


**PERFIL ELECTROMECAÁNICA DE VEHICULOS - EQUIPO B**  
**NUEVAS GENERACIONES EN LOS SISTEMAS DE FRENADO**  
**DE LOS TURISMOS**



Alumnos: Cristian Ruíz Milla y Esteban Rojas de la Fuente  
Profesor: Javier Vidal Pastor  
Usuario Centro: 347Marxadella

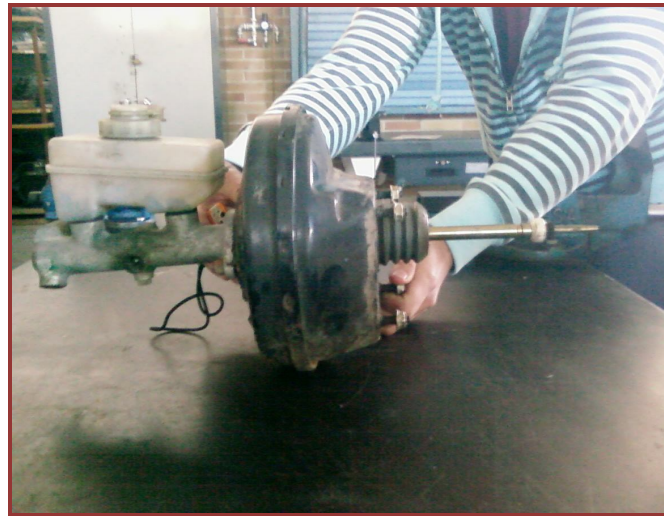
# Índice

<i>1.- Introducción a los frenos.....</i>	<i>3</i>
<i>2.- Sistema antibloqueo de rueda.....</i>	<i>3</i>
<i>3.- Funciones del ABS.....</i>	<i>7</i>
<i>3.1- EBV (distribución de fuerza de frenado).....</i>	<i>7</i>
<i>3.2- EDS (Bloqueo del diferencial electrónico).....</i>	<i>8</i>
<i>3.3- ASR (Regulación antideslizamiento de la tracción).....</i>	<i>9</i>
<i>3.4- MSR (Regulación del par motor).....</i>	<i>10</i>
<i>3.5 ESBS (Sistema electrónico para frenado de estabilidad).....</i>	<i>13</i>
<i>3.6 ESP (Programa electrónico de estabilidad).....</i>	<i>14</i>
<i>4.- Mantenimiento de los circuitos ABS/ESP.....</i>	<i>21</i>
<i>5.- Freno de estacionamiento.....</i>	<i>23</i>
<i>6.- Comprobaciones.....</i>	<i>24</i>
<i>7.- Conclusiones.....</i>	<i>28</i>
<i>8.-Bibliografía.....</i>	<i>29</i>
<i>9.-Agradecimientos.....</i>	<i>29</i>
<i>10.-Realización del proyecto.....</i>	<i>29</i>

# 1. Introducción a los frenos

En los circuitos de frenado, el sistema de accionamiento puede ser mecánico, hidráulico, neumático o eléctrico. La frenada se realiza por presión del propio líquido de frenos y en todos los tipos de motorizaciones se reparte más la frenada en el eje delantero que en el trasero, se puede realizar mediante diferentes sistemas. Para asistir al conductor a la frenada se realiza mediante un sistema llamado servofreno que actúa por vacío mediante el colector de admisión.

Antiguamente la frenada se realizaba por zapatas tanto en el eje delantero como en el trasero, posteriormente se pasó a utilizar las zapatas solo en el eje trasero y en el delantero se montaba un sistema de frenado mediante discos de freno y pastillas, hoy en casi todos los vehículos se monta discos de freno tanto en el eje delantero como en el trasero favoreciendo así una óptima frenada. En los sistemas de frenada de disco y pastillas se suelen utilizar discos ventilados que favorecen una mayor frenada puesto que el disco se refrigera mejor, se puede utilizar



también discos de mayor tamaño y también las pinzas para que así tenga mayor superficie de apoyo y con ello optimizar la frenada. Al haber mucho más peso en el eje delantero que en trasero la frenada debe ser mayor en el mismo. Cuanto más peso haya en el eje trasero ya sea en el portamaletas o bien por ir 3 acompañantes en los asientos traseros deberá transmitirse mayor frenada de la que había antes en el eje trasero por la diferencia de peso, esto se realiza mediante sensores situados en los amortiguadores traseros, conforme más baje la suspensión más porcentaje de frenada se transmitirá al eje trasero, de esta forma los frenos delanteros se fatigan mucho menos con lo que también se mejora la frenada.

## 2. Sistemas antibloqueo de rueda

Con este sistema se debe impedir que las ruedas se bloqueen al frenar sobre todo en el eje delantero ya que son las ruedas matrices y si estas derrapan se hace difícil el control del vehículo. Una de las ventajas de estos sistemas es darle la presión necesaria de frenado a las ruedas sin que lleguen a derrapar o lo que es lo mismo evitar que el coche derrape sin control en una frenada brusca y poder seguir guiando al vehículo en su trayectoria. Un ejemplo en el que debe actuar este sistema es en una curva en la que estamos frenando y una de las ruedas se bloquea con la consecuencia que perderíamos el control del coche.

**Funcionamiento:**

En cada rueda del vehículo tenemos unos sensores de rotación que se encargan de transmitir a la unidad de control a la velocidad que van las ruedas, en caso de que una de las ruedas este girando a menor velocidad quiere decir que esa rueda se esta bloqueando con lo que el sensor de rotación se encargará de enviar una señal eléctrica a la unidad de control y esta se encargará por medio de las electroválvulas de esa rueda y la bomba hidráulica de desalojar la presión de esa rueda con lo que la adecuara a ese tipo de situación sin bloquearse. Este tipo de actuación se puede dar en cualquiera de las ruedas del propio vehículo.

Con este tipo de sistema se esta dando la presión de líquido de frenos correcta a cada rueda con lo que el conductor no debe intervenir en ningún tipo de regulación.



Podemos pensar que con este sistema se puede perder frenada pero no es así ya que la presión del líquido se recupera de forma continua, este proceso concluye cuando el bloqueo de la rueda termina o cuando soltamos el pedal de freno.

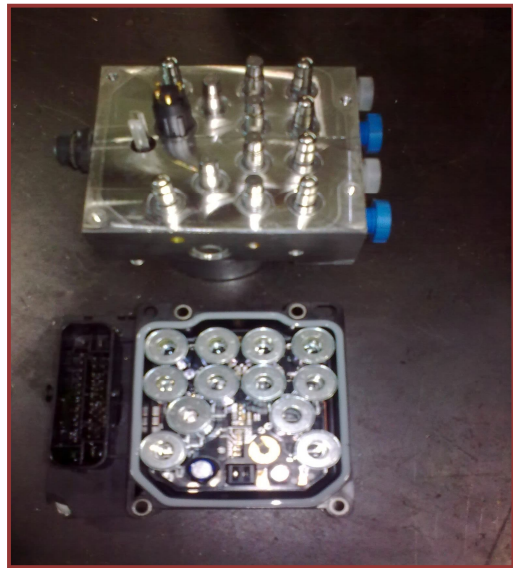
Los sensores de régimen se encargan de registrar las revoluciones de las ruedas y con estos registros la unidad de control calcula las velocidades de cada una de las ruedas. Cuando encendamos el coche si observamos que nos aparece un testigo luminoso que señala ABS la unidad de control desactivará automáticamente este sistema con lo que el coche frenará como cualquier otro coche sin este sistema.



Cuando el conductor aprieta el freno se genera por medio del cilindro maestro una presión, a su vez esta pasa hacia el freno de la rueda mediante una válvula que se encuentra abierta pero la válvula de salida se encuentra cerrada, la rueda va bajando de revoluciones conforme el conductor va frenando, esta información la está procesando la unidad de control mediante los sensores de régimen que manda la señal cuando la rueda empieza a bloquear.

En el momento que la rueda empieza a bloquear el sistema alimenta a la válvula de entrada, con la consecuencia de que ya no le puede llegar más presión de líquido de frenos, la válvula de salida se mantiene cerrada puesto que no le llega tensión.

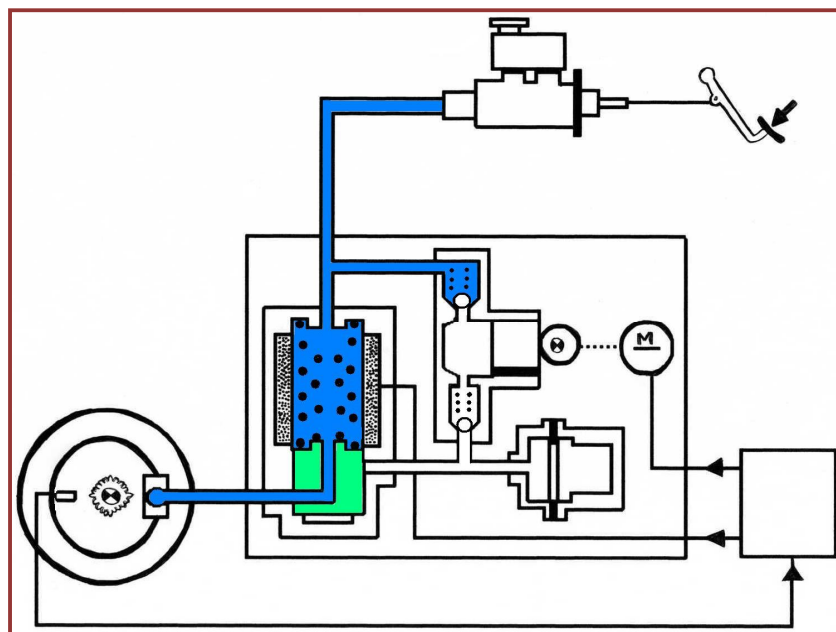
Si una vez cerrada la válvula de entrada sigue descendiendo las revoluciones de la rueda entonces se le aplica tensión a la válvula de salida haciendo que abra, con lo que la presión bajará ya que el líquido de frenos se va a través del acumulador de baja presión. Del acumulador de baja presión la bomba hidráulica manda presión al cilindro maestro con lo que el pedal se desplazará hacia arriba por la presión enviada de la bomba hidráulica.



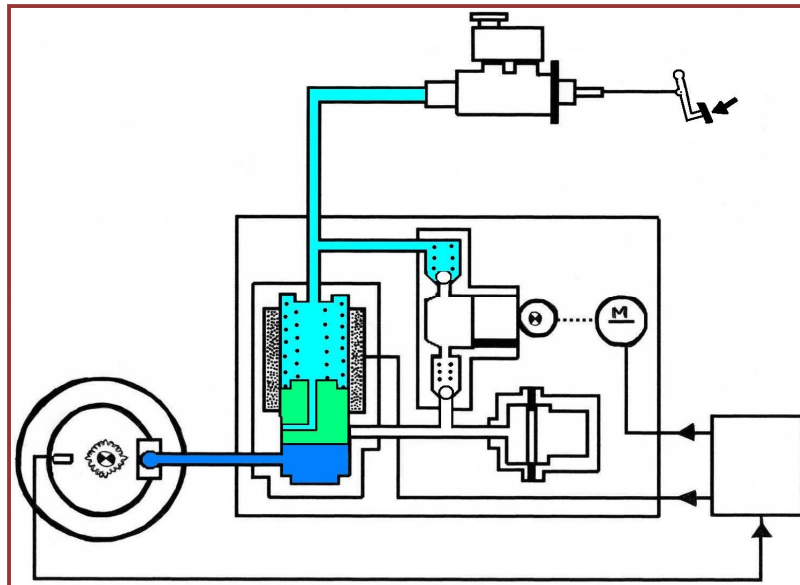
Para que se produzca una nueva frenada es necesario contar con una buena presión de líquido de frenos con lo que, para conseguir esta presión el sistema lo que hace es cortar la alimentación de la válvula de entrada para que esta se abra y también cortar la de salida para que esta cierre con lo que la bomba hidráulica sigue en funcionamiento aspirando líquido de frenos procedente del acumulador de baja presión y lo envía al circuito de frenos para así obtener una buena presión, con este aumento de presión la rueda frena nuevamente.

De esta forma tenemos que en el sistema ABS se producen 4 fases: Fase de generación de presión (sin actuación del ABS), fase de mantenimiento de presión (actuando el sistema ABS), fase de reducción de presión (mediante regulación del ABS), fase de generación de presión (actuando la bomba).

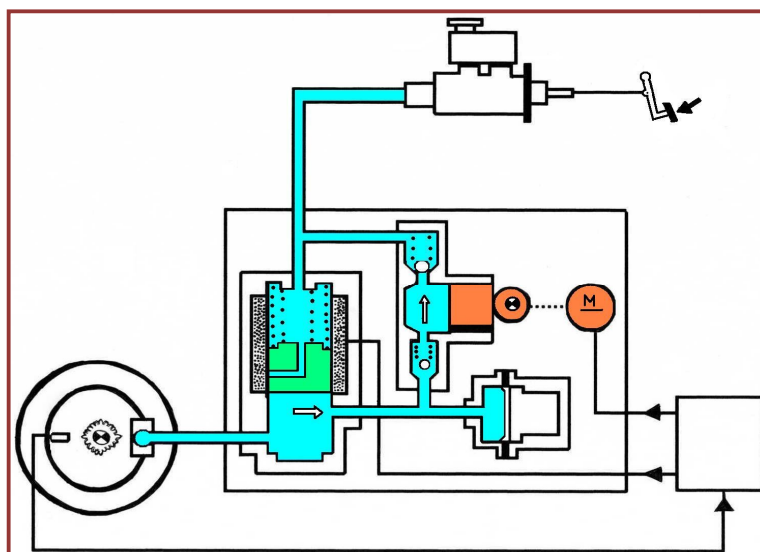
-Fase de generación de presión (sin actuación del ABS): Cuando el conductor acciona el pedal de freno la presión del líquido de frenos pasa al cilindro maestro de esta forma pasa a la electroválvula de entrada que se encuentra cerrada es decir que esta activa puesto que en posición de reposo se mantiene abierta, la válvula de salida se encuentra cerrada es decir que esta en reposo, el funcionamiento del sistema de frenado es parecido al de uno normal.



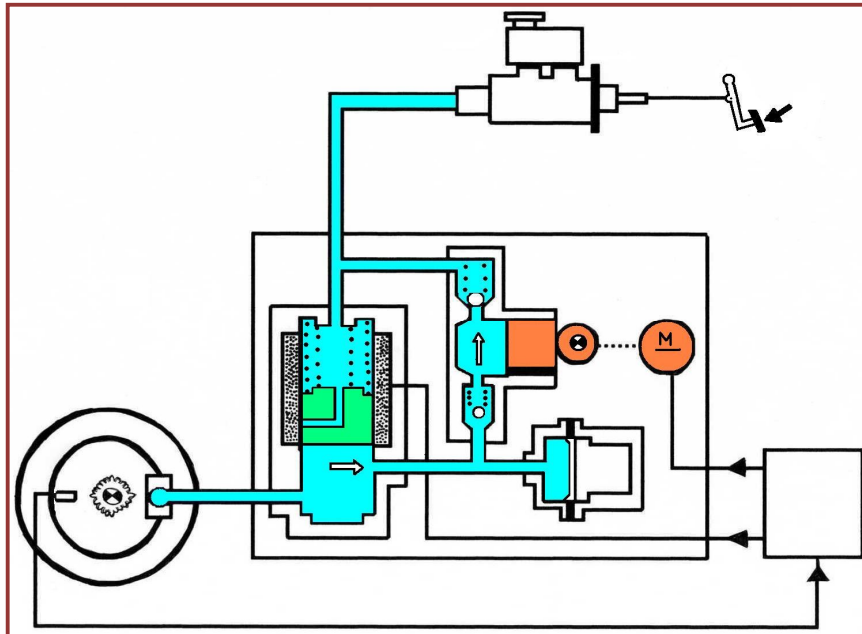
-Fase de mantenimiento de presión (actuando el sistema ABS): Una vez se ha generado la presión de frenado por la acción del conductor y la rueda comienza a bloquearse el modulo electrónico es cuando entra en acción excitando la electroválvula de entrada con lo que cambia su posición y de estar abierta la cierra para obturar el paso de líquido de frenos a la tubería de la rueda en cuestión, la válvula de salida en la tubería de retorno esta cerrada. De esta forma la presión generada en el freno de la rueda se mantiene con lo que aunque el conductor tienda a incidir con más fuerza en el pedal de freno no frenará más puesto que no le llega más presión de líquido.



-Fase de reducción de presión (mediante regulación del ABS):En momentos en los que manteniendo la presión con la válvula de entrada cerrada la rueda tiende a bloquear por las malas condiciones del propio asfalto se debe reducir la presión de la rueda en cuestión de forma que la válvula de salida en la tubería de retorno se abre por una señal enviada por la unidad de control, de esta forma la presión desciende y el líquido se dirige por la tubería de retorno hasta el acumulador de baja presión (válvula de entrada se mantiene cerrada) de esta forma la rueda que estaba bloqueada adquiere nuevamente su giro.



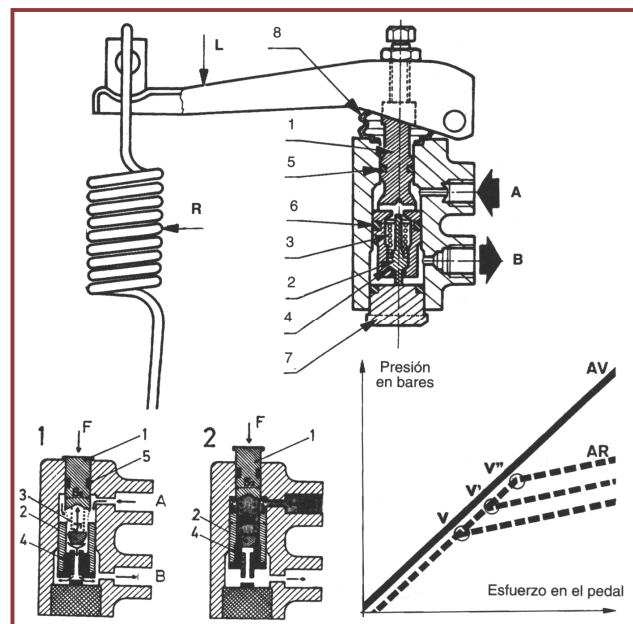
-Fase de generación de presión (actuando la bomba): La bomba ABS se encarga de aspirar del acumulador de baja presión el líquido de frenos evacuado y vuelve a poner para su utilización líquido de frenos a presión en el circuito de frenado (las electroválvulas se encuentran sin tensión), durante el frenado mientras actúa el ABS el conductor percibirá las oscilaciones de presión que se originan durante la regulación.



### 3. Funciones del ABS

#### 3.1 EBV (distribución de fuerza de frenado).

Este sistema es el antes hablado en la introducción, se basa en el reparto de fuerza de frenado que necesita el coche para una optima frenada, el reparto de frenado entre el eje delantero y el trasero antes se realizaba por medios mecánicos pero ahora se realiza por medio de la unidad de control del sistema ABS, al tener menos peso, el eje trasero la tendencia que este tiene al bloqueo de alguna de las ruedas es alta ya que al tener menos peso encima del eje trasero este se agarra menos al pavimento con lo que tiende a derrapar antes, para solucionar este problema lo que se hace es reducir la presión de frenado pero a veces lo que ocurre es que el vehículo no tiende siempre a derrapar del eje trasero con lo que están recibiendo poca



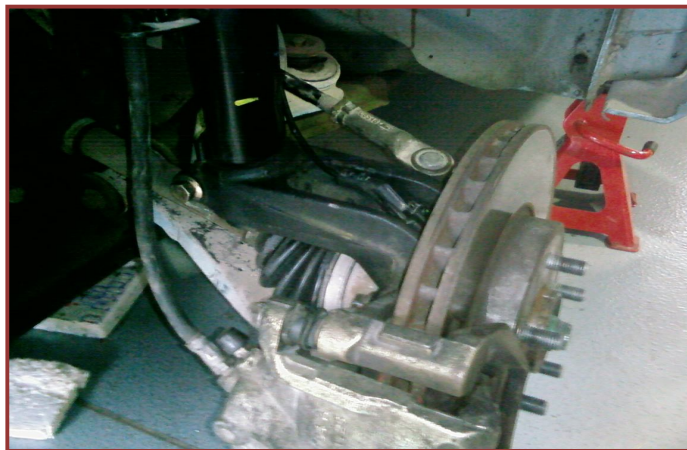
presión por lo que su funcionamiento se esta limitando. Este problema se soluciona mediante el sistema EBV que siempre proporciona la presión adecuada de líquido de frenos al eje trasero con lo que ajusta la presión dependiendo de las condiciones en las que se encuentre el vehículo, de esta forma se reduce notablemente la distancia de frenado y se reduce la fatiga de los frenos del eje delantero.

### **Funcionamiento**

Cuando hay una diferencia de régimen entre el eje delantero y el trasero los sensores de régimen se encargan de registrarlo, si estas diferencias son muy grandes tanto al frenar como al tomar una curva el sistema se encargará de mandar tensión a las válvulas de entrada del ABS de esta manera se cierra el paso de liquido a las ruedas traseras, de esta forma se limita la presión hacia las ruedas traseras para que así no frenen en exceso. Este sistema permite una buena transmisión de frenado y permite que la trayectoria se mantenga así como la mejora a la hora de tomar curvas con lo que la estabilidad aumenta notablemente.

### **3.2 EDS (bloqueo diferencial electrónico)**

Cuando estamos circulando con nuestro vehículo si realizamos una fuerte aceleración o resulta que el pavimento esta resbaladizo el vehículo tiene problemas para incorporarse a la marcha con lo que toda la tracción del vehículo se esta perdiendo por la rueda que esta patinando. El sistema llamado EDS se encarga de paliar este tipo de actuaciones de forma que actúa con el sistema de frenos ya que cuando una de las dos ruedas motrices esta patinado se frena un poco y con el diferencial se le transmitiría la fuerza a la otra rueda, de esta forma la fuerza de tracción que estamos perdiendo por una rueda se limita y se le da más tracción a la rueda que está en buenas condiciones de agarre, una vez deja de patinar la rueda afectada se le deja de transmitir la presión para que vaya a la misma velocidad que la otra rueda. Este sistema solo se le aplica a las ruedas motrices. En las motorizaciones de tracción total se le aplica a las cuatro ruedas ya que todas ellas son motrices.

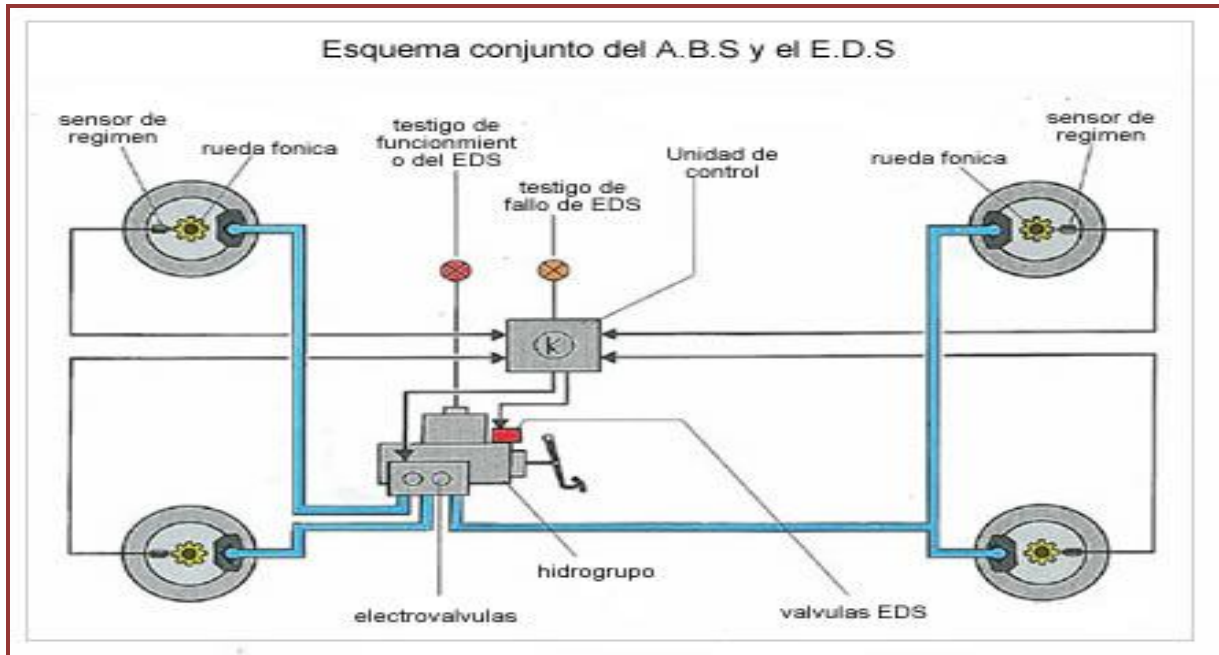


La presión de frenado no la realiza el conductor ya que se produce de forma automática al entrar en funcionamiento el **hidrógrafo** en el que esta la bomba eléctrica que es la que se encarga de generar la presión necesaria para que le llegue presión de frenado a la rueda correspondiente que en ese momento este patinado. Para evitar el bloqueo de la rueda son las válvulas de presión del diferencial las que se encargan de reducir la presión creada por la bomba eléctrica.



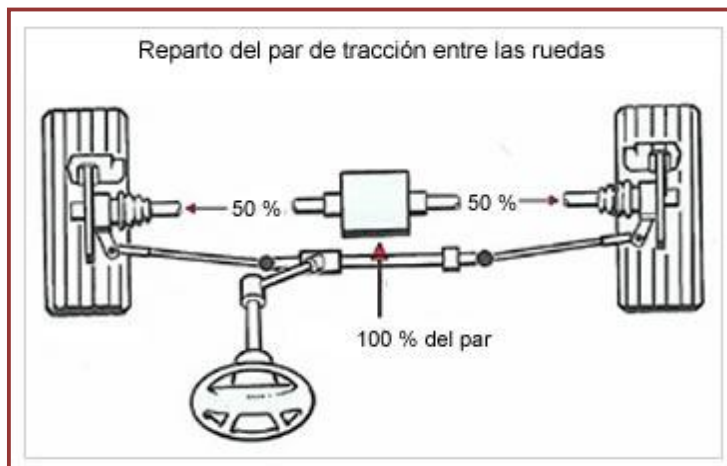
El sistemas EDS se desconecta cuando el conductor pisa el pedal de freno ya que lleva un potenciómetro instalado en la membrana del servofreno con lo que informa a la unidad central de esta acción para así desconectar el sistema EDS, también sirve para ver con que intensidad incide el conductor del vehículo en el propio pedal de freno.

Este sistema esta limitado ya que no se puede exceder de cierto tiempo por el calentamiento que los frenos sufren y también por la velocidad de la marcha ya que no sería aconsejable que este sistema actuara a partir de cierta velocidad.



**3.3 ASR (Regulación antideslizamiento de la tracción)**

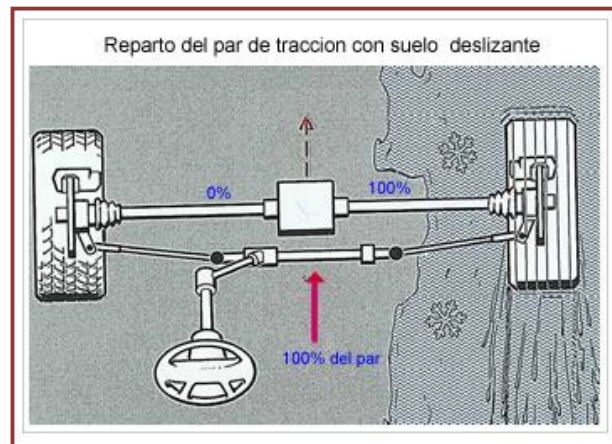
Este sistema se encarga de paliar el deslizamiento que se produce en las ruedas con tracción, cuando iniciamos la marcha con el vehículo o durante el trayecto. Este sistema no actúa frenando las ruedas que patinan como el sistema antes mencionado si no que se encarga ir dosificando la fuerza que el motor hace llegar a las ruedas, por ello lo que se hace es reducir el par motor hasta que deje de patinar la rueda en cuestión.



De esta forma aunque el conductor siga acelerando el vehículo este sistema hará que el motor baje de revoluciones para que la rueda con perdidas de tracción no siga patinando. Este sistema actúa a diferencia del antes mencionado en cualquier velocidad y solo se monta en vehículos con tracción delantera y con motorizaciones elevadas. Debe evitar que el vehículo derrape en situaciones como pueden ser sobre un camino resbaladizo ya sea en la parte izquierda o derecha del vehículo, en la salida de un estacionamiento o al acelerar en una curva o al circular en cuesta arriba en condiciones desfavorables. Lo que estamos consiguiendo es un arranque y una aceleración del vehículo muy suaves desde todo el abanico de marchas del propio vehículo. Pongamos un ejemplo si el vehículo observa una diferencia de régimen entre el eje delantero con respecto al eje trasero y la velocidad es inferior a 40 Km/h entonces se activaran los sistemas EDS y ASR para intentar paliar esa diferencia de tracción entre ambos ejes.

**3.4 MSR (Regulación del par motor)**

El MSR es un complemento añadido al ASR. El sistema de MSR es el encargado de disminuir el par que es creado por el motor al retener forzosamente el automóvil, de esta manera se evita el patinaje de las ruedas al levantar rápidamente el pie del acelerador. Este efecto nos lo podríamos encontrar sobre firmes deslizantes o de una disminuida adherencia, al trazar una curva.

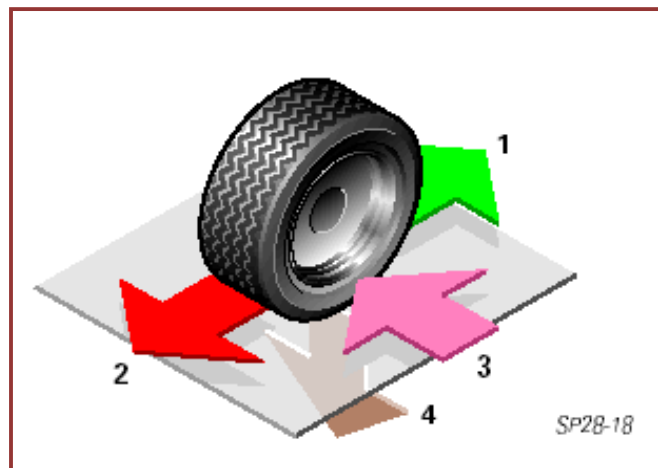


Lo dicho anteriormente lo que nos quiere decir es que evita el bloqueo de las ruedas motrices al usar el motor como freno, si se levantara repentinamente el pie del acelerador o si por el contrario frenásemos teniendo puesta una marcha.

Antes de continuar con los demás sistemas procederemos a analizar algunas de las bases físicas para poder entender mejor los conceptos que veremos mas adelante.

Fuerzas y Pares

Los cuerpos están expuestos a múltiples fuerzas y pares, Si la suma entre las fuerzas y los pares que actúan son igual a cero quiere decir que los cuerpos estarían sin movimiento. Si la suma previamente dicha diera un coeficiente desigual a cero querría decir que el cuerpo esta en movimiento en la dirección que indicada por la fuerza resultante de la suma.



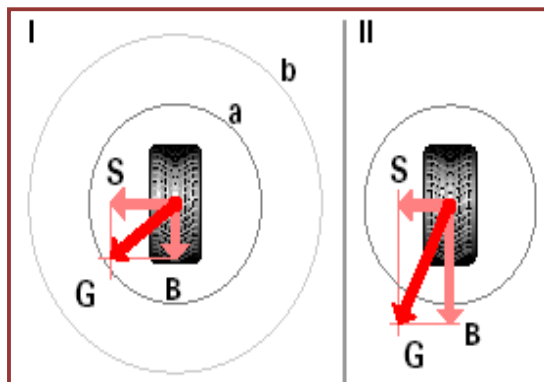
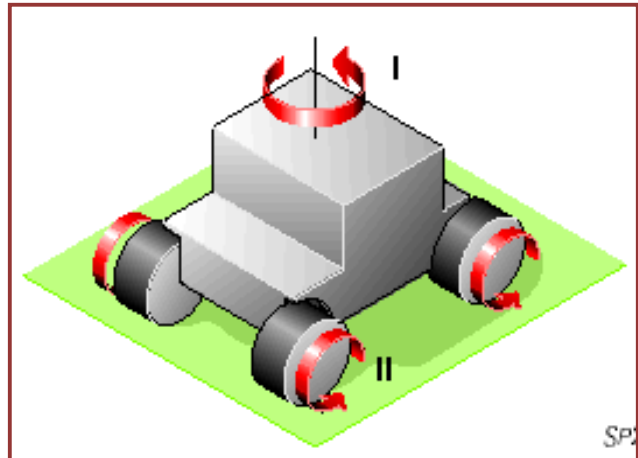
La fuerza que encontramos con más frecuencia es la fuerza de la gravedad (atracción terrestre), esta fuerza actúa hacia el centro de la tierra.

La unidad de medida que se utiliza para las fuerzas es el Newton.

Una manera de medir las fuerzas que nos afectan podría ser utilizando una balanza de muelle y un peso de un kilogramo, si miráramos la escala de la balanza veríamos que la fuerza que incide la tierra sobre un kilo de peso sería de 9.81 Newton.

Otras fuerzas que intervienen en el vehículo son:

- La fuerza motriz (1).
- La fuerza de frenado (2), que actúa en contra de la motriz.
- Las fuerzas de guiado lateral (3), que conservan la dirección habilidad de vehículo.
- Las fuerzas de adherencia (4) que resultan, entre las otras, de la fricción y de la alteración terrestre.



En el vehículo también intervienen los siguientes Pares:

- Pares de viraje (I), que tratan de girar el vehículo en torno al eje geométrico vertical.
- Pares de las ruedas y pares de inercia (II), que intentan conservar el sentido de giro que llevan.
- Y por ultimo también encontramos otra muy común que es la resistencia al aire.

Observemos las reacciones de dependencia entre las fuerzas:

- La fuerza de frenado y la de guiado lateral tienen que estar correctamente suministradas de manera que la fuerza total este dentro del círculo.
- Si aumentáramos la fuerza de frenado, la fuerza de guiado lateral nos disminuiría.

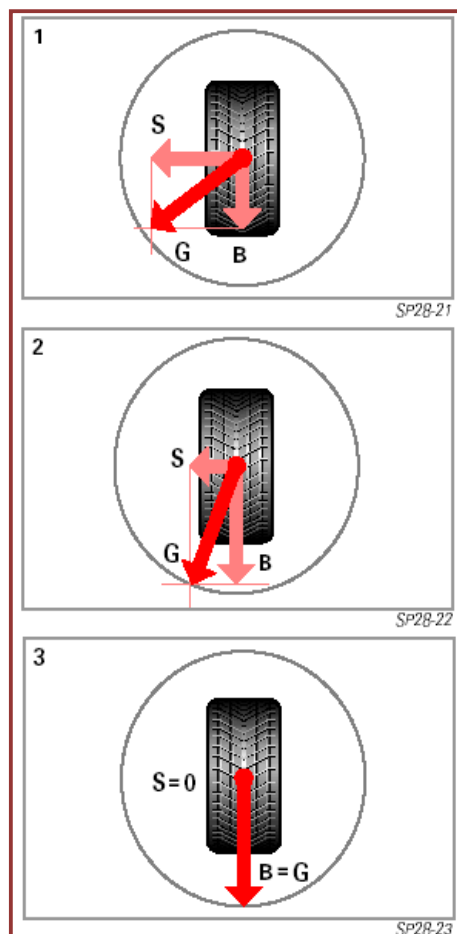
- La fuerza total es la equivalente a la fuerza de frenado. La rueda se bloquea. Al no disponer de la ayuda de la fuerza lateral ya no es posible dirigir el vehículo, también encontramos similitud como se produce entre una fuerza motriz y la fuerza de guiado lateral.

Para ayudarnos a describir las fuerzas podemos ayudarnos con un círculo vectorial de las fuerzas de fricción según Kamm. El radio de la circunferencia estará definido por la fuerza de la adherencia entre la calzada y el neumático.

Lo que quiere decir esto es que cuanto mas pequeña es la fuerza de la adherencia mas pequeño será el radio del círculo (a) y viceversa, cuanto mayor es el agarre de la rueda con el pavimento más grande será el radio de la circunferencia (b).

El círculo de Kamm esta basado en un paralelogramo de fuerzas, compuesto por una fuerza de guiado lateral (S), la fuerza de frenado o también dicha fuerza de tracción (B) y la fuerza total resultante (G).

Si observamos que la fuerza total se encuentra dentro del círculo, significara que el vehículo se halla en condiciones estables (I). Si por el contrario la fuerza total saliera del círculo significaría que ya no es dominable (II).



Ahora vamos a ver las relaciones de dependencia entre las fuerzas.

- La fuerza de frenado y la fuerza de guiado tiene que estar repartidas de manera que la fuerza total permanezca dentro de la circunferencia. De esta manera conseguimos que el vehículo pueda ser guiado sin ninguna duda.

- Si aumentáramos la fuerza del frenado. La fuerza de guiado lateral disminuiría.

- La fuerza total equivale a la fuerza de frenado. La rueda procedería a bloquearse. Debido a la falta de fuerzas de guiado lateral ya no nos sería posible controlar la dirección del vehículo. Una situación muy similar es la que se produce entre la fuerza motriz y la fuerza de guiado lateral. Si consiguiéramos aprovechar al 100% la fuerza motriz, se procedería a cero las fuerzas de guiado lateral, y resultaría que las ruedas motrices patinarían en aceleración.

### 3.5 ESBS (Sistema electrónico para frenado de estabilización).

El ESBS mejora la estabilidad de la trayectoria y la maniobrabilidad de vehículos que están frenados, a base de intervenir solo en los frenos.

Este sistema utiliza los sensores y los actuadores que hay en el ABS.

El ESBS es una versión más elaborada de software en la ECU (ITT Mark 20 IE).

#### Subviraje.

Si el vehículo nos subvirará al frenar, significaría que nos hemos pasado la fuerza máxima para el guiado lateral de ruedas delanteras, y el vehículo se nos desplazaría del eje delantero hacia la parte exterior de la curva.

Al analizar la velocidad periférica de las ruedas, la ECU del ABS detecta la situación. A raíz de esta situación, reduce la presión de frenado que se aplicaría en el eje delantero, para aumentar a la misma vez las fuerzas de guiado lateral. El vehículo se nos estabilizaría y se mantendría en la trayectoria correcta del giro.



Sobreviraje.

Si el vehículo sobrevira al realizar una frenada, significa que el vehículo se nos desplazaría de la parte trasera hacia el exterior de la curva.

La ECU del ABS detecta esta situación en gracias a la menor velocidad periférica de las ruedas traseras y reduce la fuerza de frenado den las ruedas interiores de la curva, de esta manera logramos un aumento de las fuerzas de guiado para las ruedas interiores, logrando de esta manera la estabilidad del vehiculo en el giro.



**3.6 ESP (Programa electrónico de estabilidad).**

Este sistema se encarga de prestar ayuda al conductor en situaciones extremas, como por ejemplo la aparición de algún obstáculo en la carretera: animales, personas...

Sirve para compensar las reacciones excesivas del conductor y nos ayuda a evitar posibles situaciones en las que el vehículo pueda perder la estabilidad. Sin embargo, el ESP no esta preparado para evitar las leyes de la naturaleza y ayudar a los conductores desenfundados e irresponsables.

La misión principal de cualquier conductor sigue siendo la de realizar una conducción segura y responsable, orientándose a las condiciones momentáneas de las carreteras y del tráfico.

Para evitar que el vehiculo nos derrape, es preciso instalar un sistema de conducción dinámica como el ESP ya que intervendrá específicamente el sistema de frenos, en fracciones de segundo.

La presurización del sistema se lleva a cabo por medio de la bomba de retorno del ABS. Para conseguir una mejora del caudal impelido por la



bomba se necesita aportar la suficiente presión por el lado en el que aspira la bomba.

Este sistema toma como referencia estos factores dinámicos:

- Aceleración transversal: Esta referencia se toma cuando el vehículo esta tomado una curva y las propias masas del vehículo provocan una fuerza centrífuga que actúan sobre el mismo, si esta fuerza fuese muy alta el vehículo podría salirse de su trazada, la fuerza centrífuga incidirá mas o menos dependiendo de la masa del propio vehículo y de la aceleración que actúe en sentido transversal del mismo.

- Momento de derrape: Cuando el vehículo esta tomando una curva las fuerzas transversales actúan sobre todas las ruedas del vehículo, estas fuerzas intervienen individualmente sobre cada rueda con lo que si en una rueda la fuerza centrífuga supera la fuerza lateral la fuerza centrífuga restante actuaría sobre el centro de gravedad del vehículo, con lo que se produciría un derrapaje.

- Radio del ángulo del eje vertical: Se produce un sobreviraje o un subviraje, en el subviraje el vehículo tiende a irse al exterior de la curva y en el sobreviraje el vehículo tiende a irse al interior de la curva saliéndose de su trayectoria

Secuencias de regulación

Para que el ESP responda en las diferentes situaciones criticas de la conducción, tiene que responder a 2 cuestiones:

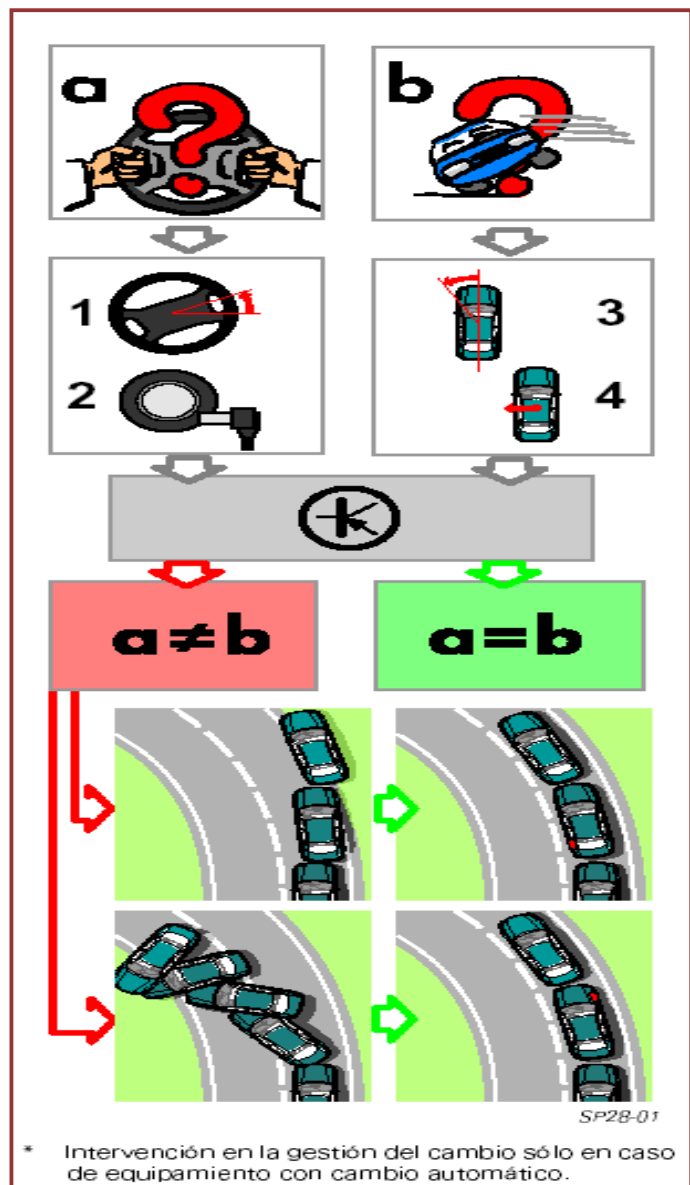
¿Hacia dónde conduce el conductor?

¿Hacia dónde se dirige el vehiculo?

La respuesta a la pregunta “a”: El sistema recibe una respuesta del sensor goniometrico de la dirección y de los sensores de régimen de las ruedas.

La respuesta a la pregunta “b”: Se obtiene por medición de la magnitud de viraje y de la aceleración transversal.

Si el sistema recibiera 2 respuestas diferentes el sistema ESP diagnosticaría una posible situación crítica y que es necesaria una intervención.



\* Intervención en la gestión del cambio sólo en caso de equipamiento con cambio automático.

Nos podemos encontrar 2 comportamientos diferentes del vehiculo:

I: El vehículo nos subvirar, el ESP nos evitaría que el vehículo se nos salga de la curva, actuando solamente en el freno de la rueda trasera interior de la curva y actuando en la gestión del motor y de la caja de cambios.

II: El vehículo nos sobrevira, el ESP evita que el vehículo derrape actuando solamente sobre el freno de la rueda trasera delantera exterior de la curva y actuando también sobre la gestión del motor y de la caja de cambios.

El principio en el que se basó este sistema fue en los vehículos oruga como los tanques, que para tomar una curva proceden frenando la oruga interior de la curva y acelera la exterior. Para volver establecer la dirección como al principio se procede a la inversa, acelerando la parte que quedaba en el interior de la curva y frenando la parte exterior.

El ESP usa el mismo principio de funcionamiento:

- Un automóvil sin ESP:

- Cuando a un vehículo le sorprende un obstáculo repentinamente, el conductor tendería a dar un volantazo al lado contrario para salvar el obstáculo y después contravolantearía para volver a su carril.

Debido a los movimientos bruscos de la dirección, el vehículo comenzaría a oscilar de una manera excesiva, que hace que perdamos el control de la parte trasera del automóvil, lo que nos ocasionaría la realización de un trompo involuntario.

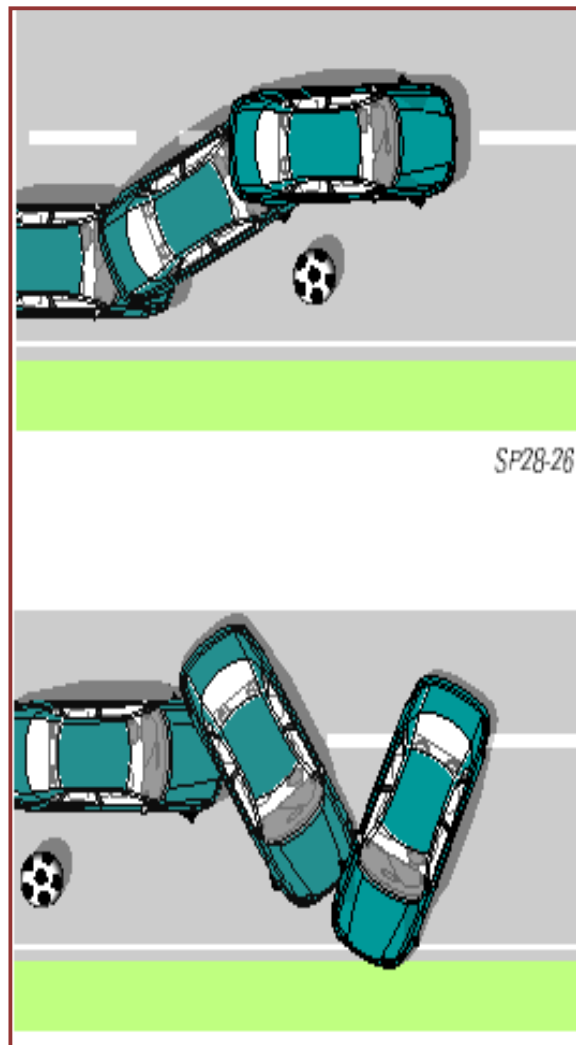
- Un automóvil con ESP:

- El vehículo con ESP intenta esquivar el mismo obstáculo del ejemplo anterior y observamos las siguientes diferencias:

- Previo unos análisis realizados por los sensores, el ESP reconoce una situación de riesgo. El sistema calcula sus medidas correctivas:

- El ESP nos frenaría la rueda trasera izquierda, ayudando a crear el movimiento de viraje del automóvil. Se mantendrá la fuerza de guiado lateral de las ruedas delanteras.

- Al crear el vehículo un arco hacia el lado izquierdo de la calzada, el conductor volantea hacia el lado derecho. Para apoyar el contravolanteo, el sistema nos frenaría la rueda delantera derecha, mientras que las ruedas derechas siguen rodando sin impedimentos, para conseguir de esta manera la óptima generación de las fuerzas de guiado lateral del eje trasero.





- El cambio de trayectoria puede provocar un semigiro por la inercia que tenemos en el vehículo, sobre el eje geométrico vertical. Para evitar un repentino derrapaje de la parte trasera se procedería a frenar la rueda delantera izquierda. En situaciones muy críticas se podría llegar a frenar la rueda de una forma brusca, para limitar la generación de fuerzas laterales en el eje delantero (circulo de Kamm).

- Una vez están corregidos todas las inestabilidades en la conducción, el ESP finalizaría su intervención de regulación del sistema de frenado.

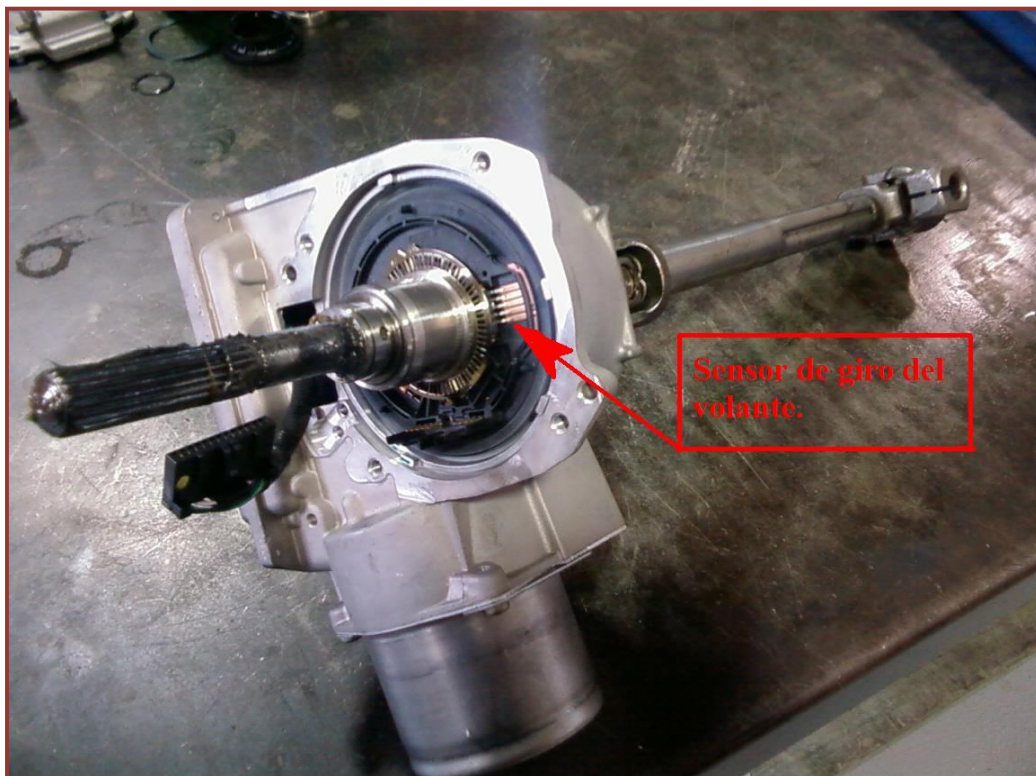
#### Sensores del control electrónico de estabilidad ESP.

El ESP utiliza los mismos sensores del ABS y a estos se le añaden unos sensores específicos del ESP, como:

- Sensor de giro del volante (optoelectrónico o magnetorresistivo).
- Sensor de derrapaje piezoeléctrico.
- Sensor de presión (capacitivo o piezo eléctrico).
- Sensor de recorrido del pedal de freno.
- Sensor de aceleración (acelerómetro capacitivo).

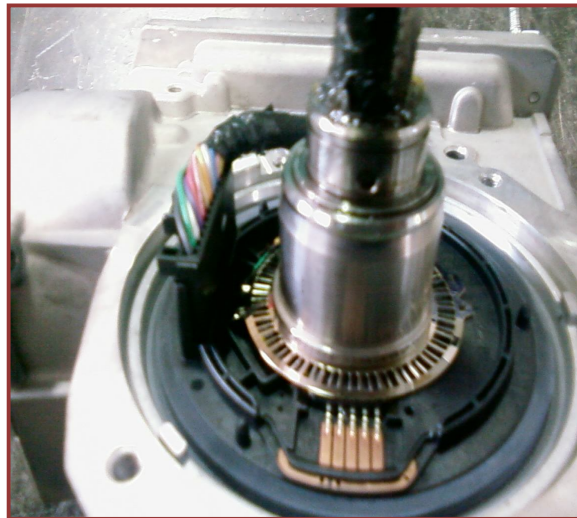
#### Sensor de giro del volante:

Este sensor lo podemos encontrar de dos tipos, uno optoelectrónico, y otro magnetorresistivo.



- Sensor optoelectrónico de giro de volante:

Este sensor se encarga de examinar mediante barreras de luz, un disco con segmentos unidos firmemente al eje de la de la dirección del automóvil. El sensor es el encargado de medir el giro del volante de dos formas:



En su primera medición, informa al modulo del ABS/ESP de las diferencias angulares del volante. El módulo mediante unos cálculos, averigua la posición de marcha en línea recta de la dirección con la ayuda de otros sensores del vehículo.

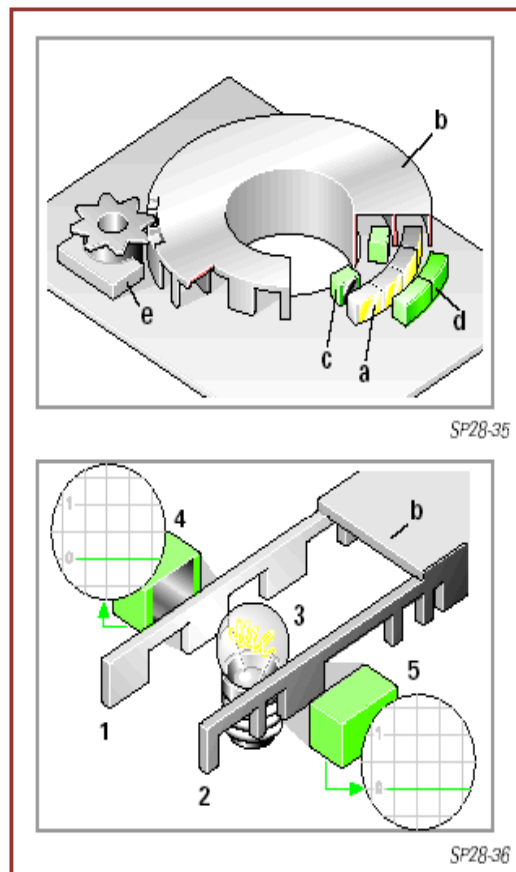
En la segunda medición que recoge, el sensor le manda al modulo otra señal especifica para la posición del volante (referido a una vuelta). Con estas dos señales del sensor queda reflejada la posición del volante y la velocidad del desplazamiento al moverlo.

- Sensor magnetorresistivo.

EL sensor magnetorresistivo utiliza el mismo tipo de funcionamiento que los sensores activos. Este sensor dispone de dos imágenes continuas, cada una de estas esta unidas al eje de la dirección mediante un engranaje con dentado recto.

La relación que tienen para la desmultiplicación de los dos engranajes es diferente y cada posición del volante nos supone una posición concreta de los imanes entre ellos.

Las señales de este sensor se mandan al modulo del ABS/ESP directamente a través del CAN-bus. Cada vez que nos tocara cambiar este sensor seria



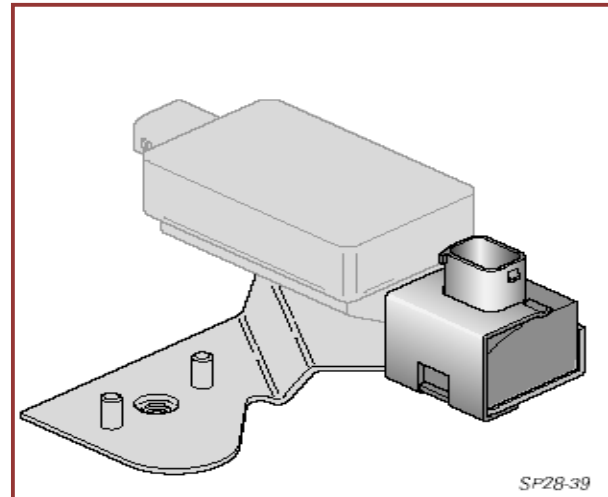
necesario realizar un ajuste inicial con unos equipos de diagnosis para informar al modulo de la posición en la que se encuentra el captador de señal.

#### Sensor de aceleración (acelerómetro capacitivo).

Este sensor emplea el principio de variación de capacitancia. Este mecanismo consta de dos placas de la misma polaridad. En el centro de estas dos placas se coloca otra cargada con polaridad inversa colocada de forma móvil. Si se esta placa polarizada se somete a una aceleración o deceleración, su masa le obliga a moverse.

El desplazamiento de la placa genera una variación en la relación de carga entre las dos parejas de placas polarizadas. El acelerómetro dispone de una electrónica integrada que es la encargada de transformar esa variación en una magnitud medible y procesable por el modulo ABS/ESP.

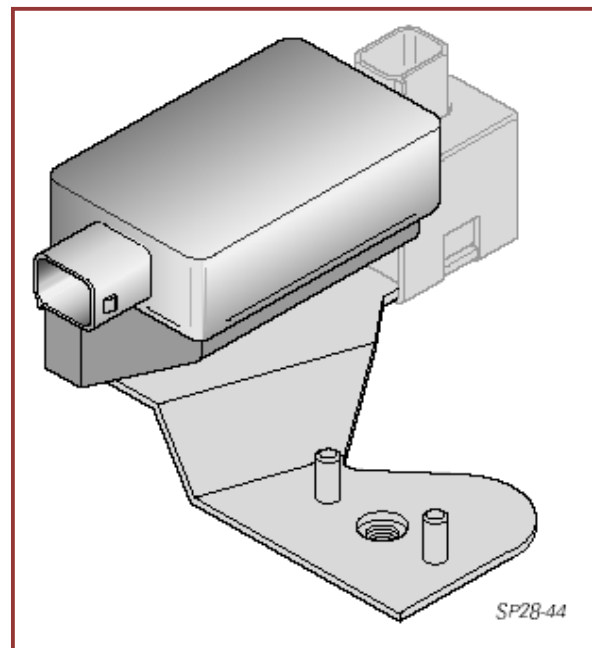
El sensor puede medir las aceleraciones transversales o longitudinales en función de su posición de montaje.



#### Sensor de derrape piezoeléctrico.

El principio de funcionamiento de este sensor se basa en el comportamiento de un diapasón doble de cristal piezoeléctrico. El lado donde excitación de este sensor de derrape esta sometido a una oscilación resonante de 11 kHz con la ayuda de una tensión alterna. Cuando miramos en el lado de excitación del diapasón y este marca una frecuencia de resonancia de 11.33 kHz y por eso no oscila. Cuando este sensor se torsiona por culpa de un giro, en este se provoca un cambio en la distribución de cargas del elemento piezoeléctrico. La señal que es emitida queda gravada y transformada por la electrónica que tiene integrada el sensor. La señal es transmitida al modulo del ABS/ESP.

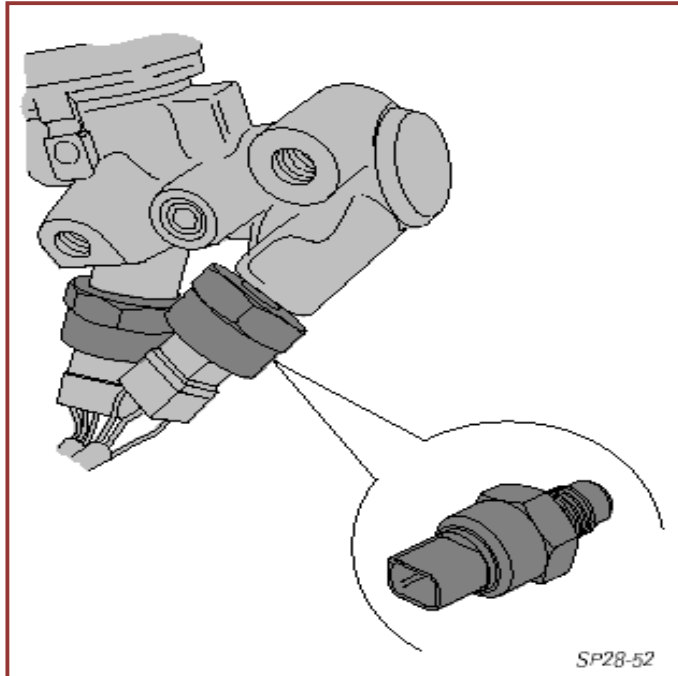
Este sensor se puede montar conjunto con el de aceleración transversal. Pero se debe tener mucha precaución a la hora de su montaje, ya que una pequeña variación de la posición o lugar de montaje, provocaría fallos en el sistema.



#### Sensor de presión de frenado.

Este sensor puede formar parte de la unidad hidráulica del vehículo lo que significa que se puede colocar en el cilindro de la bomba de frenos.

Los sensores de presión son los que se encargan de informar al modulo del ABS/ESP de la presión hidráulica en el circuito de frenado. Los sensores que más se usan son sensores de presión capacitivos y sensores de piezoeléctricos.



- Sensores de presión capacitivo:

Este sensor tiene el mismo funcionamiento que el acelerómetro capacitivo. La presión hidráulica hace mover una placa móvil. Al reducir las distancias entre las dos placas, se modifica también su relación de carga entre ellas. La señal que producida queda gravada y procesada por el modulo ABS/ESP.

- Sensor de presión piezoeléctrico.

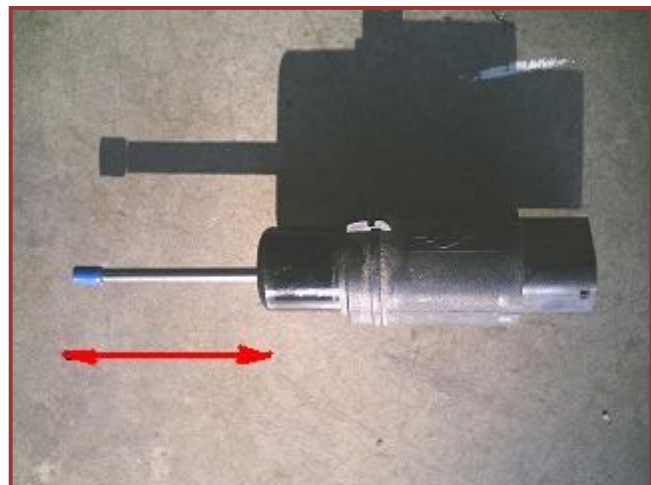
Este sensor se dispone de un elemento piezoeléctrico conectado al circuito de frenos y consigue la presión a través de una membrana. Esta se deforma con la presión y transmite la deformación al elemento piezoeléctrico variando la distancia de cargas. La magnitud de las

cargas se crean en el modulo ABS/ESP.

### Sensor de recorrido del pedal de freno.

Estos sensores se utilizan en los sistemas de ABS con retorno abierto. Cuando un coche va equipado con ABS o control de tracción de los frenos neumáticos este sensor es imprescindible.

El sensor esta compuesto de dos pistas de deslizamiento, una de ellas esta dividida en siete segmentos conectados cada uno de ellos a una de las dos conexiones eléctricas del sensor por medio de una resistencia. La otra pista es continua y esta conectada con la otra conexión del sensor.



El contacto deslizante en el encargado de enlazar las resistencias para saber en todo momento la posición del pedal de freno. Con esto se consigue una variación de la resistencia en siete etapas a lo largo de la carrera completa del pedal de freno.

## 4. Mantenimiento de los circuitos ABS/ESP

El mantenimiento del conjunto es muy parecido al que se tiene que realizar en los vehículos sin ABS/ESP. Se basa en sustituir el líquido de frenos y purgar el circuito en los periodos especificados por el fabricante.

Las averías y las reparaciones que pueden aparecer son las mismas que en los circuitos normales de frenos, freno de rueda, discos, bomba, etc. Mas los problemas en los componentes hidráulicos adicionales (bloque hidráulico) o en los circuitos eléctricos y electrónicos (centralita de control) y en los captadores y demás componentes eléctricos.

Los componentes hidráulicos no admiten reparaciones, son directamente sustituidos y se sustituyen solo si se contemplan fallos o averías del circuito. De la misma forma ocurre con los componentes electrónicos de este sistema ya que en caso de fallo de algún componente del circuito solo se podrá sustituir la pieza averiada, es decir cuando comprobamos que un sensor o cualquier sistema electrónico falla se sustituye por otro en buen estado.

Para verificar los componentes del sistema se puede hacer mediante polímetro y osciloscopio o utilizando equipos de diagnosis electrónicos KTS. Esta clase de comprobaciones se basan en introducirse en los módulos electrónicos, de esta forma chequeamos los circuitos y comprobamos todos los captadores lo que nos permitirá saber la causa del mal funcionamiento. Una vez hayamos arreglado la avería la máquina de diagnosis nos permitirá borrar las averías de la memoria del modulo.

Verificaciones con equipo de diagnostico

El sistema de ABS se auto chequea en su funcionamiento de esta forma cuando el sistema detecta una avería enciende el testigo en el cuadro de mandos con lo que se desactiva el circuito ABS/ESP, lo que no quiere decir que el coche no vaya a frenar si no que frenará sin el sistema ABS.

La manera que tenemos de localizar la avería del sistema es mediante un equipo de verificación electrónico, lo ideal es utilizar el de fabricante ya que de esta forma podremos meternos en más utilidades dentro de la UCE si no se dispone de el se utilizará el de otra marca como puede ser: KTS, Bretón, etc.

De todas formas los concesionarios tienen equipos específicos para su marca que te permiten localizar la avería, realizar la reparación correspondiente y posteriormente borrar la respectiva avería que se encuentra almacenada en el módulo electrónico.

En el video que hemos grabado para este trabajo hemos incluido este tipo de localización, reparación y eliminación de memoria de averías que lo realizamos con la máquina de diagnosis KTS.

Las maquinas de diagnosis también te permiten actuar sobre los diferentes actuadores del sistema como también ver la tensión que le llega a los diferentes componentes de este sistema de esta forma logramos ver si le llega tensión como también ver si tiene una buena masa.

**Informaciones calculadas.**

- Velocidad de referencia: Se encarga de hacer un cálculo con las aceleraciones y deceleraciones que es capaz de obtener en una determinada superficie lo calcula mediante los sensores de régimen y lo corrige si es necesario.
- Aceleraciones y deceleraciones de las ruedas: Mediante los sensores de rueda la UCE es capaz de saber si una rueda gira a más o menos velocidad que otra de esta manera sabe la evolución que esta teniendo.
- Reconocimiento de la adherencia longitudinal neumático-suelo: Calcula la adherencia instantánea que tiene en cada momento el vehículo mediante los sensores de régimen, de esta manera se condicionan a unos valores óptimos tanto de aceleración como de deceleración.
- Reconocimiento de las condiciones de rodaje: Se adapta a estas condiciones de rodaje:
  - Viraje: Las curvas se detectan observando las diferencias de velocidades de las ruedas traseras (la rueda interior en un giro es menos rápida que la rueda exterior).
  - Transición de adherencia: los deslizamientos de las ruedas, aceleraciones y deceleraciones se toman en cuenta para reconocer esta situación.
  - Asimétrica: los deslizamientos de las ruedas de un mismo lado se comparan con los deslizamientos de las ruedas del otro lado.
  - Órdenes de regulación: interviene sobre las electroválvulas del motor bomba de esta manera se genera más o menos presión en el circuito de frenado.

**Elementos que forman el sistema ABS:**

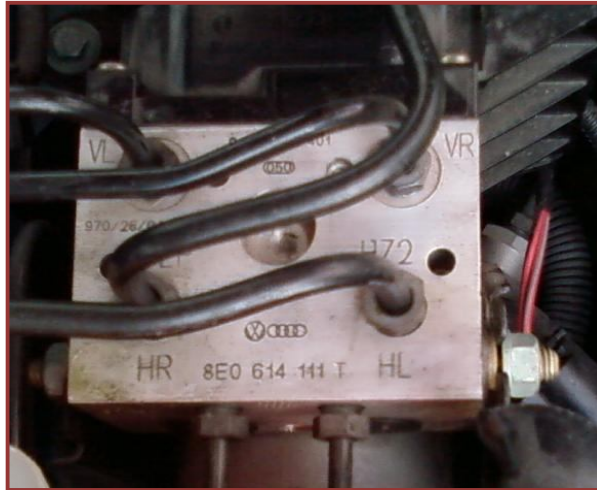
- Bomba de freno y servofreno.
- Rueda fónica y captador de velocidad.
- Hidrógrupo.

**Relé de sobrealimentación.**

- Unidad de control electrónico.
- Luz testigo ABS.
- Canalizaciones del hidrógrupo:
  - o Canalización de llegada de la bomba de frenos(circuito primario).
  - o Canalización de llegada de la bomba de frenos (circuito secundario).
  - o Canalización de salida del hidrógrupo que va a la rueda delantera izquierda.
  - o Canalización de salida del hidrógrupo que va la rueda trasera derecha.



- Canalización de salida del hidroggrupo que va a la rueda trasera izquierda.
- Canalización de salida del hidroggrupo que va a rueda delantera derecha.



## 5. Freno de estacionamiento

Para este tipo de freno, llamado comúnmente freno de mano ya se están empezando a aplicar los frenos de accionamiento eléctricos o electro-hidráulicos que se ven en coches de alta gama.

Actúan sobre una mordaza adicional y también a través de cables de acero, el conductor para accionar este sistema solo tiene que darle a un botón situado en cuadro de instrumentos. La mayor utilidad de este sistema es la de la retención automática "Automatic Hold" que activa de forma hidráulica el freno hasta que el coche este completamente parado, lo que significa es que el conductor no tiene que mantener el pie sobre el pedal de freno si se encuentra ya sea en un semáforo, parado en cola, detenido en una cuesta, etc. Le basta con apretar el botón "Automatic Hold" que es el botón antes mencionado situado en el tablero de instrumentos.

La presión que realiza el conductor sobre el pedal de freno se acumula en el sistema hidráulico, esta presión se aplica sobre los frenos una vez el coche esta detenido si el conductor deja de acelerar y el coche sigue rodando hasta detenerse sin que el conductor pise el freno, la bomba hidráulica del sistema DSC se encargará de generar la presión necesaria para accionar el freno, así el conductor no tiene que pisar el freno cuando se origina la fuerza de avance por la caja de cambios, es una gran ventaja cuando estamos conduciendo con mucho tráfico y tenemos que arrancar y frenar reiteradamente.

Si estuviéramos con el coche detenidos con este sistema en funcionamiento y aun así el coche comenzara a rodar por variación de peso, por cargar el vehículo en una pendiente etc., el sistema se daría cuenta de esta acción y la bomba hidráulica generaría mas presión, he de decir que este sistema se desconecta al pisar el acelerador estando puesta en marcha y por razones de seguridad se desconectará cuando el conductor apague el motor, cuando abandone

el motor con el coche en marcha o al abrir el maletero estando la caja de cambios en posición “R”.

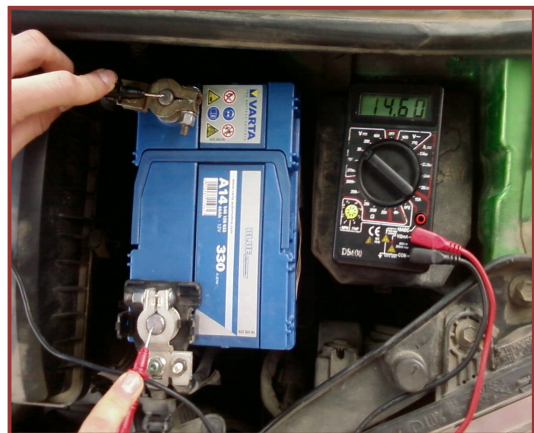
Freno de emergencia regulado pulsando una tecla.

Si el conductor pulsa la tecla del freno de mano mientras el coche está en movimiento, el sistema hidráulico DSC actúa de inmediato sobre las cuatro ruedas aplicando una fuerza determinada. Esta operación es controlada por el sistema ABS con lo que el coche mantendrá su estabilidad siempre. Esta acción es hidráulica y actúa sobre las cuatro ruedas del coche, la deceleración que se produce es superior y la fuerza con la que se debe aplicar el freno es menor que en el caso de freno de mano convencional con lo que estamos contribuyendo a aumentar la seguridad de nuestro coche.

## 6. Comprobaciones

-A vehículo parado

Medimos la tensión de batería con el polímetro en voltios poniendo la punta roja del polímetro sobre el borne positivo que ira indicado en la batería con el signo “+” si por lo que fuera no estuviera marcado pincharíamos en el mas grande de los dos (ya por norma general seria el positivo el mas grande de los dos), mientras que la punta negativa la ponemos en el borne negativo de la batería al hacer los estos pasos comprobamos que en el display del polímetro nos marcaba una tensión de 14.6 V (esta tensión correspondería a una batería en buen estado).

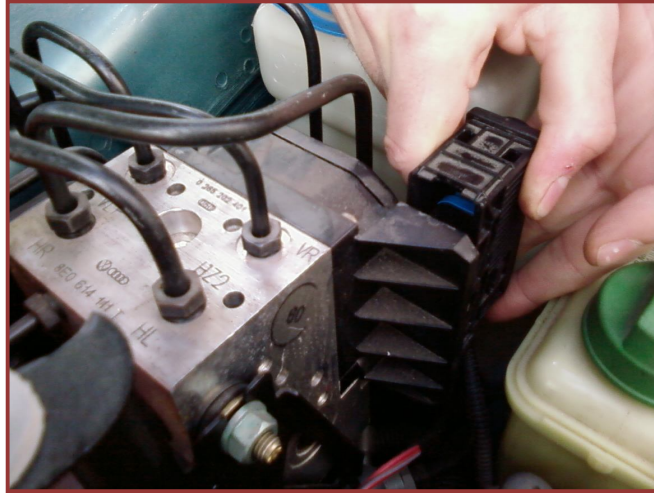


La siguiente comprobación la hemos hecho sobre el hidrogupo, lo primero que hicimos fue identificarlo en el vehículo (en caso de no encontrarlo a 1º vista se puede consultar con el programa autodata).





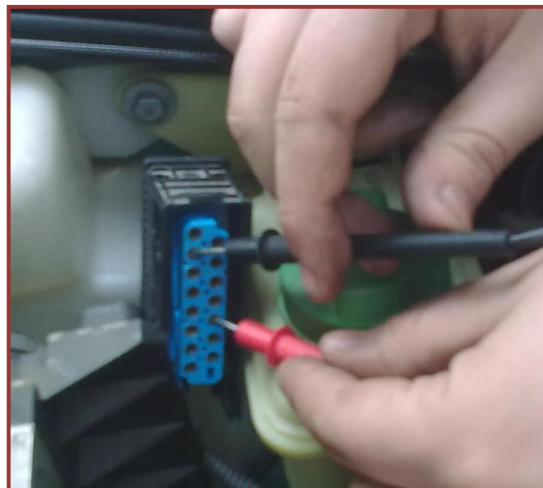
Una vez localizado nos disponemos a soltar el conector del hidroggrupo, para ello estiramos suavemente para arriba para soltar la grapa que se encarga de mantenerlo fijado.



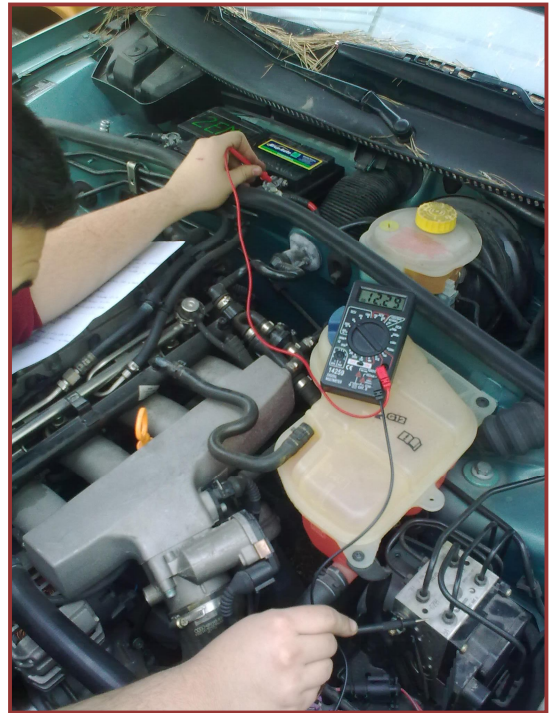
Después con otro pequeño tirón hacia fuera soltamos el conector, una vez fuera con ayuda de un polímetro puesto en la opción de ohmios  $\Omega$  comprobamos pinchando en los pins correspondientes si había continuidad entre los captadores y las electroválvulas.



De tal forma que al pinchar con el polímetro en los pins correspondientes nos daba unos valores óhmicos determinados. De esta manera sencilla y fácil de realizar hemos comprobado los captadores y las electroválvulas.



Otra de las pruebas que hemos efectuado sobre el hidrogupo a sido la de comprobar su masa haber si era correcta para ello hemos utilizado el polímetro en la opción de voltios, a continuación hemos pinchado con la punta roja del polímetro en el borne positivo de la batería y con el negativo por la carcasa del hidrogupo, una vez echo esto miraremos el display del polímetro y comprobaremos que efectivamente la tensión indicada sea la de la batería de no ser así el hidrogupo no tendría masa.



Medimos la resistencia de los captadores de rueda de esta forma comprobamos que el cable no este cortado o haya algún otro tipo de problema, si hay continuidad nos debe dar un valor óhmico en el polímetro.



Para ello quitamos la rueda, de esta manera se quedaba el sensor de régimen visible con lo que pinchando en el cable con el polímetro te debe dar un valor óhmico, si no es así es por que el cable esta cortado. La resistencia de las electroválvulas debe estar entre 0.8 y 1.8  $\Omega$ .



- A vehículo en marcha.

Para realizar las comprobaciones con el vehículo en marcha hemos utilizado la maquina de Bosh mas conocida como “KTS”. Para su utilización lo 1º que hemos hecho ha sido localizar el conector en el vehículo. De no encontrarlo utilizaríamos el autodata para localizarlo.

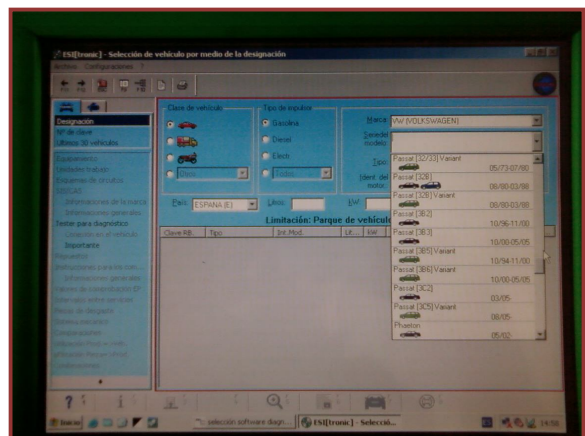


Una vez localizado conectaremos la maquina al conector del vehículo y al propio de la KTS. Una vez conectada la maquina esperaremos a que termine el proceso de carga e inicialización, a continuación introduciremos todos los datos: modelo, marca, año, motorización, combustible utilizado.



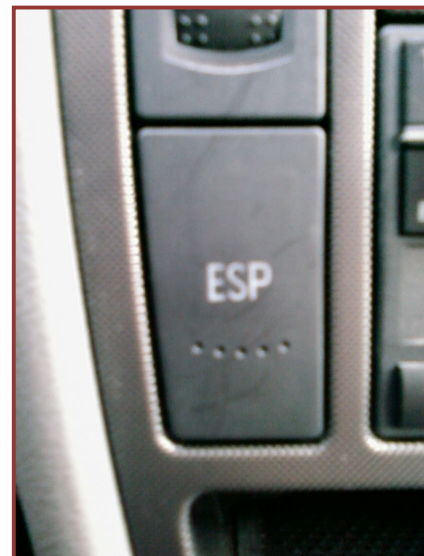
Una vez echo esto, continuaremos y seleccionaremos las opciones del ABS/ESP que queramos comprobar ya que las demás en estos momentos no interesa comprobarlas y seria una perdida de tiempo muy grande. Una vez acabado el proceso, la KTS nos dirá automáticamente donde hay errores si los hubiera.

Una vez acabado el proceso solo quedaría comprobar que todos los sensores funcionan correctamente además de comprobar que la bomba del ABS también funciona y que todos los testigos luminosos funcionan.



Otra de las comprobaciones que podemos hacer es comprobar si el interruptor de conexión y desconexión del ESP funciona correctamente, este interruptor es opcional en el vehículo y no todos lo tendrán.

Una vez este todo comprobado y si hay errores corregidos se procederá a borrar la memoria de averías de este vehículo. Una vez finalizada ya podremos desconectar la KTS.



## 7. Conclusiones

La conclusión de este trabajo sobre los nuevos sistemas de frenado nos ha ayudado a comprender y conocer los últimos sistemas que se están introduciendo en el mercado así como los más punteros, hemos intentado plasmarlo de la forma más correcta posible con lo que hemos diferenciado las comprobaciones de estos tipos de sistemas a la de los sistemas comunes así como las precauciones que hay que tener a la hora de realizar algún tipo de trabajo en estos sistemas. Con este trabajo hemos visto que el sistema ABS no solo sirve para que el vehículo no derrape a la hora de realizar una frenada brusca si no que también hemos visto que el sistema ESP utiliza los mismos sensores del ABS con lo que nos ayuda a comprender la gran importancia que está ganando en el mercado este sistema y con la evolución de los vehículos también lo hará este proporcionándonos una mayor seguridad activa y una conducción más segura desde una amplia gama de conducción.

Hemos intentado explicar cada uno de los sistemas de manera clara y concisa así como también cada uno de los elementos que forma parte de ellos y su funcionamiento. Hemos realizado las fotos que entraban dentro de nuestras posibilidades.

Este trabajo nos ha hecho trabajar con la máquina de diagnóstico (KTS de Bosch) lo que nos ha hecho ver más allá de la pura mecánica y hemos comprendido de manera práctica como actúan esta clase de máquinas ya que se ponen en contacto con la unidad de control electrónica con lo que podemos desde borrar averías a hacer actuar a los propios actuadores del vehículo (así lo hacemos ver en los videos que os adjuntamos).

## 8. Bibliografía

### 1. Libros

1.1. Apuntes sobre el ABS (EDITEX).

1.2. Apuntes sobre el ESP (EDITEX).

### 2. Páginas Web.

2.1. Mecánica virtual.

2.2. Honda spirit.

2.3. Motor addicted.

## 9. Agradecimientos

A la finalización de este trabajo nos gustaría darles las gracias nuestro tutor del proyecto Javier Vidal por habernos facilitado en la medida de lo posible toda la información necesaria para llevar a cabo este trabajo que tanto a costado de preparar, también les damos las gracias a nuestros padres y amigos que nos han animado a continuar y no desistir a mitad del camino recorrido.

Y también nos gustaría darle las gracias al centro I.E.S. “La Marxadella” por su implicación en estos proyectos porque sin ellos no abríamos conseguido poder participar.

## 10. Realización

Este trabajo ha sido realizado por los alumnos de 2º curso del Ciclo Formativo de Grado Medio de Electromecánica:

Don. Cristian Ruiz Milla.

Don. Esteban Rojas de la Fuente.

El trabajo ha estado supervisado por el Profesor del departamento de Automoción:

Don. Javier Vidal Pastor

---

I.E.S. “La Marxadella” - Departamento de Automoción  
C/ Padre Méndez nº 151, 46900 Torrent (Valencia – España)

Teléfonos: 96 156 27 62 y Fax: 96 156 47 69

[www.auto-marxadella.com](http://www.auto-marxadella.com)