



**I.E.S. Maria Ibars**

**Usuario: 324 ibars**

**Perfil: Electromecánica de vehículos (Tecnología)**

**Letra Equipo: B**

**Jose Manuel Varó Fullana**

**Víctor Ortega Pérez**

**Tutor: Antoni Pérez Ferrer**

## INDICE

1. Proceso de frenado.	4
• Introducción	4
• Fuerza de frenado	4
• Distancia de frenado	5
• Eficacia de frenado.	7
2. Equipos de freno.	8
• Freno de servicio.	8
➤ Componentes principales.	8
➤ Tipos de circuitos.	9
➤ Líquido de frenos.	9
• Freno de estacionamiento.	10
➤ Freno de estacionamiento electrónico.	11
➤ Botón de accionamiento	11
3. Frenos en las ruedas.	12
• Frenos de disco.	12
➤ Características.	12
➤ Discos ventilados	12
➤ Frenos cerámicos.	13
➤ Frenos fórmula 1.	14
4. Funciones de ayuda.	17
• Función del A.B.S.	17
• Función del E.B.S.	19
• Función del B.A.S.	20
• Función del E.B.V.	21
• Función del: E.S.P.	22
• CWAB	23

•	
• CITY SAFETY	24
5. Sistemas de frenado.	26
• Freno SENSOTRONIC BRAKE CONTROL	26
• Frenos eléctricos.	27
• Freno kers.	28
• Freno en vehículos híbridos.	29
• Frenos regenerativos.	30
• Pre-safe.	31
6. Conclusiones	32

# 1. PROCESO DE FRENADO

## • Introducción.

Uno de los sistemas fundamentales de todo vehículo automóvil es el que le confiere la capacidad a reducir su velocidad incluso llegando a detenerlo si así lo decide el conductor. Dicho sistema es el sistema de freno.

El principio de funcionamiento de un sistema de frenado es la reducción de la energía cinética y/o potencial para transformarla en energía calorífica. Con esta transformación de energía se consigue la reducción de la velocidad del vehículo.

El reparto de cargas sobre el eje en un vehículo moderno en parado, es aproximadamente de un solo 55% del peso total en el eje delantero, y del 45% sobre el eje trasero. Evidentemente, este reparto estático de cargas se modifican en condiciones dinámicas según las aceleraciones o deceleraciones a que se ve sometido el vehículo.

Las principales fuerzas en juego en el proceso de frenado son:

## • Fuerza de frenado

Las principales fuerzas retardadoras del vehículo en el proceso de frenado son las que se desarrollan en la superficie de las ruedas como consecuencia de su contacto con la calzada, al serles aplicados pares que se oponen a su movimiento, es decir, las fuerzas de frenado.

La fuerza de frenado máxima así como la fuerza de tracción máxima tienen dos límites. En ambos casos el impuesto por el “neumático - suelo”. En lo relativo a las fuerzas de frenado, existe el otro límite impuesto es el que tiene el sistema de freno y en lo referente a las fuerzas de tracción máxima el que impone la potencia del motor. El límite crítico es el impuesto por la adherencia existente entre el neumático y el suelo. Cuando se rebasa este límite, en el caso del sistema de freno, se produce el bloqueo de las ruedas que deslizan sobre el pavimento, produciéndose efectos nefastos.

La **Distancia de detención o parada técnica** es el tiempo que tarda el conductor en detener el vehículo desde que aparece el peligro.

La parada técnica consta del tiempo de reacción más el tiempo de frenado:

- El tiempo de reacción es desde que aparece el peligro hasta que el conductor pisa el pedal del freno.
- El tiempo de frenado es el tiempo que se tarda desde que se pisa el pedal del freno hasta que se detiene por completo

El tiempo de reacción depende de varios factores:

- Estado de atención del conductor momentos antes de la frenada.
- Consumo de drogas, habitualmente alcohol. Afecta incluso en dosis mínimas.
- Edad y actividad física habitual del conductor.
- Experiencia y pericia.
- Condiciones de visibilidad y estado de la vista del conductor.
- Cansancio y sueño.

Para mejorar el tiempo de reacción se han probado algunos sistemas. En Saab desarrollaron un prototipo de mono pedal que combinaba el acelerador y el freno en un mismo pedal. Esto reducía el tiempo de reacción a la mitad, porque evitaba pasar el pie del acelerador al freno. Algunos vehículos llevan un sistema de radar, que en caso de encontrar un obstáculo con el que se vaya a impactar de forma inminente, frena el vehículo sin intervención del conductor.

Otra mejora del tiempo de reacción son las innovaciones que nos advierten de los peligros mediante sistemas visuales y acústicos. Ejemplo sistema pre-safe, CWAB y el CITI SAFETY.

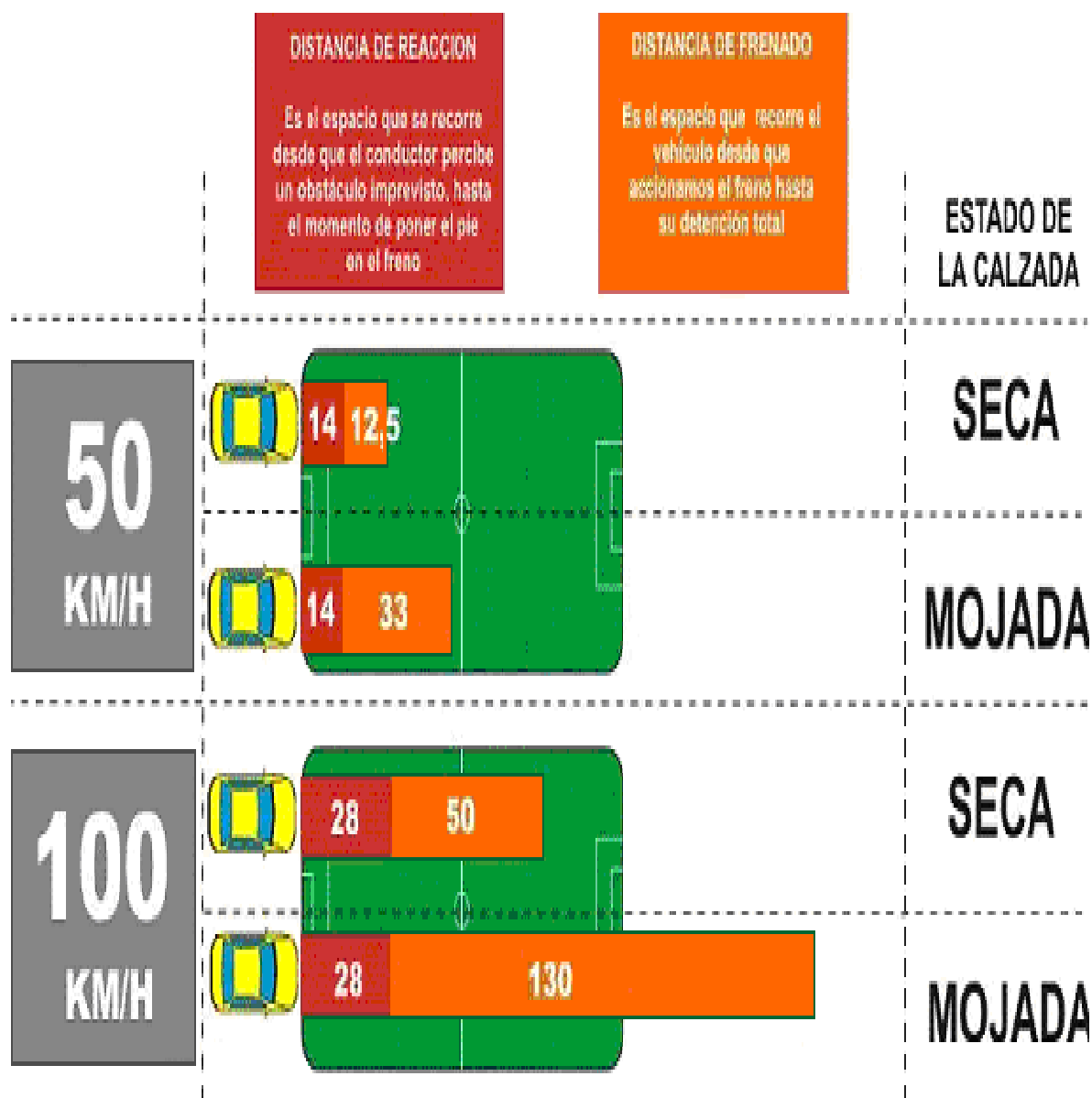
## • Distancia de frenado

La distancia de frenado varía según el estado de la calzada, los neumáticos, los frenos, la velocidad y la pericia del conductor. La normativa española de carreteras considera la siguiente fórmula para calcular la distancia de frenado:

$$Dp = \frac{V * t_p}{3,6} + \frac{V^2}{254(i + f_l)}$$

Donde V es la velocidad inicial en km/h, i la inclinación de la rasante en tanto por uno y  $f_l$  el coeficiente de rozamiento longitudinal. La distancia resultante estará en metros que será suma de la distancia que recorre el vehículo en el tiempo de percepción del obstáculo (primer sumando) y la distancia que se recorre en el tiempo de frenado (segundo sumando). Por eso la

relación entre la velocidad y la distancia es cuadrada lo que implica que para el doble de velocidad, la distancia de frenado se multiplica por cuatro. Otro factor importante a tener en cuenta es el rozamiento, si  $f_i$  es muy bajo debido a unas malas condiciones de las ruedas o haya nieve la distancia de parada puede aumentar considerablemente, de hecho sobre pavimento con hielo un coche puede tener una distancia de parada de un kilómetro.

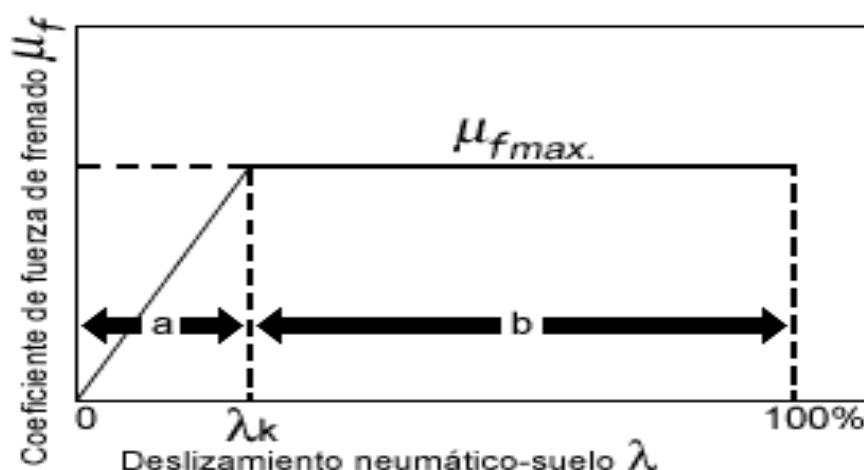


## • Eficacia de los frenos

La máxima eficacia de los frenos se considera que es del cien por cien cuando la fuerza de frenado es igual al peso del vehículo. No obstante, los frenos pueden considerarse como buenos con una eficacia del 80 por ciento e incluso son aceptables con un 40 por ciento. Menos ya son malos.

La fuerza necesaria para contener el vehículo es directamente proporcional al peso (a doble peso doble fuerza), pero en cuanto a la velocidad lo es a su cuadrado: a doble velocidad, cuádruple fuerza; a triple, nueve veces más.

La mejor acción de frenado se tiene cuando las ruedas se encuentran todavía en línea recta. En el caso de ruedas bloqueadas existe peligro de derrape y pueden fallar por fading o desvanecimiento de su fuerza de roce, si se frena insistentemente.



- Zona a área estable. Zona b área inestable.
- $\lambda_k$  Máximo coeficiente de Fuerza de Frenado.



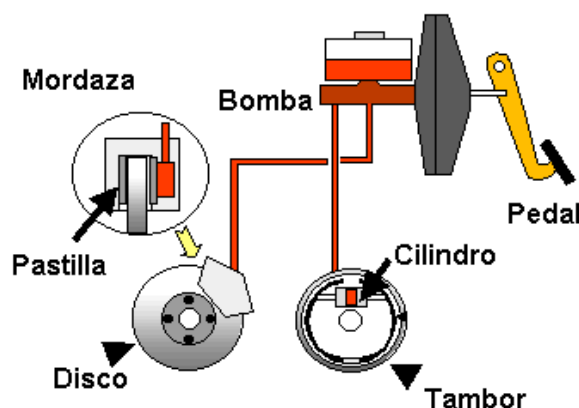
## 2. Equipos de freno

### • Frenos de servicio

#### ➤ Componentes principales

- **Pedal de freno:** Pieza metálica que transmite la fuerza ejercida por el conductor al sistema. hidráulico. Con el pedal conseguimos hacer menos esfuerzo a la hora de transmitir dicha fuerza.
- **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 reposo. 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 circuitos

	<b>Sistema II</b> Distribución eje delantero, eje trasero. Cada circuito frena independientemente un eje
	<b>Sistema X</b> Distribución diagonal entre ruedas. Delantera izquierda con trasera derecha; delantera derecha con trasera izquierda.
	<b>Sistema HI</b> Distribución eje delantero-eje trasero, eje delantero. Un circuito actúa sobre ambos ejes mientras que el otro actúa sobre el delantero.
	<b>Sistema LL</b> Distribución eje delantero y rueda trasera derecha, eje delantero y rueda trasera izquierda.
	<b>Sistema HH</b> Distribución eje delantero-eje trasero, eje delantero-eje trasero. Cada circuito actúa sobre los dos ejes.

## ➤ Líquido de frenos

El líquido de frenos se compone normalmente de derivados de poliglicol. En casos extraordinarios (ej. coches antiguos, ejército) se usan líquidos de silicio y aceites minerales. El punto de ebullición del líquido de frenos ha de ser elevado ya que las aplicaciones de frenos producen mucho calor (además la formación de burbujas puede dañar el freno,) y la temperatura de congelación ha de ser también muy baja, para que no se hiele con el frío.

Los líquidos de frenos convencionales tienen, según el Department of Transportation, DOT (del inglés Departamento de Transportes) temperaturas de ebullición de 205 °C (DOT 3), 230 °C (DOT 4) o 260 °C (DOT 5.1). Como puede observarse, cuanto mayor es el índice DOT mayor es la temperatura de ebullición. Debido a que el líquido de frenos es higroscópico, es decir, atrae y absorbe humedad (ej. del aire) se corre el peligro de que pequeñas cantidades de agua puedan llevar consigo una disminución considerable de la temperatura de ebullición (este fenómeno se denomina “desvanecimiento gradual de los frenos”).).

El hecho de que el líquido de frenos sea higroscópico tiene un motivo: impedir la formación de gotas de agua (se diluyen), que puedan provocar corrosión local y que pueda helarse a bajas temperaturas. Debido a su propiedad higroscópica se ha cerrado la tapa del recipiente lo antes posible.

No se recomienda la mezcla de los líquidos de frenos DOT 3 y DOT 4 ya que DOT 4 es más agresivo. No todas las juntas de gomas de un sistema DOT-3 son adecuadas para un DOT 4. El riesgo es un fallo del sistema de frenos. Por regla general ha de usarse siempre el líquido de frenos diseñado para cada sistema de frenos, el cual se especifica en la tapa del recipiente, o bien, es especificado por el fabricante del automóvil.

El líquido de frenos DOT 5.1 (a base de glicol) fue de hecho diseñado para ser usado junto con líquidos de frenos del tipo DOT 3 y DOT 4 y contiene a su vez especificaciones de DOT 5.

Los líquidos de frenos DOT 5 (a base de silicio) no se pueden mezclar con líquidos de ningún otro tipo.

## UN NUEVO LÍQUIDO DE FRENO CON VISCOSIDAD MÁS BAJA

Un nuevo líquido de freno desarrollado por la compañía petrolífera SHELL equipa al RENAULT Vel Satis. Este nuevo líquido de freno permite al RENAULT Vel Satis:- disminuir el diámetro de los tubos que unen la bomba de frenos al bloque ABS (6 mm en lugar de 8),- mejorar las prestaciones ESP a muy baja temperatura (viscosidad del líquido menor).

Este nuevo líquido de freno, llamado «DOT 4 ESP», se puede mezclar con los líquidos «DOT4».

Tiene la misma periodicidad de sustitución.

## • Freno de estacionamiento

Freno de estacionamiento: Todos los coches deben contar con un sistema auxiliar de frenos que funcione de forma independiente al circuito principal. Por ello, para el freno de estacionamiento, que así se denomina, se suele utilizar un sistema de accionamiento por cable, unido a los frenos de las ruedas traseras normalmente y en algunos casos a las delanteras. En aquellos casos en los que se utilizan discos atrás, puesto que las mordazas actúan mediante un sistema hidráulico, se dota a los discos de un pequeño juego auxiliar de mordazas y pastillas, que sí pueden ser accionadas mediante cable.

## ➤ Freno electromecánico

El freno de estacionamiento electromecánico tiene poco en común con un freno de mano convencional. Es resistente al desgaste, su efecto de frenado es permanentemente constante y no puede bloquearse. El freno de estacionamiento electromecánico se activa tirando de la pequeña palanca eléctrica situada en la consola central, que sustituye a la palanca del freno de mano convencional. El freno de estacionamiento se libera automáticamente al poner el vehículo en marcha. No es preciso liberarlo manualmente, ni tan siquiera al arrancar en subida. El asistente de arranque integrado determina la etapa de marcha seleccionada, la posición del pedal del acelerador, el número de revoluciones del motor, el par de giro y la dirección de marcha, así como el ángulo de inclinación del vehículo. De este modo se evita que el vehículo retroceda al liberarse automáticamente el freno de estacionamiento.

Sólo se puede liberar el freno manualmente si se pisa al mismo tiempo el pedal del freno. En caso de frenada de emergencia mediante el freno de estacionamiento, el vehículo se frena de forma considerablemente más eficaz que con un freno de mano convencional, ya que en este caso el proceso de frenado tiene lugar mediante el freno de servicio normal, con la ayuda de las funciones del programa electrónico de estabilización (ESP) del vehículo. Se aprovechan todas las ventajas del sistema antibloqueo de frenos (ABS) y de la distribución electrónica de la fuerza de frenado (EBD).

## ➤ Botón de accionamiento

El sistema del freno de estacionamiento electromecánico garantiza la posibilidad de aparcar el vehículo de forma segura sobre declives de hasta 30 por ciento. La apertura y el cierre del freno de estacionamiento electromecánico se lleva a cabo accionando el pulsador para freno de estacionamiento electromecánico.

En cualquier momento existe la posibilidad de cerrar el freno de estacionamiento electromecánico, incluso con el encendido desconectado.

Si se activa el freno de estacionamiento estando conectado el encendido, se enciende el testigo luminoso para freno de estacionamiento electromecánico en el pulsador de este freno y el testigo luminoso para sistema de frenos en el cuadro de instrumentos.

Si se acciona el freno de estacionamiento electromecánico estando desconectado el encendido, ambos testigos luminosos solamente se encienden durante unos 30 segundos.

Si después de la parada del vehículo se enfría el freno (pastillas y disco) el sistema reaprieta automáticamente el freno si es necesario.

El freno de estacionamiento electromecánico sólo puede ser abierto estando conectado el encendido.

El freno de estacionamiento electromecánico abre si se pisa el pedal de freno y oprime al mismo tiempo el pulsador para freno de estacionamiento electromecánico.

Si el conductor se abrocha el cinturón de seguridad, cierra la puerta y arranca el motor, el freno de estacionamiento electromecánico se suelta automáticamente al acelerar y ponerse en marcha.

El momento de la desaplicación del freno se calcula en función del ángulo de inclinación del vehículo y del par suministrado por el motor. Los testigos luminosos en el pulsador y en el cuadro de instrumentos se apagan.

### 3. FRENOS EN LAS RUEDAS.

- Frenos de disco.

- **Características**

- Mayor refrigeración.
- Montaje y funcionamiento sencillo.
- Piezas de menor tamaño para la misma eficacia.



- **Discos ventilados**

- Autoventilación de un disco de freno.

Actualmente Porsche ofrece como opción unos discos que aportan unas ventajas innegables a los anteriores; se trata de unos discos fabricados con fibra de carbono con lo que ello supone de ligereza y robustez. La ventilación está asegurada por unos conductos interiores, que han sido patentados por la propia marca, y que junto a los taladros transversales refuerzan el efecto de ventilación en la superficie. A esta estructura en fibra de carbono se añade una capa superficial de material cerámico (carburo de silicio). Esta capa se adhiere mediante un proceso de cocción a 1.420° C en un horno de alto vacío, y bajo una atmósfera de nitrógeno. A esta temperatura muy exactamente mantenida, la cerámica fluye en fase líquida impregnando la fibra de carbono, que la absorbe como si de una esponja se tratara. Tras el proceso de enfriamiento, el disco de freno tiene la dureza del diamante presentando una gran resistencia a la abrasión, lo que alarga extremadamente su vida útil (300.000 kms ). Su coeficiente de rozamiento también es mayor que el de un disco de fundición.

Una efectiva dispersión del calor, utilizando aleaciones de aluminio de alta resistencia térmica en la carcasa de las pinzas y sus pistones, así como la incorporación externa de los conductos del líquido de frenos en la misma corriente del aire de ventilación. Este diseño reduce la temperatura del líquido de frenos, lo que a su vez disminuye el desgaste de las pastillas y prácticamente elimina la posibilidad de la formación de burbujas en el fluido de frenos.

## ➤ Frenos cerámicos.

Fabricados con material cerámico y diversos tipos de fibras, los frenos del futuro permiten detener el automóvil en menos metros. Y su eficacia es siempre la misma, incluso a 800 grados centígrados.

### Proceso de fabricación

Para entender el elevado precio de los discos cerámicos hay que tener en cuenta su peculiar proceso de construcción, ya que la fabricación de una unidad conlleva más de un día de trabajo, frente a las pocas horas que requieren los de acero tradicionales.

El proceso comienza con la mezcla de resinas y de fibra de carbono para dar la forma definitiva al disco. Posteriormente, esta pieza es colocada en un horno que trabaja al vacío y en el que se introduce la cantidad exacta de material cerámico, que es absorbido a unos 1.700 grados centígrados. Este mismo proceso es el que se emplea para la fabricación de los discos que montan los monoplazas de Fórmula 1, lo que ya da una idea de su precio.

El resultado es un disco de cerámica que, una vez enfriado, está listo para ser utilizado y que tiene unas características de dureza próximas a las de un diamante en bruto. Si desde el punto de vista industrial estos frenos requieren de complicadas soluciones tecnológicas, su aplicación en coches de serie resulta también un importante avance en materia de seguridad.

En conjunto, cuatro frenos cerámicos pesan lo mismo que dos de acero. Este ahorro de peso juega un importante papel en el comportamiento de la suspensión del coche. Menores inercias que se consiguen, además, utilizando unos discos de freno de mayor tamaño que los de acero (350 en vez de 330 milímetros de diámetro) y con pinzas de seis pistones, que hacen más progresiva la frenada.

### Ventajas en la conducción

En cuanto a sus características de funcionamiento, la gran virtud de estos nuevos discos reside en la resistencia que tienen a altas temperaturas. Para evitar que los sensores del sistema antibloqueo de frenos (ABS) o el líquido de frenos o las pastillas se fundan con semejante calor, los discos cuentan con unos canales de recirculación de aire en forma de espiral. No obstante, tanto el líquido como las pastillas son específicos para estos equipos.



La capacidad de deceleración que ofrecen los discos cerámicos no dista mucho del potente equipo de serie que monta el Porsche 911 Turbo.

En lo que sí se aprecian grandes ventajas es en su utilización. Porque las perforaciones de los discos aumentan el control y la precisión de la frenada sobre piso mojado y, en cualquier circunstancia, se hace innecesaria la utilización de dispositivos electrónicos como el BAS, el sistema de frenado de emergencia, dado que con poca presión sobre el pedal se consigue una superior capacidad para detener el vehículo.

Tampoco hay que olvidar que los discos cerámicos están exentos de corrosión, lo mismo que las piezas que completan el conjunto, puesto que están construidas en acero inoxidable. Progresividad y potencia son otras de las virtudes de la cerámica aplicada a los discos de freno. Tanto es así que se requiere de un cierto periodo de adaptación para no detener el coche antes de tiempo.

La carrera para incorporar esta tecnología a muchos más coches acaba de empezar. Si los beneficios que otorga en automóviles como el Porsche 911 Turbo o el Mercedes CL 55 AMG son apreciables, la ganancia en seguridad será mucho más notable en modelos menos dotados en esta materia.

Por el momento, la firma de la estrella asegura que es la primera en ofrecer los frenos de disco cerámicos en un automóvil de producción en serie.

## ➤ Frenos fórmula 1.

Cuando se trata de aminorar la velocidad, los coches de Fórmula 1 son sorprendentemente parecidos a sus primos de carretera. De hecho, si los sistemas antideslizantes como el ABS han sido excluidos de las carreras de Fórmula 1, la mayoría de los coches modernos de carretera podrán ver como el avance en estos componentes se verá ralentizado después de que la FIA haya tomado esta medida.

El principio de frenada es simple: la desaceleración de un objeto mediante la eliminación de la energía cinética del mismo. Los coches de Fórmula 1 emplean frenos de disco (al igual que la mayoría de los coches de carretera), los discos se encuentran en rotación (y unidos a las ruedas) entre dos pastillas de freno, que en el momento de la frenada lo presionan por la acción de un mecanismo hidráulico. Esto convierte el impulso del coche en grandes cantidades de calor y de luz (así podemos apreciar que en la Fórmula 1, los discos de freno presentan un resplandor amarillo cuando están en pleno rendimiento).



De la misma forma que demasiado fuerza aplicada sobre una rueda hace que esta se deslice sobre el asfalto, demasiada frenada hará que los frenos bloqueen los neumáticos haciéndoles perder agarre, y por consiguiente efectividad en la frenada. La Fórmula 1, antes permitía sistemas de frenada antideslizantes (que consisten en reducir la presión del freno para permitir que la rueda gire de nuevo y continuar frenando), pero estos sistemas fueron prohibidos en la década de los '90. La frenada, sigue siendo una de las pruebas más duras en las habilidades de un piloto de Fórmula 1.

Los reglamentos técnicos también exigen que cada coche tenga un doble circuito hidráulico del sistema de frenado con dos depósitos separados para las ruedas delanteras y traseras. Esto garantiza que, incluso en caso de que un circuito completo falle, los frenos deben estar disponibles a través del segundo circuito. La cantidad de potencia de frenada se transfiere a la parte delantera y posterior del coche, algo que puede ser controlado por el propio piloto, lo que permite a los conductores estabilizar el reparto de esa potencia manipulándola, fundamental por ejemplo a la hora de compensar la reducción de la carga de combustible a medida que este se va consumiendo. En condiciones normales de operación, alrededor del 60% de la potencia de frenada va a las ruedas delanteras, a causa de la desaceleración en virtud de la transferencia de carga.





En un sentido los frenos de la Fórmula 1 son empíricamente más avanzados que los sistemas de los coches de carretera: los materiales. Todos los coches de la parrilla de salida, actualmente, utilizan compuestos de fibra de carbono en los discos de freno, que ahorran peso

y son capaces de funcionar a temperaturas más altas que los discos de acero. Un típico disco de freno de Fórmula 1 pesa alrededor de 1,5 kg (frente a los 3,0 kg de los discos de acero de tamaño similar utilizados en la serie CART de América). A esto tenemos que añadir que las pastillas de freno también llevan un compuesto especial, siendo capaces de soportar grandes temperaturas, (hasta 750 grados Celsius). Anteriormente se usaban discos de distintos tamaños para la clasificación y la carrera, pero en 2003 los cambios de las reglas impusieron que todos los coches entrarían en un parque cerrado tras calificar, y, por lo tanto, los frenos no podrían ser reemplazados antes de la carrera.

En Fórmula 1, los frenos son muy eficaces. En combinación con los modernos y avanzados compuestos de los neumáticos se ha reducido drásticamente la distancia de frenada. Un coche de Fórmula 1 para detenerse a 160 km/h emplea, más o menos, el mismo recorrido que un coche de carretera emplearía para detenerse a 100 km/h. Así que no es de extrañar que los frenos sean uno de los temas de debate durante los diálogos técnicos entre los constructores y la FIA pretendiendo que si se aumenta esa distancia de frenado sería más sencillo que presenciásemos más adelantamientos en las carreras. Esto implicaría la limitación de la tecnología de frenos a través de restricciones en los materiales o en el diseño. Otras ideas relacionados con los frenos de cara al futuro incluyen la posibilidad de aprovechar los residuos de la energía generada en el proceso de frenado del coche y la reutilización de la misma para proporcionar más potencia a los motores, pudiendo ponerse a disposición del piloto como pequeños propulsores para facilitar los adelantamientos.

## 4. Funciones de ayuda

### • ABS (Anti-Lock Brake System)

Las funciones básicas de un automóvil son: Moverse, girar y frenar. Pero, desde el punto de vista de la seguridad quizás el orden debería ser: Detenerse, girar y moverse; cualquier máquina debe detenerse en caso de una emergencia. Por ello un sistema de frenado seguro es imprescindible cuando ocurre un imprevisto durante la conducción.

¿Por que es necesario evitar el bloqueo?

Si esto sucede cuando se conduce, el automóvil pierde estabilidad direccional y su maniobrabilidad se hace difícil, aumentando enormemente el peligro de accidentes (principalmente en superficies resbaladizas). Es entonces muy importante prestar atención a las condiciones del terreno y conducir cuidadosamente para eludir la necesidad de un frenado de emergencia, lo que puede hacer que las ruedas se bloqueen. Sin embargo, aunque mantengamos siempre una conducción muy cuidadosa, puede ocurrir una situación inesperada que necesite de un frenado brusco. En estos casos interviene el sistema ABS

Cuando las ruedas se bloquean, los neumáticos pierden su agarre al firme y el vehículo resbala. En estas situaciones el vehículo pierde su estabilidad direccional y su maniobrabilidad, en otras palabras, el conductor pierde el control y la situación se vuelve potencialmente peligrosa.

¿Cuál es su Función?

El ordenador ABS percibe cuándo un vehículo va a bloquear sus frenos y relaja temporalmente el freno para ayudar a que las ruedas continúen rodando: Su rol es detener el vehículo sin sacrificar la estabilidad direccional a causa del bloqueo de los frenos.

En vez que el conductor haga una serie de movimientos para que los frenos no se bloqueen, el sistema ABS utiliza sensores para detectar cuando una rueda está a punto de bloquearse y automáticamente relaja el freno lo necesario para mantener el movimiento de las ruedas. Esto significa que el poder del freno llega a las ruedas con el mejor agarre al camino, permitiendo al vehículo mantener su estabilidad direccional y maniobrabilidad.

¿Cuáles son sus Componentes?

Se requieren de cuatro componentes para el funcionamiento de un sistema ABS:

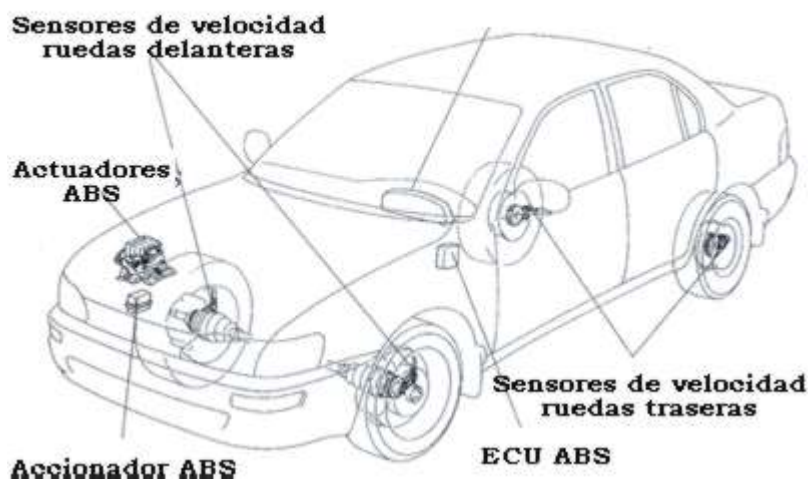
Sensor de velocidad: Cada rueda del coche o bien el diferencial cuenta con un sensor de velocidad que determina cuando la rueda está a punto de bloquearse (detenerse totalmente).

**Válvulas:** Existe una válvula en cada línea de líquido de frenos para cada freno controlado por el ABS. Estas permiten presurizar o bien liberar presión en cada una de las ruedas según los requerimientos.

**Bomba:** Cuando se libera presión en los frenos mediante las válvulas, la bomba tiene la función de recuperar la presión.

**Controlador (ECU):** El controlador es una computadora que recibe señales de los sensores de velocidad de las ruedas y con esta información opera las válvulas.

### Principales Componentes del Sistema ABS



### ¿Cómo Funciona?

Si se frena sobre una superficie húmeda o resbaladiza, los sensores ABS determinan la velocidad de las ruedas. Con esta información como referencia, el computador está capacitado para determinar situaciones en las cuales una rueda resbala, se detiene o cuando se va a bloquear. El ABS ayuda a prevenir el bloqueo a través del ajuste de la presión hidráulica que el frenado ejerce sobre cada rueda. Al mismo tiempo, extrae el máximo desempeño de los frenos manteniendo la estabilidad del vehículo y su control.

### Algoritmo de control de los frenos ABS:

El controlador recibe información de los sensores de velocidad de las ruedas todo el tiempo. Cuando se detecta una desaceleración extraordinaria en alguna de las ruedas, el controlador evita que esta rueda se detenga totalmente al liberar presión en el freno de esa rueda hasta que detecte una aceleración y entonces levanta presión

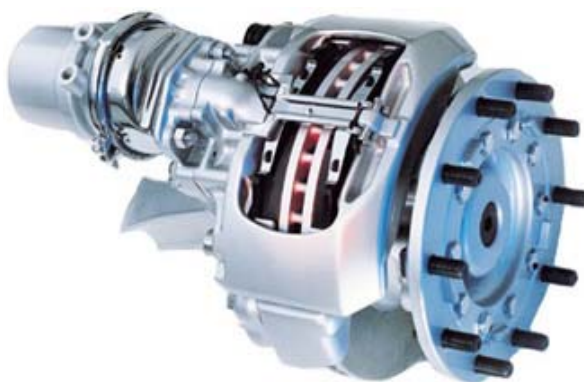
en ese freno y así sucesivamente. El sistema puede hacer estos movimientos muy rápido (15 veces por segundo) de manera que la velocidad real de la rueda no varíe significativamente. El resultado de esta operación es que el vehículo se detenga en una menor distancia maximizando el poder de frenado.

¿Cómo usar los frenos ABS?

Antes de que existieran los frenos ABS se le enseñaba a los conductores a frenar en superficies resbaladizas pisando y soltando el pedal del freno constantemente para evitar que el vehículo se derrapara. Con los frenos ABS no es necesario realizar esta operación, de hecho, en cualquier situación de emergencia con frenos ABS sólo se requiere pisar el pedal a fondo y prepararse para maniobrar el vehículo con el freno. Al entrar el sistema ABS en funcionamiento se sienten unas leves pulsaciones en el pedal que son totalmente normales.

## ● Misión del control electrónico EBS.

El EBS proporciona el mejor control posible del sistema de frenos y una activación y liberación instantánea de los mismos. Esto potencia su eficacia y ahorra combustible, porque una liberación rápida y simultánea de los frenos elimina fricciones. Las fricciones en los frenos ocurren cuando se retrasa momentáneamente la liberación en algunos ejes (un sistema neumático tradicional reacciona con mayor lentitud que la activación electrónica). Con ello, la aceleración después del frenado requiere menos combustible. El EBS proporciona también una mejor interacción con el sistema antibloqueo y el sistema de control de tracción, TC y ABS.



## . Sistema de ayuda a la frenada ``BAS``

El sistema de ayuda a la frenada o, en inglés, Brake Assistance System (BAS) es capaz de detectar cuándo un conductor se enfrenta a una frenada de emergencia y ayudarle a conseguir la máxima intensidad y eficacia de frenada.

El sistema BAS ayuda al conductor a detener su vehículo lo más rápidamente y en la menor distancia posible.

En los últimos años, han desarrollado un sistema electro-mecánico capaz de detectar si el conductor realiza una frenada de emergencia.

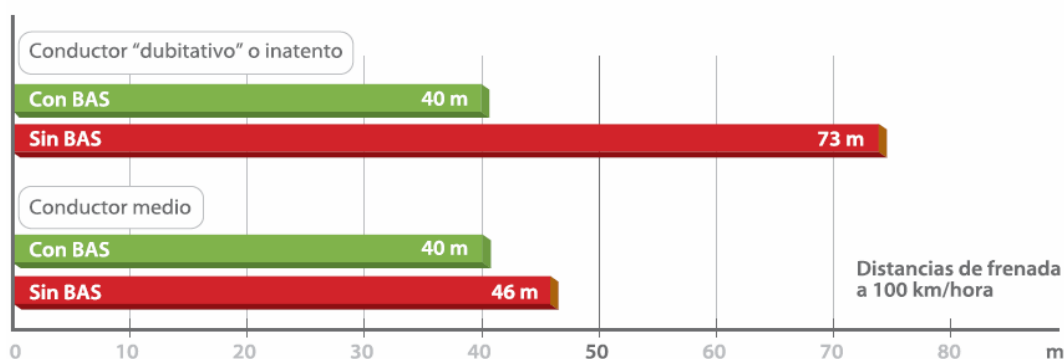
*¿En qué consiste?*

El sistema BAS detecta la frenada de emergencia mediante un sensor, o una combinación de sensores, que mide la velocidad o la fuerza con la que se pisa el pedal de freno, en caso de emergencia, la mayor parte de conductores pisan el pedal del freno con una determinada fuerza y velocidad, y esta información es actualizada por el sistema BAS para reconocer el inicio de una maniobra de frenada de emergencia.

Una vez identificada la situación de emergencia, el sistema de ayuda a la frenada BAS activa una válvula electromecánica situada en el servofreno para incrementar la presión en el circuito hidráulico de frenos, presión que se transmite instantáneamente a las pastillas y discos de freno.

Los principales elementos del sistema BAS son el sensor de velocidad o fuerza situado en el pedal de freno, la válvula que aumenta la presión en el circuito de frenos, y la centralita electrónica que gestiona todo el sistema.

Distancias de frenada con y sin sistema BAS



## . Funciones del E.B.V.

El EBV es un módulo complementario implantado en el ABS. Gestiona de modo permanente el reparto de la frenada entre las ruedas delanteras y las traseras.

### ¿CÓMO FUNCIONA MECÁNICAMENTE?

El ABS funciona a partir de captadores implantados en cada rueda. Estos vigilan de modo permanente la velocidad de rotación de las ruedas. Nada más iniciarse el bloqueo de las ruedas, un calculador central activa un sistema de compensación hidráulico. El EBV es un módulo complementario implantado en el ABS. Sustituye al tradicional compensador mecánico que dosificaba la potencia de frenado entre los ejes delantero y trasero. El repartidor electrónico EBV funciona de forma permanente y mucho más precisa. En efecto, utiliza el sistema hidráulico y las informaciones suministradas por los captadores del ABS.

### ¿CÓMO FUNCIONA EN LA CONDUCCIÓN?

Al frenar a fondo, en los vehículos de tracción delantera las ruedas traseras tienden a perder adherencia, por lo que el sistema EBV transmite en tal caso una presión de frenado menor (mayor, en caso de frenar normalmente) al eje trasero.

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

En situaciones de emergencia, la mayoría de los conductores cometen dos errores típicos al frenar: pisan el freno con demasiada suavidad o comienzan a frenar con precaución, aumentando la presión a medida que el peligro se acerca. Todo ello alarga innecesariamente el recorrido de frenado, porque el ABS no entra en acción o bien lo hace demasiado tarde.



## . Funciones del E.S.P.

Hasta no hace muchos años resultaba frecuente que los coches derrapasen en una curva o que se bloqueasen sus ruedas al frenar, cuando se producían estas situaciones el conductor no tenía más remedio que confiar en su habilidad al volante para evitar el peligro. Hoy en día el conductor cuenta con la existencia de una serie de modernos dispositivos electrónicos que le ayudan a mantener el control de su vehículo en estas situaciones.

El avance tecnológico permite la introducción de nuevos sistemas de seguridad activa en el vehículo. Destacan entre estos los de control de estabilidad, cuya difusión está aumentando, ya que presentan una mejora potencial en el control de guiado del vehículo. El Sistema de Control de Estabilidad, es conocido por una gran variedad de siglas, según el fabricante de automóviles que lo incorpore a sus modelos, aunque quizá la denominación más extendida sea la de ESP –Electronic Stability Program-.

Los sistemas de seguridad activa, como el control de estabilidad, están pensados para tratar de evitar que se produzcan los accidentes, mejorando las prestaciones de los vehículos, pero no hay que olvidar que estos sistemas no permiten superar las limitaciones impuestas por las leyes de la física, ni tampoco corrigen las limitaciones o los errores del conductor.

En concreto, el sistema de control de estabilidad ayuda al conductor en situaciones críticas en la conducción y en carreteras difíciles. Este sistema tiene diferentes nombres según el fabricante del sistema o del constructor que lo implanta en su vehículo, lo cual puede crear cierta confusión, sin embargo el propósito de todos ellos es similar, así como sus principios de funcionamiento.

Cada año en Europa se producen aproximadamente 240.000 accidentes de tráfico con lesiones y 15.000 fallecimientos como resultado directo o indirecto de la pérdida de control del vehículo, aunque existen otros factores que también son relevantes en la producción del accidente.

Las causas de esta pérdida de control son varias, entre ellas se encuentran la conducción a elevadas velocidades, el desconocimiento del estado de la carretera o un viraje repentino, por ejemplo ante un obstáculo.

El ESP puede evitar eficazmente los accidentes graves ya que estabiliza el vehículo en situaciones críticas. Los estudios de importantes fabricantes de vehículos demuestran que el ESP reduce el número de accidentes graves hasta en un 50%. El objetivo es que mediante la implantación de este sistema en los vehículos, se reduzca el número de accidentes por pérdida de control.

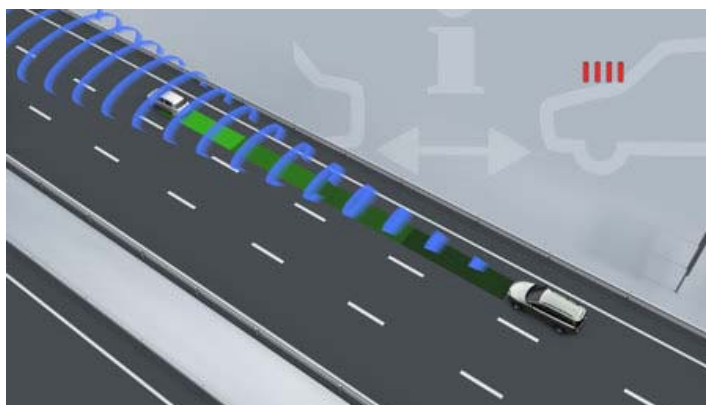
¿Cómo funciona el Sistema de Control de Estabilidad?

Este sistema evita el deslizamiento del vehículo en sentido transversal, lo que permite conservar la trayectoria del vehículo en curva, previniendo el inicio de derrapajes y tratando de subsanar los errores de pérdida de trayectoria que pueden ser difíciles de controlar, para la mayoría de los conductores, en situaciones difíciles.



## . CWAB (advertencia de colisión con frenado automático)

Volvo, un famoso fabricante de automóviles de lujo ha puesto mucho esfuerzo en el desarrollo de una nueva tecnología que apunta a reducir los accidentes en la carretera mediante la mejora de las características de seguridad de los automóviles. La nueva tecnología, conocida como CWAB (Collision Warning Auto Brake) sistema que utiliza las señales de radar con el sensor de la cámara para detectar la parte delantera del coche a distancia y poner en marcha el sistema de frenos automáticamente.



. Los datos estadísticos indican que las colisiones en el extremo posterior son lo más común en accidentes que intervienen dos vehículos en la carretera. En vista de ello, Volvo innova que un sensor capaz de detectar el coche frente a distancia y poner en marcha el sistema de frenos automáticamente sin duda ayudará a hacer frente a este. La efectiva para ambos rangos de detector de radar y la cámara se encuentran alrededor de 150 metros y 55 metros respectivamente. Cuando un incidente que está a punto de suceder, el detector de radar se activará primero seguido por el rango más corto el sensor de la cámara. Cuando ambas condiciones se cumplen, el conductor será avisado, mientras que el coche va a romper el sistema está activado y listo para detener. Tiene tres modos programables que se adaptan a los distintos estilos de conducción.

## . CITY SAFETY

City Safety es una tecnología para evitar colisiones, es una novedad mundial de serie de Volvo para conducir de forma más segura por ciudad. Está dirigida a evitar o mitigar colisiones traseras. La mayoría de las colisiones provocadas en ciudad ocurren a velocidades inferiores a 30km/h. City Safety puede ayudar a evitar una colisión cuando la velocidad es igual o inferior a 15 km/h. A velocidades superiores, la severidad del impacto puede ser reducida. City Safety está desactivado a velocidades superiores a 30 km/h. El propósito principal del City Safety es ayudar a un conductor ante una distracción en una situación crítica.

Si el City Safety detecta una colisión inminente, los frenos se precarga para responder con mayor rapidez. Si el conductor no frena, City Safety aplica automáticamente los frenos y desconecta el acelerador para evitar o mitigar la colisión. City Safety se activa al arrancar el vehículo pero puede desconectarse si, por ejemplo, se conduce por una carretera nevada.



City Safety – low-speed auto brake

Varios factores a tener en cuenta que pueden afectar la operatividad del City Safety a la hora de evitar una colisión:

- 1) El City Safety envía un láser que mide los reflejos que percibe de otros vehículos. Los objetos con bajos reflejos no son detectados. La parte trasera de la mayoría de los vehículos emiten suficientes reflejos gracias a las matrículas que portan y a las luces traseras.
- 2) Aquellos vehículos que se encuentren extremadamente sucios pueden emitir menos reflejos y podrían no ser detectados correctamente.

- 3) En algunos mercados (ej. Malasia), las matrículas no son producidas de un material reflectante. Vehículos sin matrículas reflectantes pueden no ser detectadas convenientemente.
- 4) Si el vehículo delantero se mueve hacia un lado de tal manera que sólo una pequeña porción de la parte trasera pudiera verse implicada en una colisión, la detección por parte del City Safety de este vehículo podría ser incierta. El vehículo podría no ser detectado a tiempo de evitar una colisión.
- 5) En condiciones de carreteras resbaladizas, la distancia de frenado es mayor, y la capacidad del City Safety para evitar colisiones se puede ver reducida. El Sistema DSTC aportará la mayor fuerza posible de frenada mientras mantiene la estabilidad del vehículo en una situación de este tipo.
- 6) Si el vehículo delantero tiene una forma en su parte trasera baja o inclinada, el City Safety puede calcular mal la distancia. Esto también implica a aquellos vehículos que portan una carga que sobresale.
- 7) Al dirigirse hacia la parte delantera de un vehículo estacionado, el City Safety puede reaccionar demasiado tarde para evitar una colisión. La razón es que los elementos reflectantes, tales como la matrícula, generalmente se sitúan más bajos en la parte delantera que en la trasera.
- 8) Al dirigirse nuestro vehículo hacia uno que marcha en dirección contraria, el City Safety no será activado. El City Safety tiene como finalidad evitar una colisión con vehículos que están parados o moviéndose en la misma dirección.
- 9) En la marcha atrás, el City Safety no es activado.
- 10) El City Safety no es activado cuando la velocidad es inferior a 4 Km./h. El City Safety no será activado mientras la velocidad se mantenga así de baja, como por ejemplo en una maniobra de aparcamiento.
- 11) El City Safety no interferirá en situaciones donde el conductor de manera clara esté frenando, acelerando o girando el volante, incluso si una colisión es inevitable. Siempre se da prioridad a la decisión final del conductor.
- 12) Si los elementos sensores del City Safety por alguna razón son obscurecidos, la activación no tendrá lugar.

El City Safety tiene como finalidad ayudar a un conductor distraído ante un crítico momento antes de que se produzca una colisión frontal. El City Safety no debería ser usado nunca como un sustituto de los frenos. El City Safety está diseñado para ser activado tan tarde como sea posible para evitar innecesarias interferencias. El City Safety activará un corto y seco frenado y parará normalmente a una distancia de 0,4 metros del vehículo que le precede.

## 5. SISTEMAS DE FRENADO

### . 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 que se puso a la venta en el 2002.

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. Era el conductor quien, de una manera más o menos directa, dosificaba la fuerza que se aplica sobre los frenos, aunque corregida por el ABS, el repartidor de frenada o el servofreno de emergencia.

El conductor sólo indica al sistema su intención de frenar. El pedal transforma esa intención en señales eléctricas. 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. 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, sino en mejorar la frenada en diversas situaciones, y disponer de algunas funcionalidades extras.

La gran ventaja de este sistema es que permite un control independiente de la fuerza de frenado de cada rueda. Sirve para frenar de una forma más estable y para futuras innovaciones. Estas innovaciones pueden ser el control de velocidad de crucero 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 o lo harán próximamente. El prototipo BMW Z22 estudia esta posibilidad.

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. El SBC asigna presiones de frenado de manera conveniente en cada rueda. De ahí que el SBC que elimina la película de agua que se forma en la superficie del disco. En su lugar, una bomba eléctrica mantiene el líquido de frenos en un depósito entre 140 y 160 bares.

## . FRENSOS ELÉCTRICOS

El EWB (ELECTRONIC WEDGE BRAKE) es un equipo que prescinde por completo de todos los elementos hidráulicos gracias a su concepción revolucionaria. La información se transmite directamente de la señal eléctrica, como en un avión, el sistema utiliza directamente la energía cinética en forma de frenado del vehículo. Concretamente se utiliza un modulo de frenado inteligente. Esto da lugar a potencia de frenado muy alto utilizando el mínimo esfuerzo.



### COMO FUNCIONA?

El EWB se basa en un dispositivo en forma de cuña que efectúa el enlace entre la mordaza y la pastilla móvil del freno. Esta es la pieza que recupera la energía cinética para dar más potencia de frenado: está controlada por un motor eléctrico que trabaja con precisión y con un mínimo de energía. Cada rueda está equipada con su propia unidad de control, consiste en una pastilla de freno, unos sensores que miden las fuerzas, una transmisión mecánica y dos motores eléctricos para el control de presiones.

La rotación de la rueda se mide con cuatro sensores que miden alrededor de 100 veces por segundo, calibrando la velocidad del vehículo. La red de 12 voltios de a bordo del vehículo está perfectamente adaptada para hacer funcionar los motores eléctricos.

El sistema reacciona de forma instantánea a la orden de frenado consiguiendo disparar grandes fuerzas cinéticas hasta la parada total del vehículo incluso en velocidades extremas. Pruebas realizadas por el instituto alemán Dekra han permitido comprobar así mismo una reducción de frenado de hasta un 15% en la distancia de frenado respecto a los frenos hidráulicos clásicos.

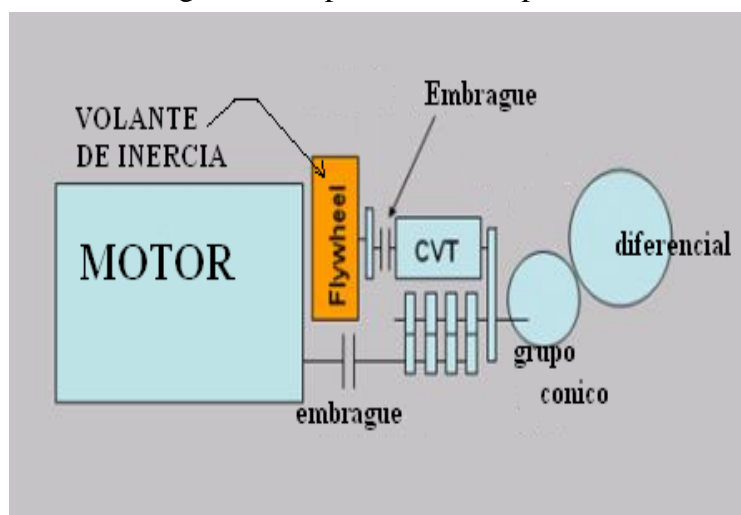
## . El sistema de recuperación de energía cinética (KERS)

Por fin el tan esperado post sobre el KERS, siglas para denominar al Kinetic Energy Recovery System, o lo que es lo mismo, el sistema de recuperación de energía cinética. La idea es un **dispositivo capaz de recuperar la energía cinética que se pierde en forma de calor en las frenadas**, para acumularla de algún modo y transformarla cuando nos convenga en energía mecánica que ayude en la aceleración del monoplace.

En principio, la idea generalizada que asocia el KERS a una Fórmula 1, no es del todo correcta, es cierto que se recuperará energía de las frenadas, pero no se utilizará para reducir los consumos de combustible, sino para **inyectar un extra de potencia puntual cuando se necesite**. Será una potencia “gratuita” medioambientalmente, eso sí, pero mientras no haya cambios de motorización, con KERS o sin KERS, los consumos y las emisiones serán idénticos a los actuales.

La normativa permite al KERS extraer energía de ambos ejes para aportar una potencia adicional de 270 CV durante 8 segundos, disponer de un dispositivo eficiente será fundamental.

La opción mecánica tiene la ventaja de ser un sistema mucho más compacto, ligero (20-25 kg) y eficiente, aunque cuenta con el inconveniente de tener que estar obligatoriamente ubicado cercano a la transmisión. Sin embargo, aunque **el sistema eléctrico es menos eficiente energéticamente**, pues la energía debe transformarse en eléctrica y posteriormente en mecánica, con las consiguientes pérdidas, su gran ventaja radica en poder colocar el volante de inercia o la batería en el lugar deseado del monoplace, y eso **a nivel de diseño integral puede ser una gran ventaja**. Además, la eficiencia energética no es fundamental mientras el límite de energía por vuelta sea de 400 kJ, muy inferior a la energía recuperable en frenada en la mayoría de circuitos.





## ● Vehículo eléctrico híbrido

Un vehículo eléctrico híbrido es un vehículo de propulsión alternativa movido por energía eléctrica proveniente de baterías y, alternativamente, de un motor de combustión interna que mueve un generador. Normalmente, el motor también puede impulsar las ruedas en forma directa.

En el diseño de un automóvil híbrido, el motor térmico es la fuente de energía que se utiliza como última opción, y se dispone un sistema electrónico para determinar qué motor usar y cuándo hacerlo.

En el caso de híbridos gasolina-eléctricos, cuando el motor de combustión interna funciona, lo hace con su máxima eficiencia. Si se genera más energía de la necesaria, el motor eléctrico se usa como generador y carga las baterías del sistema. En otras situaciones, funciona sólo el motor eléctrico, alimentándose de la energía guardada en la batería.

En algunos es posible recuperar la energía cinética al frenar, que suele disiparse en forma de calor en los frenos, convirtiéndola en energía eléctrica. Este tipo de frenos se suele llamar "regenerativos".

La combinación de un motor de combustión operando siempre a su máxima eficiencia, y la recuperación de energía del frenado (útil especialmente en la ciudad), hace que estos vehículos alcancen mejores rendimientos que los vehículos convencionales.

Todos los coches eléctricos utilizan baterías cargadas por una fuente externa, lo que les ocasiona problemas de autonomía de funcionamiento sin recargarlas. Esta queja habitual se evita con los coches híbridos.



## . Más eficiencia y dinamismo con Brake Energy Regeneration.



En el caso del nuevo motor V8 del BMW M3 aumenta la eficiencia mediante el sistema de recuperación de la energía de frenado (Brake EnergyRegeneration). Con este sistema es posible que la generación de energía eléctrica para la red de a bordo se produzca especialmente en las fases de deceleración y frenado.

Este sistema de gestión de la energía en función del estado dinámico del coche es posible gracias a una regulación inteligente del alternador. La utilización del sistema de recuperación de la energía de frenado ofrece dos ventajas prácticas.

Por un lado, este control específico de la generación de energía eléctrica logra reducir el consumo de gasolina.

Por otro lado, el conductor se beneficia directamente por el desacoplamiento de alternador durante las fases de aceleración. Dado que la generación de corriente eléctrica se interrumpe durante la fase de aceleración, el conductor dispone de más potencia al acelerar.

Así, además de sacar provecho de un menor consumo, el conductor también puede disfrutar más al volante.

Considerando que el control específico de la generación de energía eléctrica implica un aumento de los ciclos de carga de la batería, el sistema Brake Energy Regeneration se combina con baterías del tipo AGM (Absorbent Glass Mat). Estas baterías son mucho más duraderas que las baterías convencionales de plomo y ácido.

Las baterías AGM tienen alfombrillas de microfibras de vidrio entre las capas de plomo.

Su capacidad de acumulación de energía se mantiene durante mucho tiempo aunque las operaciones de carga y descarga sean muy frecuentes.

## . Nuevo Sistema de Frenos PRE-SAFE

Es un sistema capaz de frenar automáticamente antes que el coche provoque una colisión.

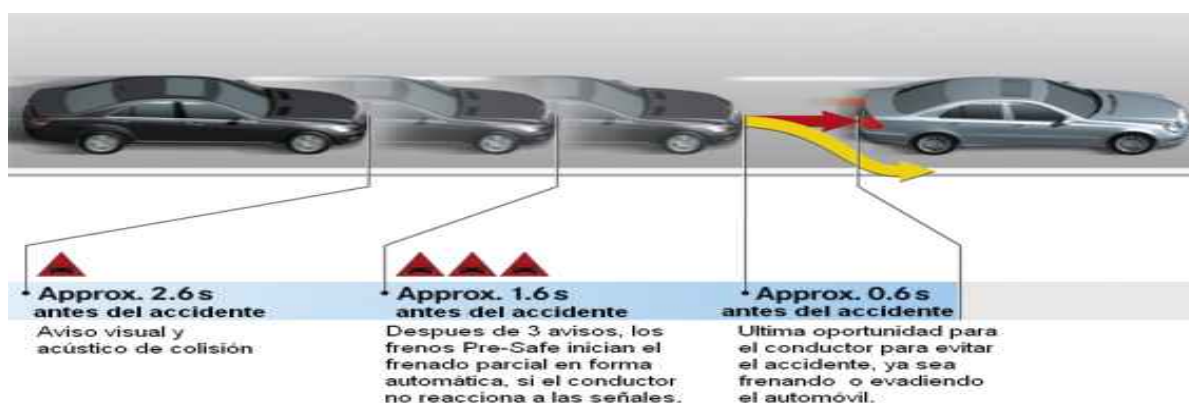
Primero fue el Distronic, sistema de control de velocidad de crucero con control selectivo de la distancia al vehículo que circula delante y adaptación a su velocidad en un amplio margen. Después llegó el Distronic Plus en la nueva Clase S de Mercedes-Benz: Un perfeccionamiento del sistema anterior conseguido al utilizar dos radares con distinta frecuencia y distintos ángulos de barrido y alcance, que permite incluso la detención automática del vehículo, dentro de ciertos límites, si el coche que circula delante se detiene por completo.

El Distronic Plus de la nueva Clase S trabaja conjuntamente con el sistema BAS-Plus, un servofreno de emergencia más evolucionado, que advierte al conductor visual y acústicamente, de la necesidad de frenar, cuando el vehículo se aproxima a un obstáculo. Con el BAS-Plus, cuando el conductor frena, tras oír la señal acústica, el sistema aplica hasta la máxima fuerza de frenado si fuera necesario, en función de la velocidad y la cercanía al obstáculo detectado, contribuyendo así a una frenada más eficaz y a una mayor seguridad para evitar la colisión por alcance.



El sistema de frenado PRE-SAFE, novedad MUNDIAL, 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.

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. La frenada no es a fondo y el vehículo frena con una deceleración de 0,4g (aproximadamente 4m /s<sup>2</sup>), equivalente a utilizar un 40% de la fuerza máxima de frenado.



## • CONCLUSIONES

Con éste trabajo hemos investigado diferentes sistemas de frenado y a la vez hemos podido apreciar la gran evolución que éste apartado de la automoción ha protagonizado en no muchos años, desde los primeros sistemas con frenos de tambor hasta los más modernos avances tecnológicos tales como el sistema anti-bloqueo y sus derivados. Todos estos sistemas han permitido que los automóviles actuales sean máquinas prácticamente perfectas y casi 100% seguras a manos de usuarios que disfrutamos de una conducción tanto eficiente como segura.

En los sistemas de frenado se ha investigado i mejorado en las dos fases que componen el frenado:

- En el tiempo de reacción:  
Actuando con avisadores acústicos y sonoros que hacen reaccionar al conductor alertándolo del peligro.
- En el tiempo de frenado efectivo:  
Mejorando los materiales de los elementos, adaptado sistemas de ayuda para los diferentes dificultades del frenado.

En la definición de frenado se dice que son los encargados de absorber toda la energía cinética que lleva el vehículo y pasarla a energía calorífica. Quizás esta definición ya no sea la mas apropiada debido a que no se transforma en calor toda esa energía, sino que se aprovecha generando corriente eléctrica buscando una máxima eficacia.

Recuperar la máxima energía cinética del frenado puede ser el nuevo reto para la investigación en frenos. Ya sea mediante un sistema híbrido eléctrico o con el uso de volantes de inercia en los que dos cilindros de carbono rotan en sentido opuesto a 200.000 r.p.m.