

## **Sistema de frenado**

El sistema de frenos está diseñado para que a través del funcionamiento de sus componentes se pueda detener el vehículo a voluntad del conductor.

La base del funcionamiento del sistema principal de frenos es la transmisión de fuerza a través de un fluido que amplía la presión ejercida por el conductor, para conseguir detener el coche con el mínimo esfuerzo posible.

Las características de construcción de los sistemas de frenado se han de diseñar para conseguir el mínimo de deceleración establecido en las normas.

El sistema de frenos se constituye por dos sistemas:

- 1.- El sistema que se encarga de frenar el vehículo durante su funcionamiento normal (funcionamiento hidráulico).
- 2.-El sistema auxiliar o de emergencia que se utilizará en caso de inmovilización o de fallo del sist.principal (funcionamiento mecánico).

## **Componentes del sistema de frenado**

- **Pedal de freno:** Pieza metálica que transmite la fuerza ejercida por el conductor al sist.hidráulico. Con el pedal conseguimos hacer menos esfuerzo a la hora de transmitir dicha fuerza. El pedal de freno forma parte del conjunto “ pedalera ”, donde se sitúan 2 o 3 palancas de accionamiento individual que nos permiten manejar los principales sistemas del vehículo.
- **Bomba de freno:** Es la encargada de crear la fuerza necesaria para que los elementos de fricción frenen el vehículo convenientemente. Al presionar la palanca de freno, desplazamos los elementos interiores de la bomba, generando la fuerza necesaria para frenar el vehículo; Básicamente, la bomba es un cilindro con diversas aperturas donde se desplaza un émbolo en su interior, provisto de un sistema de estanqueidad y un sistema de oposición al movimiento, de tal manera que, cuando cese el esfuerzo, vuelva a su posición de repose.

Los orificios que posee la bomba son para que sus elementos interiores admitan o expulsen líquido hidráulico con la correspondiente presión.

- **Canalizaciones:** Las canalizaciones se encargan de llevar la presión generada por la bomba a los diferentes receptores, se caracterizan por que son tuberías rígidas y metálicas, que se convierten en flexibles cuando pasan del bastidor a los elementos receptores de presión. Estas partes flexibles se llaman “ latiguillos “ y absorben las oscilaciones de las ruedas durante el funcionamiento del vehículo. El ajuste de las tuberías rígidas o flexibles se realiza habitualmente con acoplamientos cónicos, aunque en algunos casos la estanqueidad se consigue a través de arandelas deformables (cobre o aluminio).

- **Bombines (frenos de expansión interna):** Es un conjunto compuesto por un cilindro por el que pueden desplazarse uno o dos pistones, dependiendo de si el bombín es ciego por un extremo o tiene huecos por ambos lados (los dos pistones se desplazan de forma opuesta hacia el exterior del cilindro).

Los bombines receptores de la presión que genera la bomba se pueden montar en cualquiera de los sistemas de frenos que existen en la actualidad.

### **Tipos de Sistemas de frenos:**

En la actualidad, los dos grandes sistemas que se utilizan en los conjuntos de frenado son: **frenos de disco** (contracción externa) y **frenos de tambor** (expansión interna).

Todos los conjuntos de frenado sean de disco o de tambor tienen sus elementos fijos sobre la mangueta del vehículo, a excepción de los elementos que le dan nombre y que son sobre los que realizamos el esfuerzo de frenado (estos elementos son solidarios a los conjuntos de rueda a través de pernos o tornillos).

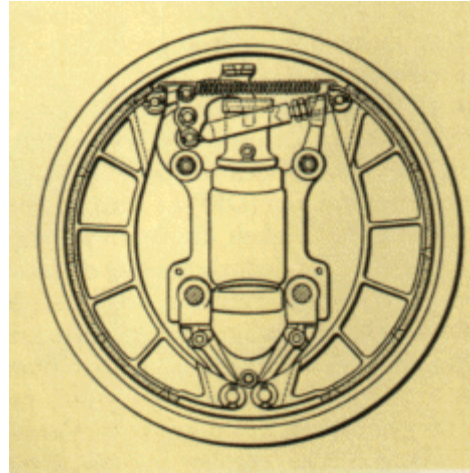
#### **CARACTERISTICAS DEL FRENO DE DISCO.**

1. Mayor refrigeración.
2. Montaje y funcionamiento sencillo.
3. Piezas de menor tamaño para la misma eficacia.

#### **CARACTERISTICAS DEL FRENO DE TAMBOR.**

1. Mayor eficacia (mayor superficie)
2. Refrigeración escasa.
3. Sistema más complejo.

**Frenos de tambor:** Este tipo de frenos se utiliza en las ruedas traseras de algunos vehículos. Presenta la ventaja de poseer una gran superficie frenante; sin embargo, disipa muy mal el calor generado por la frenada.



Los frenos de tambor están constituidos por los siguientes elementos:

- Tambor unido al buje del cual recibe movimiento.
- Plato portafreno donde se alojan las zapatas que rozan con dicho tambor para frenar la rueda.
- Sistema de ajuste automático.
- Actuador hidráulico.
- Muelles de recuperación de las zapatas.

**Frenos de disco:** Utilizado normalmente en las ruedas delanteras y en muchos casos también en las traseras. Se compone de:

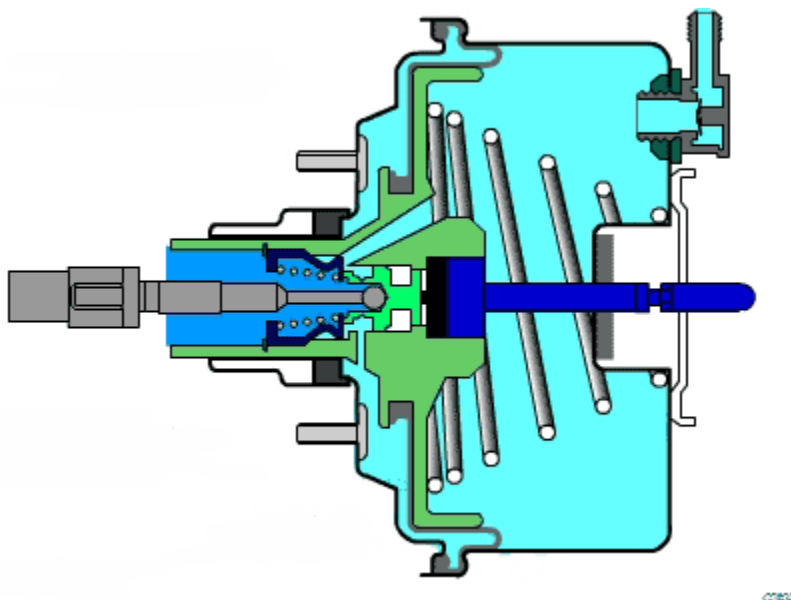
- Un disco solidario al buje del cual toma movimiento, pudiendo ser ventilados o normales, fijos o flotantes y de compuestos especiales.
- Pinza de freno sujeta al porta pinzas, en cuyo interior se aloja el bombín o actuador hidráulico y las pastillas de freno sujetas de forma flotante o fija.



### **Asistencias al freno (servofreno):**

Estos elementos se montan en el sistema de frenado para reducir el esfuerzo del conductor al realizar la frenada. La asistencia al freno que funciona por depresión y que se monta en la mayoría de los vehículos se sitúa entre el pedal del freno y la bomba. Es un receptáculo en cuyo interior se haya una membrana que separa dos cámaras. La cámara delantera (más próxima a la bomba) está sometida a la depresión que se genera en el colector de admisión (mot.gasolina) o algún generador de vacío (depresiones en Diesel).

La conexión entre la cámara delantera y el elemento de vacío se haya controlada por una válvula antiretorno cuya dirección de funcionamiento es siempre hacia la asistencia. En la cámara posterior (más cercana al pedal), reina la presión atmosférica estando conectada directamente con el exterior.



## Qué es el ABS?

El ABS es un sistema de antibloqueo de frenos. Pertenece al grupo de sistemas de seguridad activa del vehículo. Sus siglas provienen del inglés *Antilock Brake System* (aunque algunas fuentes mencionan el término alemán *Antiblockiersystem*). El sistema se comenzó utilizando en aviones, para pasar más tarde al mercado del automóvil de la mano de Mercedes Benz. A día de hoy, prácticamente la gran mayoría de coches del mercado equipan el ABS, siendo éste obligatorio como equipamiento de serie en todos los turismos fabricados en la Unión Europea a partir del 1 de Julio de 2004.

La principal misión del ABS es evitar que los neumáticos pierdan adherencia con el suelo durante el proceso de frenado. Como veremos más adelante, impedir el bloqueo de las ruedas tiene grandes ventajas a la hora de realizar una frenada de emergencia, mejorando de esta manera la seguridad activa del vehículo.

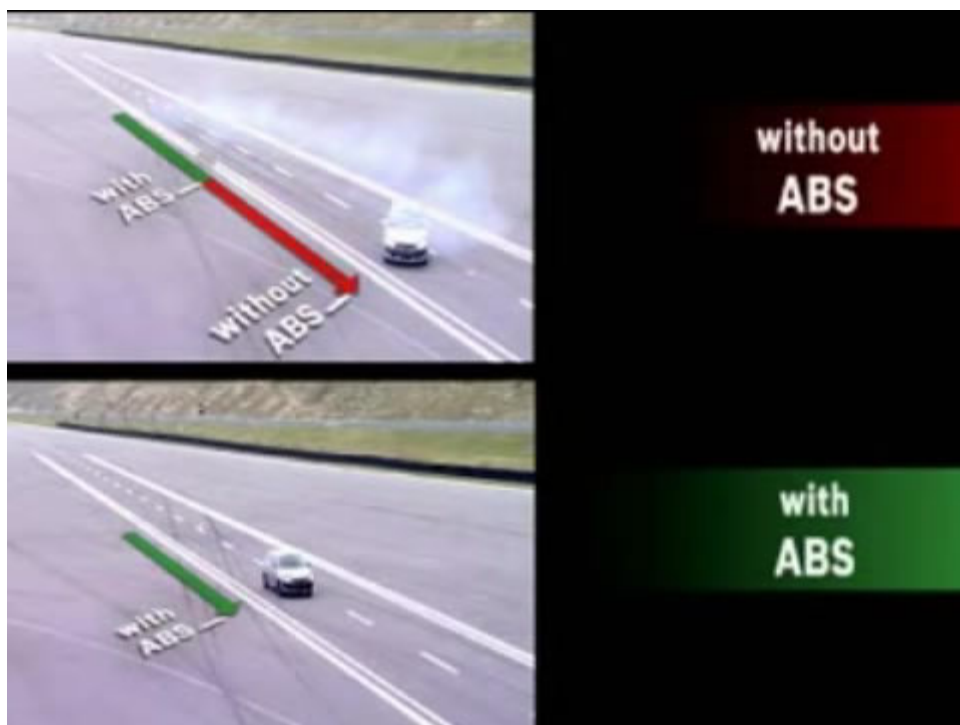


## **Funcionamiento del ABS**

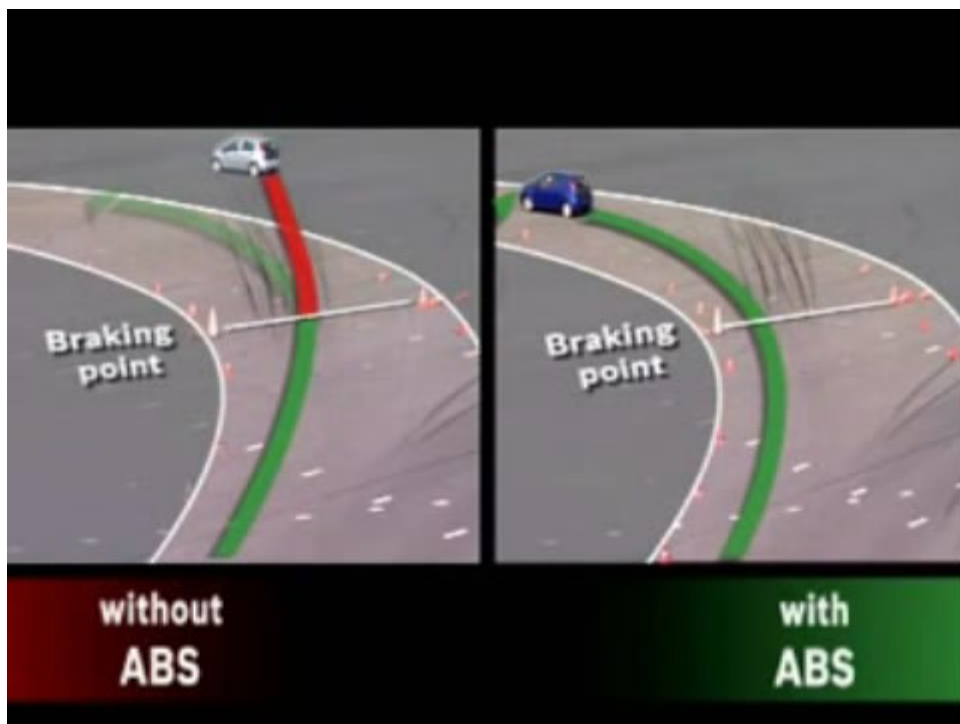
El vehículo equipado con el sistema ABS dispone de un sensor electrónico de revoluciones instalado en cada rueda que es capaz de detectar cuándo una rueda está a punto de bloquearse. Cuando uno de los sensores detecta esta situación (normalmente durante el transcurso de una frenada brusca o de emergencia), quiere decir que el vehículo va a comenzar a deslizarse sobre el suelo sin control. En ese momento, el sensor envía una orden a la centralita de control del ABS para reducir la presión del circuito de frenado sobre esa rueda, evitando así que ésta se bloquee. Cuando el sensor detecta que se ha evitado el bloqueo, envía de nuevo una señal a la centralita para que la presión de los frenos aumente de nuevo. Este proceso se repite varias veces por segundo, de manera que el sistema está constantemente vigilando que no se produzca el bloqueo, y actuando sobre el sistema de frenos en caso de que sea necesario.

## Ventajas que tiene el ABS

- El ABS reduce la distancia de frenado sobre pavimentos secos.

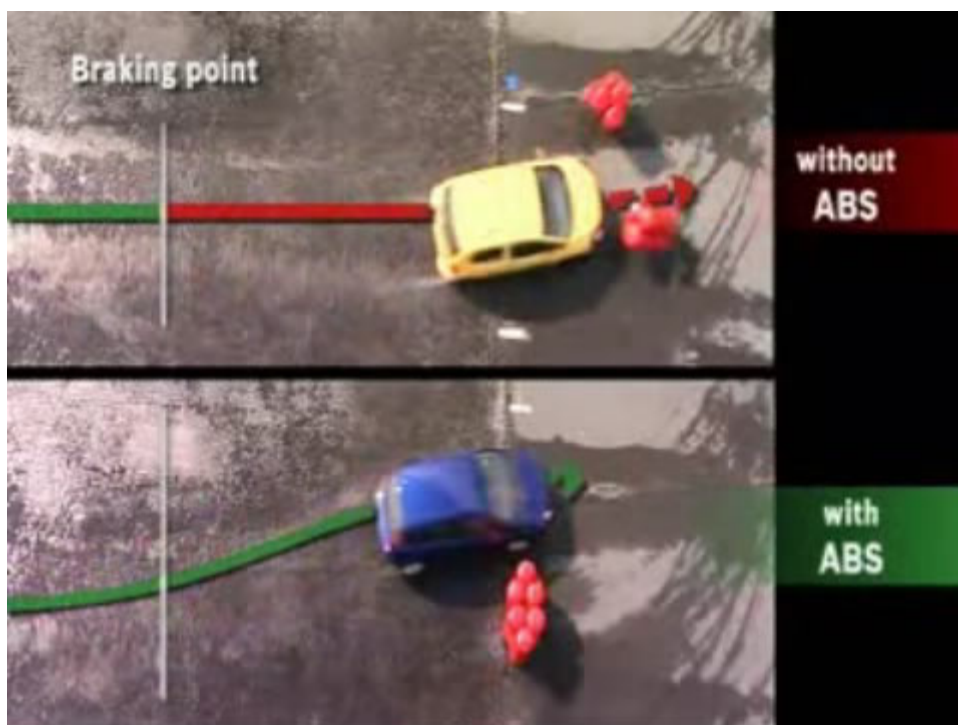


- El ABS ayuda a mantener la trayectoria en frenadas en curva.





- El ABS mantiene la direccionalidad del coche durante una frenada de emergencia.



## **SBC (Sensotronic Brake Control)**

SBC (Sensotronic Brake Control) es como denomina Mercedes a un sistema de frenos electro-hidráulico que se montó por primera vez en el SL.

Es un sistema donde el pedal de freno genera impulsos eléctricos, en lugar de presión hidráulica, que llegan a una centralita. Es esta centralita lo que hace funcionar una bomba hidráulica que actúa sobre las pinzas.

No se trata, por tanto, de un ABS de nueva generación, ni de un control de estabilidad más avanzado, sino de un sistema de frenado totalmente diferente. Hasta la fecha, era el conductor quien, de una manera más o menos directa, dosificaba la fuerza que se aplica sobre los frenos, aunque corregida por sistemas como el ABS, el repartidor de frenada (ahora electrónico) o el servofreno de emergencia. , manteniendo por red multiplexada en todo momento coordinación entre el ABS y ESP.

En el SBC que han desarrollado DaimlerChrysler y Bosch, el conductor sólo indica al sistema su intención de frenar. El pedal transforma esa intención en señales eléctricas (que informan sobre la velocidad de accionamiento y presión ejercida). Estas señales llegan a una centralita que calcula con qué fuerza debe, a través de un sistema hidráulico, actuar sobre cada una de las ruedas según la información de velocidad de las ruedas, giro del volante y aceleración lateral.



Un depósito de alta presión y válvulas controladas electrónicamente se encargan de que la máxima presión de frenado pueda estar disponible mucho antes.

El objetivo no es tanto acortar la distancia de frenada en caso de emergencia (poco se puede tocar, pues ésta depende principalmente del agarre de los neumáticos y el suelo), que Mercedes cuantifica en un 3% a 120km/h (unos 1.5 metros), sino en mejorar la frenada en diversas situaciones, y disponer de algunas funcionalidades extras.

Así pues, la gran ventaja de este sistema es que permite un control independiente de la fuerza de frenado de cada rueda. Este control electrónico sirve para frenar de una forma más estable y para futuras innovaciones. Estas innovaciones pueden ser el control de velocidad de cruce asistido por radar y videocámaras o bien el guiado automático del coche, sistemas que con el SBC tienen una tecnología sencilla y relativamente barata para actuar sobre los frenos, como ya pueden hacerlo con otras partes del automóvil (el motor) o lo harán próximamente (como la dirección). El prototipo BMW Z22 estudia esta posibilidad.

Frenar en una curva es una de las maniobras más peligrosas. Cuando el coche frena se carga de delante y se descarga de atrás. Si esa transferencia de peso se produce en curva, aumenta el momento de guiñada; llegado a un límite, ese aumento puede provocar un fuerte sobreviraje aun cuando el ABS impida el bloqueo de las ruedas.

Mientras que en los sistemas convencionales de frenado la presión que actúa sobre los frenos de las ruedas exteriores es igual a la de las ruedas interiores, para cada eje, el SBC asigna presiones de frenado de manera conveniente en cada rueda. De ahí que el SBC aumente automáticamente la fuerza de frenado en las ruedas exteriores al viraje, dado que éstas soportan mayores fuerzas verticales y pueden, en consecuencia, transferir mayores fuerzas de frenado. Simultáneamente, reducirá la fuerza de frenado en las ruedas interiores para contrarrestar las elevadas fuerzas necesarias para permanecer en la trayectoria. El resultado es un comportamiento de frenado más estable unido a unos valores de deceleración óptimos. En el gráfico se aprecia como actúa en el caso de frenada en curva; atendiendo a los datos recibidos de los sensores, aplica mayor fuerza a los frenos exteriores de la curva, para así contrarrestar el eventual sobreviraje.

Actúa antes de que sea preciso el funcionamiento del control de estabilidad, que es un corrector; el Sensotronic, en cambio, es un repartidor. Esta funcionalidad del reparto de mayor fuerza de frenado hacia las ruedas exteriores es lo que BMW llama CBC, pero en este caso sobre un sistema de frenos hidráulico.

Otras ventajas que aporta el Sensotronic, según Bosch, es que resulta algo más ligero y (de cara a una futura comercialización) permite una mayor flexibilidad en el diseño, acorta el tiempo de respuesta del freno (de ahí debe resultar el 3% de mejora de la distancia de frenado en 120km/h) y aumenta el margen de adherencia lateral en frenada. Además de que el frenado Selectivo Sensotronic incorpora también la función denominada *Ayuda en Tráfico Lento*, que se activa con el mando del control de velocidad.

La ventaja de esta función consiste en que al circular en tráfico congestionado, con frecuentes detenciones, el conductor puede prescindir de pisar el freno, ya que al levantar el pie del pedal del acelerador, el vehículo recurrirá la velocidad frenando a una tasa de deceleración constante y predeterminada hasta detenerse, o hasta que se vuelva a pisar el acelerador.

Esta función solamente es operativa a velocidades inferiores a 60 Km/h y se desactiva automáticamente por encima de ese valor. La Ayuda en tráfico lento está concebida para disminuir la fatiga del conductor y aumentar con ello la seguridad en atascos.

En pendientes y cuestas, la función *Ayuda a la Arrancada* evita que el coche se vaya hacia atrás o hacia adelante con sólo dar una pisada breve al freno, sin necesidad de mantener pisado el pedal o utilizar el freno de mano. Para arrancar, basta con pisar el acelerador.

La utilización de la electrónica en la técnica de frenado abre nuevas y prometedoras oportunidades a los ingenieros de Mercedes, y no solo en los apartados de seguridad y confort. Gracias al SBC, se da un paso crucial para la realización del objetivo fijado a medio plazo: el guiado automático de vehículos en el futuro con la ayuda de videocámaras, radares de proximidad y telemática avanzada. Para semejante guiado autónomo del vehículo los expertos necesitan como base un sistema de frenado controlado por microprocesador, que traduzca automáticamente las órdenes de un piloto automático y detenga el coche con total seguridad.

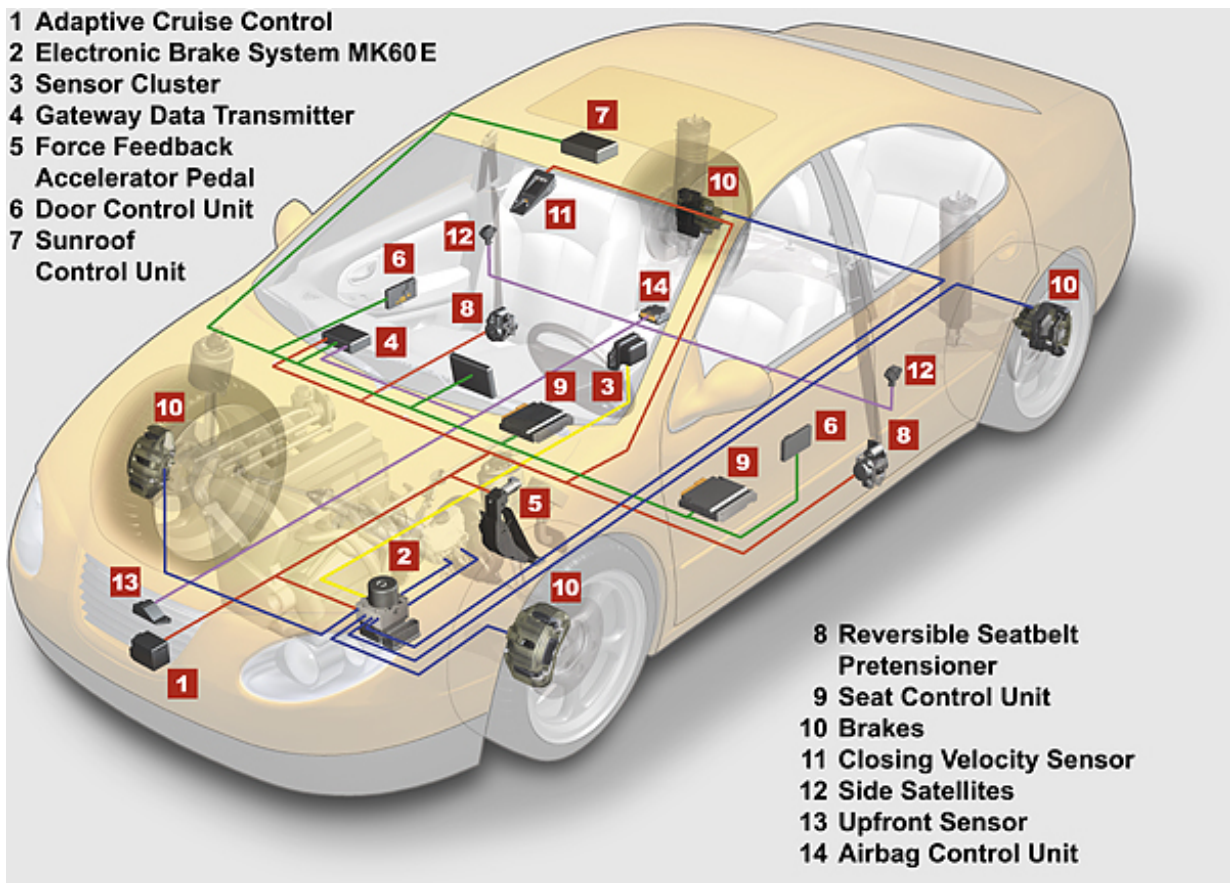
Puesto que el pedal está aislado del sistema, no existen los ruidos y vibraciones que provienen de la actuación del ABS. Gracias a poder actuar independientemente sobre cada rueda, puede seleccionar la que considere idónea para cada situación. Así, en frenadas suaves, da mayor fuerza al eje trasero para igualar el desgaste de neumáticos y pastillas. También puede mantener los discos siempre secos; cuando la calzada está mojada (que lo detecta cuando los limpiaparabrisas funcionan) hace pequeñas e imperceptibles frenadas que elimina la película de agua que se forma en la superficie del disco.

El sistema prescinde del servofreno tal y como se conoce ahora. En su lugar, una bomba eléctrica mantiene el líquido de frenos en un depósito entre 140 y 160 bares. Esta presión se regula en la unidad hidráulica independientemente para cada rueda a través de cuatro válvulas reguladoras (una por rueda).

Pese a que el pedal de freno está aislado del circuito, se ha buscado que tuviese un tacto similar al frenado convencional, para dar confianza al conductor. El pedal de freno se une a un cilindro donde unos sensores miden los cambios de presión y los convierten en impulsos eléctricos.

Como el sistema necesita energía eléctrica, en caso de que el suministro falle (por corte de energía de la batería, por ejemplo), el SBC pasa al funcionamiento de emergencia y se establece un vínculo directo entre el pedal y los frenos delanteros para poder detener el vehículo. Entonces se necesita una mayor fuerza para frenar y el recorrido del pedal de freno será más largo.

Si el antibloqueo de frenos (ABS) tiene un fallo, se desconecta también el servofreno de emergencia (BAS) y el control de estabilidad (ESP), pero sigue funcionando el Sensotronic (SBC).



## Pre-Safe

La compañía Mercedes-Benz sacará a la venta, a partir del próximo otoño, un sistema de frenado pionero en el mercado automovilístico. Este dispositivo se llamará “pre-safe” y va un paso más allá de los sistemas de frenado conocidos.

Primero surgió el sistema **Distronic**, un control selectivo de la velocidad de cruce que permitía guardar la distancia con el coche de adelante.

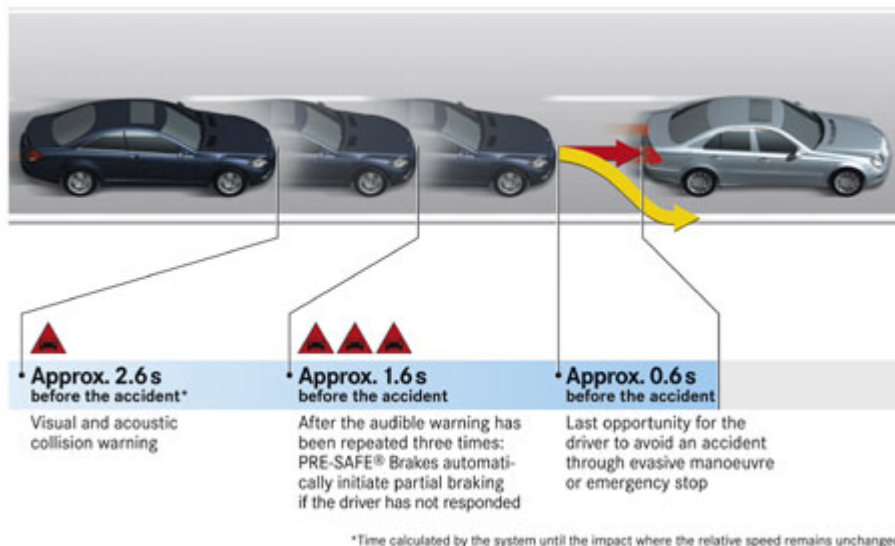
Después apareció el **Distronic Plus**, un perfeccionamiento del sistema anterior que, gracias al uso de radares y al sistema Bas Plus (advertencia visual y acústica) podía detener el coche, dentro de ciertos límites.

Ahora, ha llegado el “**Pre-Safe**”, un sistema que frena el vehículo, parcialmente y de forma automática, cuando el coche se aproxima a un obstáculo, incluso si el conductor, después de haber recibido la señal de advertencia no ha reaccionado con el freno.

Este sistema utiliza radares de doble frecuencia, que pueden llevar la nueva clase S y el nuevo coupé CL. La frenada no es a fondo, sino que se produce una desaceleración equivalente a usar un 40 por ciento de la fuerza máxima de frenado. Una vez alertado por las señales visuales y acústicas, el conductor puede pisar el freno, pero si no lo hace, el sistema “pre-safe” se activará automáticamente. En cualquier caso, si se produce una colisión, la severidad del impacto se reduce un 40 por ciento y, con ello, se reduce la gravedad de las lesiones de los ocupantes.

Si finalmente no se produce el choque, los elementos pueden volver a ser utilizados con total normalidad y regresar a su situación inicial.

Mercedes Benz ha realizado, durante semanas, múltiples pruebas con este nuevo sistema en Alemania y EE.UU. Todas las pruebas simulaban colisiones por alcance. El resultado ha puesto de manifiesto que el frenado “Pre-Safe” aumenta notablemente la seguridad en situaciones normales de tráfico y disminuyen casi a la mitad la agresión de un impacto inevitable.



## **Braking guard**

El volumen del tráfico en las carreteras aumenta sin parar, y con él la cantidad de información que hay que procesar. Ello implica que la tarea de la conducción se hace cada vez más complicada. Para facilitar las cosas, el Audi braking guard es una parte integrante del sistema de control de velocidad de crucero adaptativo, designado por las siglas ACC.



Este sistema regula la velocidad y la distancia que nos separa del vehículo precedente a velocidades entre 30 y 200 km/h, actuando sobre los frenos con total autonomía dentro de unos límites preestablecidos. El ordenador que lo controla está integrado en la red del bus de datos del vehículo y está capacitado para comunicarse con las unidades de gestión del motor, la transmisión automática y los frenos. Y todo, en pocas milésimas de segundo. Toda la experiencia acumulada por Audi en este campo ha sido aplicada al desarrollo de la arquitectura del software y su diseño.

El ACC permite que el conductor decida entre varios modos de funcionamiento. Dichos modos definen el intervalo mínimo de tiempo con el vehículo precedente en cuatro intervalos (entre 1 y 2,3 segundos), alterando las características dinámicas del proceso de regulación en tres fases, que van desde confortable hasta deportiva. La intensidad de la desaceleración está limitada a un máximo de 3 m/s<sup>2</sup> cuando se circula a más de 50 km/h. Ello supone apenas un tercio del potencial de frenada y en la práctica es equivalente a aplicar una fuerza moderada al pedal de freno.

Si el vehículo que nos precede frena con fuerza, sin embargo, puede generarse una situación en la que esta función de frenado automático podría no ser suficiente. Y, lo que es más, puede que el conductor no se percate de esa situación con la rapidez adecuada. Algunos análisis de los investigadores de accidentes de Audi señalan que el 70 por ciento del total de colisiones están motivadas por el cansancio o la falta de concentración del conductor. Ahí es donde este subsistema del ACC, el Audi braking guard, entra en acción, alertando al conductor en dos fases diferenciadas.

La primera consiste en el aviso mediante una señal acústica y un símbolo rojo que parpadea en el tablero de instrumentos. El sistema de estabilización ESP se asegura de que el circuito de frenado tiene la presión adecuada de fluido hidráulico. Si el conductor no reacciona a tiempo, ese primer aviso es seguido por una segunda fase denominada alerta "intensa". Ésta se dispara cuando el algoritmo avisador alcanza la conclusión de que la situación sólo puede mitigarse si el conductor reacciona de inmediato, normalmente ejecutando una frenada de emergencia.



La forma de manifestación de esa segunda fase de la alerta, intensa, tuvo una gran relevancia en el desarrollo del sistema. Durante largas y exhaustivas sesiones de pruebas llevadas a cabo en colaboración con la Universidad de las Fuerzas Armadas Federales de Munich, los ingenieros pudieron evaluar diferentes opciones. La opción que resultó elegida fue la sacudida de aviso, generada por una rápida aplicación de presión en el sistema de frenado, que dura sólo 0,5 segundos. Esta acción tiene un efecto muy suave sobre la velocidad del coche, pues la disminuye en no más de 5 km/h.

En la gran mayoría de los casos evaluados en las pruebas, la sacudida de aviso hizo que los conductores distraídos recobraran su atención en la carretera y frenaran de inmediato. Con la ayuda del sistema de asistencia hidráulica de frenado, el Audi braking guard convierte esa reacción del conductor en una detención de emergencia sin dilación alguna. Priorizando sobre el sistema de frenos, el ESP se activa entre 100 y 200 milisegundos, lo que puede llegar a equivaler a una distancia de más de siete metros a 130km/h.

El Audi braking guard permanece también en guardia cuando el ACC está desconectado. Por otro lado, el aviso inicial y el conjunto del braking guard también pueden desactivarse por separado, lo que responde a la filosofía Audi de concederle al conductor la cantidad de control sobre el automóvil que él desee. En Audi, el acento nunca se pone en la tecnología como un fin en sí mismo; nuestra tecnología siempre está al servicio de las personas.

#### Audi A4

ACC mit braking guard

ACC with braking guard

05/08

