

**CONCURSO JÓVENES TECNICOS EN
AUTOMOCIÓN CAMPEONATO
REGIONAL COMUNIDAD DE MADRID
SPAINSKILLS 2009**



Nombre del Centro Educativo: IES Felipe Trigo

Nombre de usuario del instituto: 300trigo

Perfil: Electromecánica de vehículos (Tecnología)

Letra del equipo: B

Trabajo realizado: Nuevas generaciones en los sistemas de frenado de los turismos

Nombre y apellidos del alumno 1: Iván García García - Risco

Nombre y apellidos del alumno 2: Pablo Marín López

Nombre y apellidos del profesor tutor: Tomás Santos Delgado

INDICE

⇒ ***Frenos TBD (Twin Brake Disc)***

⇒ ***Frenos perimetrales***

⇒ ***Frenos eléctricos***

⇒ ***Frenos Carbono-Cerámicos***

⇒ ***SBC (Sensotronic Brake Control)***

Frenos TBD (Twin Brake Disc)

La empresa española con sede en Tarragona, IFR Automotive ha presentado mundialmente su nuevo sistema de frenos, el cual ha sido estrenado en el IFR, un deportivo biplaza de altas prestaciones, concebido para disfrutar de la conducción.

El sistema TBD es un innovador sistema de frenos, el cual como su nombre indica, este es un sistema de frenos ligero, de acero inoxidable que se compone de dos discos, cada uno ranurado en forma de turbina de aire para conseguir la máxima refrigeración y eficacia de frenado.



La característica principal de este diseño es que el calor generado en la frenada se disipa muy rápidamente y no se acumula en el disco, lo que permite la utilización de discos con un grosor muy pequeño en comparación con los discos normales. El resultado es un ahorro de peso de más del 70% en comparación con los de freno convencionales.



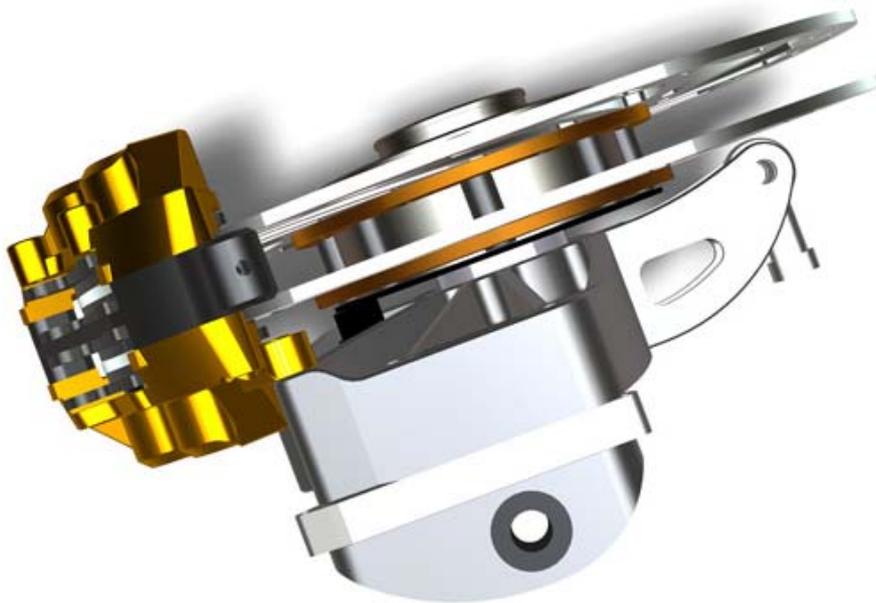
Este sistema cuenta con dos discos por rueda lo que hace que la eficacia de frenado sea mayor, y a su vez se reduce espacio y peso. Este tipo de frenos centra las masas, lo que provoca que tengamos un menor peso en el sistema de frenado y a su vez reducimos el peso del vehículo.

Un menor peso del vehículo reduce las inercias en las curvas, y a su vez se aprovecha mejor el rendimiento del motor, cosa fundamental en un deportivo para uso deportivo y en circuito.



Las principales ventajas de este sistema son:

- La refrigeración producida por el paso del aire es máxima, y por lo tanto la eficacia de frenado también es máxima.
- Mejora de la seguridad activa del vehículo ya que el sistema de frenos es más eficaz.
- Más tracción de la rueda en contacto con la carretera.
- Mejora del confort.
- Menor consumo de combustible y menos emisiones, debido a su diseño ultra-ligero.
- Al tener una sensación más real y necesitar un menor esfuerzo, no es necesario un servo-freno, por lo que con esto también se consigue una reducción del peso.
- La durabilidad de los discos y pastillas de freno se ve aumentada en gran medida.



Estos discos están fabricados en una aleación de acero y carbono, lo que les proporciona una gran efectividad y rendimiento, en cualquier situación.

Los discos de este sistema pueden ser de dos tipos:

- **Fijos**

Los discos van unidos por tornillos directamente al cuerpo de la rueda. Se fabrican en una sola pieza, por lo que no existe flexión entre la zona que fija el disco a la llanta.

- **Flotantes**

Este tipo de discos son denominados así por componerse de varios elementos unidos de forma elástica, lo que permite el movimiento entre la zona de fijación a la rueda y la zona de rozamiento propiamente dicha.

La pista de frenado

La pista de frenado es la zona donde se aplica la presión ejercida por las pastillas. Se fabrican en distintos materiales, principalmente acero o aleación de acero y carbono, sometida a diversos procesos para darle las propiedades necesarias de rigidez, dureza y porosidad. Para conseguir una buena relación entre eficacia de frenada y desgaste.



Frenos perimetrales

Perimetrales en turismos

Hay soluciones técnicas que podemos ver en grandes citas internacionales en las que nos muestran las últimas novedades en sistemas de frenos, en esta ocasión nos tenemos que situar en el salón de Detroit de este 2009 en el que pudimos ver un prototipo fabricado por la marca Lincoln en la que los frenos eran unos discos perimetrales montados en el interior de la llanta, el modelo encargado de llevar esta joya de altas prestaciones en lo que a frenos se refiere no era otro que el nuevo Concept C de la anteriormente mencionada marca Lincoln.



La idea, como se ve en la imagen, es colocar el disco, el cual esta fabricado en una aleación de acero y carbono estratégicamente mezclados para conseguir un alto rendimiento. Anclado a la llanta el disco, la pinza de freno al “morder” desde dentro permite usar mayores diámetros para los citados discos, con lo que el par de frenado es mayor, lo cual a su vez redunda en la necesidad de pinzas de freno mas pequeñas, ligeras y baratas. Al mismo tiempo, la mayor superficie del disco permite refrigerarse mejor, y el tacto a la hora de pisar el pedal es más positivo.

Esta idea se aplica desde hace un tiempo en las motocicletas de la marca Buell, por su efectividad pero también como mejora estética.



Pero incluye un pequeño problema; y es que cuando toca cambiar la rueda, al sacar la llanta nos llevamos el disco con nosotros, con lo que todo se complica para un simple cambio de neumáticos o de un pinchazo cuando se trate de este. Pero sin embargo algo notable es la mejora en comportamiento y eficiencia del sistema frente a los convencionales hidráulicos.

Pero como ya hemos mencionado antes los frenos perimetrales son frenos de disco que no van sujetos al buje de la rueda, sino que van sujetos al exterior de la llanta (en su perímetro). Con ello se consigue que los radios de la llanta soporten menos esfuerzo, lo que permite una construcción mas ligera de los discos reduciendo de esta manera el peso de la rueda y por lo tanto, una reducción de la masa suspendida del móvil, es decir, reducimos la masa en las partes suspendidas.

Especificaciones y características

Los discos de freno se caracterizan por su excelente calidad. Todos los **discos** están cortados a láser y hechos de un material **carbono/acero inoxidable 420**, tratamiento de PRE-calentamiento y acabado de doble disco para asegurar una forma paralela y perfecta. Utiliza la tecnología más avanzada disponible para fabricar los discos.

El compuesto de acero inoxidable de **420** es único en la línea de productos, hecho específicamente para resolver cualquier requisito técnico.



Diferentes tipos de discos de freno, algunos fabricados de acero macizo otros tienen la superficie rayada o tienen agujeros que los atraviesan. Estos últimos, denominados discos ventilados, tienen mayor disipación de calor. Los agujeros se encargan también de evacuar el agua de la superficie de frenado. Las ranuras sirven para eliminar con más facilidad el residuo de las pastillas de freno. Hay algunos discos de freno que están tanto perforados como rayados.

Gracias a su composición en carbono, hacen que estos discos tengan un alto nivel de fricción, una buena disipación de calor y la acción de limpieza, al refrigerarse él mismo mientras rota. Diseñados para carreras de velocidad, dando muy buenos resultados tanto en circuitos como en la calle.

La última tendencia son los de forma de “flor”, fabricados con acero inoxidable y carbono especial para frenos.



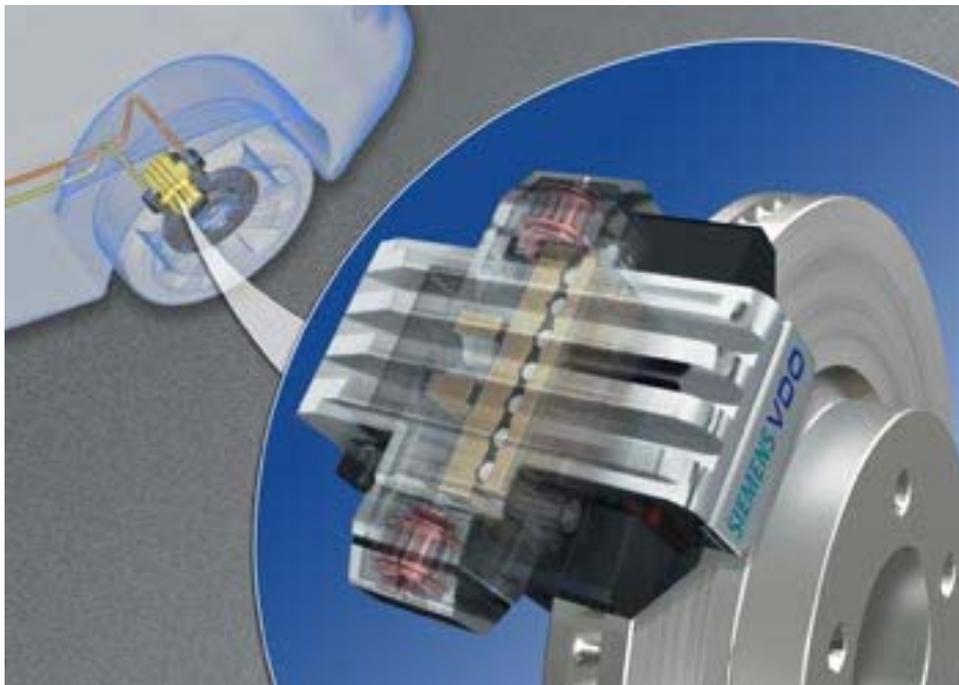
Algunos discos presentan muchas ranuras y agujeros y tienen una forma parecida a la de una flor, con esto lo que se pretende es reducir la temperatura de trabajo, lograr una mayor disipación del calor, mayor limpieza al eliminar más rápidamente las partículas de polvo que se acumulan entre el disco y la pastilla, menor tendencia a la deformación aparte de un menor peso y una estética atractiva. De hecho estas son las variables con las que están trabajando los fabricantes.

Frenos eléctricos

El sueño actual de los ingenieros de automóviles es reemplazar los frenos hidráulicos por eléctricos. La tecnología para que ello ocurra ya está disponible, hay que esperar la homologación por parte de las autoridades para que comiencen a ser aplicados en los modelos de serie. Pero hay excepciones, por ejemplo, con el freno de estacionamiento y también en los autos eléctricos.

A pesar de que los técnicos desean introducir los frenos eléctricos en los modelos de las próximas generaciones, no son nada nuevo, por lo menos en lo que se refiere al uso de la electricidad para tratar de frenar los vehículos.

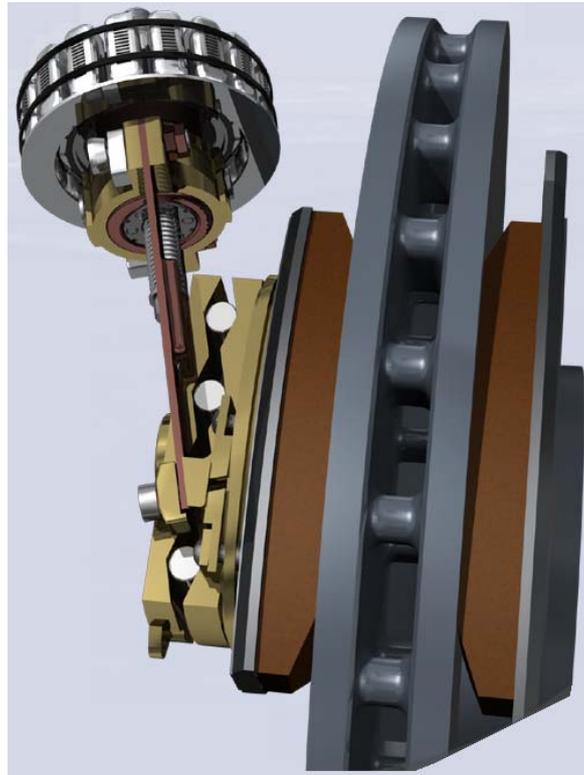
Siemens VDO pretende revolucionar la tecnología del sistema de frenado para turismos con el EWB (Electronic Wedge Brake). Comparado con los frenos hidráulicos actuales, este sistema es más eficiente, responde con mayor rapidez, requiere mucha menos energía, reduce el peso del vehículo y ahorra espacio.



El freno electrónico funciona con un principio similar al utilizado en los frenos de los carruajes de tracción animal, en los que se empleaba una cuña para detener la rueda. Sin embargo, el EWB se basa en una sofisticada tecnología de sensores y en la electrónica para evitar que los frenos se bloqueen y así, garantizar un frenado eficiente y controlado. Esta cuña utiliza la energía cinética del vehículo transformándola en energía de frenado.

De esta manera, el EWB se refuerza a sí mismo y sólo necesita una décima parte de la energía impulsora que requieren los sistemas de frenado hidráulico actuales. Debido a su mayor rendimiento, sus dimensiones también serán menores, lo que reducirá el peso total del vehículo, y podrá prescindir de las tuberías de freno, del servomotor y del depósito de líquido de frenos. Esto liberará un volumen de cerca de 22 litros en el compartimiento del motor y dará mayor libertad a los diseñadores del vehículo.

Imagen del sistema.



Asimismo, el software integrado en el sistema EWB reemplazará a los sistemas de frenado antibloqueo (ABS), y a los programas de estabilidad electrónicos menos comunes, que permita que el EWB sea más rápido que los sistemas ABS a la hora de reaccionar. Y es que mientras que el ABS convencional tarda entre 140 y 170 milisegundos en generar la máxima potencia de frenado, el EWB necesita tan solo alrededor de 100 milisegundos, reduciendo así la distancia de frenado. Esto también significa que el freno en forma de cuña desempeñará un papel importante al hacer posible que los conductores controlen el vehículo en situaciones difíciles.

Todo esto de la siguiente manera, cuando producimos una frenada, un motor eléctrico de 12 V. presiona la cuña conectada a la zapata del freno. La rotación de la rueda y la fricción que resulta refuerzan automáticamente el efecto de la cuña. Así, conseguimos frenar con más potencia con el mínimo esfuerzo. Este sistema tiene unos beneficios como son el incremento de la seguridad, reducción de costes y fácil mantenimiento, para que os hagáis una idea, se realizó una prueba de este sistema de frenos de tipo cuña, sobre terreno nevado y helado para comprobar la respuesta de un sistema frente a otro en igualdad de condiciones.

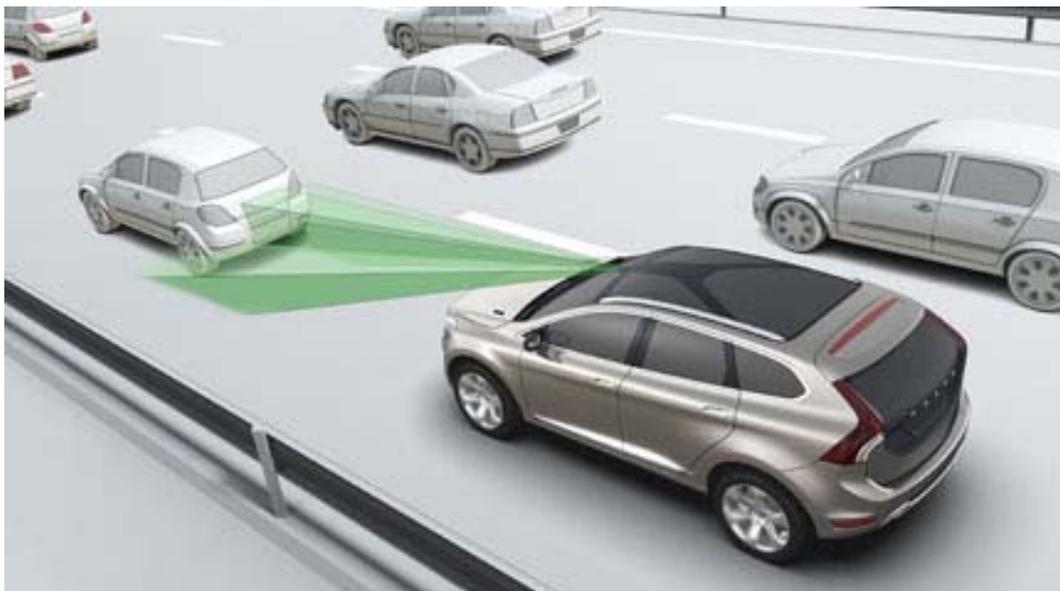
El resultado fue que los frenos convencionales de sistema de accionamiento hidráulico frenó en una distancia de 75 metros a una velocidad de 80 Km. / hora. En cambio el sistema de frenado eléctrico mediante cuña demostró que fue capaz de detener el vehículo en las mismas condiciones que su rival, pero en una distancia de tan solo 65 metros.

Este tipo de frenos electrónicos de cuña se prevé que se incorporen a la producción de coches en el 2010, debemos destacar que es una innovadora idea de la multinacional Siemens. Por otro lado, Continental, quiere desarrollar estos frenos de forma que proporcionen útiles funciones al momento de frenar, indicó el director de la línea de producción de frenos electrónicos.

El vehículo que lleve ese tipo de freno se equipará con sensores, ya que la nueva generación de frenos electrónicos registra todo lo que ocurre en el automóvil, ya que cuenta con un procesador que evalúa constantemente los datos que proceden del motor y tienen también nuevos sensores.

También encontraremos que el freno de mano electrónico detendrá el auto de forma automática cuando este llegue demasiado cerca en el momento de estacionar, ya que va equipado con sensores como anteriormente hemos comentado.

Otra función capaz de realizar este sistema es que es capaz de avisar al conductor cuando se acerque demasiado a otro vehículo en el tráfico (atascos, semáforos, retenciones), y si después de tres señales acústicas emitidas por el vehículo para el conductor, luminosas también acompañando las acústicas, no se produce una reducción de la velocidad, el freno de mano entra en acción y detiene el vehículo de forma suave evitando el golpe y sin ser brusco en su total efectividad. Es un gran avance en seguridad activa del vehículo.



El vehículo en esa situación se mantendrá parado ya que este sistema permite que no tengamos que mantener el pedal pisado para que el vehículo no se mueva, ya que el se encarga de dejarlo inmóvil. De tal manera que cuando el conductor vuelve a pisar el acelerador el sistema se desconecta, produciendo la puesta en marcha del vehículo hasta la próxima detención.

A continuación pasaremos a ver diferentes campos en los que ya tenemos un sistema de frenos eléctrico o de accionamiento electrónico.

- **Frenos en coches eléctricos**

Los automóviles de tracción eléctrica “pura”, es decir que no son de impulsión híbrida también presentan un efecto frenante eléctrico porque los motores de tracción se convierten en generadores al aplicar el pedal, y esto ayuda a la desaceleración del vehículo y actúa como complemento de los frenos convencionales hidráulicos.

Hay un modelo de automóvil eléctrico muy novedoso y moderno, el EV-1 de General Motors, que trae frenos exclusivamente eléctricos en el eje trasero y es un vehículo fabricado en pequeñas series pero que está homologado por las autoridades pertinentes de los Estados Unidos. O sea que podemos encontrar un EV-1 en cualquier calle, avenida o autopista de los Estados Unidos. El EV-1 trae frenos hidráulicos en el eje delantero, porque todavía ningún país homologó los frenos eléctricos para las cuatro ruedas.

- **La parte de las ruedas**

Los frenos de ruedas pueden ser puramente eléctricos o bien electro-hidráulicos. En el primer caso, un pequeño motor hace mover un mecanismo de tornillo o de bolitas para que las pastillas se apliquen contra el disco de freno. En el segundo caso el acumulador de fluido de frenos es presurizado mediante una bomba accionada por un motor eléctrico. Además, un grupo de válvulas solenoide controlan el caudal de fluido a presión que llega a cada pinza de freno de las ruedas. Este sistema se asemeja mucho al de los frenos antibloqueo ABS, pero al parecer los fabricantes se inclinan para los modelos de las próximas generaciones, hacia los sistemas enteramente eléctricos.

- **Freno de mano eléctrico**

Para el llamado "freno de mano" o de estacionamiento, ya se aplican y están aprobados por las autoridades, frenos de accionamiento enteramente eléctrico o electro-hidráulico, que se pueden ver, en modelos de lujo importados, BMW, Mercedes Benz, Jaguar y Rolls-Royce.

Actúan, sobre una mordaza adicional, incluso a través de cables de acero Bowden: en los frenos de estacionamiento eléctricos, un actuador central con un control electrónico integrado actúa a través de los citados cables Bowden, sobre las pastillas de la mordaza.



El conductor sólo tiene que apretar un botón en el tablero para accionar el freno de estacionamiento. En el BMW Serie 7 y en el nuevo Z4, apretando dicho botón, se aplican los frenos electro-hidráulicos en las cuatro ruedas.

Sin embargo, la mayor utilidad del freno de estacionamiento de mando eléctrico de BMW, posiblemente sea la función de retención automática "Automatic Hold", que activa hidráulicamente al freno hasta que el auto está totalmente detenido. Significa, por ejemplo, que el conductor no tiene que mantener el pie sobre el pedal de freno si se encuentra esperando delante de un semáforo o si se detiene subiendo una cuesta, en estas circunstancias le basta con activar la función "Automatic Hold" utilizando las teclas ubicadas en el volante multifunción.



Frenos Carbono-Cerámicos

Porsche Ceramic Composite Brake (PCCB)

Este desarrollo es del fabricante de automóviles Porsche, que ya está montándolos, como equipo opcional. Los frenos cerámicos se denominan Porsche Ceramic Composite Brake (PCCB), que básicamente consiste en unos discos cerámicos dotados de conductos de autoventilación. El uso de este material ofrece una capacidad y una eficacia mayores.



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

El sistema PCCB proporciona una frenada más efectiva con un coeficiente de fricción más alto, una ventaja en caso de una frenada de emergencia, durante la cual no es necesario ejercer una mayor presión sobre el pedal del freno, ni requiere de ningún sistema de asistencia para lograr la máxima presión en fracciones de segundo. Esta eficiencia evita los riesgos que se producen al efectuar una frenada a fondo con el sistema convencional.

Uno de los mayores enemigos que confrontan los frenos es la alta temperatura, lo cual no afecta a los frenos PCCB. Esta condición marca una diferencia notoria con los frenos convencionales, cuya efectividad disminuye a medida que aumenta la temperatura de los discos, lo cual debe ser compensado con una mayor presión sobre el pedal.

Prueba de resistencia al fading.



Los discos cerámicos llegan a alcanzar temperaturas de hasta 800 grados, pero el calor se soporta sin mayores fatigas, pues los discos se “hornean” a más de 1.700 grados. Bajo estas condiciones los discos de fundición se dilatan y su superficie se ondula, impidiendo que las pastillas de freno se apoyen completamente sobre la superficie de los discos, provocando vibraciones en el volante, lo cual reduce el confort durante el manejo, pues las vibraciones se extiende hasta el tren delantero, provocando una sensación de desequilibrio. Así mismo, los discos cerámicos soportan tan altas temperaturas debido al bajo peso de su material, que dispersa de un modo más eficaz el calor acumulado, y a los conductos de autoventilación envolventes de máxima eficacia en la ventilación interior, que es reforzada en

las superficies de roce con la incorporación de taladros transversales, con lo cual se asegura un frenado más eficiente sobre pavimentos mojados que con los frenos convencionales, lo que se debe en parte a la alta densidad del compuesto de fibra orgánica, que no absorben tanta humedad como los sistemas convencionales. Porsche aplica en el sistema de frenos cerámicos el mismo diseño, más evolucionado, de los discos metálicos perforados.

En las ruedas delanteras los frenos tienen pinzas de seis cilindros y en las traseras la ya clásica disposición de cuatro pistones, los cuales son de diferentes diámetros para compensar el desgaste oblicuo. Una pieza termoaislante, cuyo factor de aislamiento es 2.5 veces más alto que el del titanio – utilizado en los monoplazas de Fórmula 1 – ubicada entre las pastillas y los cilindros de cada pinza, evita que las altas temperaturas lleguen hasta el líquido de frenos.

Las pinzas de aluminio utilizan el tradicional diseño “monoblock” de Porsche, con las pastillas montadas con pernos para prevenir la corrosión y la línea de conexión montada en el exterior para mantener el líquido de frenos a la temperatura adecuada.

Pese a que los discos cerámicos utilizados en el sistema de frenos son mas grandes que los de fundición, pesan 50% menos, debido a la menor densidad del material.

El proceso de fabricación de estos discos comienza con una mezcla en cantidades exactas de fibra de carbono y polímeros líquidos, entre ellos resinas, que forman un compuesto similar



a un pegamento de fibra de carbono, que en moldes que ya tienen la forma de los discos incluyendo los circuitos de ventilación interiores, es sometida a una compresión térmica, que provoca el endurecimiento del polímero. Estos discos de fibra de carbono pasan a un horno de pirolisis, donde los componentes polímeros se transforman en carbono, durante esta cocción a más de 1.000 grados en una atmósfera de nitrógeno. Así se obtienen discos de fibra de carbono similares a los usados en la Fórmula 1.

Estos discos son inmunes a la corrosión, por lo cual los componentes metálicos que incorpora Porsche en este sistema de frenos son de acero inoxidable. Con una duración que se estima supera los trescientos mil kilómetros.

La dureza de estos discos llega a ser casi tan duro como el diamante, lo que le proporciona una gran resistencia a los impactos.

Audi Ceramic Brake System

Audi también ofrece la posibilidad de montar como opción en sus coches de altas prestaciones la posibilidad de montar disco carbono-cerámicos. Estos frenos no sólo duran aproximadamente unas cuatro veces más que unos discos convencionales, sino que también tienen unas elevadas prestaciones de frenada, ya que su eficiencia es muy elevada, por lo que pueden circular en conducción deportiva al límite y seguir proporcionando un alto rendimiento gracias también a su gran resistencia la fading, lo que se traduce en que tras frenadas reiteradas no disminuyen las prestaciones de frenada.

Los discos de freno cerámicos de Audi están realizados en una cerámica reforzada con fibra de carbono. La materia prima utilizada para crear este compuesto es el carburo de silicio (composite cerámico), extremadamente duro y resistente a la abrasión. En éste están integradas fibras de carbono altamente resistentes, las cuales absorben eficazmente las tensiones que se producen en el material. Este material dura hasta cuatro veces más que un disco de freno realizado en acero, lo que le permite resistir muchísimos más miles de kilómetros que los citados discos de acero.

La dureza extrema del composite cerámico también significa que los discos de freno son resistentes a las sales de calzada sólidas y líquidas, así como a la corrosión, a la oxidación y a los golpes.

Ejemplos de marcas y modelos en los que se usan discos Carbono-Cerámicos

En la actualidad la mayoría de marcas de automóviles que cuentan en su gama con deportivos de altas prestaciones tienen la posibilidad de equipar como opción en estos coches discos carbono-cerámicos, para aumentar las prestaciones y eficiencia de frenada. Algunos unos ejemplos ilustrados con fotos son los siguientes:

*** Audi R8 V10**



* *Ferrari F430 Scuderia*



* *Bugatti Veyron*



✧ *Lamborghini Gallardo LP 560-4*



✧ *Porsche 911 GT3 RS*



* *Chevrolet Corvette ZR1*

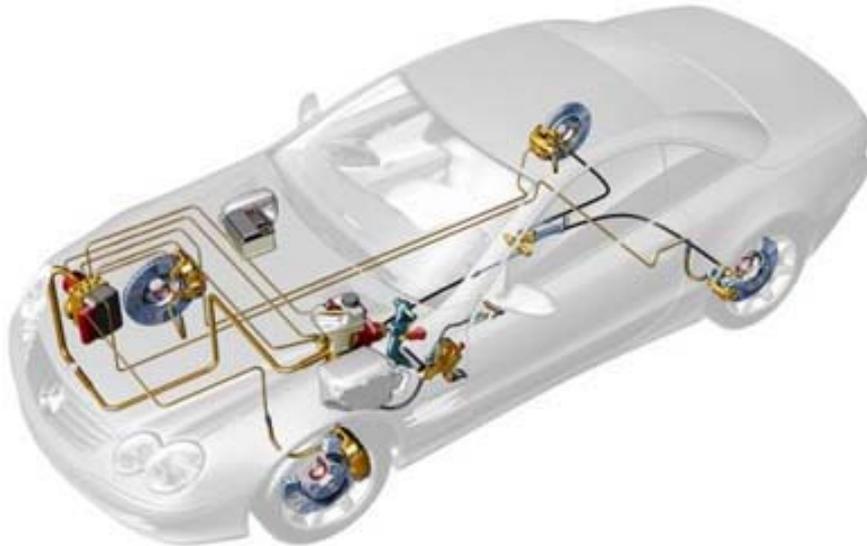


* *Mercedes McLaren SLR 722 Roadster*



SBC (Sensotronic Brake Control)

El SBC es un sistema de frenos desarrollado por Daimler-Chrysler y Bosch, el cual se montó por primera vez en el Mercedes SL. Este sistema se caracteriza por singularidad, en el cual el pedal de freno genera impulsos eléctricos, en lugar de presión hidráulica, que llegan a una centralita. Es esta centralita la encargada de hacer funcionar una bomba hidráulica que manda presión a cada una de las pinzas de freno, de manera independiente.



Funcionamiento

En servicio normal está interrumpida la comunicación hidráulica entre el pedal de freno y los frenos de rueda, mediante válvulas separadoras.

Contrariamente al sistema de frenos convencional, se produce así en cualquier intervención de los frenos, una regulación electrohidráulica.

El accionamiento del freno por parte del conductor genera impulsos electrónicos que se transmiten a la unidad de control SBC a través del sensor de recorrido del pedal. Las presiones de frenado calculadas se distribuyen individualmente a los distintos frenos de cada rueda, a través de la unidad hidráulica. La energía hidráulica necesaria para ello, se pone a disposición por medio de un acumulador de alta presión, que es abastecido con presión por una bomba de alta presión.

Elementos del SBC.



El sistema presenta las siguientes interrelaciones entre sistemas:

La unidad de control del ESP es de rango superior, es decir, controla en parte el funcionamiento de la unidad de control del SBC. Ambas unidades están comunicadas entre sí por medio de un CAN Bus propio. La unidad de control del SBC envía datos sobre el deseo de frenado del conductor y sobre las presiones en el sistema, la unidad de control del ESP recibe dichos datos y calcula las presiones teóricas necesitadas y se transmiten a la unidad de control del SBC. En la unidad de control del SBC se ajustan entonces las presiones para la regulación, y se retransmiten las presiones reales.

Ventajas del SBC

- Mejora de la dosificación de la presión de frenado necesaria, de forma más exacta y más rápida.
- Reduce el recorrido de detención del vehículo, especialmente en caso de un frenazo de emergencia (función BAS mejorada).
- Aumenta la seguridad activa de marcha, ya que los sistemas reguladores de la dinámica de conducción, ABS y BAS, así como ASR y ESP, se pueden aplicar de forma optimizada, mejorando su rendimiento.
- Produce una estabilización más rápida y confortable del vehículo en regulaciones en las que tengan que intervenir el sistema ASR o el sistema ESP.

- Procura un desgaste más uniforme de las pastillas de freno y un mejor comportamiento de respuesta del freno, mediante una distribución óptima de la fuerza de frenado entre el eje delantero y el eje trasero.
En el margen de frenado parcial y en un frenado a una velocidad reducida, se aprovecha la reserva de fuerza de frenado en el eje trasero por aumento de la parte correspondiente de la fuerza de frenado.
- Conduce a un comportamiento de frenado más estable con valores de deceleración óptimos en la circulación por curvas, mediante un desplazamiento de las fuerzas de frenado hacia las ruedas exteriores de la curva.
- No produce vibraciones sobre el pedal de freno en las intervenciones reguladoras del ABS.
- Ofrece funciones adicionales relevantes relacionadas con la seguridad, como son:
Frenado seco de los discos de freno con la calzada mojada.
Llenado previo

Funciones adicionales

- ***Llenado previo:*** Esta función, que permanece activa permanentemente, asiste la disponibilidad para el frenado, apoyando inmediata y brevemente las pastillas de freno (llenado previo) cuando se suelta rápidamente el pedal del acelerador, lo que disminuye el tiempo de aumento de presión del freno, y en funcionamiento normal, se acorta la distancia de parada.
- ***Frenado secante:*** Esta función de seguridad asiste la disponibilidad para el frenado cuando los discos están mojados, llevando a cabo un breve frenado secante, imperceptible por el conductor.
La humedad se detecta al conectar el limpiaparabrisas. La unidad de control SBC recibe, vía CAN bus, la información de la frecuencia del limpiaparabrisas. Dependiendo de la intensidad de la lluvia, el frenado secante tendrá lugar cada 7 o 14 minutos, siempre y cuando el conductor no haya frenado entre tanto.
- ***SBC Hold:*** Esta función impide que el vehículo ruede hacia atrás en una pendiente, o al detenerse durante un largo tiempo ante un semáforo, con lo cual se facilita el proceso de arranque.
En caso de de un “frenado excesivo”, cuando la deceleración calculada por la unidad de control del SBC, sobrepasa el margen prescrito, se ajusta una presión de frenado fija.
- ***SBC Stop:*** Cuando esta función está activada y se levanta el pie del pedal del acelerador, el vehículo reducirá la velocidad frenando a una tasa de deceleración constante hasta detenerse. Dado que la presión de frenado permanece constante incluso una vez detenido el vehículo, no es necesario que el conductor pise el pedal de freno para mantenerlo parado. El freno se anula en el instante en que el conductor vuelve a pisar el pedal del acelerador. Esta función facilita la conducción en atascos, al tener que solo actuar sobre el acelerador.

- **Softstop:** Cuando el vehículo circula a una velocidad inferior a 6 km/h, esta función atenúa el movimiento brusco que se produce al detenerse el vehículo. En caso de frenada de emergencia o de pisar el freno del freno completamente, esta función se desactiva para optimizar el recorrido de parada.

Funcionamiento del ESP

El sistema electrónico de estabilidad (ESP) es un sistema de seguridad activa para la mejora de la estabilidad del vehículo en todas las situaciones de conducción.

Trabaja mediante la intervención individual de los frenos en una o varias ruedas del eje delantero y/o trasero. El ESP estabiliza el vehículo en circulación por curvas, al frenar o al rodar sin tracción y lo mantiene seguro en la vía.

El ESP completa el sistema de antibloqueo (ABS), del sistema de tracción antideslizante (ASR) y la regulación del momento de retención del motor. Pero a su vez el ESP también influye sobre la gestión del motor y del cambio. El ESP contiene las siguientes relaciones de sistemas.

El ABS impide el bloqueo de las ruedas al frenar y conserva la maniobrabilidad y la estabilidad de marcha en la frenada del vehículo.

El ASR impedirá que las ruedas impulsoras patinen durante la marcha, consiguiendo una estabilidad de marcha mucho mejor y con una tracción elevada en toda la gama de velocidades.

El ESP impide el derrape al sobrevirar o subvirar el vehículo. Para ello se generan en las distintas ruedas las fuerzas de frenado concretas para la corrección del vehículo en dicha situación.

- **Relación entre sistemas**

El sistema electrónico del motor (ME). A través de este sistema se realiza una regulación del motor de la mariposa de estrangulación y del punto de encendido. Para el cálculo de la regulación del momento de impulsión ESP se evalúa el escalón de marcha del mando del cambio.

En el sistema electrónico ESP del circuito de regulación de frenado están incluidas las funciones ABS y ASR. Las regulaciones para el ABS, el ASR y el ESP se llevan a cabo en la unidad hidráulica SBC.

A través de una línea de datos Can tiene lugar un intercambio de datos entre la unidad de control ESP, la unidad del motor y la unidad de control del cambio. A través de otra línea de datos CAN, la unidad de control ESP se comunica con la unidad de control SBC.

- **Ventajas del sistema ESP**

Mejora la capacidad de arranque y de aceleración mediante una mayor tracción; especialmente en calzadas de distinta adherencia y en curvas. Incrementa la seguridad activa y dinámica de marcha, ya que solo una rueda que no patina hace posible una propulsión óptima sin pérdida de guiado lateral.

Adapta automáticamente el par motor a las respectivas posibilidades de transmisión de las ruedas a la calzada cuando el conductor da demasiado gas. Reduce el peligro de resbalamiento en todas las condiciones de la calzada mediante la estabilización al frenar, al acelerar, o al rodar uniformemente.

Mejora considerablemente la estabilidad de vía del vehículo en circulación por curvas. Acorta el recorrido de frenado en curvas o sobre calzadas de superficie resbaladiza. Una lámpara de advertencia destellante en el tacómetro señala al conductor la regulación del ABS o el ESP.

A través de un interruptor ESP OFF se puede desconectar el ESP y el ASR, se reconoce por la lámpara de advertencia encendida entonces permanentemente en el cuadro de instrumentos. En caso mucha nieve o con las cadenas antideslizantes colocadas se puede conseguir una mejor tracción.

- El ESP regula:
- En circulación por curvas subvirando o sobregirando.
- en caso de marcha rectilínea, cuando el vehículo se desvía de su curso por las condiciones irregulares de la calzada.

Para poder efectuar estas maniobras de regulación se precisa un sistema de sensores ampliado, adecuado para el ASR. Se distingue entre:

⇒ Sensores que identifican el deseo del conductor como por ejemplo:

- Sensor de ángulo de viraje.
- Posición del acelerador (elemento de regulación de la mariposa de estrangulación)

⇒ Sensores que miden el comportamiento real del vehículo, son los mencionados a continuación:

- Sensor de velocidad de giro.
- Sensor de aceleración transversal.
- Sensores de presión de frenado.
- Sensor de velocidad de giro de la rueda.

En la unidad de control ESP se registran y procesan las velocidades de giro de las ruedas, el ángulo de viraje, la velocidad de giro del vehículo, la aceleración transversal y la presión de frenado de las ruedas. Esta conectada a través de un bus de datos CAN con las unidades de control de la gestión del motor y del cambio. Esta conexión digital permite un rápido intercambio de datos entre la unidad de control ESP, la unidad de control del motor y la unidad de control del cambio.

La unidad de control ESP es suministrada constantemente con los datos actuales sobre el para motor, la posición del pedal del acelerador y la desmultiplicación del cambio. Mediante el sensor de velocidad de giro y el sensor de aceleración transversal se reconocen las fuerzas que quieren girar el vehículo alrededor del centro de gravedad.

Con el registro de valores se pueden calcular las fuerzas longitudinales y transversales en las ruedas. Si estos sobrepasan determinados umbrales de regulación, a través de la unidad de control SBC, la unidad de control ESP activa las respectivas válvulas de regulación para regular una presión de frenado definida concretamente en una o varias ruedas.

Simultáneamente se transmiten a través del bus de datos CAN órdenes a la unidad de control del motor y del cambio. En caso necesario, la unidad de control EGS impide el cambio a marcha inferior. La intervención selectiva y exactamente dosificada se realiza en muy pocas fracciones de segundo.

La intervención activa del freno y la reducción del par de tracción por el ESP proporcionan una estabilidad óptima del vehículo.