



Sistemas ESC de Audi

Introducción

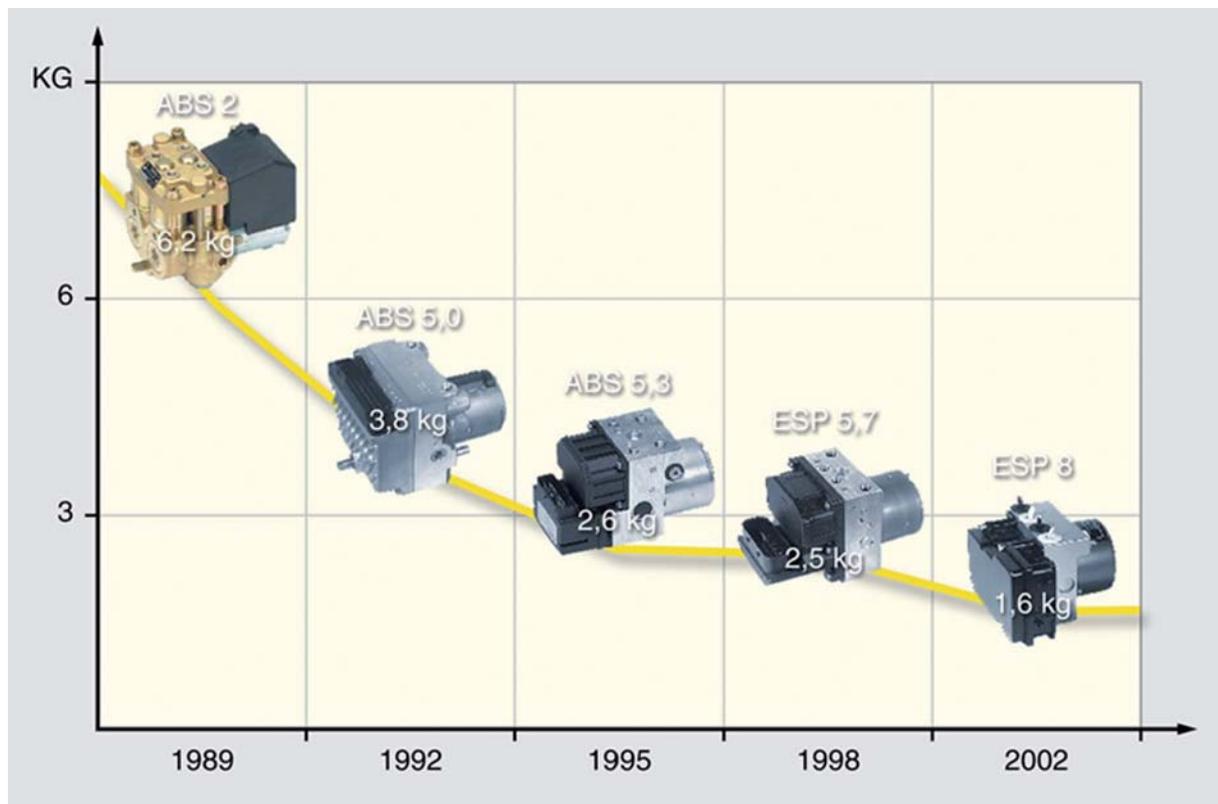
Los sistemas de regulación antideslizamiento y los sistemas de asistencia al conductor basados en operaciones de frenado automático aportan una contribución significativa a la seguridad activa en el tráfico por las vías públicas. En la mayoría de los casos ni siquiera nos damos cuenta de la presencia de estos elementos auxiliares en la circulación cotidiana.

Los últimos años vienen caracterizados por un vertiginoso desarrollo dentro del ámbito de los sistemas de asistencia para el conductor. Los avances tecnológicos logrados constituyen la condición para ello, especialmente en lo que se refiere al desarrollo y la fabricación de componentes electrónicos. La consecuencia lógica de este desarrollo se manifiesta en forma del uso compartido de funciones parciales a través de diversos sistemas, el intercambio de información entre los más variados sistemas y diversas relaciones de dependencia entre ellos.

El conocimiento de los nexos funcionales representa un gran desafío para el personal del área de Servicio.

Estos conocimientos son esenciales para poder explicar al cliente operaciones de manejo y funciones, para probar el funcionamiento, para identificar fallos, diagnosticarlos y eliminarlos finalmente.

El presente Programa autodidáctico ofrece conocimientos básicos a este respecto sobre el sistema.



Exposición del desarrollo, tomando como ejemplo el tamaño y peso de la unidad ABS/ESC (unidad de control y grupo hidráulico) de la casa Bosch.

475_001

Debido a un cambio que se ha implantado a nivel de Grupo consorcional, de la denominación ESP a la de ESC en el año 2012, también en este Programa autodidáctico se emplea por primera vez la designación ESC. Son una excepción las designaciones de los componentes, como por ejemplo "unidad de sensores del ESP G419".

Las designaciones que incluyen a este respecto el término "ESP" seguirán siendo utilizadas por ahora en la documentación y en los sistemas correspondientes del área de Servicio.

Fundamentos del comportamiento dinámico

Comunicación entre neumático y pavimento	5
------------------------------------------	---

Estructura del sistema

Clasificación de los sistemas	11
-------------------------------	----

Sistemas de regulación basados en ABS/ESC

Sistema antibloqueo (ABS)	12
Distribución electrónica de la fuerza de frenado (EBV)	21
Bloqueo diferencial electrónico (EDS)	23
Regulación antideslizamiento de la tracción (ASR)	26
Regulación del par de inercia del motor (MSR)	28
Control electrónico de estabilización (ESC)	29
Servofreno hidráulico de emergencia (HBA)	39
Bloqueo transversal electrónico	41
Gestión de pares selectiva por ruedas	43
Sistemas de asistencia en arrancada	44
Asistente de arrancada en subida	44
Asistente en arrancada	47
Asistente en descenso	49
Limpiadiscos de freno	51
Estabilización del tren con remolque	53
Fading Brake Support (FBS)	54
Servoasistencia de frenado hidráulica optimizada (OHBV)	55
Indicador de presión en neumáticos (RKA)	56
Detección de portaequipajes	57

Sistemas externos

Freno de estacionamiento electromecánico - función de frenada de emergencia (EPB)	58
Programador de velocidad de cruce (GRA+)	59
Adaptive Cruise Control (ACC)	60

Sistemas encomendados por ESC

Dirección dinámica	64
Driver steering recommendation (DSR)	66

Estrategia de regulación	67
--------------------------	----

Manejo e información para el conductor	68
----------------------------------------	----

Trabajos de Servicio	71
----------------------	----

Pruebe sus conocimientos	76
--------------------------	----

► El Programa autodidáctico proporciona las bases relativas al diseño y funcionamiento de nuevos modelos de vehículos, nuevos componentes en vehículos o nuevas tecnologías.

El Programa autodidáctico no es un manual de reparaciones. Los datos indicados sólo se proponen contribuir a facilitar la comprensión y están referidos al estado de los datos válido a la fecha de redacción del SSP.

Para trabajos de mantenimiento y reparación utilice en todo caso la documentación técnica de actualidad.



Nota



Remisión

Designaciones de los sistemas y abreviaturas empleadas en el cuaderno

Se emplean las designaciones comunicadas por Audi AG en el mercado alemán. En casos concretos puede suceder que hallen aplicación unas designaciones diferentes, utilizadas por regla general durante el proceso de desarrollo. En la columna derecha se indican las páginas en las que se proporciona información detallada sobre los sistemas/funciones correspondientes.

Designación	Abreviatura	Página
Sistema antibloqueo de frenos	ABS	12
Distribución electrónica de la fuerza de frenado	EBV	21
Bloqueo diferencial electrónico	EDS	23
Regulación antideslizamiento de la tracción	ASR	26
Regulación del par de inercia del motor	MSR	28
Control electrónico de estabilización	ESC	29
Servofreno hidráulico de emergencia	HBA	39
Bloqueo transversal electrónico	-	41
Gestión de pares selectiva por ruedas	-	43
Asistente de arrancada en subida	-	44
Asistente en arrancada	-	47
Asistente en descenso	-	49
Limpiadiscos de freno	-	51
Estabilización del tren con remolque	-	53
Fading Brake Support	FBS	54
Servofreno hidráulico optimizado	OHBV/HBV	55
Indicador de presión en neumáticos (plus)	RKA(+)	56
Detección de portaequipajes	-	57
Freno de estacionamiento electromecánico - función de frenada de emergencia	EPB	58
Programador de velocidad plus	GRA+	59
Adaptive Cruise Control	ACC	60
Dirección dinámica	-	64
Driver Steering Recommendation	DSR	66

Fundamentos del comportamiento dinámico

Al comienzo se explicarán brevemente los fundamentos esenciales del comportamiento dinámico, cuyo conocimiento es necesario para comprender las funciones de los sistemas tratados en este cuaderno.

Comunicación entre neumático y pavimento

La superficie de contacto del neumático de una rueda del vehículo hacia el pavimento recibe el nombre de superficie de contacto de la rueda. Esta superficie posee en la práctica una forma casi ovalada.

Aquí sucede la transmisión de la fuerza que se necesita para las diferentes maniobras, tales como la tracción (aceleración), el frenado o el paso por curva.



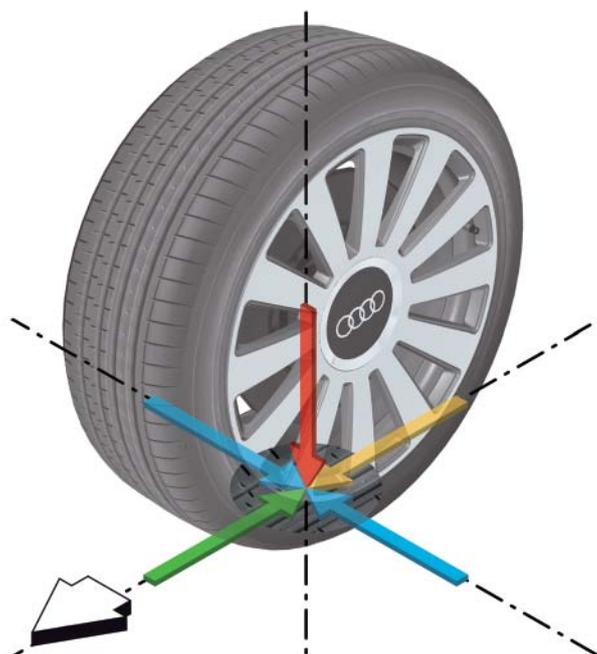
475_002

Fuerzas en la superficie de contacto de la rueda

Hay diferentes tipos de fuerzas que actúan como reacción en la superficie de contacto de la rueda entre el neumático y el pavimento. Siempre actúan las fuerzas derivadas del peso de los ejes y las ruedas. Según las condiciones dinámicas del momento actúan, además, fuerzas de tracción, de frenado y de guiado lateral. Las fuerzas se diferencian por su sentido de acción. Las fuerzas del peso actúan en el sentido vertical del vehículo. Las fuerzas de tracción actúan en el sentido de la marcha y las fuerzas de frenado actúan en contra de éste.

Las fuerzas de guiado lateral intervienen al recorrer una curva. Hacen que la rueda describa una trayectoria circular al rodar y actúan por ello en un ángulo casi recto sobre las fuerzas de tracción y frenado (en sentido transversal). Para las demás contemplaciones detalladas son importantes, sobre todo, las fuerzas que intervienen en el sentido longitudinal del vehículo (fuerzas de tracción y de frenado), así como las fuerzas de guiado lateral.

-  Fuerza del peso
-  Fuerza de guiado lateral
-  Fuerza de frenado
-  Fuerza de tracción



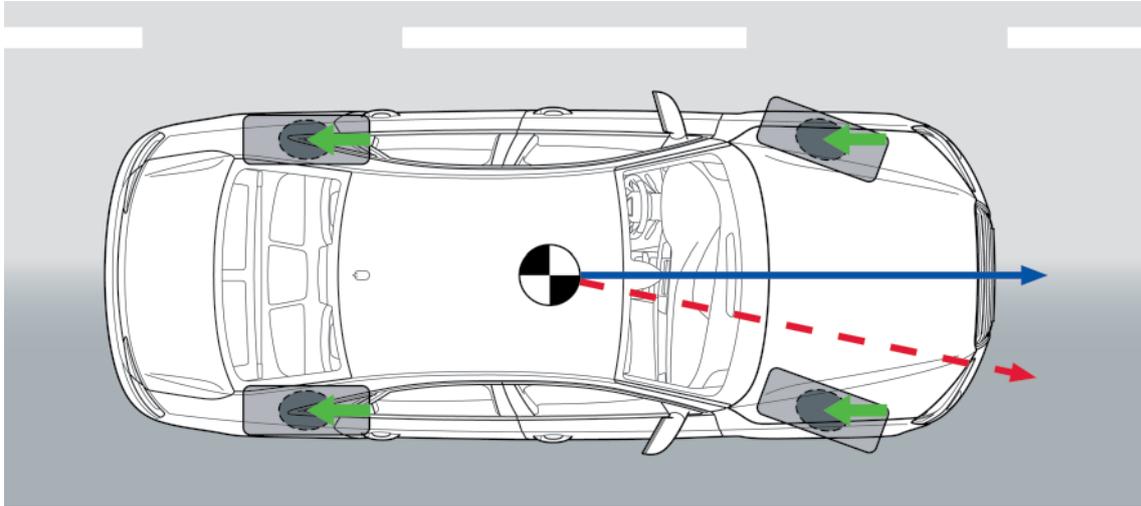
475_003

Relación de las fuerzas – el "Círculo de Kamm"

Las fuerzas descritas no pueden ser intensificadas a discreción. El ejemplo siguiente se propone destacar esto, tomando como ejemplo una frenada.

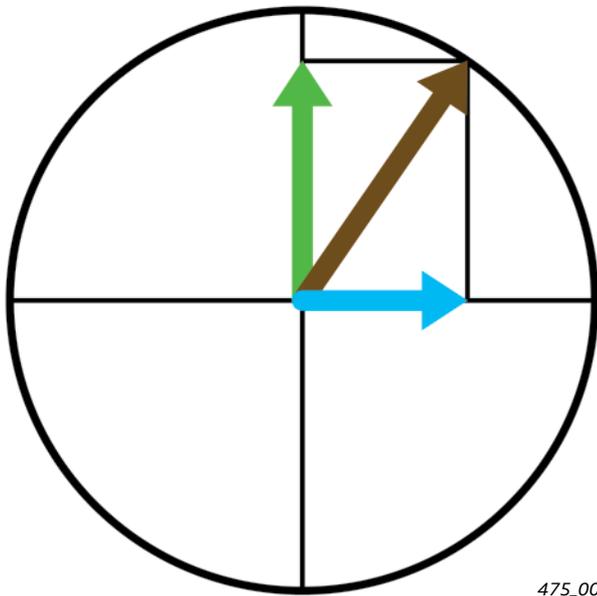
Un vehículo sin función del ABS frena tan intensamente durante la marcha recta, que las ruedas delanteras casi bloquean.

Para esquivar un obstáculo, el conductor volantea adicionalmente poco tiempo después. A pesar del giro de la dirección, el vehículo sigue en marcha recta. Es decir, que no actúa ninguna fuerza de guiado lateral.

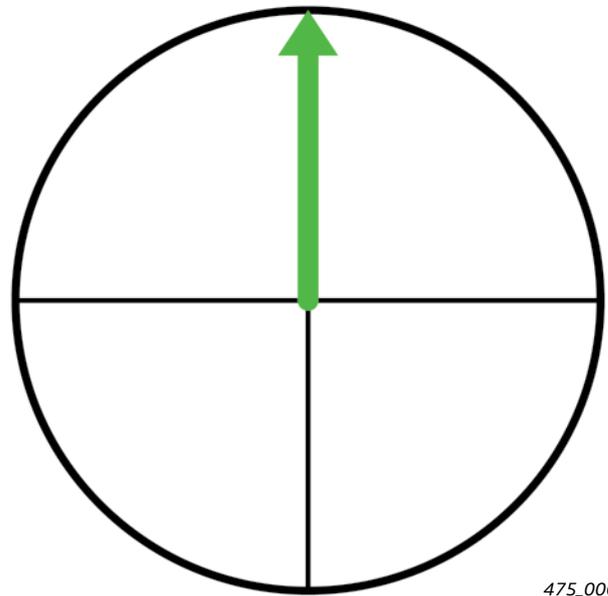


475_004

La magnitud máxima de las fuerzas eficaces puede determinarse con la representación de un modelo. Esta representación gráfica recibe el nombre de "Círculo de Kamm", haciendo honor a su inventor, el catedrático profesor Kamm.



475_005



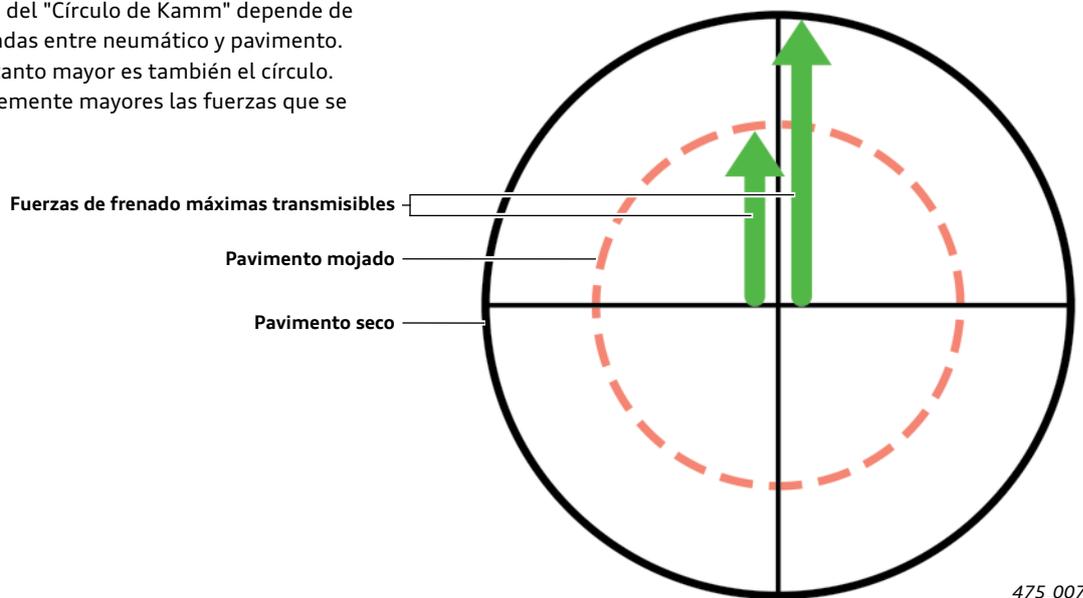
475_006

- Fuerza total
- Fuerza de guiado lateral
- Fuerza longitudinal (fuerza de frenado)

El radio del círculo representa la fuerza total máxima que puede ser transmitida por el neumático (rueda) sobre el pavimento. En dependencia de ello, la fuerza transversal máxima transmisible (fuerza de guiado lateral) está supeditada a la fuerza longitudinal realizada (fuerza de tracción o de frenado).

Representación de las fuerzas eficaces del ejemplo que antecede: Se genera la fuerza de frenado máxima posible. A pesar del gesto de la dirección ya no puede actuar ninguna fuerza de guiado lateral. El vehículo sigue en marcha recta.

El tamaño (radio o diámetro) del "Círculo de Kamm" depende de las condiciones de fricción dadas entre neumático y pavimento. Cuanto mejor es el "agarre" tanto mayor es también el círculo. También son correspondientemente mayores las fuerzas que se transmiten.

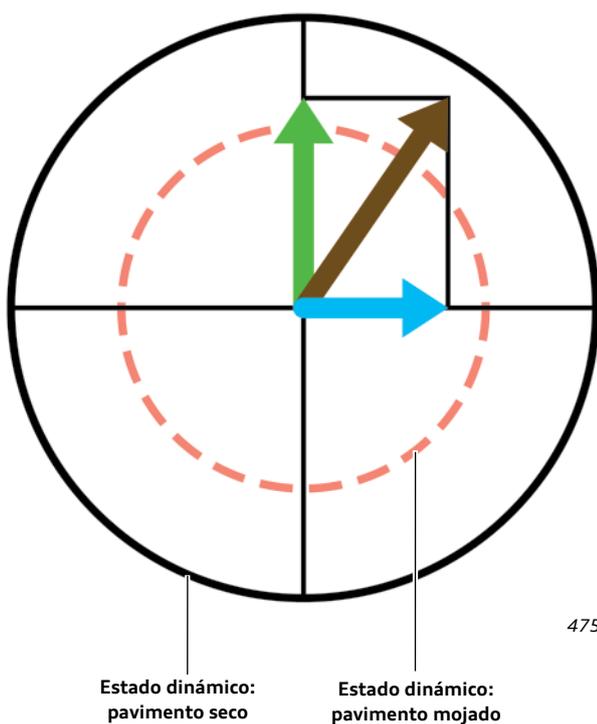


475_007

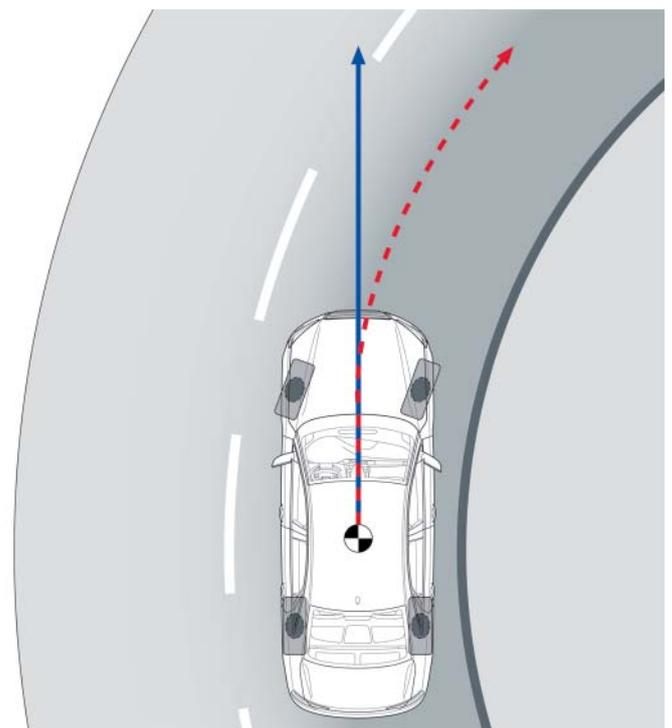
Si por ejemplo durante una situación dinámica específica cambian repentinamente las características de la superficie del pavimento (p. ej. seco - mojado), las fuerzas recientemente transmisibles todavía, ya pueden ser ahora excesivas. Aquí es donde intervienen entonces los "asistentes electrónicos", que serán descritos a continuación.

Una situación como ésta se representa en el gráfico por medio del "Círculo de Kamm", a modo de ejemplo. El vehículo va sobre pavimento seco y el conductor frena en una curva. No se aprovecha todo el potencial disponible. Durante la frenada el vehículo ingresa en un tramo húmedo del pavimento. Por el cambio en las características de la superficie y, con ellas, también en las condiciones de la fricción entre pavimento y neumático, las fuerzas máximas transmisibles ahora son marcadamente inferiores.

En el ejemplo, la fuerza de frenada inscrita por el conductor es demasiado intensa como para que se pudiera conseguir adicionalmente un guiado lateral estable del vehículo. Sin la intervención de sistemas estabilizadores, el vehículo pasaría aquí a un estado dinámico inestable. Por la pérdida de guiado lateral ya no podría describirse el radio necesario de la curva y el vehículo se saldría del pavimento.



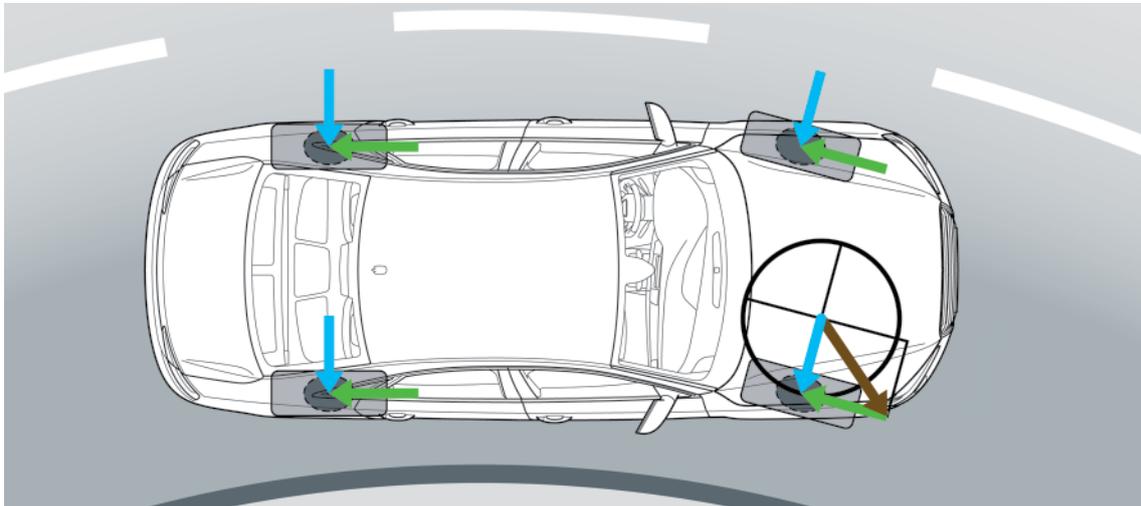
475_008



475_008a

En este segundo ejemplo el vehículo se encuentra recorriendo la curva. Allí alcanza las fuerzas de guiado lateral máximas posibles. Si ahora, por ejemplo por ir lento un vehículo que precede, el conductor tiene que frenar, ya no pueden transmitirse fuerzas de frenado suficientemente intensas hacia el pavimento.

En un caso extremo se produce por consecuencia un estado dinámico crítico; las ruedas pueden bloquear debido a las fuerzas de frenado que han sido inscritas. La consecuencia directa es que el vehículo abandona involuntariamente el carril, representando con ello un serio peligro de accidente.



475_009

El "Círculo de Kamm" es una representación gráfica idealizada, que describe adecuadamente los nexos fundamentales. La magnitud absoluta de las fuerzas máximas transmisibles (y con ello también la del correspondiente radio en el "Círculo de Kamm") depende, sobre todo, de las condiciones de la fricción entre neumático y superficie del pavimento. En el deporte de la competición suele utilizarse para esto el término "grip" (agarre). Si se contempla en una escala muy ampliada la zona de contacto del neumático hacia la superficie del pavimento, se reconoce un cierto "dentado que engrana" entre la goma del neumático y la cubierta del pavimento. Cuanto más "íntimo" es este efecto engranado, tanto mayor es la fricción entre neumático y pavimento y tanto más intensas son también las fuerzas que se pueden transmitir.

Los criterios que determinan las condiciones de la fricción son:

- ▶ material de la cubierta del pavimento (asfalto, hormigón, etc.)
- ▶ propiedades del material en la superficie de rodadura del neumático (mezcla de gomas)
- ▶ condiciones físicas del pavimento (seco, mojado, escarchado, etc.)
- ▶ velocidad del vehículo
- ▶ comportamiento del neumático a la temperatura (p. ej. diferencias entre neumáticos de verano e invierno)
- ▶ comportamiento del pavimento a temperaturas



"Dentado engranado" entre neumático y pavimento

475_010

Coefficiente de fricción μ

Sin la fricción entre neumático y pavimento no es posible la transmisión de la fuerza. La rueda traccionada "gira en vacío" sin producir ningún avance. La rueda en rotación que se somete a frenado se bloquea, sin que se reduzca la velocidad del vehículo. Para la descripción de las condiciones de la fricción entre las superficies de dos cuerpos se ha definido el coeficiente de fricción μ . Viene definido como la relación de la fuerza con la que se oprime un cuerpo contra la superficie de otro y la fuerza que es necesaria para desplazar el cuerpo sobre esa superficie. La fuerza máxima de tracción y empuje interviene en el momento de transición de la posición de reposo del cuerpo hacia el comienzo del movimiento. El coeficiente de fricción de ese estado físico recibe el nombre de coeficiente de fricción adherente. Si los cuerpos se encuentran entonces realizando un movimiento relativo entre ellos, el coeficiente pasa a llamarse coeficiente de fricción deslizante. En el caso de la pareja de fricción de la goma del neumático y el pavimento, sin embargo, no puede hacerse esa diferenciación. En una rueda en rotación intervienen en la práctica conjuntamente las fricciones adherente y deslizante entre el neumático y el pavimento.

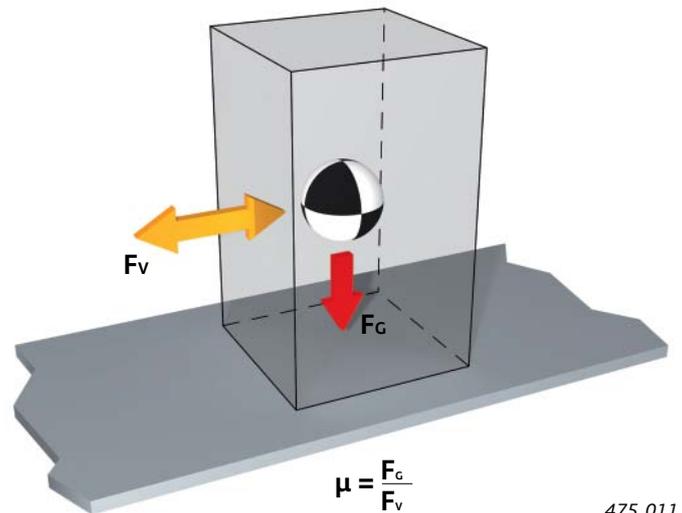
En el caso de la pareja de fricción entre neumático y superficie del pavimento, el coeficiente de fricción depende esencialmente de:

- ▶ estado de la superficie del pavimento
- ▶ estado del neumático
- ▶ velocidad de marcha

Valores aproximados del coeficiente de fricción para diferentes estados de la superficie del pavimento y a una velocidad de marcha de 60 km/h:

- ▶ Asfalto seco: 0,9
- ▶ Asfalto mojado: 0,4
- ▶ Hormigón seco: 0,9
- ▶ Hormigón mojado: 0,5

Confiriendo características especiales al material del neumático para aplicaciones específicas (por ejemplo en el deporte de la competición) también pueden implementarse coeficientes de fricción > 1 (en competición hasta aprox. 2).



475_011



475_012

Patinaje

Para que, en general, sea posible la transmisión de la fuerza del neumático al pavimento, es necesario deformar (tensar) las partículas de goma en los bloques perfilados del neumático. De ahí resulta un movimiento relativo permanente del neumático frente al pavimento. Esta diferencia de velocidad se conoce como el patinaje.

En el gráfico se representa, a manera de maqueta, la deformación de la goma del neumático de una rueda en rotación. La goma de la maqueta consta de múltiples bloques individuales pequeños. Al "ingresar" los bloques de goma en la superficie de contacto de la rueda, estos experimentan una pisada. Debido al comportamiento elástico de la goma, los bloques sufren una deformación en consecuencia de ello. En la zona posterior de la superficie de contacto de la rueda los bloques deformados se vuelven a relajar, antes de "abandonar" la pisada.

$$\frac{V_F - V_R}{V_F} \cdot 100 \%$$

V_F = velocidad del vehículo

V_R = velocidad de las ruedas

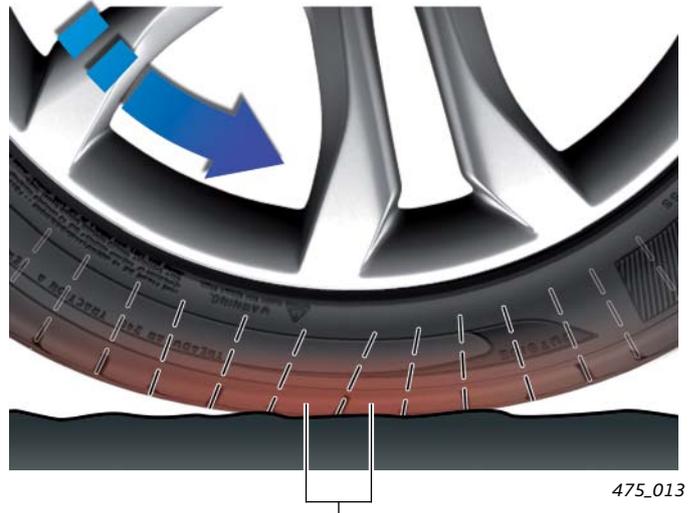
475_014

Otros factores que influyen sobre la magnitud de las fuerzas máximas transmisibles:

Aparte del coeficiente de fricción influyen sobre todo, en la magnitud de las fuerzas transmisibles, la fuerza del peso (peso que gravita sobre la rueda) y el tamaño de la superficie de contacto del neumático.

A medida que aumenta el peso que gravita sobre la rueda crecen las fuerzas transmisibles, así como con la ampliación de la superficie de contacto del neumático. Por ese motivo se aplican neumáticos de grandes dimensiones para los vehículos dotados de motorizaciones de alta potencia.

Según sea el caso, si se inscriben fuerzas de tracción o de frenado, se diferencia entre el deslizamiento de la tracción y el patinaje en frenada. La transmisión óptima de la fuerza de tracción sucede con valores de patinaje de aprox. 10 %. Dentro de ese margen pueden transmitirse las fuerzas de tracción máximas.



Bloques del perfil "pisados"

En el caso de la tracción, el patinaje adopta valores negativos. En las fases de frenada se dan las circunstancias inversas.



475_015

Clasificación de los sistemas

El punto de partida para el muy dinámico desarrollo de los sistemas de regulación antideslizamiento estuvo constituido por el sistema antibloqueo de frenos ABS. Los siguientes desarrollos, tales como ASR y EDS, son sistemas de regulación antideslizamiento "clásicos" como el ABS. Su misión consiste en influir sobre las operaciones de tracción y frenado a base de implementar valores de patinaje definidos para las ruedas o bien consiste en influir directamente de un modo positivo en el comportamiento dinámico (ESC). En los últimos años se han desarrollado muchos otros sistemas, que ya sólo pueden clasificarse parcialmente de un modo inequívoco entre los sistemas llamados "clásicos". Así p. ej., la función del limpiadiscos de freno respalda la función de frenado en mojado al estar en funcionamiento el limpiaparabrisas, pero no ejerce ninguna influencia directa sobre el patinaje de frenada entre neumático y pavimento.

Para mejor ilustración se efectúa aquí una división de los sistemas de acuerdo con los criterios siguientes:

- ▶ Sistemas que influyen sobre las operaciones de frenado, arrancada, aceleración o sobre las propias condiciones dinámicas.
- ▶ Algunos de los sistemas desarrollados en los últimos años también aprovechan la posibilidad de realizar una presurización activa de frenado, por "encomienda" al ESC, independientemente del comportamiento del conductor (de forma automática) (p. ej. ACC). Estos sistemas reciben aquí el nombre de "sistemas externos".
- ▶ El tercer grupo principal de los sistemas se caracteriza por la particularidad de que el propio ESC utiliza por "encomienda" otro sistema para incrementar la estabilidad de la marcha.

Una excepción es el indicador de presión en neumáticos, que utiliza los valores de medición del ESC acondicionados para una función de asistencia al conductor. Trabaja, por tanto, como un sistema externo, a pesar de que el software del sistema RKA va integrado en la unidad de control de ABS/ESC. De ahí que el RKA pertenezca en este resumen a los sistemas externos.

Sistemas de regulación basados en ABS/ESC

- ▶ ABS
- ▶ EBV
- ▶ HBA
- ▶ FBS
- ▶ Limpiadiscos de freno
- ▶ OHBV
- ▶ MSR

- ▶ ASR
- ▶ EDS
- ▶ Asistente de arrancada en subida
- ▶ Asistente en arrancada

- ▶ ESC
- ▶ Bloqueo transversal electrónico
- ▶ Gestión de pares selectiva por ruedas
- ▶ Asistente en descenso
- ▶ Estabilización del tren con remolque
- ▶ Detección de portaequipajes

Sistemas externos

- ▶ ACC
- ▶ GRA+
- ▶ EPB
- ▶ RKA+

Sistemas encomendados por ESC

- ▶ Dirección dinámica (para ESC y DSR)
- ▶ Dirección asistida electromecánica (para DSR)
- ▶ Motor de accionamiento (para ASR y MSR)

-  Toma de influencia sobre las operaciones de frenado
-  Toma de influencia sobre las operaciones de arrancada/aceleración
-  Toma de influencia sobre el comportamiento dinámico

Sistemas de regulación basados en ABS/ESC

El orden por el que se presentan a continuación los sistemas de regulación antideslizamiento "clásicos" equivale aproximadamente al del historial de su evolución.

Se eligió este orden para plantear de un modo claramente estructurado las respectivas ampliaciones de los sistemas.

Sistema antibloqueo (ABS)

Historial, función básica

Al explicar el "Círculo de Kamm" ya se indicó el ejemplo de una operación de frenado, en la que la fuerza de frenado es tan intensa, que ya no pueden generarse fuerzas de guiado lateral. El vehículo deja de ser direccionable en esta situación. En el año 1920 ya se había desarrollado un sistema hidráulico para la implantación en aviones, que servía para limitar la fuerza de frenado máximo e impedir el bloqueo de las ruedas frenadas.

En consecuencia se otorgó una patente a la casa Bosch en la década de los 30, que describía un regulador de esa índole para vehículos de motor.

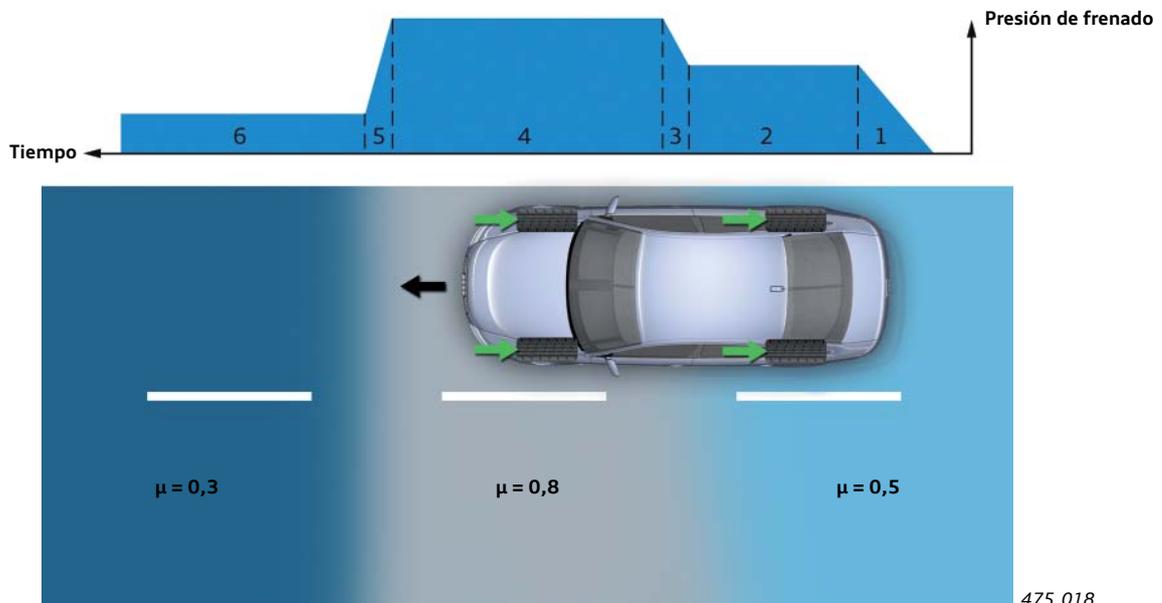
En el año 1969 se presentó al público el primer sistema antibloqueo de frenos gestionado electrónicamente, de la casa ITT. En Audi AG se equipó en el año 1980 el Audi 200 como el primer modelo con un ABS de la casa Bosch.



475_017

El funcionamiento elemental del ABS consiste en limitar la presión de frenado a una magnitud que todavía permita transmitir fuerzas de guiado lateral.

Debido a que las características del pavimento pueden variar durante la operación de frenado, el sistema tiene que estar en condiciones de mantener la presión de frenado o, mediante operaciones de regulación rápidas debe poder permitir que el conductor genere una mayor presión de frenado o la reduzca (ver el ejemplo siguiente).



475_018

El conductor inicia la frenada sobre pavimento húmedo (fase 1). La presión de frenado emitida por él provocaría el bloqueo de las ruedas ante estas condiciones del pavimento. El ABS tiene que regular la fuerza de frenado a un valor adecuado, durante todo el tiempo que no varíen las características del pavimento (fase 2). Más adelante cambian las características del pavimento; al estar ahora seco puede incrementarse nuevamente un poco la presión de frenado (fase 3).

Después de aumentar la presión se la vuelve a regular a un valor nuevo (fase 4). Si luego las ruedas ingresan en una zona mojada del pavimento, tiene que reducirse la presión de frenado para evitar el bloqueo (fase 5). El objetivo de esta estrategia de regulación consiste en reducir el recorrido de frenado a una cota mínima, a pesar de que se conserve la direccionabilidad del vehículo.

Realización técnica

Cuadro general

Tomando como ejemplo un Audi Q5 se presentan brevemente todos los componentes esenciales que son necesarios para la realización de los sistemas de regulación que se explican a continuación. Los componentes identificados en azul son necesarios para realizar la función del ABS.

La presión de frenado necesaria se establece, en general, por medio de las tres siguientes funciones de regulación:

- ▶ Mantenimiento constante de la presión de frenado momentánea
- ▶ Reducción de la presión de frenado momentánea
- ▶ Aumento de la presión de frenado momentánea

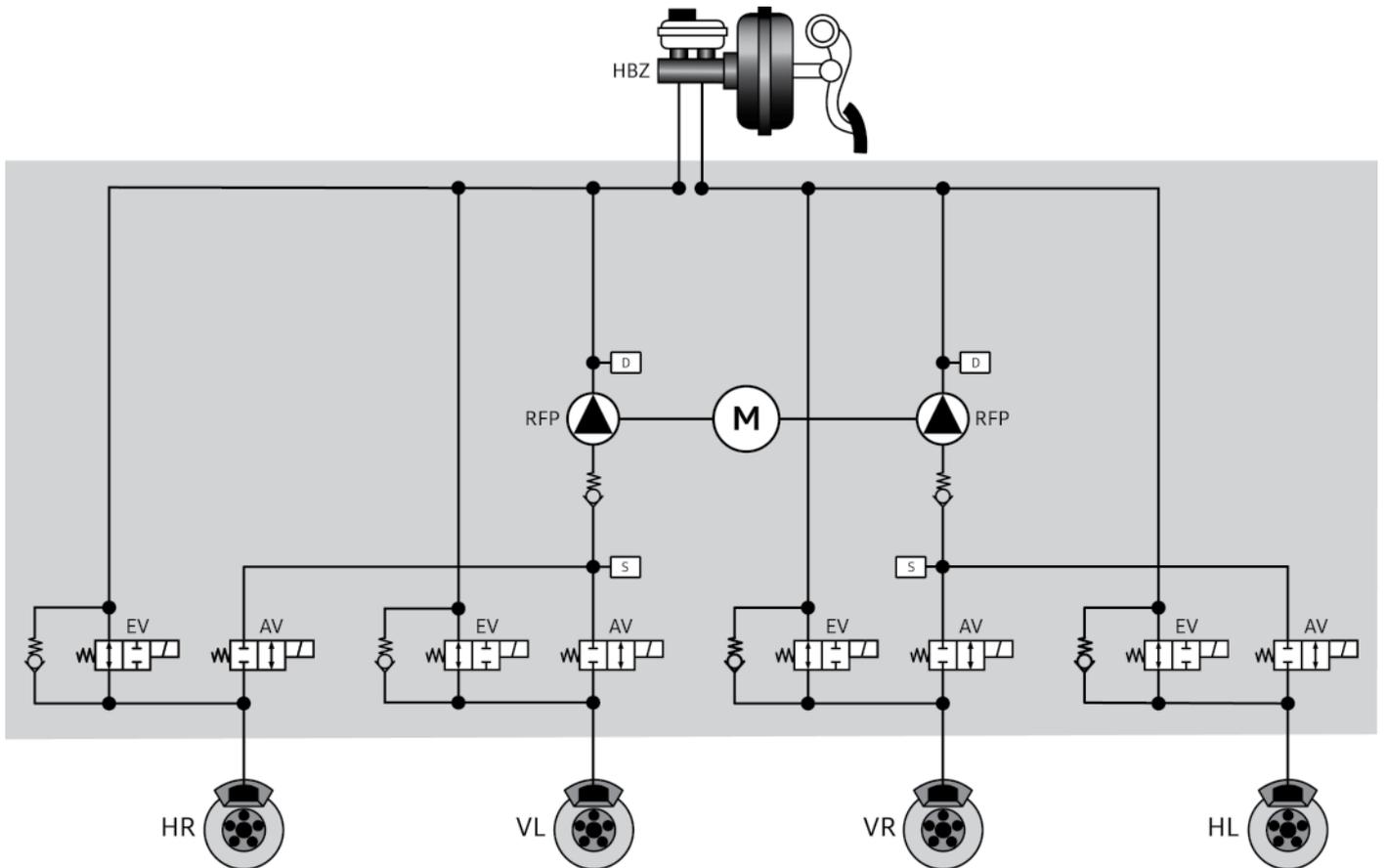
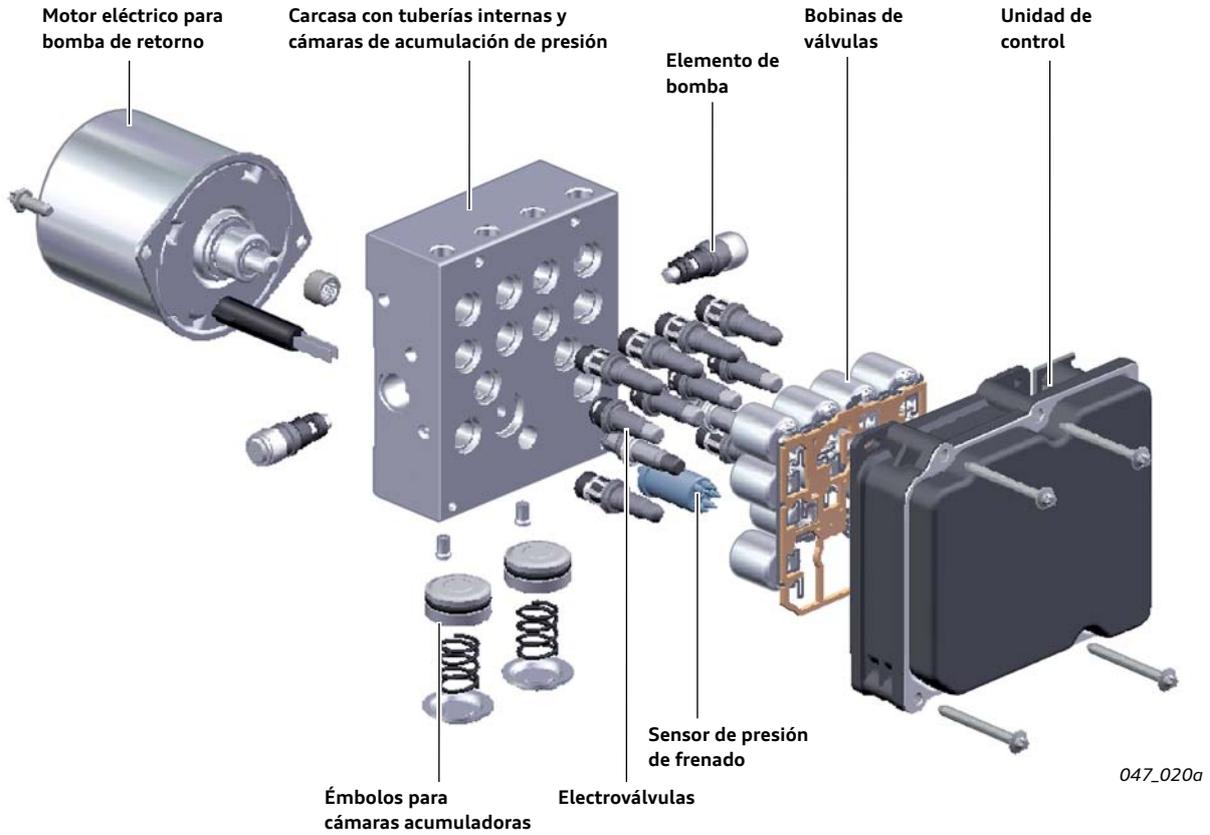
Las tres funciones de regulación se denominan a continuación "mantener presión de frenado", "degradar presión de frenado" y "generar presión de frenado".



Unidad hidráulica

La unidad hidráulica incluye todos los componentes hidráulicos que se necesitan para realizar las funciones de generar presión de frenado, mantener presión de frenado y degradar presión de frenado. Son, sobre todo, las electroválvulas de gestión eléctrica, así como la bomba de retorno y su accionamiento electromotriz.

La unidad se completa con las cámaras de acumulación de presión, diversas tuberías internas y válvulas de retención. Para la detección de las presiones de frenado inscritas hay, según la versión en cuestión, por lo menos un sensor interno para la presión de frenado.

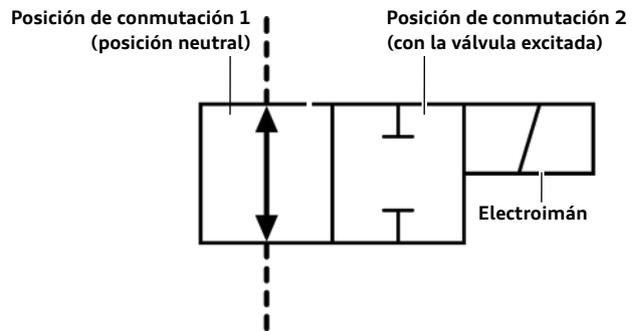


- HBZ = cilindro maestro de freno con servofreno y pedal de freno
- TD = freno de rueda trasera derecha
- DI = freno de rueda delantera izquierda
- DD = freno de rueda delantera derecha
- TI = freno de rueda trasera izquierda
- M = motor eléctrico para el accionamiento de la bomba de retorno
- RFP = bomba de retorno
- EV = válvulas de admisión
- AV = válvulas de escape
- S = cámaras acumuladoras
- D = cámara amortiguadora

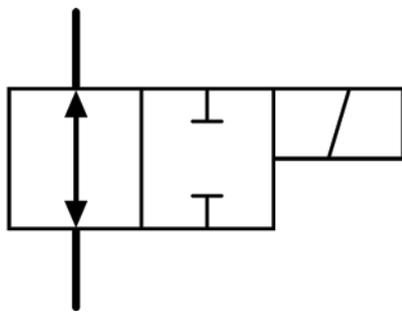
Para mejor comprensión del esquema hidráulico se explican brevemente las posiciones de conmutación de las válvulas electromagnéticas. Se aplican las llamadas válvulas de conmutación de 2/2 vías. La denominación significa que se trata de válvulas de conmutación con dos empalmes y dos posibles posiciones de conmutación. Las válvulas pueden ser recorridas por el flujo en ambas direcciones, dependiendo ello de las respectivas condiciones de la presión.

En el esquema hidráulico se reproducen todas las válvulas en estado de conmutación sin accionar (no excitadas). Las válvulas de admisión se encuentran abiertas en esta posición neutral; las válvulas de escape están cerradas.

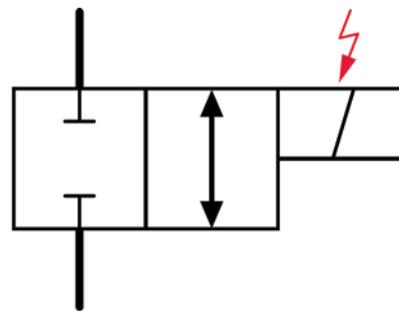
Al ser excitadas las válvulas eléctricamente, éstas conmutan respectivamente a su segunda posición; la válvula de admisión cierra y la válvula de escape abre.



475_021

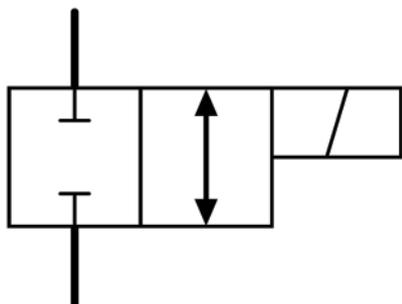


Válvula de admisión en posición neutral (abierta)

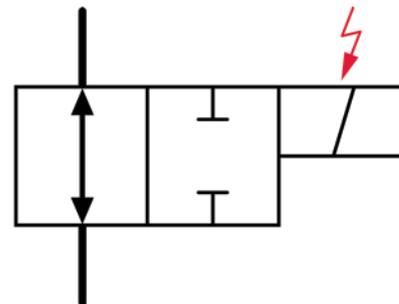


Válvula de admisión excitada (cerrada)

275_022



Válvula de escape en posición neutral (cerrada)



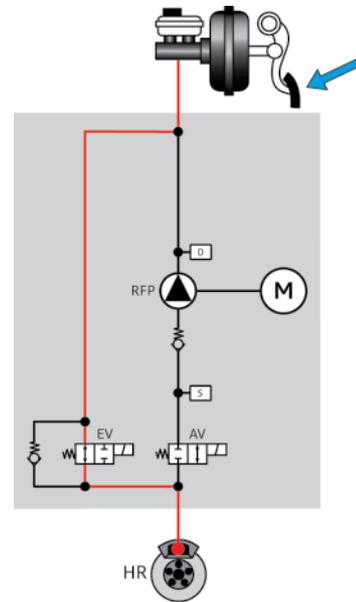
Válvula de escape excitada (abierta)

275_023

Para más claridad se contempla a continuación únicamente la excitación del freno de una sola rueda. La unidad de control del ABS puede excitar las cuatro ruedas de forma independiente.

Generación de presión de frenado por parte del conductor (sin regulación activa)

Si el conductor acciona el pedal de freno se genera presión de frenado, incluso al no estar excitadas las válvulas (en posición neutral de las válvulas). A través de las válvulas de admisión abiertas está dada en cualquier momento la comunicación directa del cilindro maestro hacia los frenos de las ruedas. Si el conductor vuelve a levantar el pie del pedal se degrada nuevamente la presión de frenado por esa misma vía.

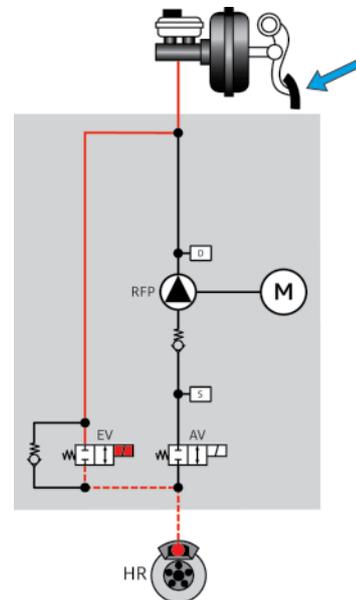


475_024

Función de regulación "mantener presión de frenado"

Si la presión generada por el conductor pasa a ser excesiva (la fuerza de frenado no permite ninguna fuerza de guiado lateral adicional – ver "Círculo de Kamm"), se excitan las válvulas de admisión, selectivamente por ruedas específicas, y cierran con ello. A pesar de que el conductor sigue aplicando presión al pedal de freno, la fuerza de frenado ya no aumenta.

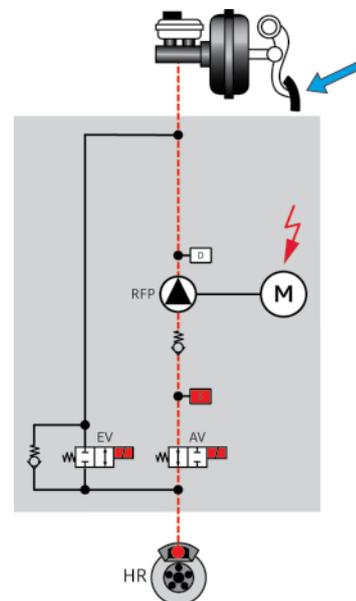
Si por las condiciones cambiantes puede aumentarse otra vez la presión de frenado, la válvula de admisión abre de nuevo.



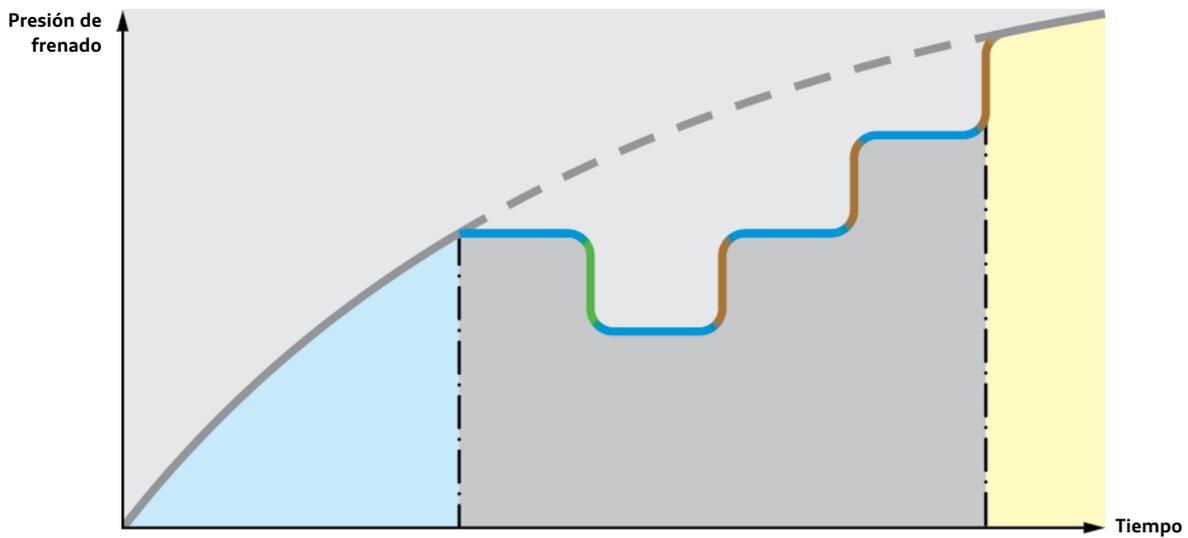
475_025

Función de regulación "degradar presión de frenado"

Si la presión de frenado es excesiva en un freno de rueda específico se activa la función de degradar presión de frenado. La válvula de admisión correspondiente cierra y la válvula de escape abre. Para la degradación rápida de la presión se cargan primero las cámaras acumuladoras internas. Si ello no es suficiente, tiene que devolverse líquido de frenos hacia el cilindro maestro en contra de la presión de frenado aplicada por el conductor. La presión necesaria para ello se obtiene excitando el motor eléctrico, el cual acciona la bomba de retorno. Un conductor sensible palpa este fenómeno en forma de unas leves pulsaciones del pedal de freno.



475_026



- Generación de presión de frenado por parte del conductor, sin regulación
- Regulación de la presión de frenado
- Generación de presión de frenado por parte del conductor, sin regulación
- Función de regulación de mantener presión de frenado
- Función de regulación de degradar presión de frenado
- Función de regulación de generar presión de frenado

475_027

Un ciclo de regulación del ABS consta de una secuencia rápida de las funciones descritas, de generar presión de frenado, mantener presión de frenado y degradar presión de frenado.

Las funciones se realizan por medio de impulsos breves, del orden de milésimas de segundo. En el gráfico se representa una secuencia de impulsos a título de ejemplo.

Unidad de control

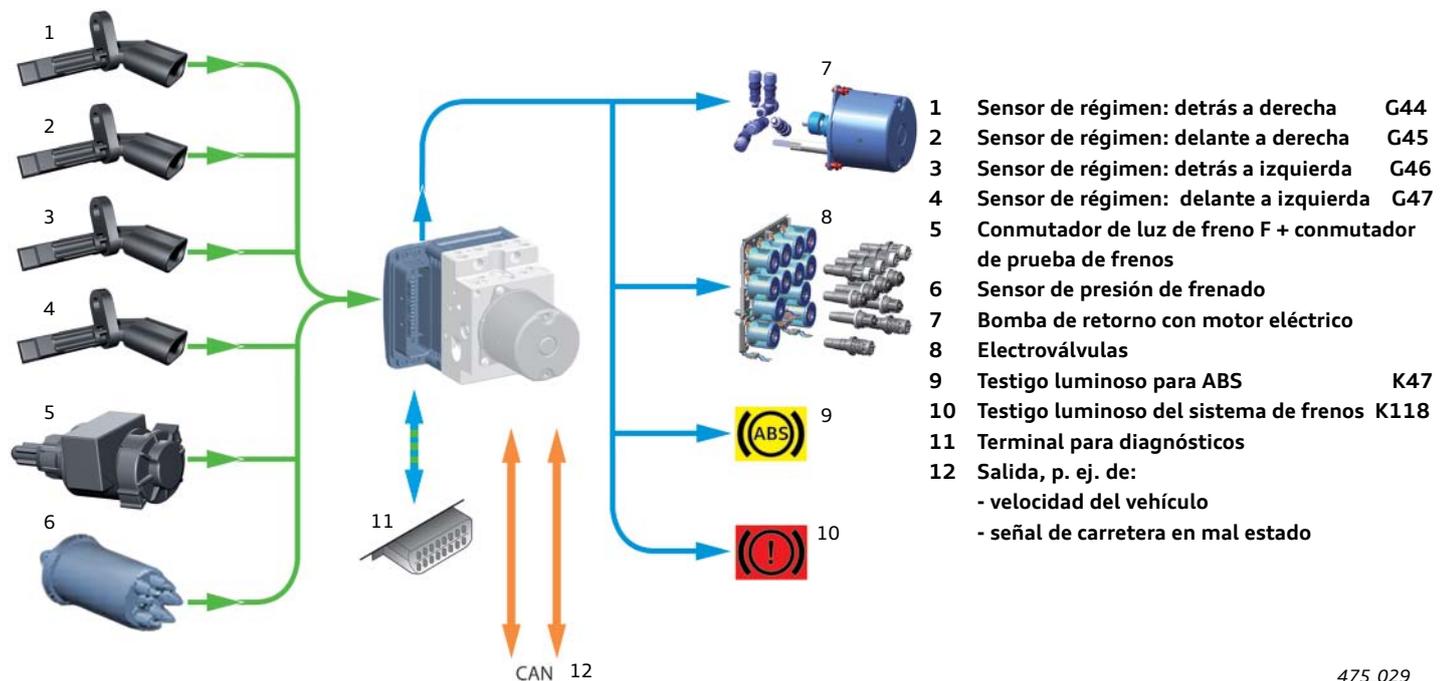
La unidad de control detecta las necesidades de regulación a base de analizar permanentemente las señales de entrada.

La unidad de control efectúa entonces la regulación mediante la excitación selectiva de las electroválvulas y la bomba de retorno.

En las primeras generaciones del ABS, la unidad de control y la unidad hidráulica se encontraban instaladas por separado en el vehículo. Desde la generación Bosch 5.3 la unidad de control del ABS y la unidad hidráulica forman una sola unidad compartida. Desde la generación 5.7 la unidad de control de ABS/ESC y la unidad hidráulica forman asimismo una unidad compartida.



475_028



475_029

Señales de entrada necesarias para ABS

Regímenes de las ruedas:

La unidad de control determina la velocidad del vehículo a partir de los regímenes de las ruedas. Compara las diferentes velocidades de las ruedas con la velocidad del vehículo y calcula los valores para el patinaje de frenado.

Presión de frenado:

El sensor de la presión de frenado hace sus mediciones en el circuito primario. Esta presión de frenado se tiene en cuenta al definir el algoritmo necesario para la regulación. Aparte de ello, con esta señal se prueba la veracidad de la función del conmutador de luz de freno / conmutador de prueba de frenos.

Señal del conmutador de luz de freno:

La señal se utiliza para saber cuándo inicia el conductor una frenada.

Señal del conmutador de prueba de frenos:

La señal inversa del conmutador de luz de freno se utiliza como señal redundante.

Salida de la señal de carretera en mal estado:

La señal de carretera en mal estado es transmitida, si es necesario, por la unidad de control del ABS hacia la unidad de control del motor.

La unidad de control del motor utiliza las señales de los sensores de picado para identificar fallos del encendido y fenómenos de aciclicidad del motor derivados de esa particularidad.

En carreteras en mal estado, las excitaciones (fuerzas) transmitidas por el pavimento hacia las ruedas traccionadas pueden constituir asimismo la causa de una marcha acíclica del motor. La unidad de control del ABS identifica tramos en mal estado a base de analizar las señales de régimen de las ruedas. Esto se informa a la unidad de control del motor. De esta forma la unidad de control del motor conoce la causa de la marcha acíclica y no reacciona con intervenciones en la gestión del motor.

Señales de salida

Excitación de las electroválvulas:

La unidad de control suministra las señales de excitación para las electroválvulas.

Excitación de la bomba de retorno:

Accionando el motor eléctrico de la bomba de retorno se ejecuta la función de degradar la presión de frenado.

Salida de la velocidad del vehículo:

La velocidad momentánea del vehículo, calculada por el sistema, se transmite para que esté a disposición de otros usuarios / sistemas del vehículo. Debido a que es muy exacta la velocidad calculada por el ABS, también se la utiliza como base para el indicador de velocidad en el cuadro de instrumentos.

Salidas de información para el conductor:

Al conductor se le visualizan informaciones importantes del sistema en forma de texto y por medio de testigos luminosos, cuando es necesario. En el capítulo "Manejo e información para el conductor" hallará detalles al respecto.



475_030

Sensores

Sensores de régimen G44–G47:

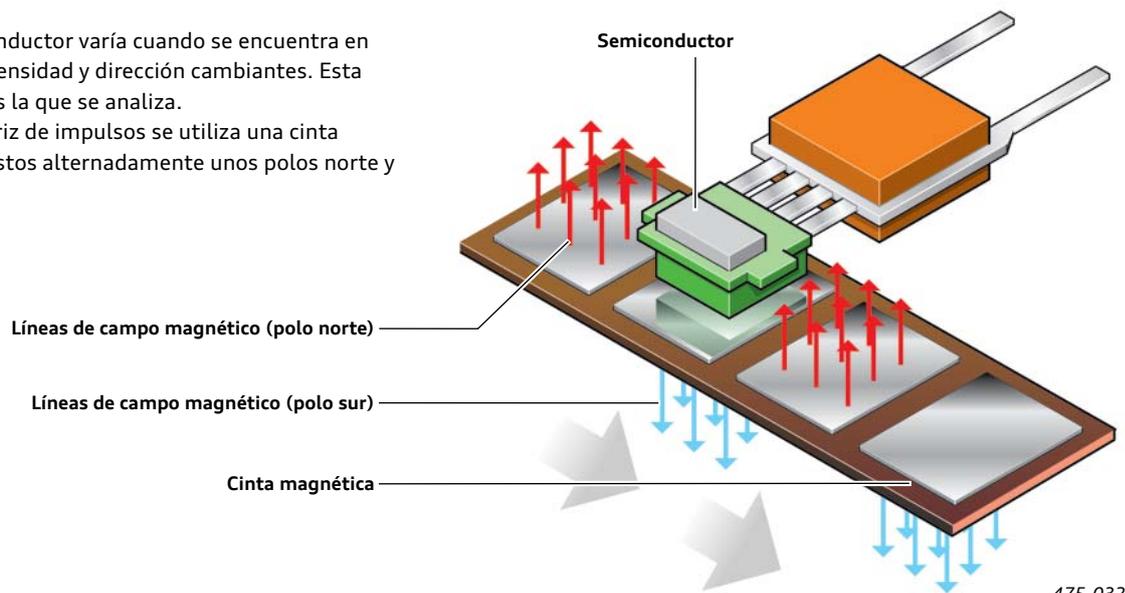
Los regímenes de las ruedas se miden por separado en cada una de las cuatro ruedas. En los modelos Audi actuales se aplican para ello sensores activos. Activos significa que los sensores poseen una alimentación de tensión propia y que transforman magnitudes físicas en eléctricas o las emiten en forma digitalizada. Los sensores aplicados en los vehículos Audi trabajan de acuerdo con dos diferentes principios físicos. Utilizan ya sea el efecto magnetorresistivo o bien el efecto de Hall.



475_031

Efecto magnetorresistivo:

La resistencia de un semiconductor varía cuando se encuentra en un campo magnético de intensidad y dirección cambiantes. Esta variación de la resistencia es la que se analiza. A manera de rueda generatriz de impulsos se utiliza una cinta magnética que lleva dispuestos alternadamente unos polos norte y sur.



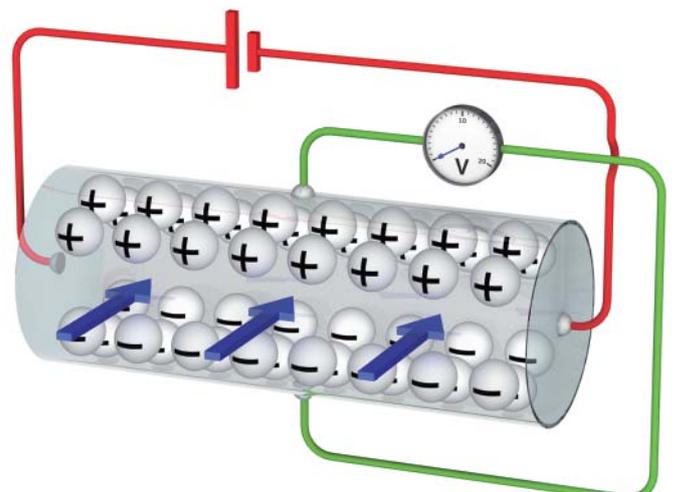
475_032

Efecto de Hall:

Si un conductor recorrido por la corriente se encuentra en un campo magnético, los electrones son desplazados hacia un lado del conductor, obedeciendo al efecto del campo magnético. En ese lado hay un excedente de electrones. En el lado opuesto hay una escasez de electrones. Mediante contactos en ambos lados del conductor puede medirse así una tensión eléctrica. La polaridad (posición de + y de -) depende de la dirección del campo magnético (flechas azules). A manera de rueda generatriz de impulsos se utiliza una cinta magnética que lleva dispuestos alternadamente unos polos norte y sur. Con cada cambio de polaridad cambia también el sentido de la tensión medida.

La cantidad de cambios de polaridad (impulsos) por unidad de tiempo es directamente proporcional al régimen de la rueda y es leída por la unidad de control del ABS. La unidad de control calcula, a partir de ello, la velocidad actual de cada rueda (régimen).

Como base para estas velocidades de las ruedas, la unidad de control calcula la velocidad del vehículo, que se emite como datagrama de bus de datos para otros usuarios.

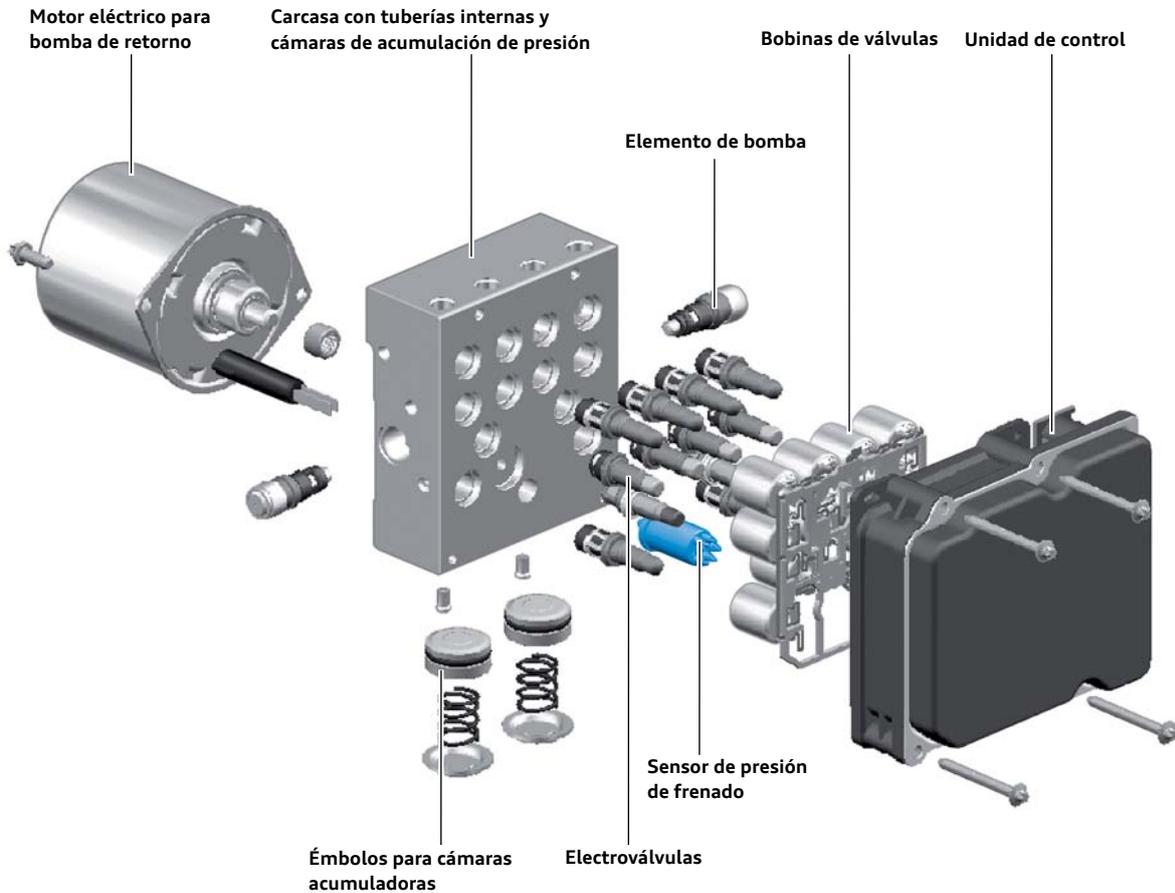


475_033

Sensor de presión de frenado

En todos los modelos Audi actuales se integra por lo menos un sensor de presión de frenado en el grupo hidráulico, y no se encuentra al acceso por fuera. El sensor mide la presión en el circuito primario del sistema de frenos.

La presión de frenado aumenta en cuanto el conductor inicia una frenada. Esto se registra y analiza en la unidad de control del ABS. Los valores de medición proporcionan la base para estimar las presiones en los frenos de las ruedas. Únicamente en una operación de frenado activa, efectuada por el conductor, se produce una regulación del ABS cuando es necesario.



475_034

Conmutador de luz de freno F / conmutador de pedal de freno F47/F63

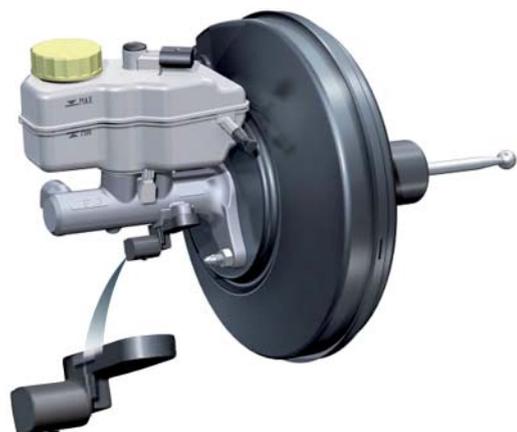
El conmutador de luz de freno / conmutador de pedal de freno va instalado en el pedal de freno de todos los modelos Audi actuales, con excepción de los Audi A1, TT y Q3. En los otros modelos mencionados se encuentra en el cilindro maestro de freno. En el Audi A3 se aplican ambas variantes. La unidad de control del ABS necesita la información de que el conductor ha iniciado una operación de frenado, para probar la veracidad de la señal procedente del sensor de presión de frenado. Únicamente en una operación de frenado activa, efectuada por el conductor, se produce una regulación del ABS cuando es necesario.

Las señales de los conmutadores son leídas por la vía discreta en la unidad de control del ABS o en la unidad de control del motor, según el modelo del vehículo en cuestión. La unidad de control que corresponde retransmite la información a la unidad de control encargada de excitar las luces de freno.



Implementación en el pedal de freno

475_035



Implementación en el cilindro maestro de freno

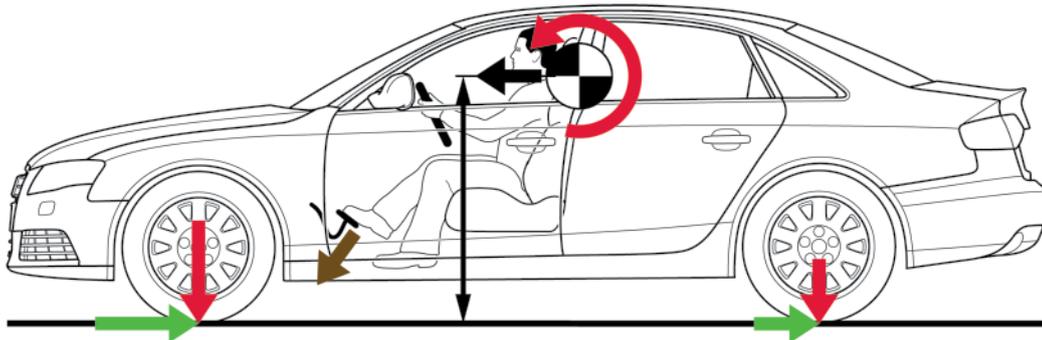
475_035a

Distribución electrónica de la fuerza de frenado (EBV)

Al frenar un vehículo aumenta la carga que gravita sobre el eje delantero, mientras que disminuye la del eje trasero (desplazamiento dinámico de las cargas sobre los ejes). La causa se debe a la inercia de las masas que constituyen la carrocería del vehículo. Se genera un par de giro en torno al eje geométrico transversal del vehículo, con lo cual aumenta la carga que gravita sobre el eje delantero. Este efecto se manifiesta en la práctica por hincarse la carrocería sobre el eje delantero durante una operación de frenado (cabeceo de frenado).

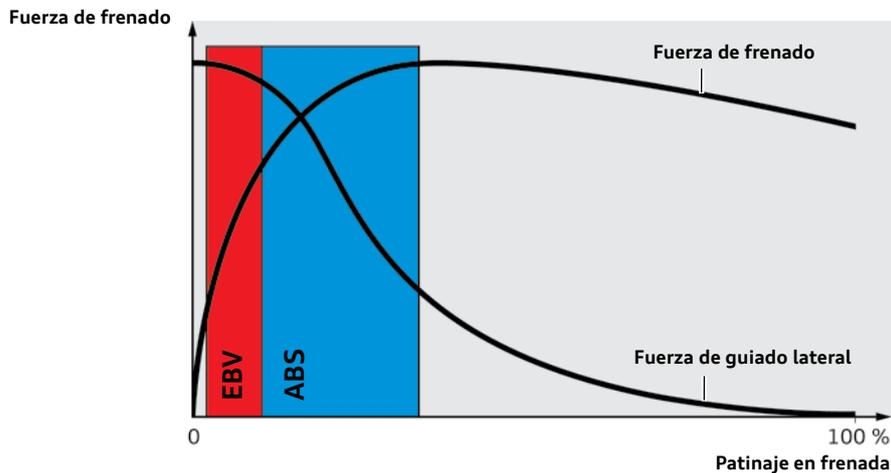
Por el aumento de la carga que gravita sobre el eje delantero aumentan asimismo las fuerzas de frenado máximas transmisibles por éste. El alivio del eje trasero tiene el efecto contrario; las fuerzas de frenado máximas transmisibles disminuyen.

Para evitar una situación dinámica inestable por una frenada excesiva del eje trasero, a éste sólo se le deben aplicar presiones de frenado que generen fuerzas de frenado máximas transmisibles. Si en esas condiciones se frena el vehículo con las mismas presiones de frenado aplicadas a las cuatro ruedas se "derrocha" distancia de frenado. Esto se debe a que en las ruedas delanteras se aplican en tal caso menores fuerzas de frenado, en comparación con las que podrían transmitirse como máximo allí.



- Fuerza del peso
- Fuerza de frenado
- Fuerza centrífuga

475_036



475_037

La regulación EBV evita el frenado excesivo del eje trasero. La unidad de control del ABS calcula y ajusta la presión necesaria en las ruedas del eje trasero en función de los valores del patinaje de frenado de éstas. En el eje delantero sigue actuando la presión de frenado no reducida, emitida por el conductor.

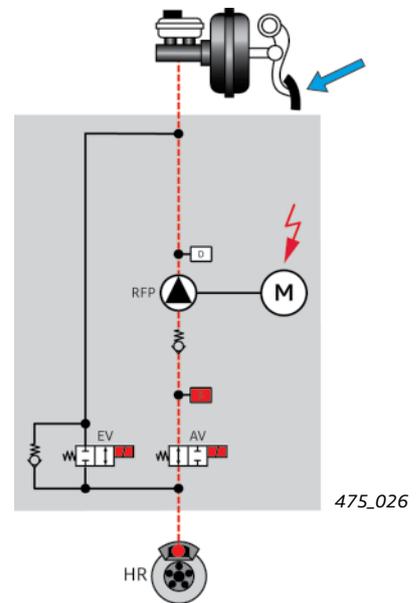
De esta forma se obtiene el rendimiento de frenado máximo posible desde el punto de vista físico. La distancia de frenado se reduce a un mínimo.

La regulación EBV actúa antes de la regulación del ABS, es decir, ya actúa desde que están dados unos valores de patinaje de frenado marcadamente inferiores.

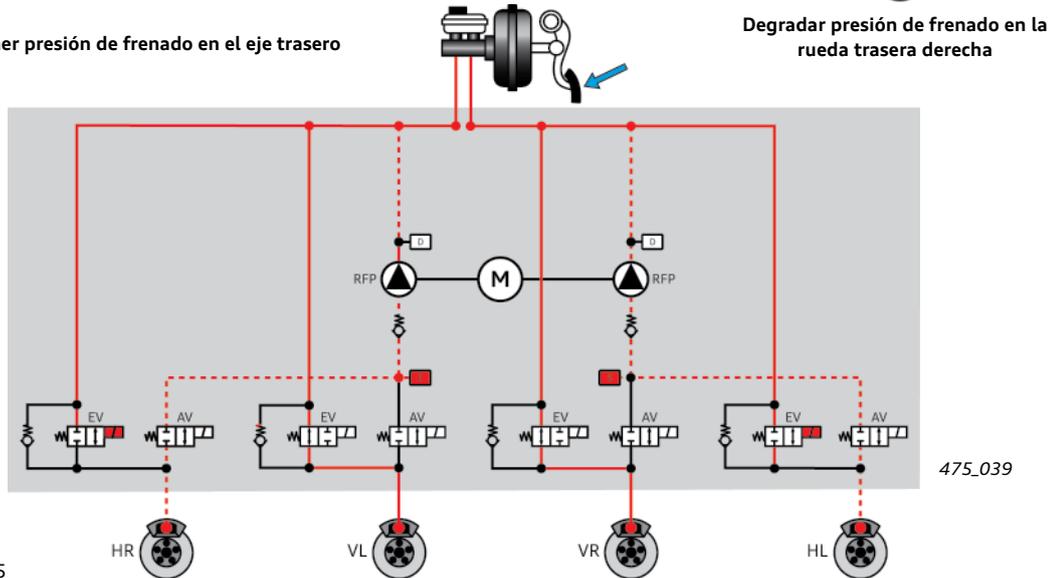
Funcionamiento

En el pasado se utilizaban válvulas reductoras de presión hidráulicas, que limitaban la presión de frenado en el eje trasero. Con la implantación del ABS puede ser asumida esta función por el sistema EBV. En cuanto se detecta la tendencia al bloqueo de las ruedas traseras se limita la presión en el freno de la rueda correspondiente. Para ello se utiliza primordialmente la función de "mantener presión de frenado" a base de cerrar las válvulas de admisión.

Si es necesario también se degrada presión de frenado: abriendo las válvulas de escape y cerrando las válvulas de admisión. Para reducir el nivel de presión fluye líquido de frenos hacia las cámaras acumuladoras internas. Sólo a partir de un determinado grado de llenado de las cámaras acumuladoras, la bomba de retorno devuelve líquido de frenos hacia el cilindro maestro, actuando en contra de la fuerza del pedal.



Mantener presión de frenado en el eje trasero



Degradar presión de frenado en la rueda trasera derecha

Nota: leyenda, véase fig. 475_020 en página 15

En marcha atrás existe la posibilidad de que la función EBV frene en exceso el eje delantero. Debido a que en marcha atrás es el eje delantero el que define la dirección de marcha, una frenada excesiva del eje delantero puede hacer que el vehículo se salga de la trayectoria. En ese caso deja de ser direccionable el vehículo. Como consecuencia se produce una situación dinámicamente inestable, con un gran peligro de accidente.

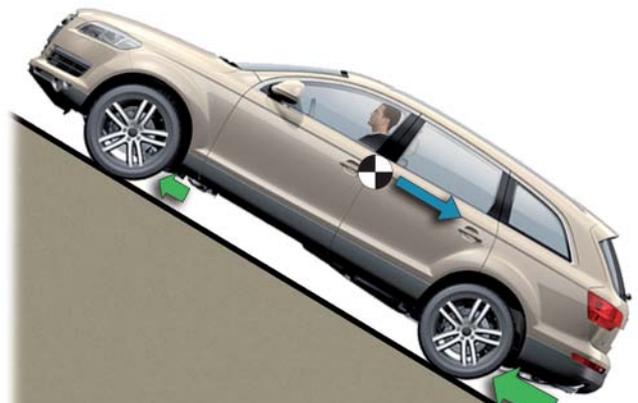
Esta situación resulta particularmente crítica en marcha atrás por terrenos no afirmados, al moverse en descenso.

En los modelos Audi que también están previstos para el uso en terreno (Audi Q7, Q5) se invierte la función EBV en la marcha atrás: en ese caso se frena el eje delantero con una menor fuerza. La condición para ello en el Audi Q7 es que se active el "modo offroad" accionando la tecla ESC.

En el Audi Q5 se conecta la regulación EBV "inversa" al activar la función del asistente en descenso.

La marcha atrás se identifica con ayuda de los sensores de régimen.

Si se trata de sensores de régimen sin detección del sentido de giro (p. ej. Audi A1, TT), la identificación de la marcha atrás se efectúa a base de analizar los regímenes de las ruedas, el ángulo de dirección y la guiñada.



Remisión

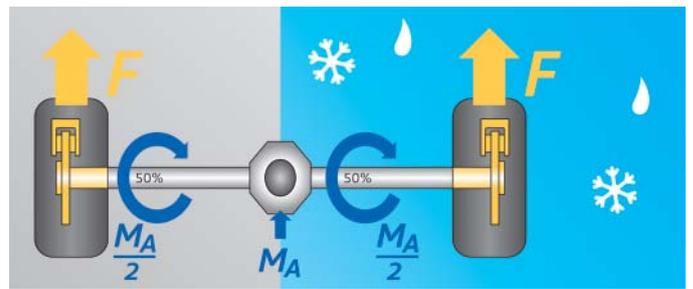
En la página 68 hallará información detallada acerca de las funciones de la tecla ESC.

Bloqueo diferencial electrónico (EDS)

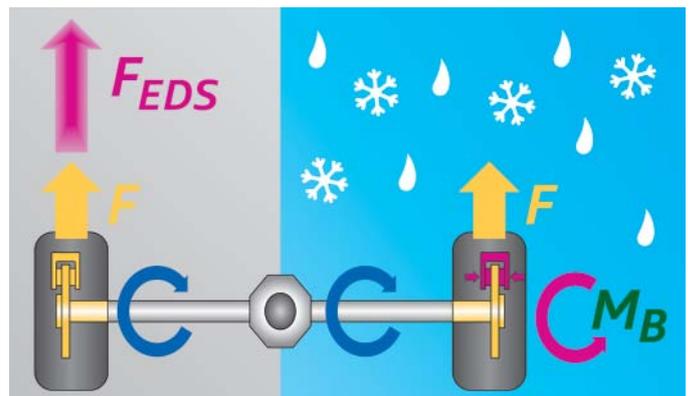
El ejemplo siguiente describe el comportamiento de las ruedas de un eje traccionado con diferencial intermedio convencional: una rueda de un eje traccionado se encuentra sobre pavimento resbaladizo (bajo coeficiente de fricción entre neumático y pavimento); la otra rueda del eje se encuentra sobre asfalto con un alto coeficiente de fricción. La rueda sobre el suelo resbaladizo gira a mayor velocidad, porque el menor coeficiente de fricción entre neumático y pavimento opone una menor resistencia a la rueda en rotación. En un caso extremo (p. ej. al encontrarse una rueda sobre un suelo sumamente resbaladizo, como sucede sobre hielo) la rueda desliza en aceleración mientras la otra se encuentra inmóvil. Toda la potencia del motor se transforma entonces en efectos de fricción y no en el avance del vehículo.

La causa de este comportamiento se debe al efecto del diferencial. Transmite el mismo par de tracción hacia las dos ruedas. Si una rueda presenta un gran efecto de deslizamiento en aceleración, se reduce allí el par de tracción transmitido. En condiciones desfavorables (p. ej. una rueda sobre hielo) el par es tan bajo, que ya no alcanza a traccionar la otra rueda. El vehículo se mantiene entonces en su sitio, con una rueda girando en aceleración y una rueda parada.

La función EDS viene a corregir este fenómeno. La rueda que gira a la mayor velocidad (y con el mayor patinaje) es frenada de un modo específico. Este par de frenado (M_B) incrementa la resistencia que se opone a la rueda que gira. O expresado de otra forma: para girar la rueda se requiere un mayor par de tracción. Debido a que, obedeciendo a la función del diferencial, se transmite el mismo par hacia las dos ruedas, también aumenta el par de tracción en la otra rueda. Este incremento del par, obtenido a base de frenar la rueda que presenta el patinaje más intenso, sucede hasta que ambas ruedas motrices se muevan a una velocidad aproximadamente igual.



475_041

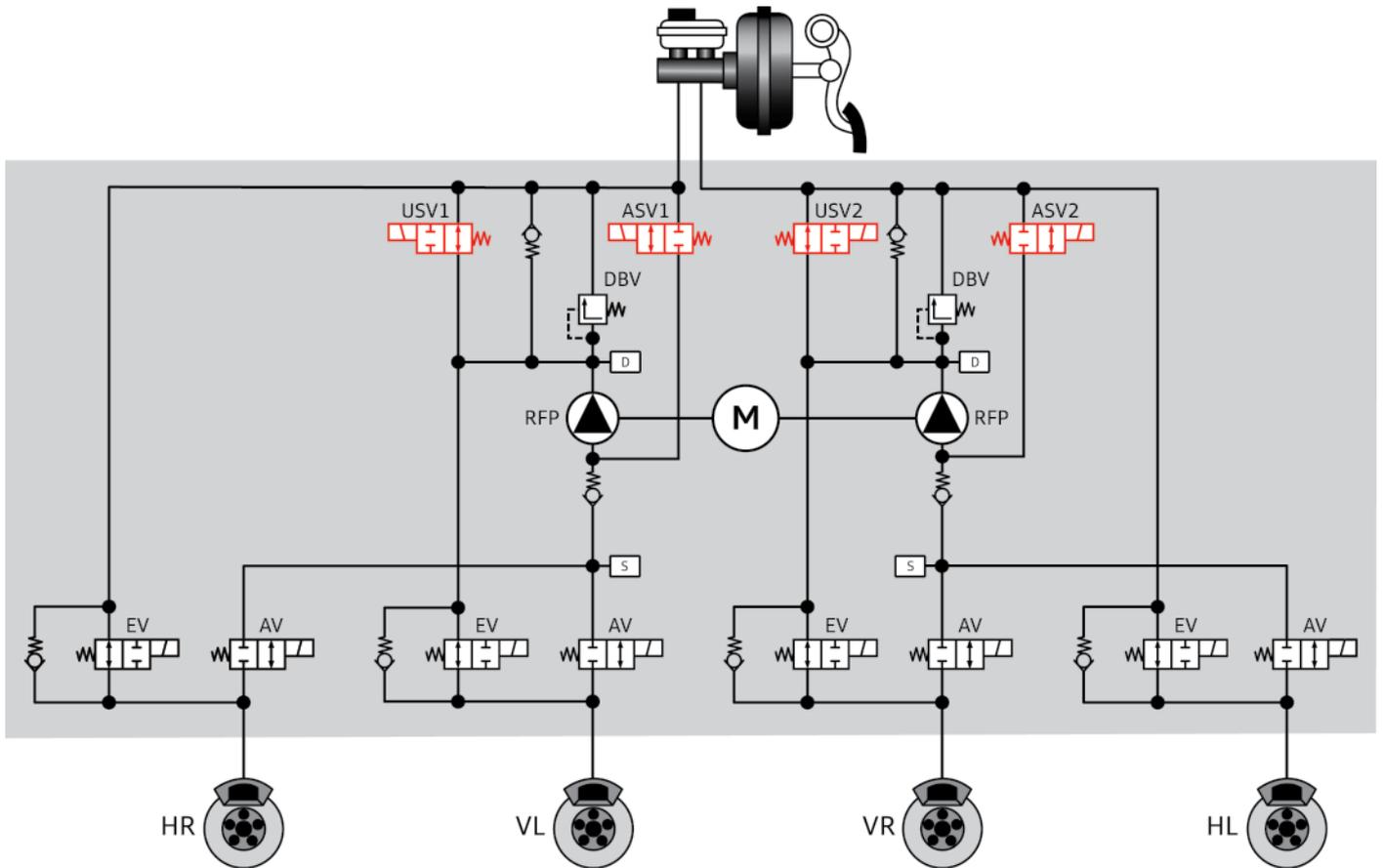


475_042

Estructura

Para realizar la función EDS es necesario que se genere activamente presión de frenado. Para ello se utiliza la bomba de retorno que también interviene para las funciones del ABS. El grupo hidráulico ABS tiene que ampliarse con un total de cuatro válvulas conmutadoras adicionales. Para implementar la función EDS la bomba de retorno tiene que poder aspirar líquido de frenos del depósito. Para que se pueda seguir ejecutando la función del ABS "degradar presión de frenado" con el correspondiente retorno del líquido de frenos en contra de la presión de frenado aplicada por el conductor, es necesario cerrar esta tubería de aspiración. Esto se lleva a cabo por medio de las válvulas de aspiración (ASV) adicionales.

En contrapartida, en una regulación EDS tiene que cerrarse la tubería de la bomba de retorno hacia el depósito de líquido de frenos, para poder generar presión de frenado en el freno de rueda que corresponde. También esta función corre a cargo de una electroválvula adicional en cada circuito de frenado. En la unidad de control del ABS se encuentra implementado el software para determinar las necesidades de regulación, para calcular los ciclos de regulación y las señales de excitación destinadas a las correspondientes válvulas electromagnéticas y a la bomba de retorno. Para la implementación de la función EDS no se requieren más modificaciones en los componentes del sistema ABS.



Grupo hidráulico ABS/EDS para vehículos de tracción delantera

475_043

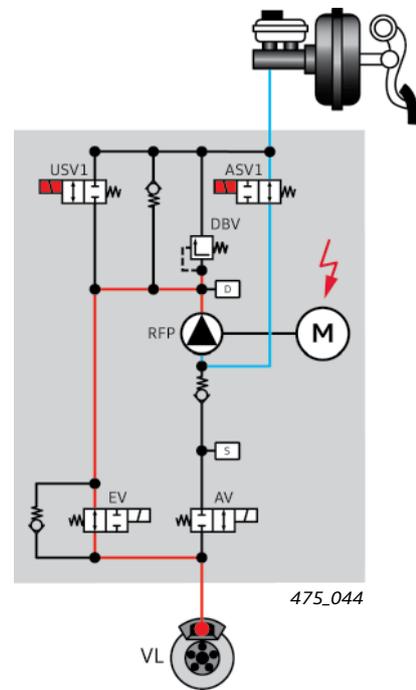
- ASV 1: Válvula de aspiración para el circuito del émbolo flotante del cilindro maestro de freno
- ASV 2: Válvula de aspiración para el circuito del émbolo de la varilla de presión del cilindro maestro de freno
- AV: Válvula de escape
- D: Cámara amortiguadora
- DBV: Válvula limitadora de presión
- EV: Válvula de admisión
- RFP: Bomba de retorno
- S: Cámara acumuladora
- USV 1: Válvula de conmutación para el circuito del émbolo flotante del cilindro maestro de freno
- USV 2: Válvula de conmutación para el circuito del émbolo de la varilla de presión del cilindro maestro de freno

Función EDS

A continuación se explica la realización de la función EDS tomando como ejemplo un vehículo de tracción delantera.

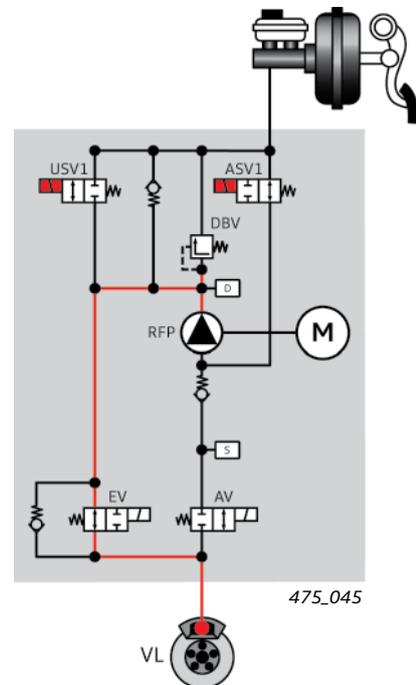
Generación de presión de frenado

Para realizar la generación de la presión de frenado la unidad de control excita la correspondiente válvula de aspiración. El tubo de aspiración queda abierto con ello y la bomba de retorno puede aspirar líquido de frenos del depósito a través del cilindro maestro. Cerrando la correspondiente válvula de conmutación se corta a su vez la comunicación del lado impelente de la bomba de retorno hacia el depósito de líquido de frenos. Excitando el motor eléctrico se acciona la bomba de retorno y se genera presión de frenado.



Mantener la presión de frenado

Para realizar la función de "mantener presión de frenado" se desconecta la bomba de retorno. El estado de conexión de la válvula se mantiene inalterado en comparación con la función de "generar presión de frenado".

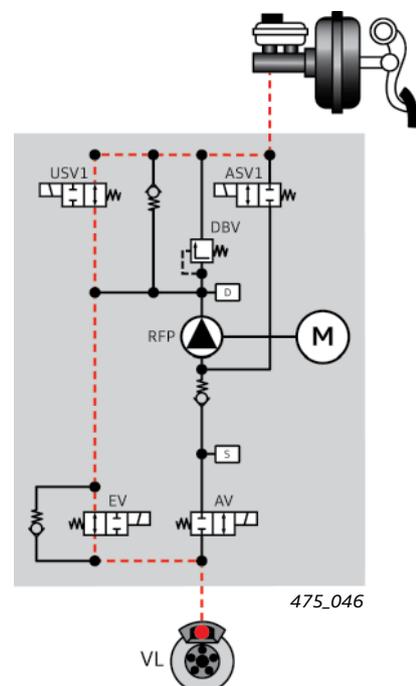


Degradación de la presión de frenado

Si se desactiva la excitación de las válvulas se vuelve a establecer la comunicación directa del freno de la rueda y el depósito de líquido de frenos. La presión de frenado se degrada.

Por las intervenciones activas de los frenos se calientan los componentes en los frenos de las ruedas. Para evitar un calentamiento excesivo y algún daño derivado de esa particularidad se integra un modelo matemático de temperatura en el software. Tomando como base la duración de las intervenciones de los frenos, la velocidad de marcha, la correspondiente presión de frenado y los valores del material de los componentes se calculan las temperaturas de los discos de freno. Si se alcanzan los límites de temperatura se desactiva paulatinamente la regulación.

Según el modelo del vehículo, la función EDS se mantiene activa hasta una determinada velocidad máxima.



Regulación antideslizamiento de la tracción (ASR)

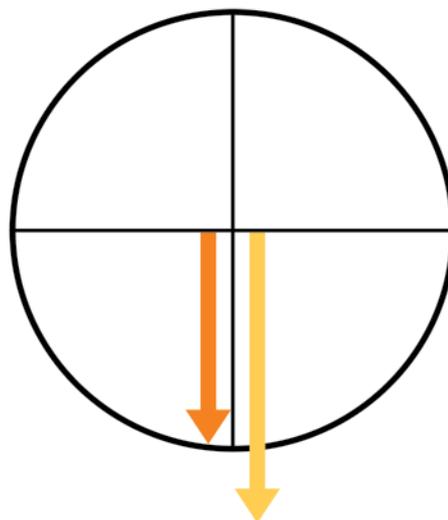
La regulación ASR asiste al conductor en fases de arrancada y aceleración. Sobre todo en los vehículos altamente motorizados puede llegar a suceder, en condiciones adversas de las carreteras, que se produzca un mayor patinaje de la tracción debido a los bajos coeficientes de fricción entre el neumático y el pavimento y debido asimismo a los intensos pares de tracción que intervienen. En un caso extremo, las ruedas motrices incluso deslizan pasajeramente en aceleración. Esto no sólo restringe el avance del vehículo, sino que también afecta la direccionabilidad del vehículo. De ahí pueden resultar situaciones dinámicamente críticas al acelerar en curvas. La ASR evita eficazmente que el deslizamiento de la tracción alcance una magnitud crítica.



475_047

Representación en el "Círculo de Kamm":

La fuerza motriz eficaz (flecha amarilla) es superior a la máxima transmisible. El deslizamiento de la tracción alcanza una magnitud crítica; la ASR empieza a regular. La potencia de tracción (fuerza de tracción) se reduce a un valor que pueda ser convertido en avance (flecha anaranjada).



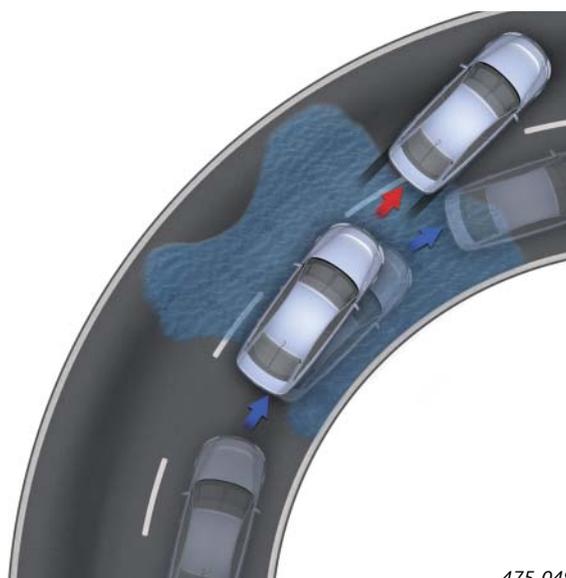
475_048

Estructura y funcionamiento del sistema ASR

Para la realización de la función ASR no se necesita ningún hardware adicional al ABS con EDS. El software de regulación se integra, al igual que en el caso del EDS, en la unidad de control del ABS. La comunicación entre ASR y la gestión del motor se realiza a través de bus de datos en todos los modelos Audi actuales.

Al ocurrir un deslizamiento intenso de la tracción, el sistema ASR solicita que la unidad de control del motor reduzca la entrega de par. Con ello se reducen las fuerzas de tracción en la superficie de contacto de la rueda. El deslizamiento de la tracción disminuye y resulta posible transmitir fuerzas de guiado lateral adicionales, si es necesario. Con ello se mantiene direccionable el vehículo y se evita el caso arriba descrito, de que se produzca un estado dinámico crítico.

En algunos modelos puede desconectarse la regulación a través de la tecla ASR (ver página 68). Sin embargo, al conectar el encendido siempre se activa la función ASR.



475_049

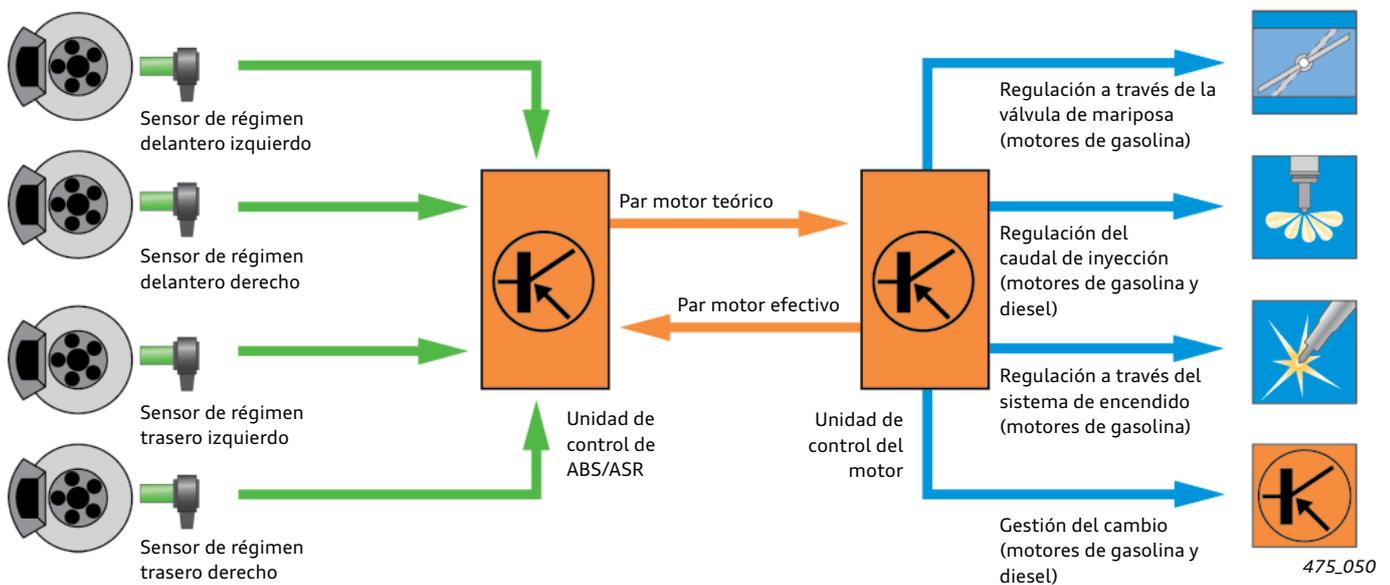
La información de entrada esencial para el software de regulación de la ASR son los regímenes de las ruedas y el par momentáneo del motor del vehículo ("par efectivo del motor"). La información del régimen de las ruedas constituye la base para determinar el deslizamiento de la tracción de las ruedas motrices. Si este valor alcanza en una rueda el límite previsto se activa el sistema ASR. ASR determina la reducción necesaria del par con objeto de aminorar el patinaje a una medida que no sea crítica. La unidad de control del motor recibe la "orden" de reducir correspondientemente la entrega de par del motor. El par a implementar es transmitido a la unidad de control del motor en forma de una especificación concreta del par ("par teórico del motor").

En vehículos con cambio automático o cambio manual automatizado, la unidad de control del cambio recibe al mismo tiempo la solicitud de no efectuar ningún ciclo de cambio durante la regulación activa.

La unidad de control del motor puede realizar una reducción de la entrega de potencia por medio de las medidas motrices correspondientes:

- ▶ Modificación del ángulo de reglaje de la válvula de mariposa
- ▶ Reducción de la cantidad inyectada o bien interrupción de impulsos de inyección
- ▶ Reglaje del ángulo de encendido (retraso del encendido) o interrupción de impulsos del encendido

Las medidas que hallan aplicación dependen del caso concreto (el tipo de vehículo, la motorización, etc.).



Intervención de ASR y EDS

ASR y EDS se complementan. Ambos sistemas asumen la función de mejorar la tracción del vehículo.

La regulación ASR influye con la reducción de la entrega de par en la misma medida sobre ambas ruedas de un eje traccionado. Si ambas ruedas presentan un deslizamiento excesivo de la tracción, la regulación ASR constituye la medida adecuada para limitar ese deslizamiento.

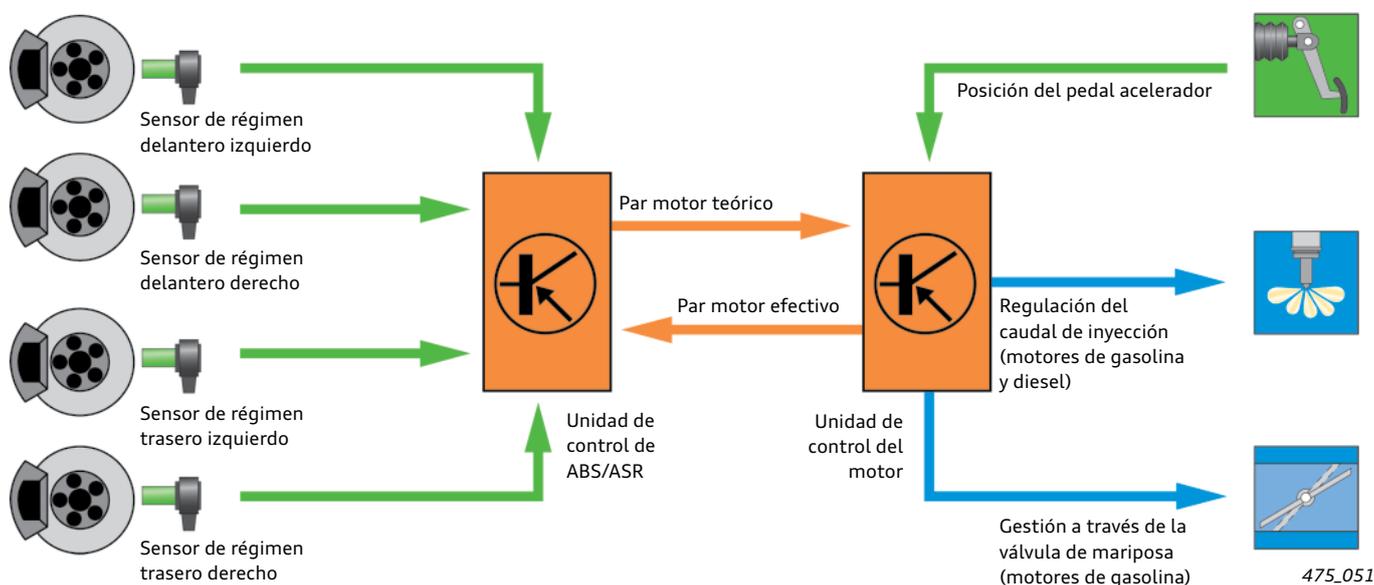
En determinadas situaciones, las ruedas motrices, sin embargo, se encuentran sobre un pavimento con diferente "agarre". En esos casos, la rueda que presenta el menor coeficiente de fricción será la que tenga el mayor deslizamiento de la tracción. Aquí se activa preferentemente la regulación EDS.

Si por consecuencia es excesivo y casi igual el deslizamiento de la tracción en ambas ruedas se activa el sistema ASR.

Regulación del par de inercia del motor (MSR)

La función de la MSR consiste en limitar el patinaje de frenado en las ruedas motrices, que ocurre por la aplicación del freno motor. El software de regulación va integrado en la unidad de control del ABS. Si el conductor levanta el pie del acelerador durante la marcha se reduce repentinamente e intensamente el régimen del motor de propulsión. Esto frena correspondientemente las ruedas motrices. En función de las condiciones de la fricción entre pavimento y neumáticos se constituye un correspondiente patinaje en frenada. En un caso extremo pueden llegar a bloquearse las ruedas, en combinación con la pérdida de direccionalidad del vehículo. Esa misma situación puede ocurrir si el conductor selecciona una marcha demasiado baja para las condiciones dinámicas momentáneas.

El software de regulación calcula los valores de patinaje de las ruedas motrices a base de analizar los regímenes de las ruedas. Si el patinaje de frenado sobrepasa en una rueda un límite específico se activa la regulación. Tomando como base el valor del par efectivo del motor recibido de la unidad de control del motor, el sistema MSR calcula el par motor necesario para la reducción del patinaje en frenada. Este valor calculado se transmite a la unidad de control del motor en forma de una solicitud de entrega de par teórico. La unidad de control del motor configura este par teórico aplicando medidas correspondientes en el motor (modificación de la posición de la mariposa). Con ello aumenta nuevamente el régimen de las ruedas motrices y se reduce el patinaje. Los valores de patinaje implementados se encuentran dentro de un margen que permite contar con el mejor par de frenado por motor que resulta posible. Al mismo tiempo está dado un potencial suficiente para fuerzas de guiado lateral (direccionalidad del vehículo).



La MSR se activa cuando es necesario, al estar cumplidas las condiciones siguientes:

- ▶ Pedal acelerador sin accionar
- ▶ Pedal de embrague sin accionar
- ▶ Marcha engranada

La función MSR también se encuentra activada al estar frenado el vehículo en las condiciones indicadas.

Los sistemas ABS/ESC de Bosch en vehículos con cambio automático disponen de una función más, que se activa cuando se accionan simultáneamente los pedales acelerador y de freno. Esta función ha sido concebida especialmente para las fases de arrancada y actúa hasta una velocidad de marcha de aprox. 15 km/h. Si se acciona primero el pedal de freno y después de éste adicionalmente el pedal acelerador, la unidad de control del ABS J104 transmite un datagrama a través del sistema de buses hacia la unidad de control del motor.

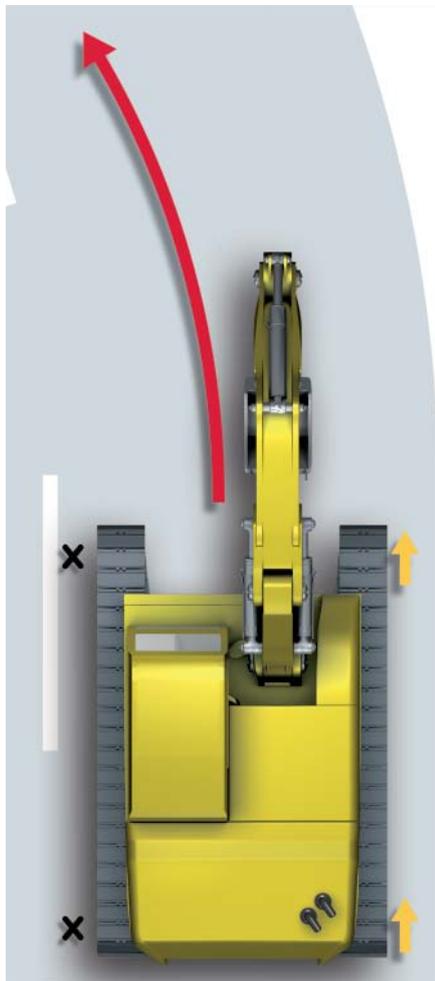
Con ello se "encomienda" a la unidad de control del motor que reduzca la entrega de par del motor. La magnitud de la reducción depende de la magnitud del par de frenado emitido por el conductor. Si la intensidad con que se acciona el pedal acelerador sobrepasa el recorrido de mando del pedal de freno a razón de un valor límite específico (aprox. 30 %) se interrumpe la función. Asimismo se interrumpe si se ejecuta la función "kick-down".

Control electrónico de estabilización (ESC)

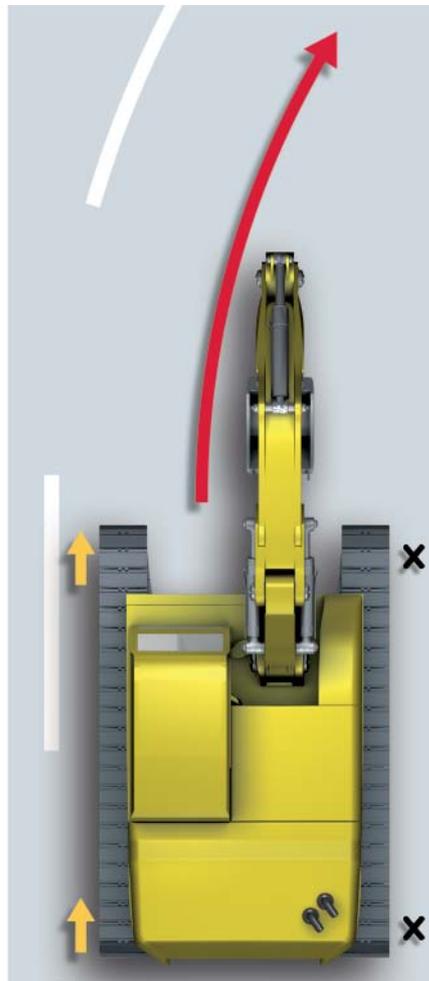
Principio básico

El principio en que se basa el sistema ESC queda descrito muy rápidamente: a base de frenar ruedas específicas puede influirse sobre la dirección de marcha de un vehículo.

Esto puede observarse de un modo particularmente plástico en el ejemplo de un vehículo de orugas. Aquí se aprovecha enfocadamente este comportamiento para direccionar el vehículo.



El frenado de las estrellas de la oruga izquierda hace que se recorra una curva a izquierda



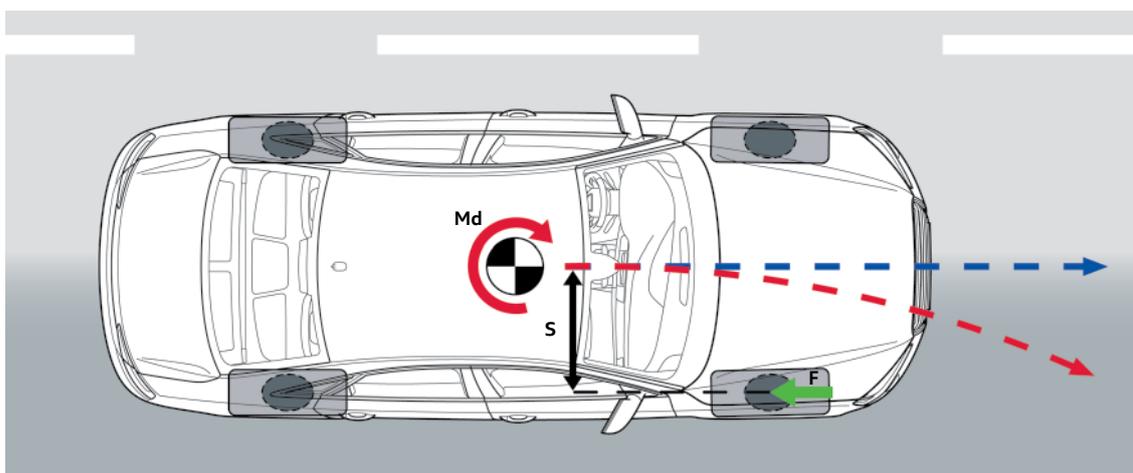
El frenado de las estrellas de la oruga derecha hace que se recorra una curva a derecha

475_052

En el caso del vehículo aquí representado se frena la rueda delantera derecha durante la marcha recta. La fuerza de frenado F que actúa en esta rueda se encuentra a una distancia s del eje geométrico vertical del vehículo. La fuerza de frenado genera por ello un par de giro M_d en torno al eje geométrico vertical del vehículo.

Par de giro = fuerza x brazo de palanca
 $M_d = F \times s$

Si el conductor no efectúa ninguna corrección con el volante, este par de giro provoca una modificación en la dirección de marcha (giro a derecha).

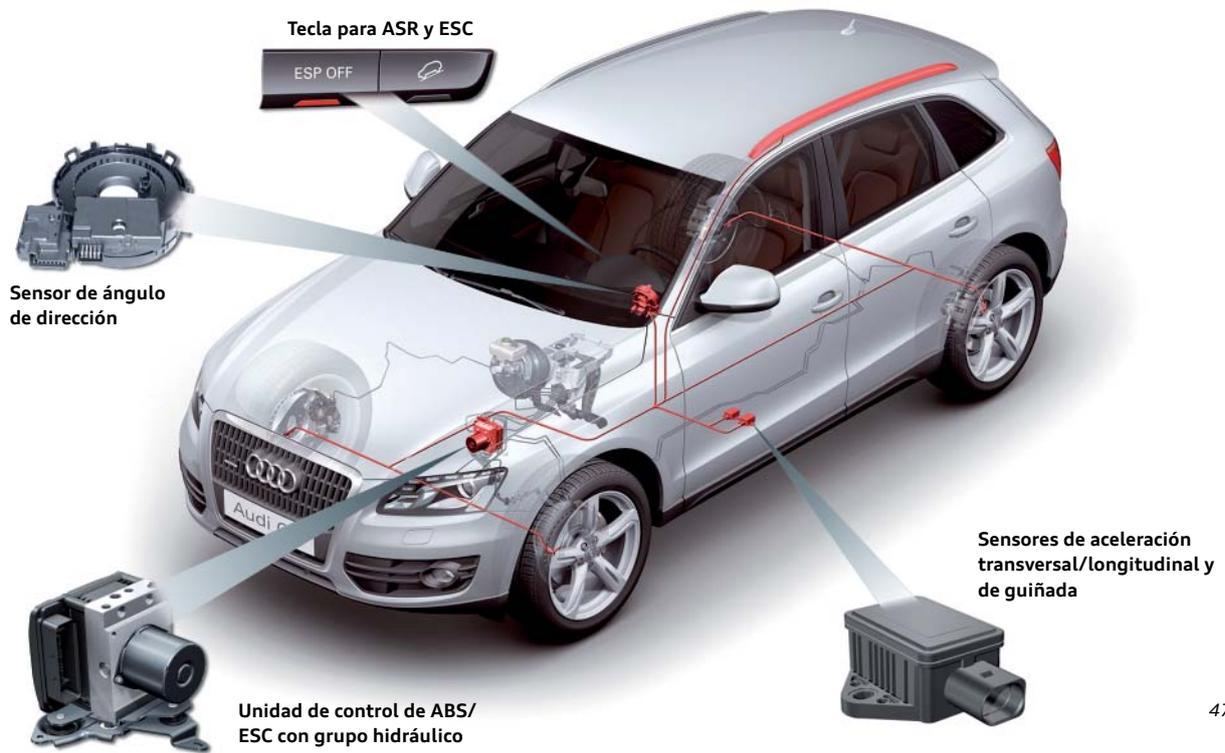


475_053

Cuadro de la estructura

En comparación con el ABS con EDS se aplica una unidad hidráulica de estructura modificada. El software de regulación para ESC y el de los demás sistemas de regulación se encuentran concentrados en una unidad de control. Aparte de los sensores de régimen de las ruedas se necesitan, para la función ESC, otros sensores que captan los movimientos del vehículo. En los modelos Audi actuales estos sensores para la captación de los movimientos del vehículo van alojados en un componente central o bien en la unidad de control de ABS/ESC (Audi A1, A3) o en la unidad de control del freno de estacionamiento electromecánico (Audi Q3).

Adicionalmente al ABS con EDS también se necesita un sensor de ángulo de giro para detectar el ángulo del volante. Testigos luminosos e indicaciones en la pantalla informan al conductor acerca del estado operativo del sistema. Con un conmutador (tecla) el conductor puede efectuar determinadas desconexiones y conmutaciones del sistema, según el modelo de que se trate.



475_054

Componentes modificados/adicionales en el sistema para realizar la función ESC

Funcionamiento

Tal y como lo dice su nombre, el ESC se utiliza para estabilizar el vehículo en condiciones dinámicas críticas. El sistema recurre para ello, en general, a tres diferentes modos de ejercer influencia:

- ▶ Generación activa de la presión de frenado con intervención selectiva en los frenos de ruedas específicas
- ▶ Intervenciones en la gestión del motor para reducir la entrega de potencia
- ▶ Intervenciones en la gestión del cambio para suprimir ciclos de cambio

En vehículos con dirección dinámica el ESC también produce intervenciones estabilizadoras mediante correcciones del ángulo de dirección cuando ello es necesario. (Información detallada ver páginas 64/65)

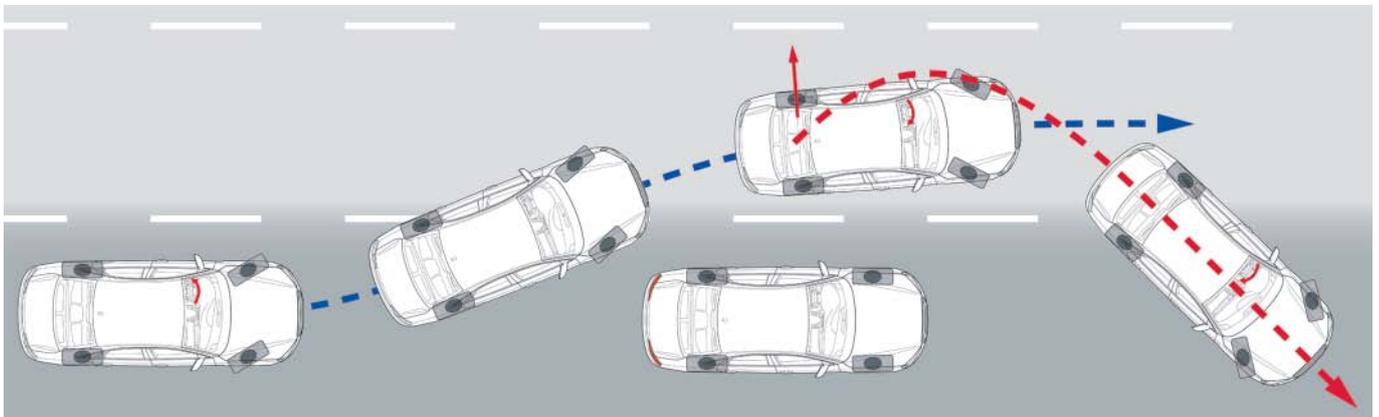
Las intervenciones de los frenos ocupan el primero plano de la regulación.

La reducción de la entrega de potencia se consigue a través de las mismas medidas que se aplican para la función ASR (ver páginas 26/27).

Tomando como ejemplo una operación de esquivación se representa a continuación un ciclo de regulación del ESC con intervención de los frenos:

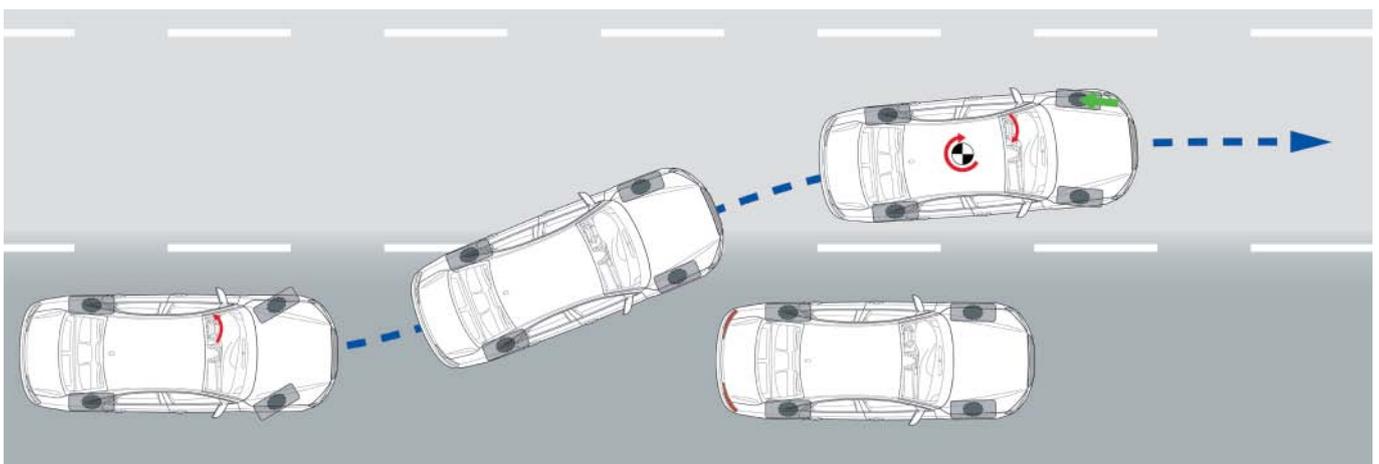
El conductor nota que hay un vehículo parado ante él en su carril. Mediante un movimiento rápido con el volante dirige el vehículo hacia el carril vecino de la izquierda. Debido a condiciones adversas del pavimento, el vehículo tiende a sobrevirar, es decir, que tiene la tendencia a escapar con la trasera. Sin una intervención de regulación el vehículo se "atravesaría". Un movimiento de contravolante iniciado por el conductor tampoco resulta suficiente para estabilizar el vehículo.

El ESC reacciona generando activamente presión de frenado en la rueda delantera izquierda. El par de giro generado de esa forma actúa en contra del escape de la trasera y estabiliza así el vehículo. Las regulaciones del ESC se desarrollan dentro de lapsos de milésimas de segundo. Se aplican las funciones parciales ya descritas de "generar presión de frenado", "mantener presión de frenado" y "degradar presión de frenado".



Sin regulación ESC: el vehículo sobrevira y ya no sigue la trayectoria prevista

475_055



Con regulación ESC: mediante una frenada específica de la rueda delantera izquierda se genera un par de giro estabilizador en torno al eje geométrico vertical del vehículo. Se evita con ello el sobreviraje y el vehículo sigue por la trayectoria prevista.

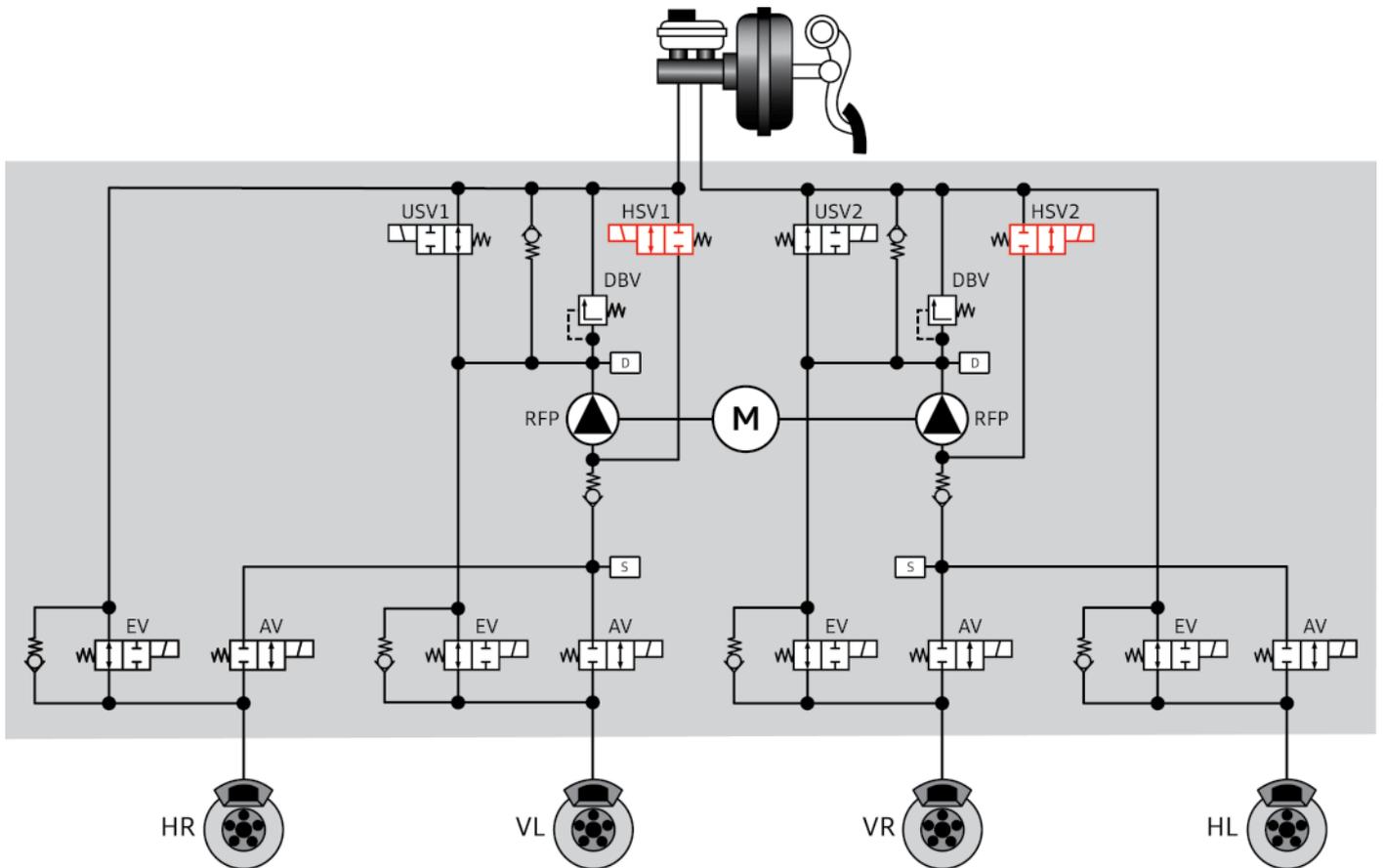
475_056

Componentes del sistema

Unidad hidráulica

En comparación con la unidad hidráulica de ABS/EDS, se necesita una ampliación para la regulación ESC. EDS está en condiciones de generar automáticamente presión de frenado en las ruedas motrices. Sin embargo, también en vehículos de tracción delantera el sistema ESC debe estar en condiciones de inscribir presión de frenado individualmente en las cuatro ruedas. Aparte de ello, y a diferencia del EDS, las válvulas de aspiración para la bomba de retorno tienen que estar en condiciones de conmutar, incluso al estar aplicada plenamente la presión de frenado aplicada por el conductor. Esto es necesario, porque a diferencia del EDS, la regulación ESC también tiene que poder intervenir durante una frenada, si ello es necesario.

En este caso la presión de frenado en la rueda correspondiente aumenta adicionalmente, más allá de la intensidad aplicada por el conductor. Por ese motivo se aplican en admisión unas válvulas conmutadoras de alta presión, especiales en la unidad hidráulica ESC. La implementación hidráulica de la función parcial de "generar presión de frenado", "mantener presión de frenado" y "degradar presión de frenado" equivale a la de la función EDS (ver página 25). En los modelos Audi actuales la unidad hidráulica va instalada como unidad compartida con la unidad de control.



475_057

- HSV 1: Válvula conmutadora de alta presión para el circuito del émbolo flotante del cilindro maestro de freno
- HSV 2: Válvula conmutadora de alta presión para el circuito del émbolo de la varilla de presión del cilindro maestro de freno
- AV: Válvula de escape
- D: Cámara amortiguadora
- DBV: Válvula limitadora de presión
- EV: Válvula de admisión
- RFP: Bomba de retorno
- S: Cámara acumuladora
- USV 1: Válvula de conmutación para el circuito del émbolo flotante del cilindro maestro de freno
- USV 2: Válvula de conmutación para el circuito del émbolo de la varilla de presión del cilindro maestro de freno

Unidad de control

El software para la regulación ESC va integrado conjuntamente con el de las regulaciones ABS, EBV, EDS y ASR, en una unidad de control.

La unidad de control capta y compara permanentemente los comportamientos efectivos y teóricos del vehículo. Si la diferencia entre el comportamiento teórico y el efectivo sobrepasa los límites previstos se activa la regulación.

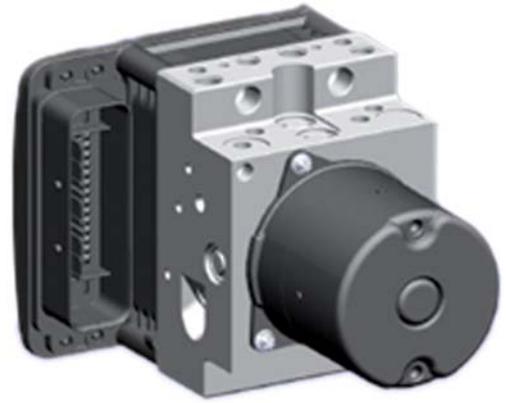
Determinación del comportamiento efectivo del vehículo:

Se analizan los valores de medición de la guiñada (par de giro en torno al eje geométrico vertical del vehículo), la aceleración longitudinal y la aceleración transversal. Con ayuda de los valores de medición procedentes de los sensores de régimen se determinan los valores de patinaje de las ruedas, así como la velocidad del vehículo, la aceleración y la deceleración. El (los) sensor(es) de presión de frenado suministran la información acerca de la presión momentánea que rige en el circuito primario del sistema de frenos. En vehículos con cambio automático se transmite, aparte de ello, la información relativa a la marcha que se encuentra seleccionada, enviándose a través de un datagrama del bus de datos hacia la unidad de control de ABS/ESC.

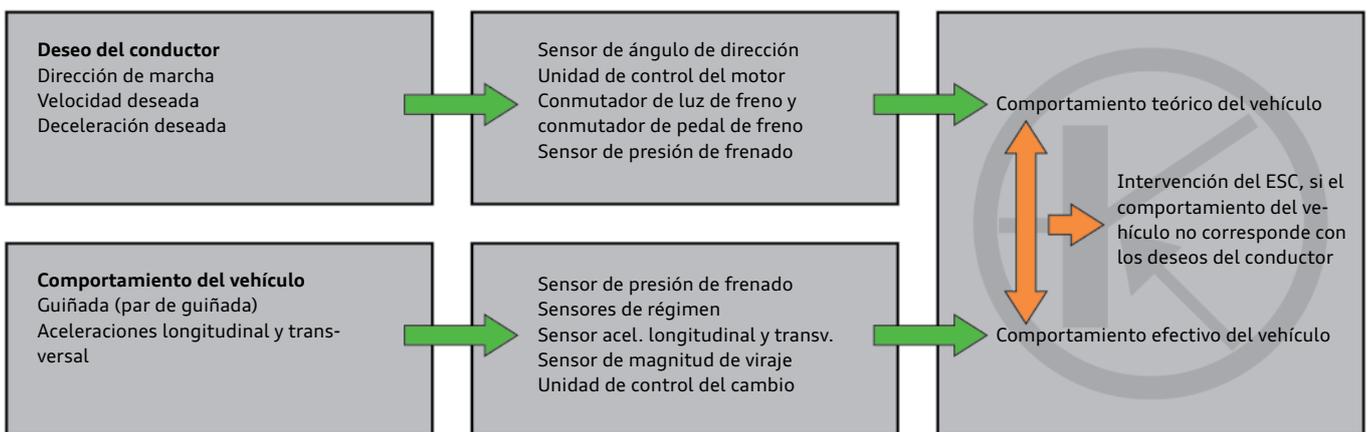
Determinación del comportamiento teórico del vehículo:

Para determinar el comportamiento teórico del vehículo tienen que registrarse las siguientes actividades del conductor: gestos de la dirección, gestos del pedal acelerador (aceleración/deceleración) y del pedal de freno.

El valor de medición del sensor de ángulo de dirección expresa el sentido de marcha intencionado por el conductor. La unidad de control del motor informa de los gestos del pedal acelerador a la unidad de control de ABS/ESC por medio de un datagrama de bus de datos. Con ayuda de la señal del conmutador de luz de freno, la unidad de control tiene en cuenta una operación de frenado iniciada por el conductor. El valor de medición del sensor de la presión de frenado suministra una señal redundante, que entonces también pasa a constituir una de las bases para el cálculo de las intervenciones estabilizadoras del ESC a través de los frenos.

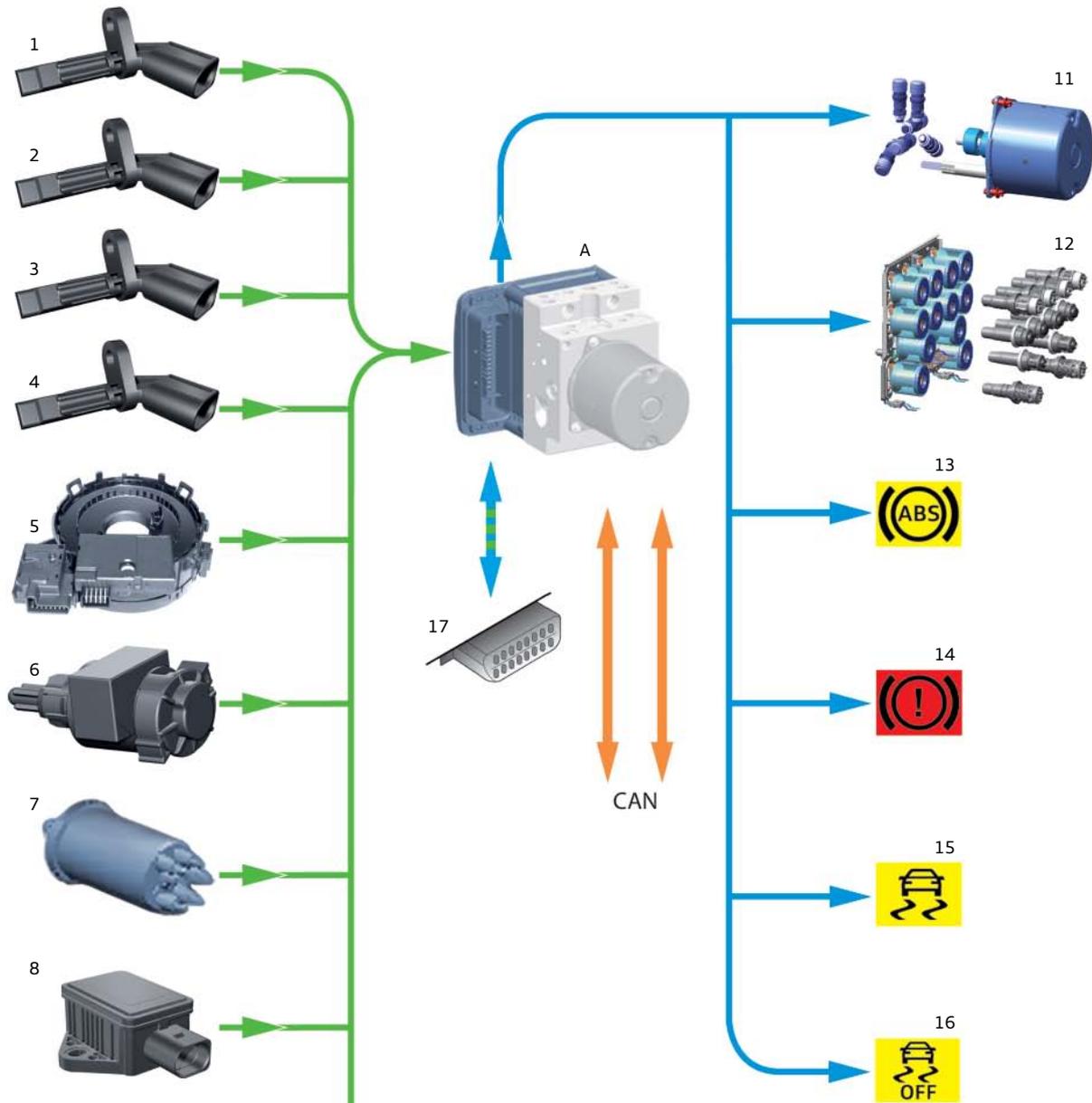


475_029a



475_058

Estructura del sistema ESC



475_059

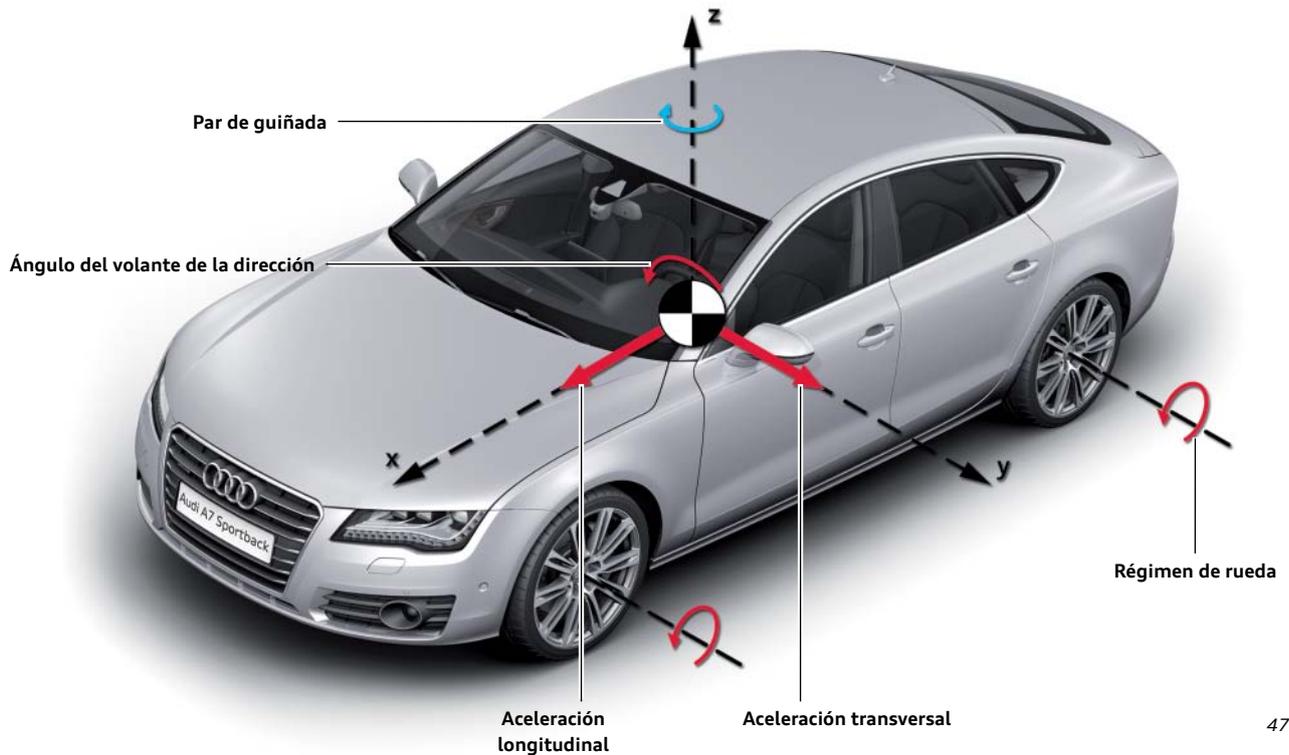
1	Sensor de régimen: trasero derecho	G44
2	Sensor de régimen: delantero derecho	G45
3	Sensor de régimen: trasero izquierdo	G46
4	Sensor de régimen: delantero izquierdo	G47
5	Sensor de ángulo de dirección	G85
6	Conmutador de luz de freno / conmutador de pedal de freno	F/F47
7	Sensor de presión de frenado	G201
8	Unidad de sensores del ESP, con: - sensor de aceleración transversal - sensor de la magnitud de viraje - sensor de aceleración longitudinal	G419 G200 G202 G251
9	Unidad de control para electrónica de sensores (alternativamente a G419)	J849
10	Tecla para ASR y ESC	E256
11	Unidad hidráulica con bomba de retorno y válvulas de conmutación	
12	Electroválvulas	
13	Testigo luminoso para ABS	K47
14	Testigo luminoso del sistema de frenos	K118
15	Testigo luminoso para ESC y ASR	K155
16	Testigo luminoso 2 para ESC y ASR	K216
17	Terminal para diagnósticos	
A	Unidad de control de ABS/ESC	

Sensores

Para poder realizar estas operaciones de regulación tan extremadamente complejas, no resultan suficientes las solas señales de los regímenes de las ruedas. Es importante conocer los movimientos del vehículo (dinamismo del vehículo) y el del ángulo de la dirección.

Todos los movimientos del vehículo se registran con ayuda de sensores especiales de aceleración transversal, aceleración longitudinal y par de guiñada (movimiento de giro en torno al eje geométrico vertical del vehículo).

El ángulo del volante caracteriza las intenciones del conductor (sentido de marcha previsto).



475_060

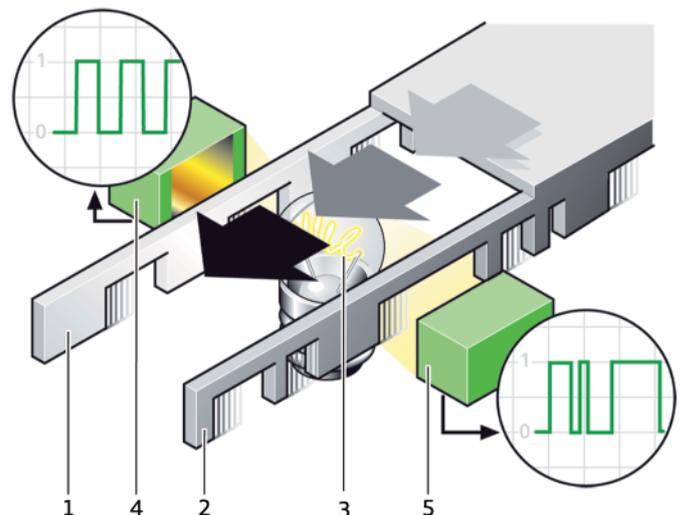
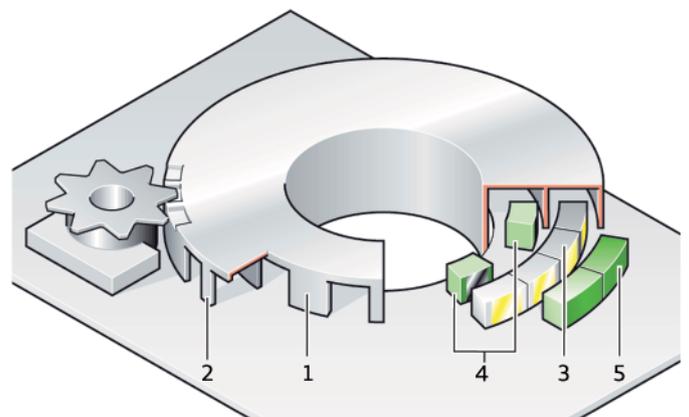
Sensor de ángulo de dirección

En los modelos Audi actuales se aplican tres diferentes sensores. Todos los sensores utilizados vuelcan la señal del ángulo de giro del volante a manera de datagrama en el bus de datos.

El sensor utilizado en el Audi Q7 se basa en un principio óptico.

Si la luz de los diodos (3) incide a través de la corredera perforada de valores incrementales (1) y corredera perforada de valores absolutos (2) sobre los sensores ópticos (4 y 5) se engendra una tensión de señal que varía debido a la diferente división del dentado.

Esta "codificación" es analizada por la electrónica y suministra una información de ángulo del orden de 0-360°.

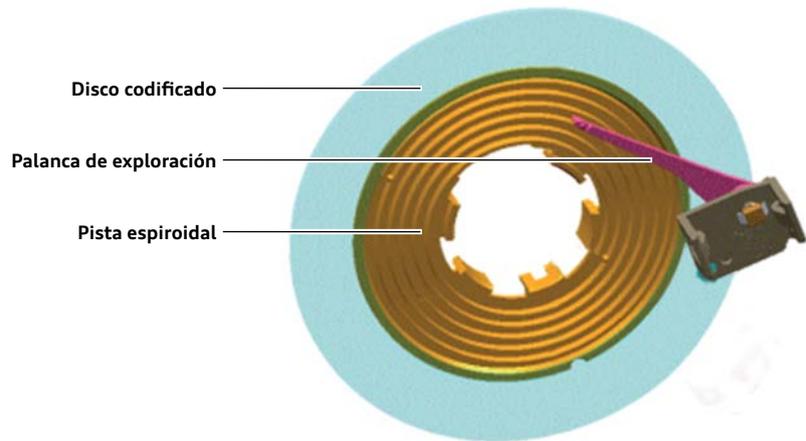
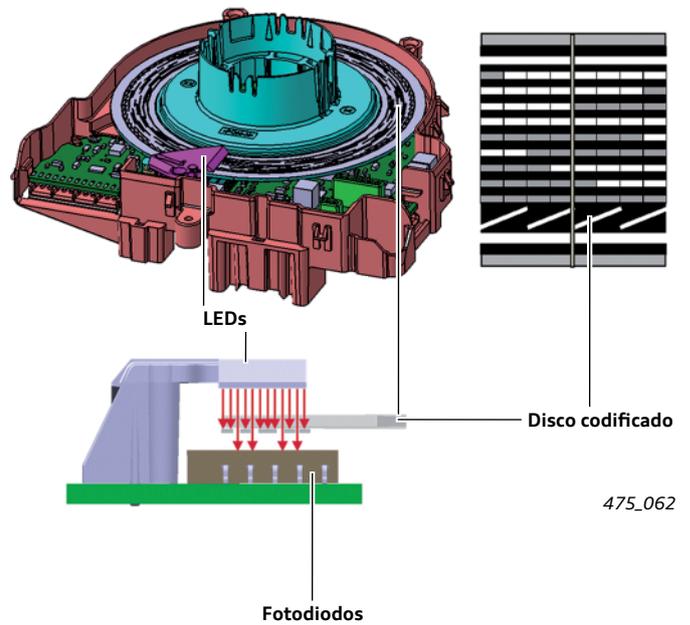


475_061

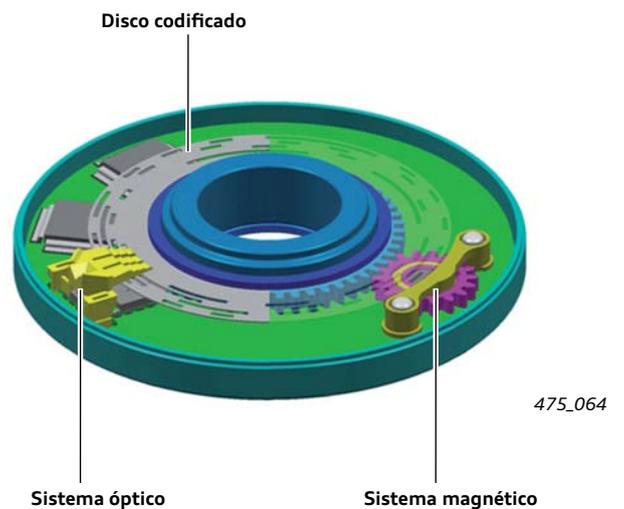
En los modelos Audi actuales A3, TT, Q5, A8, R8 se aplica un sistema de sensores, que capta el ángulo de dirección basándose en un sistema de cámara.

A manera de "cámara" se utilizan fotodiodos instalados en la carcasa del sensor (fijos). Hay un disco codificado que se encuentra comunicado con el husillo de la dirección. En este disco hay diversas pistas codificadas analógicas y digitales (parecidas a un código de barras). Las zonas no impresas de estas pistas codificadas son transparentes. Como fuente de luz se utilizan LEDs.

Los fotodiodos reciben la luz que traspasa las zonas transparentes de las pistas codificadas y exploran así las pistas codificadas que giran con cada gesto del volante. Con una captación mecánica adicional se identifica si el volante se encuentra dentro del margen de ángulos de giro de 0-360° (dentro del margen de una vuelta) o en el margen de 361-720°. De un modo similar al de un disco de música se conduce una pequeña palanca dentro de una pista espiroidal que hay en la cara inferior del disco codificado. El análisis de las señales codificadas y la posición de la palanca mecánica suministran la señal del ángulo de giro del volante.



En los modelos Audi actuales A6 y A7 se aplica un sensor, cuyo funcionamiento combina los principios óptico y magnético. El sensor óptico funciona de un modo parecido al sensor descrito más arriba. El disco codificado se encuentra comunicado con el rotor, que va fijado al husillo de la dirección. El rotor está configurado como un piñón. Este piñón se encuentra en ataque permanente con un segundo piñón más pequeño, alojado en la carcasa. Este segundo piñón está comunicado con un imán permanente bipolar. Con cada movimiento de la dirección se produce un semigiros del imán. Dos sensores Hall alojados en la carcasa captan la posición del imán (ángulo de giro). Mediante un análisis de la señal óptica y de la señal de Hall, el módulo electrónico es capaz de captar el ángulo del volante de la dirección dentro de todo su margen de reglaje.



Sensores de aceleración transversal, aceleración longitudinal y guiñada

Se aplican dos diferentes unidades sensoras, integradas en los llamados sensores.

Son excepciones al respecto los modelos actuales Audi A1, A3 y Q3.

En los Audi A1 y A3 los sensores son partes integrantes de la unidad de control del ABS J104. En el Audi Q3 los sensores van integrados en la unidad de control del freno de estacionamiento electromecánico J540.

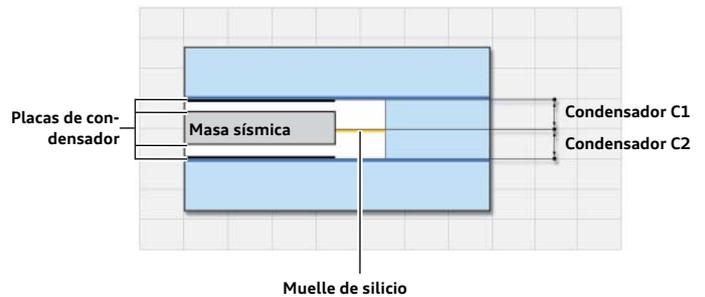
La unidad de sensores "clásica" del ESP G419 se aplica en vehículos desprovistos del bus de datos FlexRay.

Los sensores de aceleración transversal y longitudinal trabajan según el principio de la "masa sísmica". Planteado de una forma simplificada, hay una masa alojada en disposición oscilante entre dos placas de condensador. La propia masa lleva contactos por ambos lados, de modo que puedan configurarse dos condensadores con ambas placas de condensador exteriores.



Unidad de control para electrónica de sensor J849

Unidad de sensores del ESP G419



475_066

Al acelerar el vehículo, la posición de la masa entre las placas de condensador se modifica obedeciendo a su inercia. Con ello también varía la distancia de las placas de ambos condensadores. Si la distancia aumenta, la capacidad del condensador disminuye. En este ejemplo, la capacidad del condensador C1 disminuye y la del C2 aumenta. Estas variaciones de la capacidad se analizan en el módulo electrónico y constituyen una medida directa de la aceleración momentánea.



475_067

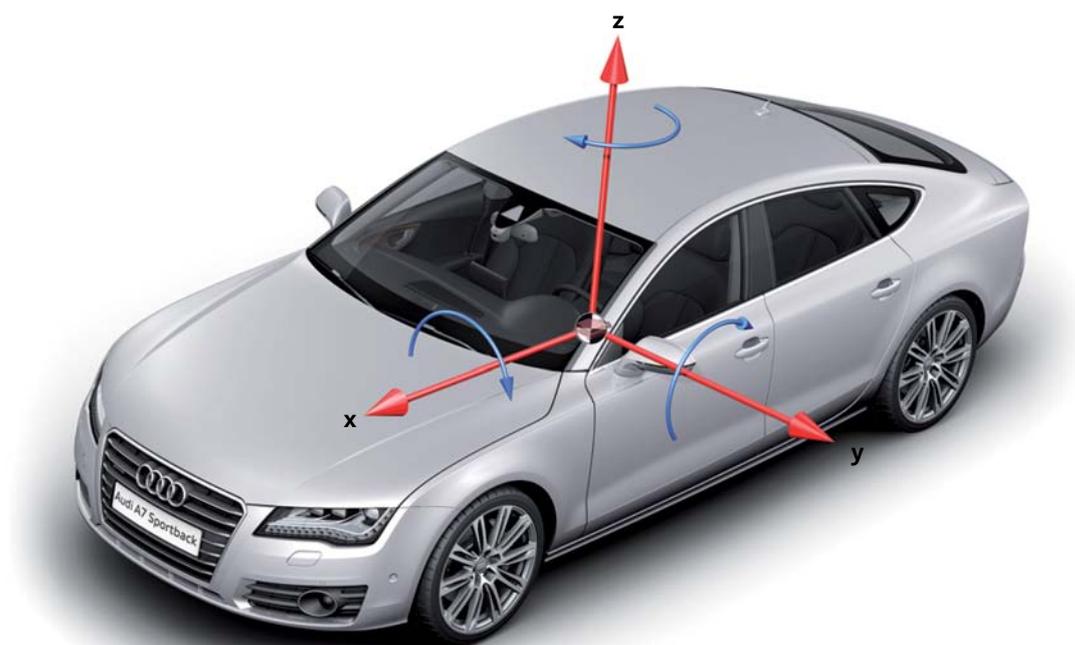
El sensor de aceleración longitudinal se necesita en los modelos Audi A3 y TT cuando van equipados con tracción quattro y/o asistente de arrancada en subida / asistente en arrancada. En estos modelos se implementa la tracción quattro por medio de un embrague Haldex. Debido a su forma de funcionamiento, al estar cerrado el embrague se produce un acoplamiento rígido entre las ruedas delanteras y traseras. Al intervenir unos pares de fricción de reducida magnitud, en estos casos puede suceder que el ESC ya no sea capaz de determinar con la suficiente exactitud la velocidad real del vehículo a base de analizar los valores de medición de los sensores de régimen. La señal del sensor de aceleración longitudinal puede servir entonces como señal de referencia. Para las funciones del asistente de arrancada en subida y el asistente en arrancada es importante conocer el ángulo de inclinación del pavimento. También el sensor de aceleración longitudinal trabaja

según el principio de la "masa sísmica". Según sea la magnitud del ángulo de inclinación del pavimento varía también el sentido de acción de la aceleración terrestre (gravitación) sobre la masa sísmica, y con ello también el valor de medición del sensor. Los vehículos de modelos más antiguos, con freno de estacionamiento electromecánico, también van equipados con un sensor de aceleración longitudinal. Sus valores de medición se analizan para la función del freno de estacionamiento como también para el asistente en arrancada y el asistente de arrancada en subida. Según el modelo del vehículo, el sensor de aceleración longitudinal forma parte de la unidad de control del ABS J104, de la unidad de sensores del ESP G419 o de la unidad de control para electrónica de sensores J849.

En los vehículos actuales con bus de datos FlexRay (Audi A6, A7 y Audi A8) la unidad de control para electrónica de sensores J849 es la encargada de determinar los movimientos del vehículo. Esta unidad se utiliza en varias versiones, según el equipamiento del vehículo. En la dotación máxima se integran sensores para la detección de las aceleraciones longitudinal, vertical y transversal, así como de los pares de giro en torno a los tres ejes geométricos del vehículo "x", "y" y "z". Para la función ESC se necesitan las señales de aceleración transversal y longitudinal, así como la de la guiñada en torno al eje geométrico vertical del vehículo (par de guiñada).



475_068



475_069



Remisión

En el Programa autodidáctico SSP 458 hallará información detallada sobre la estructura y el funcionamiento de la unidad de control para electrónica de sensores.

Servofreno hidráulico de emergencia (HBA)

Estudios efectuados sobre el comportamiento de frenado en situaciones de emergencia demuestran que la mayor parte de los conductores acciona el pedal de freno con una fuerza demasiado escasa. Por ello no se consiguen las fuerzas de frenado que serían físicamente posibles, y se "derrocha" recorrido de frenado.

Desarrollo de una operación de frenado con regulación HBA

Tienen que estar cumplidas las condiciones indicadas a continuación para la activación del HBA:

- ▶ La presión de frenado aplicada por el conductor tiene que corresponder con un valor mínimo (aprox. 30 bares).
- ▶ La celeridad con la que se genera la presión de frenado debe corresponder con un valor mínimo.
- ▶ El conmutador de luz de freno en el pedal debe estar accionado (el conductor frena).

Al efectuar una frenada en una situación de peligro, el conductor acciona el pedal de freno con una celeridad marcadamente superior y una fuerza más intensa con el pie, en comparación con una frenada predictiva (frenada de confort). Por consecuencia se produce un rápido ascenso de la presión de frenado. Mientras que en una frenada de confort la celeridad de la generación de presión se sitúa aproximadamente entre los 30 y 60 bares/s, en una frenada de emergencia es muy superior.

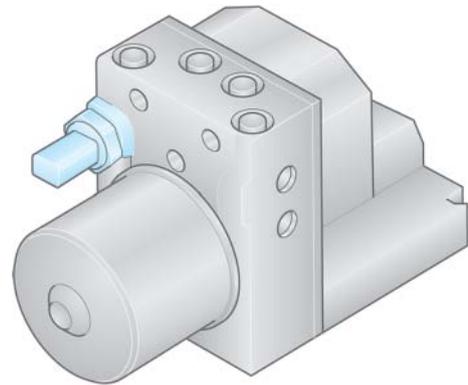
La lógica de regulación identifica la situación de la frenada de emergencia a base de analizar la celeridad con que aumenta la presión de frenado. Esta información es suministrada por los sensores de presión que van integrados en la unidad hidráulica ESC. El ciclo de regulación que le sigue se compone de tres fases.

Fase 1

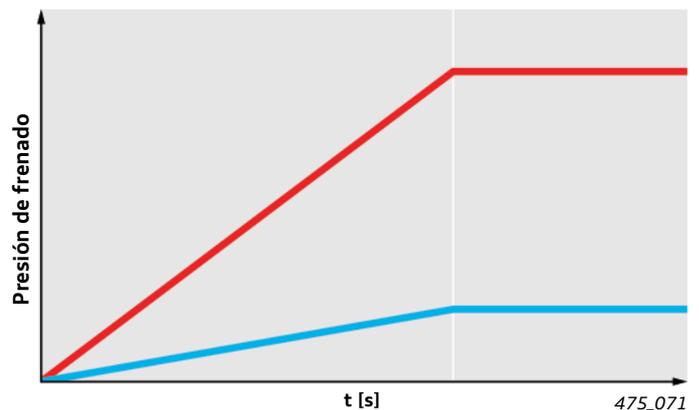
Se sobrepasa un límite definido de la celeridad con la que el conductor genera presión de frenado; se identifica la situación de frenado de emergencia. Se inicia una generación de presión de frenado activa. Para ello se excitan las válvulas conmutadoras de alta presión y las válvulas de conmutación. La bomba de retorno es excitada y aspira el líquido de frenos a través de las válvulas conmutadoras de alta presión abiertas. La presión de frenado aplicada por el conductor es incrementada adicionalmente por la presurización activa en los cuatro frenos de rueda. El objetivo consiste en hacer intervenir lo más rápidamente posible la regulación del ABS.

El objetivo del HBA consiste en aumentar la presión del freno al frenar en una situación de peligro, al grado que se obtenga una distancia de frenado lo más corta posible y se conserve al mismo tiempo la direccionalidad del vehículo.

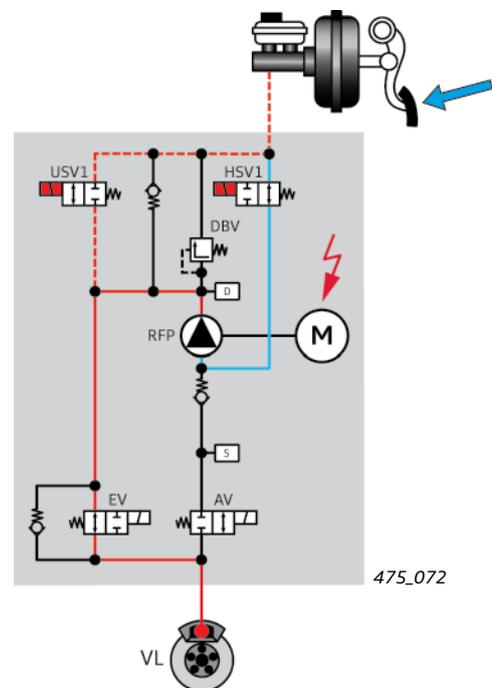
El HBA es una ampliación de la función del ESC y va integrado en todos los modelos Audi actuales. Por motivos de seguridad, el conductor no puede desactivar esta función.



475_070



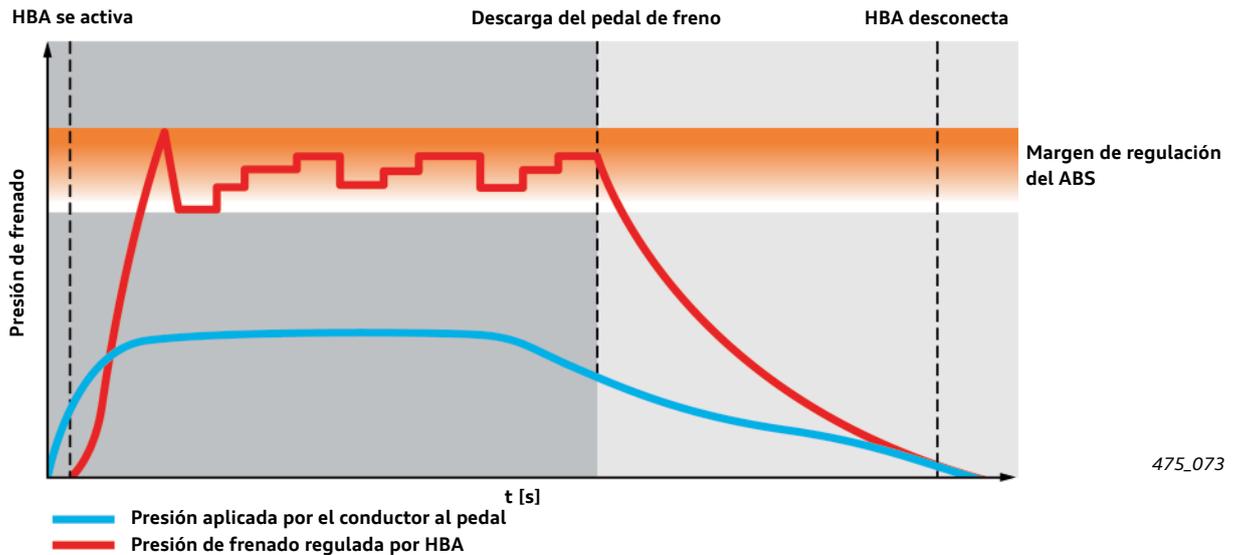
- Frenada de confort
- Frenada en situación de peligro



Fase 2

Frenado hasta entrar en el margen de regulación del ABS se retiene el vehículo con la mejor deceleración de frenado físicamente posible, conservando al mismo tiempo la plena direccionalidad.

La regulación del ABS sucede por medio de las funciones de "generar presión de frenado", "mantener presión de frenado" y "degradar presión de frenado".

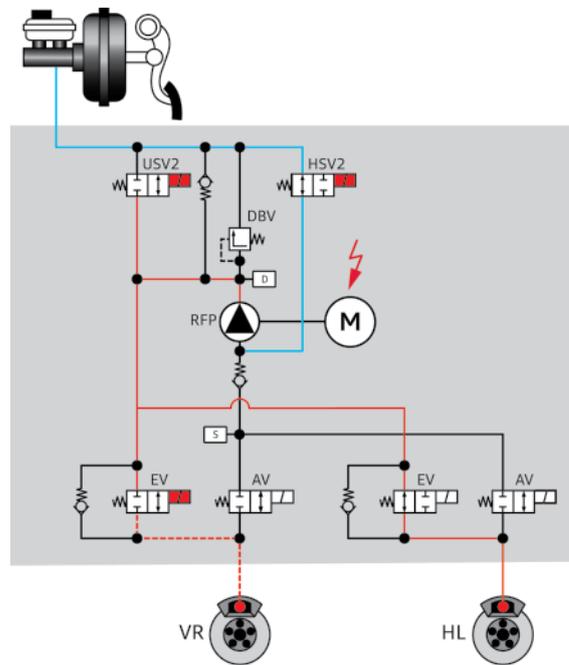


475_073

En cada circuito de frenos se procede a regular con la válvula de admisión la rueda que tiene aplicada la menor presión de frenado y con la válvula de conmutación la rueda que tiene aplicada la mayor presión de frenado.

En el ejemplo indicado, la presión de frenado es mayor en el freno de la rueda delantera derecha que en el de la trasera izquierda. Se pretende que, mediante "mantener presión de frenado" no siga aumentando la presión en la rueda delantera derecha, mientras que la presión de frenado de la rueda trasera izquierda puede seguir aumentando. Se excita la correspondiente válvula de admisión para la rueda delantera derecha. Con ello se interrumpe la comunicación entre la bomba y el freno de la rueda. En la rueda trasera izquierda puede seguir generándose presión a través de la válvula de admisión abierta.

Si también aquí ha de mantenerse constante la presión de frenado se cierra asimismo la válvula de admisión correspondiente.



475_074

Fase 3

El conductor alivia el esfuerzo que tiene aplicado al pedal de freno. Esto se identifica por evaluación de la señal del sensor de la presión de frenado y se interrumpe la regulación del HBA.

HBA en vehículos con Adaptive Cruise Control (ACC)

En vehículos con ACC, el sistema de sensores de radar "observa" permanentemente la situación del tráfico que antecede al vehículo equipado con ACC. Esto también sucede cuando el ACC no fue activado el por conductor. Si se detecta una situación con un mayor potencial de peligro de accidente se modifican las condiciones de activación para el HBA. En ese caso ya se activa más temprano esa función, es decir, al intervenir una menor celeridad en la generación de la presión de frenado. Con esta excitación más sensible se minimiza adicionalmente la distancia de frenado en emergencias.



475_075

Bloqueo transversal electrónico

El bloqueo transversal electrónico sirve para mejorar la tracción al recorrer una curva y para reducir/neutralizar la tendencia al subviraje, aumentando a su vez el dinamismo. Este sistema se aplica en modelos Audi de tracción delantera. El bloqueo transversal electrónico es una ampliación de software en la unidad de control de ABS/ESC. Cuando es necesario, la regulación siempre se encuentra activa y el conductor no la puede desconectar.

En cada paso por una curva actúa la fuerza centrífuga. Ataca en el centro de gravedad del vehículo y actúa radialmente hacia el exterior de la curva. Por consiguiente se alivia el peso que gravita en las ruedas interiores de la curva y aumenta el de las ruedas exteriores de la curva. Tal y como ya se ha explicado en el capítulo "Fundamentos del comportamiento dinámico", a medida que aumenta la carga que gravita sobre la rueda también son mayores las fuerzas que pueden transmitirse a través del punto de contacto de la rueda con el pavimento. Esto significa, que en las ruedas exteriores de la curva pueden transmitirse unas mayores fuerzas de tracción que en las ruedas interiores. Esto, sin embargo, no es posible si se utiliza un diferencial convencional para la compensación de los regímenes. El diferencial "reparte" el par total de la tracción siempre de forma equitativa, al 50 % sobre las ruedas traccionadas.

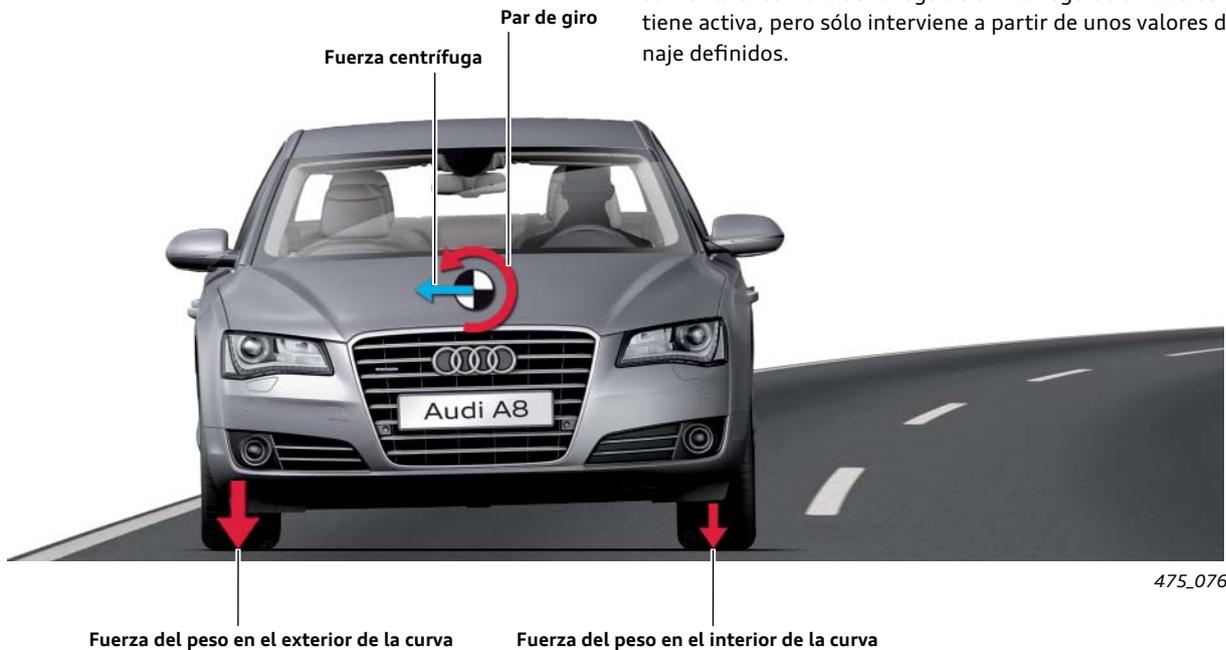
(ver para ello también las explicaciones relativas al funcionamiento del bloqueo diferencial electrónico EDS)

Debido a que la menor carga que gravita sobre la rueda interior de la curva sólo permite transmitir también menores fuerzas de tracción (y por tanto también pares menos intensos) a pesar del mayor potencial que presenta la rueda exterior de la curva, sólo se puede transmitir a través de ella la misma fuerza de tracción (y el mismo par) que con la interior de la curva.

A diferencia de la regulación EDS, el bloqueo transversal electrónico se activa de forma preventiva, es decir, también cuando no está dado todavía ningún patinaje crítico en las ruedas. El software de regulación estima para esos efectos las variaciones que experimentan las cargas sobre las ruedas, basándose en el comportamiento del vehículo. En esencia, el comportamiento del vehículo viene determinado aquí por los valores de medición del sensor de ángulo de dirección y de la aceleración transversal.

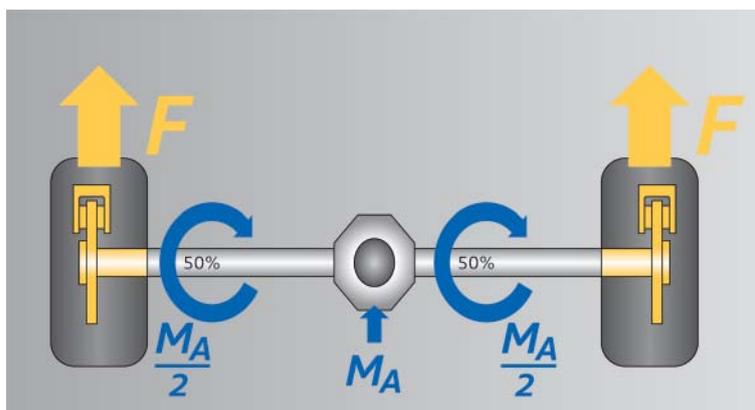
La regulación es comparable con las intervenciones activas de los frenos en la regulación del sistema EDS.

Pero como ya se está regulando antes de que haya valores de patinaje críticos, las intervenciones de los frenos pueden suceder con presiones de frenado marcadamente inferiores a las que se necesitan para la regulación EDS. Con ello se protege el material y aumenta el confort de la regulación. La regulación EDS se mantiene activa, pero sólo interviene a partir de unos valores de patinaje definidos.



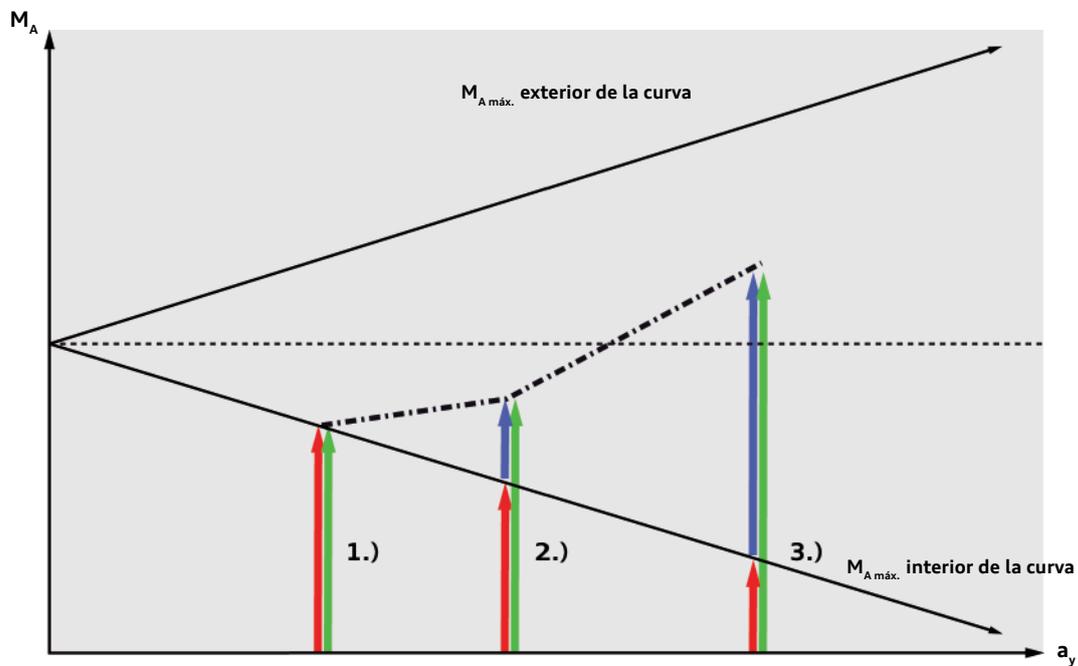
475_076

La fuerza centrífuga que ataca en el centro de gravedad de la estructura del vehículo genera un par de giro con el que las ruedas exteriores de la curva se someten a cargas más intensas. Fuerza del peso en el exterior de la curva > fuerza del peso en el interior de la curva



475_077

Un diferencial convencional reparte el par total de la tracción siempre por partes iguales (respectivamente 50 %) sobre las dos ruedas motrices.



475_078

- █ Par de tracción interior de la curva
- █ Par de tracción exterior de la curva
- █ Par de frenado

En el gráfico se representa la transmisión de los pares de tracción de las ruedas M_A en función de la aceleración transversal a_y . En general puede verse que los pares máximos transmisibles se intensifican en la rueda exterior de la curva a medida que crece la aceleración transversal. En la rueda interior se reducen aproximadamente en esa misma proporción.

1.) Paso por curva con el diferencial abierto sin intervención del bloqueo transversal:

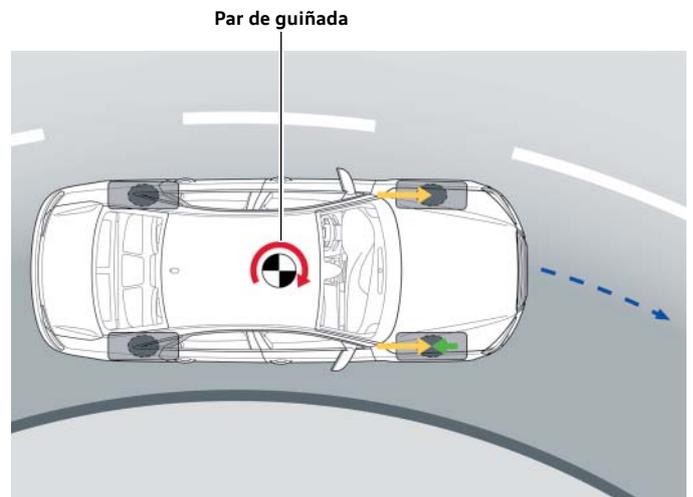
Los pares de tracción transmisibles en la rueda motriz exterior de la curva, sometida a carga, tienen la misma intensidad que los de la rueda motriz descargada en el interior de la curva. Sin embargo, en la rueda motriz exterior de la curva podrían transmitirse unos pares de tracción más intensos. Esto no es posible con un diferencial convencional sin intervenciones adicionales de los frenos.

2.) + 3.) Paso por curva con el diferencial abierto y con intervención del bloqueo transversal:

Por la generación activa de la presión de frenado se aporta un par de frenado adicional en la rueda interior de la curva, que se encuentra descargada. Este par de frenado adicional intensifica el par total en esa rueda, por precisar de un par de tracción adicional para superar ese par de frenado. Por tanto también en la rueda exterior de la curva actúa un par de tracción más intenso (de la misma intensidad que el par total en la rueda interior de la curva).

La mayor fuerza de tracción exterior de la curva produce un par de giro (par de guiñada) en torno al eje geométrico vertical del vehículo. Este par de guiñada respalda al conductor al direccionar y aporta con ello una agilidad palpablemente superior del vehículo (dinamismo).

El bloqueo transversal electrónico no se activa cuando son muy bajos los índices de fricción entre neumático y pavimento. La función no puede ser desconectada por el conductor.



475_079

Gestión de pares selectiva por ruedas

La gestión de pares selectiva por ruedas halla aplicación en vehículos con tracción quattro. El sistema es una versión más desarrollada del bloqueo transversal electrónico. Permite efectuar intervenciones automáticas por separado en los frenos de las cuatro ruedas. El funcionamiento general equivale al del bloqueo transversal electrónico.

También la gestión de pares selectiva por ruedas ya entra en acción mediante intervenciones de los frenos desde antes que se pueda constituir un mayor patinaje de la tracción. El comportamiento dinámico se mantiene neutro durante un tiempo palpablemente más largo. Casi se neutralizan los fenómenos del subviraje al

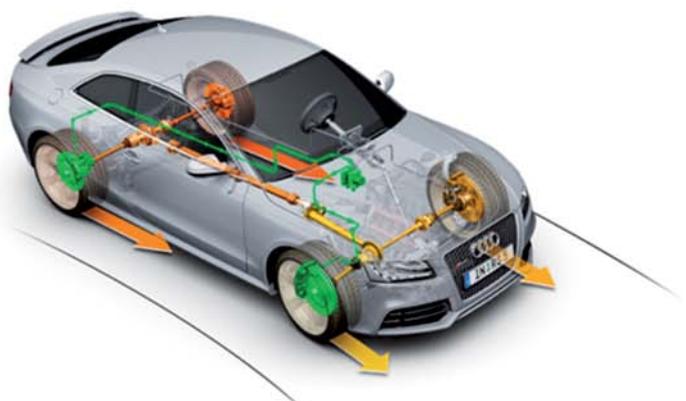
perfilar el vehículo hacia una curva o al acelerar. Las intervenciones de regulación del ESC suceden marcadamente más tarde, si acaso todavía resultan necesarias. Tal y como sucede en el caso del bloqueo transversal electrónico, la gestión de pares selectiva por ruedas tampoco entra en acción si es muy bajo el par de fricción entre el neumático y el pavimento.

La gestión de pares selectiva por ruedas también es una ampliación de software en la unidad de control de ABS/ESC. Cuando es necesario, la regulación siempre se encuentra activa y el conductor no la puede desactivar.



Marcha recta:

La carga de la rueda y el par de tracción están repartidos uniformemente.



Paso por curva bajo carga:

La fuerza centrífuga provoca un desplazamiento de la carga de la rueda hacia el lado exterior de la curva.

Mediante intervenciones de los frenos en las ruedas interiores de la curva se desvía el par de tracción hacia las ruedas exteriores.

El par de guiñada resultante respalda la perfilación del vehículo en la curva.



475_080

Sistemas de asistencia en arrancada

En modelos Audi se aplican tres diferentes sistemas que asisten al conductor en las fases de arrancada. El "asistente en arrancada EPB" se implementa exclusivamente en vehículos con freno de estacionamiento electromecánico (EPB) y utiliza para ello la función EPB. Aquí no se tratará este sistema con mayor detalle, porque trabaja sin intervención activa de los frenos.

En ambos otros sistemas, el "asistente de arrancada en subida" y el "asistente en arrancada" utilizan el sistema hidráulico de ABS/ESC para realizar el apoyo de la arrancada.

El software de regulación para ello va integrado en la unidad de control de ABS/ESC.

Asistente de arrancada en subida

El asistente de arrancada en subida se implementó por primera vez en el Audi A3 del año de modelos 2006.

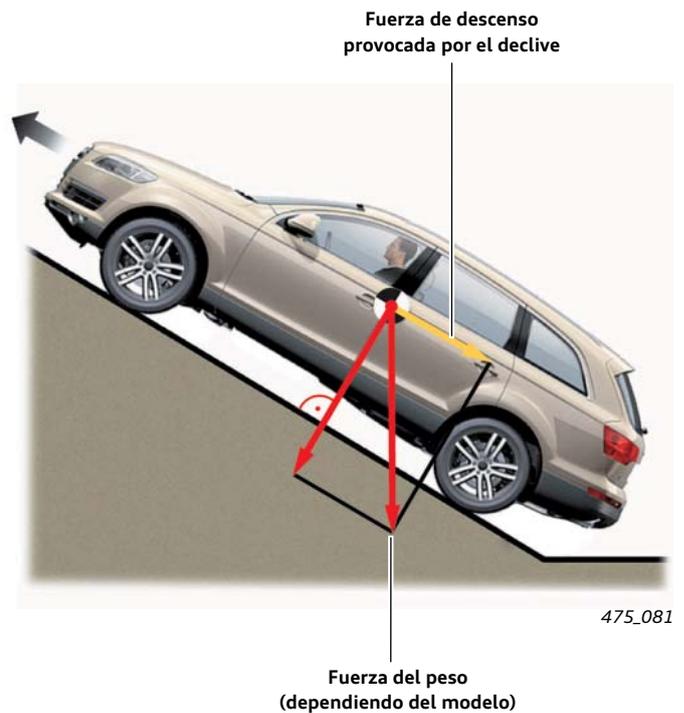
El sistema fue desarrollado para facilitar al conductor la arrancada en subidas, especialmente al circular en caravana. Cuanto mayor es la inclinación de la pendiente, tanto más intensa es la componente de la fuerza por peso que hace retroceder al vehículo al no estar frenado: la fuerza de descenso provocada por el declive.

En una arrancada sobre suelo en declive es crítico el intervalo de tiempo desde que se pasa el pie del pedal de freno al pedal acelerador hasta que se genera el par necesario con el motor de propulsión. Si este intervalo es demasiado largo, el vehículo rueda en retroceso antes de que esté disponible la entrega de par suficiente para propulsar el vehículo.

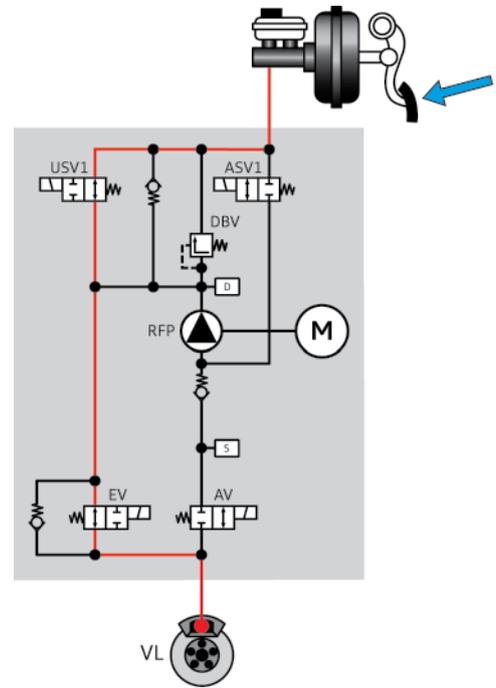
Aquí es donde ayuda el "asistente de arrancada en subida".

El asistente de arrancada en subida se activa cuando están cumplidas las condiciones siguientes:

- ▶ Vehículo parado; esto se detecta a través de los sensores de régimen.
- ▶ En los Audi A3, Q3 y TT tiene que estar cerrada la puerta del conductor. El motor de propulsión marcha.
- ▶ El declive del pavimento (subida) es mayor que aprox. 3–5 %. La detección se realiza por medio del sensor de aceleración longitudinal (ver página 37).

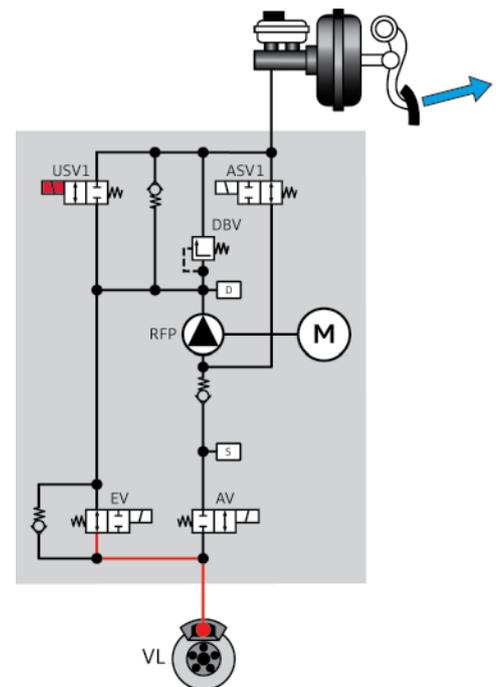


Durante la operación de frenado realizada por el conductor se encuentran abiertas las válvulas de conmutación en la unidad hidráulica del ESC. La presión de frenado aplicada por el conductor llega hasta los frenos de las ruedas.



475_082

Si el conductor levanta el pie del pedal de freno cierran las válvulas de conmutación en la unidad hidráulica ESC. Con ello se mantiene la presión de frenado que había aplicado el conductor y el vehículo no puede rodar en retroceso. Esta función de retención tiene una duración limitada a 1,5 s aproximadamente. Una vez transcurrida la duración máxima se desconecta la excitación de las válvulas. Este lapso resulta suficiente para mudar el pie y arrancar inmediatamente después. Por regla general esa muda del pie sucede incluso en un tiempo más breve, de modo que el conductor ya acelera al cabo de menos de 1,5 s. Tomando como base la inclinación del declive, la lógica de regulación calcula el par motor que es necesario para evitar que el vehículo ruede en retroceso. Una vez alcanzado ese par motor abren nuevamente las válvulas, incluso antes de la duración máxima de la excitación, de 1,5 s. El ángulo de inclinación del pavimento es captado por el sensor de aceleración longitudinal (según el modelo del vehículo, va en la unidad de control de ABS/ESC, en la unidad de sensores G419 o en la unidad de control para electrónica de sensores J849). La señal correspondiente a la entrega de par momentánea del motor es transmitida por la unidad de control del motor en forma de un datagrama de bus de datos hacia la unidad de control de ABS/ESC.



475_083

La función no puede ser desactivada por el conductor.

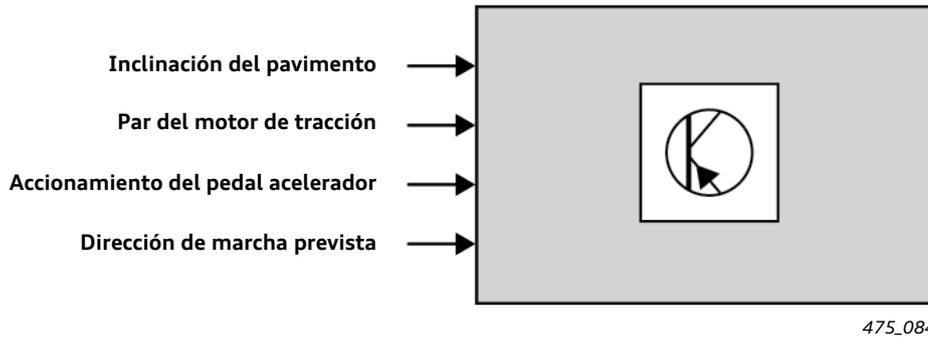
Actualmente se implanta la función como equipamiento opcional en todos los vehículos con cambio automático. Como opción se aplica en los Audi A1, A3, TT y Q3 con cambio manual. En el Audi Q7 se implementa la función con el servofreno activo y no con el sistema hidráulico ABS/ESC.

En vehículos con cambio manual se recurre a la información representada en el gráfico para determinar el momento en que se afloja el freno de servicio. Tal y como sucede en los vehículos con cambio automático, también aquí se incluye en la regulación la inclinación de la pendiente.

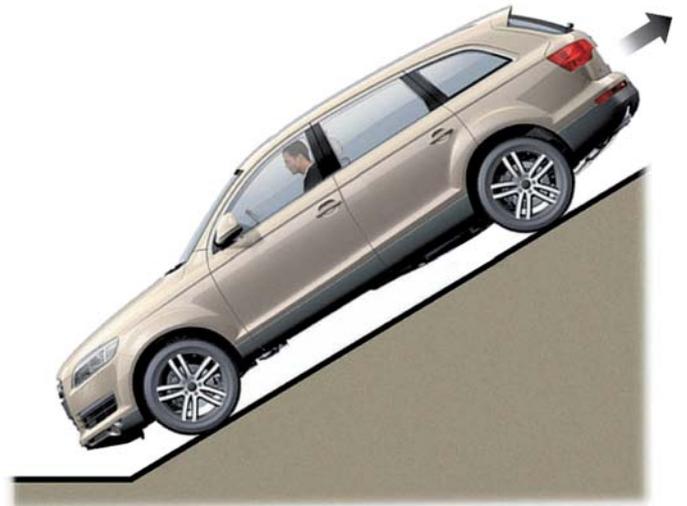
Mediante un datagrama del sistema de buses procedente de la unidad de control del motor se transmite información al software de regulación, acerca de los gestos del pedal acelerador. Aquí se analiza primordialmente la celeridad con que se acciona el pedal. El accionamiento del pedal identifica el instante en el que el conductor reanuda la marcha.

En vehículos con sistema Start-Stop y cambio manual el sistema de sensores identifica la marcha engranada y la incluye en la regulación.

En vehículos sin sistema Start-Stop y cambio manual se identifica el sentido de marcha previsto a base de analizar el conmutador de luces de marcha atrás.



El asistente de arrancada en subida también se encuentra activo si la arrancada sucede cuesta arriba en marcha atrás. La colocación de la marcha atrás se informa a la unidad de control de ABS/ESC por medio de un datagrama de bus de datos.



475_086

Asistente en arrancada

El asistente en arrancada es una versión más desarrollada del asistente de arrancada en subida. En contraste con el asistente de arrancada en subida, el conductor puede conectar y desconectar este sistema. Aparte de ello, al estar activada la función se retiene el vehículo en estado frenado, durante todo el tiempo de inmovilidad, independientemente del ángulo que tenga la inclinación del pavimento. Una condición para ello es que el conductor haya frenado el vehículo hasta la inmovilidad.

El asistente en arrancada también utiliza la función del freno de estacionamiento electromecánico (EPB) y está vinculado por ello a que el vehículo vaya equipado con EPB.



475_087

Tecla para Auto Hold E540

El asistente en arrancada realiza tres funciones:

- ▶ Si el conductor frena el vehículo hasta la inmovilidad, el asistente en arrancada mantiene frenado el vehículo durante el tiempo de inmovilidad. Esto alivia al conductor, por ya no tener que estar accionando el pedal de freno durante todo el tiempo de la inmovilidad para evitar que el vehículo se desplace involuntariamente.
- ▶ Al arrancar se suelta luego el freno cuando el par del motor de tracción es suficiente para evitar que el vehículo ruede en retroceso al estar inclinado el pavimento.
- ▶ Si se detiene el vehículo con el asistente en arrancada activado se activa el freno de estacionamiento automáticamente en las condiciones siguientes:
 - ▶ Se abre el cierre del cinturón del conductor
 - ▶ Se abre la puerta del conductor
 - ▶ Se desconecta el encendido (borne 15)



475_088



475_089



475_090

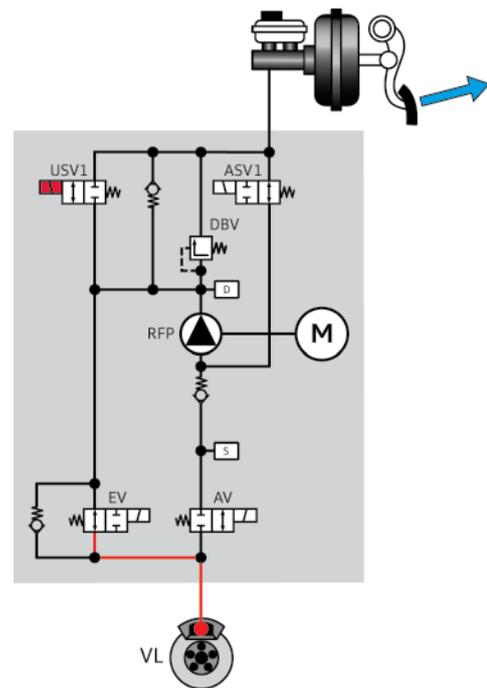
Para la activación del asistente en arrancada tienen que estar cumplidas las condiciones siguientes:

- ▶ La puerta del conductor y el cierre del cinturón del conductor están cerrados
- ▶ El motor de tracción marcha
- ▶ El asistente en arrancada fue activado accionando la tecla para Auto Hold E540
- ▶ ESC y EPB trabajan sin fallos

Funcionamiento

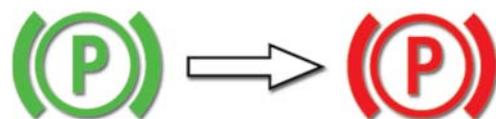
Al estar el vehículo inmóvil se cierran las válvulas de conmutación en la unidad hidráulica ESC. Con ello se mantiene la presión de frenado aplicada anteriormente por el conductor. Si la presión de frenado aplicada por el conductor es demasiado baja para mantener el vehículo inmobilizado de forma fiable, el ESC genera una presión de frenado adicional.

Debido a que las bobinas electromagnéticas de las válvulas se calientan con la excitación se limita la duración de la excitación. Si se alcanza la temperatura máxima de aprox. 200 °C se "transfiere" la función al freno de estacionamiento electromecánico (EPB). El freno de estacionamiento cierra entonces mecánicamente y el vehículo es mantenido en estado frenado durante todo el tiempo de la inmovilidad.



475_083

Al conductor se le visualiza la función activada a través del LED en la tecla y mediante una indicación (P) en el cuadro de instrumentos. Si la función de frenado fue adoptada por el EPB, el color del indicador en el cuadro de instrumentos cambia de verde a rojo. Si el conductor prosigue la marcha, el freno abre nuevamente cuando la entrega de par del motor es suficientemente intensa para evitar que el vehículo ruede en retroceso.



475_085

El asistente en arrancada está disponible como opción para los modelos Audi actuales A4, A5, S5 y Q5.

En los modelos A6, A7 y A8 se aplica el asistente en arrancada como equipamiento de serie.

El asistente en arrancada no se ofrece en Norteamérica.



Remisión

En el Programa autodidáctico SSP 394 hallará más información sobre el asistente en arrancada.

Asistente en descenso

El asistente en descenso respalda al conductor al conducir por bajadas en el terreno.

La fuerza de descenso provocada por el declive hace que un vehículo que circula en descenso experimente una aceleración, incluso si el conductor no acciona el pedal acelerador.

El asistente en descenso frena el vehículo por ruedas selectivas, para establecer una velocidad constante. Por medio del reparto específico de la fuerza de frenado mejora además la direccionalidad del vehículo.

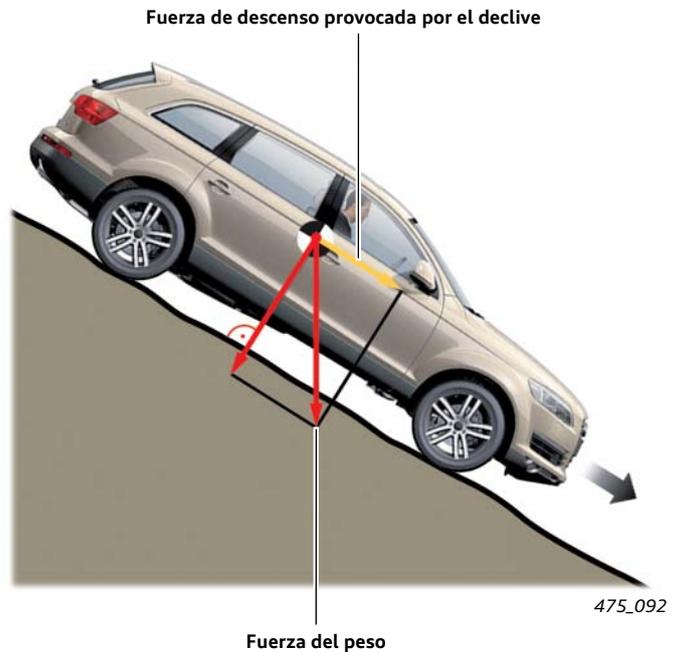
La función se realiza con ayuda de un software adicional en la unidad de control de ABS/ESC. Se ofrece de serie para los modelos Audi Q7 y Q5.

El funcionamiento general es igual en ambos modelos: Cuando el par de inercia del motor de tracción deja de ser suficiente para evitar la aceleración del vehículo es cuando se producen las intervenciones activas de los frenos. Se excita la bomba de retorno y las ruedas en cuestión frenan obedeciendo a la generación de la presión de frenado. Igual que en los sistemas EDS o ESC, también en el caso del asistente en descenso se aplican las funciones parciales de generar presión de frenado, mantener presión de frenado y degradar presión de frenado. La regulación ABS sigue activa.

En los detalles se diferencian las aplicaciones en el Audi Q5 y en el Audi Q7.

En el Audi Q7 se activa la función accionando la tecla para ASR y ESC y conectando el "modo offroad".

En el Audi Q5 el conductor puede activar la función por medio de un conmutador aparte.



Tecla para ASR y ESC en el Audi Q7



Conmutador para la activación del asistente en descenso del Audi Q5

El asistente en descenso se activa automáticamente cuando están cumplidas las condiciones siguientes:

Audi Q5

- ▶ La función ha sido conectada con la tecla.
- ▶ La velocidad de marcha se encuentra dentro del margen de 9-30 km/h (vehículos con cambio manual), así como entre 4-30 km/h (cambio automático).
- ▶ El declive es de aprox. 10 %.
- ▶ Los pedales acelerador y de freno no están accionados.

El asistente en descenso también se activa al no estar engranada ninguna marcha o al estar seleccionada la posición N y asimismo en descenso en marcha atrás.

El conductor puede aumentar o disminuir en cualquier momento la velocidad a base de accionar el pedal acelerador o el pedal de freno. Al ser accionados se desconecta la regulación. Si el conductor vuelve a levantar el pie del pedal se mantiene la velocidad recién establecida.

Audi Q7

- ▶ El "modo offroad" está activado.
- ▶ La velocidad de marcha es inferior a 20 km/h.
- ▶ El declive es de aprox. 10 %.
- ▶ Los pedales acelerador y de freno no están accionados.



475_095

Limpiadiscos de freno

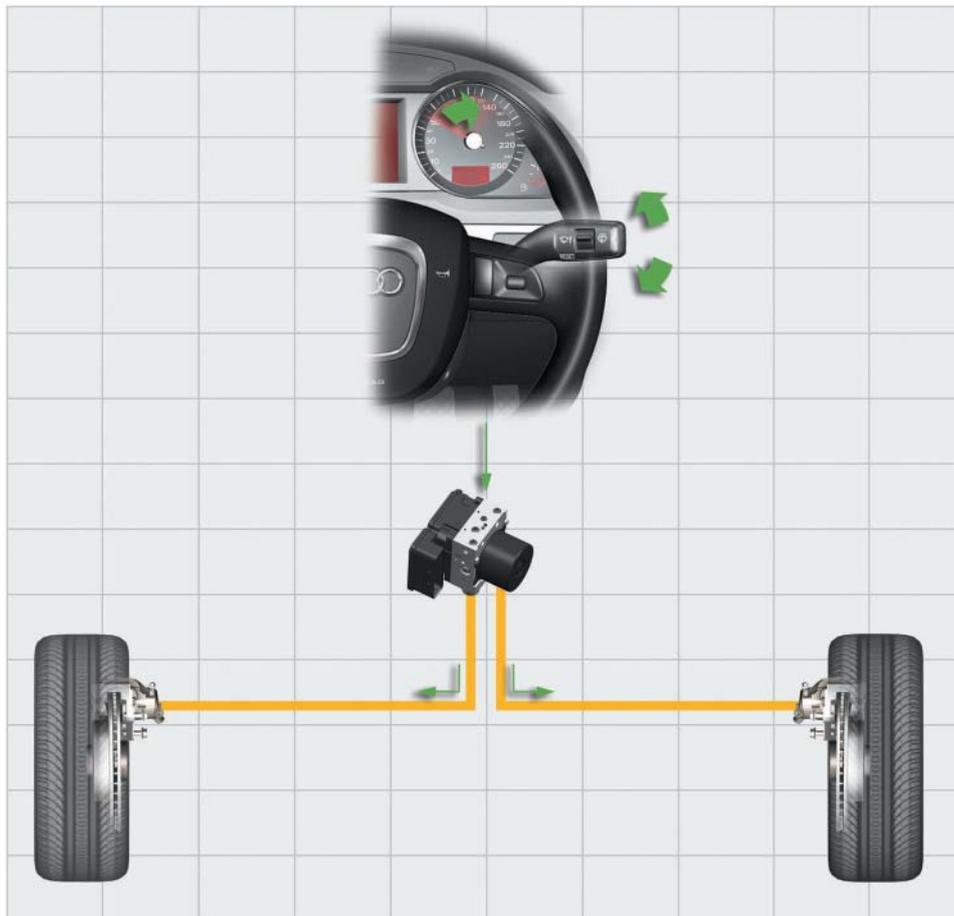
Al circular en mojado es inevitable que se deposite agua y suciedad en los discos y las pastillas de los frenos. Esto influye negativamente en la operación de frenado. En el primer momento de aplicar la pastilla al disco de freno, la película de agua reduce importantemente la fricción entre pastilla y disco. Sólo después de haberse desalojado o evaporado la humedad es cuando se obtiene el efecto de frenado deseado.

Funcionamiento:

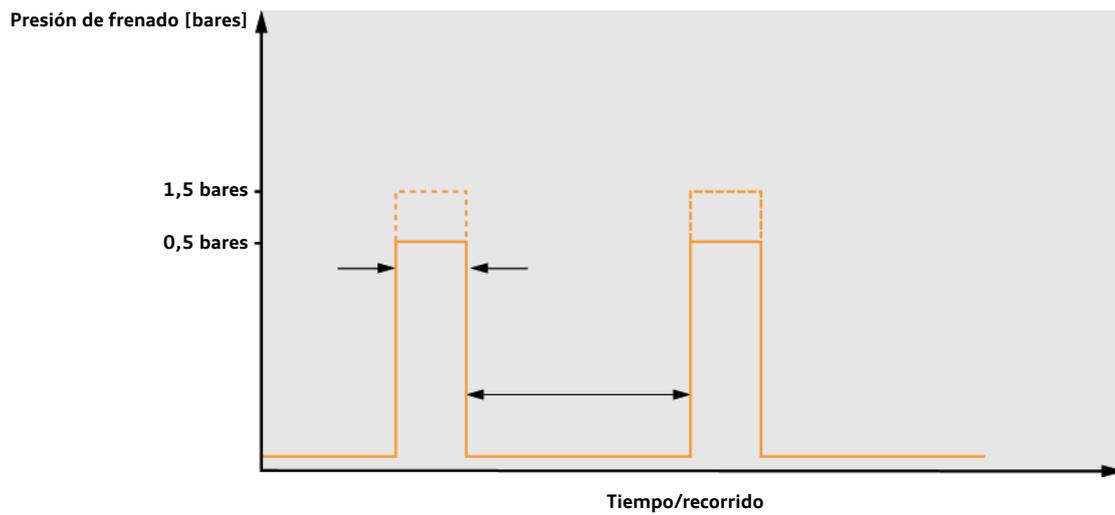
Al detectarse que el pavimento está mojado se ciñen las pastillas a los discos de freno de las ruedas del eje delantero periódicamente con una baja presión de frenado (según el modelo del vehículo, entre 0,5 y 1,5 bares) contra los discos de freno. Con ello se elimina la película de agua/suciedad entre pastilla y disco. Debido a la baja presión de frenado, el conductor no percibe la regulación y tampoco se produce un desgaste digno de mención en pastilla y disco de freno. La duración con la que se ciñe la pastilla al disco es muy corta y, dependiendo del modelo, se cifra en sólo pocos segundos.

Con ello se "derrocha" una valiosa distancia de frenado. Este comportamiento no puede evitarse por completo mediante sistemas técnicos. Pero con la función del limpiadiscos de freno se consigue una mejora sustancial. El limpiadiscos de freno es una ampliación de software en la unidad de control de ABS/ESC y va implementado en todos los modelos Audi actuales. La función no puede ser desactivada por el conductor.

Los intervalos periódicos en los que se ciñen las pastillas a los discos también dependen del modelo específico y pueden ser intervalos fijos o pueden depender del recorrido. La detección del pavimento mojado se obtiene por análisis de los gestos del limpiacristales. Si el conductor ha accionado el limpiacristales o, en la versión equipada con sensor de lluvia, ha funcionado automáticamente (también en el modo intermitente), se activa la regulación cuando se sobrepasa una velocidad mínima definida.



475_096

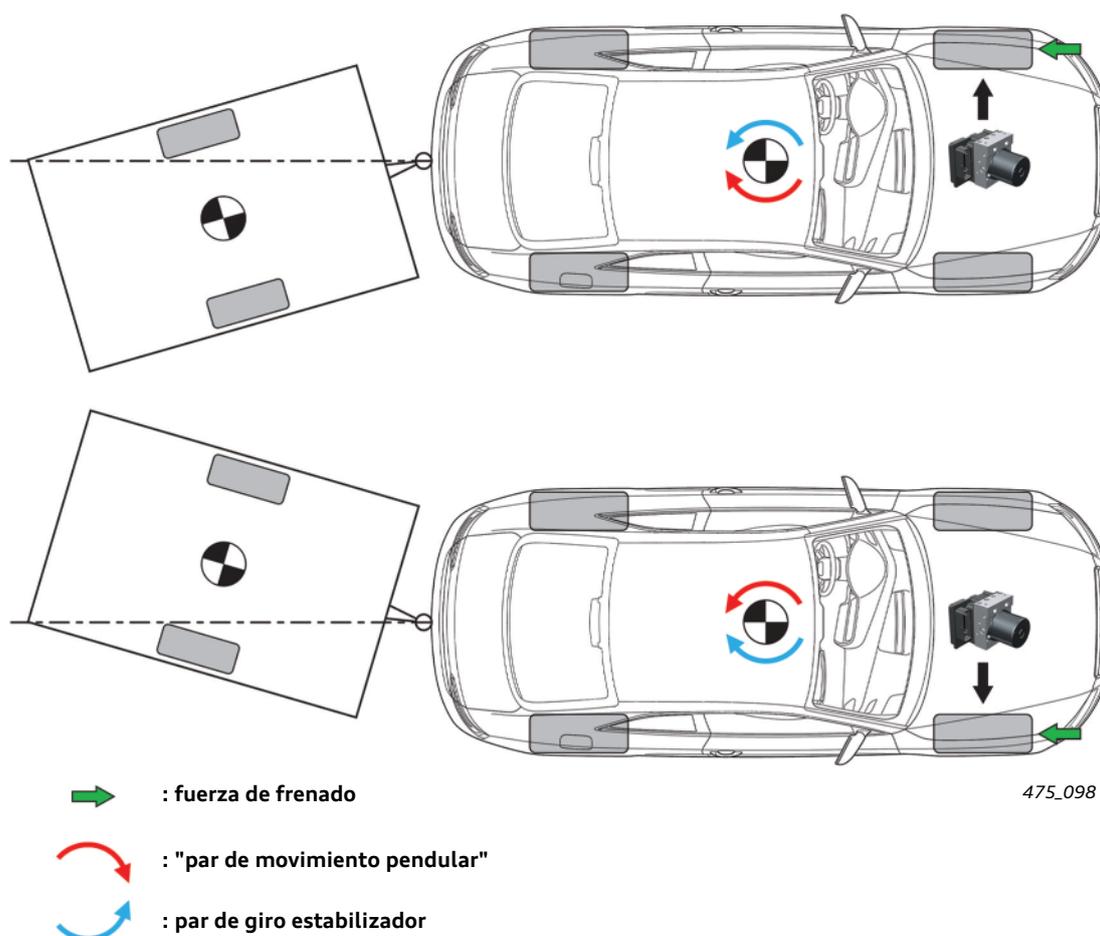


475_097

Estabilización del tren con remolque

Movimientos oscilantes leves de un remolque pueden intensificarse en determinadas condiciones dinámicas, de modo que lleguen a provocar un estado crítico. Esta situación sucede en la mayoría de los casos alrededor de los 75 km/h. Las excitaciones de oscilaciones (p. ej. debidas a las condiciones del pavimento, acanaladuras, viento lateral) intensifican la amplitud de la oscilación. Si entonces no se abandona esa gama de velocidades críticas, la oscilación se torna en "progresiva". Los movimientos oscilantes del remolque también se transmiten al vehículo tractor.

Estos movimientos de guiñada en torno al eje geométrico vertical del vehículo se captan con el sensor de magnitud de viraje G202 o por la unidad de control para electrónica de sensores J849 y se analizan en la unidad de control de ABS/ESC J104. Si es necesario, al comienzo del ciclo de regulación se producen alternadamente breves intervenciones de regulación estabilizadoras del ESC en los ejes delantero y trasero. Si ello no resulta suficiente tiene que abandonarse lo más rápidamente posible el margen de velocidades críticas. La unidad de control de ABS/ESC encomienda para ello a la unidad de control del motor que reduzca la entrega de par, con miras a reducir la velocidad de marcha del vehículo. Al mismo tiempo el ESC frena las cuatro ruedas.



La estabilización del tren con remolque se aplica en vehículos equipados de fábrica con un enganche para remolque. Un remolque acoplado y conectado eléctricamente es detectado automáticamente por la unidad de control de ABS/ESC.

Si se equipa posteriormente un enganche para remolque con piezas originales Audi, puede efectuarse una nueva codificación online de la unidad de control de ABS/ESC si se trata de sistemas ESC de la casa Bosch. Igualmente tiene que modificarse el contenedor de datos objetivos en el banco de datos SVM.

La estabilización del tren con remolque es una ampliación de software en la unidad de control de ABS/ESC. No puede ser desactivada por el conductor.

En sistemas ESC de la casa Continental se activa la estabilización del tren con remolque automáticamente cuando es necesario, si el vehículo lleva una unidad de control del remolque o bien si la identifica la unidad de control de ABS/ESC.



Nota

La función solamente está disponible en vehículos equipados de fábrica con el enganche para remolque o equipados posteriormente con un enganche para remolque de piezas originales Audi.

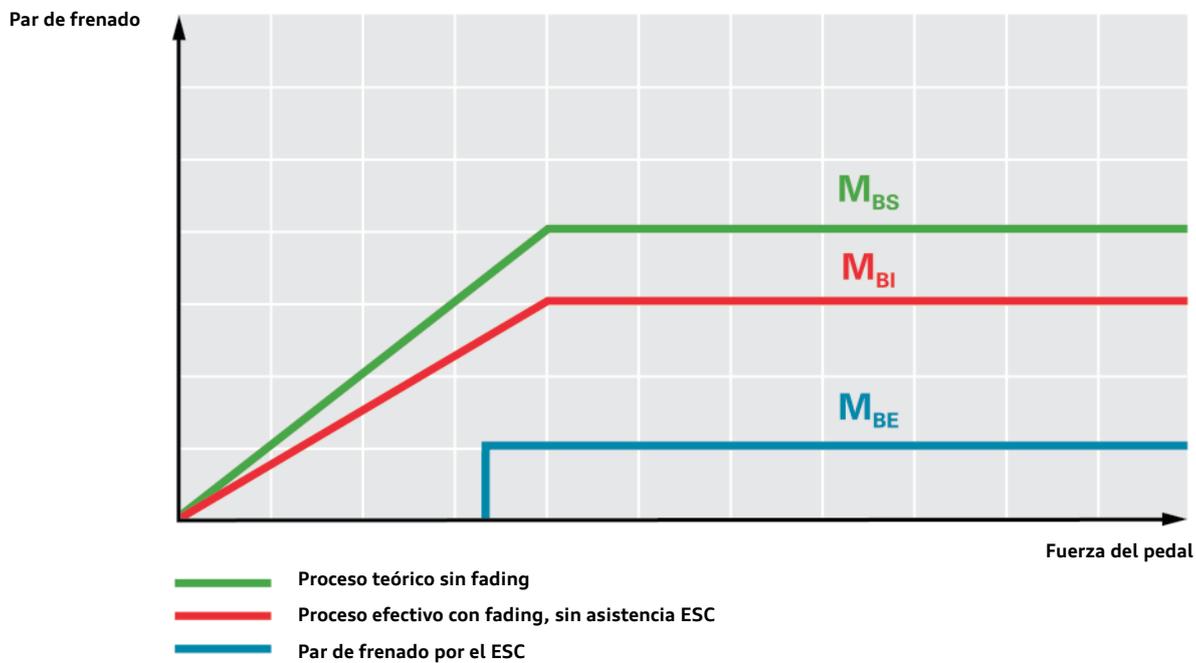
Fading Brake Support (FBS)

Cuando se somete el sistema de frenado a esfuerzos intensos puede ocurrir el fenómeno llamado fading ("desvanecimiento del freno"). La fuerza de frenado cede a pesar de que el conductor mantiene constante la presión sobre el pedal de freno o incluso la aumenta. Este efecto es causado por altas temperaturas del disco y la pastilla de freno. El par de fricción entre disco y pastilla disminuye y la fuerza de frenado transmitida decae. Esta pérdida de fuerza de frenado se compensa a base de generar adicionalmente presión de freno con la bomba ESC.

La lógica de regulación contenida en la unidad de control de ABS/ESC analiza la presión de frenado aplicada por el conductor y la deceleración de las ruedas en fase de frenada.

Si la deceleración de las ruedas no corresponde con los valores teóricos especificados para la alta presión de frenado, la unidad de control detecta el fenómeno de fading. Si con ello se sobrepasan los límites previstos se activa la regulación FBS.

La unidad de control de ABS/ESC realiza una generación activa de la presión de frenado adicional a la que está siendo aplicada por el conductor. La magnitud de la presión de frenado implementada está prevista de modo que el efecto de frenado en el vehículo sea el mismo que en una frenada exenta de fading. El conductor se percata de la regulación por declinarse marcadamente el confort de la frenada, pero no se le indica la actividad de la regulación. En cuanto el conductor vuelve a reducir marcadamente la presión aplicada al freno se vuelve a desconectar la regulación.



475_099

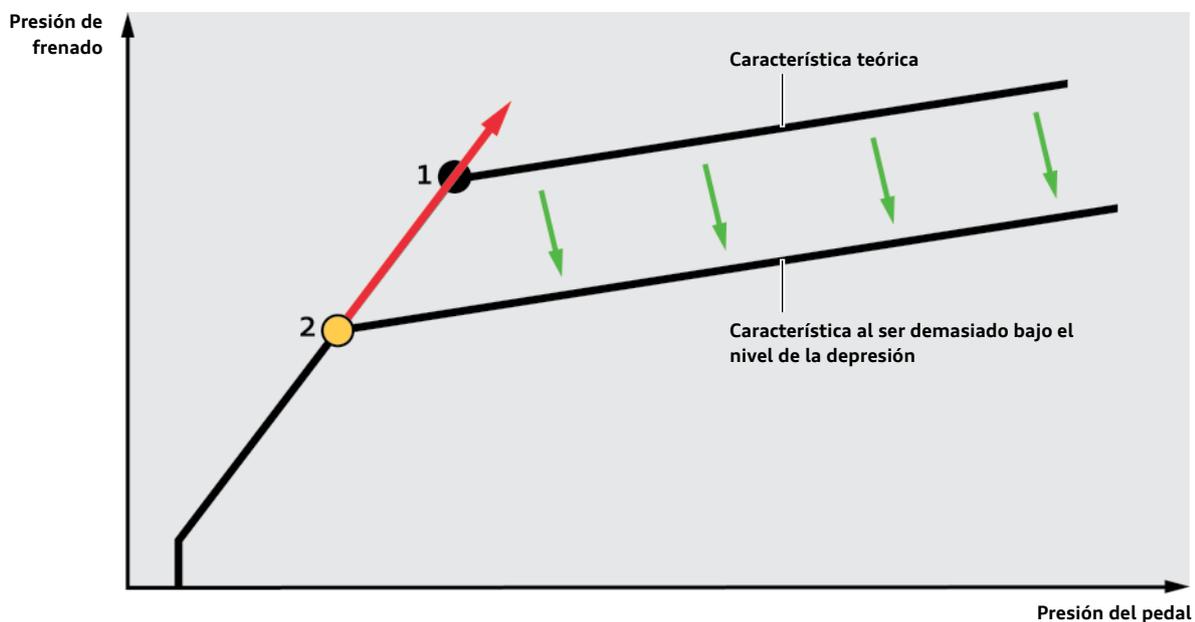
$$M_{BI} + M_{BE} = M_{BS}$$

Servoasistencia de frenado hidráulica optimizada (OHBV)

El modo más eficaz para alimentar depresión al servofreno consiste en utilizar la depresión generada en el colector de admisión del motor de combustión. No obstante, en determinadas condiciones de carga no siempre resulta suficiente la depresión del colector de admisión, dependiendo ello de las variantes de motorización y transmisión empleadas. Este caso puede estar dado por ejemplo en los motores de gasolina asociados a cambios automáticos, sobre todo durante la fase del arranque en frío. Si aquí se abre pronunciadamente la válvula de mariposa bajo carga se colapsa la depresión en el colector de admisión. Como consecuencia de la escasez de depresión se alcanza más temprano el punto de excitación final del servofreno. A partir de ahí no se sigue amplificando la fuerza de frenado. Entonces ya sólo es posible incrementar la presión de frenado si el conductor aumenta la presión ejercida sobre el pedal de freno.

La depresión necesaria puede ser aportada generalmente por un elemento de generación por separado (p. ej. una bomba de depresión eléctrica/mecánica). Como alternativa también puede compensarse la escasez de depresión mediante una generación activa de la presión de frenado.

La unidad de control ESC compara la depresión (teórica) necesaria con el valor efectivo que viene dado en el colector de admisión. Si se registra una diferencia definida, la unidad de control inicia una generación activa de presión para asistir al conductor. La presión en los frenos de las ruedas se ajusta entonces a la misma magnitud que estaría dada si fuera suficiente la alimentación de depresión. El conductor nota poco de este "asistente"; la relación entre presión del pedal y fuerza de frenado implementada es para él siempre la misma. Esto también es el objetivo de la regulación: El conductor no debe sentirse inseguro por un comportamiento no habitual de su vehículo al frenar.



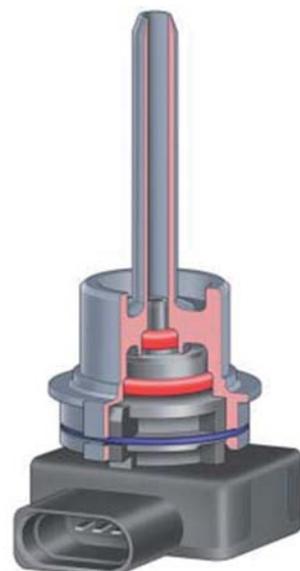
475_130

→ Servoasistencia de frenado mediante OHBV

- 1 Punto de excitación final del servofreno en la característica teórica
- 2 Punto de excitación final del servofreno al ser muy bajo el nivel de la depresión

La función OHBV ha sido aplicada por primera vez en el 2004, en el Audi A3. Aquí se empleó un sensor de presión diferencial para la medición de presión/depresión. El punto de excitación final del servofreno fue determinado por medición de las presiones en ambas cámaras del servofreno. Cuando son iguales las presiones se alcanza el punto de la excitación final. Al darse ese caso con una presión de frenado demasiado baja se activaba la función OHBV iniciando un ciclo de generación de presión de frenado.

Actualmente se realiza una medición directa de la depresión del colector de admisión con ayuda de un sensor instalado en la tubería que va del colector de admisión al servofreno.



475_131

Indicador de presión en neumáticos (RKA)



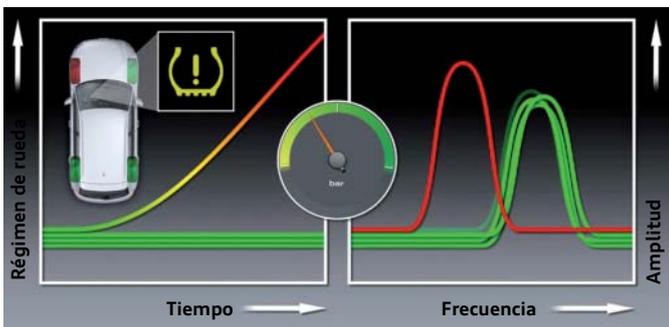
En caso todos los nuevos modelos AUDI, el ESP es también la unidad que aloja al sistema de indicación de presión en neumáticos, de medición indirecta, de segunda generación; en VW/AUDI recibe el nombre de indicador de presión en neumáticos+ (RKA+). En el caso del RKA+ se trata netamente de un módulo de software, que utiliza el ESP como unidad de control huésped. Básicamente sería imaginable alojar este software en cualquier otra unidad de control a discreción en el vehículo, que aporte la capacidad suficiente de ROM, RAM y tiempo de ciclo del procesador. El alojamiento en el ESP supone la ventaja decisiva de que aquí ya están disponibles en la calidad necesaria las señales de régimen de las ruedas que se necesitan para RKA+. No hace falta prever salidas de sensores de régimen por separado con cables de señalización adicionales en el vehículo.

El RKA+ utiliza las señales de los sensores de régimen para analizar las circunferencias de rodadura de las ruedas y valorar las oscilaciones características de los neumáticos (análisis espectral) para derivar de ahí indirectamente una posible pérdida de presión de aire.

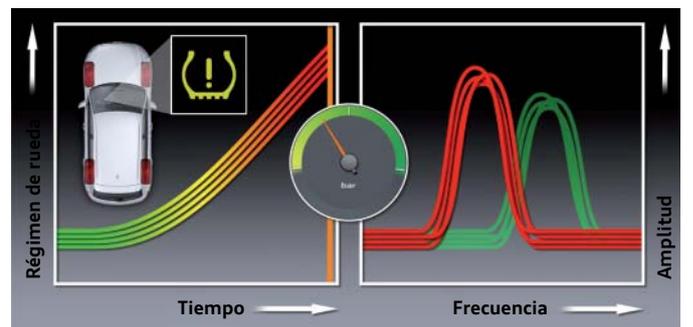
Las señales adicionales leídas, p. ej. la guiñada o el par del motor, permiten identificar las condiciones dinámicas y probar la veracidad de la información obtenida sobre los regímenes de las ruedas. El análisis espectral complementa la información derivada del análisis de las circunferencias de rodadura y, aparte de permitir indicar la posición del neumático afectado por la pérdida de aire, también permite detectar la pérdida gradual de la presión de los neumáticos por difusión. El espectro analizado de las oscilaciones del neumático en dirección circunferencial (ver gráfico 1) muestra un ascenso de la amplitud de las oscilaciones del neumático al perder aire, mientras que desciende al mismo tiempo la frecuencia propia.

En el gráfico 1 se representa esquemáticamente un desarrollo de la señal correspondiente a la pérdida de presión delantera izquierda. Para identificar este "caso de avería" se valora la variación que experimenta la circunferencia de rodadura.

Para detectar una pérdida gradual de presión en varios neumáticos se recurre principalmente a la información derivada del análisis de las oscilaciones (ver gráfico 2).



Detección de la pérdida de presión en una rueda (avería) 475_101



Detección de la pérdida de presión en todas las ruedas (difusión) 475_102

Los sistemas indicadores de presión en neumáticos, de medición directa y también los de medición indirecta exigen que el cliente maneje el sistema al haber diferentes presiones en los neumáticos (eje delantero/trasero, plena carga / carga parcial), cuando:

- ▶ se cambian llantas/neumáticos (verano/invierno) o se intercambian en el vehículo (delante/detrás, izquierda/derecha).

- ▶ se modifican presiones en uno o varios neumáticos, p. ej. por una modificación significativa del estado de la carga útil, conducción con remolque o después de eliminar el pinchazo de un neumático.

El cliente tiene que haber establecido en los 4 neumáticos las presiones especificadas (según lo indicado en el adhesivo de las presiones de inflado o bien en el manual de instrucciones del vehículo) y debe pasar a la memoria este estado teórico de las presiones de los neumáticos.

A consecuencia de ello, el sistema autoadapta el comportamiento del neumático con estas presiones (o bien desde el punto de vista de RKA+ las circunferencias de rodadura y sus oscilaciones características) y lo compara con el respectivo comportamiento efectivo del neumático.

Si el sistema detecta diferencias importantes con respecto al estado de referencia autoadaptado se produce una advertencia de la presión de los neumáticos.

Si se detecta una pérdida significativa de presión en un solo neumático (avería), la advertencia hace referencia a la posición. Si están afectados varios neumáticos se genera una advertencia general sobre pérdidas de presión.



Advertencia de pérdida de presión con indicación de la posición 475_091



Remisión

Hallará información detallada sobre RKA y RKA+ en la emisión de Service TV del 02-12-2010 en Audi Training Online.

Detección de portaequipajes

Por primera vez en un SUV se detecta el montaje de una baca portaequipajes en el Audi Q5 y se considera en la lógica de regulación de ESC. Una baca portaequipajes ejerce una influencia sustancial sobre la altura del centro de gravedad de un vehículo. En el Audi Q5 se adapta el comportamiento de regulación del ESC a la altura modificada del centro de gravedad.

La barra de serie en el techo lleva integrado un sensor Hall, que se encuentra comunicado con la unidad de control de ABS/ESC a través de un cable discreto.

En el portacargas básico, también de serie, se encuentra un imán permanente que excita la señal correspondiente del sensor al estar montado el portacargas básico.



Unidad de control de ABS/ESC

Portacargas básico con imán permanente

Barra del techo con sensor Hall

475_103

Sistemas externos

Freno de estacionamiento electromecánico - función de frenada de emergencia (EPB)

El EPB no necesita componentes del sistema ESC para la función mecánica básica de abrir y cerrar el freno de estacionamiento. Una función especial del EPB es la de la frenada de emergencia. Tal y como sucede con un freno de estacionamiento mecánico convencional, también el EPB puede ser accionado por el conductor en situaciones de emergencia durante la marcha (p. ej. si deja de funcionar el mando convencional del freno). Sobre todo a velocidades superiores, una frenada de esa índole encierra el riesgo de que las fuerzas de frenado en el eje trasero crezcan al grado de ya no poder transmitir fuerzas de guiado lateral (ver a este respecto también el capítulo "Fundamentos del comportamiento dinámico" a partir de la página 5).

El vehículo deja de estar direccionable en ese caso y existe un gran peligro de accidente. Para evitar esto, el ESC respalda la función de la frenada de emergencia. Es allí donde viene dada la gran ventaja en comparación con los frenos de estacionamiento convencionales.



475_104

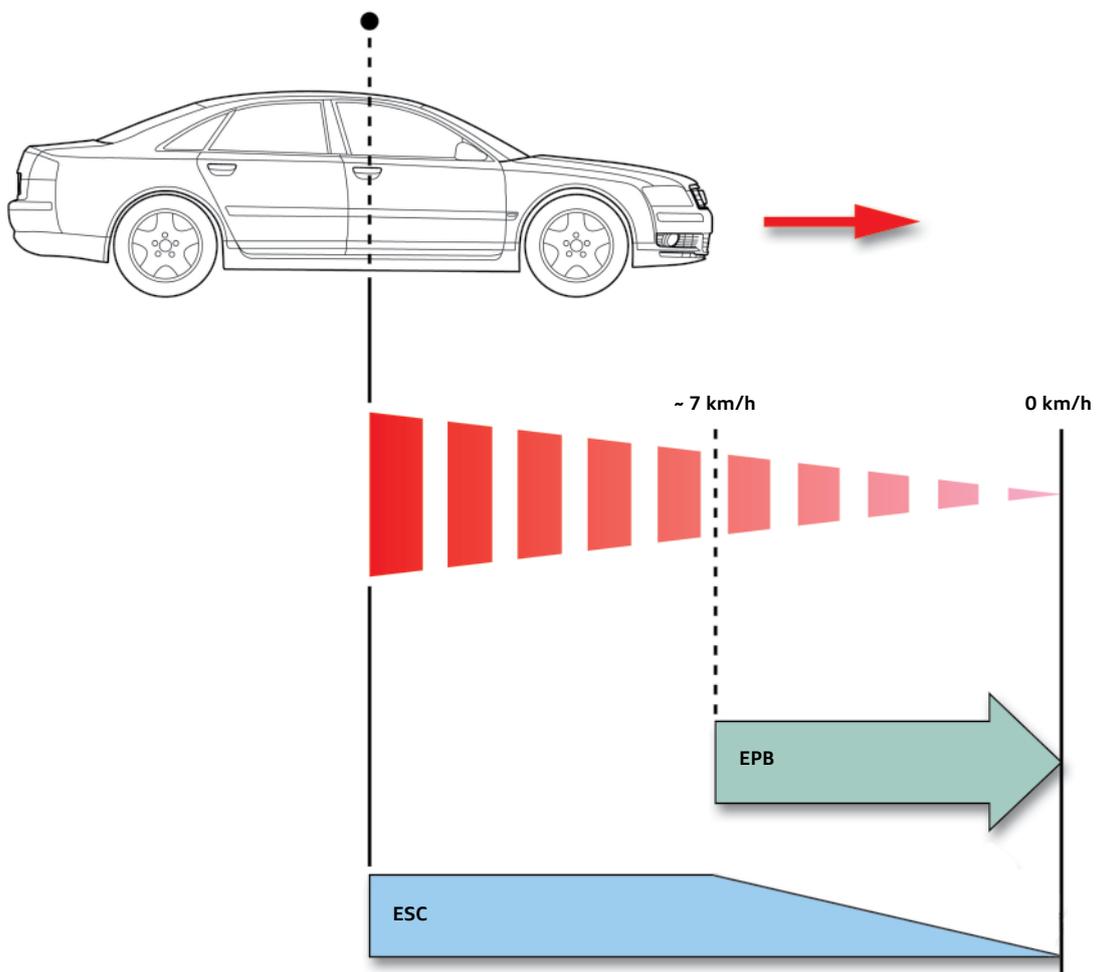
Manocontacto para freno de estacionamiento F234

Funcionamiento:

Si al circular a velocidades superiores a los 8 km/h el conductor acciona el manocontacto del freno de estacionamiento F234 (tirando del conmutador), el ESC se encarga de frenar el vehículo. Se produce una generación activa de presión en las cuatro ruedas. La presión aumenta hasta alcanzar la deceleración aplicada (aprox. 6 m/s^2) o bien hasta que se produzca la regulación del ABS al circular en mojado/nieve.

El EPB empieza a cerrar en cuanto la velocidad de marcha ha sido reducida a un valor por debajo de aprox. 7 km/h. La presión de frenado del ESC se degrada cuando el EPB se encuentra cerrado por completo.

Al ser accionado el manocontacto suena una señal acústica de advertencia. En cuanto se suelta el conmutador o se acelera se interrumpe la función de la frenada de emergencia.



475_105

Programador de velocidad de cruceo (GRA+)

El programador de velocidad de cruceo respalda al conductor ajustando una velocidad deseada que ha elegido el conductor, a partir de los 30 km/h. Los sistemas convencionales implementan esto exclusivamente a base de influir en la entrega de potencia del motor de tracción. Estas regulaciones alcanzan sus límites cuando se recorren tramos con un declive pronunciado. A pesar de que se reduce la entrega de potencia de la tracción, la fuerza de descenso provocada por el declive acelera entonces el vehículo.

El GRA+ también domina estas condiciones dinámicas. Adicionalmente a la influencia de la gestión del motor se "encomienda" al ESC que realice intervenciones de los frenos cuando ello resulta necesario. El ESC ejecuta las frenadas por medio de las funciones de "generar presión de frenado" y "mantener presión de frenado". La lógica de regulación para la función GRA es parte integrante de la unidad de control del motor.



475_106



475_106a

Adaptive Cruise Control (ACC)

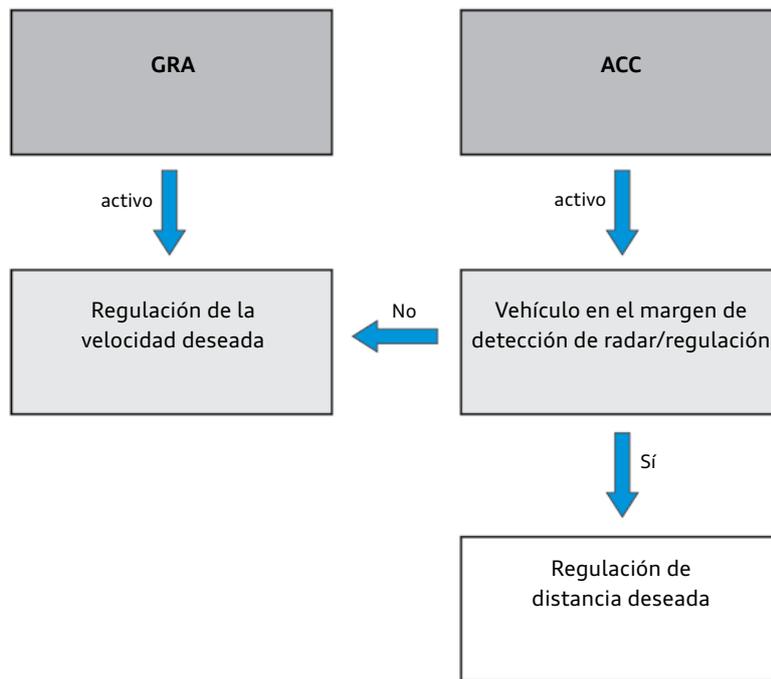
El sistema ACC es una versión más desarrollada del programador de velocidad (GRA). Mientras que el GRA pone en vigor una velocidad deseada y programada por el conductor, el ACC es capaz de establecer adicionalmente la distancia programable por escalonamientos hacia un vehículo que va por delante.

Esto resulta posible recurriendo a los sensores de radar, que captan la zona que se encuentra por delante del vehículo. La unidad de control para regulación de distancia calcula la distancia de un vehículo que precede y la velocidad relativa del propio vehículo con respecto al que va por delante.



Remisión

Para información detallada sobre el funcionamiento general del ACC consulte por favor los Programas autodidácticos 289 y 458.



475_107

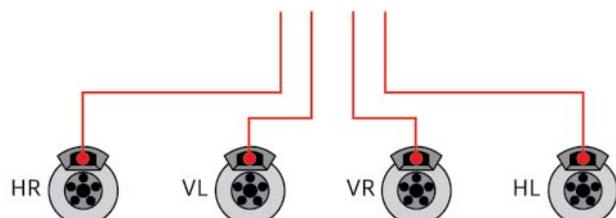
Implicación del ESC en la regulación ACC:

Regulación de distancia en el caso no crítico

La distancia deseada y programada por el conductor hacia un vehículo que precede se establece primordialmente a base de reducir la entrega de potencia del motor. Si la deceleración obtenida no es la suficiente, la unidad de control para regulación de distancia "encomienda" a la unidad de control de ABS/ESC el frenado automático del vehículo. La unidad de control de ABS/ESC inicia a consecuencia de ello una generación activa de presión en los cuatro frenos de rueda. La deceleración máxima de frenado está limitada aquí aproximadamente al 40 % de la deceleración máxima. Esta limitación se implanta para no confundir al conductor y para tener establecido un buen confort de marcha. La presión de frenado necesaria se aporta a través de las funciones de "generar presión de frenado" y "mantener presión de frenado".



Sensor de ACC (derecho) G259 y unidad de control del ACC J428



475_108

Regulación de distancia en el caso crítico

En determinadas situaciones de la marcha deja de ser realizable la distancia elegida hacia un vehículo que precede, a pesar de la frenada efectuada por el ESC. Es caso viene dado en la práctica cuando un vehículo que precede frena de forma repentina e intensa o cuando un vehículo procedente de otro carril se mete entre el vehículo con ACC y el que llevaba por delante.

En estas situaciones es necesario que el conductor incremente la presión de frenado, a base de "frenar colateralmente" e incremente la frenada a un valor > 40 % de la deceleración máxima.

Si la unidad de control para regulación de distancia detecta que con la frenada automática ya no es posible establecer la distancia deseada se indica esto al conductor en forma óptica y acústica.



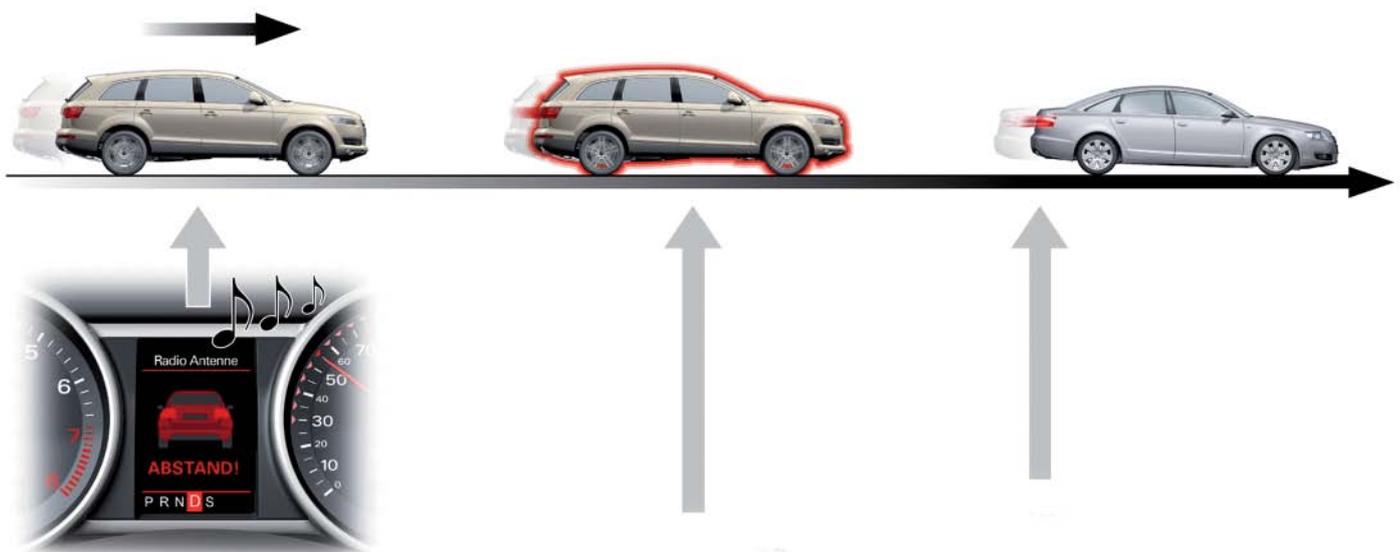
475_109

Audi braking guard

Audi braking guard es una ampliación de la función ACC. El sistema advierte al conductor de una colisión inminente con un vehículo que precede.

Si el conductor no reacciona ante la preadvertencia, la unidad de control para regulación de distancia ejecuta una breve generación de presión de frenado a través de la unidad de control de ABS/ESC unos 0,9 s a 1,5 s antes de la última posibilidad de frenar para evitar la colisión. Este tirón de advertencia claramente perceptible para el conductor no es para decelerar el vehículo, sino que es una advertencia más para indicar al conductor que es necesaria una reacción inmediata de su parte para evitar la colisión inminente.

Aproximadamente desde el momento de la preadvertencia ya se precarga el sistema de frenos por parte del ESC con aprox. 2 bares mediante una generación activa de presión de frenado. El objetivo de esta medida consiste en reducir los tiempos muertos en el sistema de frenos y en limpiar/secar los discos a base de ceñir las pastillas a éstos. Al mismo tiempo se modifican los criterios de excitación para el servofreno de emergencia (HBA). La excitación del HBA ya sucede ahora desde menores celeridades de acción del pedal.



- Preadvertencia óptica y acústica
- Precarga del sistema de frenos
- Reacción más sensible del HBA

Advertencia urgente mediante tirón de los frenos

Deceleración intensa del vehículo que precede

475_110

El sistema Audi braking guard con el funcionamiento aquí descrito halla aplicación en los modelos Audi actuales A8, A7, A6, Q5, Q7, A4 y A5/S5 con ACC.

Audi braking guard como función de Audi pre sense

Audi pre sense fue aplicado por primera vez en los modelos Audi A7 2011 y A8 2010 y está descrito en el Programa autodidáctico 456. Audi pre sense sirve para advertir al conductor en situaciones de peligro y respaldarle dentro de las posibilidades técnicas disponibles.

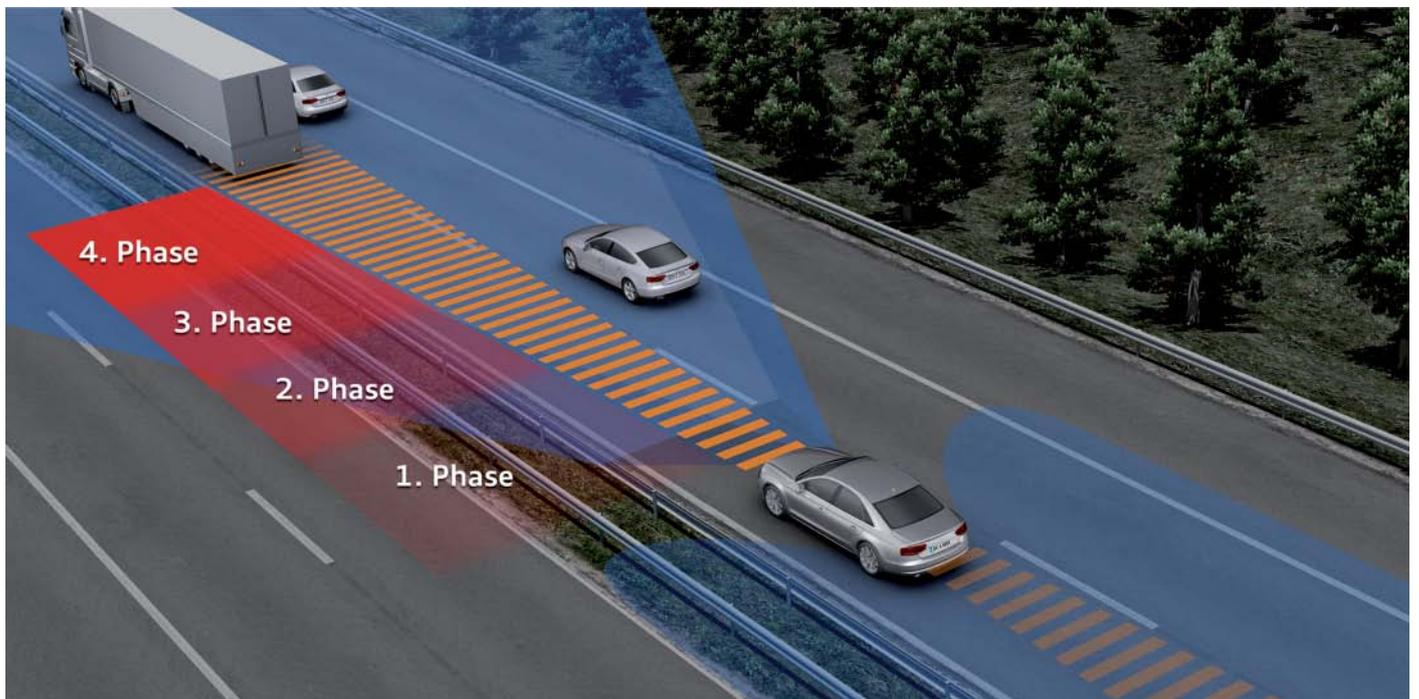
Una subfunción de Audi pre sense en vehículos con ACC es la de Audi braking guard con funciones ampliadas. A través de Audi braking guard se ejecuta aquí por primera vez una frenada automática del vehículo (sin influencia del conductor) al haber peligro de colisión.

Funcionamiento

A continuación se describen exclusivamente las actividades que ejecuta el sistema ESC en combinación con Audi braking guard.



475_111



475_112

Fases 1 + 2

En la fase 1 se llevan a cabo las funciones ya descritas de la preadvertencia óptica y acústica, la precarga del sistema de frenos y la conmutación del HBA.

La preadvertencia urgente sucede en la fase 2.

Fase 3

Acto seguido, en la fase 3 del ESC incrementa la presión de frenado hasta aproximadamente el 50 % de la deceleración máxima, durante un intervalo de aprox. 1 s. Al tráfico que sucede al vehículo se le señala la situación de peligro por medio de las luces intermitentes de emergencia automáticas.

Fase 4

Aprox. 500 ms antes del impacto aumenta una vez más la presión de frenado al valor de la deceleración máxima del vehículo. El conductor ahora ya no puede impedir la colisión, pero por estar aplicada la potencia de frenado plena se obtiene otra reducción de la velocidad de aprox. 12 km/h como máximo. A pesar de que el conductor no desempeña ninguna actividad para evitar el accidente, el sistema Audi braking guard reduce la velocidad del impacto, en suma, por un máximo de aprox. 40 km/h. Ello atenúa de un modo sustancial las consecuencias del accidente.

La frenada automática sucede por medio de la función de "generar presión de frenado", que también se aplica para la función ESC y EDS.

La fase 4 sólo se pone en vigor si el vehículo está equipado adicionalmente con Audi side assist. Con este equipamiento (ACC y Audi side assist) se ofrece la función pre sense bajo el nombre de Audi pre sense plus. Con Audi side assist se incluye el tráfico que viene detrás, para la determinación del potencial de peligrosidad. La fase 4 solamente se pone en vigor si en consideración del tráfico que viene detrás no se produce ningún peligro adicional por una retención máxima.

A diferencia de la función básica del ACC, Audi braking guard también reacciona ante objetos inmóviles. En esos casos la advertencia para el conductor es óptica y acústica y, si es necesario, se produce el tirón de advertencia. Sin embargo, no se genera ninguna frenada activa.

A partir del año de modelos 2012 se ha aplicado una función más, en forma de una subfunción del Audi braking guard (primera implantación en el Audi A4; luego en los A6, A7, A8). Esta función ejecuta una frenada de emergencia al haber peligro de colisión con un vehículo que precede, a bajas velocidades, inferiores a los 30 km/h. El ESC ejecuta "por orden" del ACC una generación activa rápida de la presión de frenado para lograr una deceleración de aprox. 8 m/s². También esta función se desactiva cuando el conductor desconecta el Audi braking guard.

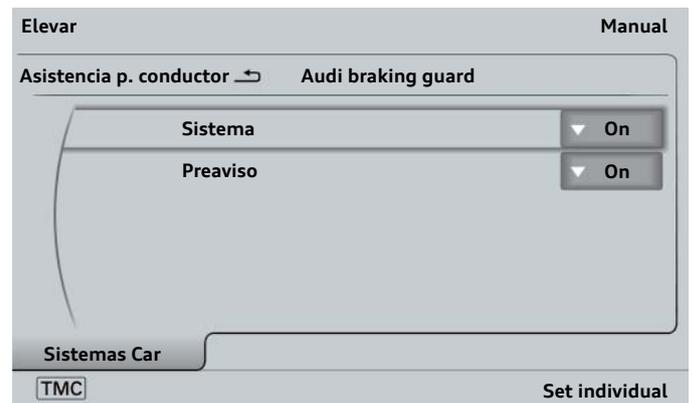


Remisión

Hallará información detallada sobre Audi pre sense en el Programa autodidáctico SSP 456.

Manejo

Si así se desea, se pueden desconectar en el MMI las funciones de la advertencia óptica/acústica de distancia/aproximación extrema (preadvertencia) y la función general del sistema Audi braking guard.



475_113

Stop and go

En los modelos actuales Audi A6, A7 y A8 va implementada la función "stop and go" en los vehículos que llevan ACC. Si se detiene el vehículo que precede y ha sido detectado por el ACC, también el vehículo con ACC frenará sin intervención del conductor, si es necesario, hasta la propia inmovilidad. Si luego el vehículo reanuda la marcha después de una parada breve, el vehículo con ACC acelerará de nuevo automáticamente. Las frenadas necesarias para esta función se realizan a su vez por medio de la función de "generar presión de frenado" del ESC.



475_114



Remisión

Hallará información detallada sobre "stop and go" en el Programa autodidáctico SSP 458 y en los manuales de instrucciones de los correspondientes modelos de vehículos.

Sistemas encomendados por ESC

Dirección dinámica

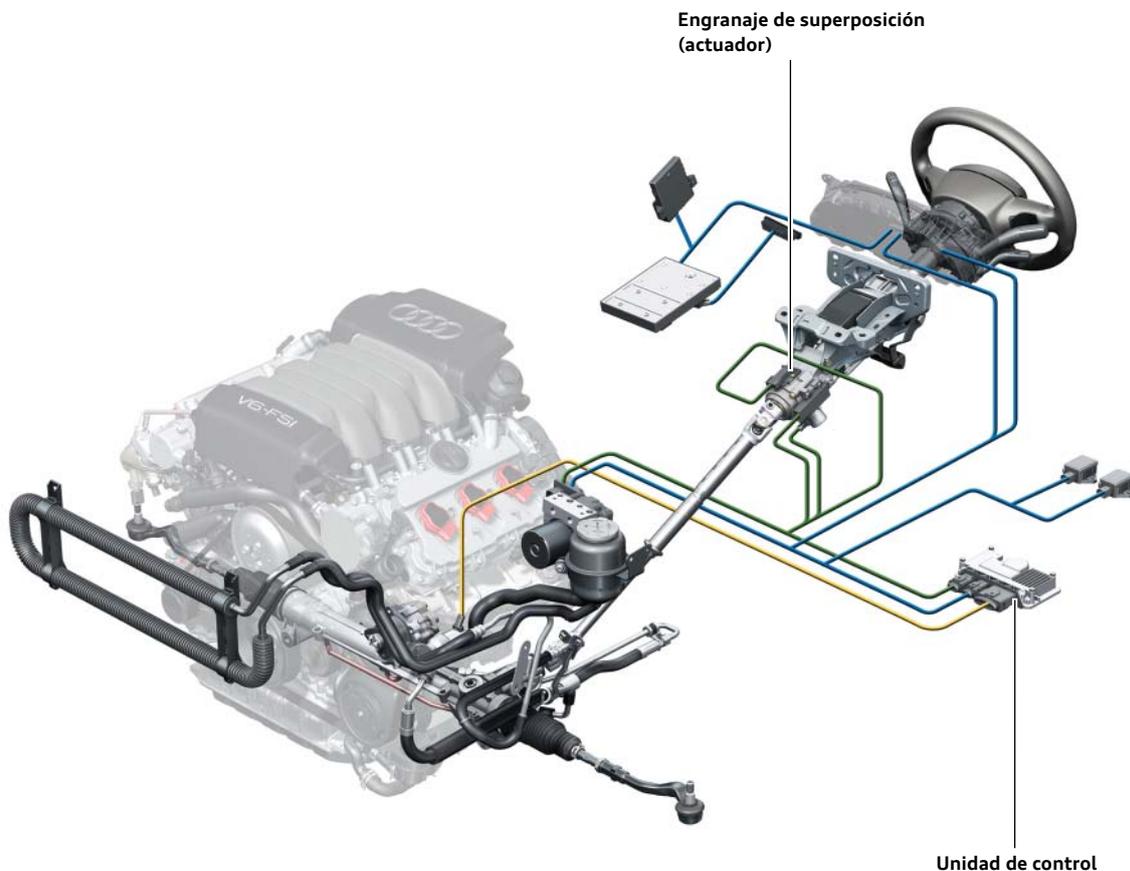
En el Audi A4 2008 se instaló por primera vez en vehículos Audi la dirección dinámica. Este sistema de dirección está en condiciones de modificar el ángulo de dirección de las ruedas delanteras sin intervención del conductor. Ello permite realizar una relación variable de la dirección.

En acción conjunta con el ESC y sus sensores, el sistema también se activa cuando hay situaciones dinámicas inminentemente críticas.

En determinadas condiciones de la marcha puede efectuarse una estabilización del comportamiento dinámico mediante una corrección del ángulo de dirección. Variando de forma específica el ángulo de orientación de las ruedas delanteras, la dirección dinámica respalda al ESC dentro del margen límite del comportamiento dinámico.

De aquí resultan dos ventajas esenciales:

- ▶ La estabilidad general del vehículo mejora mediante intervenciones simultáneas de los frenos y la dirección y aumenta de forma importante la seguridad activa.
- ▶ En situaciones menos críticas puede renunciarse parcial o incluso totalmente a las intervenciones de los frenos por parte del ESC, lo cual hace más homogénea y confortable la estabilización del vehículo. Por la reducción de las intervenciones de los frenos, el vehículo se deja conducir, justo en pavimentos con un bajo coeficiente de fricción (p. ej. nieve) con la misma estabilidad y una agilidad palpablemente superior que la de un vehículo que solamente se estabiliza a través de las intervenciones de los frenos.



El ESC utiliza la función de la dirección dinámica cuando el vehículo sobrevira y subvira, así como cuando se frena sobre pavimentos con coeficientes de fricción desiguales (μ -split).



Remisión

Hallará información detallada sobre la estructura y el funcionamiento de la dirección dinámica en el Programa autodidáctico SSP 402.

Como ejemplo de la acción conjunta de ESC y la dirección dinámica se representa aquí la intervención de regulación en un vehículo en fase de sobreviraje.

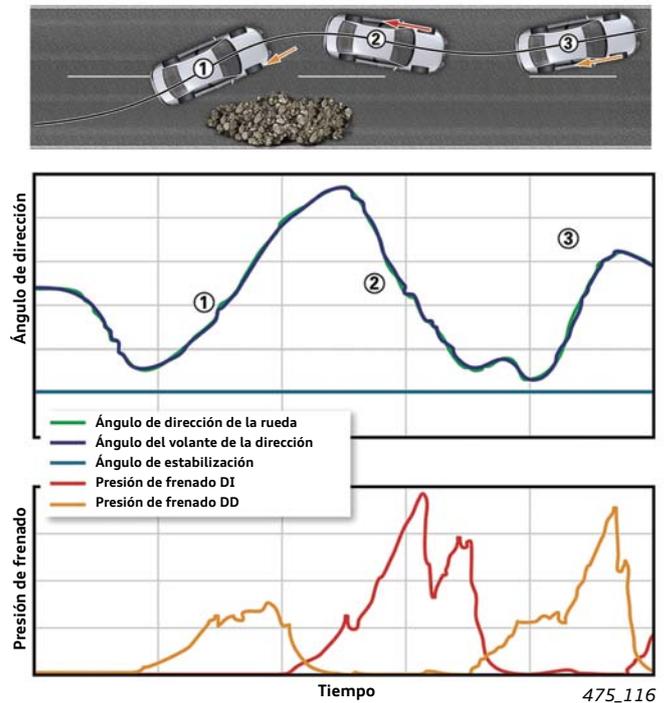
Las intervenciones de regulación al subvirar y al frenar sobre pavimentos con diferentes coeficientes de fricción (μ -split) se representan en el Programa autodidáctico SSP 402.

Vehículo en fase de sobreviraje

En la fase de sobreviraje, el ESC se encarga de estabilizar el vehículo haciendo intervenir la dirección dinámica. Se implementa un contravolante dosificado, para evitar que "escape" la trasera del vehículo.

Un rápido cambio de carril representa una situación típica en la que un vehículo sobrevira con facilidad.

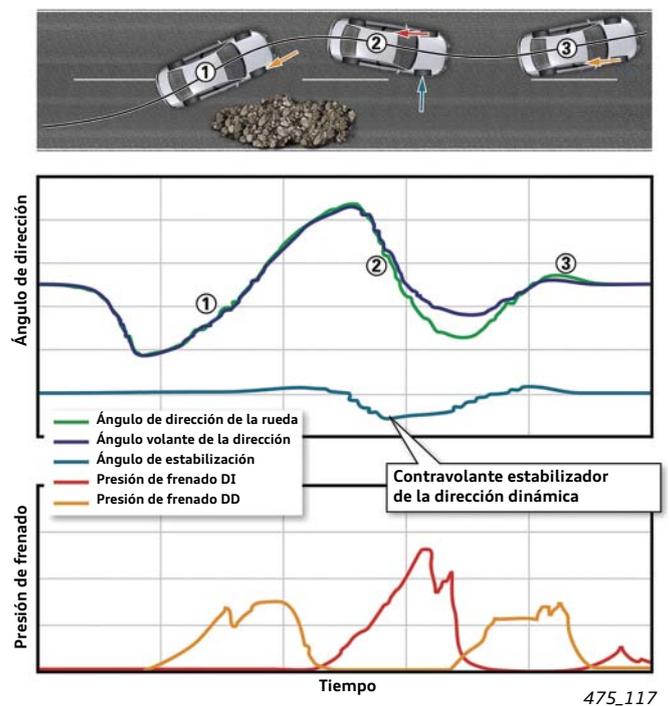
Al volantear en retorno sobre el nuevo carril puede escapar la trasera, sobre todo cuando se circula a altas velocidades. El conductor suele aplicar medidas de contravolante estabilizadoras ya sea demasiado tarde o no las aplica. La consecuencia se manifiesta en forma de intervenciones intensas de los frenos por parte del ESC. En el gráfico se reconocen éstas por los desarrollos de las presiones de frenado.



Con la dirección dinámica se realiza el contravolante estabilizador de forma automática y sin que lo note el conductor.

Con ello se reduce de una forma importante la envergadura de los gestos de la dirección que tiene que efectuar el conductor. Sólo tiene que ajustar los ángulos de dirección que son necesarios en unas condiciones dinámicas comparablemente estables.

Las intervenciones de los frenos por parte del ESC se reducen asimismo de un modo importante. En comparación con los desarrollos de las presiones de frenado en el gráfico superior se reconocen las presiones máximas sustancialmente inferiores. En un cambio de carril se obtiene así no solo la mejor estabilidad de marcha, sino también una mayor velocidad de paso.



Driver steering recommendation (DSR)

Esta función se utiliza para asistir al conductor en frenadas sobre pavimentos con coeficientes de fricción desiguales entre las ruedas de los lados izquierdo y derecho del vehículo y el pavimento. La función DSR presupone que el vehículo esté equipado con una dirección electromecánica.

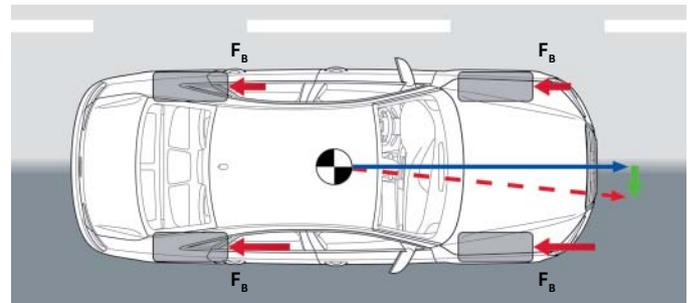
En el ejemplo que nos ocupa, las ruedas izquierdas van sobre pavimento congelado, mientras que las derechas se encuentran sobre pavimento seco. En las ruedas de la derecha pueden transmitirse, por lo tanto, unas fuerzas de frenado (FB) más intensas. Al frenar se genera por ello un par de giro en torno al eje geométrico vertical hacia el lado que tiene los coeficientes de fricción más altos. En el ejemplo aquí representado, el vehículo "tira" (gira) a la derecha al frenar. La flecha roja de trazo cortado indica la desviación con respecto a la trayectoria deseada. Para mantener el vehículo en la trayectoria, el conductor tiene que compensar este par de guiñada mediante una reacción de contravolante (en el ejemplo, girando el volante a la izquierda).

Aquí le apoya la función DSR.

Incluye a la dirección electromecánica en la regulación del par de guiñada. Tomando como base la velocidad del vehículo (obtenida por análisis de las señales de los sensores de régimen) y la celeridad de la guiñada (determinada por el sensor de la guiñada), la unidad de control de ABS J104 calcula el impulso necesario para la dirección. La unidad de control J104 transmite una "solicitud de direccionamiento" a la unidad de control J500 de la dirección. Excitando el motor eléctrico, la cremallera es movida brevemente con una fuerza máxima de volante, de aprox. 2-3 Nm en el sentido previsto.

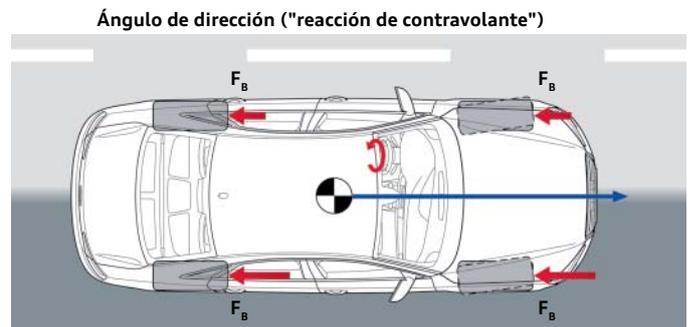
Con este impulso de dirección se señala al conductor el sentido en el que tiene que girarse el volante. A pesar de que el conductor no percibe conscientemente este impulso de dirección, en la mayoría de los casos, intuitivamente mueve el volante en el sentido estabilizador "correcto".

DSR se aplica de serie en los modelos Audi actuales A3, Q3, A6 y A7. La función se realiza con ayuda de una ampliación de software en la unidad de control de ABS/ESC. La función siempre se encuentra activa cuando es necesario y no es desactivable por parte del conductor.



475_118

➔ Diferencia del sentido de marcha deseado



475_119

↻ Ángulo de dirección

Estrategia de regulación

Bajo el "concepto genérico" del ESC trabajan, aparte del sistema ESC propiamente dicho, los diferentes "subsistemas", tales como EBV, ABS, EDS, ASR. Para evitar colisiones entre los diferentes sistemas están concertadas entre sí las operaciones de regulación. El objetivo principal consiste siempre en conservar la seguridad de la conducción.

El "sistema básico" esencial es la distribución electrónica de la fuerza de frenado EBV. Esta función es tan importante, porque una frenada excesiva de las ruedas traseras provoca siempre la pérdida del guiado lateral y con ello de la estabilidad de marcha. Si hay fallos en el sistema es por ello el sistema EBV el último que se desconecta.

No es posible definir prioridades inequívocas y siempre válidas para los sistemas. Las necesidades de regulación resultan de las condiciones dinámicas concretas. Así puede suceder que las regulaciones momentáneamente activas de determinados sistemas se desconecten en favor de otros sistemas o que trabajen paralelamente las regulaciones de diversos sistemas (al mismo tiempo). Sin embargo, en la mayoría de las condiciones dinámicas corresponde la máxima prioridad al sistema ESC.

Manejo e información para el conductor

Como en el caso del ESC y sus subsistemas se trata de sistemas de seguridad para la conducción, es necesario que el conductor no tenga influencia sobre los ajustes de relevancia para la seguridad. A continuación se relacionan las funciones de manejo por parte del conductor a este respecto y la información que proporcionan los sistemas al conductor.

El único elemento de mando para el ESC es la tecla para ASR y ESC. Accionando la tecla es como el conductor puede ejercer influencia sobre el funcionamiento de los sistemas ASR y ESC. Las modificaciones que de ahí resultan en la forma de funcionamiento dependen del modelo del vehículo concreto. En la tabla se representa la lógica del mando por teclas de los modelos Audi actuales.

Modelo de vehículo	Lógica del mando por teclas	Lógica del mando de la tecla para ASR y ESC
A1, A3*, S3, TT	De una fase	▶ Su accionamiento desconecta la función ASR y limita las intervenciones de ESC
Q3	De una fase	▶ Su accionamiento desconecta la función ASR
Q5**, Q7, A4 allroad quattro, A6 allroad quattro	De una fase	▶ Su accionamiento conecta el "modo offroad"
A4, A5, S4, S5	De dos fases	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Si se acciona menos de 3 s se desconecta ASR (en tracción total sólo posible hasta 50 km/h; a partir de los 70 km/h se conecta automáticamente de forma subsidiaria) ▶ Si se acciona más de 3 s desconecta ASR y ESC (sólo posible si está desconectado ACC)
A6, A7	De una fase	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Su accionamiento pasa al ESC al "modo Sport" ▶ En vehículos de tracción delantera se mantiene restringidamente activa la función ASR y en vehículos de tracción quattro se desconecta ▶ Se limitan las intervenciones del ESC
A8	De una fase	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Su accionamiento pasa al ESC al "modo Sport" ▶ Se limitan las intervenciones del ESC
R8	De dos fases	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Si se acciona menos de 3 s conecta ASR y ESC en el "modo Sport" ▶ Se limitan las intervenciones de ASR/ESC ▶ Si se acciona más de 3 s desconecta ASR y ESC

* válido para Audi A3 2012

**En el Audi Q5 se ha implementado una detección automática de condiciones offroad. La realización técnica sucede por análisis de las oscilaciones de las ruedas, que se determinan con ayuda de las señales de régimen de las ruedas. Accionando la tecla para ASR y ESC, la identificación de condiciones offroad sucede más rápidamente que con la identificación automática.



475_121

Tecla para ASR y ESC en el Audi A7

La lógica diferente de la tecla para ASR y ESC se debe al comportamiento dinámico específico de este modelo.

La desconexión de la función ASR tiene sentido, sobre todo, al arrancar sobre fondos de baja consistencia, al circular con cadenas para nieve y al "liberar en vaivén" el vehículo atascado. El mayor patinaje de la tracción mejora la capacidad de tracción sobre pavimentos en estas condiciones.

Según el modelo de vehículo se vuelve a conectar subsidiariamente o bien no se vuelve a conectar el ESC durante una frenada del conductor. El ESC que fue desconectado por el conductor siempre se vuelve a conectar automáticamente con un nuevo arranque del motor del vehículo.

En algunos modelos de vehículos no se desconecta el ESC. Al accionar la tecla se activa un modo Sport especial. Esto permite establecer unos mayores ángulos de deriva por flotación antes de la intervención estabilizadora del ESC.



475_094a

Tecla para ASR y ESC y conmutador para asistente en descenso en el AUDI Q5

En modelos también previstos para el uso fuera de las carreteras afirmadas se activa el "modo ESC offroad" accionando la tecla para ASR y ESC. Los umbrales para las intervenciones de regulación del ESC se ajustan en ese caso de modo que se consiga la mejor tracción posible del vehículo.

Dependiendo del modelo y el equipamiento del vehículo puede darse el caso de que también se active forzosamente un ESC que estuviera desactivado. Este caso viene dado cuando hay fallos en otros sistemas (p. ej. en la regulación electrónica de la amortiguación) que pueden alterar el comportamiento de la marcha.

Al conectar el "modo ESC offroad" en el Audi Q7 también se activa el asistente en descenso cuando es necesario. En el Audi Q5 hay un mando por separado para esta función.

El estado actual del sistema ESC y sus subsistemas se le indica al conductor por medio del testigo ESC K155 al estar correcta la función (sin fallo en el sistema). Después de la conexión del encendido (borne 15) se comprueban las lámparas. Durante unos tres segundos se excitan los testigos luminosos. En ese lapso sucede una verificación interna del sistema.

Si el sistema está exento de fallos se vuelven a desconectar los testigos luminosos. El ESC queda ahora dispuesto para el funcionamiento. Una intervención de ASR o ESC se indica haciendo parpadear el testigo luminoso K155. Después de accionar la tecla para ASR y ESC luce el testigo luminoso K216 hasta que se desconecte el encendido o hasta que se accione nuevamente la tecla (lógica de las teclas ver página 68).

Estado del sistema	Estado K118 sistema de frenos	Estado K47 ABS	Estado K155 ESC y ASR	Estado K216 ESC y ASR	Observación
BNE 15 ON, prueba de lámparas					
Sistema sin fallos y dispuesto para el funcionamiento	Sin indicación	Sin indicación	Sin indicación	Sin indicación	
Intervención de ASR/ESC	Sin indicación	Sin indicación		Sin indicación	K155 parpadea
Tecla para ASR y ESC accionada	Sin indicación	Sin indicación	Sin indicación		En caso de una frenada puede conectarse subsidiariamente el ESC de forma automática

Trabajos de Servicio

Dentro del marco de este capítulo se proporciona un cuadro general sobre los trabajos de asistencia técnica para el sistema ESC. Debido a que se aplican sistemas de diversos fabricantes y a las adaptaciones específicas por modelos hay diferencias en lo

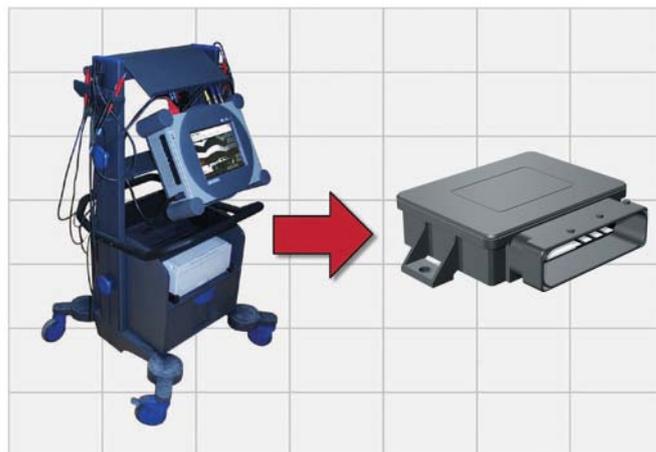
que respecta a los trabajos de asistencia técnica. Utilice por ello, por favor, la información detallada que se proporciona en la documentación prevista para ello en el área de Posventa y en los correspondientes sistemas del área de Servicio.

Diagnos del sistema

Todos los sistemas ESC que se aplican en modelos Audi actuales tienen función de autodiagnos.

Los fallos detectados dentro del marco de la autodiagnos van inscritos en la memoria de incidencias del vehículo y pueden consultarse con un equipo de diagnos de vehículos adecuado.

Los fallos del sistema se le indican además al conductor por medio de testigos luminosos y mensajes de textos.



475_123

Estado del sistema	Estado K118 sistema de frenos	Estado K47 ABS	Estado K155 ESC	Observación
Fallo ASR/ESC	Sin indicación	Sin indicación		EBV, EDS y ABS se mantienen activos
Fallo ABS/ASR/EDS/ESC	Sin indicación			Se conserva el EBV de emergencia
Avería completa				Se desconectan todos los sistemas – acudir de inmediato al taller.

Desmontaje y montaje / sustitución de la unidad de control de ABS/ESC y del grupo hidráulico

La unidad de control y la unidad hidráulica pueden separarse en los modelos Audi actuales A3 y A8. En estos modelos puede sustituirse por separado una unidad de control que esté averiada. Si surge un fallo en la unidad hidráulica siempre tiene que sustituirse la unidad completa (unidad de control y unidad hidráulica).

Después de sustituir una unidad de control o toda la unidad ABS/ESC tienen que llevarse a cabo los trabajos derivados que figuran en la tabla de la página siguiente.

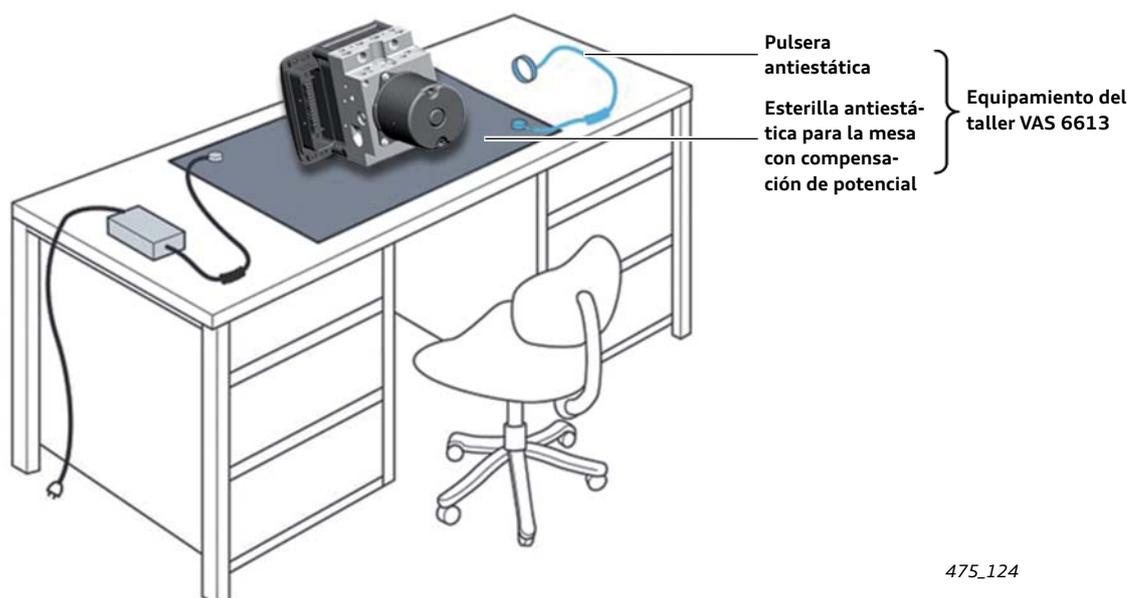
Modelo de vehículo actual	La unidad de control se puede sustituir por separado	Trabajos derivados tras la sustitución
A1	No	Purgar el aire - codificar unidad de control - calibrar sensor* - diagnóstico de actuadores
A3	Sí	Purgar el aire - codificar unidad de control - calibrar sensor* - ajuste básico válvulas de admisión y seccionadoras - adaptación del bloqueo transversal electrónico - diagnóstico de actuadores - recorrido de prueba y prueba del sistema
Q3	No	Purgar el aire - codificar unidad de control - calibrar sensor* - efectuar adaptaciones** - diagnóstico de actuadores
TT	No	Purgar el aire - codificar unidad de control - calibrar sensor* - diagnóstico de actuadores - recorrido de prueba y prueba del sistema
Q7	No	Purgar el aire - codificar unidad de control - calibrar sensor* - diagnóstico de actuadores - recorrido de prueba y prueba del sistema
A4, A5, Q5	No	Purgar el aire - codificar unidad de control (online) - diagnóstico de actuadores - recorrido de prueba y prueba del sistema
A6, A7	No	Purgar el aire - codificar unidad de control - calibrar sensor de ángulo de dirección - diagnóstico de actuadores
A8	Sí	Purgar el aire - codificar unidad de control - calibrar sensor de ángulo de dirección - diagnóstico de actuadores
R8	No	Purgar el aire - codificar unidad de control - calibrar sensor* - diagnóstico de actuadores - recorrido de prueba y prueba del sistema

*: Sensor de ángulo de dirección, sensor de presión de frenado, aceleración transversal y longitudinal; el sensor de aceleración longitudinal solamente se instala en vehículos de tracción total o dotados con el asistente de arrancada en subida.

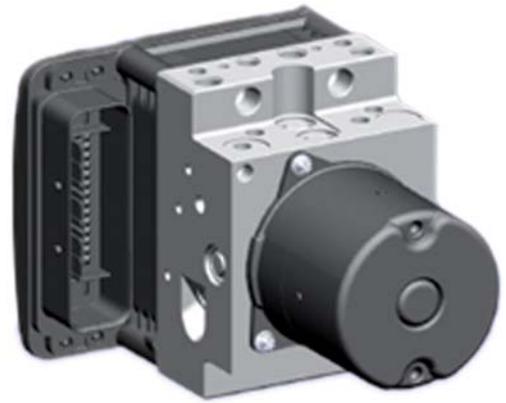
** : Debido a que esta unidad de control también se utiliza en otras marcas del Grupo, después de la codificación se tienen que liberar determinadas funciones (p. ej. la estabilización del tren con remolque) mediante adaptaciones correspondientes.

La purga de aire del sistema de frenos siempre es necesaria si se abrieron tuberías de freno. Después del desmontaje y montaje de la unidad hidráulica esto siempre resulta necesario. También para separar la unidad de control con respecto a la unidad hidráulica se tiene que desmontar la unidad completa. Para desmontaje de la unidad de control en el Audi A8 se requiere siempre un puesto de trabajo protegido a descargas electrostáticas (ESD) (equipamiento de talleres VAS 6613), para evitar daños en la unidad de control debidos a cargas electrostáticas.

Después de montar la unidad hidráulica tiene que llevarse a cabo siempre la diagnosis de actuadores. Con ello se tiene asegurado que las conducciones estén conectadas a los frenos de rueda en las posiciones correctas de la unidad hidráulica.



La codificación de una nueva unidad de control de ABS/ESC se lleva a cabo online para todos los modelos Audi. Para ello se establece una conexión online hacia el banco de datos SVM (SVM = gestión de versiones de software). Los valores de la codificación se transmiten entonces sin intervención del operario (y también sin visualización de los contenidos) hacia la unidad de control de ABS/ESC.

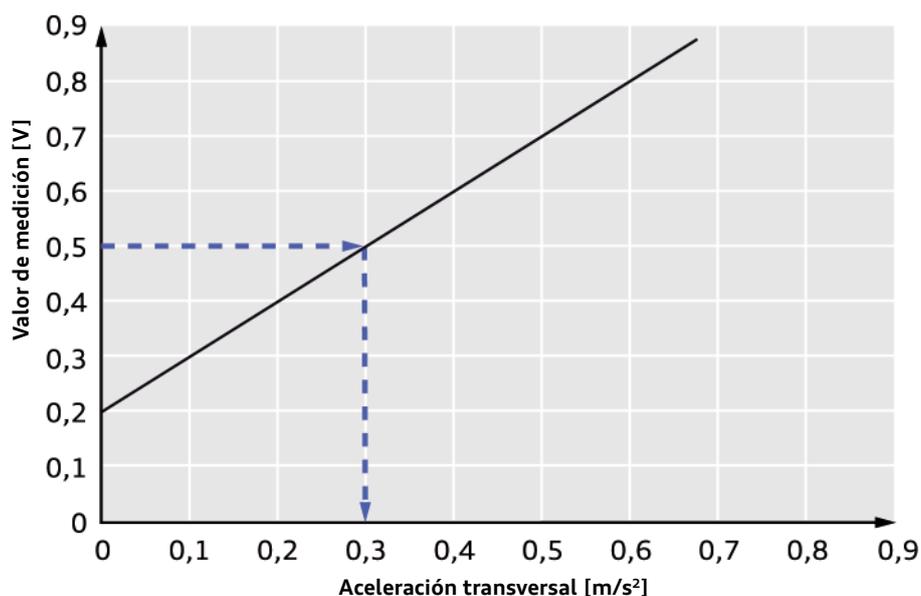


475_029a

Dependiendo del modelo del vehículo y la variante de ESC tienen que calibrarse determinados sensores de la unidad de control de ABS/ESC después de la codificación (ver tabla en página 72). Para poder valorar los valores de medición (valores numéricos digitales) la unidad de control tiene que conocer por lo menos un valor de medición correspondiente al estado físico real. En la unidad de control están programados los mapas de características de los sensores. Si la unidad de control conoce una asignación de un valor de medición real le resulta posible calcular valores correspondientemente reales (físicos) para todos los demás valores de medición.

En el ejemplo indicado se representa ese principio para el desarrollo ficticio de la curva de un sensor de aceleración transversal: El desarrollo de la curva que se representa está programado en la unidad de control. Por tanto, la unidad de control "sabe" qué magnitud de la variación que muestra el valor de medición equivale a qué variación real de la aceleración transversal. El vehículo tiene que estar inmóvil para la calibración.

La unidad de control lee el valor de medición transmitido durante esa operación y lo interpreta como vehículo inmóvil (aceleración transversal = 0). Este valor de medición es de 0,2 V en el ejemplo. La unidad de control del ejemplo ficticio indicado sabe, debido a la característica que ha guardado en la memoria, que una variación del valor de medición de 0,1 V equivale a una variación de la aceleración transversal de 0,1 m/s². Acto seguido, la unidad de control puede asignar un valor de aceleración transversal a cada valor de medición. Por ejemplo, el valor de medición 0,5 V se interpreta como una aceleración transversal de 0,3 m/s².



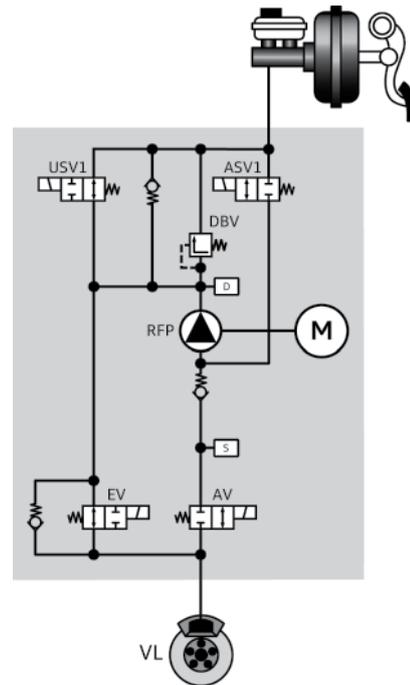
475_125

El recorrido de prueba y la prueba del sistema tienen que efectuarse después de la sustitución de la unidad de control y después de la calibración de los sensores para los modelos de vehículos (si es necesario) los cuales reciben los valores de la aceleración transversal, guiñada y aceleración longitudinal por parte de la unidad de sensores del ESP G419.

El recorrido de prueba y la prueba del sistema resultan necesarios para verificar la veracidad de los valores de medición de los sensores. Para ello se especifica un ciclo de conducción definido. La unidad de control "conoce" las diferentes maniobras dinámicas y es capaz de verificar con ello los valores de medición recibidos de los sensores y ponerlos en relación.

Ajuste básico de las válvulas de admisión y conmutación (válvulas seccionadoras) en el Audi A3:

En la unidad ESC MK60EC que se aplica en el Audi A3 actual hasta el año de modelos 2012 se utilizan válvulas especiales a manera de válvulas de admisión y conmutación (válvulas seccionadoras). Según la excitación eléctrica, estas válvulas pueden establecer secciones de paso variables (secciones de paso al flujo). La condición para la separabilidad del grupo hidráulico con respecto a la unidad de control es que se haga un ajuste básico de las válvulas en el área de Servicio, después de haberse sustituido la unidad de control. Con el ajuste básico se determina la característica de excitación para las válvulas.



475_126

Adaptación del bloqueo transversal electrónico en el Audi A3:

Si el Audi A3 va equipado con el bloqueo transversal electrónico, después de sustituir la unidad de control y efectuarse la codificación se tiene que llevar a cabo la adaptación. Con esta adaptación se realiza un ajuste preciso de la función del bloqueo transversal electrónico a las características del motor de tracción que lleva el vehículo.

Desmontaje y montaje / sustitución de la unidad de sensores del ESP G419

Después de sustituir la unidad de sensores del ESP G419 es necesario calibrar los sensores de aceleración transversal y en caso dado de aceleración longitudinal. Los valores de medición de los sensores en la unidad nueva difieren de los valores de los componentes sustituidos, debido a tolerancias de éstos. Aparte ello también hay tolerancias para la posición de montaje de la unidad de sensores en el vehículo.



475_127

Desmontaje y montaje / sustitución de la unidad de control para electrónica de sensores J849

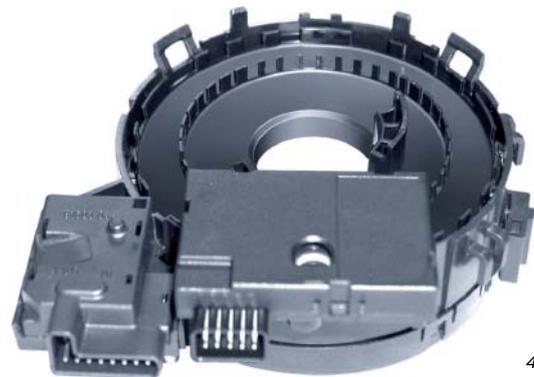
Después de sustituir la unidad de control J849 es necesaria una calibración de la unidad de control. Para ello debe estar situado el vehículo inmóvil en un plano nivelado. En esta posición, la unidad de control de ABS/ESC lee los valores de medición de los sensores y los guarda en la memoria con el atributo de "vehículo inmóvil". Debido a que las características de los sensores están guardadas en la unidad de control de ABS/ESC, la unidad de control está en condiciones de asignar todos los demás valores de medición a un movimiento real del vehículo o bien de convertirlos en valores físicos reales.



475_128

Desmontaje y montaje / sustitución del sensor de ángulo de dirección G85:

Después de sustituir el sensor de ángulo de dirección se lo tiene que calibrar. Esto presupone que esté codificada la unidad de control ESC. La calibración comienza con un giro definido del volante por parte del mecánico. Según el modelo del vehículo hay que llevar a cabo luego un breve recorrido en marcha recta. Con esto se reajustan los valores de medición del sensor con respecto a los sensores de régimen de cada una de las ruedas. Se determina la "posición cero" del sensor (la señal de marcha recta del sensor). Esta "señal cero" es la base para la conversión de valores de medición a discreción en valores reales del ángulo de dirección. En el Audi Q7 el sensor "pierde" su inicialización si se lo desconecta de la batería del vehículo (borne 30). También después de ello tiene que reinicializarse el sensor en la forma descrita.



475_129

Cuadro general de los sistemas ESC implantados en los modelos Audi actuales

Modelo de vehículo	Sistema ESC
A1	Bosch 8.2
A3, S3	Continental MK 60 EC
TT	Continental MK 60 E1
Q3	TRW 450
A4, S4, A5, S5, Q5	Bosch 8.1
Q7	Continental MK 25
A6, A7, A8	Bosch Premium
R8	Bosch 8.0

Pruebe sus conocimientos

De entre las respuestas ofrecidas puede haber una o también varias respuestas correctas.

Pregunta 1: ¿Qué fuerzas pueden transmitirse entre el neumático y el pavimento?

- a) Exclusivamente fuerzas de peso y fuerzas de guiado lateral.
- b) Exclusivamente fuerzas en dirección longitudinal y transversal del vehículo.
- c) Fuerzas de peso, fuerzas de guiado transversal, fuerzas de tracción y fuerzas de frenado.

Pregunta 2: ¿Qué función fundamental asume el sistema antibloqueo ABS?

- a) El ABS establece una mejora de la tracción.
- b) El ABS abrevia la distancia de frenado.
- c) El ABS limita la presión de frenado, para que todavía sea posible transmitir fuerzas de guiado lateral.
- d) El ABS se encarga de que el vehículo siga controlable (direccionable) al frenar.

Pregunta 3: ¿Cuáles funciones esenciales de regulación constituyen la base de las operaciones de regulación del ESC?

- a) Reducción y ampliación del par del motor de tracción.
- b) Mantener presión, degradar presión y generar presión.
- c) Reducción y aumento de la cantidad inyectada, así como modificación del momento de encendido.

Pregunta 4: ¿Por qué es la distribución electrónica de la fuerza de frenado EBV uno de los sistemas que mayor importancia revisten para la conservación de la seguridad de la conducción?

- a) EBV evita fuerzas de frenado excesivas en el eje delantero. Con ello se mantiene direccionable el vehículo en cualquier situación.
- b) EBV evita fuerzas de frenado excesivas en el eje trasero.
- c) EBV evita un deslizamiento excesivo en la fase de aceleración en vehículos de tracción delantera.
- d) EBV evita que escape la trasera del vehículo al frenar.

Pregunta 5: ¿Qué sensores adicionales se necesitan en comparación con el ABS para realizar la función ESC?

- a) Sensores para detectar el ángulo de dirección, la aceleración transversal y longitudinal, así como la guiñada.
- b) Sensores para detectar la aceleración de la carrocería.
- c) Sensores para detectar los regímenes de las ruedas y la presión de frenado.

Pregunta 6: ¿Dónde se instalan los sensores de aceleración transversal y longitudinal y de guiñada en los modelos Audi actuales?

- a) Los sensores van instalados exclusivamente en la unidad de sensores del ESP G419.
- b) Los sensores van instalados exclusivamente en la unidad de sensores G419 y en la unidad de control para electrónica de sensores J849.
- c) Los sensores van instalados exclusivamente en la unidad de control J104.
- d) Los sensores van integrados, en función del modelo, en la unidad de sensores G419, en la unidad de control para electrónica de sensores J849, en la unidad de control de ABS/ESC J104 o en la unidad de control del freno de estacionamiento electro-mecánico J540.

Pregunta 7: ¿Qué afirmación es correcta?

- a) La activación del servofreno de emergencia hidráulico HBA en vehículos con ACC trabaja dependiendo de la situación del tráfico.
- b) El que un vehículo vaya o no equipado con ACC no influye sobre las condiciones de activación del HBA.
- c) En vehículos con ACC se desconecta en general el HBA. La función HBA se realiza por medio del ACC.

Pregunta 8: ¿Qué ventaja ofrece el bloqueo transversal electrónico en comparación con el bloqueo diferencial electrónico EDS?

- a) Ninguna.
- b) El bloqueo transversal electrónico ya se activa desde que no hay todavía ningún patinaje crítico en las ruedas.
- c) Las presiones de frenado son marcadamente inferiores con el bloqueo transversal electrónico que con la regulación EDS.

Pregunta 9: Un vehículo está equipado con el indicador de presión en neumáticos RKA. El conductor ha aumentado la presión de los neumáticos antes de iniciar el viaje de vacaciones. ¿Es necesario que el conductor ejecute actividades de relevancia para el sistema?

- a) No hace falta ninguna actividad adicional.
- b) El conductor tiene que dirigirse al taller de Servicio más próximo y encomendar allí que adapten las nuevas presiones de los neumáticos con ayuda del equipo de diagnóstico de vehículos.
- c) El conductor tiene que liberar las presiones modificadas en los neumáticos introduciéndolas a través del MMI o con la tecla prevista para la vigilancia.

Pregunta 10: ¿Qué reacción del sistema se pone en vigor al accionar la tecla para ASR y ESC?

- a) ASR se desconecta en todos los modelos Audi; ESC se mantiene activo sin restricciones.
- b) ASR y ESC se desconectan en todos los modelos Audi.
- c) La reacción del sistema no es idéntica en todos los modelos Audi.
- d) La reacción del sistema también depende de la finalidad de aplicación del vehículo. Así por ejemplo, en vehículos que también están previstos para aplicaciones por caminos no afirmados se activa el "modo offroad".

Pregunta 11: ¿Por qué tiene que llevarse a cabo siempre una diagnosis de actuadores después de montar la unidad hidráulica ABS/ESC?

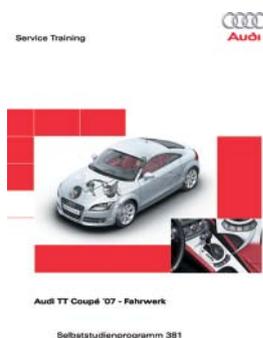
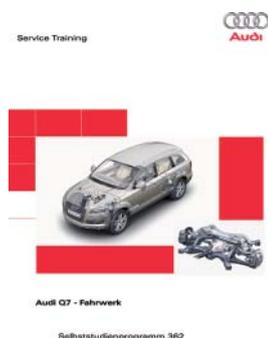
- a) Para calibrar los sensores de presión de frenado, aceleración transversal y aceleración longitudinal.
- b) Para calibrar el sensor de ángulo de dirección.
- c) Para tener establecido que hayan quedado conectadas en correctas posiciones de la unidad hidráulica las conducciones que van hacia los frenos de las ruedas.

Pregunta 12: ¿Para qué se utiliza el recorrido de prueba y la prueba del sistema?

- a) Para verificar la veracidad de los valores de medición procedentes de los sensores de aceleración transversal y longitudinal, así como de la guiñada.
- b) Para calibrar el sensor de ángulo de dirección.
- c) Para verificar el funcionamiento del ESC.

Programas autodidácticos

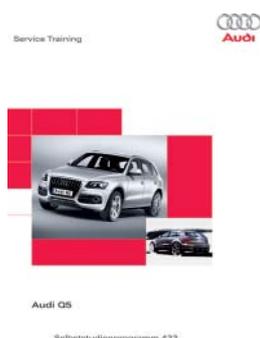
Hallará más información sobre los sistemas ESC en vehículos Audi en los siguientes Programas autodidácticos:



SSP 362 Audi Q7 Tren de rodaje, referencia núm.: A05.5S00.15.60

SSP 381 Audi TT Coupé 2007 Tren de rodaje, referencia núm.: A06.5S00.26.60

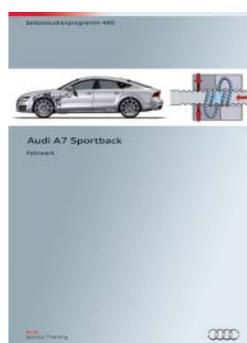
SSP 394 Audi A5 Tren de rodaje, referencia núm.: A07.5S00.36.60



SSP 433 Audi Q5, referencia núm.: A08.5S00.49.60

SSP 458 Audi A8 2010 Tren de rodaje, referencia núm.: A10.5S00.62.60

SSP 477 Audi A1, referencia núm.: A10.5S00.70.60



SSP 480 Audi A7 Sportback Tren de rodaje, referencia núm.: A10.5S00.73.60

Reservados todos los derechos.
Sujeto a modificaciones.

Copyright
AUDI AG
I/VK-35
service.training@audi.de

AUDI AG
D-85045 Ingolstadt
Estado técnico: 07/12

Printed in Germany
A11.5S00.79.60