsa el líquido hacia los cilindros de freno de las ruedas.

Cuanto más fuerza aplica el conductor sobre el pedal de freno más se abre la lumbrera de presión atmosférica y mayor es el empuje de la membrana sobre el vástago de empuje.

Cuando se genera presión hidráulica en el circuito, actúa una fuerza de reacción contra el conjunto de la palanca y del anillo de reacción, el cual transmite dicha fuerza a través de la válvula de control y su vástago de accionamiento hasta el pedal de freno, esta fuerza de reacción es proporcional a la presión hidráulica generada y por consiguiente el conductor siente una sensación del esfuerzo de frenado que está aplicando.

Cuando cesa el movimiento descendente del pedal, y el conductor mantiene el pedal en la posición apretada el vástago de accionamiento de la válvula interrumpe su empuje sobre el pistón de la válvula de control, sin embargo las presiones en desequilibrio en ambos lados de la membrana continúan haciendo avanzar la camisa exterior del pistón de la válvula de control, manteniendo la lumbrera de vacío cerrada. Al mismo tiempo, la fuerza de reacción que actúa sobre el conjunto del anillo y la palanca de reacción tiende a cerrar la válvula de presión atmosférica. Cuando ambas fuerzas antagonistas alcanzan un punto de equilibrio, la lumbrera de vacío permanece cerrada y la válvula de presión cierra igualmente el paso de la presión atmosférica hacia el lado derecho de la membrana. De este modo se mantiene la presión hidráulica al nivel alcanzado, ejerciendo una presión de frenado constante.

Cuando el conductor suelta el pedal, la acción del muelle de retorno cierra la lumbrera de presión atmosférica y abre la de vacío, con lo que el vacío se aplica por igual a ambos lados de la membrana, cesando el efecto de frenado.

Según que en reposo tengamos las dos cámaras a presión atmosférica o a la depresión de la admisión se clasifican en servofrenos de **suspensión en presión atmosférica y de suspensión en vacío**. Pero es sistema de funcionamiento es prácticamente igual.

Posibles averías en un servofreno.

Síntoma	Causa
Pedal duro <ul style="list-style-type: none"> Retraso aparente en la ayuda del servo con el motor en marcha 	Falta de vacío. <ul style="list-style-type: none"> Tubería obstruida Fugas en las conexiones de las tuberías Toma de aire del servo bloqueada Filtro atascado Embolo de salida averiado.
Acción lenta del servo	<ul style="list-style-type: none"> Filtro o toma de aire obstruidos Conexiones o tuberías de vacío averiadas
Falta de ayuda en fuertes frenadas	<ul style="list-style-type: none"> Escape de aire en el servo Fugas de aire en el sistema. Válvula de retención averiada
Perdidas de líquido	<ul style="list-style-type: none"> Avería de las juntas o retenes del servofreno Paredes interiores ralladas.
El pedal retrocede	<ul style="list-style-type: none"> Tuberías de entrada y salida conectadas erróneamente. Servofreno defectuoso

Sistemas de accionamiento.

Los sistemas de accionamiento de un circuito de frenos sirven para convertir el movimiento del pedal de freno, o de la palanca del freno de mano, movido por el conductor, en una presión que se aplicara a los frenos. Pueden ser hidráulicos, neumáticos o mecánicos.

Los sistemas hidráulicos basan su funcionamiento en la transmisión de la presión a través de un líquido. Este líquido empujará un pistón y este las pastillas sobre los discos.

Los sistemas neumáticos, usados en vehículos industriales, trabajan de la misma manera que los hidráulicos, pero utilizando aire en vez de líquido, como veremos más adelante.

Los sistemas mecánicos son los más sencillos, ya que utilizan un cable de acero o unas varillas metálicas, que al tensarse actúa sobre las zapatas o pastillas de freno bloqueándolas sobre los tambores o discos respectivamente. Suele llevar un tensor, para regular la aproximación de los elementos frenantes, según se vayan desgastando.

Este sistema se utiliza para el freno de mano.

Sistemas de ayuda a la frenada

Los sistemas de ayuda a la frenada se encargan de conseguir la máxima intensidad y la mayor eficacia de frenada, es decir, detener el vehículo rápidamente y en la menor distancia posible. También sirven para mantener la trayectoria correcta del vehículo en la carretera cuando se toma una curva a alta velocidad.

Sistema de ayuda a la frenada B.A.S (Brake Assistance System).

Este sistema detecta cuando el conductor se enfrenta a una frenada de emergencia y ayuda a obtener la mayor eficacia en la frenada. Se ha comprobado que la mayoría de conductores, cuando se encuentran en una situación de frenada de emergencia, pisan el pedal de freno con demasiada indecisión, demasiado despacio o con insuficiente fuerza.

El sistema BAS detecta las frenadas de emergencia mediante un **sensor**, o una combinación de sensores, que mide la velocidad o la fuerza con la que se pisa el pedal del freno. Esta información es utilizada por el **calculador** del sistema BAS, para reconocer el inicio de una maniobra de emergencia. Una vez identificada la situación de emergencia, el sistema de ayuda a la frenada BAS activa una **válvula electromecánica** situada normalmente en el servofreno para incrementar la presión en el circuito hidráulico de frenos, presión que se transmite instantáneamente a las pastillas y discos de freno. Algunos sistemas BAS aplican directamente la máxima intensidad de frenada que el vehículo es capaz de proporcionar, mientras que otros son capaces de regularla de modo proporcional a la fuerza ejercida sobre el pedal del freno por el conductor.



Para evitar que el aumento brusco de la intensidad de la frenada produzca un repentino bloqueo de las ruedas, el sistema de ayuda a la frenada BAS, funciona de modo sincronizado con otro de los sistemas básicos de seguridad activa: el sistema antibloqueo de frenos ABS. Mientras que el primero aumenta rápidamente la presión en el circuito de frenos para conseguir la máxima intensidad de frenada, el segundo sistema la modula para evitar que se produzca el bloqueo de ruedas y la pérdida subsiguiente de control del vehículo.

Algunos sistemas encienden automáticamente los intermitentes de emergencia para avisar a los demás conductores de que se ha producido una frenada de emergencia.

Mercedes ha comenzado a emplear el pasado año el BAS Plus en su Clase S. Este sistema emplea un radar que calcula la distancia a otros vehículos, indicando con un testigo en el cuadro de instrumentación que estamos lo suficientemente cerca del

vehículo que va delante nuestra como para no poder detener el coche a la velocidad que circulamos. Además, de requerirse una frenada de emergencia, BAS Plus ya tiene calculado de antemano cual será la presión necesaria para una frenada óptima, por lo que cuando pisemos el pedal de freno, aplicará esta presión automáticamente a nuestro sistema de frenos, aunque por error lo pisemos sólo de forma débil.



Sistema de ayuda a la frenada A.B.S (Antilock Brake System)

La función de este sistema es controlar la fuerza ejercida por las pastillas sobre los discos de freno, manteniendo o disminuyendo la presión del líquido en el circuito de frenos, pero siempre entre unos valores, para que las ruedas nunca lleguen a derrapar. En caso de una frenada brusca, sin el sistema A.B.S las ruedas derrapan, el vehículo pierde su trayectoria y el conductor no lo puede controlar.

El funcionamiento: Unos sensores ubicados en las ruedas controlan permanentemente la velocidad de giro de las mismas. A partir de los datos que suministra cada uno de los sensores, la unidad de control electrónica calcula la velocidad media, que corresponde aproximadamente a la velocidad del vehículo. Comparando la velocidad específica de una rueda con la media global se puede saber si una rueda amenaza con bloquearse. Si es así, el sistema reduce automáticamente la presión de frenado en la rueda en cuestión hasta alcanzar un valor umbral fijado por debajo del límite de bloqueo. Cuando la rueda gira libremente se vuelve a aumentar al máximo la presión de frenado. Solo una rueda que gira puede generar fuerzas laterales y, consecuentemente, cumplir funciones de guiado. Este proceso (reducir la presión de frenado / aumentar la presión de frenado) se repite hasta que el conductor retira el pie del freno o disminuye la fuerza de activación del mismo.

El esquema de un circuito de frenos con A.B.S es igual al convencional, con algunos componentes añadidos: un hidrogupo, una centralita electrónica de mando y unos detectores de régimen (RPM) en cada una de las ruedas.

Hidrogupo o unidad hidráulica.

El hidrogupo está formado por un conjunto de motor-bomba, ocho electro-válvula, cuatro de admisión y cuatro de escape, y un acumulador de baja presión.

Electroválvulas:

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 de un muelle incorporado. Todas las entradas y salidas de las electroválvulas van protegidas por unos filtros. A fin de poder reducir en todo momento la presión de los frenos, independiente del estado eléctrico de la electroválvula, se ha incorporado una válvula anti-retorno a la

electroválvula 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 está funcionando.

El circuito de frenado está provisto de dos electroválvulas de admisión abiertas en reposo y de dos electroválvulas de escape cerradas en reposo. Es la acción separada o simultánea de las electroválvulas 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 electroválvula 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.

A - Canalización de llegada de la bomba de frenos (circuito primario).

B - Canalización de llegada de la bomba de frenos (circuito secundario).

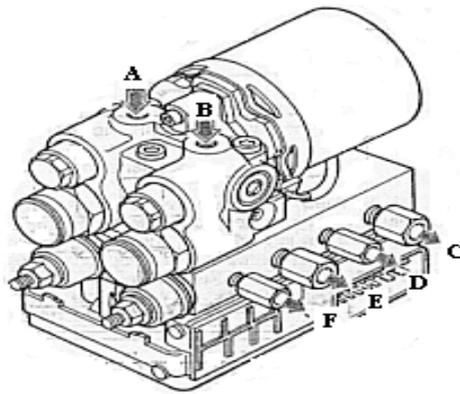
C - Canalización de salida del hidroggrupo que va a la rueda delantera izquierda.

D - Canalización de salida del hidroggrupo que va a la rueda trasera derecha.

E - Canalización de salida del hidroggrupo que va a la rueda trasera izquierda.

F - Canalización de salida del hidroggrupo que va a rueda delantera derecha

Unidad de regulación hidráulica



Detectores de rueda

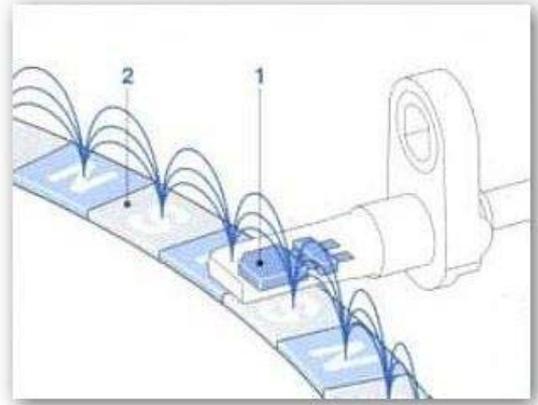
Los detectores de rueda o de régimen, también llamados captadores de rueda miden la velocidad instantánea en cada rueda. Podemos encontrar sensores inductivos y sensores activos.

Los sensores inductivos están compuesto por un captador y un generador de impulsos o rueda fónica fijado sobre un órgano giratorio.

El captador funciona según el principio de la inducción siendo muy importante respetar la distancia (entre-hierro) entre diente y captador de la frecuencia.



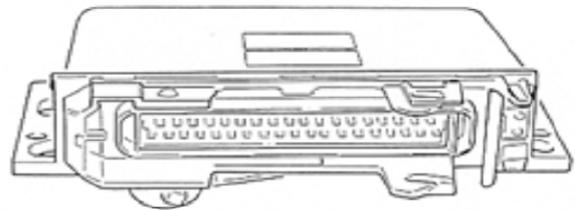
Los sensores activos están formados por una corona magnética formada por 50 pares de polos (2) que sustituye la corona dentada de los sensores inductivos y suele ir solidaria del mismo rodamiento. Siendo los sensores activos (1) muy similares a los sensores inductivos.



Hoy en día se utilizan mayoritariamente los sensores activo porque no se ven afectados por los campos magnéticos que los rodean y nos dan una medición fiable desde 0 Km/h, que los inductivos no nos pueden ofrecer.

CALCULADOR (Unidad electrónica de mando).

Las informaciones medidas por los captadores de rueda transformadas eléctricamente son tratadas en paralelo mediante dos 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.



Un sistema de A.B.S debe reunir las siguientes condiciones:

- ✓ Utilizar el máximo la capacidad de frenado de las ruedas sobre la carretera, favoreciendo la estabilidad, maniobrabilidad y disminuyendo la distancia de frenado.
- ✓ Deberá tener en cuenta las variaciones de adherencia de la calzada.

- ✓ La regulación del frenado deberá funcionar a cualquiera que sea la velocidad del vehículo.
- ✓ En caminos accidentados, con baches etc., las condiciones de frenado serán las mismas.
- ✓ Los pares de giro alrededor del eje vertical del vehículo, inevitables en la fase de frenado sobre una carretera que presenta coeficientes de adherencia distinta a izquierda y a derecha, deberán ser lo suficientemente lentos como para que el conductor los pueda corregir con la dirección.
- ✓ La estabilidad y la maniobrabilidad en una frenada en curva se deben mantener, y la distancia de frenado se debe reducir al mínimo.
- ✓ La regulación de la frenada deberá disminuir el aquaplaning, manteniéndose el contacto entre la rueda y la carretera.
- ✓ El A.B.S deberá estar disponible de nuevo lo más rápidamente posible después de una frenada de emergencia (histéresis de frenado), y se deberá adaptar a las influencias de frenado en fase de motor embragado (freno motor).
- ✓ El sistema será controlado, para que en caso de un funcionamiento anómalo, sea puesto fuera de servicio automáticamente. En este caso, solo funcionará el frenado tradicional, sin regulación de frenada. Un testigo luminoso nos indicará la avería del A.B.S en el cuadro de luces del salpicadero.

EBV Electronic Brake Variation System (EBD)

A través de un sensor, se regula la frenada entre el eje delantero y trasero según el peso de cada uno, enviando más o menos presión a las ruedas.

Especialmente en vehículos de tracción delantera, el ABS trabaja en combinación con la distribución electrónica de la fuerza de frenado (EBV), que garantiza una óptima presión de frenado en las ruedas traseras. Al frenar a fondo, en los vehículos de tracción delantera las ruedas traseras tienden a perder adherencia, por lo que el sistema EBV transmite en tal caso una presión de frenado menor (mayor, en caso de frenar normalmente) al eje trasero.

Con el vehículo cargado se transfiere a las ruedas traseras una presión de frenado aún mayor, lo que se traduce en un mejor aprovechamiento de la fuerza de frenado del eje trasero, mayor efectividad y un desgaste más homogéneo de las pastillas de freno.

Sistemas de seguridad que funcionan en conjunto con los sistemas de frenado.

Algunos sistemas incorporados en los vehículos, no son sistemas de ayuda a la frenada propiamente dichos, sino que trabajan en conjunto con estos, para mejorar la conducción. Se ayudan de los sensores que se usan para el A.B.S por ejemplo.

ASR ó TCS (Traction Control System).

El sistema TCS utiliza la instalación de freno y aprovecha el sistema A.B.S. para su funcionamiento. Estos sistemas buscan la mejor motricidad del vehículo para evitar el patinado de los neumáticos sobre firme deslizante o bajo una fuerte aceleración, comportándose el sistema EDS como un diferencial autoblocante. El control de tracción, al igual que el control de estabilidad ESP, se sirven de los sensores del antibloqueo de frenos para funcionar. Pero a diferencia del segundo sistema, los controles de tracción sólo evitan que se produzcan pérdidas de motricidad por exceso de aceleración, y no son capaces de recuperar la trayectoria del vehículo en caso de excesivo subviraje o sobre viraje.

ESP (Programa Electrónico de Estabilidad).

El sistema se propone asistir al conductor en situaciones extremas, como puede ser el cruce repentino de animales o la excesiva velocidad en una curva; sirve para compensar reacciones excesivas del conductor y contribuye a evitar situaciones en las que el vehículo pueda perder estabilidad.

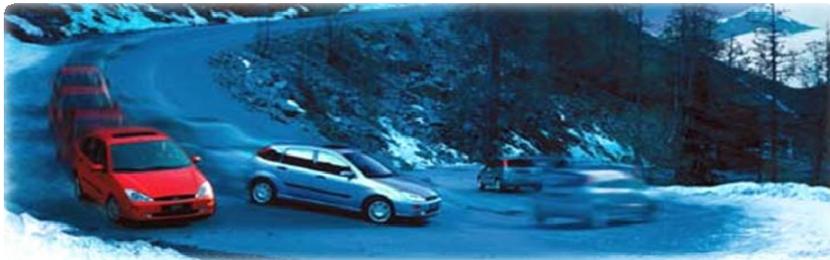
El sistema consta de una unidad de control electrónico, una unidad de control hidráulico, una bomba hidráulica controlada eléctricamente y un conjunto de sensores:

- Sensor de giro del volante.
- Sensores de velocidad en las ruedas. Los mismos que el A.B.S.
- Sensor de movimientos laterales respecto a un eje vertical.
- Sensor de aceleración lateral.

Estos sensores ofrecen información acerca del estado del desplazamiento del vehículo, de tal forma que al detectar un inicio de subviraje o sobreviraje se activan los frenos en una o más ruedas. El control de estabilidad debe desconectarse en caso de nieve abundante, arena o barro porque el control de tracción cortará la potencia del motor al detectar que las ruedas patinan, que es la forma de obtener la mayor tracción en terrenos deslizantes.

Ventajas del ESP:

- ✓ Mejora la capacidad de arranque y aceleración por una tracción más elevada especialmente ventajosa en calzadas de diferente adherencia y en curvas.
- ✓ Aumenta la seguridad dinámica activa ya que una sola rueda que no patine permite una óptima propulsión sin pérdida de guía lateral.
- ✓ Adapta el par del motor automáticamente a las posibilidades de transmisión respectivas de las ruedas sobre la calzada cuando el conductor acelera demasiado.
- ✓ Reduce el riesgo de dar tumbos en todas las condiciones de la calzada mediante la estabilización automática al frenar, acelerar o rodar.
- ✓ Mejora claramente la estabilidad de vía del vehículo en circulación por curvas, hasta en el margen límite.
- ✓ Acorta el recorrido de frenado en curvas o en calzadas con superficie deslizante.
- ✓ Una lámpara de advertencia intermitente en el cuadro de instrumentos señala al conductor el servicio de regulación ESP y le informa de que se ha aproximado con su vehículo al límite físico de conducción.
- ✓ Mediante un interruptor ESP OFF se puede efectuar una desconexión del ESP, la cual se identifica mediante la lámpara de advertencia que luce constantemente en el cuadro de instrumentos.
- ✓ Si hay mucha nieve o con las cadenas antideslizantes puestas, se puede conseguir de este modo una mejor tracción (efecto de fresado).



Ejemplo de Subviraje.



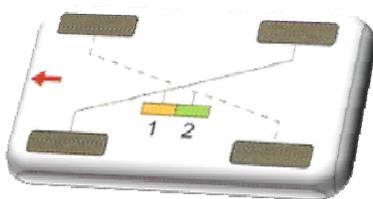
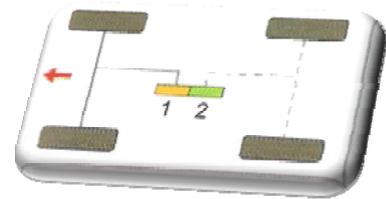
Ejemplo de sobreviraje.

Legislación sobre los sistemas de frenado.

Los sistemas de frenado actuales utilizan el circuito dual, para que en caso de fallo o avería, por lo menos uno de los circuitos de freno permanezca activo.

Las configuraciones del sistema de frenado existentes están homologadas por la norma DIN 74000, y son las siguientes:

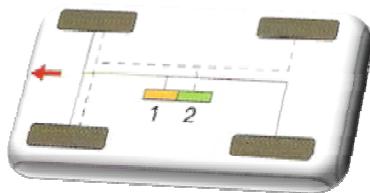
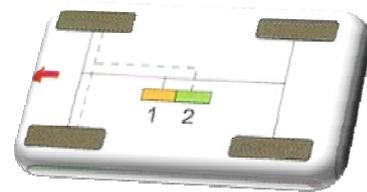
Sistema II: Distribución eje delantero, eje trasero. Cada circuito frena independiente a un eje. Permite el montaje de reguladores de frenada.



Sistema en X:

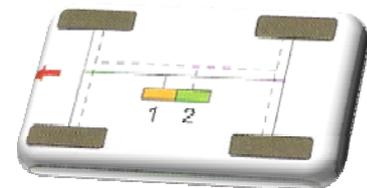
Distribución diagonal entre ruedas. Delantera izquierda con trasera derecha; delantera derecha con trasera izquierda.

Sistema HI: distribución eje delantero-eje trasero y eje delantero. Un circuito actúa sobre ambos ejes mientras que el otro actúa sobre el delantero.



Sistema LL: Distribución eje delantero y rueda trasera derecha, eje delantero y rueda trasera izquierda.

Sistema HH: Distribución eje delantero- eje trasero, eje delantero-eje trasero. Cada circuito actúa sobre los dos ejes.



Mantenimiento, comprobaciones y diagnosis.

Los sistemas de frenado están sometidos a un desgaste por su uso, por ello necesitan un mantenimiento de todos sus componentes.

El mantenimiento del sistema de frenos lo podemos dividir en dos apartados: elementos hidráulicos y elementos mecánicos.

Dentro de los elementos hidráulicos tenemos la bomba, los émbolos o bombines y las canalizaciones y latiguillos. Para los elementos mecánicos poseemos los discos y pastillas, los tambores y las zapatas.

Comprobación y mantenimiento de elementos hidráulicos.

Las averías más frecuentes en este sistema son fallos de hermeticidad, oxidación, pérdidas de líquido y roturas de componentes. Hay que tener en cuenta que siempre que se realice un trabajo sobre el sistema hidráulico hay que purgar el circuito.

Líquido de frenos

Comprobaremos el nivel y su punto de ebullición, ya que estos líquidos absorben humedad, esta nos va a variar el punto de ebullición y aumentar la oxidación en el circuito hidráulico. Su periodo de sustitución suele ser de 2 años o 100.000 Kms.

Bomba de freno:

Se deberán comprobar los retenes que garantizan la estanqueidad de la bomba. Si están rotos, la bomba no generará la presión suficiente en el circuito, y el pedal de freno se hundirá más de lo normal. En este caso, se sustituirán los retenes o se colocará una nueva bomba.

Bombines o émbolos:

Se comprobará, al igual que en la bomba la estanqueidad de los retenes o juntas tóricas que incorpore. Si el émbolo tiene pérdidas de líquido, las zapatas quedarán impregnadas, por lo que perderán sus propiedades y el coeficiente de adherencia disminuirá. Las zapatas que hayan entrado en contacto con el líquido de frenos deberán ser sustituidas.

Latiguillos y canalizaciones:

En las canalizaciones, se deberá hacer una comprobación visual, con el fin de observar si presentan golpes o deformaciones. En ese caso, deberán ser sustituidas por unas nuevas, nunca reparadas, enderezadas etc.

En los latiguillos de debe comprobar que no existan fisuras ni grietas por donde pueda perder líquido de frenos.

Comprobación y mantenimiento de elementos mecánicos.

Discos de freno

Los puntos a tener en cuenta en el mantenimiento de los discos de freno y las pastillas son que las medidas se encuentran dentro de los valores del fabricante, además de controlar el alabeo (produce vibraciones en la frenada). También habrá que prestar atención a que los discos no presenten grietas o ralladuras. En caso de que los resultados obtenidos se salgan de las tolerancias especificadas o haya desperfectos se procede a la sustitución de los discos y las pastillas. Otra comprobación será medir el espesor del disco. En caso de estar por debajo de un límite indicado por el fabricante, procederemos a su sustitución.

Para comprobar los espesores utilizaremos un micrómetro y para controlar el alabeo utilizaremos un reloj comparador.

Para obtener la medida del alabeo procedemos de la siguiente manera: lo primero es buscarle un sitio fijo y estable a la base magnética del reloj comparador, luego apoyaremos el palpador del comparador en el disco y giraremos 360° el disco obteniendo una medida máxima, en caso de exceder el alabeo máximo se procede a la sustitución.

Pastillas de freno:

Las pastillas de freno son el elemento consumible de los sistemas de freno. Debido al rozamiento con el disco, se van desgastando. Las comprobaciones que debemos realizar aquí son comprobar ese desgaste para cambiarlas por unas nuevas. También si están fisuradas o cristalizadas por unas solicitudes extremas.

En los vehículos que incorporan avisador, un testigo en forma de luz aparecerá en el cuadro de mandos cuando las pastillas estén demasiado gastadas.

Tambores de freno.

Se verificarán los tambores, zapatas, bombines, muelles y dispositivos de tensado y recuperadores. También deberemos observar que no haya roturas, fisuras o deformaciones, o que haya fuga de líquido de frenos o haya impregnaciones de grasa.

Freno de estacionamiento o de mano.

La comprobación de este sistema se basa en comprobar el dispositivo de accionamiento, palanca y cables que actúan sobre la palanca de accionamiento de las zapatas, o en los frenos de disco en su correspondiente palanca.

Diagnostico de averías.

SINTOMA O DEFECTO	POSIBLES CAUSAS	REPARACIÓN
Ruidos extraños al frenar	Pastillas desgastadas o de excesiva dureza	Sustituir los elementos desgastados
	Zapatas desgastadas	
Vibraciones en el volante al pisar el pedal	Discos con alabeo superior al permitido	Sustituir los discos
	Tambores ovalados	Sustituir los tambores
	Holguras en la fijación de elementos, pinzas, discos ...	Revisar y apretar las fijaciones a su par de apriete
Pedal con mucho recorrido para conseguir frenar, siendo necesario incluso pisar varias veces	En frenos con zapatas, revisar el dispositivo de aproximación de las zapatas	Si el dispositivo de corrección de desgaste de forros no actúa correctamente, se procede a su sustitución
		Ajustar las zapatas
	Servofreno y varilla de mando de la bomba	Sustituir el servofreno si no funciona correctamente
		Ajustar los reglajes de la varilla de la bomba
	Aire en el circuito	Purgar el circuito
Fugas por los retenes de la bomba	Revisar la bomba y sustituir los retenes o la bomba completa	
Pedal muy elástico	Aire en el circuito	Purgar el circuito
	Latiguillos defectuosos, envejecidos y muy elásticos	Sustituir latiguillos
	Líquido de frenos inadecuado o viejo	Sustituir el líquido
	Fugas por los retenes de la bomba	Revisar la bomba y sustituir los retenes o la bomba completa
Pedal duro y baja eficacia de los frenos	El servofreno no toma depresión, el pedal se endurece	Revisar la bomba de vacío o la depresión del colector de admisión y la válvula de cierre
	Pastillas y zapatas desgastadas que no apoyan bien en los discos y tambores	Revisar los discos, tambores, pastillas y zapatas. En caso de algún componente defectuoso se procede a su sustitución

Frenado desigual (desequilibrado), el vehículo tiende a salirse de la trayectoria al frenar	Émbolo de la pinza agarrotado	Revisar los recorridos de los émbolos y pastillas. Sustituir en caso necesario.
	Bombín agarrotado	Revisar y sustituir las zapatas y el bombín defectuoso.
	Forros de las zapatas impregnados de líquido por pérdidas del bombín	
	Correctores de frenada	Verificar el funcionamiento del corrector
	Válvulas dosificadoras de presión al eje trasero	Verificar las válvulas y sustituir las defectuosas

Bloqueo de los frenos al soltar el pedal	Funcionamiento defectuoso de la bomba de frenos	Limpiar el orificio de compensación con el depósito
		Verificar los retenes. Sustituirlos en caso necesario
		Verificar el reglaje de la varilla de mando y los muelles de retroceso
	Muelles de retroceso de las zapatas debilitados	Comprobar los muelles de retroceso y sustituirlos si son defectuosos
	Émbolos de las pinzas agarrotados	Comprobar los desplazamientos de los émbolos y sustituirlos con el retén
	Servofreno	Revisar su funcionamiento

Información adicional;

Frenos en la competición.

En la competición, las prestaciones que debe tener un sistema de freno deben ser muchísimo mayores que en la vida diaria, ya que las fuerzas y la temperatura que soportan son mucho mayores. Por ello, algunos elementos del sistema cambian, empleándose en su fabricación materiales distintos o mejorando su actuación, aunque los principios de funcionamiento son los mismos.

Discos de freno: Se utilizan discos fabricados con materiales más resistentes al calor y al desgaste. Pueden ser de fundición gris o cerámicos. Estos discos llegan a tener un coeficiente de fricción un 25% más alto que unos discos de freno convencionales, por lo que la distancia de frenado será mucho menor. También soportan mejor las altas temperaturas, llegando a alcanzar los 800 °C, sin que se vea afectada su eficacia. Dispersan mejor el calor, debido a que el peso específico del material es menor que el de los convencionales. Además están provistos de unos conductos de autoventilación y de unos taladros transversales que fuerzan el paso de aire a través del disco.



Las pinzas de freno: También son más eficaces que las convencionales. Pueden llegar a tener hasta 10 pistones, mejorando notablemente la presión ejercida sobre el disco de freno y mejorando la distribución de esa presión sobre las pastillas.



Latiguillos: La presión que existe en el circuito de un sistema de frenos de un vehículo destinado a la competición, es mucho mayor que en un vehículo convencional. Por ello, tanto el líquido de frenos, como las canalizaciones o latiguillos deberán ser más resistentes para soportar esas grandes presiones.

Los latiguillos no son de goma. Se fabrican de aluminio, que soporta las mayores presiones y disipa mejor el calor del líquido.



Líquido de frenos: Como hemos visto, en los discos de freno se pueden alcanzar temperaturas extremadamente altas. El líquido de frenos va a recibir parte de ese calor, por trabajar cerca de esas fuentes de calor, y por estar sometido a grandes presiones. Por tanto, debe tener un punto de ebullición muy alto, para que no pierda sus cualidades y siga transmitiendo la alta presión a las pinzas de freno con la misma eficacia. En la competición se utilizan líquidos de freno especiales, que pueden transmitir mayores presiones a mayor temperatura sin llegar a degradarse. Los DOT 5.1 cubren las necesidades, aunque existen otros tipos de líquidos. Un ejemplo son los DOT 3 creados especialmente para la competición, que tienen mejores cualidades que los DOT 5.1 normales.

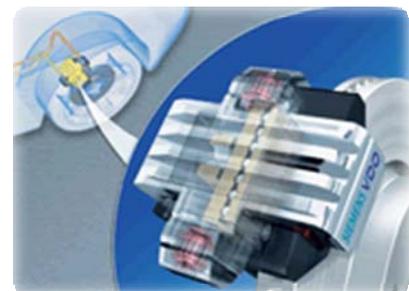


Nuevas tecnologías.

Frenos electrónicos EWB (Electronic Wedge Brake).

Este sistema, está siendo investigado por Siemens VDO y se espera que se empiece a implantar en algunos vehículos en el año 2010. Funciona con el empleo de una cuña para detener la rueda. Está compuesto por una unidad de control en cada rueda (pinza de freno, unos sensores que miden el movimiento y las fuerzas producidas, una transmisión mecánica y dos motores eléctricos para el control de precisión de la pastilla).

Cuando el conductor pisa el pedal de freno, en vez de transmitir una presión a los frenos a través de un fluido, envía una señal eléctrica a los motores que incorpora el sistema para que muevan



las pastillas. Si la demanda de frenos es mayor, la corriente que le llegue a los motores eléctricos será mayor, y apretarán las pastillas sobre los discos con más fuerza.

Ventajas:

Una ventaja es que el software integrado en el sistema EWB reemplazará a los sistemas de frenado antibloqueo (ABS), y a los programas de estabilidad electrónicos menos comunes.

Otra ventaja es que la respuesta del freno es tan precisa que tenemos que medirla en milisegundos, y la distancia de desplazamiento de la pastilla es micrométrica. Con ellos conseguimos reducir la distancia de frenado hasta un 15% comparativamente a unos frenos hidráulicos.



Debido a su mayor rendimiento, sus dimensiones también serán menores, lo que reducirá el peso total del vehículo, y podrá prescindir de las tuberías de freno, del servomotor y del depósito de líquido de frenos. Esto liberará un volumen de cerca de 22 litros en el compartimiento del motor y dará mayor libertad a los diseñadores del vehículo.

Bibliografía.

La información para realizar este trabajo sobre los sistemas de freno en vehículos la hemos obtenido de diversas fuentes.

- Texto: “Elementos amovibles”, editorial Thomson-Paraninfo.
- Texto: “Sistemas de transmisión y frenado”, editorial Editex.
- Texto: Publicaciones editorial Cesvimap.
- Manuales Bosch
- Páginas relacionadas de Internet.