



Escuela de Ingeniería
Departamento de Mecánica Automotriz y Autotrónica
SDS2201 - Sistemas de Dirección y Suspensión

DIRECCIÓN ASISTIDA ELECTRICAMENTE Y SISTEMA ESP



INTRODUCCIÓN

- Antes de comenzar a explicar el funcionamiento del sistema de dirección asistida eléctricamente debemos entender el concepto de “asistidas.”
- Direcciones asistidas: Son direcciones mecánicas a las que se ha dotado de algún sistema de ayuda (asistencia) a fin de permitir aliviar el esfuerzo direccional ejercido por el conductor.
- A continuación veremos tipos de asistencias; según la energía de funcionamiento de la asistencia las podemos clasificar en:
 - Asistencia por vacío (Servodirecciones).
 - Asistencia por aceite a presión (Oleoasistidas).
 - Asistencia por aire a presión (Neumáticas).
 - Asistencia por electricidad (Electrodirección**

DIRECCIÓN ASISTIDA ELÉCTRICAMENTE

- **Principio de Funcionamiento:**

- Un motor eléctrico produce un par de asistencia en función del esfuerzo ejercido sobre el volante por el conductor. Este par de asistencia es aplicado a las ruedas por el intermedio de la cremallera y es modificado permanentemente por las leyes de control, para reducir el esfuerzo de giro del conductor.
- Las leyes de control de una dirección asistida eléctrica comportan, además de la asistencia principal, un retorno activo del volante, una compensación de la carga que pesa sobre la columna de dirección, denominada también compensación de inercia y una amortiguación comparable a la de una dirección con asistencia hidráulica.

- **Asistencia principal:**

- Para calcular el par que el motor eléctrico debe proporcionar, la unidad electrónica de la dirección asistida tiene en cuenta el par ejercido sobre el volante y la velocidad del vehículo, estando estas dos magnitudes físicas medidas respectivamente por el captador de par de giro y el captador de velocidad.
- Para alimentar el motor eléctrico, el mando de potencia del calculador electrónico produce una corriente eléctrica de asistencia que corresponde al par calculado. De la misma manera, la dirección puede estar muy asistida a baja velocidad para facilitar las maniobras, y netamente más dura a alta velocidad para mantener la trayectoria.

- **Retorno activo:**

- Cuando el conductor suelta el volante a la salida de una curva, la dirección asistida eléctrica ejerce un par de retorno, que alinea las ruedas más rápidamente.
- Este par de retorno, denominado también retorno activo, depende evidentemente del ángulo de giro de las ruedas y de la velocidad del vehículo.
- El calculador determina el par de retorno (o corriente de retorno) en función del ángulo de giro para una velocidad dada, a menos que se graben un conjunto de valores en su memoria.

- **Compensación de inercia:**

- A causa de la masa que el motor eléctrico añade a la dirección, ésta es menos ligera. Para compensar la falta de reacción, hace falta girar el volante más rápido suministrando antes corriente eléctrica al motor: es la compensación de inercia.
- Cuando el conductor gira rápidamente el volante (de 0 a 20 grados) para evitar un obstáculo, la compensación de inercia interviene en función de la velocidad del vehículo y de la velocidad de rotación del motor eléctrico.

- **Amortiguación:**

- Entre los sistemas de seguridad con que cuenta una asistencia eléctrica, la amortiguación permite evitar el eventual fenómeno de embalamiento de la asistencia. El par de amortiguación (o corriente eléctrica de amortiguación) está calculado en una cartografía memorizada en el calculador.
- Sólo queda a continuación quitarle al motor eléctrico la corriente de amortiguación, que aumenta, por supuesto, con la velocidad de giro y la velocidad del vehículo.

- **Tres arquitecturas mecánicas:**

- **El montaje sobre la columna de dirección**

Es el más difundido y el menos costoso; se monta sobretodo en vehículos pequeños, cuyo peso sobre el tren delantero es bajo. El motor eléctrico se instala sobre la parte de la columna de dirección situada en el habitáculo. De esta manera, el problema de las altas temperaturas debajo del capó está resuelto.

- **El montaje sobre el piñón:**

Es el más simple en términos de implantación. El motor eléctrico se encuentra al pie de la columna de dirección a la entrada de la cremallera. De esta manera, la columna y las cardanes no se ven afectadas por el par suministrado por el motor eléctrico y no deben estar sobredimensionadas.

- **El montaje sobre la cremallera:**

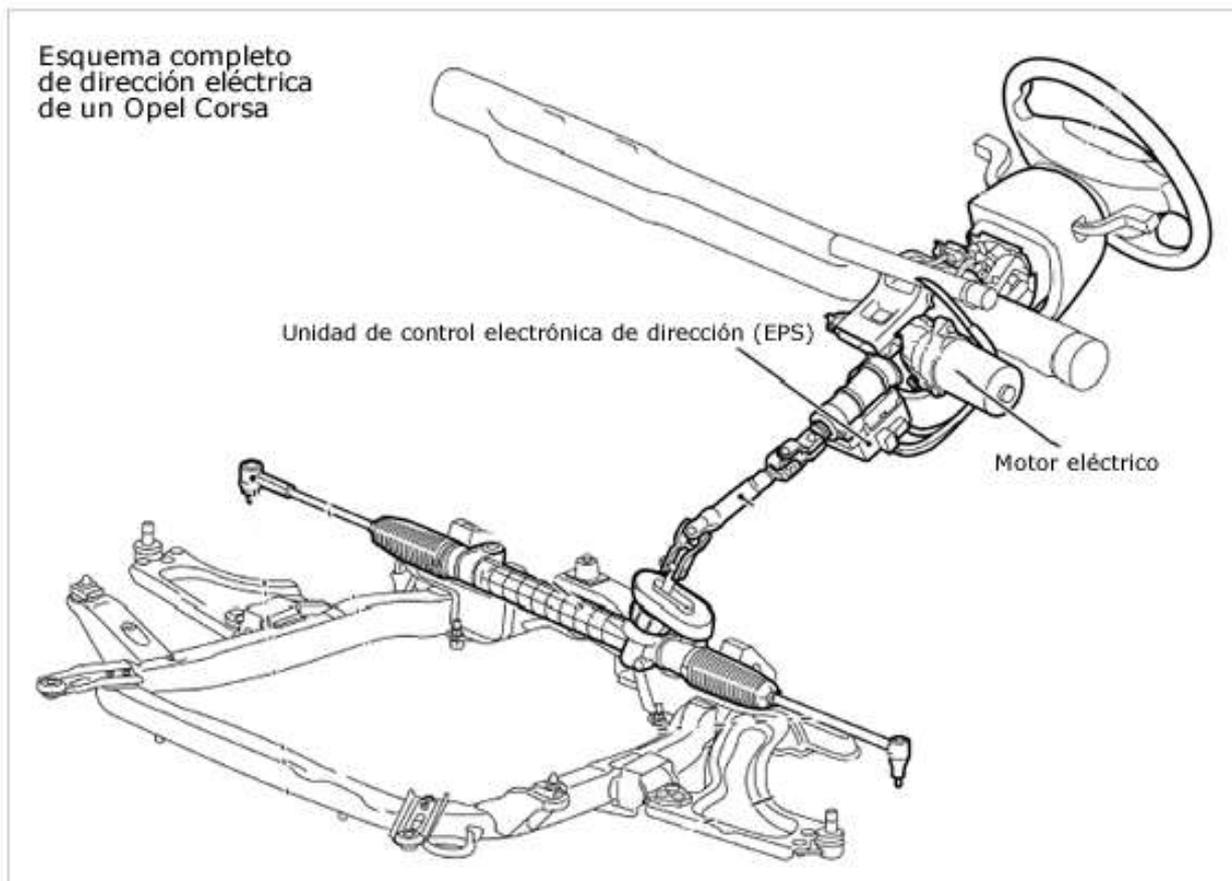
Es el montaje de los vehículos de gama alta, ya que el peso sobre el eje delantero es superior a una tonelada. El motor eléctrico está integrado en la cremallera.

- **Sinóptica y electrónica del sistema**

- Los datos suministrados por el captador de par de giro constituyen una información crucial para las leyes de control del motor eléctrico.
- En consecuencia, el transmisor está duplicado, y las dos señales obtenidas son comparadas permanentemente por el programa memorizado en el microprocesador. En caso de desacuerdo, la asistencia es suprimida inmediatamente.
- Una parte del programa dedicado a la DAE abarca el autodiagnóstico y el modo de funcionamiento de emergencia.
-
- En cuanto al mando de potencia del motor eléctrico, está constituido por un tren de impulsos (puente en H para un motor de corriente continua), denominado también modulación de amplitud (PWM, Pulse Width Modulation).
- El principio de esta regulación de corriente es el mismo que el de la relación cíclica de apertura (RCO), utilizado por ejemplo para comandar una electroválvula: un pulso cuadrado se modifica en un pulso de pico, lo que permite abrir más o menos la válvula.
- Por lo demás, el bus CAN transmite al calculador electrónico los parámetros (la velocidad del vehículo, etc..) que intervienen en el cálculo del grado de asistencia.
- En el futuro, la comunicación entre los órganos de un vehículo se efectuará de manera tan natural que la dirección asistida eléctrica estará integrada en el conjunto de los equipamientos de seguridad: frenado electrohidráulico (EHB), regulador de velocidad (ACC).

Dirección "eléctrica" de asistencia variable en distintos modelos de automóviles:

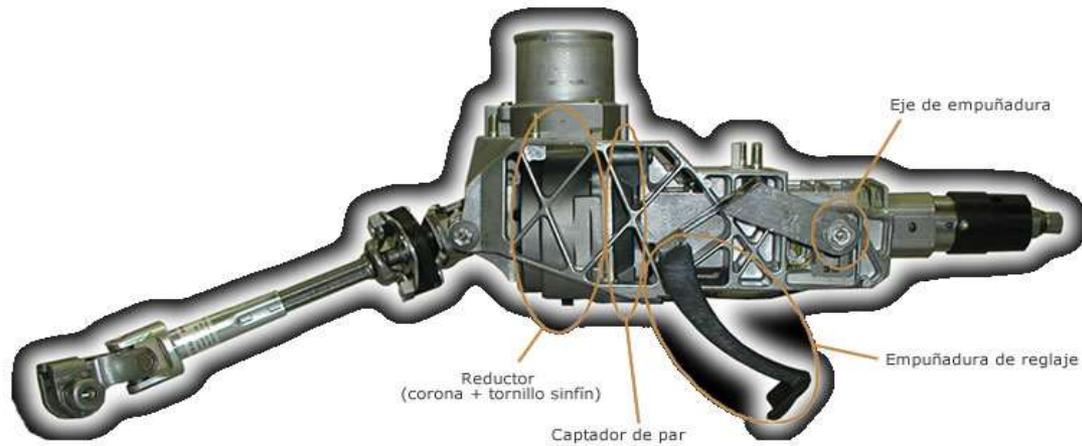
Opel Corsa:



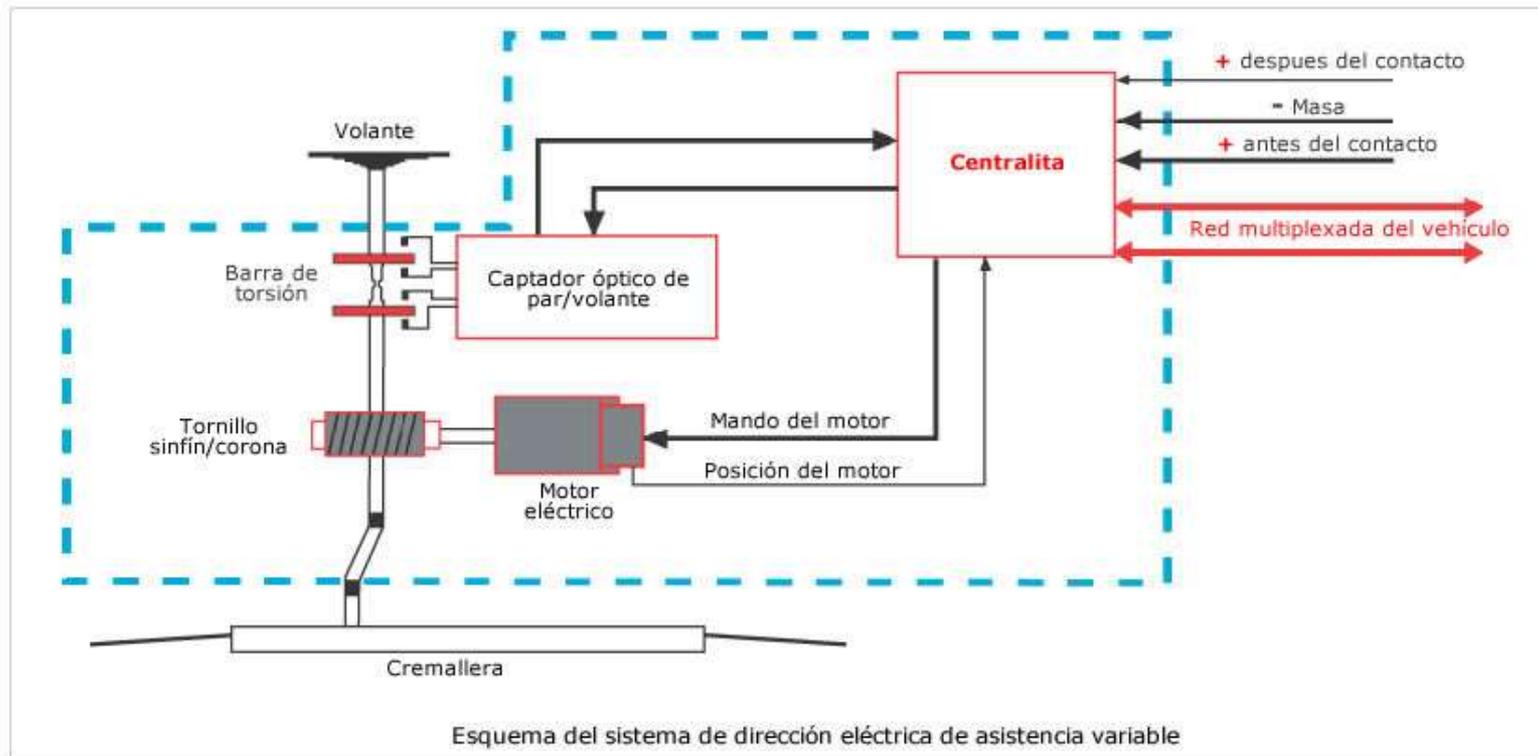
Renault Megane:

- En este tipo de dirección se suprime todo el circuito hidráulico formado por la bomba de alta presión, depósito, válvula distribuidora y canalizaciones que formaban parte de las servodirecciones hidráulicas. Todo esto se sustituye por un motor eléctrico que acciona una reductora (corona + tornillo sinfín) que a su vez mueve la cremallera de la dirección.
- Como se puede ver, este sistema de dirección se simplifica y es mucho mas sencillo que los utilizados hasta ahora. Tiene el inconveniente de estar limitado en su aplicación a todos los vehículos (limitación que no tiene el sistema de dirección hidráulica) ya que dependiendo del peso del vehículo y del tamaño de las ruedas, este sistema no es valido.
- A mayor peso del vehículo normalmente mas grandes son las ruedas tanto en altura como en anchura, por lo que mayor es el esfuerzo que tiene que desarrollar el sistema de dirección, teniendo en cuenta que en las direcciones eléctricas todo la fuerza de asistencia la genera un motor eléctrico, cuanto mayor sea la asistencia a generar por la dirección, mayor tendrá que ser el motor, por lo que mayor será la intensidad eléctrica consumida por el mismo.
- Un excesivo consumo eléctrico por parte del motor eléctrico del sistema de dirección, no es factible, ya que la capacidad eléctrica del sistema de carga del vehículo esta limitada. Este inconveniente es el que impide que este sistema de dirección se pueda aplicar a todos los vehículos, ya que por lo demás todo son ventajas.

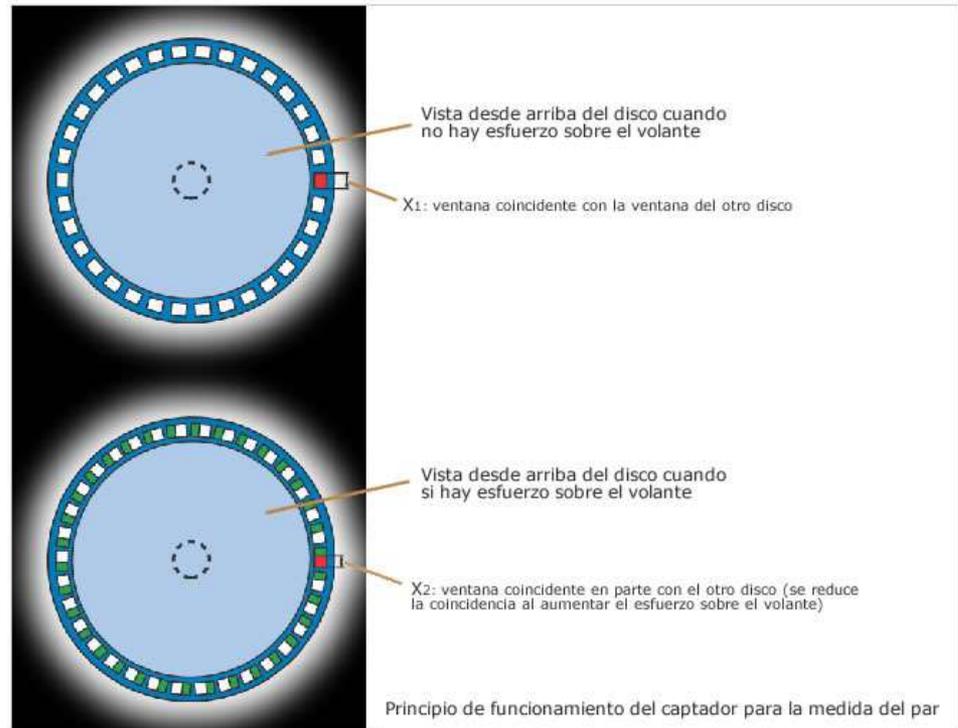
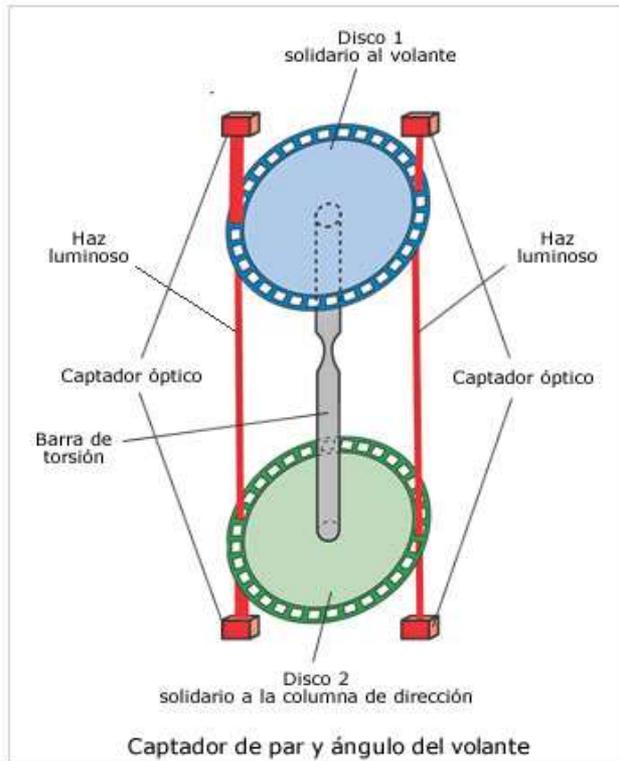
- En la figura se pueden ver los elementos que forman la dirección eléctrica, falta la parte de la columna de dirección que mueve el piñón que a su vez acciona la cremallera.



- En la figura inferior se puede ver el esquema eléctrico donde se aprecia la centralita o módulo electrónico, que controla el motor eléctrico y que recibe información del estado de la dirección a través de los sensores de la posición del motor eléctrico y del captador óptico de par/volante que mide la desviación que hay en la barra de torsión entre su parte superior y su parte inferior, este valor compara el esfuerzo que hace el conductor en mover el volante y la asistencia que proporciona el motor eléctrico. La centralita con esta información mas la que recibe a través de la red multiplexada (CANbus) y teniendo en cuenta un campo característico que tiene en memoria, genera una señal en forma de corriente eléctrica que es la que gobierna el motor eléctrico.



- El captador de par y ángulo del volante, utiliza dos discos solidarios unidos por una barra de torsión que esta debilitada en su centro, esto es para que permita un cierto retorcimiento cuando las fuerzas son distintas en sus extremos. Unos rayos de luz atraviesan las ventanas practicadas en los discos, esto sirve en primer lugar para conocer la posición angular del volante, es decir para saber cuanto se ha girado el volante. En segundo lugar cuando las fuerzas que se aplican en los extremos de la barra de torsión son distintas, las ventanas del disco superior no coinciden con las del disco inferior, esto provoca que el rayo de luz no llegue en su totalidad y parte de la luz que envía el emisor no es recibida por el receptor del captador óptico.



Mini Cooper: Servodirección electromecánica EPAS (Electric Power Assisted Steering)

- El nuevo Mini estrena una nueva servodirección electromecánica EPAS (Electric Power Assisted Steering), que aporta mejores sensaciones al volante y que es de dureza variable.
- La nueva servodirección EPAS no solamente reduce el consumo de combustible en aproximadamente 0,1 litro a los 100 kilómetros, sino que, además, ofrece la posibilidad de elegir entre dos características de regulación. Pulsando la tecla Sport, el reglaje es más deportivo. Esta modalidad también implica una modificación de la línea característica del pedal electrónico del acelerador, que así responde de modo más espontáneo.



Control de estabilidad

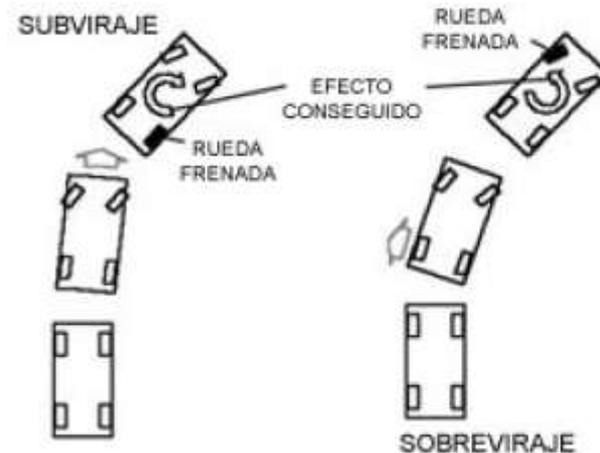
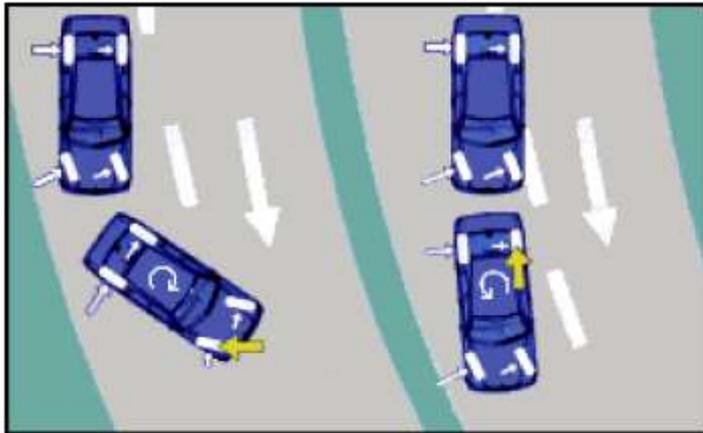
- El control de estabilidad o como se conoce por sus siglas “ESP” es un sistema de ayuda al conductor que consiste en mantener el vehiculo en la trayectoria deseada en los momentos que se pierde el control de esté. Mayormente se conoce con el nombre de “control de estabilidad” o con las siglas en aleman “ESP”, “Elektronisches Stabilitäts-Program” (programa electrónico de estabilidad),pero cada fabricante utiliza su propio nombre:

Alfa Romeo:	ASR.
Peugeot:	CDS- Controle Dynamique Stabilité.
Volvo:	DSA- Dynamic Stability Assistance.
Grupo VAG:	ESBS- Electronic Stability Braking System.
Jaguar:	ESC- Electronic Stability Control.
Porsche:	PSM- Porsche Stability Management.
Fiat:	VDC- Vehicule Dinamic Control.
Mitsubishi:	MASC

- La eficacia del control de estabilidad esta limitada por la velocidad del vehiculo y la adherencia disponible; si la velocidad pasa de un cierto limite para la adherencia dada, el control de estabilidad no puede hacer nada.

- Cuando el vehículo se aparta de la trayectoria deseada existen dos efectos posibles: Subviraje y Sobreviraje.
- **El subviraje** se produce cuando por ejemplo el conductor se encuentra en una curva con el vehículo circulando a una determinada velocidad y debe esquivar un obstáculo y la superficie es resbaladiza. En estas condiciones el vehículo tiende a irse hacia el exterior de la curva debido principalmente a que el vehículo no gira lo suficiente y a la pérdida de adherencia de los neumáticos al suelo y a la propia inercia del vehículo. También ocurre que en subviraje el vehículo se sale de la curva por el exterior siguiendo una trayectoria recta independientemente de si el volante está girando o no. Otra manera de reconocer un subviraje es cuando el vehículo derrapa del eje trasero.
- **El sobreviraje** aparece en algunos casos después del subviraje cuando el vehículo ha recuperado adherencia y el conductor tiene la dirección muy girada. Otra manera de sobrevirar es cuando el vehículo circula a gran velocidad en una curva y desacelera, en ese momento el vehículo deja de traccionar y tiende a irse hacia el lado interior de la curva. El sobreviraje es una pérdida de trayectoria totalmente controlable en la mayoría de los casos por el conductor (si dispone de buenos reflejos) sin necesidad de emplear el control de estabilidad. En este caso el vehículo derrapa del eje delantero.

- Resulta así que el control de estabilidad es especialmente eficaz en manos de conductores que lo tengan como un seguro en caso de error o circunstancias imprevisibles, mas que para quienes lo usen como un instrumento para ir mas rápido de lo que harían sin el.
- Con la explicación básica de perdida de control del vehículo, el control de estabilidad actúa sobre los cuatro frenos del vehículo de manera independiente según el eje en el que se produzca el derrapaje. Por ejemplo, en un subviraje en el cual derrapa el eje trasero del vehículo, el control de estabilidad actúa sobre el freno de la rueda delantera de la parte exterior de la curva para equilibrar el giro del vehículo y limitar la tendencia al derrapaje.
- Para corregir un sobreviraje el control de estabilidad actúa sobre la rueda trasera de la parte inferior de la curva y así corregir el derrapaje del eje delantero.



Funcionamiento:

- Básicamente el ESP es un programa electrónico que ayuda al conductor en la conducción sobre carreteras difíciles y en situaciones críticas.
- Mediante el empleo de sensores electrónicos, la hidráulica y un programa de software combinados entre ellos se consigue un aumento de la seguridad sobre el impredecible asfalto.
- **Sensores:** Estos se encargan de medir continuamente el ángulo de giro de la dirección, la velocidad de rotación de las ruedas, la aceleración transversal del vehículo en curvas, y el ángulo de rotación sobre el eje del vehículo (derrapaje del vehículo sobre la calzada).
- Este sistema de seguridad activa reconoce cuando el vehículo perderá la estabilidad con suficiente tiempo como para actuar en milésimas de segundo sobre el sistema de frenado y el motor para ayudar al conductor a mantener el vehículo en su trayectoria deseada mediante fuerzas de frenado

Sus inicios:

- Los primeros trabajos sobre el ESP se iniciaron cuando el sistema electrónico de antibloqueo de frenos (ABS), se encontraba en fase de pruebas. Entonces, los técnicos intuyeron, correctamente, que aquel era el principio de la realización de un sueño pero en aquellos tiempos (1978) no había suficiente material electrónico ni medios para hacer lo que ellos tenían en mente.
- Siete años mas tarde, en 1985, la aparición de nuevos dispositivos electrónicos, como el diferencial autoblocante automático (comandado electrónicamente) el ASD y el control de tracción (ASR), les aportaron todo lo que necesitaban para poder avanzar en su idea.
- Sin embargo, para perfeccionarla y hacerla llegar al automovilista de la calle necesitaban un socio. Y ese fue Robert Bosch, que también dispone de un centro de desarrollo y que, desde comienzos de los 90, se unió al proyecto.

- **Aplicaciones:** Bosch y Mercedes trabajando juntos consiguieron tener a punto con mas rapidez el ESP, que se instalo como equipo en serie , en 1995, en los coupés SEC 600 del fabricante alemán. Posteriormente estuvo disponible también en las berlinas de la clase S, y comenzó a popularizarse al introducirse en el mercado la actual clase E, en la que es un equipamiento opcional.
- La efectividad del ESP ha sido refrendada por el Instituto de Seguridad del Automóvil, organización dependiente de la “Asociacion de Aseguradoras Alemanas (GVD)”, lo que considera un elemento altamente eficaz en la prevencion de accidentes.

- **Buenos resultados:** Al respecto, puede ser interesante el dato conseguido por la propia Mercedes en su centro de simulación de Berlín. Realizo una prueba , en la que participaron 80 conductores de ambos sexos, en recorridos en los que aparecian curvas con placas de hielo. Los 80 conductores superaron la prueba sin accidentarse con el vehiculo equipado de ESP. Sin embargo, sin el ESP el 78% de ellos sufrieron un accidente.
- Una vez que Mercedes ha introducido el ESP en el mercado, Bosch lo ha suministrado a otras marcas. BMW estaba ya probando la adaptación a sus modelos en el momento cuando aparecieron los primeros vehículos equipados con ESP.

- **En el mercado:** Los ingenieros de Bosch, la compañía inventora del ESP, piensan que estos dispositivos y otros como el airbag, han permitido reducir los accidentes de tráfico en más de del 50% en los últimos 30 años.
- Actualmente muchos vehículos tienen el ESP opcional o lo incluyen de serie en toda su gama, pero Alfa Romeo ha ido más lejos y le ofrece un modelo de control de estabilidad para su reciente 147 con dos opciones de funcionamiento. Lo denominan VDC, y básicamente es una versión modificada del ESP y una de las opciones es la de limitar la actuación del control de estabilidad a frenar solo la rueda que sea necesaria para recuperar el control del vehículo en derrapaje, sin actuar en ningún caso sobre el motor
- Esta disposición contribuye a que el vehículo tenga una mayor respuesta en la salida de las curvas, mientras que sobre superficies mojadas se desconecta el control de estabilidad. También se puede anular el VDC cuando el conductor desee obtener una conducción más deportiva sin sistemas que intervengan en la conducción.
- El control de estabilidad se puede obtener por separado para instalarlo en determinados vehículos. Este sistema tendría un precio relativamente barato porque solamente se compone de circuitos electrónicos y sensores, pero su precio de venta es algo elevado debido a que se ha de amortizar los más de 20 años de investigación hasta obtener lo que es hoy el control de estabilidad

- No solamente los turismos incorporan este sistema de seguridad activa, los camiones están empezando a incorporarlo. Concretamente la casa DAF ha dotado a los camiones de 2 ejes (modelos CF75, CF85, XF). La función es la misma que un control de estabilidad de un turismo, mantiene la estabilidad y contribuye a prevenir accidentes. Además este sistema contrarresta el efecto de tijera y se presenta una situación de “sobreviraje y subviraje”, el sistema regula inmediatamente a menos la potencia del motor, frena el semirremolque y, en su caso, también una rueda individual delantera o trasera de la cabina del camión.
- Empresas como Bosch han desarrollado un sistema de control de estabilidad para vehículos, exactamente orientado a los turismos que emplea el sistema CAN BUS para unir físicamente los sensores con la centralita. Gracias a este sistema electrónico se consigue disminuir el cableado.



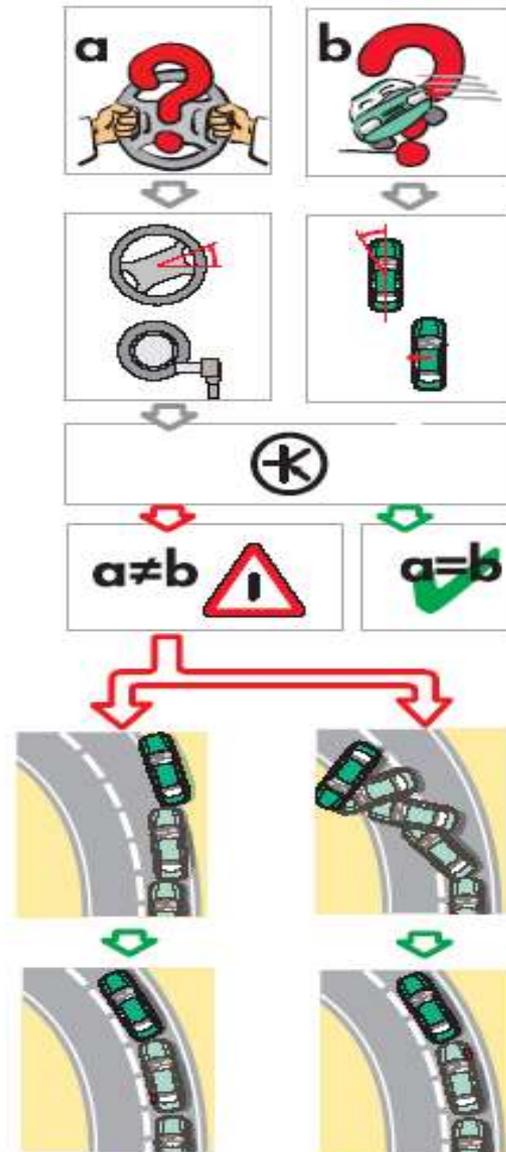
· Componentes de un ESP ↗

Manual de servicio ESP- SEAT

- **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).

- La activación del ESP sólo se produce al circular marcha adelante y se puede manifestar de dos formas:
- **La primera, en caso de subviraje,** el ESP frena con mayor intensidad en la rueda trasera interior de la curva. Así los pares de viraje que se crean modifican el centro de giro al aprovechar las fuerzas centrífugas del vehículo.
- **La segunda posibilidad es el sobreviraje.** Aquí el ESP frena con mayor intensidad en la rueda delantera exterior. Los pares de fuerza producidos modifican también el centro de giro.
- Además puede suceder que se produzcan continuos subvirajes y sobrevirajes de forma seguida como, por ejemplo, al superar un obstáculo en un carril de la carretera. En estas situaciones la función ESP corrige continuamente la trayectoria.

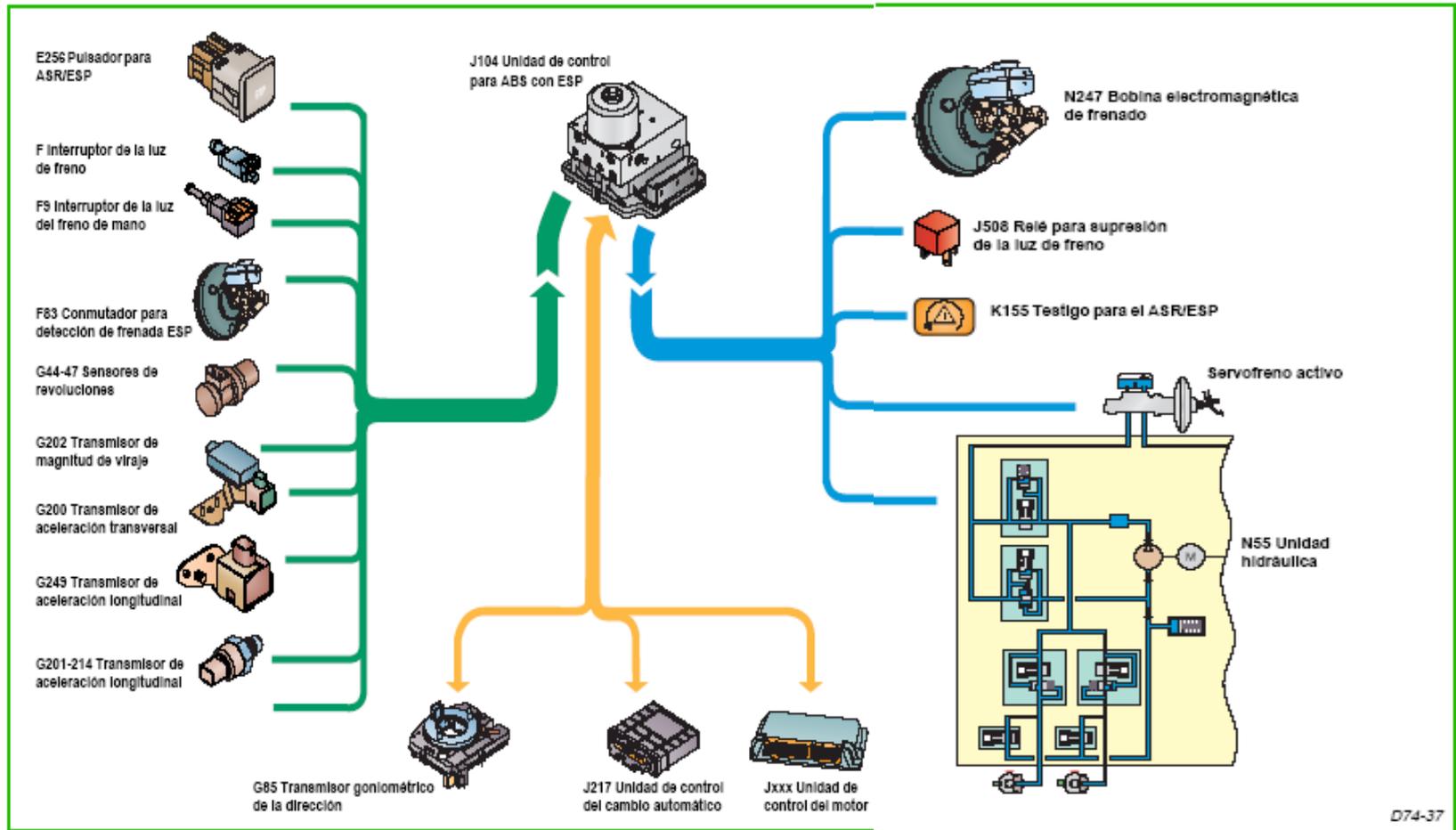


• REGULACIÓN:

- La función ESP requiere el uso de las señales procedentes de todos los sensores. La falta de alguna de ellas implica la desactivación de la función.
- La señal desencadenante del ESP es la velocidad de viraje, siendo el valor mínimo de activación de 40/s.
- El resto de señales, también importantes, actúan como señales correctoras.
- Cuando se activa la función ESP, frena y libera el circuito de la rueda o ruedas específicas. En función de si se pisa o no el pedal de freno, la regulación se iniciará de dos formas diferentes.
- Si el pedal de freno no está pisado, se excita la bobina electromagnética de frenado para generar la **presión previa**. Esto es necesario debido a que la electrobomba hidráulica no tiene la aspiración suficiente para generar la presión requerida a bajas temperaturas.
- En el caso que el pedal de freno esté pisado, la bobina electromagnética de frenado no es excitada, ya que hay la suficiente presión en el circuito hidráulico para cebar la electrobomba.
- Independientemente de si ha excitado la bobina o si se ha pisado el pedal de freno, se producen **tres fases de regulación** hidráulica:
 - generación de presión,
 - mantenimiento de la presión y
 - degradación de la presión.Cada una de estas fases es gestionada directamente por la unidad de control.

- Durante la generación de presión, la electrobomba hidráulica está excitada para generar la presión de frenado necesaria. Las electroválvulas antirretorno (N225-226) son excitadas y se cierran. También son excitadas las electroválvulas de cebado (N227-228), lo que provoca su apertura. Las electroválvulas de admisión permanecen abiertas hasta que la rueda correspondiente sea frenada de forma acorde a la situación.
- Mientras se produce el mantenimiento de la presión del circuito de la rueda específica, todas las electroválvulas están cerradas, por lo que se mantiene la presión de frenado en la rueda.
- En la degradación de la presión, las electroválvulas de admisión son excitadas, es decir, se cierran, a la vez que las electroválvulas de escape correspondientes son excitadas y se abren. El líquido de frenos retorna, a través de la electroválvula de cebado que está abierta y por la bomba de frenos, hasta el depósito de líquido de frenos, a la vez que se desactiva la electrobomba hidráulica. La consecuencia es que la rueda es desfrenada y gana de nuevo velocidad.
- En caso que coincidan la necesidad de activarse el ABS y el ESP, se reproduce la función ESP, ya que esta función trabaja hasta un resbalamiento del 50% para conseguir el efecto de estabilización, lo que provocaría una confusión en la lógica del ABS, la cual trabaja con un resbalamiento máximo del 35%.

PARTES DEL ESP



ESQUEMA ELÉCTRICO DE FUNCIONES

CODIFICACIÓN DE COLORES

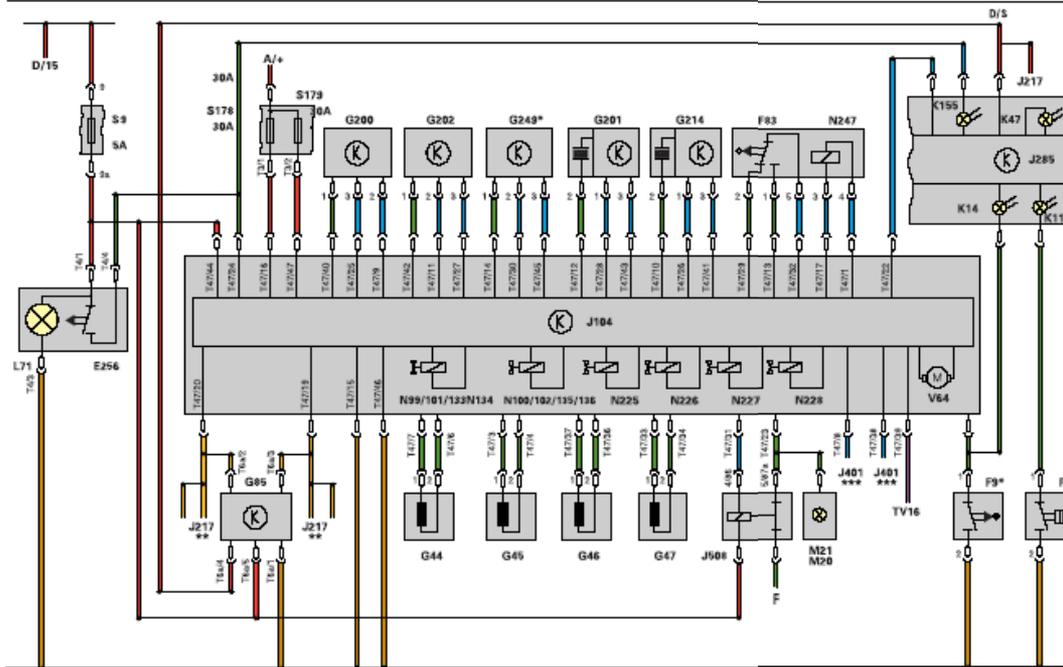
- Señal de entrada.
- Señal de salida.
- Alimentación de positivo.
- Masa.
- Señal bidireccional.
- Línea CAN-Bus.

LEYENDA

- D Commutador de encendido y arranque.
- E256 Pulsador para ASR/ESP.
- F Interruptor de luz de freno.
- F9 Interruptor del de freno de mano.
- F34 Commutador nivel líquido de frenos.
- F83 Commutador para detección de frenada ESP.
- G44 Sensor de revoluciones posterior derecho.
- G45 Sensor de revoluciones delantero derecho.
- G46 Sensor de revoluciones trasero izquierdo.
- G47 Sensor de revoluciones delantero izquierdo.
- G85 Transmisor goniométrico de dirección.
- G200 Transmisor de aceleración transversal.
- G201-214 Transmisor de presión de frenado.
- G202 Transmisor de la magnitud de viraje.
- G249 Transmisor de aceleración longitudinal.
- Jxxx Unidades de control, gestión del motor.
- J104 Unidad de control para ABS con ESP.
- J217 Unidad de control para cambio automático.
- J285 Cuadro de instrumentos.
- J508 Relé para supresión de la luz de freno.
- K14 Testigo para freno de mano.
- K47 Testigo para el ABS o ABS/EDS.
- K118 Testigo para el sistema de frenos.
- K155 Testigo para el ASR/ESP.
- L71 Iluminación para conmutador ASR/ESP.
- M20-21 Lámpara para luces de freno.
- N99-101-133-134 Válvulas de admisión ABS.
- N100-102-135-136 Válvulas de escape ABS.
- N225-226 Válvulas antirretorno.
- N227-228 Válvulas de cebado.
- N247 Bobina electromagnética de frenado.
- T16 Conector autodiagnóstico.
- V64 Electrobomba hidráulica.

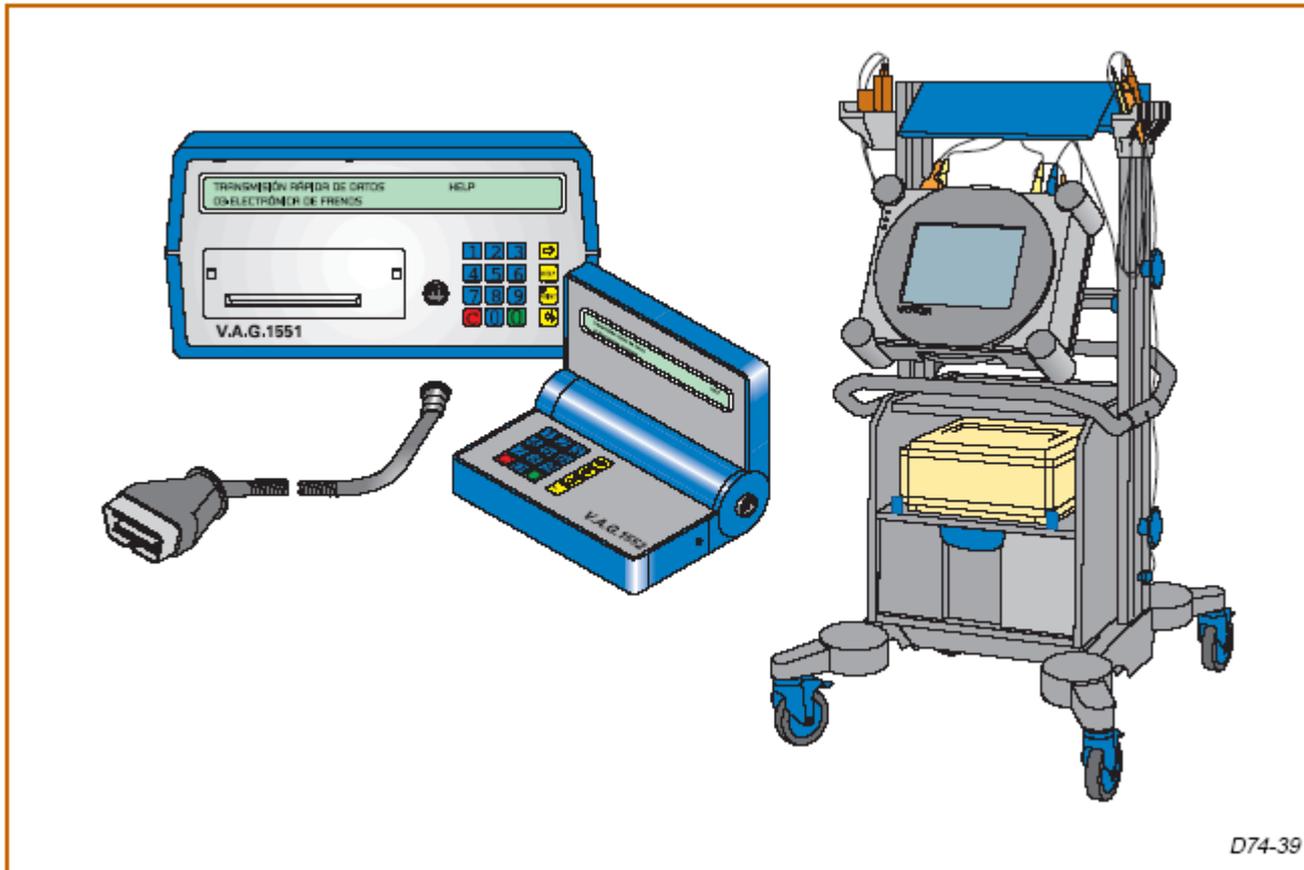
SALIDAS SUPLEMENTARIAS

- J401 Unidad de control del Sistema de Navegación y Radio.



- * Sólo en vehículos con tracción total.
- ** Sólo en vehículos con cambio automático.
- *** Sólo en vehículos con navegación.

Autodiagnosis



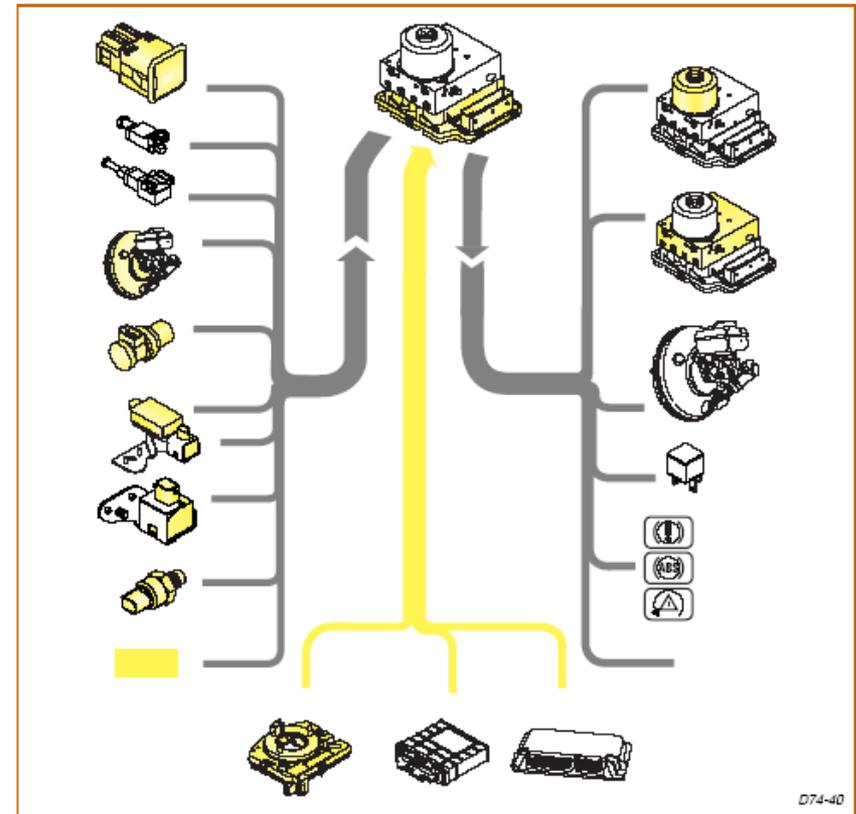
Autodiagnos

- La unidad de control dispone de la función autodiagnóstico, mediante la cual se pueden comprobar todas las señales recibidas de los sensores y emitidas hacia los actuadores, así como el funcionamiento interno.
- La consulta del autodiagnóstico se puede hacer con la ayuda de los equipos disponibles a tal efecto en el Servicio, como son el VAG 1551/1552 y el VAS 5051.
- El **código de dirección** para el acceso es el:
 - “03, electrónica de los frenos”.Aparte del código de dirección, es necesario cumplir los siguientes requisitos para acceder al autodiagnóstico:
 - La velocidad de las ruedas será inferior a 10 km/h.
 - No deben estar activados ni el ABS, ni el EDS ni el EBV.
 - La tensión de batería debe ser superior a 9 V.
- A continuación, se destacan las funciones que pueden ser utilizadas y se explicarán tan sólo las que presentan alguna novedad:

01	Versión unidad de control
02	Consultar memoria de averías
03	Diagnóstico de elementos actuadores
04	Iniciar ajuste básico
05	Borrar la memoria de averías
06	Finalizar emisión
07	Codificar la unidad de control
08	Leer bloque de valores de medición
09	Leer valor individual de medición
10	Adaptación
11	Procedimiento de acceso

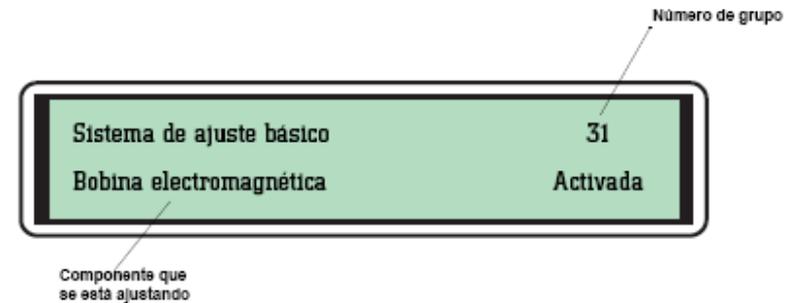
FUNCIÓN "02": CONSULTAR MEMORIA DE AVERÍAS

- La autodiagnosia dispone de una memoria donde almacena las averías, tanto las permanentes como las esporádicas. Las esporádicas se borran automáticamente al cabo de una serie de **ciclos**, definidos a continuación. Al producirse un fallo, la unidad de control pone un **contador** interno al valor de 50, si es avería de un componente, y a 15 si es del CANBus.
 - Si el fallo ya no se detecta, el contador se reduce una unidad una vez por arranque y al superar los 20 km/h. Cuando el contador alcanza el valor de 0, todos los fallos detectados se borran. Los componentes cuyas averías son detectadas y registradas por la memoria de la unidad de control aparecen coloreados de amarillo en la siguiente figura.



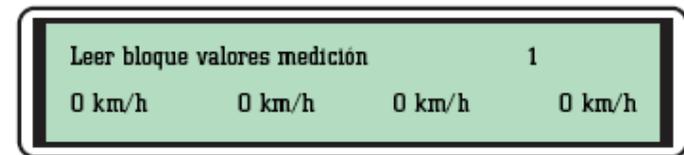
FUNCIÓN “04”: INICIAR EL AJUSTE BÁSICO

- Es necesario realizarlo cuando se sustituya un componente. Si se cambia la unidad de control, se deben realizar todos los ajustes básicos aquí mencionados. Para realizar el ajuste básico hay que acceder previamente a la función 11 “Procedimiento de acceso”.
- Tampoco será posible hacer el ajuste básico si la tensión es baja o si la velocidad es superior a 20 km/h. La calibración de un componente implica el aprendizaje de un valor por parte de la unidad de control, el cual es considerado como valor cero.
- Existen seis grupos para realizar los diferentes ajustes:



N.º de grupo	Ajuste básico
001	Purga del aire de la unidad hidráulica.
031	Prueba de la bobina electromagnética para la presión de frenado y del conmutador para detección de la frenada.
060	Calibración a cero del transmisor gionométrico de dirección.
063	Calibración a cero del transmisor de aceleración transversal.
066	Calibración a cero de los transmisores de presión de frenada.
069	Calibración a cero del transmisor de aceleración longitudinal. Sólo en vehículos con tracción total.

- **FUNCIÓN “08”: LEER BLOQUE DE VALORES DE MEDICIÓN**
- El autodiagnóstico incluye un completo bloque de valores de medición, aspecto que mejora la verificación y comprobación de averías. A continuación se detallan los bloques utilizables:



Campos de medición

- **FUNCIÓN “11”: PROCEDIMIENTO DE ACCESO**

El procedimiento de acceso debe hacerse antes de realizar el ajuste básico de cualquier componente.

Sólo así la lógica de la unidad de control accederá a la función 04 de la autodiagnos.

El **código** que se debe introducir es el **40168**.

El significado de los valores de medición referentes al sistema de frenos es:

N.º DE GRUPO	CAMPOS DE INDICACIÓN			
	1	2	3	4
001	VELOCIDAD MOMENTÁNEA DE LA RUEDA DELANTERA IZQUIERDA (en km/h)	VELOCIDAD MOMENTÁNEA DE LA RUEDA DELANTERA DERECHA (en km/h)	VELOCIDAD MOMENTÁNEA DE LA RUEDA TRASERA IZQUIERDA (en km/h)	VELOCIDAD MOMENTÁNEA DE LA RUEDA TRASERA DERECHA (en km/h)
002	VELOCIDAD DE LA RUEDA DELANTERA IZQUIERDA AL CIRCULAR (>6 km/h)	VELOCIDAD DE LA RUEDA DELANTERA DERECHA AL CIRCULAR (>6 km/h)	VELOCIDAD DE LA RUEDA TRASERA IZQUIERDA AL CIRCULAR (>6 km/h)	VELOCIDAD DE LA RUEDA TRASERA DERECHA AL CIRCULAR (>6 km/h)
003	ESTADO DEL INTERRUPTOR DE LA LUZ DE FRENO	ESTADO DEL INTERRUPTOR DE LA LUZ DE FRENO	LIBRE	LIBRE
004	ÁNGULO DE GIRO DEL VOLANTE (en °)	ACELERACIÓN TRANSVERSAL (en m/s ²)	VELOCIDAD DE VIRAJE (en %)	LIBRE
005	PRESIÓN DEL CIRCUITO HIDRÁULICO, G201 (en bar)	PRESIÓN DEL CIRCUITO HIDRÁULICO, G214 (en bar)	LIBRE	LIBRE
125	ESTADO BUS DE DATOS DEL MOTOR	ESTADO BUS DE DATOS DEL TRANSMISOR GONIOMÉTRICO	ESTADO BUS DE DATOS DEL CAMBIO AUTOMÁTICO	LIBRE