

NUEVAS GENERACIONES EN LOS SISTEMAS DE FRENADO DE LOS TURISMOS

ELECTROMECAÁNICA DE VEHÍCULOS

EQUIPO: B

C.E.F.P.
DE
MIRANDA
DE
EBRO

C.E.F.P.
DE
MIRANDA
DE
EBRO



Eduardo González Gabarri

Edgar Varona Fernández

PROFESOR: Carlos Álvarez Castaño

INDICE:

- INTRODUCCIÓN
- SISTEMA ANTIBLOQUEO DE FRENOS (ABS)
- SISTEMA DE FRENADO (BAS)
- SISTEMA DE REGULACIÓN DEL PAR CON FRENO MOTOR (MSR)
- SISTEMA ELECTRONICO DE TRACCIÓN (ETS)
- REGULACION ANTIDESLIZANTE DE LA TRACCIÓN (ASR)
- DISTRIBUCION ELECTRONICA DE LA FRENADA (EBV)
- SISTEMA ANTIDESLIZAMIENTO(ESP)
- SENSOTRONIC BRAKE CONTROL (SBC)
- ADAPTATIVE BRAKE (ABR)
- SISTEMA PRE-SAFE
- DISTRONIC PLUS
- PROGRAMADOR DE VELOCIDAD ACTIVA (ACC)

- INTRODUCCIÓN

A lo largo de los años los sistemas de freno convencionales han ido evolucionando, la incorporación de la gestión electrónica, complementada con los equipos hidráulicos adecuados, ha supuesto una mejoría importante en seguridad y eficacia de los circuitos de frenos tradicionales.

En este trabajo se van a citar los diferentes sistemas con los que se equipan los vehículos actuales, en los que intervienen los frenos. Debido a la complejidad de sus funcionamientos y los pocos folios disponibles trataremos de manera básica cada uno de ellos acompañados de imágenes y videos explicativos.

A continuación hemos estructurado la evolución e implantación de los distintos sistemas, comenzaremos por el ABS del año 1978 hasta llegar al ASR del año 1987

DESARROLLO Y EVOLUCIÓN DE FRENOS EN MERCEDES-BENZ

TRACCION ANTIDESLIZANTE (1987) <u>ASR</u>	PROGRAMA ELECTRONICO DE ESTABILIDAD (1995) <u>ESP</u>	SENSOTRONIC BRAKE CONTROL (2001) <u>SBC</u>	ADAPTIVE BRAKE (2005) <u>ABR</u>
ETS	ASR	ESP	ESP
EFP	ETS	ASR	ASR
MSR	EFP	ETS	ETS
BAS	MSR	EFP	EFP
ABS (1978)	EBV	MSR	MSR
	BAS	EBV	EBV
	ABS	BAS	BAS
		ABS	ABS

Los sistemas que aparecen en color rojo van ubicados dentro de la unidad de control del sistema motor.

Los que aparecen en negro se encuentran dentro de la unidad de control de ABS.

- SISTEMA ANTIBLOQUEO DE FRENOS “ABS”

El **ABS** favorece una deceleración del vehículo óptima con distintas características de la calzada en el marco de los límites físicos.

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

El "sistema antibloqueo de frenos" (ABS) es un sistema de seguridad activa.

Evita el bloqueo de las ruedas al frenar y proporciona de este modo maniobrabilidad y estabilidad de marcha al vehículo incluso en frenados en seco.

El sistema fue desarrollado inicialmente para los aviones, los cuales acostumbran a tener que frenar fuertemente una vez han tomado tierra. En 1978 Bosch hizo historia cuando introdujo el primer sistema electrónico de frenos antibloqueo. Esta tecnología se ha convertido en la base para todos los sistemas electrónicos que utilizan de alguna forma el ABS, como por ejemplo los controles de tracción y de estabilidad.

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

FUNCIONAMIENTO

El ABS funciona en conjunto con el sistema de frenado tradicional. Consiste en una bomba que se incorpora a los circuitos del líquido de freno y en unos detectores que controlan las revoluciones de las ruedas. Si en una frenada brusca una o varias ruedas reducen repentinamente sus revoluciones, el ABS lo detecta e interpreta que las ruedas están a punto de quedar bloqueadas sin que el vehículo se haya detenido. Esto quiere decir que el vehículo comenzará a patinar, y por lo tanto, a deslizarse sobre el suelo sin control. Para que esto no ocurra, los sensores envían una señal a la Central del sistema ABS, que reduce la presión realizada sobre los frenos, sin que intervenga en ello el conductor. Cuando la situación se ha normalizado y las ruedas giran de nuevo correctamente, el sistema permite que la presión sobre los frenos vuelva a actuar con toda la intensidad. El ABS controla nuevamente el giro de las ruedas y actúa otra vez si éstas están a punto de bloquearse por la fuerza del freno. En el caso de que este sistema intervenga, el procedimiento se repite de forma muy rápida, unas 50 a 100 veces por minuto, lo que se traduce en que el conductor percibe una vibración en el pedal del freno.

Permite que el conductor siga teniendo el control sobre la trayectoria del vehículo, con la consiguiente posibilidad de poder esquivar el obstáculo causante de la situación de riesgo.

USO

El sistema ABS permite mantener durante la frenada el coeficiente de rozamiento estático, ya que evita que se produzca deslizamiento sobre la calzada. Teniendo en cuenta que el coeficiente de rozamiento estático es mayor que el coeficiente de rozamiento dinámico, la distancia de frenado siempre se reduce con un sistema ABS.

Si bien el sistema ABS es útil en casi todas las situaciones, resulta indispensable en superficies deslizantes, como son pavimentos mojados o con hielo, ya que en estos casos la diferencia entre el coeficiente de rozamiento estático y el dinámico es especialmente alta.

Cuando se conduce sobre nieve o gravilla y se frena sin sistema ABS, se produce el hundimiento de las ruedas en el pavimento, lo que produce una detención del coche más eficaz. El sistema ABS, al evitar que se produzca deslizamiento sobre el pavimento también evita que se hundan las ruedas, por lo que en estos tipos de superficie, y deseando una distancia de frenado lo más corta posible sería deseable poder desactivar la acción del ABS.

VENTAJAS DEL SISTEMA ANTIBLOQUEO DE FRENOS (ABS) FRENTE A LOS SISTEMAS DE FRENOS NO REGULADOS

- Disminuye el riesgo de accidente en situaciones peligrosas (los obstáculos se pueden sortear frenando a fondo) mediante la deceleración de frenado óptima manteniendo al mismo tiempo la maniobrabilidad, con lo cual se alivia enormemente al conductor.
- Mantiene toda la capacidad direccional incluso en "frenados violentos".
- En cualquier característica de la calzada, permite la presión total sobre el pedal, gracias a lo cual aumenta claramente la seguridad, sobre todo cuando se trata de una calzada helada y húmeda.

[VER CIRCUITO](#)

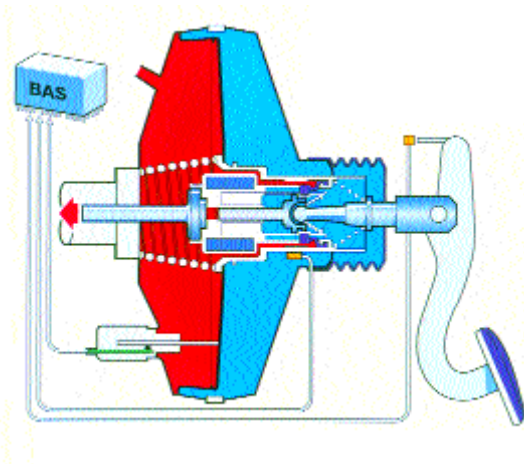
[VER VIDEO](#)

- SISTEMA DE ASISTENCIA EN FRENADA (BAS)

Introducción

El sistema de frenos asistidos BAS entra en funcionamiento cuando el conductor frena bruscamente en situación de emergencia, reforzando así la seguridad activa del

vehículo. Este sistema es capaz de reconocer si el freno ha sido activado a una velocidad elevada (frenada de emergencia) y, en tal caso, abre una válvula electromagnética, situada en el servofreno, que activa plenamente la fuerza de frenado.



Elementos del sistema

El servofreno manual amplifica proporcionalmente la fuerza que ejecuta el conductor al frenar, por medio de una válvula de mando mecánica localizada en el servofreno, que es accionada por la fuerza del pie. En el servofreno BAS, la ejecución básica está ampliada mediante los siguientes elementos:

Sensor de carrera

Situado en el servofreno, efectúa la medición del recorrido del pedal del freno y suministra a la unidad de control una señal analógica sobre la posición del platillo de membrana, mediante una varilla palpadora. La tensión suministrada por el sensor varía en función del recorrido del palpador.

[-Ver Sensor de carrera](#)

Válvula electromagnética

Localizada en el interior del servofreno, su función es aplicar la fuerza de frenado, ejecutando el comienzo y el final de la aplicación del BAS. Está formada por una bobina magnética, que es activada por la unidad electrónica BAS y abre la válvula de platillo. Esta válvula hace pasar la presión atmosférica a la cara posterior de la membrana de rodadura del servofreno, aumentando así la presión de frenado.

Interruptor de freno soltado

Situado en el interior del servofreno, su función es reconocer el final del proceso de frenado y suministrar una señal a la unidad de control cuando se suelta el freno.

Cuando la fuerza del pie en el pedal del freno desciende casi por completo, en la válvula de control del servofreno BAS se efectúa un movimiento, que es detectado por el interruptor de soltado, y que informa, a su vez, a la unidad de control BAS.

Unidad electrónica de control

Se encuentra debajo del cilindro principal del freno o integrada en la unidad de control del ESP (Programa Electrónico de Estabilidad). Su misión es ejecutar todas las funciones de control del sistema BAS.

En la unidad de control se registra la velocidad de accionamiento del pedal del freno y la velocidad del vehículo. Si la velocidad del pedal es mayor que el valor umbral predeterminado para la velocidad del vehículo, se activa una válvula electromagnética en el servofreno y se alcanza así la fuerza de frenado máxima.

En todos los vehículos Mercedes con motor 112 y 113 (en el modelo 210 adicionalmente el motor 600) y ESP, la función de la unidad de control BAS está integrada en la unidad de control ESP.

Funcionamiento

La unidad de control BAS decide, en función de las señales de entrada, el modo de funcionamiento, que puede ser:

- Servicio normal.
- Establecimiento de presión.
- Disminución de presión.

Servicio normal

En este caso no se produce un frenado con una velocidad elevada del pedal que exija la conexión adicional del BAS.

La válvula electromagnética está en posición básica al no producirse una frenada de emergencia. El sistema está preparado para el frenado; el freno de servicio y el ABS funcionan normalmente.

Este modo de funcionamiento también se selecciona cuando existe una avería en el BAS.

Establecimiento de presión

A partir de la velocidad de accionamiento del pedal de freno y de la velocidad del vehículo, la unidad de control reconoce que se dan las condiciones necesarias para una conexión adicional del BAS. Entonces, se activa la válvula electromagnética desde la unidad de control y el servofreno genera la máxima fuerza de frenado.

El BAS es conectado cuando se dan simultáneamente las siguientes condiciones:

- Velocidad superior a 8 Km. /h.
- Interruptor de soltado BAS accionado.
- No hay reconocimiento de ninguna avería.
- Umbral de conexión de la velocidad del pedal sobrepasado.

Disminución de presión BAS

Desde el interruptor de soltado BAS, la unidad central recibe la información de que ha finalizado el frenado de emergencia. La válvula electromagnética BAS se desactiva y se desconecta la asistencia máxima de la fuerza de frenado. Sigue conservándose la asistencia normal de la fuerza de frenado.

El BAS se desconecta cuando se da una de las siguientes condiciones:

- El interruptor de soltado no está accionado.
- La velocidad es inferior a 3 Km. /h.
- La duración de conexión es superior a 20 seg.
- Tras la conexión del sistema no existe ninguna señal del interruptor de la luz de freno.
- Se reconoce una avería que conduce a la activación de la lámpara de control BAS.

Ventajas del sistema de frenado BAS

- Al reducir el tiempo de frenado, lo hace también el riesgo de accidente en situaciones peligrosas.
- Explota al cien por cien el sistema ABS, cuando se activa plenamente la fuerza de frenado.
- El ABS conserva la plena capacidad de maniobra, incluso en caso de intervención del sistema BAS.
- Acorta considerablemente el recorrido de frenado en caso de frenado retardado o insuficiente.

Diagnosís del sistema BAS

Al conectar el encendido, se enciende la lámpara de control en el cuadro de instrumentos y se apaga con el motor en marcha, indicando que el sistema funciona correctamente.

Si se enciende la lámpara de control BAS con el motor en marcha, indica que existe una avería en el BAS. El sistema no funciona, pero permanece el efecto pleno de frenado con el ABS.

En vehículos con BAS integrados en el ESP, en caso de una avería en el BAS tampoco funciona el ESP.

Las averías del sistema que aparecen durante la marcha producen, asimismo, el encendido constante de la lámpara de control BAS. Si se enciende esta lámpara de control durante la marcha y se apaga de nuevo al cabo de un corto periodo de tiempo, la causa reside probablemente en una tensión deficiente de la batería.

En caso de fallo del sistema (indicado mediante lámpara de control), el funcionamiento normal del servofreno no se ve afectado.

Deberá renovarse el servofreno si, como consecuencia de un accidente, se observan los siguientes daños:

- Tuberías hidráulicas dobladas.
- Empalmes inestancos en el cilindro principal de freno.
- Conducciones eléctricas o acoplamientos por enchufe dañados.
- Cuerpo del servofreno dañado.

Como primer fabricante de automóviles mundial, Mercedes-Benz ha desarrollado un sistema con regulación electrónica para acortar el recorrido de frenado en situaciones de emergencia. Su nombre: servofreno de emergencia. Esta técnica innovadora se incluye en el equipamiento de serie de todos los modelos Mercedes. Cuando los conductores vacilan al pisar el pedal de freno o lo accionan con excesiva suavidad en situaciones críticas, el servofreno de emergencia electrónico establece automáticamente la máxima Amplificación de la fuerza de frenado en cuestión de fracciones de segundo, acortando con ello de forma considerable la distancia de parada del vehículo.

El desarrollo del servofreno de emergencia se basa en los conocimientos de Mercedes adquiridos en la investigación de accidentes, donde se ha constatado que los conductores sí llegan con rapidez al pedal de freno, pero no lo pisan con la suficiente energía en situaciones críticas.

Para describir el modo de funcionamiento del servofreno de emergencia, se necesita echar un pequeño vistazo a la técnica de los modernos sistemas de frenos. El servofreno, que amplifica la fuerza del pie del conductor, se compone de dos cámaras separadas entre sí por una membrana móvil.

Si no se frena, predominan condiciones de depresión en ambas cámaras.

Al pisar el pedal, se abre una válvula de distribución mecánica en el servofreno, de manera que fluye aire a la cámara trasera y varían las relaciones de presión. La fuerza máxima de amplificación se alcanza cuando en la cámara trasera predominan las condiciones de plena presión atmosférica.

En las series de Mercedes-Benz se utilizan servofrenos activos y pasivos.

En los vehículos con servofreno pasivo la presión de frenado se amplifica mediante el sistema hidráulico. A continuación, se describe el funcionamiento del BAS con el ejemplo en el servofreno activo.

En el servofreno de emergencia, un sensor de carrera de membrana detecta si existe una situación de frenado de emergencia. El componente registra cada movimiento y lo transmite a la unidad de control electrónica del servofreno de emergencia. Gracias a la comparación permanente de los datos, la unidad de control registra de inmediato cuándo la velocidad de accionamiento del pedal de freno sobrepasa repentinamente la medida usual, de lo cual concluye que existe una situación de frenado de emergencia.

En ese caso, activa una válvula electromagnética que ventila casi al instante la cámara trasera del servofreno y establece de este modo la total amplificación de la fuerza de presión de frenado.

El bloqueo de las ruedas también queda descartado con este frenado en seco automático porque el ABS dosifica la fuerza de frenado de forma precisa hasta el límite de resbalamiento y, de esta forma, mantiene el vehículo maniobrable. Si el conductor quita el pie del pedal de freno, un interruptor de soltado especial cierra la válvula electromagnética y vuelve a desconectar de inmediato la amplificación de fuerza automática. Pruebas en carretera documentaron de una forma contundente el efecto del nuevo sistema de asistencia: con la calzada seca, la mayoría de pilotos de pruebas necesitaron hasta 73 metros para un frenado en seco desde una velocidad de 100 debido a la pisada demasiado suave del pedal de freno. En cambio, con el servofreno de emergencia las ruedas se detuvieron tras sólo 40 metros. Esto equivale a una reducción del recorrido de frenado en torno a un 45 %.

BAS en comparación

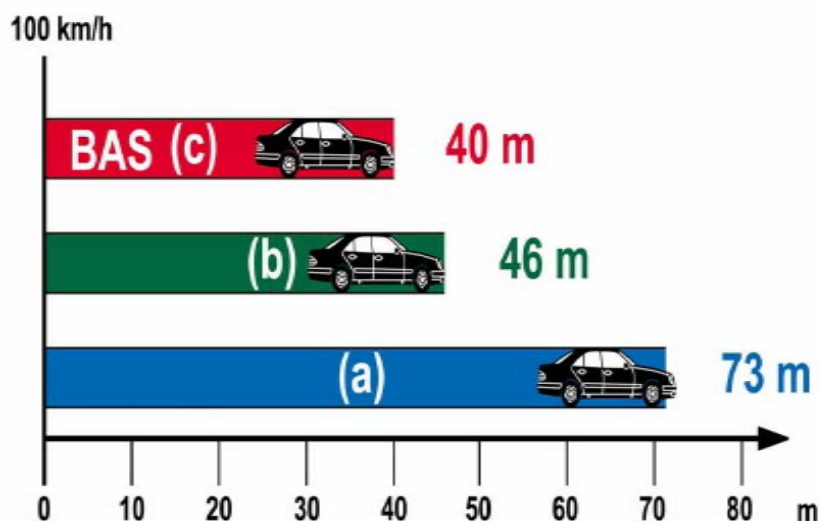
Pruebas realizadas con conductores normales en el simulador de conducción y en el recorrido de pruebas han mostrado que la mayoría de conductores en situaciones de frenado de emergencia, sobre todo en la fase inicial del frenado, pisan el pedal de freno con bastante rapidez, pero no con la suficiente fuerza.

Se distingue entre:

- Frenado vacilante: el conductor aplica insuficiente fuerza de pedal durante la fase inicial y la aumenta lentamente.
- Frenado insuficiente: el conductor aplica insuficiente fuerza de pedal durante todo el proceso de frenado.

Para mejorar estas situaciones, se ha desarrollado el **servofreno de emergencia** (Brake Assist).

- (a) Frenado insuficiente
- (b) Frenado vacilante
- (c) Frenado BAS



BAS en un vehículo con servofreno pasivo

Tarea

El servofreno de emergencia (BAS) es parte del sistema de seguridad activo. Se activa cuando el conductor frena demasiado rápido en una situación de emergencia. El sistema

detecta si existe una situación de frenado de emergencia a partir de la velocidad con la que se acciona el pedal de freno. Si este es el caso, se activa la bomba de carga de alta presión en la unidad hidráulica del sistema de tracción, mediante lo cual se alcanza la plena fuerza de frenado. Si el conductor suelta el freno, se registra y la bomba de carga de alta presión se desconecta de nuevo.

Relación del funcionamiento

El servofreno de emergencia (BAS) está completamente integrado en el programa electrónico de estabilidad (ESP). La electrónica se encuentra en la unidad de control ESP.

Después del arranque del motor, tiene lugar una identificación del vehículo y una autocomprobación del sistema.

El BAS está listo para funcionar si no existe ningún error y el vehículo supera una velocidad de 10 Km. /h después del arranque. El BAS puede conectarse hasta una velocidad de 3 Km. /h.

Con ayuda de la velocidad con que aumenta la presión en los sensores de presión, la unidad de control ESP determina la velocidad de accionamiento del pedal de freno. En la unidad de control ESP se registran la velocidad de accionamiento del pedal de freno y la velocidad del vehículo. Si la velocidad del pedal es superior al valor umbral predeterminado para la correspondiente velocidad del vehículo, la bomba de carga de alta presión se controla en la unidad hidráulica del sistema de tracción, con lo cual se alcanza la plena fuerza de frenado.

Información En caso de una avería, el BAS no interviene, lo que se indica en el visualizador multifuncional en el cuadro de instrumentos. El funcionamiento normal del freno no se ve perjudicado con ello.

[-Ver Video1\(con BAS\)](#)

[-Ver Video2\(sin BAS\)](#)

- MSR

Regulación del par de retención del motor. Reduce el resbalamiento de freno de las ruedas de accionamiento en el régimen de retención mediante el aumento del par motor.

Gestiona:

Apertura de las mariposas de estrangulación (motor de gasolina)

Aumento del caudal de combustible (motor diésel)

- ETS (SISTEMA ELECTRONICO DE LA TRACCION)

El "sistema electrónico de tracción" (ETS) es un sistema que funciona de forma automática para mejorar la capacidad de arranque y de aceleración sobre calzadas de adherencia variable. Sustituye al "diferencial autoblocante" (ASD). El sistema actúa sobre las ruedas propulsoras interviniendo en el sistema de frenado. No se interviene en el motor. Los componentes básicos del ABS y del ETS se reúnen en la unidad hidráulica ETS. En la electrónica ETS también se reúnen los circuitos integrados del ABS y del ETS.

Circuito de regulación del par de frenado

El ABS evita el bloqueo de las ruedas al frenar manteniendo con ello la maniobrabilidad y la estabilidad de marcha mientras el vehículo decelera. El ETS evita que las ruedas de accionamiento de un lado patinen al arrancar y acelerar, así como que patinen brevemente las ruedas de accionamiento de ambos lados en los recorridos por curvas dentro de un margen de velocidad definido.

Ventajas:

- Mejora la capacidad de arranque y de aceleración gracias a una mayor tracción sobre calzadas de adherencia variable.
- Mejora la estabilidad en curva en caso de que las ruedas de accionamiento de ambos lados patinen brevemente.
- Un testigo luminoso de advertencia señala cuándo una velocidad de rueda deja de coincidir con la velocidad del vehículo. Así pues, advierte al conductor de que se ha acercado al límite físico de la conducción con su vehículo.

En la unidad de control ETS se registran y se procesan los números de revoluciones de todas las ruedas. Si la unidad de control ETS detecta a partir de las señales de número de revoluciones que una o varias ruedas de accionamiento tienden a patinar, comienza el servicio de regulación ETS.

Circuito de regulación del par de frenado

En el servicio de regulación ETS se distinguen 2 márgenes de regulación:

A. Regulación en el eje propulsor

Si una rueda patina, se frena a través del freno de rueda correspondiente hasta que se ha alcanzado el resbalamiento de tracción calculado. Con ello, la otra rueda puede transmitir un par propulsor superior más el par de frenado. En la segunda rueda se genera cada vez más presión a partir de una velocidad de marcha de 10 Km. /h, con lo cual se alcanza el nivel de presión de la rueda que patina a los 40 Km. /h. Si la segunda rueda también patina, se regula hasta una velocidad de 10 Km. /h de forma análoga a la primera rueda.

Si $v > 10$ Km. /h, la más baja de ambas presiones de frenado se adapta a la más elevada.

El servicio de regulación ETS en el eje propulsor se admite si se cumplen las condiciones de conexión en el margen de velocidad de 0-80 Km. /h.

En caso de que se sigan manteniendo las condiciones de conexión por encima del umbral de 80 Km. /h durante un proceso de aceleración, el servicio de regulación ETS permanece activo hasta los 130 Km. /h.

B. Regulación en el eje delantero

Si una rueda delantera patina, se frena hasta que se ha alcanzado el resbalamiento de tracción calculado. Si la segunda rueda delantera también patina, se frena de forma análoga a la primera rueda delantera, pero sólo si en el eje trasero no se regula ninguna rueda o como máximo una. El servicio de regulación ETS en el eje delantero se admite si se cumplen las condiciones de conexión en el margen de velocidad de 0-40 Km. /h.

En caso de que se sigan manteniendo las condiciones de conexión por encima del umbral de 40 Km. /h durante un proceso de aceleración, el servicio de regulación ETS permanece activo hasta los 80 Km. /h. Para frenar las ruedas que patinan, se lleva presión de líquido de frenos a través de la unidad hidráulica a cada una de las pinzas de freno (establecimiento de presión). Las válvulas electromagnéticas en la unidad hidráulica ETS ajustan el par de frenado mediante el establecimiento, el mantenimiento y la reducción de presión.

[-Ver VIDEO.](#)

- REGULACION ANTIDESLIZANTE DE LA TRACCIÓN (ASR)

Mayor seguridad al arrancar y acelerar

El sistema de frenos también se emplea en los modelos Mercedes para una mejor aceleración. Y es que las señales del sensor proporcionadas por el sistema antibloqueo de frenos también se encuentran disponibles para el sistema de tracción antideslizante (ASR). En cualquier caso, este sistema no se activa cuando una rueda amenaza con bloquearse, sino al contrario, cuando una rueda de accionamiento patina. Al mismo tiempo, el ASR interviene incluso de dos maneras distintas: por un lado, mantiene frenada la rueda que ha perdido la adherencia hasta que vuelve a entrar en contacto con la calzada. Por otro lado, una reducción del par motor favorece este efecto al evitar un "exceso de fuerza". El ASR funciona en todos los márgenes de velocidad como estabilizador del vehículo y evita que la parte trasera se desvíe, siendo, además, una efectiva ayuda para el arranque sobre un piso deslizante o sin adherencia.

A través de cuatro sensores (uno por rueda), el sistema de tracción antideslizante registra el número de revoluciones de todas las ruedas y procesa estos datos en la unidad de control conjunta para el ABS y el ASR.

Adicionalmente al frenado en función del resbalamiento mediante ABS, con el ASR se evita por medio de dos circuitos de regulación que las ruedas de accionamiento patinen al arrancar, acelerar y durante el servicio de marcha, por ejemplo con una calzada en estado resbaladizo por un lado, en curvas y en maniobras evasivas repentinas.

Si el conductor da demasiado gas y una de las ruedas propulsoras patina, quedará frenada por medio del ASR hasta que se alcance de nuevo un resbalamiento de tracción favorable.

Al arrancar, la rueda que tiene buena adherencia al piso puede transmitir una mayor proporción del par propulsor. Durante la marcha, se reduce el resbalamiento de tracción al frenar la rueda que tiende a patinar para ganar con ello más estabilidad direccional. Si ambas ruedas empiezan a patinar sobre un piso deslizante, el ASR detecta un par propulsor demasiado elevado para las relaciones momentáneas. A través del pedal acelerador electrónico (acelerador electrónico) se interviene en la gestión del

motor en cuestión de pocos milisegundos para reducir el par propulsor, incluso si el conductor tuviera que dar pleno gas en un caso extremo.

La lógica del ASR está estructurada de tal forma que al patinar una rueda de accionamiento a velocidades bajas primero responde el circuito de regulación de frenado; en cambio, al aumentar la velocidad, el circuito de regulación del motor gana una mayor prioridad.

Las características que reúne una de las últimas versiones (ASR V) son las siguientes:

- Unidad hidráulica con dos válvulas distribuidoras 2/2
- ASR con MSR (regulación del par de retención del motor)
- Función hidráulica sin bomba de carga
- Sin purga de aire del freno adicional para ASR
- Depósito del sistema normal del líquido de frenos
- Desconector ASR (ASR OFF)
- Testigo luminoso de advertencia ASR intermitente
- Interconexión de sistemas de las unidades de control ASR, EFP, EGS y HFM LH, ME o MSM y, dado el caso, equipo de mando EZL/AKR a través de bus de datos CAN
- Interconexión de sistemas con cuadro de instrumentos a través de bus de datos CAN
- Sistema con memoria de averías de diagnóstico (memoria fija), lectura/borrado de averías a través de acoplamiento de comprobación. Posibilidad de diagnóstico con contador de impulsos o HHT.
- Funciones reguladoras ASR:
 - Intervención en el sistema de frenado
 - Retroceso de las mariposas de estrangulación
 - Variación del ángulo de encendido – retardo
 - Corte del suministro de combustible
 - Reducción del caudal de combustible
- Función reguladora MSR:
 - Apertura de las mariposas de estrangulación (motor de gasolina)
 - Aumento del caudal de combustible (motor diésel)

[-Ver video de componentes del sistema.](#)

[-Ver video con un vehiculo equipado con ASR.](#)

En el año 1995 se instaló el (ESP) en el que se incluyen los sistemas anteriores más el (EBV), que pasamos a describir a continuación.

- EBV (DISTRIBUCION ELECTRICA DE LA FRENADA)

La función de distribución electrónica de la fuerza de frenado está integrada en la unidad de control ESP y funciona sin sensores adicionales.

En la unidad de control ESP se supervisan constantemente los números de revoluciones de las 4 ruedas. En un frenado, primero deceleran todos los números de revoluciones de rueda. Sin embargo, el freno del eje trasero tiende a frenar en exceso si aumenta la fuerza de frenado.

Debido a ello, se produce un mayor resbalamiento en las ruedas traseras. Si se sobrepasan los umbrales de resbalamiento establecidos en la unidad de control ESP, la presión de frenado del freno de rueda trasera se regula manteniendo la presión en la unidad hidráulica. Esto sucede mediante la activación de las válvulas electromagnéticas correspondientes en la unidad hidráulica sin activar la bomba de alta presión/bomba de realimentación.

Funcionamiento

La distribución electrónica de la frenada actúa antes de entrar en funcionamiento la secuencia del sistema antibloqueo que evita el bloqueo de las ruedas del eje trasero.

Al detectarse el inicio del bloqueo de alguna rueda trasera, la centralita adopta la fase de mantenimiento de la presión hidráulica en la pinza de freno de dicha rueda. El mantenimiento de la presión se consigue al conmutar la válvula de entrada del modulador hidráulico del sistema antibloqueo.

Al desaparecer la tendencia de bloqueo, la unidad de control permite un nuevo aumento de presión hasta que la rueda trasera tienda de nuevo a bloquearse.

Esta secuencia se repite continuamente hasta que el conductor deja de accionar el freno

o la rueda trasera tiende a bloquearse. En tal caso, la distribución electrónica de la frenada deja de actuar para dar paso a la función antibloqueo que permite la reducción de la presión sobre los frenos traseros.

La distribución electrónica de la frenada basa su actuación en el mantenimiento de la presión, siendo innecesario que la bomba del modulador hidráulico entre en funcionamiento o se active la fase de aumento de presión sobre los frenos traseros.

De esta forma desaparecen los ruidos de funcionamiento del sistema antibloqueo y el característico contragolpe en el pedal de freno.

En algunas situaciones (firme irregular) pueden producirse breves aumentos en el deslizamiento de las ruedas traseras que se corrigen reduciendo la presión por parte de la distribución electrónica de la frenada y no del sistema antibloqueo.

En este caso, la fase de reducción de presión envía el líquido de frenos sobrante al acumulador del modulador hidráulico, evitando en un principio que se ponga en funcionamiento la bomba eléctrica del sistema antibloqueo hasta que se completa la secuencia de frenado.

Componentes

Los componentes del sistema son los utilizados en el sistema antibloqueo añadiendo una nueva programación en la centralita electrónica.

Se elimina el corrector mecánico del circuito hidráulico de los frenos.

Se utiliza el testigo de funcionamiento del sistema antibloqueo como testigo de avería.

Ventajas

Elimina el corrector de frenada del eje trasero, reduciendo el coste del vehículo y simplificando la instalación hidráulica de los frenos.

Compensa los desgastes de los frenos traseros o las posibles diferencias de capacidad de frenado.

Mejora la distribución de la frenada en fuertes deceleraciones, permitiendo una mayor capacidad de frenado de las ruedas traseras y evitando el excesivo calentamiento de los frenos delanteros.

Posibilidad de utilizar fuerzas frenantes en los frenos traseros superiores a la distribución ideal, para compensar las frenadas en subida o en curva.

Información al conductor de posibles averías en el sistema por medio de testigo en el cuadro de instrumentos.

- SISTEMA ANTIDESLIZAMIENTO (ESP)

Generalidades

El programa electrónico de estabilidad (ESP) es un sistema de seguridad activa para mejorar situaciones de marcha. Trabaja mediante la intervención individual en el sistema de frenado sobre una o más ruedas del eje delantero o trasero. El ESP estabiliza el vehículo en el recorrido por curvas, al frenar o al circular sin accionamiento, manteniéndolo seguro dentro de su carril. Complementa las funciones conocidas del ABS, ASR y MSR. Después de la aplicación activa de los frenos por parte del ESP, también se influye en la gestión del motor y el cambio.

El ESP regula en los siguientes estados de marcha:

- En el recorrido por curvas (el vehículo subvira o sobrevira).
- En el recorrido en línea recta (el vehículo se desvía del trazado debido a unas condiciones de la carretera irregulares).

Ventajas gracias al ESP:

- Mejora la capacidad de arranque y de aceleración gracias a una tracción más elevada, especialmente sobre una calzada de adherencia variable y en curvas.
- El par motor se adapta automáticamente en función del estado de tracción de las ruedas.
- Reduce el peligro de resbalamiento en calzadas de cualquier característica mediante la estabilización automática al frenar, acelerar o rodar.
- Mejora la estabilidad direccional del vehículo en el recorrido por curvas, incluso hasta la zona límite.
- Aumenta la seguridad activa adaptada al sistema de control de estabilidad, ya que sólo una rueda que no patina permite una regulación de la tracción óptima sin pérdidas en el guiado lateral.

El ESP contiene los siguientes sistemas:

- Sistema antibloqueo de frenos (ABS)

Evita el bloqueo de las distintas ruedas mediante la reducción de la presión de frenado en las ruedas correspondientes.

- Sistema de tracción antideslizante (ASR)

Impide un resbalamiento excesivo de las ruedas propulsoras al arrancar y acelerar mediante la reducción del par de giro.

- Regulación del par de retención del motor (MSR)

Disminuye el resbalamiento de freno de las ruedas de accionamiento en el régimen de retención y, en consecuencia, mejora la estabilidad de marcha.

Relación del funcionamiento

Las fuerzas de frenado, las fuerzas motrices y las fuerzas laterales que actúan unilateralmente y que influyen desde el exterior sobre un vehículo tienden a hacer girar el vehículo en torno a su eje vertical. El ESP detecta el comportamiento del vehículo y frena para corregir de forma selectiva cada una de las ruedas.

Regula en el recorrido por curvas y en el recorrido en línea recta.

Sensores

Se diferencia entre sensores que detectan el deseo del conductor (p. ej. el sensor del ángulo de viraje) y entre sensores que detectan el comportamiento real del vehículo.

Aquí se incluyen:

- Sensor de velocidad de giro y de aceleración transversal
- Transmisor del número de revoluciones de rueda

La unidad de control ESP recibe constantemente los datos actuales del par motor y de la desmultiplicación del cambio.

A través del sensor de velocidad de giro y de aceleración transversal se detectan las fuerzas de frenado, las fuerzas motrices y las fuerzas laterales que hacen girar el vehículo en torno a su eje vertical (valor de giro del vehículo alrededor del eje vertical). Gracias a las informaciones presentadas, se puede calcular el par de giro que actúa sobre el vehículo. Si este valor sobrepasa determinados umbrales de regulación, la unidad de control ESP frena las ruedas correspondientes para neutralizar el par de giro que actúa en ese momento. Simultáneamente, se transmiten órdenes CAN C a la unidad de control del motor y a la unidad de control del cambio automático.

Una intervención activa en el sistema de frenos y la reducción del par propulsor por parte del ESP proporcionan una estabilidad del vehículo óptima.

Al mismo tiempo tienen lugar los siguientes procesos:

- Circuito de regulación del par de frenado ESP
- Regulación ABS
- Regulación ASR

- Circuito de regulación del par propulsor ESP

- Regulación ASR

- Regulación MSR

-Ver Imágenes

Circuito de regulación del par de frenado ESP, regulación ABS Circuito de regulación del par de frenado ESP, regulación ASR

Si una rueda tiende a bloquearse, se reduce la presión de frenado en esa rueda.

La regulación de la presión de frenado tiene lugar a través de la unidad de control ESP.

Para frenar la rueda que patina se aumenta la presión de frenado en dicha rueda a través de la unidad de control ESP.

De esta manera se consigue un efecto diferencial de bloqueo.

Circuito de regulación del par propulsor ESP, regulación ASR Circuito de regulación del par propulsor ESP, regulación MSR

Para reducir un par propulsor demasiado grande y, por tanto, conseguir una tracción óptima, tiene lugar una reducción del par propulsor a través del CAN C entre la unidad de control ESP y la unidad de control ME o la unidad de control CDI. La unidad de control ESP comprueba constantemente si, p. ej. a consecuencia de una mejora repentina de la adherencia de la calzada, se pueden anular las funciones reguladoras. Así pues, se puede admitir de nuevo lo antes posible el par propulsor predeterminado por el conductor a través del pedal acelerador.

Si en el régimen de retención se produce un resbalamiento de freno en las ruedas de accionamiento, esto queda registrado por la unidad de control ESP.

La señal se envía a través del CAN C a la unidad de control ME o a la unidad de control CDI. Con esta información se reduce el resbalamiento de freno mediante el aumento del par propulsor y, por tanto, aumenta el guiado lateral del vehículo. Este proceso tiene lugar sin conectar el testigo luminoso de advertencia ESP.

Regulación del par de frenado y del par propulsor ESP Modo ESP desconectado

Si se detecta un sobreviraje o un subviraje, se ordena a través de la unidad de control ESP una intervención en el sistema de frenado calculada en la rueda correspondiente. Esta intervención en el sistema de frenado contrarresta de forma selectiva el comportamiento de marcha no deseado. Gracias a una señal que se envía a través del

CAN C a la unidad de control ME o a la unidad de control CDI se consigue la reducción del par propulsor adecuada a la demanda mediante la reducción del par motor.

A través del interruptor ESP OFF se puede aumentar el umbral de reacción para ESP.

La "desconexión" del ESP se muestra en el cuadro de instrumentos mediante el testigo luminoso de advertencia ESP y ABS siempre encendido. De este modo es posible obtener una mejor tracción (efecto de fresado) en caso de mucha nieve o al llevar cadenas para nieve. Durante un frenado, el ESP siempre está activo. El ASR ya solamente regula en las ruedas de accionamiento mediante aplicaciones de los frenos de forma individual para cada rueda, pero no mediante la influencia en la gestión del motor.

El conductor no puede desactivar el ABS.

Indicación óptica de estado

A través del testigo luminoso de advertencia ESP se comunica el estado momentáneo del ESP al conductor.

Existen las siguientes indicaciones:

- El testigo luminoso de advertencia ESP parpadea
 - El ESP regula en este instante
 - El ESP está desconectado y al menos una rueda presenta resbalamiento
- El testigo luminoso de advertencia ESP está encendido
 - El ESP está desconectado y ninguna rueda presenta resbalamiento
 - El ESP se encuentra fuera de funcionamiento (avería), en el visualizador multifuncional se emite el mensaje de texto correspondiente.

- **Función ESP:**

- El principio de funcionamiento consiste en comparar la trayectoria teórica, definida por el conductor, con la trayectoria real.
- El resultado de la comparación es la **desviación** del vehículo. Con este dato, la unidad de control reconoce la situación del vehículo y determina si es necesario o no activar la función ESP.
- La unidad calcula la **trayectoria teórica** mediante el ángulo de dirección y la velocidad de las ruedas.

- Para calcular el **comportamiento efectivo** necesita saber la velocidad de viraje, la velocidad de las ruedas y la aceleración transversal.
- La actuación de la función ESP modifica los **pares de viraje** entorno al eje geométrico vertical mediante el **frenado selectivo** de alguna de las ruedas para mantener la trayectoria teórica (la deseada por el conductor).

[-Ver Video funciones](#)

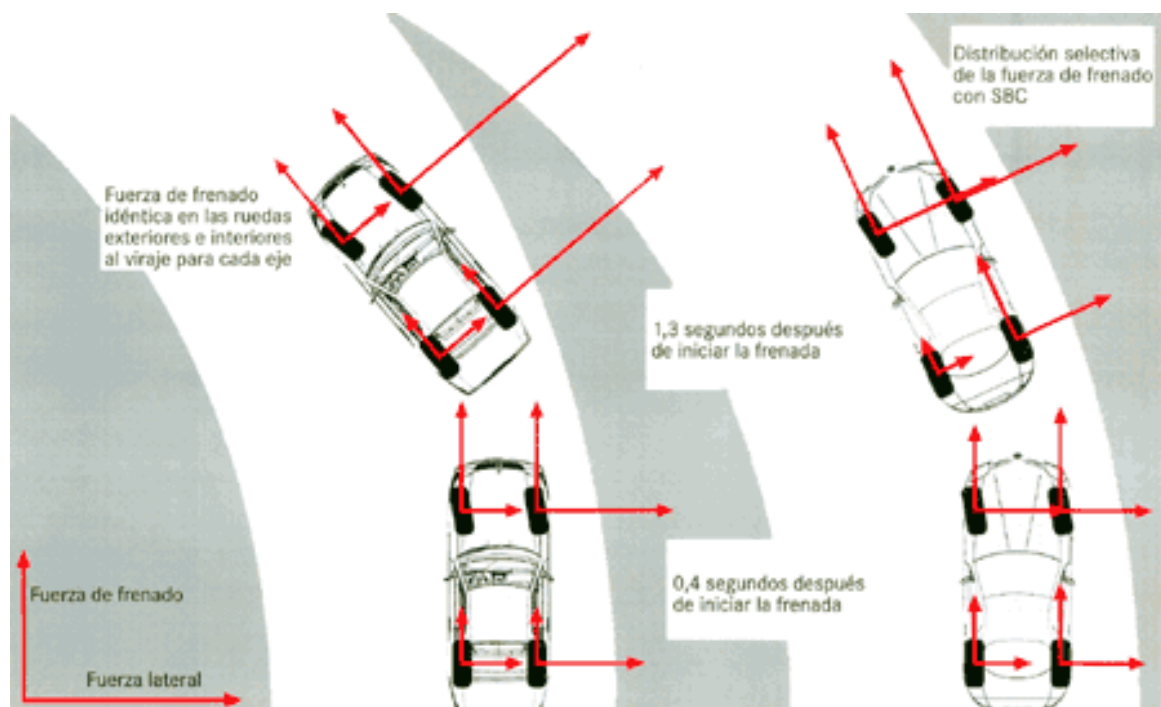
[Video 2](#)

[-Diferencias de ESP](#)

[Video 2](#)

- En el año 2001 se instala el sistema (SBC) que engloba un conjunto de sistemas anteriores complementándolos con sensores que registran el deseo del conductor (pisar freno, acelerar, zona de curvas, etc)

SENSOTRONIC BRAKE CONTROL (SBC)



Frenado Sensotronic

Los frenos del futuro Frenado Selectivo Sensotronic (SBC) es el nombre del innovador sistema de frenos controlado electrónicamente que Mercedes-Benz incorpora en sus modelos. Como continuación a las ya conocidas innovaciones introducidas por Mercedes, tales como el ABS, el ASR, el ESP y el servofreno de emergencia (BAS), este nuevo sistema de frenado está llamado a convertirse en una referencia en el apartado frenos.

Con el Frenado Selectivo Sensotronic (SBC), las actuaciones del conductor sobre el pedal del freno son convertidas en impulsos eléctricos que son conducidos a un microprocesador donde, en combinación con las señales emitidas simultáneamente por varios sensores, y dependiendo de la situación de conducción en ese momento, se calcula la presión óptima de frenado para cada rueda. El resultado es una aún mayor seguridad activa a la hora de frenar en curvas o en calzadas resbaladizas. Un depósito de alta presión y válvulas controladas electrónicamente se encargan de que la máxima presión de frenado pueda estar disponible mucho antes.

En el **Frenado Selectivo Sensotronic** de Mercedes -Benz un elevado número de componentes mecánicos se sustituye por componentes eléctricos. En el futuro, el servofreno convencional ya no será necesario. En su lugar, los sensores medirán la presión dentro del cilindro principal así como la rapidez con la que se pisa el pedal del freno y pasarán esta información al procesador del **SBC** en forma de impulsos eléctricos. Este procesador también recibe información de otros sistemas de ayuda, por ejemplo, del ABS conoce la velocidad de giro de las ruedas, mientras que del ESP recopila datos del ángulo girado por el volante, tipo de movimiento de giro del coche así como de la aceleración transversal, y por supuesto la unidad de control de la transmisión envía datos sobre la velocidad y aceleración del vehículo. Con todos estos datos, el procesador determina y aplica la presión de frenado que debe llegar a cada rueda. La propiedad que tiene el SBC de reconocer instantáneamente las intenciones de frenado del conductor y aplicar las fuerzas de frenado de manera óptima en cada rueda en función de la situación, se traduce en una reducción de la distancia de frenado de un 3 por ciento cuando se circula a 120 Km. /h.

Frenado en curva: mayor seguridad gracias a la distribución variable de la fuerza de frenado.

Incluso al frenar en curva, el **SBC** 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.

Mientras que en los sistemas convencionales de frenado la presión que actúa sobre los frenos de las ruedas exteriores es igual a la de las ruedas interiores, para cada eje, el **SBC** asigna presiones de frenado de manera conveniente en cada rueda. DE ahí que el **SBC** aumente automáticamente la fuerza de frenado en las ruedas exteriores al viraje, dado que éstas soportan mayores fuerzas verticales y pueden, en consecuencia, transferir mayores fuerzas de frenado. Simultáneamente, reducirá la fuerza de frenado en las ruedas interiores para contrarrestar las elevadas fuerzas necesarias para permanecer en la trayectoria. El resultado es un comportamiento de frenado más estable unido a unos valores de deceleración óptimos.

Ventajas adicionales del SBC

El **SBC** de Mercedes-Benz presenta una serie de ventajas adicionales que redundan en un aumento de la seguridad de la marcha y también en un mayor confort para el conductor. Entre ellas cabe señalar la función:

Frenos Secos. Cuando la calzada está mojada, el **SBC** manda impulsos eléctricos al microprocesador, que oprime durante brevísimos instantes las pastillas de los frenos sobre los discos a intervalos regulares. De esta forma se elimina la película de agua sobre el disco y el frenado es más efectivo. La función se activa en cuanto el limpiaparabrisas se conecta.

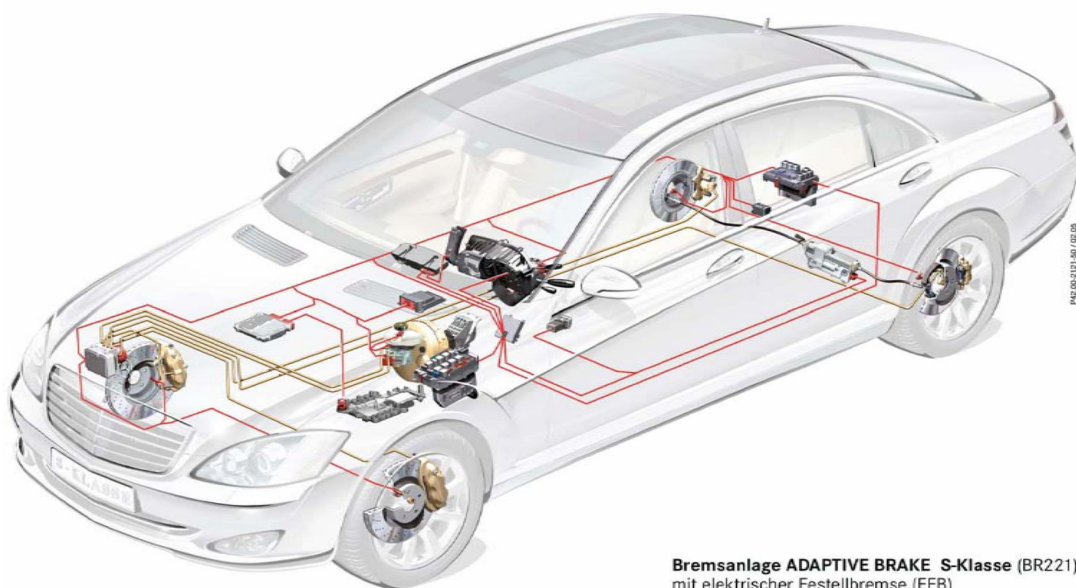
El frenado Selectivo Sensotronic incorpora también las función denominadas:

Ayuda en Tráfico Lento, que se activa con el mando del control de velocidad. La ventaja de esta función consiste en que al circular en tráfico congestionado, con frecuentes detenciones, el conductor puede prescindir de pisar el freno, ya que al levantar el pie del pedal del acelerador, el vehículo reducirá la velocidad frenando a una tasa de deceleración constante y predeterminada hasta detenerse, o hasta que se vuelva a pisar el acelerador. Esta función solo es operativa a velocidades inferiores a 60 Km. /h y se desactiva automáticamente por encima de ese valor. La Ayuda en tráfico lento está concebida para disminuir la fatiga del conductor y aumentar con ello la seguridad en atascos.

Ayuda a la Arrancada, en pendientes y cuestas, la función 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.

-Por último en el año 2005 se utilizan las siglas (ABR) Adaptive Brake, que son la denominación de un conjunto de subsistemas añadidos a todos los sistemas anteriormente citados.

- ADAPTIVE BRAKE (ABR)



Bremsanlage ADAPTIVE BRAKE S-Klasse (BR221)
mit elektrischer Feststellbremse (EFB)

Citaremos varios subsistemas y sus funciones:

- Llenado previo.-

La función “llenado previo” aproxima las pastillas de freno a los discos, en caso de retirar bruscamente el pedal acelerador, acortando así el tiempo de respuesta en los frenos.

- Airgap.-

En recorridos rápidos/dinámicos (curvas) disponibilidad del sistema de frenos con más rapidez ante posibles intervenciones para mantener la estabilidad.

- BAS PLUS.-

Aumenta junto al **Distronic Plus**, al detectar un obstáculo, la presión de frenado para detener en lo posible al vehículo delante del obstáculo.

- Estabilización del remolque (TSA).-

Esta función reduce las oscilaciones del conjunto vehículo/remolque para estabilizar la marcha.

- HOLD.-

La función Hold descarga al conductor en los tiempos de espera por tráfico, al maniobrar para estacionar y al iniciar la marcha.

- Avisador de pérdida de presión de los neumáticos.-

El avisador detecta una pérdida evidente de presión en un neumático, e indica un mensaje de advertencia en el cuadro de instrumentos.

- Luz de freno adaptativa.-

Advierte a los conductores, de una fuerte deceleración, a través de una luz de frenos intermitente.

[Mercedes y su nueva ayuda a la conducción](#)

-BLIND SPOT ASSIST (algo así como *Asistencia del Punto Ciego*)

El sistema emplea 6 sensores de radar en la parte delantera y trasera del vehículo para detectar cualquier cosa que pudiera causar un potencial accidente en caso de cambio de carril. Esto también incluye la monitorización del punto ciego, que normalmente no es visible por el conductor.

El sistema se suma a la creciente lista de dispositivos de radar de Mercedes-Benz pensados para incrementar la seguridad. Entre ellos se encuentran:

- PRE-SAFE (sistema de anticipación de colisiones)

La función del freno PRE-SAFE forma parte del equipamiento opcional Distronic PLUS. Este se puede conectar o desconectar en el cuadro de instrumentos mediante el menú de sistemas de asistencia. En caso de amenaza de peligro de colisión permanente, se activa adicionalmente un frenado parcial autónomo del vehículo para la advertencia óptica y acústica.

Con los datos combinados del radar de largo y corto alcance se determina durante la marcha el potencial de peligro para una colisión por alcance. Si se reconoce una situación como crítica, primero se emite una advertencia de colisión óptica (indicación de un triángulo rojo en el cuadro de instrumentos (A1)) y acústica. Si el conductor no reacciona suficientemente, el vehículo desacelera (frenado parcial autónomo). De esta forma, en caso de choque se reduce una parte de la energía de choque.

[-Ver video](#)

- DISTRONIC PLUS (detector de proximidad de la velocidad de cruce)

[-Ver Imagen\(sist.Distronic Plus\)](#)

El sistema advierte a los conductores cuando estos mantienen muy poca distancia con el vehículo que tienen delante además de prestar apoyo en caso de frenada de emergencia. El Distronic Plus es un sistema de proximidad que permite fijar la distancia de seguridad que queremos tener con el coche que nos antecede, si esta distancia disminuye, el conductor es advertido por el sistema y si la distancia disminuyera

demasiado rápido entraría en funcionamiento inmediatamente el sistema Brake Assist Plus.

Resumen de subsistemas con intervención en frenos de DISTRONIC PLUS

NOMBRE	FUNCIÓN
Tempomat (TPM)	La velocidad prefijada se mantiene por gestiones de motor y frenos.
Limitador variable de velocidad	Al aproximarse el vehículo a la velocidad ajustada, este se mantiene por gestiones de motor y frenos
Limitador de velocidad máxima	Al aproximarse a la velocidad máx. ajustada, se realiza una intervención en motor y frenos
Distronic	Funciona como un (TPM)
Distronic Plus	Tiene más funciones de valor añadido que el Disticronic.
Detector de distancia (AWS)	Activación de advertencia cuando se precise una deceleración (- de 6m/sg) para evitar una colisión.
BAS PLUS	A través de los valores que procesa la unidad de control de sensores de radar, se evalúa el potencial inminente de un alcance. BAS PLUS se activa en caso de distancia crítica hacia un objeto estando pisando el freno. En caso necesario se amplifica la frenada hasta la parada del vehículo.

PROGRAMADOR DE VELOCIDAD ACTIVO

Un programador de velocidad es activo cuando, además de mantener una velocidad constante, es capaz de disminuirla para mantener también constante una distancia determinada con relación al vehículo precedente. Su denominación comercial más extendida es ACC (Adaptative Cruise Control).

Consta de uno o varios sensores situados en la parte frontal del vehículo, una centralita electrónica encargada de regular el funcionamiento del sistema e integrada en la red electrónica del vehículo y de un sistema de control e información al conductor.

El sensor controla el área frente al vehículo. Si no detecta ningún obstáculo, el coche mantiene la velocidad seleccionada como en un programador de velocidad no activo. En caso de encontrarse con otro vehículo en su trayectoria, el sensor detecta su presencia y calcula la velocidad relativa del mismo y la distancia a la que se encuentra (hasta unos 150 metros). La centralita entonces decide si es preciso actuar sobre los frenos de cara a mantener una distancia de seguridad constante. Cuando desaparece el vehículo de la zona de detección, la centralita envía la orden de volver a acelerar hasta alcanzar nuevamente la velocidad preseleccionada.

La primera generación de este sistema suele funcionar a velocidades de entre 30 y 180 km/h. En una segunda generación, el sistema puede detener completamente el coche y seguir funcionando hasta 200 km/h. Esta segunda generación puede disponer, además de un sensor de largo alcance común con el otro sistema, de una serie de sensores de corto alcance.

En todo momento, la frenada máxima dista mucho de las posibilidades reales de deceleración del vehículo (entre 2 y 3 m/s²). El conductor puede escoger entre tres distancias de seguridad en tiempo, que suelen ser de un segundo en su umbral inferior (algo más de 33 metros a 120 km/h). Los sensores utilizados en la actualidad pueden ser de dos tipos: sensores radar o sensores láser. Los primeros funcionan mejor en condiciones de visibilidad adversa, como puede ser niebla o lluvia intensa, además de obtener medidas más precisas de velocidad relativa del obstáculo. Los sensores láser presentan la ventaja de su inferior precio.