

# NUEVAS GENERACIONES EN LOS SISTEMAS DE FRENADO



-CENTRO; Colegio Salesiano San Juan Bosco.  
-NOMBRE USUARIO: 163Portugal  
-PERFIL; Electromecánica de Vehículos  
-EQUIPO: B  
-TRABAJO: Nuevas Generaciones en los Sistemas de Frenado  
-NOMBRE; Roberto Rodríguez Dueñas y Juan Carlos Rey Pasamontes.  
-TUTOR; Benito Moreno Dorado.

# ***INDICE***

	<b><i>PAG.</i></b>
<b><i>Introducción.....</i></b>	<b><i>2</i></b>
<b><i>1. Historia y Evolución.....</i></b>	<b><i>2</i></b>
➤ <b><i>1.1 Los Primeros Sistemas de Frenado.....</i></b>	<b><i>2-3</i></b>
➤ <b><i>1.2 Frenos de Tambor.....</i></b>	<b><i>3</i></b>
➤ <b><i>1.3 Frenos de Disco.....</i></b>	<b><i>4</i></b>
➤ <b><i>1.4 Evolución ABS.....</i></b>	<b><i>4</i></b>
<b><i>2. Frenos Actuales en la Automoción.....</i></b>	<b><i>7</i></b>
<b><i>3. Comprobación del Sistema.....</i></b>	<b><i>15</i></b>
<b><i>4. Lo mas Reciente.....</i></b>	<b><i>18</i></b>
<b><i>5. Los Ultimos Estudios.....</i></b>	<b><i>20</i></b>

# **INTRODUCCION**

Desde el origen de los vehículos la seguridad ha sido siempre uno de los dispositivos que mas ha evolucionado a largo del tiempo. A la hora de diseñar un vehículo la seguridad toma un papel sumamente preponderante.

Todos los elementos de seguridad aplicados sobre cualquier tipo de vehículo se agrupan en dos sectores bien diferenciados: por un lado lo que permite incrementar la seguridad activa, y por otro los que trabajan a favor de la seguridad pasiva.

Los elementos de seguridad activa son aquellos que están diseñados para ayudar evitar los accidentes en los vehículos modernos podemos encontrar variedad de estos mecanismos los cuales cumplen a la perfección con su misión

Al diseñar un vehículo, uno de los puntos importantes tener en cuenta en su creación es el sistema de frenado, ya que los frenos deben ser lo suficientemente capaces de detener la masa y la inercia que los vehículos poseen.

La misión del sistema de frenos es la de obtener una fuerza que se oponga al desplazamiento del vehículo, reteniéndolo incluso hasta su total inmovilización y mantenerlo detenido, parado o estacionado si es voluntad del conductor. Los frenos son transformadores de energía, por lo cual pueden ser entendidos como una máquina, ya que transforman la energía cinética de un cuerpo en calor o trabajo y en este sentido pueden visualizarse como extractores, de energía. A pesar de que los frenos son también máquinas, generalmente se les encuentra en la literatura del diseño como un elemento de máquina y en literaturas de teoría de control pueden encontrarse como actuadores.

## **1. HISTORIA Y EVOLUCION**

### **1.1-PRIMEROS SISTEMAS DE FRENADO**

. Los primeros frenos se observaron en los vehículos de tracción animal, como las diligencias, carruajes y calesas que estaban dotados de sistemas de desaceleración, estos componentes eran pértigas que a veces no solucionaban en lo más mínimo el problema del frenado, pues terminaban rompiéndose con el constante contacto con el suelo irregular. El sistema que funcionó (y que ha evolucionado hasta nuestros días), es el de un plano de madera que rozaba contra la banda de rodamiento de la rueda. Este sistema era accionado por una palanca, la cual el calesero tiraba fuertemente mientras jalaba las riendas de los caballos para lograr detenerse por completo.

Por otra parte, las carretillas corriendo sobre las vías usadas en las minas, son las que más enseñaron a los ingenieros de la época, pues en un principio era prácticamente imposible detenerlas debido al alto peso de los minerales que contenían; tiempo después gracias al desarrollo del ferrocarril, Georges Westinghouse enunció las siguientes leyes:

- 1.- El coeficiente de fricción varía con la velocidad.
- 2.- El coeficiente de fricción disminuye con la aplicación de la presión (efecto “fading”).
- 3.- El frenado es más eficaz cuando las ruedas giran, y no cuando están bloqueadas (el ABS es una aplicación de esta ley).

Durante los años de 1895 a 1900, Karl Benz, Albert de Dion, Georges Bouton y F.W. Lanchester desarrollaron y vendieron los primeros automóviles; pero fue Lanchester el que patentó en 1902 el primer sistema de frenos de disco. Este freno consistía en un disco metálico situado en el eje de la rueda que era apretado entre dos elementos de roce o fricción, accionados por palancas. Debido a la falta de materiales resistentes que soportaran este roce, el resultado fue muy decepcionante hasta que Herbert Froot desarrolló y aplicó los primeros materiales de fricción eficientes para usarse en los sistemas de frenado, ya sean los de disco de Lanchester o los de tambor. Hasta la fecha la compañía del Sr. Froot subsiste y se llama Ferodo.

Dos de los sistemas de frenados más utilizados a lo largo de la historia son frenos de tambor y de disco y el ABS como el sistema auxiliar de frenada del vehículo en la actualidad:

### 1.2-FRENO DE TAMBOR.

Los frenos de tambor modernos se inventaron en 1902, por Louis Renault, aunque un tipo de freno similar pero menos sofisticado ya se había usado por Wilhelm Maybach un año antes.

El freno de tambor, es un tipo de freno en el que la fricción se causa por un par de zapatas o pastillas que presionan contra la superficie interior de un tambor giratorio, el cual está conectado al eje o la rueda

En los primeros diseños las zapatas eran dirigidas mecánicamente; a mediados de los años '30 se introdujo un sistema hidráulico por medio de aceite, si bien el sistema clásico se siguió utilizando durante décadas en algunos modelos. Las zapatas, eran un elemento que había que ajustar regularmente hasta que en los años 50's se introdujo un sistema de auto adaptación que hacía innecesario el ajuste manual. En los años 60 y 70 se empezaron a dejar de fabricar coches con frenos de tambor en el eje delantero.

En su lugar se fue introduciendo el freno de disco y actualmente todos los vehículos de gama media y alta los incorporan. Esto es debido a que los frenos de tambor con zapatas internas tienen poca capacidad de disipar el calor generado por la fricción, lo que hace que se sobrecalienten fácilmente.

En esos casos los materiales se vuelven más endebles y es necesario presionar con más fuerza para obtener una frenada aceptable. Actualmente, los frenos de tambor se siguen utilizando en los vehículos de gama baja debido a su menor coste sobre los frenos de disco.

### 1.3 -FRENOS DE DISCO

Los experimentos con los frenos de disco comenzaron en Inglaterra. El primer automóvil con frenos de disco, fue patentado por Frederick William Lanchester en su fábrica de Birmingham, aunque tuvo que pasar medio siglo para que esta innovación se utilizara ampliamente.

Los primeros diseños de frenos de disco modernos comenzaron en el Reino Unido sobre 1940 y 1950. Ofrecían, mucho mejor rendimiento en la frenada que los frenos de tambor: tenían mucha mejor resistencia al sobrecalentamiento (fading) y no perdían su eficacia al sumergirlos en agua, importante en los vehículos todo-terrenos.

Además, son mucho más fiables que los frenos de tambor debido a su simplicidad mecánica, tiene menos piezas y son más sencillos de ajustar. Inicialmente, los frenos de disco fueron introducidos en los vehículos deportivos que demandaban una mayor capacidad de frenada. Algunos, estaban colocados dentro del vehículo, junto al diferencial, pero la inmensa mayoría de los actuales se colocan dentro de las ruedas. Los posicionados dentro del vehículo permiten disminuir la masa suspendida y el calor transmitido a las ruedas, importante en la alta competición.

En la actualidad, los frenos de disco han sido introducidos prácticamente en la totalidad de los vehículos, si bien se siguen utilizando los frenos de tambor en el eje trasero en las gamas bajas, como forma de reducir costes y simplificar el funcionamiento del freno de mano. Dado que la mayoría del esfuerzo de frenada se produce en el eje delantero, esta solución ofrece un compromiso razonable entre coste y seguridad.

—

### 1.4 EVOLUCIÓN DEL ABS

En 1941 el Manual de Tecnología Automotriz publica un artículo resumiendo el resultado de todos los intentos para combatir el peligro del bloqueo de frenos por medio de dispositivos, anotando que todos ellos han producido hasta ahora muy pocos logros. Estos sistemas desarrollados hasta ahora son puramente mecánicos. Sin embargo predice que "...un regulador que prevenga efectivamente el bloqueo de las ruedas representará un paso muy grande hacia adelante en la seguridad del tráfico de los vehículos a motor".

1964: La empresa Teldix GmbH en Alemania comienza a realizar estudios en el tema del ABS. Se dieron cuenta que un sistema ABS controlado electrónicamente era viable pero su desarrollo era tan costoso que estaba limitado exclusivamente a la aplicación en trenes y aviones.

1966: Tras dos años de investigación y gracias a la disponibilidad de circuitos integrados, por primera vez un prototipo de ABS controlado electrónicamente desarrollado por Teldix GmbH arroja resultados positivos acortando la distancia de frenado respecto a un sistema convencional.

1970: Teldix en conjunto con Daimler-Benz presentan la nueva serie de vehículos equipados con el sistema bautizado como “ABS 1”, sus sistemas electrónicos (análogos) no cumplían con la confiabilidad requerida para la seguridad de un sistema de frenos. La unidad constaba de alrededor de 1000 componentes electrónicos por lo que la probabilidad de fuentes de error era muy alta.

1975: Teldix junto con sus socios Bosch y AEG deciden que el desarrollo del ABS será únicamente responsabilidad de Bosch. El objetivo era el ABS 2 que incorporó componentes electrónicos digitales, reduciendo el costo y número de componentes, y a su vez aumentando la capacidad de cálculo, robustez y confiabilidad para su uso en vehículos de serie.

1978: Bosch completa el desarrollo del ABS 2 y se incorporó a partir de Octubre en la Clase S de Mercedes-Benz, y a partir de Noviembre en la serie 700 de BMW. El ABS 2 está constituido por solamente 140 componentes, con lo cual mejora su confiabilidad para su uso en vehículos de serie.

1980: Bosch llega a 24000 unidades de ABS vendidas. En este mismo año comienza el desarrollo del sistema de control de tracción (TCS)

1982: Bosch realiza la ampliación de sus instalaciones en Suecia, alrededor de los lagos congelados de Arjeplog, que son utilizados como campo de pruebas para condiciones extremas.

1983: Bosch presenta el ABS 2S, con la mitad de componentes electrónicos que su antecesor (70), y una reducción de peso del distribuidor hidráulico de 5,5 a 4,3 Kg. respecto a la versión anterior. Este sistema incorpora un nuevo circuito integrado que mejora la estructura de la lógica del ABS.

1985: El número de vehículos a nivel mundial equipados con ABS alcanza el 1%-Chevrolet lanza el Corvette con ABS con equipamiento estándar. Ford Lanza el Scorpio con el primer sistema ABS Teves MK II equipado con un sistema de autodiagnóstico por medio de códigos de falla.



a)IMAGEN DE SISTEMA A.B.S primera generación de 3 vías con acumulador y bomba de presión.

1989: Bosch presenta el ABS 2E el cual integra en una sola unidad el control electrónico y el control hidráulico. En vez de utilizar circuitos digitales, el sistema ABS 2E hace uso de un microprocesador programable con una memoria de 8 kB.-Porsche incorpora el ABS como equipamiento estándar en

todos sus modelos-Teves presenta su nueva generación de ABS llamado Mk IV, con interfase de diagnóstico serial. Fue instalado en el Ford Escort y en BMW Serie 3.

1993: Bosch lanza el nuevo ABS 5.0, que trabaja con dos válvulas de doble vía por cada rueda, las cuales proporcionan un tiempo de conmutación más corto, lo cual mejora la funcionalidad. Comparado con el sistema 2E, este sistema duplica la capacidad de cómputo a 16 kB.-En este mismo año se lanza la directiva 71/320 de la CEE que impone la obligatoriedad del ABS en los nuevos vehículos en España.

1995: es Benz introduce el sistema de control de estabilidad ESP en su Clase S, desarrollado por Bosch. Este sistema incorpora la funcionalidad del ABS y el TCS.

1998: Bosch presenta el ABS 5.7 el cual tiene mejor disponibilidad para incorporar el ESP. El peso de la unidad hidráulica se reduce a 2.5 kg y el desempeño del microprocesador es aumentado a 48 kB.

2000:El número de vehículos a nivel mundial equipados con ABS alcanza el 60%.



b)IMAGEN DE SISTEMA A.B.S. segunda generación con servofreno para ayuda a la frenada y cuatro salidas.

2001Bosch introduce el ABS 8, una nueva generación modular que incorpora los sistemas ESP y TCS, como también funciones adicionales que lo hacen más versátil.

Bendix presenta el ABS de 6 canales con función ESP y RSP (Programa de Estabilidad contra Volcamientos), aplicado en vehículos industriales.

2002:Teves presenta el ABS MK 60, instalado en serie en los vehículos Volkswagen.

2004:La ACEA (Asociación Europea de Fabricantes de Automóviles) se impone el compromiso de incorporar el ABS como equipo estándar en todos los vehículos de pasajeros fabricados en la Unión Europea.

## 2. FRENOS ACTUALES EN LA AUTOMOCION

**ABS:** El **ABS** o **SAB** (del alemán *Antiblockiersystem*, sistema de antibloqueo) es un dispositivo utilizado en aviones y en automóviles, para evitar que los neumáticos pierdan la adherencia con el suelo durante un proceso de frenado.

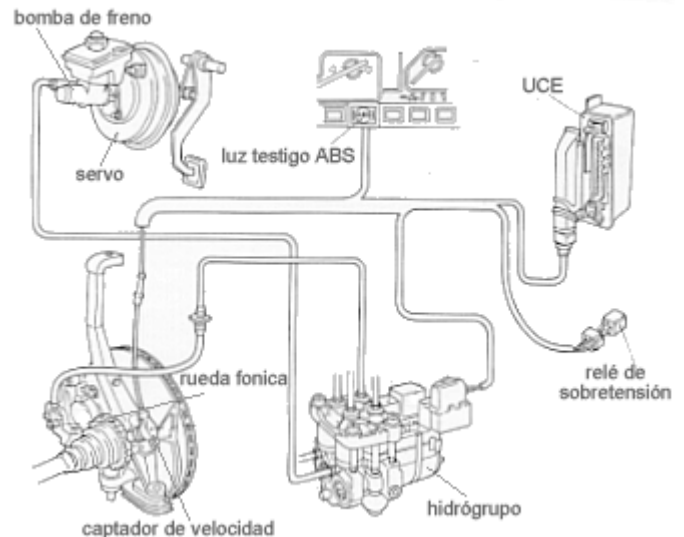
Durante 2007 Bosch fabrico 150 millones de unidades, estimando para 2008 alcanzar las 170 millones. Sin duda, la obligatoriedad a las terminales de vender vehículos con este dispositivo aseguró al ABS una larga vida junto a la industria automotriz, convirtiéndose en un accesorio elemental de la seguridad activa.

Al día de hoy alrededor del 75% de todos los vehículos que se fabrican en el mundo, cuentan con el ABS. Con el tiempo el ABS se ha ido generalizando, de forma que en la actualidad la absoluta mayoría de los automóviles y camiones de fabricación reciente dispone de él. Algunas motos de alta cilindrada también llevan este sistema de frenado. El ABS se convirtió en un equipo de serie obligatorio en todos los turismos fabricados en la Unión Europea a partir del 1 de Julio de 2004, gracias a un acuerdo voluntario de los fabricantes de automóviles.

### 2.1 ELEMENTOS A.B.S.:

Esquema de los elementos que forman el sistema ABS.

Para cumplir dichas exigencias, el ABS debe de funcionar de modo muy rápido y exacto (en décimas de segundo) lo cual no es posible mas que con una electrónica sumamente complicada.



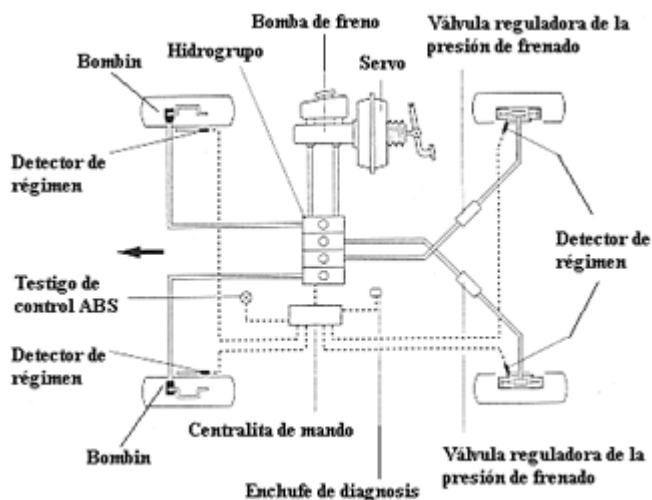


Figura 1

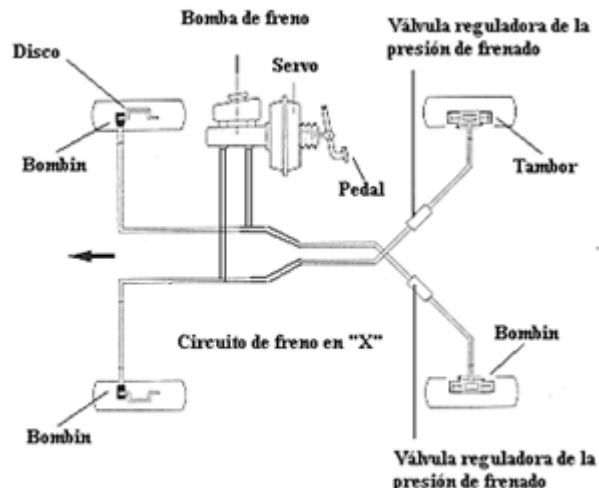


figura 2

-En la figura 1 se ve el esquema de un circuito de frenos convencional sin ABS. Frenado en "X".

-En la figura 2 se ve el esquema de un circuito de frenos con ABS. Como se aprecia el esquema es igual al circuito de frenos convencional al que se le ha añadido: un hidrogupo, una centralita electrónica de mando y unos detectores de régimen (RPM) a cada una de las ruedas, estos elementos forman el sistema ABS.

## HIDROGRUPO

El hidrogupo esta formado por un conjunto de motor-bomba, cuatro electroválvulas dos de admisión y dos 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 acción 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 esta funcionando.

El circuito de frenado esta provisto de dos electroválvulas de admisión abiertas en reposo y de dos electroválvulas de escape cerradas en reposo. Es la acción separada o simultanea 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 liquido

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.

**-En la figura se ve un hidrogroupo o unidad de regulación hidráulica.**

- 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 hidrogroupo que va a la rueda delantera izquierda.

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

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

**F-** Canalización de salida del hidrogroupo que va a



### **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.

La diagnosis que hace un calculador cubre dos aspectos:

- El primer aspecto corresponde a las acciones que realiza el calculador de manera autónoma para verificar sus periféricos, así como su propio funcionamiento; es decir el autodiagnóstico.
- La otra parte del diagnóstico concierne al acceso de las informaciones o datos relativos al estado del sistema, memorizados o no, por un operador exterior; se trata del diagnóstico exterior por parte del mecánico mediante el aparato de diagnosis.



El **autodiagnóstico** es un proceso automático que permite al calculador:

- Verificar sus periféricos.
- Adoptar una marcha, degradada prevista para cada tipo de avería detectada.
- Memorizar el o los fallos constatados en una memoria permanente con el fin de permitir una intervención posterior

Cualquier fallo detectado por el autodiagnóstico puede quedar memorizado en una memoria permanente y conservado, incluso si no hay tensión de alimentación..

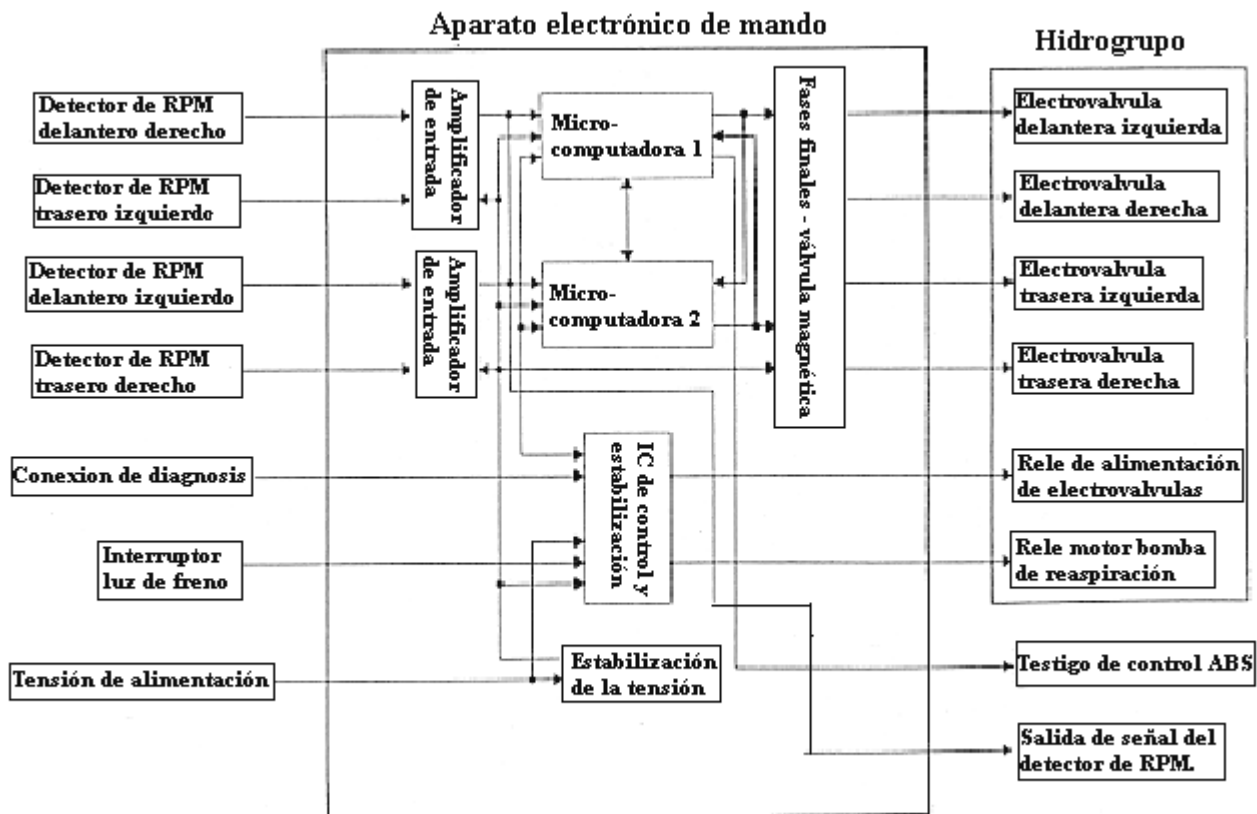
En la inicialización (puesta bajo tensión), el calculador efectúa un cierto número de tareas destinadas a verificar que el sistema está en estado de arrancar. Son principalmente:

- Tests internos del calculador.
- Tests de uniones: alimentación, relé de electroválvulas, captadores.
- Interfaces hacia el exterior.

Si estos tests, son correctos, esta fase finaliza con el apagado del testigo de fallo al cabo de 2,5 segundos.

Cuando el coche ya esta circulando existen varios tipos de auto-controles: algunos se efectúan de forma permanente, otros necesitan unas condiciones de funcionamiento particular (velocidad vehículo superior a un cierto umbral por ejemplo); en todos los casos, los posibles tests se llevan a cabo simultanea y continuamente.

*En el esquema de abajo se ve la parte interna de un calculador así como las señales que recibe y manda al exterior (a sus periféricos que forman parte del sistema ABS).*



### Principales valores utilizados por la lógica interna del calculador.

**Informaciones físicas** (transmitidas por unas señales eléctricas).

- Velocidad de las cuatro ruedas (las cuatro ruedas pueden tener velocidades diferentes en función de las fases de aceleración o de deceleración y del estado de la calzada, etc).
- Información del contactor luces de stop.
- Resultados de los tests de control de funcionamiento (rotación de la bomba, estado de los captadores y estados de las electroválvulas).

**Informaciones calculadas.**

- Velocidad de referencia: Por cuestiones de precisión y de seguridad, la lógica calcula la velocidad del vehículo a partir de las velocidades de los cuatro ruedas. Esta información se llama velocidad de referencia. Para el calculo, la lógica tiene en cuenta además de los limites fisicos (las aceleraciones y

deceleraciones máximas que es posible alcanzar en las diferentes adherencias) con el fin de verificar la coherencia del resultado y en su caso corregir el valor obtenido.

- Deslizamiento de las diferentes ruedas: El deslizamiento de una rueda es la diferencia de velocidad entre la rueda y el vehículo. Para la estrategia, que solo dispone de la velocidad de referencia como aproximación de la velocidad del vehículo, el deslizamiento es calculado a partir de la velocidad de la rueda y de la velocidad de referencia.

- Aceleraciones y deceleraciones de las ruedas: A partir de la velocidad instantánea de una rueda (dada por el captador de velocidad), es posible calcular la aceleración o la deceleración de la rueda considerada observando la evolución de la velocidad en el tiempo.

- Reconocimiento de la adherencia longitudinal neumático-suelo: La lógica calcula la adherencia instantánea exacta a partir del comportamiento de las ruedas. En efecto, cada tipo de adherencia conduce a unos valores de aceleración y de deceleración que son propios. Además, la lógica considera dos ámbitos de adherencia: baja (de hielo a nieve) y alta (de suelo mojado a suelo seco) que corresponden a una estrategias de regulaciones diferentes.

- Reconocimiento de las condiciones de rodaje: La lógica sabe adaptarse a un cierto numero de condiciones de rodaje que es capaz de reconocer. Entre ellas citamos las principales:

Viraje: Las curvas se detectan observando las diferencias de velocidades de las ruedas traseras (la rueda interior en un giro es menos rápida que la rueda exterior).

Transición de adherencia (paso de alta adherencia a baja adherencia o a la inversa): los deslizamientos de las ruedas, aceleraciones y deceleraciones se toman en cuenta para reconocer esta situación.

Asimétrica (dos ruedas de un mismo lado sobre alta adherencia y las otras sobre baja adherencia): los deslizamientos de las ruedas de un mismo lado se comparan con los deslizamientos de las ruedas del otro lado.

- Ordenes de regulación: la intervención decidida por la lógica se traduce en unas ordenes eléctricas enviadas a las electroválvulas y al grupo motor-bomba, según el cuadro siguiente:

	Electrovalvula de escape	Electrovalvula de escape	Motor-bomba	
-Subida de presión	0	0	0	Sin regulación
-Mantenimiento presión	1	0	0*	Con regulación
-Bajada de presión	1	1	1	Con regulación
-Subida de presión tras bajada	0	0	1	Con regulación

0 - No alimentada con tensión

1 - Alimentada con tensión

\* - Durante el primer mantenimiento, la bomba no funciona (0).

Durante los mantenimientos siguientes, la bomba funciona (1).

**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 mas 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 liquido en un circuito cerrado, es decir, con retorno del liquido hacia la bomba de frenos. Esto genera un ruido durante la regulación, acompañado por unos movimientos del pedal de frenos. Los ruidos son mas 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.

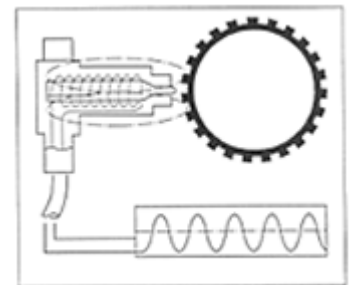
### **DETECTORES DE RUEDA**

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 captador funciona según el principio de la inducción; en la cabeza del captador se encuentran dos imanes permanentes y una bobina. El flujo magnético es modificado por el desfile de los dientes del generador de impulsos. La variación del campo magnético que atraviesa la bobina genera una tensión alternativa casi sinusoidal cuya frecuencia es proporcional a la velocidad de la rueda. La amplitud de la tensión en el captador es función de la distancia (entre-hierro) entre diente y captador y de la frecuencia



### **Funcionamiento hidráulico del sistema ABS.**

Si la fuerza de frenado es menor que la fuerza de adherencia entonces no hay frenado con regulación, el sistema ABS no se activa.

Si la fuerza de frenado es mayor que la fuerza de adherencia (las ruedas tienden a bloquearse) entonces si hay frenado con regulación, el sistema ABS se activa.

Cuando tenemos un frenado con regulación distinguiremos tres estados:

- El mantenimiento de presión.
- La disminución de presión.
- El aumento de presión.

El mantenimiento de presión: La electroválvula de admisión se cierra y aísla la bomba de frenos del bombin en la rueda. El aumento de presión de frenado es imposible.

La disminución de presión (disminución de la tendencia al bloqueo): Esta fase interviene solo cuando la fase de mantenimiento de presión no ha sido suficiente.

La electroválvula de admisión permanece cerrada. Simultáneamente, la electroválvula de escape se abre y la bomba se pone en funcionamiento.

La bajada de presión se efectúa instantáneamente gracias al acumulador de baja presión, cuya capacidad varia. La acción de la bomba permite rechazar el liquido almacenado en los acumuladores hacia la bomba de frenos.

El aumento de presión (aumento de frenado): La electroválvula de escape se cierra y la electroválvula de admisión se abre. La bomba de frenos esta otra vez unida al bombin de la rueda.

La alimentación hidráulica se efectúa gracias a la bomba de frenos, pero también por medio del motor-bomba (en el caso en el que no este vacío el acumulador).

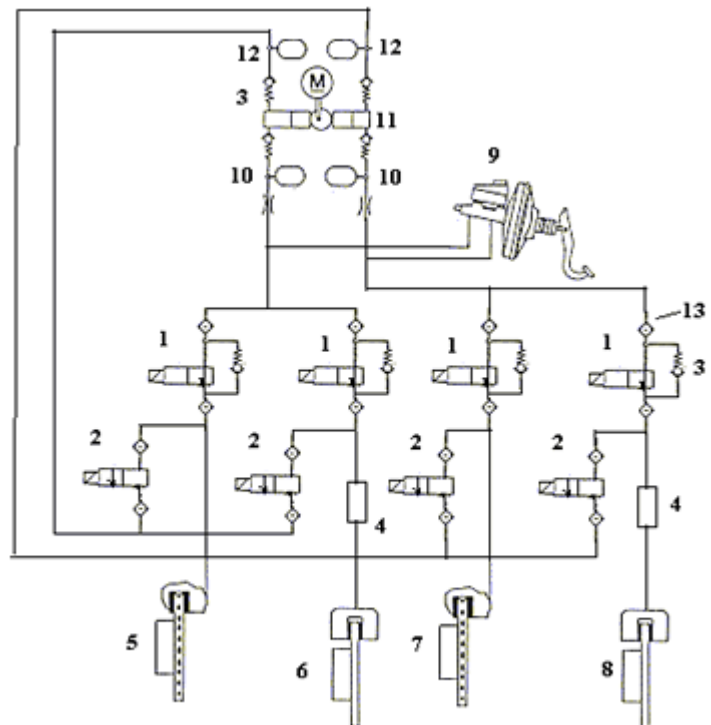
Como el volumen de liquido de freno transportado es por término medio mayor que el el volumen que va de los consumidores hacia los acumuladores de baja presión, estos últimos sirven únicamente a los acumuladores intermediarios para puntas de caudal cortas. La bomba rechaza el liquido de freno de los acumuladores de baja presión hacia los circuitos de freno (bomba de freno o bombin, dependiendo del reglaje de las electroválvulas de admisión).

Según el caudal de la bomba, la posición de los pistones de la bomba de frenos, y por consiguiente, la posición del pedal corresponde a la absorción momentánea del bombin de freno con un cierto decalado. Por ello, el pedal se encuentra en posición alta durante las presiones bajas y en posición baja durante las presiones altas. Este cambio de presión regular provoca un movimiento del pedal (pulsación) y señala al conductor que esta en el curso de una regulación.

NOTA: Independientemente del estado eléctrico de las electroválvulas, se puede en cualquier momento reducir la presión de frenado soltando el pedal de freno. La disminución de la presión se efectúa por medio de la válvula anti-retorno colocada en paralelo con la válvula de admisión.

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

- 1- Electroválvula de admisión.
- 2- Electroválvula 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 de frenado



### **3.COMPROBACIÓN DEL SISTEMA**

#### **Comprobación del sistema de frenado en invierno**

El invierno presenta nuevos desafíos y peligros para los automovilistas, tales como la lluvia, el aguanieve, la nieve y el hielo, que reducen la visibilidad y pueden dejar peligrosamente deslizantes las carreteras que no están muy cuidadas. De hecho, la distancia media de frenado, que a 30 millas por hora es de 120 pies, puede llegar a duplicarse hasta los 240 pies para la misma velocidad en tiempo de lluvia o heladas. Es fácil comprender porqué los conductores precisan una atención extra y a la vez un sistema de frenado fiable.

El sistema de frenado de un vehículo es particularmente vulnerable en esta época del año, pues los efectos corrosivos de la sal; la gravilla y el agua aceleran el deterioro de los calibradores de freno y las manguitos a ellos expuestos.

Para evitarlo, y para aumentar la seguridad en carretera en invierno, los proveedores como Delphi animan a los talleres a realizar más inspecciones de seguridad en invierno.

#### **Comprobaciones de seguridad de los sistemas de frenado en invierno**

" No es difícil revisar los componentes esenciales durante un servicio de invierno, pero es necesario llevar al vehículo al taller, " dice Kevin Kelly, el director de tecnología de servicio de Delphi Product & Service Solutions. " Los mecánicos buscan líneas de frenado que se hallen muy corroídas y pruebas evidentes de escapes de líquido de frenos. Incluso los apoyos de los conductos que estén oxidados o flojos podrían causar problemas bajo fuertes nevadas. "

Mientras la mayor parte de propietarios de taller convienen que la toma de medidas preventivas es el mejor modo de evitar los costosos fallos de funcionamiento de los equipos, las empresas van más allá y ofrecen el acceso a programas de formación que ayuden a aumentar los conocimientos.

"Además de inspecciones visuales debajo del coche, las revisiones regulares de los niveles de humedad del líquido de freno y el estado en general de las pastillas y los discos de frenado son también fundamentales, " prosiguió Kelly. " Ofrecemos formación y cursos de adiestramiento en nuestra escuela de Warwick pues creemos que es esencial que los mecánicos conozcan mejor lo que van a ver. "

### **Líquido de frenos**

Aunque la señal evidente de una fuga sea una reducción del nivel de líquido de freno, el sistema debería ser comprobado regularmente incluso si está lleno. A pesar del hecho que el líquido de freno está diseñado para soportar un amplio rango de temperaturas de funcionamiento, es higroscópico y absorbe fácilmente la humedad cuando está expuesto a la atmósfera. Esto hace bajar el punto de ebullición del líquido y puede causar burbujas de vapor en el sistema. El agua también puede causar corrosión interna en el sistema de freno y por eso el líquido debería ser drenado y sustituido cuando se efectúa la revisión de los frenos (o cada dos años por mantenimiento preventivo – lo que toque primero). Es también importante rellenar el sistema sólo con el líquido de freno que recomiende el fabricante del vehículo. (se suele usar DOT 4 en la mayor parte de los turismos y vehículos comerciales europeos).

### **Pastillas y zapatas de Freno**



1) Fotografía de pastillas de frenos



2) fotografía zapatas de freno

Otra importante consideración de seguridad es el grosor de las pastillas y las zapatas de freno que, por ley, tienen que ser de al menos tres milímetros. Deben ser inspeccionadas incluso si no se ha informado de ruido en el rozamiento, pues incluso una gota de aceite o líquido de freno sobre la superficie de fricción puede afectar gravemente a la capacidad de frenado.

Antes de adaptar las nuevas pastillas o zapatas de freno han de considerarse también los diferentes componentes de la ‘pastilla’ (el material de fricción) para asegurar que son los adecuados para el vehículo. Cada uno tiene sus características propias, que influirán en el plazo de desgaste de los frenos, su rendimiento y la cantidad de ruido que generarán. Como dato tranquilizador, las 1030 pastillas y 403 zapatas de la gama de Delphi se fabrican con las mismas normas de exigencia que la pieza equivalente de primer equipo, abarcando el 95 por ciento del parque automovilístico europeo. Asimismo Delphi lidera la industria en la ahora obligatoria certificación E- 90, presentando más partes aprobadas que cualquier otro proveedor, y ofreciendo a los clientes una verdadera one-stop-shop.

### **Discos y Calibradores**



1) Imagen de disco de frenos en panel

utilizado para conocer mejor el sistema de frenos.

Los discos de freno pueden registrar surcos profundos sobre su superficie, causados por las pinzas o las partículas que se quedan atrapadas. Este desgaste excesivo del disco de freno puede causar retención de agua cuando llueve e impedir a las zapatas del freno un buen agarre cuando se aplica la frenada. En casos severos esto puede causar la rotura del material de fricción debido al calor extremo que se genera.

Para que los frenos de disco funcionen correctamente, las pinzas de freno deben moverse libremente y ser capaces de presionar hidráulicamente las dos zapatas de freno contra cada lado del disco al accionarse el freno. El peligro en invierno consiste en que en circunstancias extremas la sal, la arena u otras partículas pueden hacer que las pinzas se agarroten, dañando los discos de freno y afectando gravemente al funcionamiento.

Si se requieren discos de freno de recambio, se recomienda que se cambien a pares para garantizar el equilibrio y un frenado seguro y uniforme.

Esto también ayuda a prevenir cualquier tirón de un lado y asegurar un desgaste uniforme en cada rueda. Para mayor seguridad también recomienda que se cambien las zapatas cada vez que se ajusten nuevos discos.

### **Manguitos**



La colocación de las manguitos de freno ha de tener en cuenta que estas van a enfrentarse al agua, la sal y la suciedad de la carretera y los cambios extremos de temperaturas asociados a las condiciones de invierno. Las manguitos tienen que moverse y torcerse según la conducción del vehículo y los sistemas de suspensión para asegurar que el líquido hidráulico se desplace ininterrumpidamente hacia las extremidades que producen el frenado del vehículo.

En cuanto a una de las partes más importantes de cualquier sistema de frenado, los manguitos de freno, los proveedores los construyen con capas de máxima resistencia, para mejorar su seguridad y funcionamiento. Sin embargo, eso no evita que pueden volverse frágiles cuando hace mucho frío y deban ser examinados en busca de cualquier rastro de grietas causadas por tensión.

Al comprobar las manguitos, también es una idea buena comprobar la cubierta externa del cable del freno de mano para buscar signos visibles de desgaste. El cable debería estar ajustado 'a los cuatro clicks' para asegurar total movimiento entre el cable interior y el exterior, previniendo el riesgo de agarrotamiento. Para evitar el riesgo del conductor con zapato mojado que resbala sobre los pedales, debería ser examinada incluso la condición del recubrimiento de goma de los pedales de conductores. También los cilindros hidráulicos deberían ser comprobados, en particular bajo las botas de agua, por si hay signos de escape de líquido de freno.

"No hay duda que un servicio rápido al vehículo con vistas al invierno es el mejor modo de asegurar que el vehículo se mantiene en las mejores condiciones de fiabilidad y seguridad," afirma Kelly. "El frenado puede ser un sistema simple en los coches antiguos, pero el cuidado y el conocimiento del producto son fundamentales. Sabemos que los vehículos más recientes son mucho más complicados y por eso ofrecemos cursos de capacitación que aseguren que la red de taller posventa permanezca a pleno rendimiento. "

### **4.LO MAS RECIENTE**

Mucho ha llovido desde que el ABS (Antilock Braking System) revolucionara el mundo del automóvil. Por vez primera un sistema electrónico era capaz de actuar más allá del conductor, regulando la frenada para evitar el bloqueo de las ruedas y manteniendo la dirección. Desde entonces, este sistema se ha ido perfeccionando dando lugar a nuevos modelos aún más seguros: el asistente de frenada de emergencia BAS, el repartidor de frenada electrónico EBV o los frenos direccionales SERVOTRONIC.

BAS Brake Assist System Ante una situación de peligro, un sensor detecta que hemos pisado rápidamente y con fuerza el freno. En ese momento actúa el servofreno adicional aumentando al máximo la presión de frenado y reduciendo la distancia recorrida.

EBV Electronic Brake Variation System 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.

SERVOTRONIC Un nuevo sistema de frenado direccional que se activa al frenar en las curvas. Cuando detecta que las ruedas de un lado giran menos en una curva y hacia dónde se está girando, frena más las ruedas de uno de los lados para conseguir dar un efecto direccional y compensar la inercia del peso y la velocidad.

### **EBV Electronic Brake Variation System**

El **reparto electrónico de frenada** (llamado comercialmente **EBV** o **EBD** según los distintos fabricantes) es un sistema electrónico de reparto de frenada que determina cuánta fuerza aplicar a cada rueda para detener al vehículo en una distancia mínima y sin que se des controle.

El sistema calcula si el reparto es adecuado a partir de los mismos sensores que el ABS. Ambos sistemas en conjunto actúan mejor que el ABS en solitario, ya que éste último regula la fuerza de frenado de cada rueda según si ésta se está bloqueando, mientras que el reparto electrónico reparte la fuerza de frenado entre los ejes, ayudando a que el freno de una rueda no se sobrecargue (esté continuamente bloqueando y desbloqueando) y el de otra quede infrautilizado.

### ***BAS Brake Assist System:***

El **servofreno de emergencia** (en inglés: **brake assist system** o **BAS**) es un sistema de asistencia de frenada de emergencia ideado por Mercedes-Benz.

Mercedes-Benz comprobó que ante una frenada de emergencia, la reacción del conductor es frenar menos de lo que el coche le permite e ir aumentando la presión sobre el freno según se acerca el impacto. Como resultado, se alarga la distancia de frenado.

Para evitar este aumento, se ideó un sistema que interpreta cuándo se produce una frenada de emergencia, y en tal caso, frena con la máxima potencia aunque el conductor no lo esté haciendo.

Para interpretar cuándo se produce una frenada de emergencia, el BAS mide la velocidad con la que se suelta el acelerador y se pisa el freno, además de la presión con la que este movimiento se hace.

Siempre funciona combinado con el ABS.

## **5.LOS ULTIMOS ESTUDIOS...**

### **Frenos de cerámica**

Algunos expertos señalan que los frenos de discos pronto pasarán a la historia ya que cada día los fabricantes anuncian nuevos mecanismos, fruto de incontables horas dedicadas al desarrollo de sistemas de frenado originales, siendo un caso notorio el de la marca alemana Porsche AG, pioneros en el diseño de los frenos de cerámica, los cuales fueron incorporados hace un año a su modelo 911 Turbo.

Las ventajas de este nuevo sistema radican en su capacidad de repuesta sobre pavimentos húmedos o secos, la estabilidad en la frenada, el menor peso del conjunto y la larga vida de los discos. La eficiencia en el frenado, según los técnicos de Porsche, no podrá aprovecharse al máximo hasta tanto no se disponga de compuestos de caucho adecuados en los neumáticos y de un sistema ABS desarrollado específicamente para este tipo de discos. Los técnicos auguran un promisorio futuro para los frenos de cerámica, ya que pueden montarse en el sistema actual, sustituyendo los discos y las pastillas de freno, sin que sea necesario cambiar los pistones, el mecanismo de servo u otros componentes del equipo de frenos.

### **Freno Electrónico.**

El freno electrónico funciona con un principio similar al utilizado en los frenos de los carruajes de tracción animal, en los que se empleaba una cuña para detener la rueda. Sin embargo, el EWB se basa en una sofisticada tecnología de sensores y en la electrónica para evitar que los frenos se bloqueen y así, garantizar un frenado eficiente y controlado. Esta cuña utiliza la energía cinética del vehículo transformándola en energía de frenado. De esta manera, el EWB se refuerza a sí mismo y sólo necesita una décima parte de la energía impulsora que requieren los sistemas de frenado hidráulico actuales. 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. Asimismo, el software integrado en el sistema EWB reemplazará a los sistemas de frenado antibloqueo (ABS), y a los programas de estabilidad electrónicos menos comunes. Los planes se dirigen a un nuevo algoritmo que reúna estas funciones y que permita que el EWB sea más rápido que los sistemas ABS a la hora de reaccionar. Y es que mientras que el ABS convencional tarda entre 140 y 170 milisegundos en generar la máxima potencia de frenado, el EWB necesita tan solo alrededor de 100 milisegundos, reduciendo así la distancia de frenado. Esto también significa que el freno en forma de cuña desempeñará un papel importante al hacer posible que los conductores controlen el vehículo en situaciones difíciles.