

# **Nuevas generaciones en los sistemas de frenada y sistemas que actúan sobre esta**

**I.E.S "Pedro mercedes"**

**Nombre de usuario: 166mercedes**

**Perfil: Electromecánica de vehículos.**

**Equipo: B**

**Trabajo a realizar: Nuevas generaciones de frenado  
de los turismos.**

**Alumno 1: Pablo Mondaray Gomez.**

**Alumno 2: Jesús Cano García**

**Tutor: Esteban Jose Dominguez**



# Índice:

Introducción al sistema de frenado-----	Pág. 3
Historia del sistema de frenado-----	Pág. 4
Tipos de frenos-----	Pág. 5
Frenos cerámicos -----	Pág. 6
Fabricación frenos cerámicos-----	pág. 9
Freno electrónico de cuña-----	pág. 11
Funcionamiento del sistema de frenado de cuña-----	pág. 12
Freno electrohidráulico-----	pág. 14
Funcionamiento-----	pág. 16
ABS-----	pág. 17
ASR-----	pág. 19
ESP-----	pág. 20
Pre-Safe de Mercedes Benz-----	Pág. 25

## Introducción al sistema de frenado.

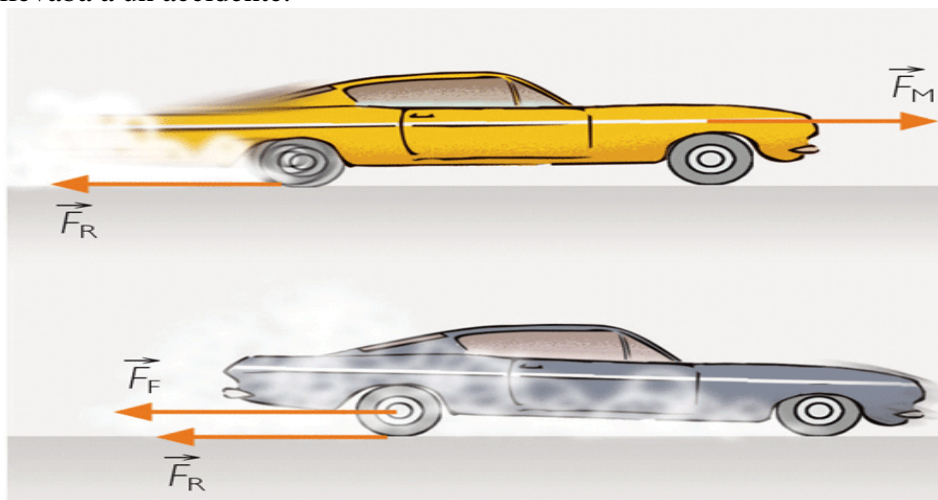
El sistema de frenado es uno de los más importantes del vehículo, sin frenos el conductor no podría detener el vehículo cuando desea. Por este caso es imprescindible de que no falle, ya que si el sistema de frenos falla en plena marcha no se podrá detener el vehículo, lo que podría dar lugar a un accidente (ver fig. 1).

Al ser tan importante este sistema en el vehículo, se ha desarrollado muchísimo desde los primeros frenos de tambor, hasta los nuevos sistemas con discos de carbono e incluso los sistemas de freno de cuña, sistemas completamente eléctricos y electrónicos.



*Fig. 1. Accidente de Ferrari.*

Para realizar un frenado en un vehículo, se necesita una fuerza, dicha fuerza de frenado necesaria para detener un vehículo, deberá ser mayor y en dirección contraria que la fuerza Motriz que posee el vehículo (ver fig. 2), también existe una fuerza en dirección contraria a la motriz llamada fuerza de rozamiento. Cabe destacar que dicha fuerza de frenado no puede ser demasiado elevada, ya que las ruedas podrían llegar a deslizarse, produciendo un derrape, para aumentar la fuerza de frenada y que las ruedas no deslicen se recurre a los nuevos sistemas de ABS/ESP. Control de estabilidad. Los coches antiguos que no poseían ayudas electrónicas, tenían una distancia de frenado mayor e incluso riesgo de derrape lo que muchas veces conllevaba a un accidente.



*Fig. 2. esquema de fuerzas de un vehículo.*

## Historia del sistema de frenado:

- Empecemos hablando del sistema de frenado mediante tambor (Ver fig. 3), este sistema de frenado dispone de un tambor unido al buje del cual recibe el movimiento, un plato porta freno donde se alojan las zapatas (3) que rozan con dicho tambor(1) para frenar la rueda, muelles de recuperación de las zapatas, además de un actuador(2) (como puede ser una leva en el sistema de frenado manual o un cilindro hidráulico en el sistema de frenado hidráulico).El circuito dispone de un circuito hidráulico con un pedal que el conductor acciona, la presión hidráulica llega hasta los bombines y transforman la presión en fuerza sobre las zapatas, para que dichas zapatas frenen el tambor, que está unido al buje, por lo tanto el vehículo se frena.

Este sistema se ha utilizado durante mucho tiempo, hasta que se Emplea el freno de disco que sustituyo al de tambor, aunque también se sigue empleando para frenar la rueda del eje trasero en muchos modelos automóviles.

- 1- Tambor.
- 2- Cilindro de accionamiento.
- 3- Sapata.
- 4- Ferodo.



Fig. 3. Freno de Tambor seccionado.

- Otro sistema de frenado y ya más actual es el sistema de frenado de disco (ver fig. 4), este sistema es mas empleado en la actualidad, ya que es más ligero, sencillo y efectivo que el de tambor. Está constituido por un disco solidario al buje (ver fig. 4) por el cual recibe el movimiento y de una pinza de freno (ver fig. 4), sujeta al porta pinzas, en cuyo interior se aloja el actuador, el cual oprime a las patillas de freno sujetas de forma flotante o fija, contra el disco frenándolo, con lo cual el vehículo también se frena. Los frenos de disco basan su funcionamiento en principios mecánicos e hidráulicos sencillos, el accionamiento hidráulico de las pinzas se basa en el más elemental de los principios hidráulicos (el principio de pascal). Además el mantenimiento y la reparación de estos son sencillos ya que solo se basan en la sustitución de zapatas y discos cuando estos están gastados u ovalados, y no necesitan un reglaje como los de tambor.

Además evacuan mejor el calor gracias a sus agujeros de auto ventilación, así pierden menos eficacia de frenado con las temperaturas disminuyendo el efecto fading.



Fig. 4. sistema de freno de disco.

**Tipos de freno:** Existen principalmente dos tipos de frenos en los automóviles, el freno de servicio y el freno de estacionamiento.

- El freno de servicio se utiliza para reducir la velocidad, parar el vehículo. este freno se acciona mediante un pedal(ver fig. 5)el cual produce el frenado de las cuatro ruedas del vehículo, al frenarse las cuatro ruedas, se debe de integrar un repartidor de frenado según el peso que recaiga en el eje trasero (ver fig. 6), ya que el eje trasero debe de frenar menos que el delantero. De esta manera cuando cargamos la parte trasera del vehículo, se incrementa la frenada en el eje trasero proporcionalmente al peso cargado.



fig. 5. Pedal de freno.



fig. 6. Repartidor de frenada respecto al peso del eje trasero.

- El freno de estacionamiento o freno de mano, es el encargado de bloquear las ruedas de un eje del vehículo con el fin de inmovilizar el vehículo en un estacionamiento. Por esta razón no le afecta este repartidor de frenada, ya que le llega la fuerza al actuador por otro camino. la fuerza le llega directamente de la palanca de freno de mano (ver fig. 7), aunque en posteriores sistemas el freno de estacionamiento puede llegar a activarse con un pequeño botón (ver fig. 8) o incluso ser automáticos, actuando solos cuando detecten una serie de parámetros.



Fig. 7. Freno de estacionamiento accionado mediante una palanca.



Fig. 8. Freno de estacionamiento accionado mediante un botón (P)



## Frenos De Disco Cerámicos:

La primera y más importante cualidad del disco cerámico es su durabilidad. Gracias a la gran durabilidad de este disco, y a sus gran propiedades anticorrosivas, no le afecta el salitre utilizado para la limpiezas de carreteras cuando estas están nevadas, este freno cerámico no deberá de sustituirse durante la vida útil del vehículo.

Los frenos de cerámica, los empieza a montar Porsche en sus modelos 911 turbo (ver fig. 9), de manera opcional llamados PCCB "Porsche Cerámico Composite Brake" este sistema de frenos consta de unos discos cerámicos dotados de unos agujeros de auto ventilación que ofrece una capacidad y una eficacia de frenada mayor. Por lo tanto este sistema de discos proclama un gran avance para el sistema de frenado moderno.



*Fig. 9. Porsche Equipado con ese sistema PCCB*

Estos sistemas de frenado tienen mayor respuesta de frenado ya sea en pavimentos húmedos o secos, tiene grandes propiedades antifading, gran estabilidad de frenada menor peso y como ya hemos nombrado mayor durabilidad. Aunque estos sistemas de frenado son más eficaces Porsche ha anunciado que no se llegara a la máxima eficacia hasta que no se dispongan de compuestos de caucho adecuados en los neumáticos, y hasta que no se el ABS/ESP no se desarrolle específicamente para este sistema de frenos. Porsche aseguran que su propósito para este sistema en un futuro no haga falta cambiar los demás componentes y se pueda implantar en vehículos que no están dotados de este sistema.

El sistema PCCB (ver fig. 10) proporciona una frenada más efectiva ya que su coeficiente de fricción es más alto, una ventaja en caso de frenada de emergencia que se consigue la mayor fricción en el menor tiempo posible sin necesidad de sistemas de ayuda.



*Fig. 10. Componentes del sistema PCCB*

El gran problema que disponen los frenos convencionales son las altas temperaturas (ver fig. 11), ya que al aumentar la temperatura de los discos convencionales desciende su coeficiente de fricción notablemente cuando aumenta su temperatura, fenómeno que no ocurre tan notablemente en los frenos cerámicos, ya que consiguen mantener un coeficiente de fricción de 0,45 a grandes temperaturas, lo que es muy beneficioso para trayectos a grandes velocidades, si en un momento dado se debe de detener el vehículo rápidamente y este circula a gran velocidad, cuando un freno convencional se calentaría demasiado y podría disminuir notablemente su eficacia. Este fenómeno es el nombrado anteriormente como ANTIFANDING.



*Fig. 11. Vehículo de carreras en el que se aprecia las grandes temperaturas que alcanza un disco de freno*

Estos discos son capaces de alcanzar temperaturas de 800 grados (ver fig. 12), pero este calor lo soportan sin fatigas, ya que los discos se hornean a mas de 1700 grados, a estas temperaturas los discos convencionales se dilatan y ondulan impidiendo que las pastillas apoyen en su totalidad, provocando vibraciones peligrosas en el volante, ya que producen una sensación de desequilibrio.



*Fig. 12. Disco de freno cerámico sometido a grandes esfuerzos.*

Los discos cerámicos soportan las altas temperaturas gracias a la gran capacidad para la dispersión del calor, ya sea por el bajo peso del material o por los agujeros de auto ventilación envolvente de máxima eficacia en la ventilación interior(ver fig. 13), la cual es reforzada en las superficies de fricción gracias a la colocación de unos taladros transversales (ver fig. 13), lo que aseguran un frenado mayor en superficies humeasen parte gracias al compuesto de este disco de Fibra Orgánica, ya que esta fibra no absorbe tanta humedad como los discos convencionales.



*Fig. 13. Disco cerámico seccionado*

Los discos perforados tienen otro beneficio aparte del de ventilación. Cuando en pavimentos mojados las pastillas ejercen presión al disco se crea una capa de vapor que no deja actuar a las pastillas correctamente, lo que se soluciona con los discos taladrados (ver fig. 14) ya que el vapor se escapa por esos orificios y deja actual a las pastillas contra el disco.



*Fig. 14. Freno cerámico del Audi R8 en el que se ven claramente los taladros.*



## **Fabricación de los frenos cerámicos:**

Estos sistemas de discos, tienen una fabricación muy elaborada y más complicada que los discos normales los cuales solo se requiere unas horas para sus fabricación completa y para la fabricación de los discos cerámicos se requiere un tiempo de producción superior a un día.

El proceso de producción comienza con la selección y tratamientos previos a la fibra de carbono (Ver fig. 15), el cual se mezcla con la proporción exacta de polímeros líquidos, para formar una especie de pegamento de fibra de carbono, posteriormente se realiza una compresión termal en un molde, que contiene los circuitos de refrigeración, al endurecerse el compuesto se consigue un disco de fibra de carbono, al que se le realizara los siguientes tratamientos.



*Fig. 15. Laminas de fibra de carbono.*

Después este disco se introduce en un horno de pirolisis (ver fig. 16), calentándolo a más de 1000 grados en una atmosfera de nitrógeno, durante esta cocción los polímeros se convierten en carbono, con lo que se extrae un disco completamente de carbono, como los utilizados en competiciones de F1.



*Fig. 16. Horno de pirolisis.*

La última operación, se realiza en un horno de alto vacío (ver fig. 17), se introduce el disco con una proporción exacta de silicio, se calienta el material a una temperatura ligeramente superior a los 1420 grados, punto de fundición del materia, a esta temperatura el silicio fluye como el agua y es absorbido por el disco de carbono como si este fuera una esponja. Este proceso se cataloga como silificación.



*Fig. 17. Horno de alto vacío.*

Como curiosidad cabe destacar que el disco cuando acaba el último proceso es casi tan duro como el diamante, ya que el grado de dureza del carburo de silicio sometido al proceso de conversión química equivale a 9,7 (ver tabla en fig. 18), además este material cerámico ofrece una elevada capacidad de resistencia a los impactos.

<i>Dureza</i>	<i>Mineral</i>
1	Talco
2	Yeso
3	Calcita
4	Fluorita
5	Apatito
6	Ortosa
7	Cuarzo
8	Topacio
9	Corindón
9,7	Frenos cerámicos
10	Diamante

*Fig. 18. Tabla de durezas.*

Ahora aclararemos una duda con estos discos los cuales la gente los confunden con los discos de carbono utilizados en la F1 (ver fig. 19) y les llaman discos de carbono, esto no es correcto ya que como hemos explicado anteriormente es disco deja de ser de carbono cuando se le realiza la silificación, que pasa a ser un materia cerámico. Por lo tanto estos discos se catalogan como discos Cerámicos o Carbocerámicos, pero no discos de carbono (Utilizados en la Formula 1).



*Fig. 19. Freno de carbono de un monoplaza de F1*



## Freno Electrónico De Cuña Diseñado Por: "Siemens VDO".

Este sistema revolucionara la tecnología de frenado para turismos gracias a la incorporación del sistema EWB (Electrónico Webe Brake) que en español significa Freno Electrónico De Cuña, este sistema funciona de una forma similar al principio similar al utilizado en los frenos de los carruajes de tracción animal en los que se empleaban una cuña para detener la rueda (Ver fig. 20). Aunque el sistema EWB se basa en una sofisticada tecnología de sensores que garantizan que las ruedas se bloqueen mediante unos motores eléctricos.

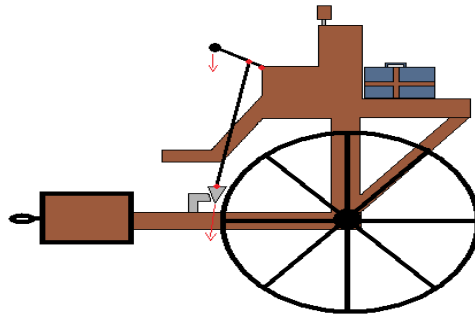


Fig. 20. Dibujo en el que se muestra como frena la cuña a la rueda a través de una palanca.

Este tipo de freno utiliza la energía cinética que posee el vehículo, la transforma en energía de frenado mediante la cuña. De esta manera el EWB se refuerza asimismo y solo necesita una decima parte de la energía impulsora que requieren los sistemas de frenado hidráulicos actuales. debido a este rendimiento se conseguirán eliminar bastante peso reduciendo el tamaño del conjunto y reduciendo así el volumen del conjunto, quitando las tuberías y las bombas de accionamiento, reduciendo así un volumen de 20 litros en el compartimento motor (Ver fig. 21). también el software integrado en el sistema EWB reemplazara a los sistemas antibloqueo ABS y a los sistemas de estabilidad electrónicos menos comunes. esto se debe a un nuevo sistema que reúne estas funciones y que permita que el EWB sea más rápido que los sistemas ABS a la hora de reaccionar, mientras que el ABS convencional tarda entre 149 y 170 milisegundos en realizar la máxima potencia de frenado, el EWB solo necesitara unos 100 milisegundos, reduciendo así la distancia de frenado.



Fig. 21. Ejemplo del sistema que se omite (servofreno bomba y tuberías) en el sistema de freno de cuña.

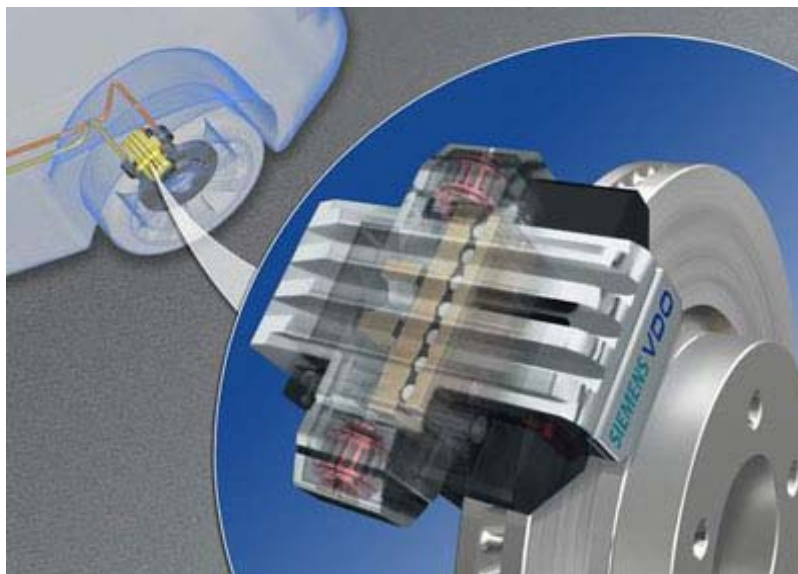
### **Funcionamiento del sistema de frenado de cuña:**

El sistema de freno de cuña es muy sencillo, aunque necesita de la electrónica para funcionar correctamente. Este sistema desarrollado por el Alemán Ver Gombert para el grupo Siemens, consiste en una cuña, la cual como hemos dicho antes por el movimiento del propio vehículo, se encaja en un tope. De esta manera el sistema bloquearía completamente la rueda produciendo un peligroso derrape, en este momento es donde interviene la electrónica, un conjunto de sensores miden la velocidad de la rueda 100 veces por segundo y transmiten los ordenes a unos motores eléctricos que permiten que la cuña se introduzca en el tope justo lo necesario para procurar una frenada progresiva, segura y eficaz. El gasto de energía es mínimo, ya que la cuña aprovecha la propia energía cinética de la rueda para ejercer la presión de frenado. Además al funcionar a 12 voltios y al ser un sistema puramente eléctrico, resulta ideal para vehículos híbridos. De esta manera nos evitamos los cambios de líquido.



*Fig. 22. Sistema de freno de cuña diseñado por Siemens VDO.*

Este sistema de freno de cuña es un sistema más complejo del puzzle del sistema de asistencia electrónica a la conducción DAS, que las firmas de electrónica y automoción están desarrollando para los automóviles del futuro.



*Fig. 23. Interior del sistema de freno de cuña.*



**Como curiosidad:**

Se realizó una prueba bajo un terreno nevado y helado para comparar el sistema de frenada hidráulica con el electrónico de cuña (Ver fig. 24). el resultado fue que con los frenos hidráulicos el vehículo freno en 75 metros marchando a una velocidad de 80 km/h. en las mismas condiciones, el frenado electrónico de cuña fue capaz de frenar en tan solo 65 metros. este tipo de frenos electrónicos de cuña se prevé que se incorporen a la producción de coches en el año 2010.



*Fig. 24. Prueba del sistema de freno de cuña en condiciones adversas.*

## Freno electrohidráulico:

El freno electrohidráulico no convierte directamente la fuerza aplicada por el conductor sobre el pedal de freno en presión hidráulica en el circuito de freno, sino en una señal eléctrica.

Usando esta señal junto con otros datos, el sistema de control electrónico del freno procesa individualmente las fuerzas de frenado requeridas en cada rueda. Las correspondientes presiones sobre los frenos se generan entonces en una unidad hidráulica central. Ante la posibilidad de un fallo en el sistema eléctrico, se mantiene una transmisión hidráulica directa como opción de seguridad.

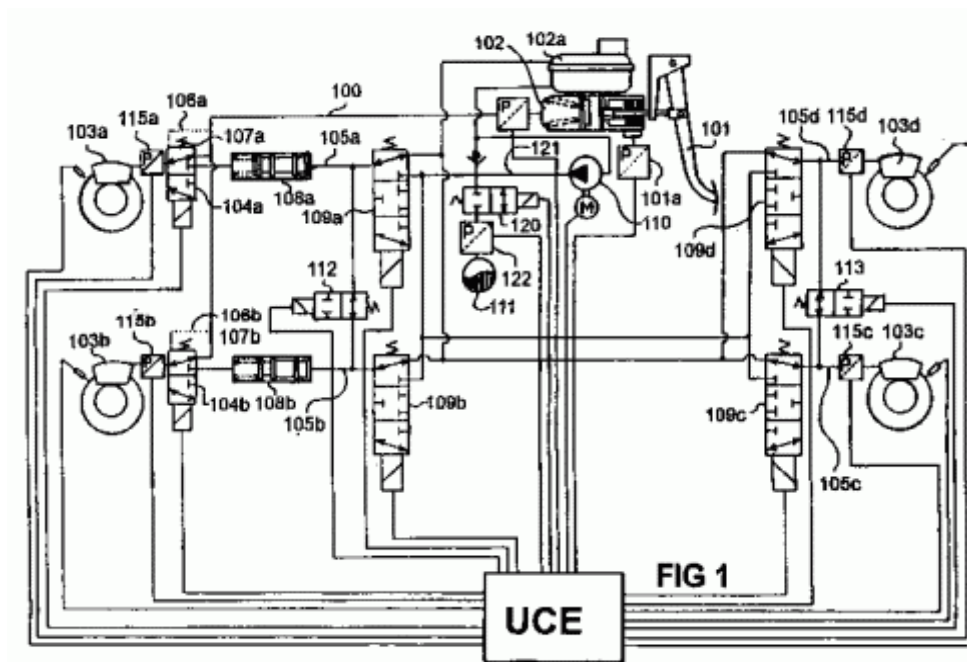


Fig. 25. Esquema eléctrico e hidráulico del sistema de freno electrohidráulico.

En este esquema se muestra la parte eléctrica y la parte hidráulica además se ve como conserva la bomba hidráulica manual, para que en caso de fallo eléctrico o electrónico el vehículo no se quede sin el sistema de freno



**Comparado a los actuales sistemas servo-hidráulicos, el freno electrohidráulico ofrece decisivas ventajas:**

- El Freno electrohidráulico pesa menos, requiere menos espacio para su instalación y funciona sin máster o servo (amplificador por depresión). Además, el proceso de instalación es mucho más flexible debido al diseño modular del freno; al mismo tiempo se reduce la enorme variedad de versiones diferentes.
- Los menores tiempos de reacción en combinación con la modulación de la fuerza de frenado de forma individual en cada rueda aseguran óptimas distancias de frenado junto a un alto grado de estabilidad direccional. Así el este freno es capaz de compensar una insuficiente utilización de la capacidad de frenado cuando las leyes físicas lo permiten al aumentar automáticamente las fuerzas de frenado.



*Fig. 26. demostración del reparto de frenada en cada rueda.*

- Se pueden integrar fácilmente numerosas funciones complementarias de ayuda al conductor, por ejemplo otra ayuda sobre el freno que aumenta rápidamente la fuerza de frenado durante las maniobras de frenado de emergencia. Además, el sistema de freno electrohidráulico permite el establecimiento en red con otros sistemas del vehículo y proporciona así la base para los innovadores progresos que se alcanzarán con los sistemas de control de la velocidad de crucero de los sistemas de navegación autónomos.
- Además, los sistemas electrónicos proporcionan un elevado grado de seguridad: al usar de forma constante la información disponible sobre el estado del sistema de frenos, asegurando la suficiente acción de frenado por medio del establecimiento de sofisticados programas de seguridad o creando informes de sucesos o fallos de alguna parte del sistema.
- En el sistema utilizado por Mercedes (SBC), 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.
- Al frenar en curva, el freno electrohidráulico proporciona más seguridad que un sistema de frenado convencional. En este caso concreto es donde la distribución variable y particularizada de la fuerza de frenado en cada rueda presenta la mayor ventaja en el guiado del vehículo.

### Funcionamiento:

Unos sensores captan la fuerza con la que el conductor pisa el pedal del freno. Con ayuda de estas señales, el sistema calcula la presión de frenada adecuada para cada rueda, que es a su vez transmitida a través de un mecanismo hidráulico de un conducto de alta presión hasta el freno

En el cálculo de la presión de frenada para cada rueda influye también la información que proporciona el ESP, de manera que el automóvil frena más las ruedas exteriores al entrar en una curva que las interiores, elevando la estabilidad.

En el caso de una situación de emergencia, y aunque el conductor no pise con la suficiente presión, el sistema interpreta la rapidez de frenada como una emergencia y aumenta la presión hasta el límite del ABS. Igualmente, si el conductor levanta bruscamente el pie del acelerador, el sistema coloca a través de una ligera presión las pastillas de los frenos sobre los discos, ayudando a una frenada de emergencia óptima.

En el freno electrohidráulico, gracias a la conexión eléctrica, desaparecen los molestos golpeteos que se producen en el pedal del freno cuando se activa el ABS.

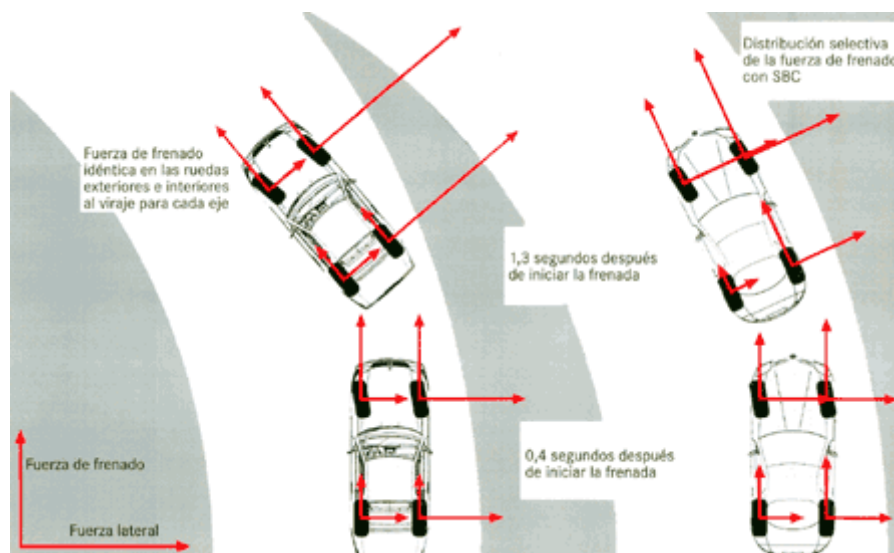


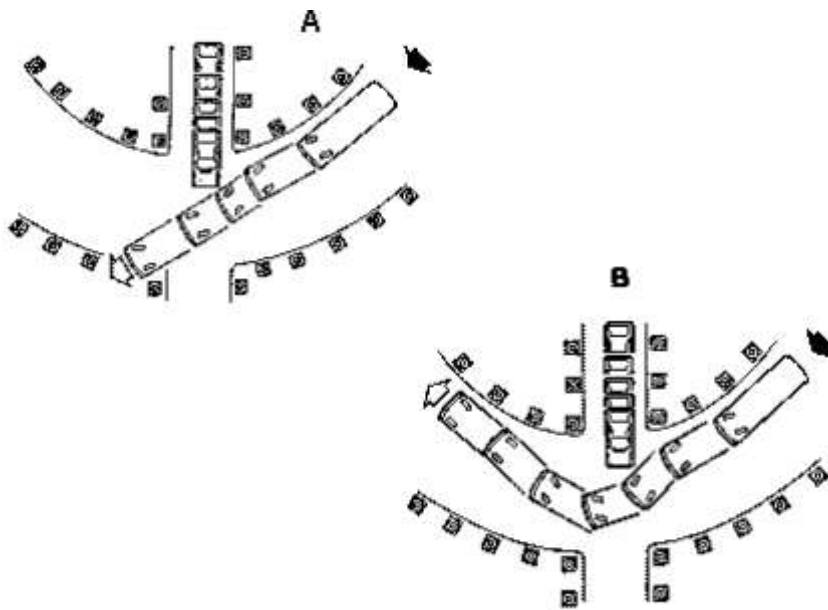
Fig. 27. Demostración de una frenada en curva de un vehículo equipado de frenos electrohidráulicos.

## **¿Qué es el ABS? Función:**

Es un dispositivo que evita el bloqueo de las ruedas al frenar. Un sensor electrónico de revoluciones, instalado en la rueda, detecta en cada instante de la frenada si una rueda está a punto de bloquearse. En caso afirmativo, envía una orden que reduce la presión de frenado sobre esa rueda y evita el bloqueo. El ABS mejora notablemente la seguridad dinámica de los coches, ya que reduce la posibilidad de pérdida de control del vehículo en situaciones extremas, permite mantener el control sobre la dirección y además permite detener el vehículo en menos metros. El sistema antibloqueo ABS constituye un elemento de seguridad adicional en el vehículo. Durante un frenado que presente un riesgo de bloqueo de una o varias ruedas, el ABS tiene como función adaptar el nivel de presión del líquido de freno en cada rueda con el fin de evitar el bloqueo y mantener la direccionalidad del vehículo.

## **Acción sobre el vehículo:**

En caso de “frenada de pánico” (ante un obstáculo repentino) el conductor se ve obligado a pisar el pedal freno con toda la fuerza posible para intentar parar a tiempo.



*Fig. 28. Demostración de una frenada de pánico ante un obstáculo A sin ABS y B con ABS*

Vehículo sin dispositivo de ABS (A); En este caso las ruedas se bloquean, por lo que, por una parte el vehículo pierde la direccionalidad, y por otra alarga los espacios de frenada, luego el conductor no consigue parar a tiempo ni sortear el obstáculo.

Vehículo con dispositivo de ABS (B); A diferencia de lo que ocurre antes, el vehículo mantiene la direccionalidad, por lo que el conductor, maniobrando con la dirección, consigue evitar el obstáculo.



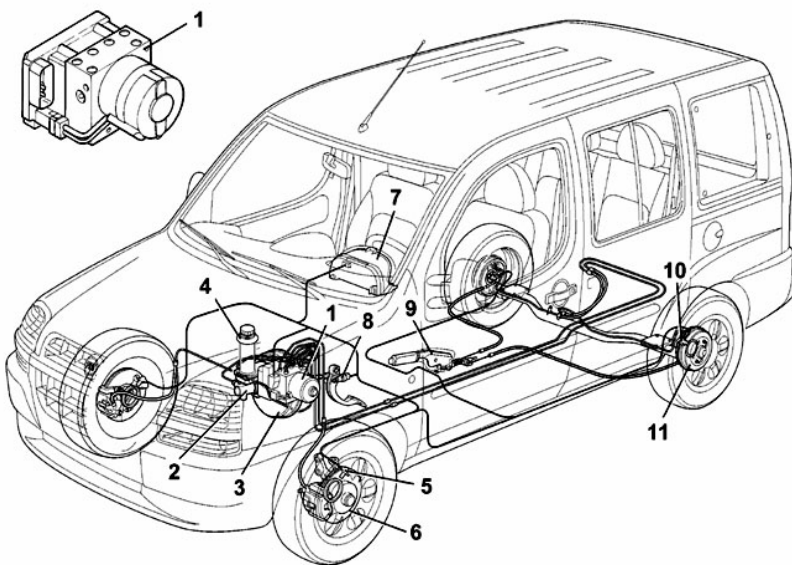
## ¿De qué se compone un sistema de ABS? Análisis:

El sistema ABS está integrado en la instalación de frenos tradicional y está compuesto principalmente por:

- Una centralita con una unidad de control electrónico, la parte de actuación Electrohidráulica que modula la presión a los frenos mediante ocho electroválvulas (dos para cada rueda) y la bomba de descarga.
- Un testigo de señalización de avería en el tablero de instrumentos que señala el buen funcionamiento o posibles averías en la instalación.
- Cuatro sensores, uno para cada rueda, cuya función es medir la velocidad angular de las ruedas. De hecho, al no existir la posibilidad de valorar previamente las condiciones de adherencia, no hay más remedio que controlar la eficacia de los frenos después de detectar los efectos de deslizamiento inicial del neumático causados por una fuerza frenante excesiva con relación al coeficiente de adherencia presente; y precisamente, esto se detecta midiendo la velocidad de rotación de las ruedas.
- Un interruptor en el pedal freno para detectar la condición de frenada.

La integración de la instalación ABS en la instalación de frenos tradicional permite que el conductor, en caso de avería en el ABS, pueda frenar de forma tradicional; además, la presencia de cualquier avería en el sistema ABS, detectada por la centralita, provoca la inmediata y completa desactivación de la instalación ABS.

### **Instalación sobre el vehículo:**



1. Centralita electrohidráulica.
2. Bomba de drenos.
3. Servofreno.
4. Depósito líquido de frenos.
5. Sensores activos delateros.
6. Frenos de disco anteriores.
7. Testigo señalización avería.
8. Interruptor luces frenos.
9. Palanca mando freno de estacionamiento.
- 10.
- 11.

*Fig. 29. Esquema de la instalación del ABS en un vehículo.*

## ¿Cómo funciona el ABS?

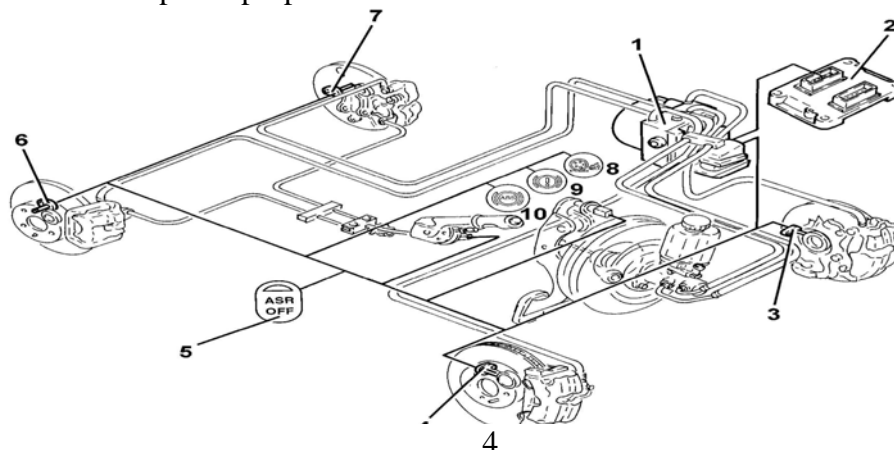
Los sensores ubicados en las ruedas controlan permanentemente la velocidad de giro de las mismas. A partir de los datos que suministra cada uno de los sensores, la unidad de control electrónica calcula la velocidad media, que corresponde aproximadamente a la velocidad del vehículo. Comparando la velocidad 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 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. 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.

## ¿Qué es el ASR? Función:

El sistema ASR, además de las funciones habituales de antibloqueo de las ruedas durante la frenada, también controla el deslizamiento en fase de aceleración (ASR), la regulación del par frenante del motor (MSR) y el bloqueo del diferencial mediante la acción sobre los frenos (TC).

Todas estas funciones se llevan a cabo con una acción sobre la instalación de frenos, para frenar la rueda que patina, y con una acción sobre el motor para reducir el par motor suministrado por el propio motor.



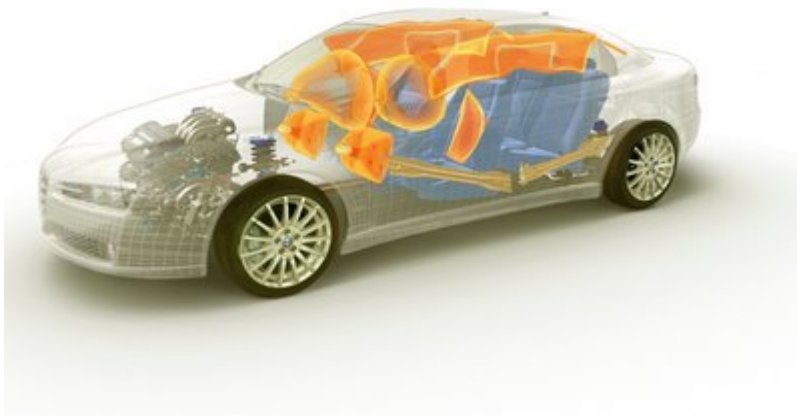
1. Centralita ABS/ASR.
2. Centralita de control motor.
3. Sensor delantero izquierdo.
4. Sensor delantero derecho.
5. Botón ASR off.
6. Sensor trasero derecho.
7. Sensor trasero izquierdo.
8. Testigo ASR.
9. Testigo EBD.
10. Testigo ABS.

Fig. 30. Esquema del sistema de ASR

La instalación ASR se diferencia de la instalación ABS por la centralita electrónica y Electrohidráulica que tiene 12 electroválvulas en lugar de las ocho previstas para los Sistemas ABS.

## **¿Qué es el ESP? Función:**

El ESP es un sistema electrónico que corrige las pérdidas de trayectoria provocadas por un excesivo subviraje o sobreviraje, actuando sobre los frenos de manera discriminada - independientemente en cada rueda, o bien actuando sobre la alimentación para evitar un exceso de aceleración. Para ello se toma como base toda la infraestructura del ABS y del control de tracción a lo que se añaden como elementos específicos una serie de mecanismos de medición y unos actuadores unidos a una centralita de control específica.



*Fig. 31. Sistema de seguridad activa.*

Este sistema representa sin duda alguna el avance más importante en cuanto a seguridad activa en los últimos veinte años, pero que nadie piense que es una patente de seguridad porque cuando se superan los límites físicos, con ESP o sin él, el accidente es inevitable.

El principio en que se basa este fenómeno se conoce en los vehículos de orugas.

Para tomar una curva con un vehículo de orugas se procede a frenar la oruga interior de la curva y a acelerar la exterior.

El ESP interviene aplicando el mismo principio.



*Fig. 32 Principio de funcionamiento del ESP.*



### Observemos primeramente un vehículo sin ESP.

El vehículo tiene que evadir un obstáculo aparecido repentinamente. El conductor volantea primero muy rápido hacia la izquierda e inmediatamente después vuelve a volantar a la derecha. Debido a los movimientos de la dirección, el vehículo inicia una oscilación excesiva, que hace escapar la trasera. El conductor ya no puede dominar el giro en torno al eje geométrico vertical del vehículo.



Fig. 33 Vehículo sin ESP

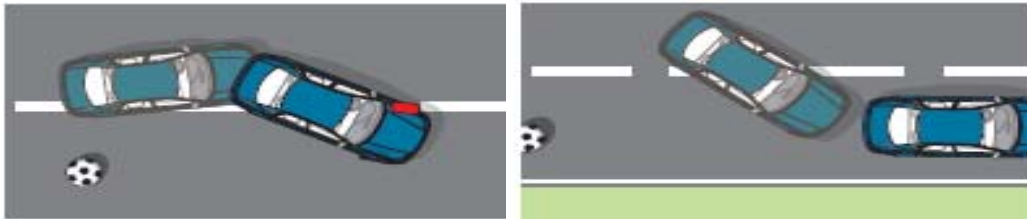
### Observemos la misma situación en un vehículo equipado con ESP.



Fig. 34 a. Vehículo equipado con ESP

El vehículo trata de evadir el obstáculo. Previo análisis de los datos de los sensores, el ESP reconoce que el vehículo incurre en una situación inestable. El sistema calcula sus medidas correctivas:

El ESP frena la rueda trasera izquierda, apoyando así el movimiento de viraje del vehículo. Se conserva la fuerza de guiado lateral en las ruedas delanteras. Al describir el vehículo el arco hacia la izquierda, el conductor volantea a la derecha. Para apoyar el contra volanteo, el sistema frena la rueda delantera derecha. Las ruedas traseras ruedan sin impedimentos, para establecer así la óptima generación de fuerzas para el guiado lateral del eje trasero.



*Fig.34 b. Vehículo equipado con ESP*

El cambio de trayectoria puede provocar un semi-giro por inercia del vehículo, en torno al eje geométrico vertical. Para evitar el derrape de la trasera se procede a frenar la rueda delantera izquierda. En situaciones particularmente críticas se puede frenar la rueda de una forma particularmente intensa, para limitar la generación de fuerzas laterales en el eje delantero (círculo de Kamm). Una vez corregidos todos los estados inestables en la conducción, el ESP finaliza su intervención reguladora.

Para evitar el derrape, es preciso que un sistema de conducción dinámica como el ESP pueda intervenir específicamente en el sistema de frenos, en fracciones de segundo. La presurización del sistema se lleva a cabo a través de la bomba de retorno para el ABS. Para mejorar el caudal impelido por la bomba es preciso aportar la suficiente presión previa por el lado aspirante de la bomba.

## Uno de los modelos más competitivos de sistemas de control de estabilidad ESP es el diseñado por BOSCH:

En el sistema Bosch se genera la presión previa por medio de una bomba de precarga. Se denomina bomba hidráulica para regulación dinámica de la marcha y se aloja debajo de la unidad hidráulica, en un soporte compartido con ella. La unidad de control para ESP va separada de la unidad hidráulica.

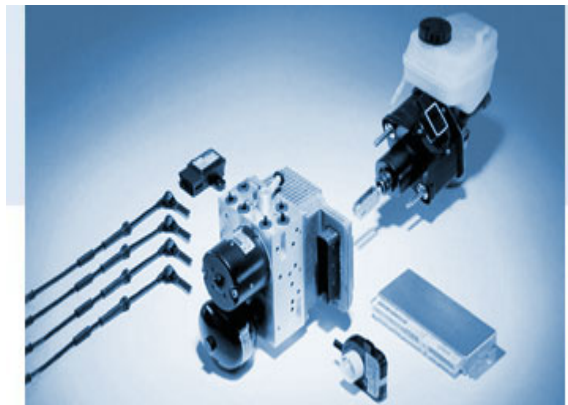


Fig. 35. Circuito de regulación BOSCH

Los sensores de régimen suministran continuamente las señales de velocidad de cada rueda. El sensor goniométrico de dirección es el único sensor que suministra sus datos directamente a través del CAN-Bus hacia la unidad de control.

Previo análisis de ambas informaciones, la unidad de control calcula la trayectoria teórica, consignada con el volante, y calcula un comportamiento dinámico teórico del vehículo. El sensor de aceleración transversal informa a la unidad de control acerca del derrape lateral. El sensor de la magnitud de viraje informa sobre la tendencia al derrape de la trasera del vehículo. Con ayuda de estas dos informaciones, la unidad de control calcula el comportamiento dinámico efectivo del vehículo. Si los comportamientos dinámicos teórico y efectivo difieren entre sí, se procede a calcular una intervención de regulación.

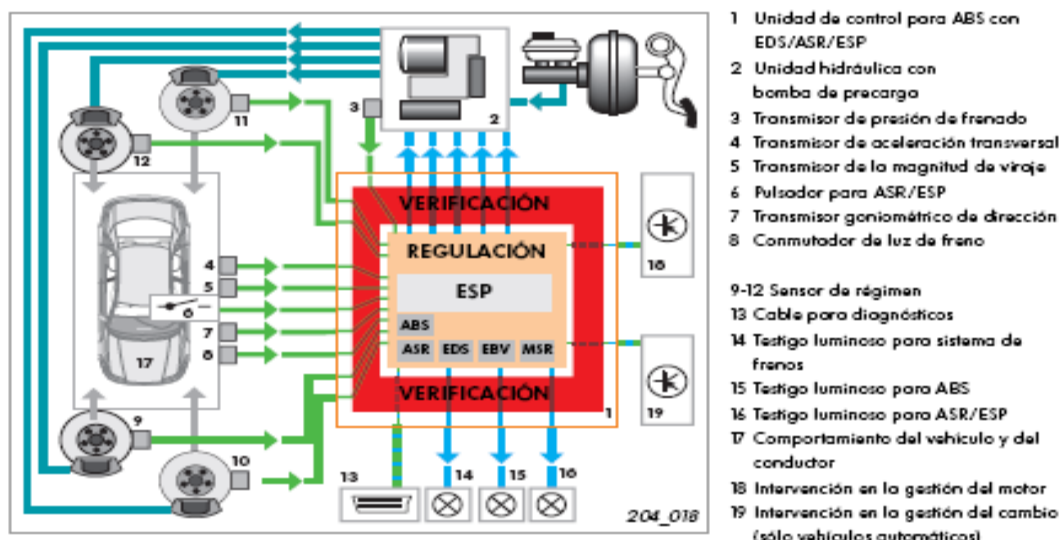


Fig. 36. Esquema del circuito electrónico e hidráulico de un ESP.



## El ESP decide:

- que. Rueda debe ser frenada o acelerada intensamente,
- si es necesario reducir el par del motor, y
- si en vehículos automáticos es preciso excitar la unidad de control del cambio.

Analizando los datos que siguen llegando de los sensores, el sistema revisa si ha tenido éxito con la intervención: En caso afirmativo finaliza la intervención y se sigue observando el comportamiento dinámico del vehículo. En caso negativo se vuelve a correr un ciclo de regulación.

Al producirse una intervención de regulación, se visualiza esta particularidad al conductor haciendo parpadear el testigo luminoso ESP.


## Testigos de aviso y pulsador en el diagnostico


Si ocurre una avería durante una intervención reguladora, el sistema trata de llevar a cabo su intervención en la mejor forma que sea posible. Al final del ciclo de regulación se desactiva el subsistema afectado y se excitan los testigos de aviso.


Cualquier fallo ocurrido y la excitación de los testigos de aviso se inscriben siempre en la memoria de averías.

El funcionamiento del ESP puede ser desactivado con el pulsador para ASR/ESP.

*Testigos de aviso:*

Testigo luminoso para sistema de frenos K118 

Testigo luminoso para ABS K47 

Testigo luminoso para ASR/ESP K155 



*Fig. 37. Botón para desactivar el sistema ESP*

# Sistema De Frenada Pre-Safe De Mercedes Benz

El sistema de frenado PRE-SAFE, frena parcialmente el vehículo cuando éste se aproxima al obstáculo incluso si el conductor, después del aviso visual y oír la señal de advertencia, no frena porque no lo ha reconocido.

Utilizando los radares de doble frecuencia, el frenado PRE-SAFE será capaz de iniciar una frenada cuando los radares reconozcan un obstáculo delante del vehículo y, tras advertir al conductor acústica y visualmente, éste no reaccione.



Fig. 38. Radares del sistema Pre-Safe

La frenada no es a fondo y el vehículo frena con una deceleración de 0,4g (aproximadamente  $4\text{m/s}^2$ ), equivalente a utilizar un 40% de la fuerza máxima de frenado. Una vez alertado por los avisos acústicos y visuales más la frenada parcial, el conductor puede reaccionar pisando el pedal del freno. En ese momento el sistema BAS-Plus, aplicará la mayor fuerza de frenado posible, si se requiere, lo que en ocasiones puede servir para evitar la colisión. En cualquier caso, si la colisión se produce de todas formas, la severidad del impacto se reduce un 40% y con ello se reduce la gravedad de las lesiones de los ocupantes.

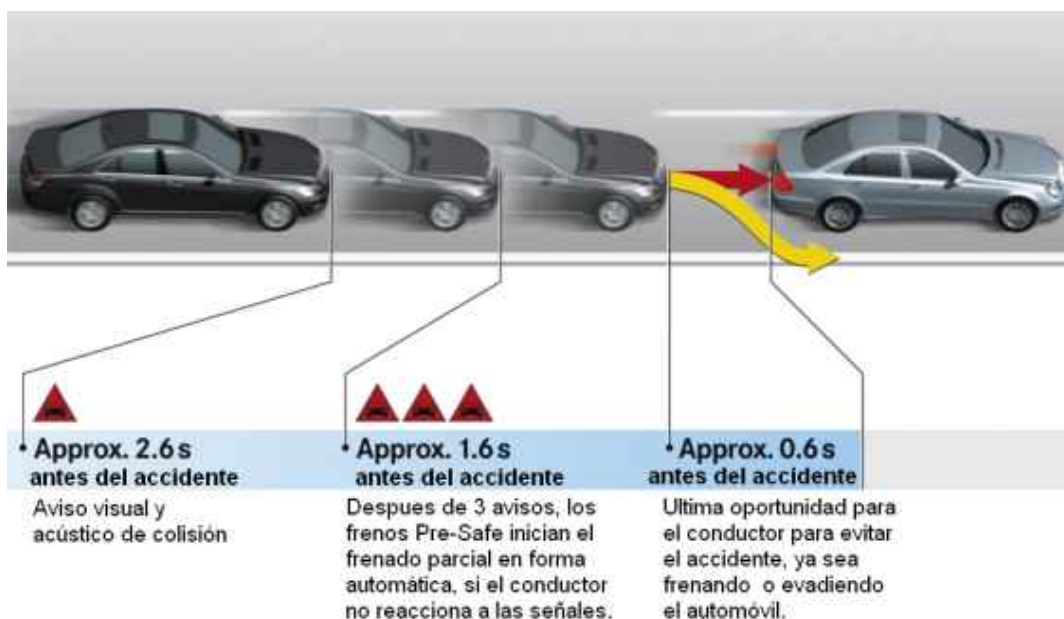


Fig. 39. Demostración del funcionamiento del sistema Pre-Safe

## Bibliografía:

- Internet.
- Revista técnica del automóvil.
- Manual de taller del Seat 850.
- Cirvimap.
- Centro Zaragoza.
- Editorial Editex.
- Editorial Paraninfo
- Manual de Mercedes Benz
- *Espiritemos realizados como el del Seat 850, el Seat Ibiza y el Nissan Pathfinder.*

## Agradecimientos:

- **Residencia internado IES “San José”** gracias a este centro tuvimos acceso a internet para poder realizar este trabajo.
- **Construcciones Royofrio S.L** Dejo los 3 vehículos mostrados en los videos del power point para realizar el experimento.
- **IES “Pedro mercedes”** Este centro nos presto maquinas de fotos y de video para realizar las fotos y los videos que aparecen en el trabajo.
- **Copistería “La Repro”** Esta copistería se hizo cargo de la impresión del trabajo.
- **Concesionario de Mercedes:** Nos dejo dichos manuales.







