

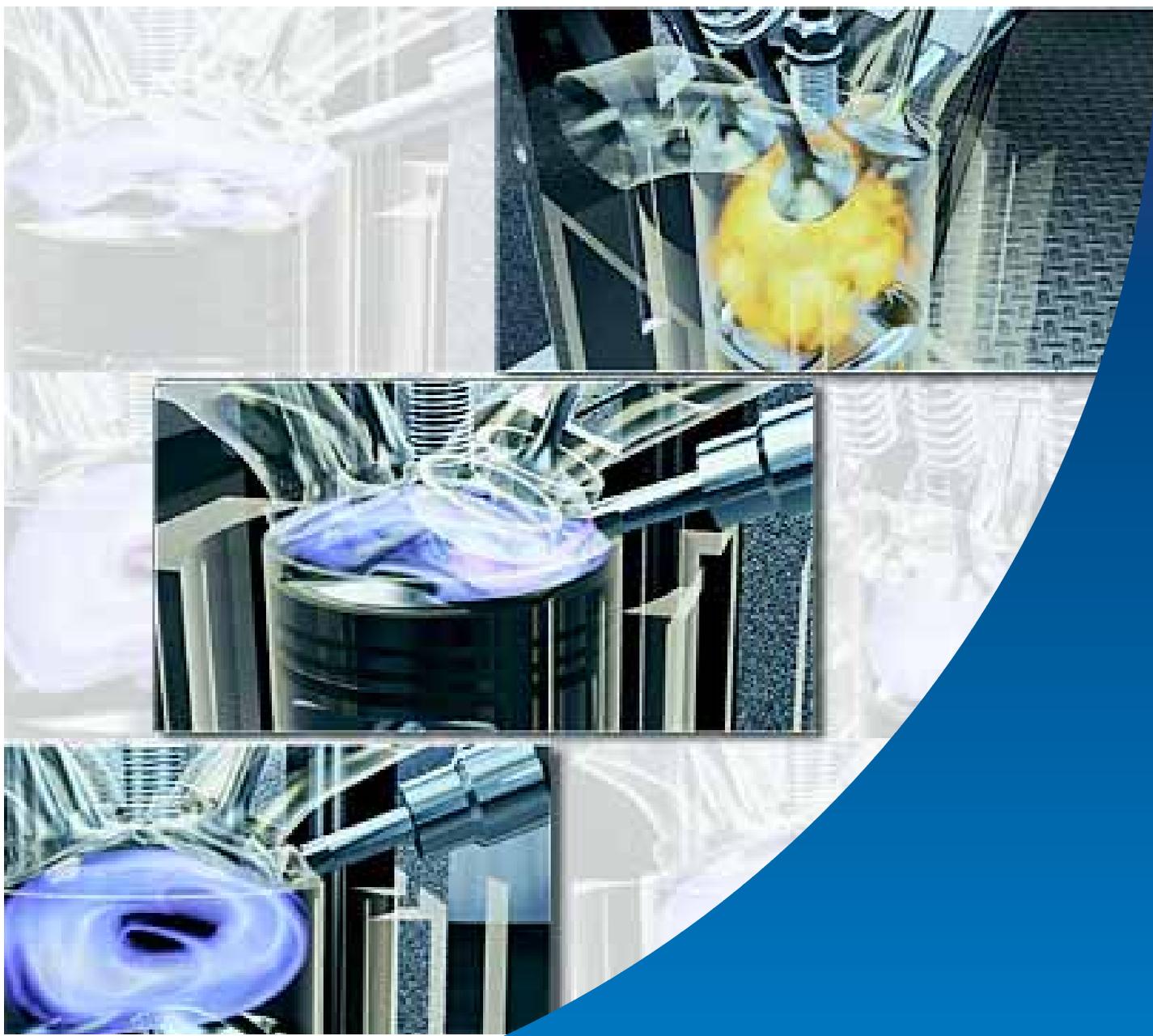
Service.



Programa autodidáctico 253

Inyección directa de gasolina con Bosch Motronic MED 7

Diseño y funcionamiento



El objetivo supremo que se plantea al desarrollo de motores consiste en reducir el consumo de combustible y con éste también las emisiones de escape.

Las emisiones de hidrocarburos, óxidos nítricos y monóxido de carbono se reducen hasta un 99% hacia intervenir a un catalizador de tres vías.

Por su parte, el dióxido de carbono (CO₂) que se produce con motivo de la combustión, siendo el causante del «efecto invernadero», sólo se puede reducir a base de disminuir el consumo de combustible.

Esto, sin embargo, apenas sigue siendo posible en sistemas con formación externa de la mezcla (inyección en el colector de admisión).

Por ese motivo, en el Lupo FSI y en el Golf FSI se implantan por primera vez motores con el sistema de inyección directa de gasolina Bosch Motronic MED 7.

Con este sistema se consigue un potencial de reducción de hasta un 15% en comparación con un motor comparable con inyección en el colector de admisión.



253_135

En este Programa autodidáctico le mostramos los componentes que integran el sistema de inyección directa de gasolina Bosch Motronic MED 7 en el Lupo FSI y en el Golf FSI.

NUEVC



**Atención
Nota**

El Programa autodidáctico presenta el diseño y funcionamiento de nuevos desarrollos.

Los contenidos no se someten a actualizaciones.

Las instrucciones de actualidad para la comprobación, el ajuste y la reparación se consultarán en la documentación del Servicio Postventa prevista para esos efectos.



Introducción	4
Fundamentos	8
Gestión del motor	16
Estructura del sistema	16
Unidad de control del motor	18
Sistema de admisión	21
Sistema de combustible	31
Sistema de encendido	40
Sistema de escape	41
Esquema de funciones	54
Autodiagnosis	56
Pruebe sus conocimientos	58



Introducción



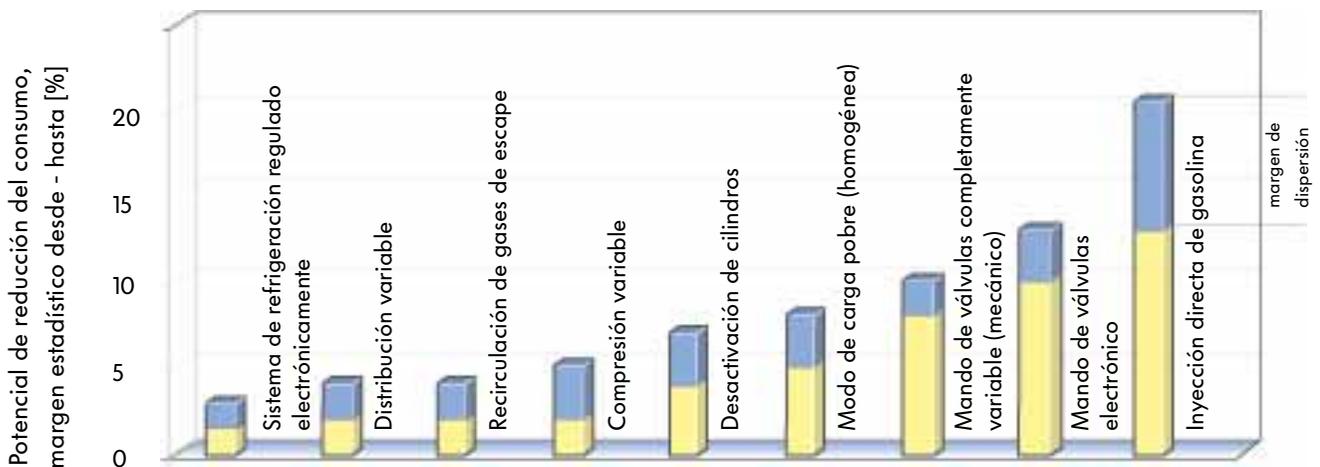
¿Por qué la inyección directa de gasolina?

El objetivo supremo planteado al desarrollo de motores consiste en mantener lo más bajos posibles los consumos de combustible y las emisiones de gases de escape.

De ahí resultan las siguientes ventajas:

- Los gastos que supone el vehículo disminuyen a través del menor consumo de combustible y la promoción fiscal de que son objeto los vehículos con bajas emisiones de escape
- Menos cargas ecológicas debido a una menor cantidad de contaminantes emitidos
- Se protegen las reservas de materias primas no renovables

En el gráfico se muestran las medidas que permiten reducir el consumo de combustible.

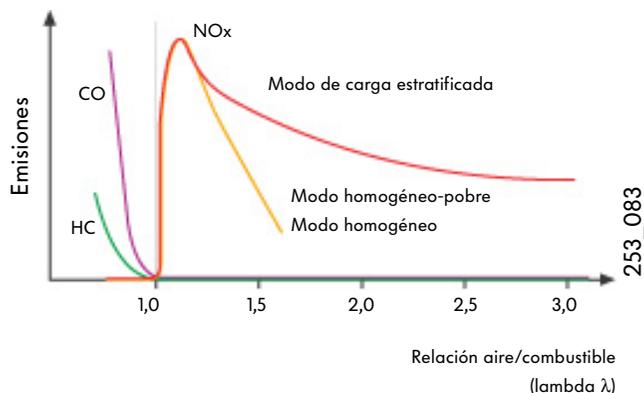


253_087

- El sistema de refrigeración regulado electrónicamente, el reglaje de distribución variable y la recirculación de gases de escape ya se emplean en numerosos motores.
- La desactivación de cilindros únicamente tiene sentido en motores de cilindros múltiples, para poder mantener la regularidad cíclica de la marcha. En motores de cuatro cilindros es preciso implantar árboles equilibradores para conseguir una mayor suavidad de funcionamiento.
- Para contar con una compresión variable y con tiempos de distribución variables se requieren componentes mecánico-electrónicos de muy altas prestaciones, dotados de los actuadores y la excitación que corresponden.
- Los motores correspondientes al concepto de funcionamiento con mezcla empobrecida han sido abandonados en favor de los motores con inyección directa de gasolina.
- Volkswagen favorece la inyección directa de gasolina, siendo ésta la medida específica que ofrece el mayor potencial de reducción del consumo, de hasta un 20%.

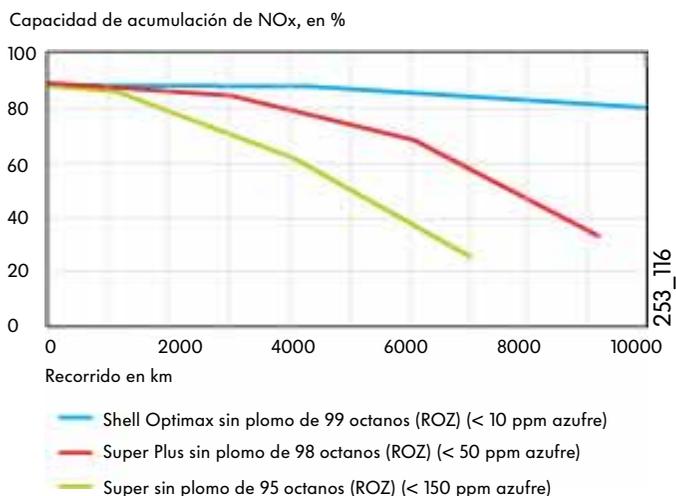
¿Por qué ha esperado Volkswagen hasta ahora para implantar la inyección directa de gasolina?

Uno de los problemas principales que plantea la inyección directa de gasolina es el tratamiento de los gases de escape. Los óxidos nítricos que se producen con motivo de la combustión en el modo estratificado y en el modo homogéneo-pobre no pueden ser transformados suficientemente en nitrógeno por medio de un catalizador convencional de tres vías. Sólo desde que ha sido desarrollado el catalizador-acumulador de NOx también se cumple la norma de emisiones de escape EU4 en estos modos operativos. Los óxidos nítricos se acumulan interinamente en ese catalizador y se transforman en nitrógeno mediante medidas específicas para ello.



Otro motivo reside en los problemas que plantea el azufre en la gasolina. Debido a la similitud química que tiene con respecto a los óxidos nítricos, el azufre también se almacena en el catalizador-acumulador de NOx y ocupa los sitios destinados a los óxidos nítricos. Cuanto mayor es el contenido de azufre en el combustible, tanto más frecuentemente se tiene que regenerar el catalizador-acumulador, lo cual consume combustible adicional.

En la gráfica contigua se aprecia la influencia que tiene el contenido de azufre sobre la capacidad de acumulación del catalizador-acumulador de NOx.



¿Cómo seguirá adelante el tema de la inyección directa de gasolina en Volkswagen?

- En el año 2000: lanzamiento del motor FSI de 1,4 ltr. / 77 kW en el Lupo FSI
- En el año 2002: lanzamiento del motor FSI de 1,6 ltr. / 81 kW en el Golf FSI
- En el año 2002: lanzamiento del motor FSI de 1,4 ltr. / 63 kW en el Polo FSI
- En el año 2003: lanzamiento del motor FSI de 2,0 ltr. / 105 kW en el Passat FSI

Está previsto reformar todos los motores de gasolina a la versión de inyección directa hasta el año 2005.



Introducción

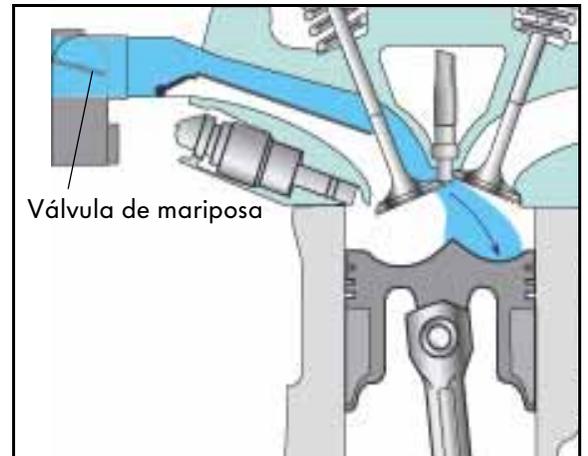


Ventajas de la inyección directa de gasolina

En Volkswagen se consigue una reducción del consumo de combustible de hasta un 15%. En las dos siguientes páginas se explican los factores con los que se consigue este resultado.

Desestrangulación en los modos operativos con mezcla estratificada y homogéneo-pobre

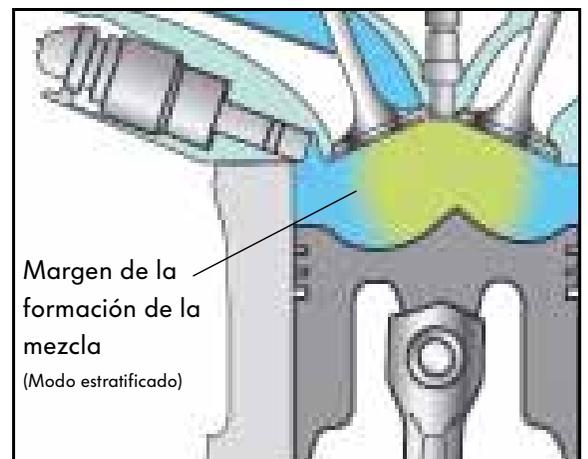
En estos modos operativos se trabaja con un valor lambda comprendido entre 1,55 y 3. Esto permite abrir más la mariposa y aspirar el aire superando una menor resistencia.



253_037

Modo de mezcla pobre

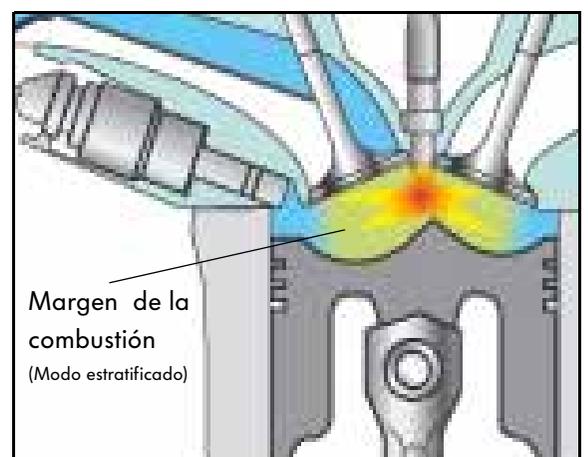
En el modo estratificado el motor trabaja con un valor lambda desde 1,6 hasta 3 y en el modo homogéneo-pobre con un valor lambda de 1,55, aproximadamente.



253_040

Menores pérdidas de calor cedido a las paredes

En virtud de que en el modo estratificado la combustión únicamente tiene lugar en la zona próxima de la bujía, surgen menores pérdidas de calor cedido a la pared del cilindro, con lo cual aumenta el rendimiento térmico.

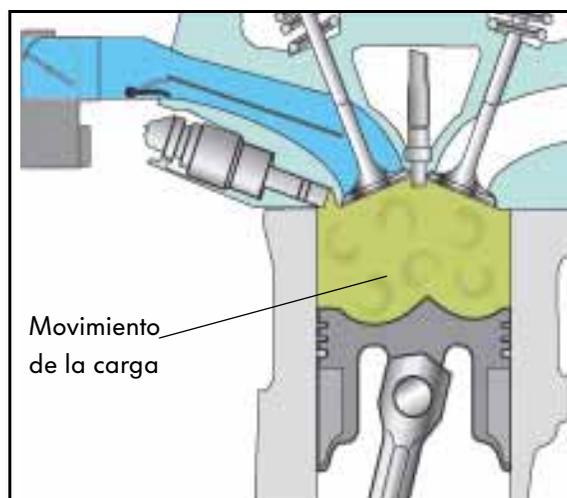


253_041

Modo homogéneo con elevados índices de gases de escape recirculados

Debido al movimiento intenso de la carga en el modo homogéneo, el motor posee una alta compatibilidad con la recirculación de gases de escape, equivalente hasta un 25%.

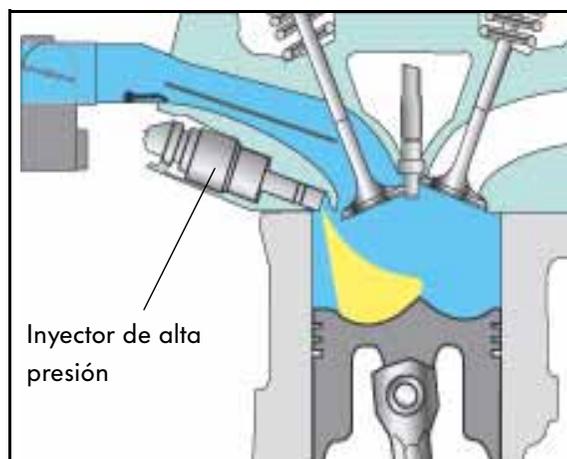
Para aspirar la misma cantidad de aire fresco que cuando trabaja con bajos índices de recirculación de gases se procede a abrir la mariposa un tanto más. De esa forma se aspira el aire superando una baja resistencia y disminuyen las pérdidas debidas a efectos de estrangulamiento.



253_044

Relación de compresión

Con la inyección directa del combustible en el cilindro se extrae calor del aire de admisión, produciéndose un efecto de refrigeración de éste. La tendencia al picado se reduce, lo que permite aumentar a su vez la compresión. Una mayor relación de compresión conduce a una presión final superior en la fase de compresión, con lo cual también aumenta el rendimiento térmico del motor.

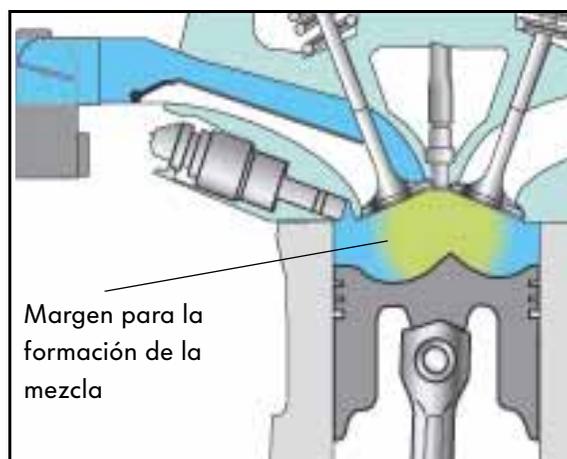


253_043

Corte en deceleración de mayor extensión

Es posible reducir el régimen de reanudación, debido a que al reanudar la inyección el combustible no se deposita en las paredes de la cámara de combustión.

La mayor parte del combustible inyectado puede ser transformada de inmediato en energía utilizable. El motor funciona de un modo muy estable, incluso al trabajar con regímenes de reanudación más bajos.



253_040





Modos operativos

A los dos modos operativos «carga estratificada» y «carga homogénea» se agrega un tercer modo en el motor FSI de 1,6 ltr. - 81 kW. Se trata del modo homogéneo-pobre. Con este modo operativo se reduce una vez más el consumo de combustible en comparación con el funcionamiento a $\lambda = 1$ con recirculación de gases de escape.

La unidad de control del motor elige el modo operativo en función de las condiciones de régimen / potencia / gases de escape y seguridad.

Modo estratificado

El motor funciona en el modo estratificado en los regímenes medios de carga y revoluciones.

La estratificación de la mezcla en la cámara de combustión permite que el motor trabaje con un valor λ total de aprox. 1,6 hasta 3.

- En el centro de la cámara de combustión se encuentra una mezcla con buenas cualidades inflamables en torno a la bujía.
- Esta mezcla está rodeada de una capa exterior, que en el caso ideal está compuesta por aire fresco y gases de escape recirculados.

Modo homogéneo-pobre

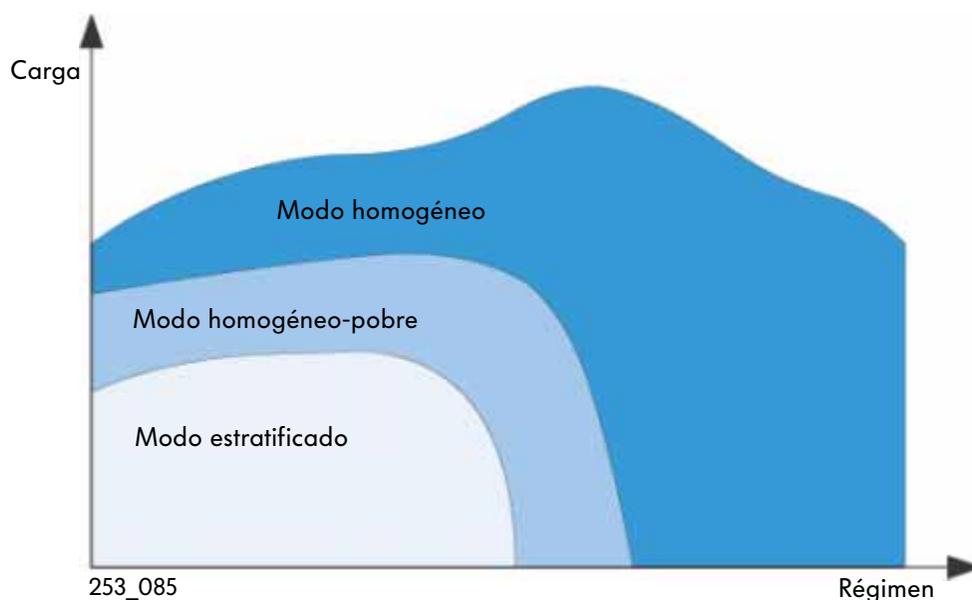
El motor trabaja en el modo homogéneo-pobre durante la transición entre el modo estratificado y el homogéneo.

La mezcla pobre se encuentra distribuida de un modo homogéneo (uniforme) en la cámara de combustión. La relación de aire y combustible es de λ 1,55, aproximadamente.

Modo homogéneo

A cargas y regímenes superiores, el motor funciona en el modo homogéneo.

La relación de aire y combustible en este modo operativo es de $\lambda = 1$.



Procedimiento de la combustión

El procedimiento de la combustión describe el modo en que se lleva a cabo la formación de la mezcla y la transformación energética en la cámara de combustión.

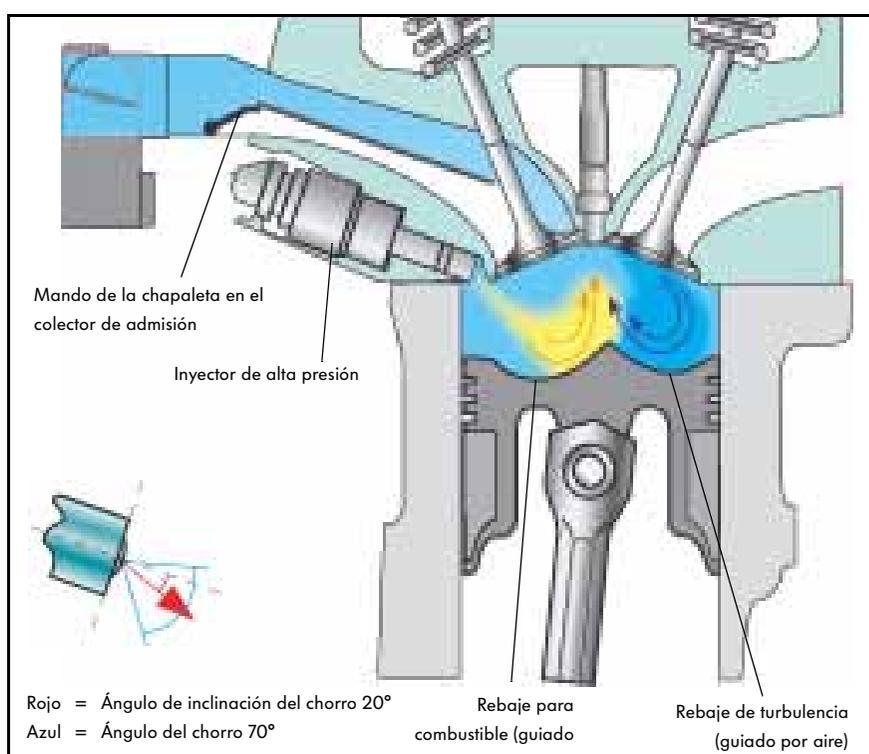
En los modos homogéneo y homogéneo-pobre

el combustible se inyecta en el cilindro durante el ciclo de admisión y se mezcla allí uniformemente con el aire aspirado.

En el modo estratificado

la mezcla de combustible y aire se dispone en la zona de la bujía por medio del método de combustión por movimiento cilíndrico de la carga de gases guiado por pared y aire (movimiento tumble). El inyector está dispuesto de modo que el combustible sea proyectado sobre el rebaje específico en la cabeza del pistón (guiado por la pared) y desde ahí sea conducido en dirección hacia la bujía.

Con el mando de la chapaleta en el colector de admisión y el rebaje de turbulencia se produce en el cilindro un movimiento cilíndrico del aire (tumble). Con este flujo de aire (conducido a su vez por aire) se respalda el transporte del combustible hacia la bujía. La formación de la mezcla se realiza en el trayecto hacia la bujía.



Modo de carga estratificada

Para que la gestión del motor cambie al modo estratificado tienen que estar cumplidas, entre otras cosas, ciertas premisas importantes:

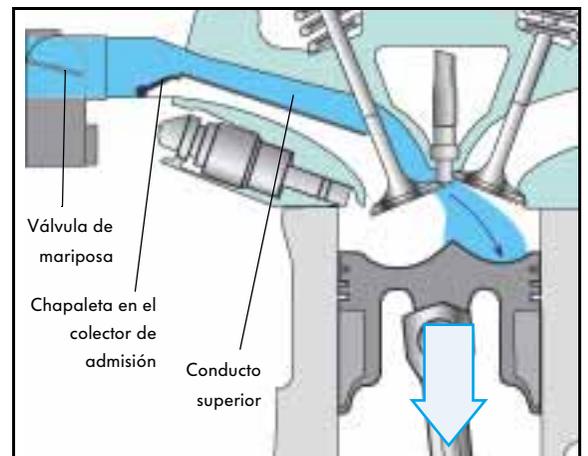
- El motor se encuentra en el régimen de carga y revoluciones que corresponde
- En el sistema no existe ningún fallo de relevancia para los gases de escape
- La temperatura del líquido refrigerante supera los 50 °C
- El sensor de NOx está dispuesto para el funcionamiento
- La temperatura del catalizador-acumulador de NOx se halla entre los 250 °C y 500 °C

Si están cumplidas estas condiciones resulta posible poner en vigor el modo estratificado.

Admisión

En el modo estratificado se abre la mariposa lo más posible, para mantener reducidas las pérdidas por estrangulamiento.

La chapaleta en el colector de admisión cierra el conducto inferior en la culata. Debido a ello el aire de admisión se acelera y fluye describiendo un torbellino cilíndrico (tumble) a través del conducto superior hacia el cilindro.



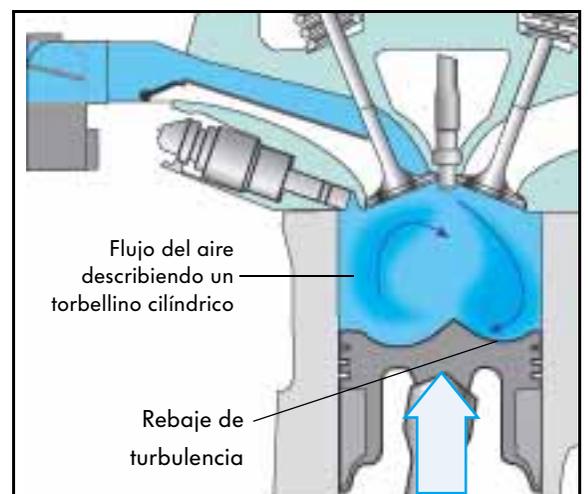
253_037



No es posible abrir al máximo la válvula de mariposa, porque debe existir siempre una cierta depresión en consideración del sistema de carbón activo y de la recirculación de gases de escape.

Flujo del aire

El flujo del aire describiendo un torbellino cilíndrico experimenta una intensificación en virtud de la geometría específica que tiene la cabeza del pistón.

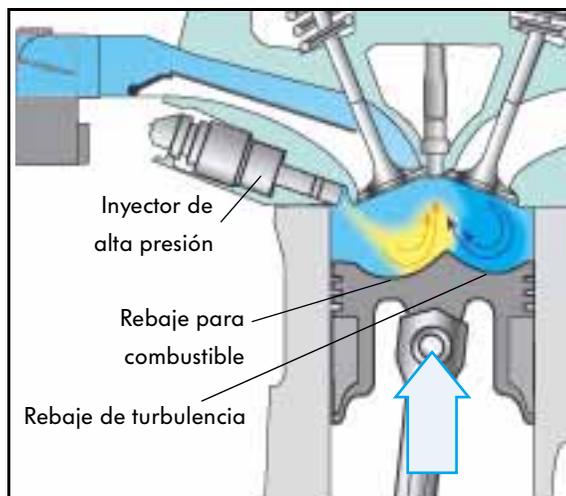


253_038

Inyección

La inyección se realiza en el último tercio del ciclo de compresión. Comienza unos 60° y finaliza unos 45° antes del PMS de encendido.

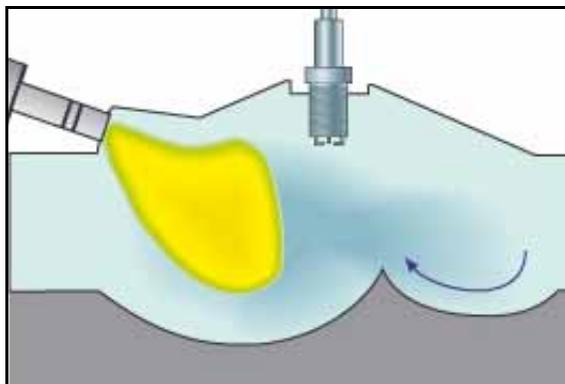
El momento de la inyección ejerce una influencia importante sobre la posición que adopta la nube de la mezcla en la zona de la bujía.



253_039

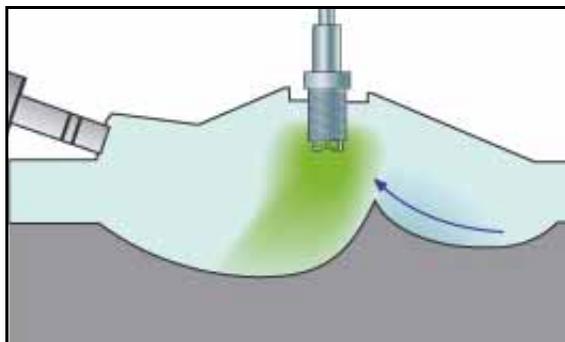
El combustible se inyecta en dirección hacia el rebaje para combustible.

La propagación deseada de la nube de mezcla se consigue gracias a la geometría del inyector.



253_086

Por el efecto del rebaje para combustible y el movimiento descendente del pistón se conduce el combustible en dirección hacia la bujía. Esta operación se intensifica por el caudal de aire con turbulencia cilíndrica, que conduce asimismo el combustible hacia la bujía. En el trayecto hacia la bujía se mezcla el combustible con el aire aspirado.



253_086





Formación de la mezcla

Para la formación de la mezcla en el modo estratificado solamente se dispone de un ángulo de cigüeñal de 40° a 50°. Esto es decisivo para la capacidad de ignición de la mezcla. Si el tiempo es más corto entre la inyección y el encendido, la mezcla no está preparada todavía lo suficiente para inflamarse de forma adecuada. Un tiempo más largo conduciría a una mayor homogeneización en toda la cámara de combustión.

Por ese motivo surge una nube de mezcla con una buena capacidad inflamable en el centro de la cámara de combustión, en torno a la bujía. Está rodeada de una capa exterior que, en el caso ideal, se compone de aire fresco y gases de escape recirculados.

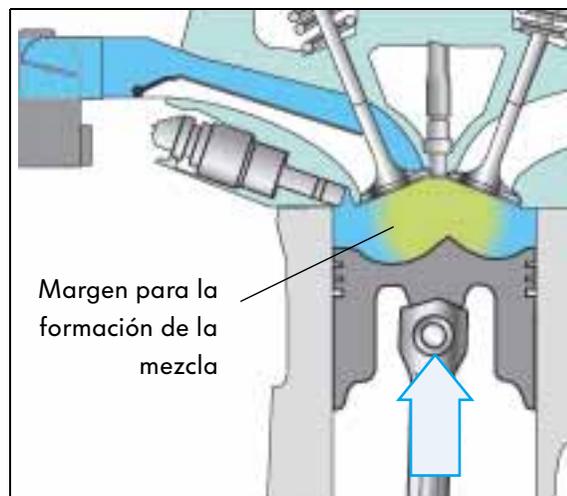
La relación de aire y combustible en toda la cámara de combustión se halla entre $\lambda = 1,6$ y 3.

Combustión

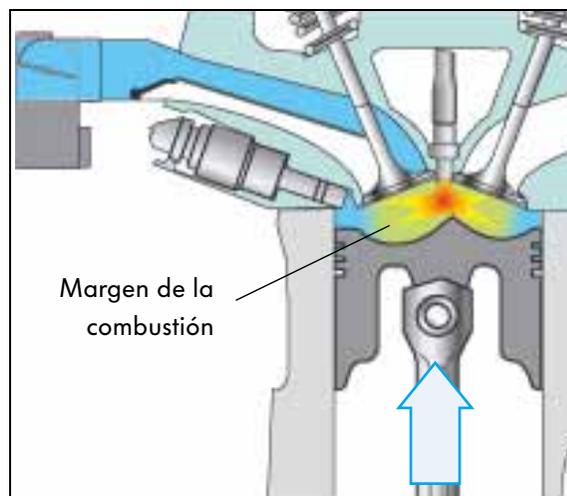
Tras el posicionamiento exacto de la mezcla de combustible y aire en la zona de la bujía es cuando se produce el encendido.

Durante esa operación sólo se inflama la nube de mezcla, mientras que los gases restantes actúan como un estrato aislante. Esto hace que se reduzcan las pérdidas de calor en las paredes y aumente el rendimiento térmico del motor.

El momento de encendido se encuentra dentro de una estrecha ventana angular del cigüeñal, debido al final tardío de la inyección y al tiempo que transcurre para la formación de la mezcla al final del ciclo de compresión.



253_040



253_041



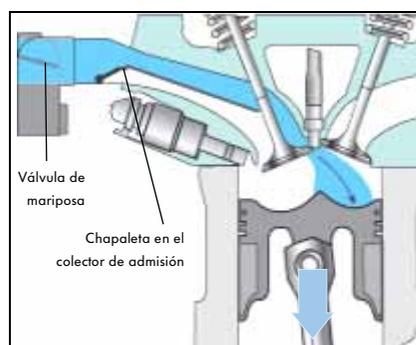
El par generado por el motor viene determinado en este modo operativo únicamente a través de la cantidad de combustible inyectada. La masa de aire aspirada y el ángulo de encendido tienen aquí solamente poca importancia.

El modo homogéneo-pobre

está situado en la familia de curvas características entre el modo estratificado y el modo homogéneo. En toda la cámara de combustión existe aquí una mezcla homogénea pobre. La relación de combustible y aire es de aprox. $\lambda = 1,55$. Rigen aquí las mismas premisas que para el modo estratificado.

Admisión

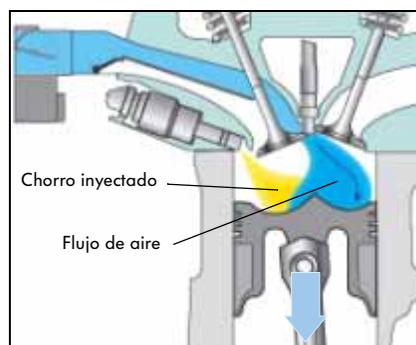
Igual que en el modo estratificado, la válvula de mariposa se encuentra lo más abierta posible y la chapaleta del colector de admisión está cerrada. Debido a ello se reducen por una parte las pérdidas por estrangulamiento y por otra se consigue un flujo intenso del aire en el cilindro.



253_037

Inyección

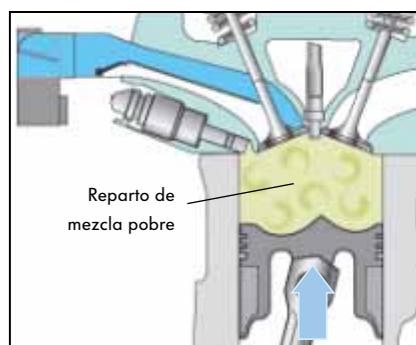
El combustible se inyecta directamente en el cilindro a unos 300° APMS de encendido durante el ciclo de admisión. La unidad de control del motor se encarga de regular la cantidad inyectada de modo que la relación de combustible y aire sea de aproximadamente $\lambda = 1,55$.



253_106

Formación de la mezcla

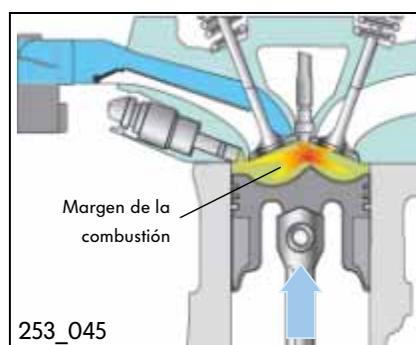
El momento de inyección tan temprano permite disponer de más tiempo para la formación de la mezcla hasta el momento del encendido. De esa forma se produce un reparto homogéneo (uniforme) en la cámara de combustión.



253_138

Combustión

Igual que en el modo homogéneo, es posible elegir libremente el momento de encendido, porque se tiene un reparto homogéneo de la mezcla. La combustión se realiza en toda la cámara.



253_045



Modo homogéneo

El modo homogéneo es comparable con el de funcionamiento de un motor con inyección en el colector de admisión.

La diferencia esencial consiste en que el combustible se inyecta directamente en el cilindro al tratarse de la versión de inyección directa de gasolina.

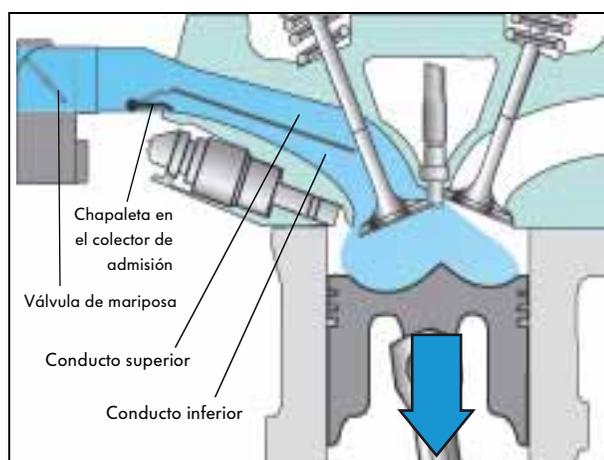
El par del motor viene determinado por el momento de encendido (corto plazo) y por la masa de aire aspirada (largo plazo). Para esta masa de aire se elige la cantidad necesaria a inyectar ($\lambda = 1$).

Admisión

La válvula de mariposa abre en función de la posición del acelerador.

La chapaleta en el colector de admisión se mantiene abierta o cerrada según el punto operativo momentáneo.

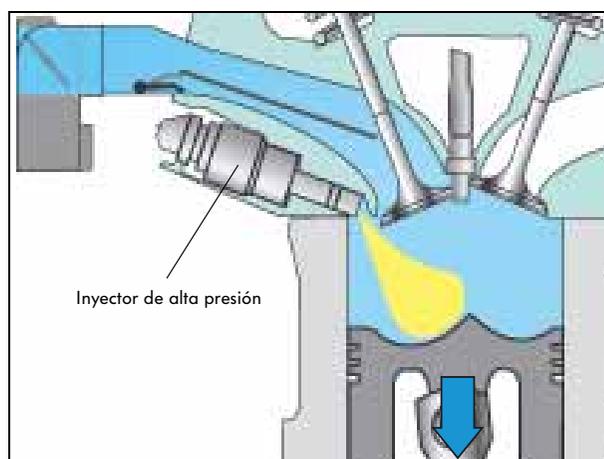
- En la gama media de cargas y regímenes está cerrada la chapaleta en el colector de admisión, haciendo que el aire aspirado fluya describiendo un torbellino cilíndrico hacia el cilindro, lo cual actúa de forma positiva en la formación de la mezcla.
- A medida que sigue aumentando la carga y el régimen, la masa de aire que sólo se puede aspirar a través del canal superior ya no resultaría ser suficiente para el proceso. En ese caso la chapaleta en el colector de admisión abre también el paso del conducto inferior.



253_042

Inyección

El combustible se inyecta aproximadamente a los 300° APMS de encendido, directamente en el cilindro, durante el ciclo de admisión.



253_117

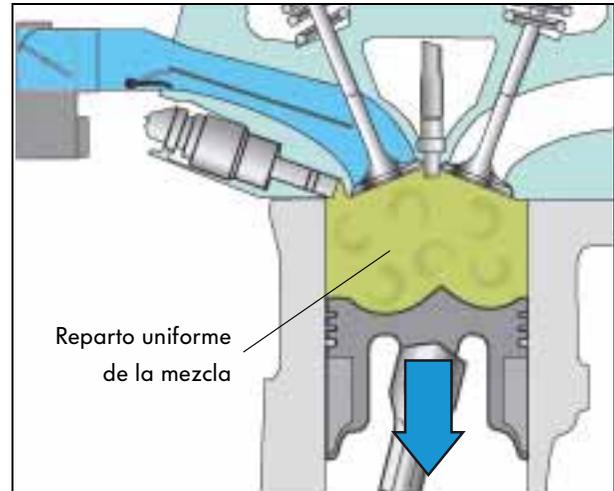


La energía necesaria para la evaporación del combustible se extrae del aire encerrado en la cámara de combustión, con lo cual el aire se enfría. Debido a ello es posible aumentar la relación de compresión en comparación con un motor con la inyección en el colector de admisión.

Formación de la mezcla

Debido a la inyección del combustible durante el ciclo de admisión hay bastante tiempo disponible para la formación de la mezcla. Esto hace que en el cilindro se reparta una mezcla homogénea (uniforme), compuesta por el combustible inyectado y el aire aspirado.

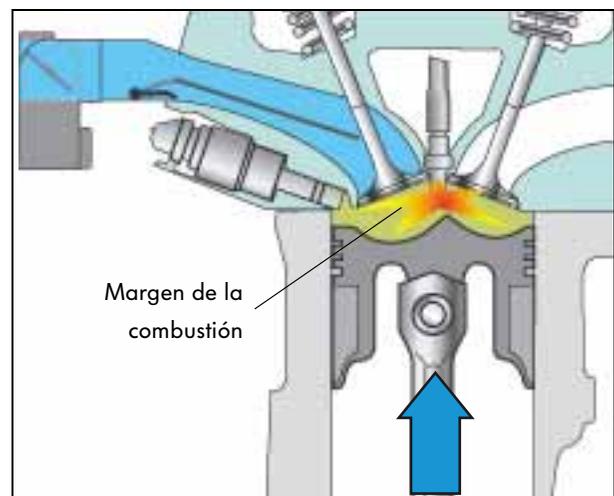
La relación de combustible y aire en la cámara de combustión es de $\lambda = 1$.



253_044

Combustión

En el modo homogéneo se influye esencialmente con el momento de encendido sobre el par del motor, el consumo de combustible y el comportamiento de las emisiones de escape.



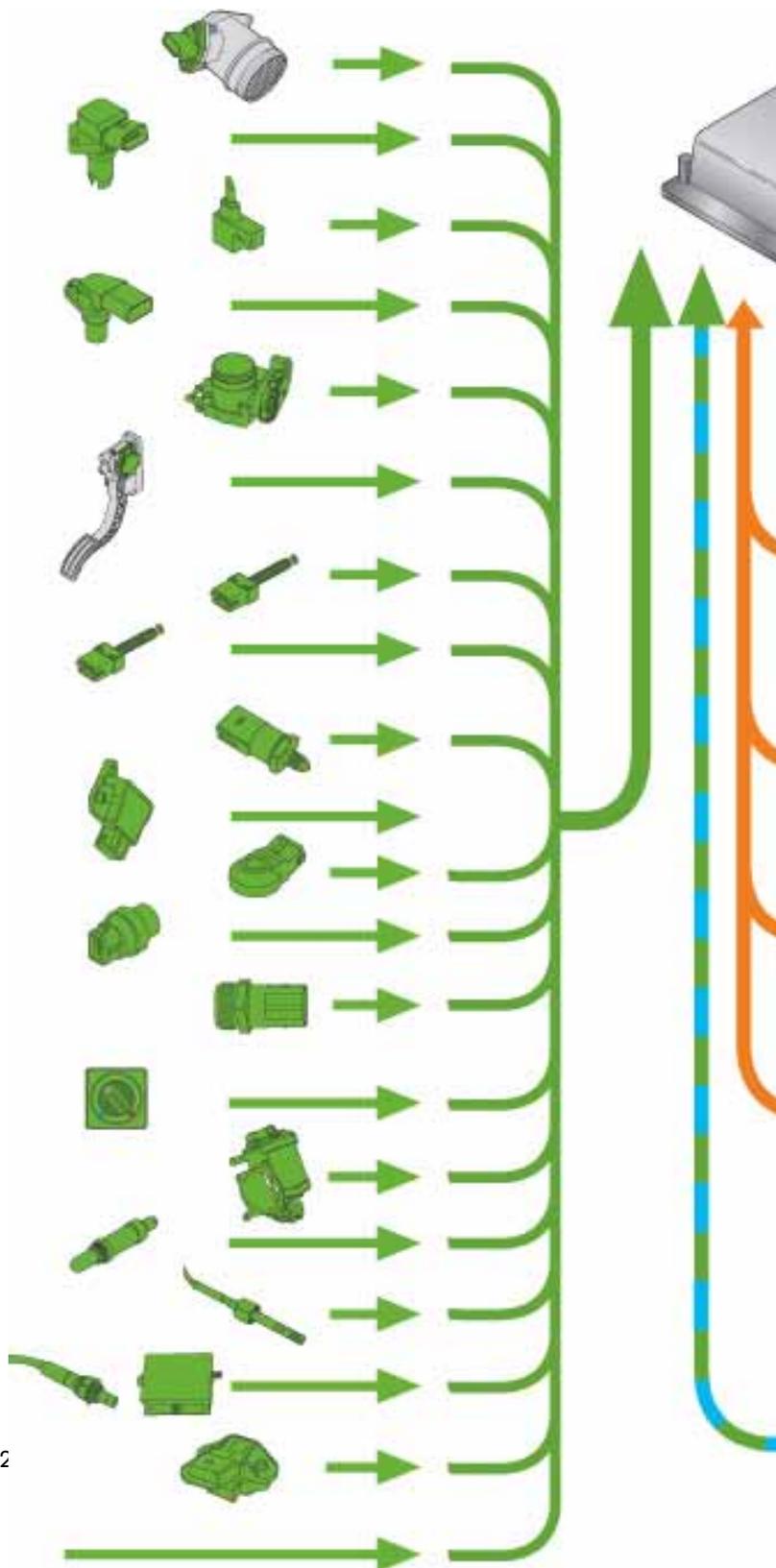
253_126



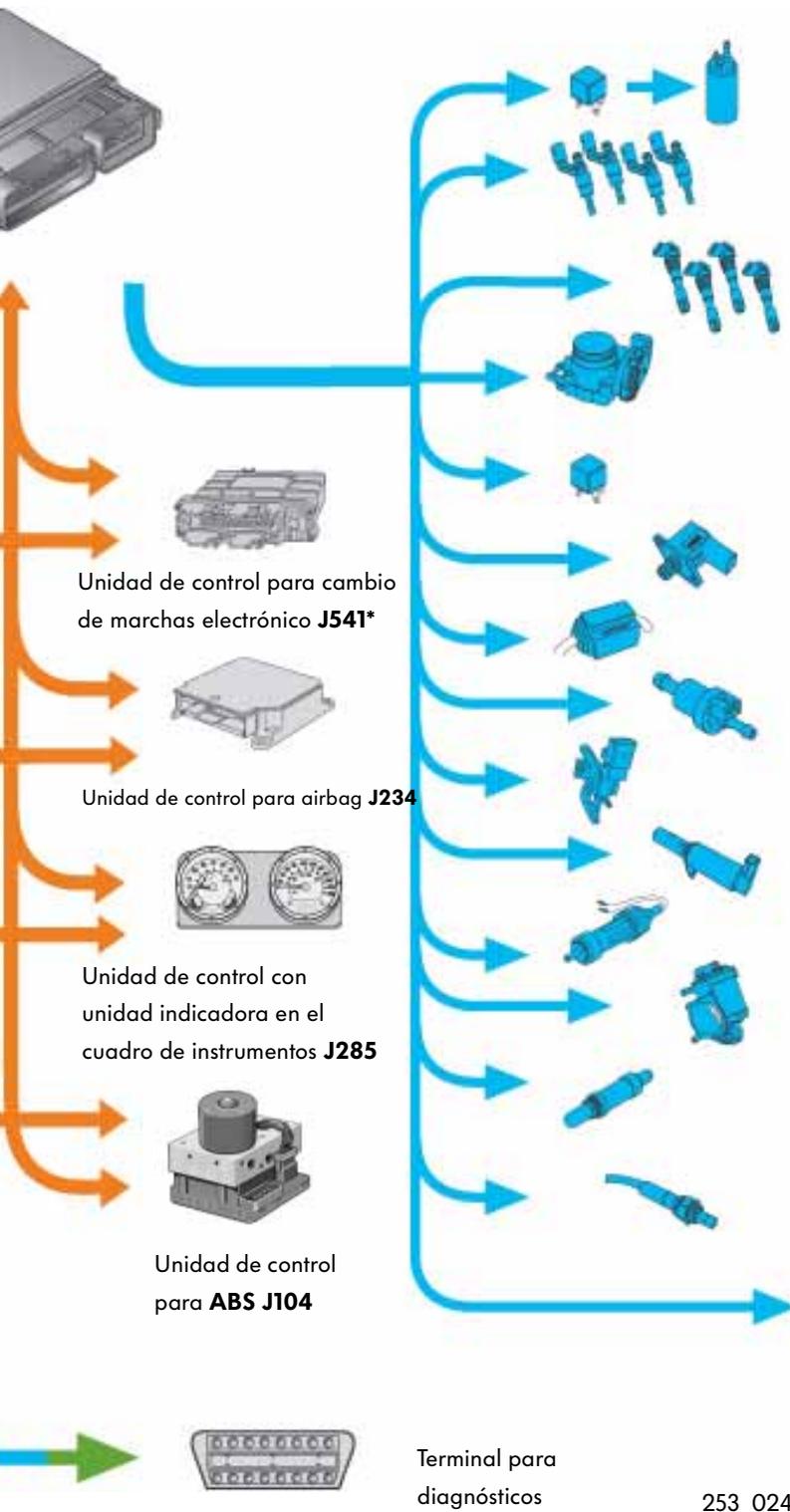
Gestión del motor

Estructura del sistema

- Medidor de la masa de aire G70
- Sensor de temperatura del aire aspirado **G42**
- Sensor de presión en el colector de admisión G71
- Sensor de régimen del motor G28
- Sensor Hall G40 (posición árboles de levas)
- Unidad de mando de la mariposa J338
- Sensor de ángulo 1 + 2 **G187, G188**
- Sensor de posición del acelerador G79
- Sensor 2 de posición del acelerador G185
- Conmutador de luz de freno F
- Conmutador de pedal de freno F47
- Conmutador de pedal de embrague F36*
- Sensor de presión del combustible G247
- Potenciómetro para chapaleta en el colector de admisión G336
- Sensor de picado G61
- Sensor de temperatura del líquido refrigerante G62
- Sensor de temperatura del líquido refrigerante a la salida del radiador G83
- Potenciómetro, botón giratorio para selección de temperatura **G267***
- Potenciómetro para recirculación de gases de escape G212
- Sonda lambda G39
- Sensor de temperatura de los gases de escape G235
- Sensor de NOx G295
- Unidad de control para sensor de NOx J583
- Sensor de presión para amplificación de servofreno G2
- Señales de entrada suplementarias



Unidad de control Motronic J220



- Relé de bomba de combustible J17
- Bomba de combustible G6
- Inyectores cilindros 1-4
N30, N31, N32, N33
- Bobinas de encendido 1 - 4 N70, N127, N291,
N292
- Unidad de mando de la mariposa J338
- Mando de la mariposa **G186**
- Relé de alimentación de corriente para
Motronic J271
- Válvula reguladora de la presión del
combustible N276
- Válvula de dosificación del combustible N290
- Electroválvula para depósito de carbón
activo N80
- Válvula para gestión del aire de la
chapaleta en el colector de admisión N316
- Válvula de reglaje de distribución variable N205
- Termostato para refrigeración del motor
gestionada por familia de características F265
- Válvula para recirculación de gases de
escape N18
- Calefacción para sonda lambda Z19
- Calefacción para sensor de NOx Z44
- Señales de salida suplementarias

* específico del vehículo

253_024

Gestión del motor

Unidad de control del motor

La unidad de control del motor va instalada en la caja de aguas y tiene 121 pines.

Para la gestión del motor se implanta en el

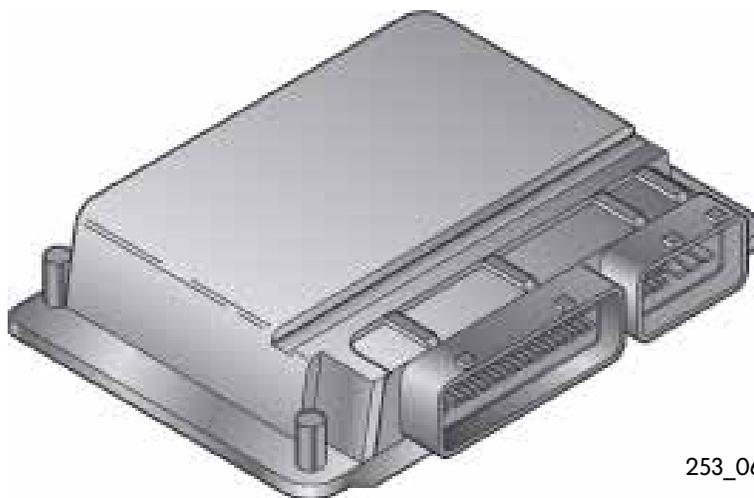
- motor de 1,4 ltr. - 77 kW el sistema Bosch Motronic MED 7.5.10 y en el
- motor de 1,6 ltr. - 81 kW el sistema Bosch Motronic MED 7.5.11

La diferencia más importante entre ambos sistemas es que el Bosch Motronic MED 7.5.11 posee un procesador más rápido.

La diferencia con respecto a Bosch Motronic ME 7.5.10 reside en que ambos sistemas de gestión de motores tienen implementada la inyección directa de gasolina como función adicional.

Aparte de ello se ha ampliado la diagnosis OBD por medio de los siguientes componentes:

- Sensor de NOx (G295)
- Sensor de temperatura de los gases de escape (G235)
- Potenciómetro para recirculación de gases de escape (G212)
- Potenciómetro para chapaleta en el colector de admisión (G336)
- Sensor de presión del combustible (G247)
- Válvula para reglaje de distribución variable (N205)
- Diagnosis en el modo de mezcla pobre



253_067

La designación MED 7.5.10/11 significa:

- M** = Motronic
- E** = Acelerador electrónico
- D** = Inyección directa
- 7.** = Versión
- 5.10/11** = Nivel de desarrollo

Gestión del motor basada en el par

Tal y como ya se conoce en el sistema Bosch Motronic ME 7.5.10, también el sistema Bosch Motronic MED 7.5.10/11 es un sistema de gestión de motores basado en el par. Esto significa, que se colectan, analizan y coordinan todas las solicitudes de entrega de par.

Las solicitudes de entrega de par

de orden interior son:

- arranque del motor
- calefacción del catalizador
- regulación del ralentí
- limitación de potencia
- limitación del régimen
- regulación lambda

de orden exterior son:

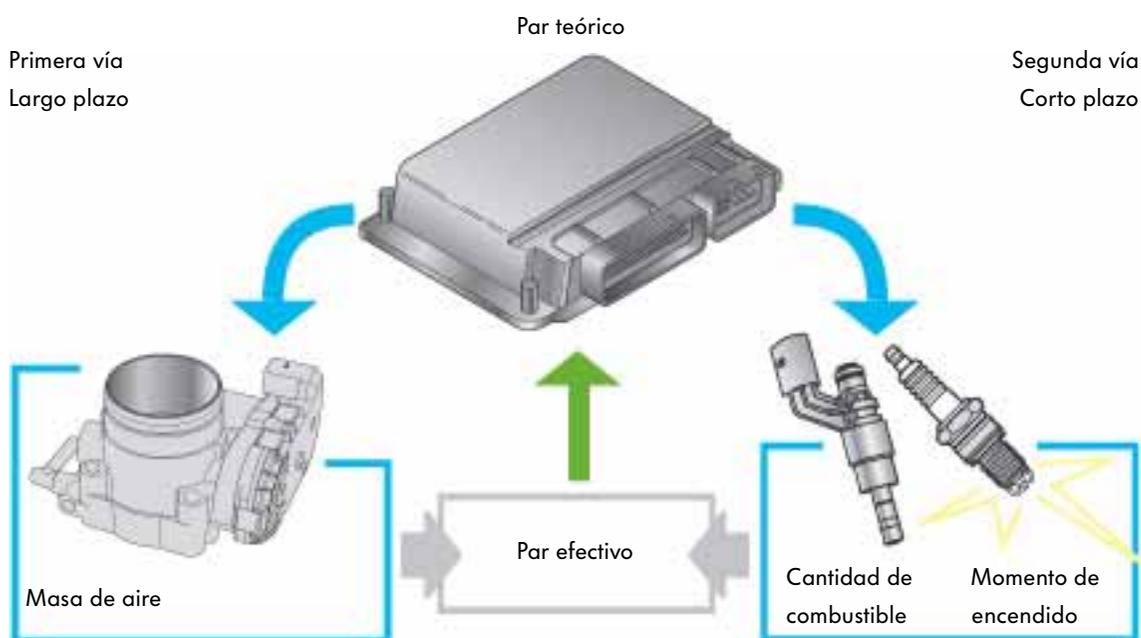
- deseos del conductor
- cambio automático (punto de cambio)
- sistema de frenos (regulación antideslizamiento de la tracción, regulación del par de inercia del motor)
- climatizador (compresor para climatizador On/Off)
- programador de velocidad

Previo cálculo del par teórico del motor se lleva a la práctica la solicitud por dos vías:

En la primera vía se influye sobre el llenado de los cilindros. Sirve para las solicitudes de entrega de par de mayor plazo.

En el modo estratificado le corresponde poca importancia, porque la válvula de mariposa abre a una gran magnitud, para reducir las pérdidas por estrangulamiento.

En la segunda vía se influye por corto plazo sobre el par de giro, independientemente del llenado de los cilindros. En el modo estratificado sólo se determina el par a través de la cantidad de combustible, mientras que en los modos homogéneo-pobre y homogéneo sólo se determina a través del momento de encendido.



253_082

Gestión del motor

Puesta en práctica del par motor en la versión de inyección directa de gasolina.

Previo análisis de las solicitudes de entrega de par de orden interno y externo, la unidad de control del motor calcula el par teórico y la forma de ponerlo en práctica.

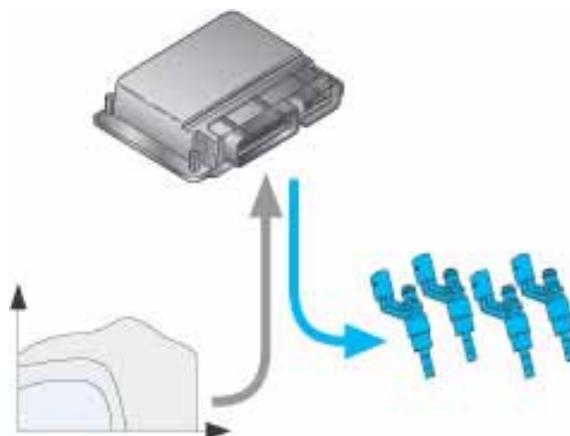


Implementación en el modo estratificado

En el modo estratificado se implementa el par teórico a través de la cantidad inyectada.

La masa de aire desempeña un papel de segunda importancia, porque la válvula de mariposa se encuentra abierta a una gran magnitud, para reducir las pérdidas por estrangulamiento.

Al momento de encendido le corresponde también una reducida importancia, debido a que la inyección se efectúa en un momento tardío.

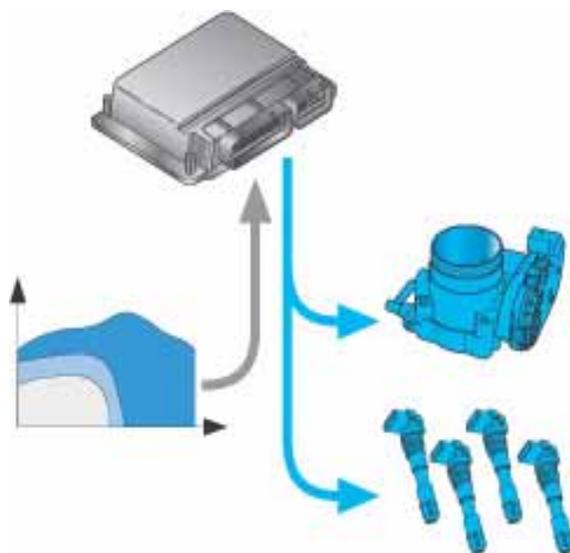


253_110

Implementación en el modo homogéneo-pobre y en el modo homogéneo

En estos dos modos operativos se implementan las solicitudes de entrega de par a corto plazo a través del momento de encendido y a largo plazo a través de la masa de aire.

En virtud de que la mezcla de combustible y aire corresponde a un factor lambda fijo de 1,55 o bien 1 en ambos modos operativos, la cantidad a inyectar viene dada por la masa del aire aspirado. Por ese motivo no se procede a regular aquí el par de giro.



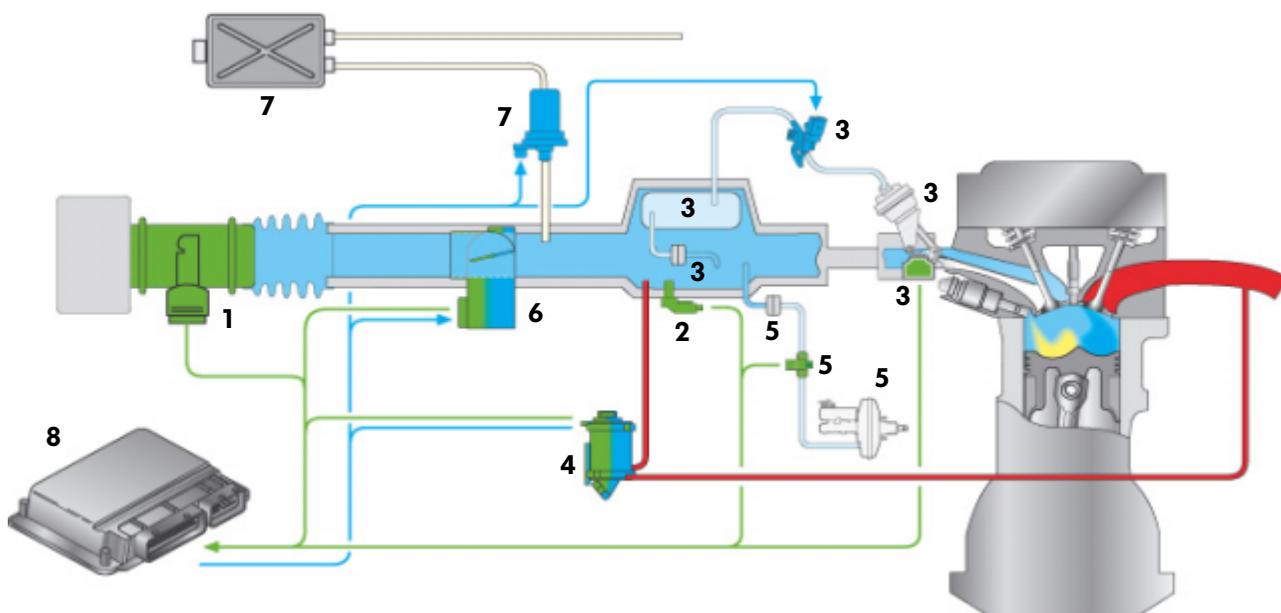
253_109

El sistema de admisión

ha sido adaptado a las necesidades de un motor de inyección directa de gasolina, en comparación con el sistema Bosch Motronic ME 7.5.10. Lo especial en este sistema es que se influye de forma específica en el flujo del aire en el cilindro, según el modo operativo en cuestión.

A las modificaciones pertenece lo siguiente:

- 1 un medidor de la masa de aire por película caliente (G70) con el sensor de temperatura del aire aspirado (G42) para la determinación exacta de las condiciones de carga
- 2 un sensor de presión en el colector de admisión (G71) para calcular la cantidad de gases de escape a recircular
- 3 un circuito de mando para las chapaletas en el colector de admisión (N316, G336) con objeto de conseguir un flujo específico del aire en el cilindro
- 4 una electroválvula de recirculación de gases de escape (G212, N18) con una gran sección de paso para conseguir altas cantidades de gases recirculados
- 5 un sensor de presión para servofreno (G294), destinado a regular la depresión de frenado



- 6 unidad de mando de la mariposa (J338)
- 7 depósito de carbón activo (N80)
- 8 unidad de control para Motronic (J220)

253_079

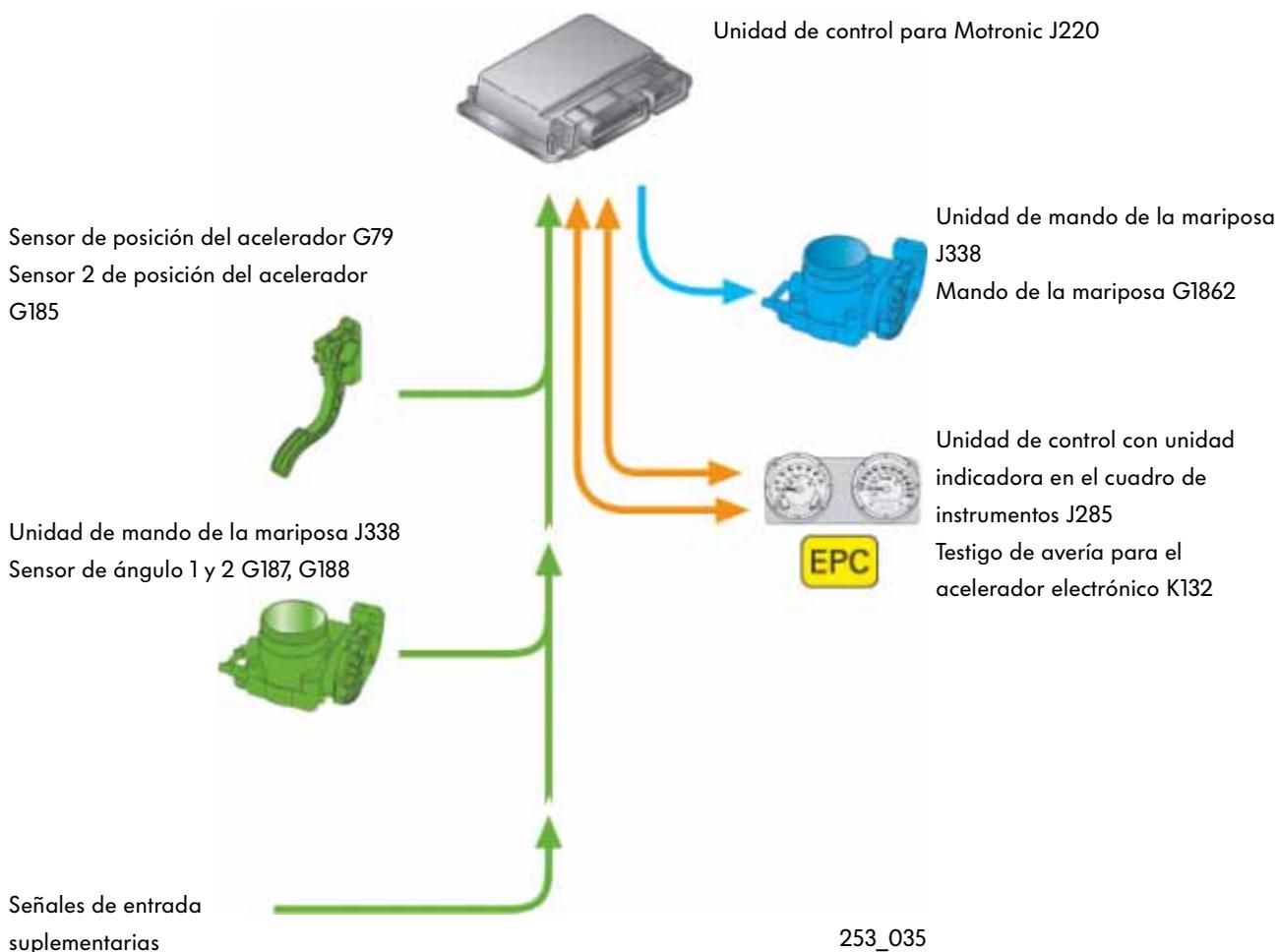


Gestión del motor

Acelerador electrónico

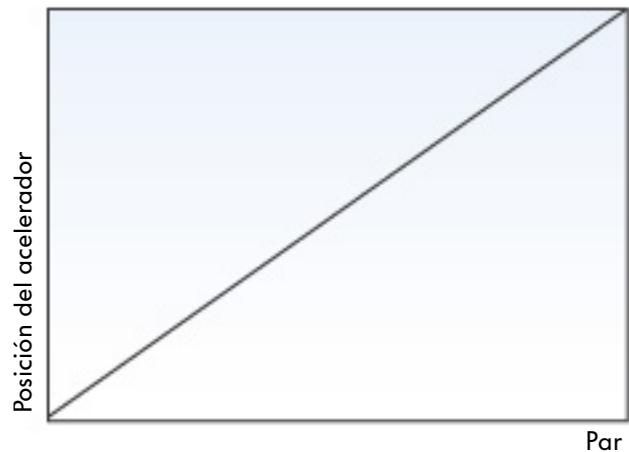
Constituye la condición previa esencial para la inyección directa de gasolina. Con su ayuda se puede regular la válvula de mariposa independientemente de la posición del acelerador y en los modos estratificado y homogéneo-pobre se la puede abrir a una mayor magnitud.

La ventaja se manifiesta en un funcionamiento del motor casi exento de pérdidas de estrangulamiento. Eso significa, que el motor tiene que aspirar el aire superando una menor resistencia, con lo cual se reduce el consumo de combustible.

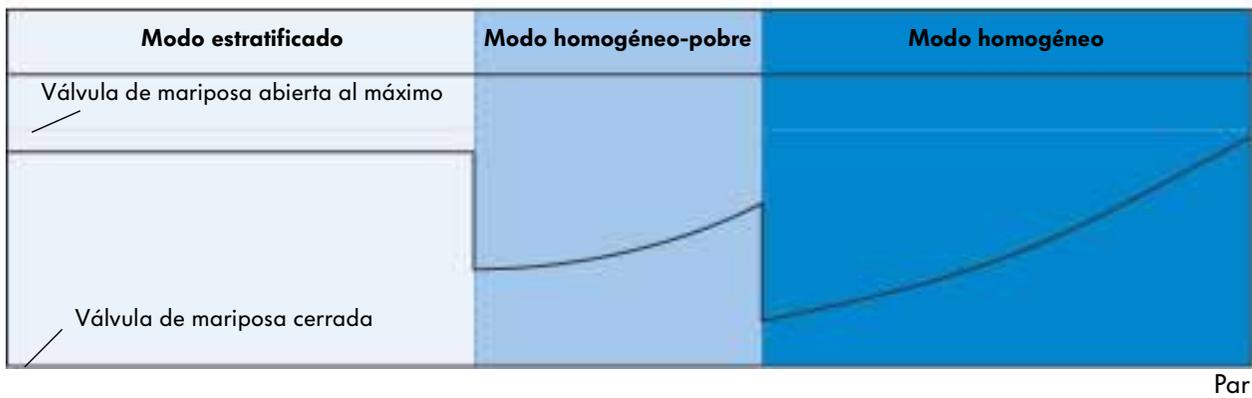


Así funciona:

Los deseos expresados por el conductor a través del acelerador se detectan por medio de los sensores de posición del acelerador (G79, G185) y se transmiten a la unidad de control del motor. Con ayuda de esta señal y otras señales suplementarias calcula el par necesario y lo implementa a través de los actuadores.



253_034



253_034

En el modo estratificado se determina el par del motor a través de la cantidad de combustible.

La válvula de mariposa se encuentra casi completamente abierta, excepto un estrangulamiento necesario para el depósito de carbón activo, la recirculación de gases de escape y eventualmente para la regulación de la depresión para el freno.

En los modos homogéneo-pobre y homogéneo el par del motor se determina a través del ángulo de encendido y la masa de aire aspirada.

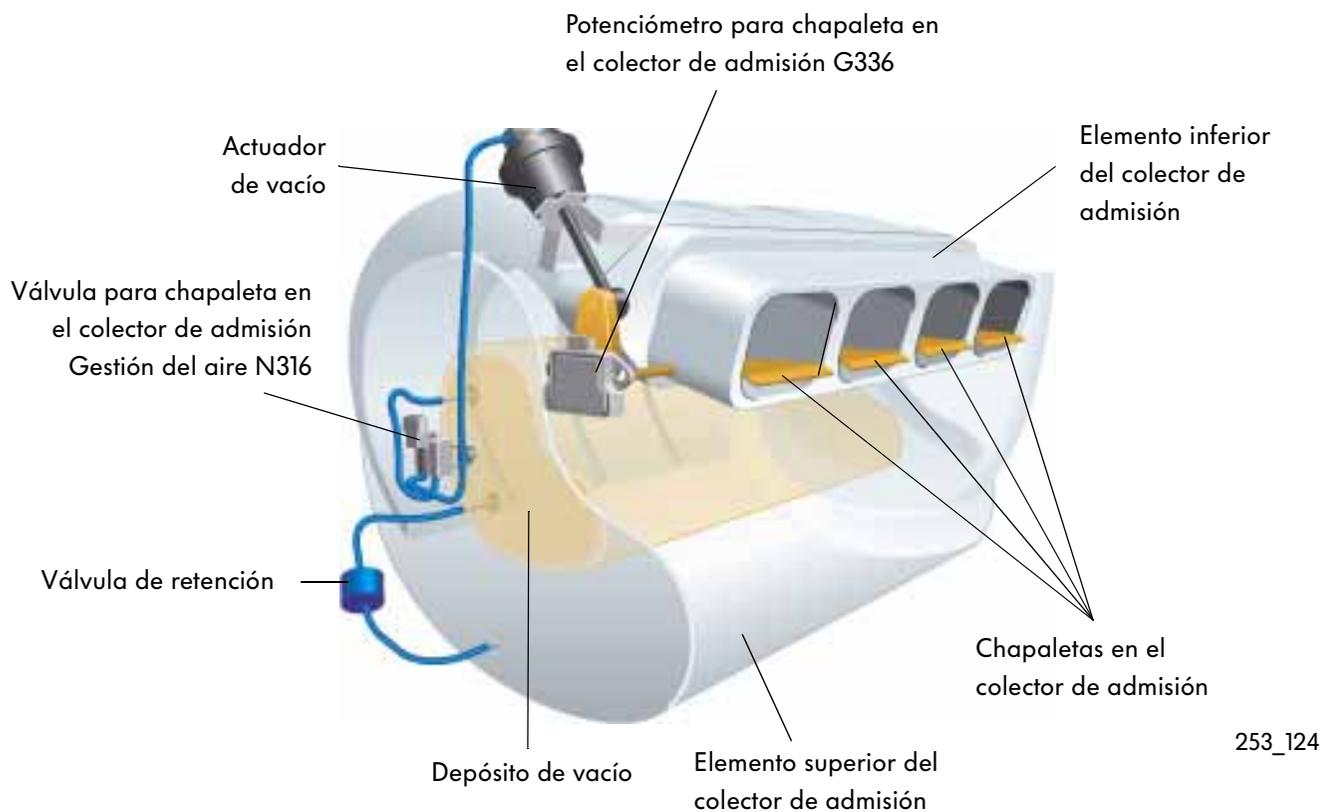
La válvula de mariposa abre de acuerdo con el par motor necesario.



Gestión del motor

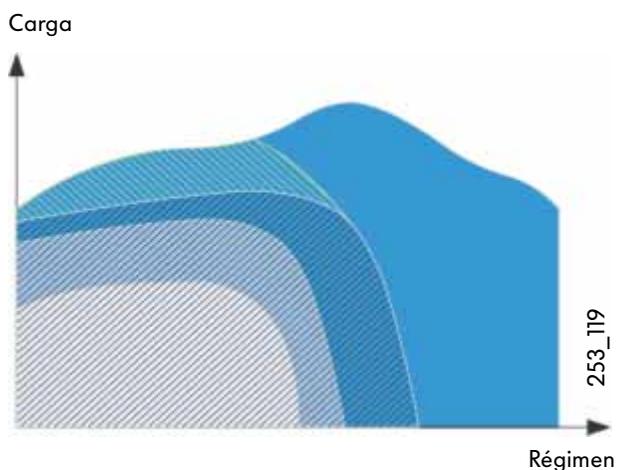
El circuito de la chapaleta en el colector de admisión

se encuentra en los elementos superior e inferior del colector de admisión. Se utiliza para gestionar el flujo del aire en el cilindro de conformidad con el modo operativo reinante.



En el diagrama se muestra el margen en el que se encuentra accionada la chapaleta del colector de admisión.

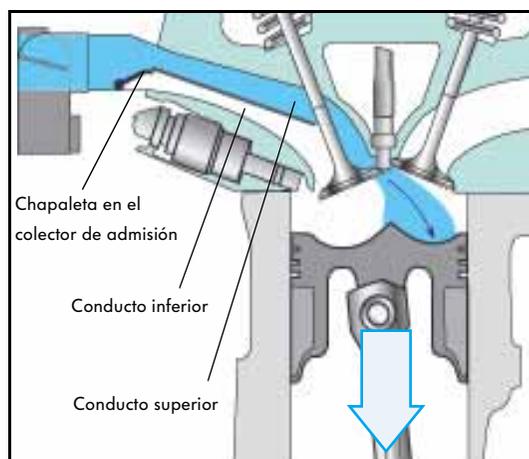
- Margen de chapaleta en el colector de admisión accionada - Golf FSI
- Margen de chapaleta en el colector de admisión accionada - Lupo FSI
- Modo homogéneo
- Modo homogéneo-pobre
- Modo estratificado



Chapaleta en el colector de admisión accionada

En los modos estratificado y homogéneo-pobre y en partes del modo homogéneo se acciona la chapaleta en el colector de admisión y se cierra el conducto inferior en la culata.

Debido a ello el aire de admisión fluye únicamente a través del conducto superior hacia el cilindro. Este conducto está diseñado de modo que el aire de admisión ingrese describiendo una turbulencia cilíndrica. Adicionalmente aumenta la velocidad de flujo a través del estrecho conducto superior, intensificando la formación de la mezcla.



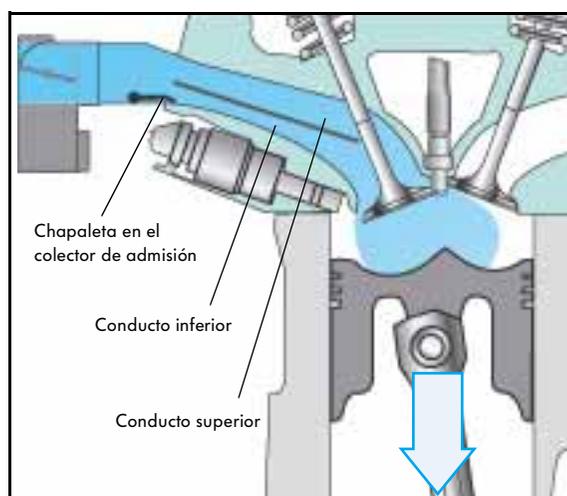
253_037

Esto supone dos ventajas:

- En el modo estratificado, el flujo cilíndrico del aire transporta el combustible hacia la bujía. En el trayecto hacia ésta se realiza la formación de la mezcla.
- En el modo homogéneo-pobre y en partes del modo homogéneo, el flujo de turbulencia cilíndrica del aire respalda la formación de la mezcla. De esta forma se consigue una alta capacidad de ignición de la mezcla y una combustión estable, así como un funcionamiento con mezcla pobre.

Chapaleta en el colector de admisión no accionada

Al funcionar a cargas y regímenes superiores en el modo homogéneo no se acciona la chapaleta en el colector de admisión, con lo cual se encuentran abiertos ambos conductos. Debido a la mayor sección de paso del conducto de admisión, el motor puede aspirar la masa de aire necesaria para la entrega de un par más intenso y una alta potencia.



253_127



Gestión del motor

Potenciómetro para chapaleta en el colector de admisión G336

Localización

Va fijado al elemento inferior del colector de admisión y unido al eje para las chapaletas en el colector de admisión.

Misión

Detecta la posición de las chapaletas en el colector de admisión y transmite esta información a la unidad de control del motor. Esto es necesario, porque la actuación de las chapaletas en el colector de admisión influye en el encendido, en el contenido de gases residuales y en las pulsaciones del aire en el colector de admisión. La posición de las chapaletas en el colector de admisión resulta relevante por ello para los gases de escape, en virtud de lo cual se la tiene que verificar a través de la autodiagnos.

Válvula para chapaleta en el colector de admisión, gestión de aire N316

Localización

Va fijada al elemento superior del colector de admisión.

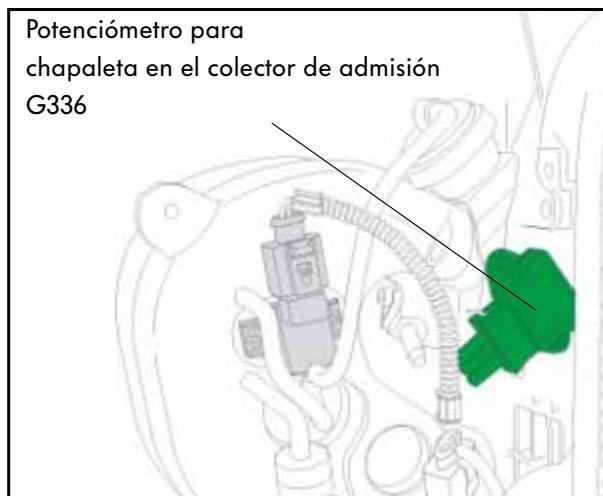
Misión

Es excitada por la unidad de control del motor y abre el paso del depósito de vacío hacia el actuador de vacío. A raíz de ello el actuador de vacío se encarga de accionar las chapaletas en el colector de admisión.

Efectos en caso de avería

Si se avería esta válvula ya sólo se permite el modo homogéneo.

Potenciómetro para chapaleta en el colector de admisión G336



253_154

Efectos en caso de ausentarse la señal

Si se ausenta la señal del potenciómetro ya sólo se permite el modo homogéneo.

Válvula para chapaleta en el colector de admisión, gestión de aire N316



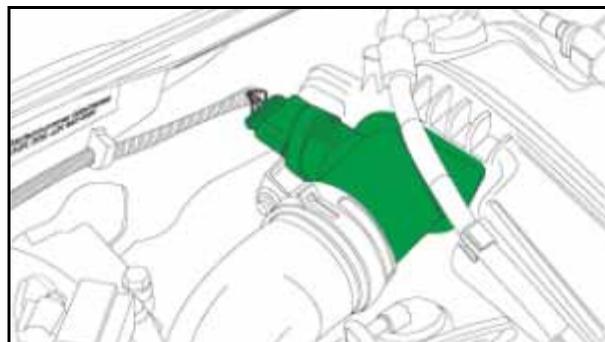
253_153

Medidor de la masa de aire G70 con sensor de temperatura del aire aspirado G42

Ambos sensores van alojados en una carcasa situada en el trayecto de admisión ante la unidad de mando de la mariposa.

Para obtener la señal más exacta posible sobre la carga del motor se emplea un medidor de la masa de aire por película caliente con detección de flujo inverso. Mide no sólo el aire aspirado, sino que también detecta la cantidad de aire que vuelve debido a la apertura y el cierre de las válvulas.

La temperatura del aire de admisión se utiliza como valor de corrección.



253_060

Aplicaciones de la señal

Las señales se emplean para calcular todas las funciones supeditadas a la carga. Son éstas por ejemplo el tiempo de inyección, el momento de encendido y el sistema del depósito de carbón activo.

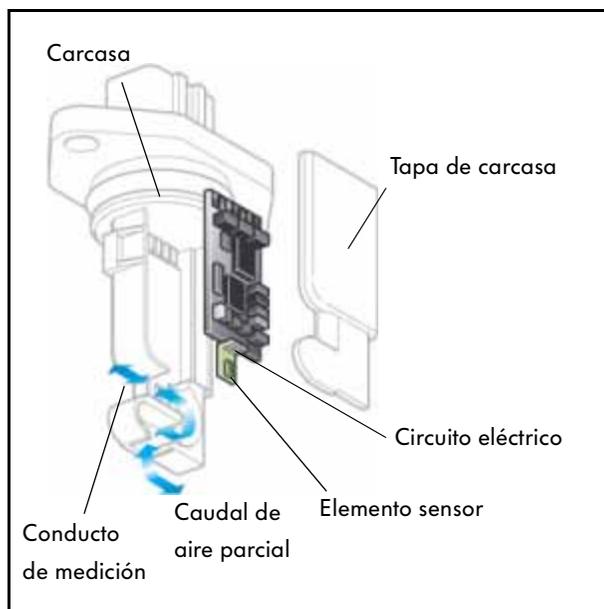
Efectos en caso de ausentarse la señal

Si se avería el medidor de la masa de aire se emplea la señal del sensor de presión en el colector de admisión G71 como señal de carga del motor.

Estructura

El medidor de la masa de aire por película caliente consta de una carcasa de material plástico con un conducto de medición y un circuito eléctrico con un elemento sensor. El conducto de medición está diseñado de modo que una parte del aire aspirado y el aire de flujo inverso pasen ante el elemento sensor.

En el elemento sensor se genera con ello una señal que se procesa en el circuito eléctrico y se transmite a la unidad de control del motor.



253_076



Para más información sobre el funcionamiento consulte el Programa autodidáctico núm. 195 «Motor V5 de 2,3 ltr.».

Gestión del motor

Sensor de presión en el colector de admisión G71

Va fijado al elemento superior del colector de admisión. Mide la presión en el colector de admisión y transmite una señal correspondiente a la unidad de control del motor.

Aplicaciones de la señal

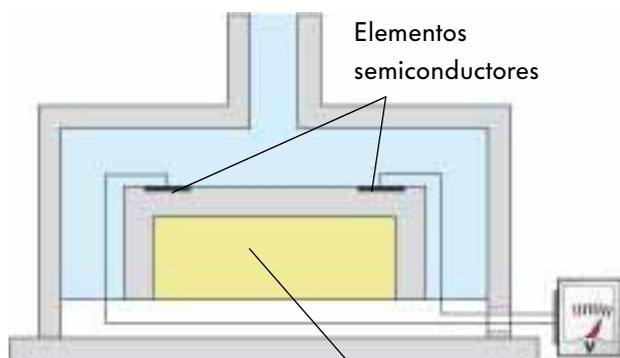
Con esta señal y con las señales del medidor de la masa de aire y el sensor de temperatura del aire aspirado, la unidad de control del motor calcula la cantidad exacta de gases de escape a recircular.

Con el sensor de presión en el colector de admisión se detecta asimismo la carga durante el ciclo de arranque del motor, porque en esas condiciones son todavía demasiado inexactas las señales procedentes del medidor de la masa de aire, debido a las pulsaciones que presenta la admisión.

Así funciona:

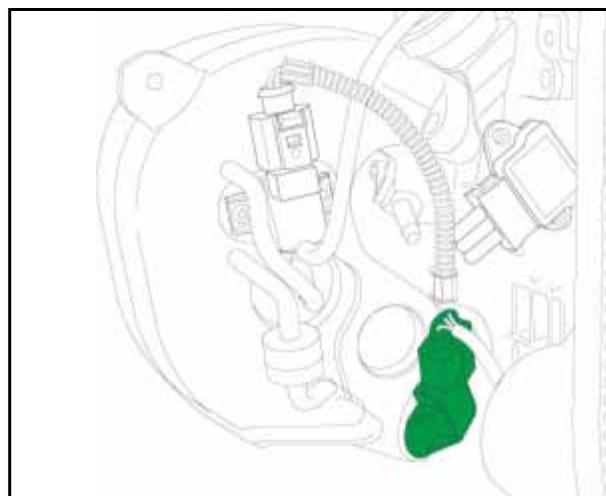
La medición de la presión en el colector de admisión se realiza con ayuda de una membrana de cristales de silicio. Sobre esta membrana hay resistencias extensométricas, cuya resistencia eléctrica varía ante cualquier deformación de la membrana. El vacío de referencia se utiliza para la comparación de presiones.

Baja depresión = Alta tensión de salida



253_141

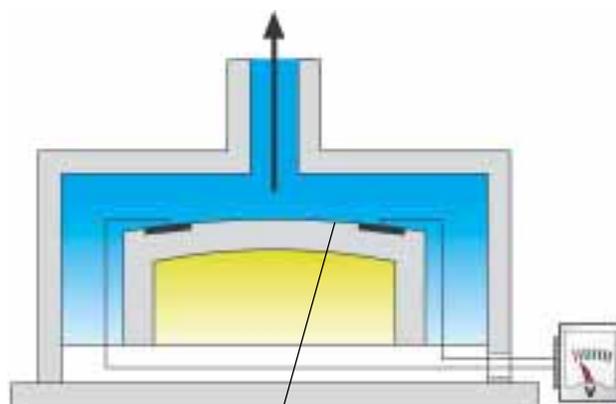
Vacío de referencia



253_061

La membrana se deforma según la intensidad de la presión en el colector de admisión, con lo cual varía la resistencia y se produce una tensión variable de las señales. Con ayuda de esta tensión de las señales, la unidad de control del motor detecta la presión que está dada en el colector de admisión.

Alta depresión = Baja tensión de salida



Membrana de cristales de silicio

253_142

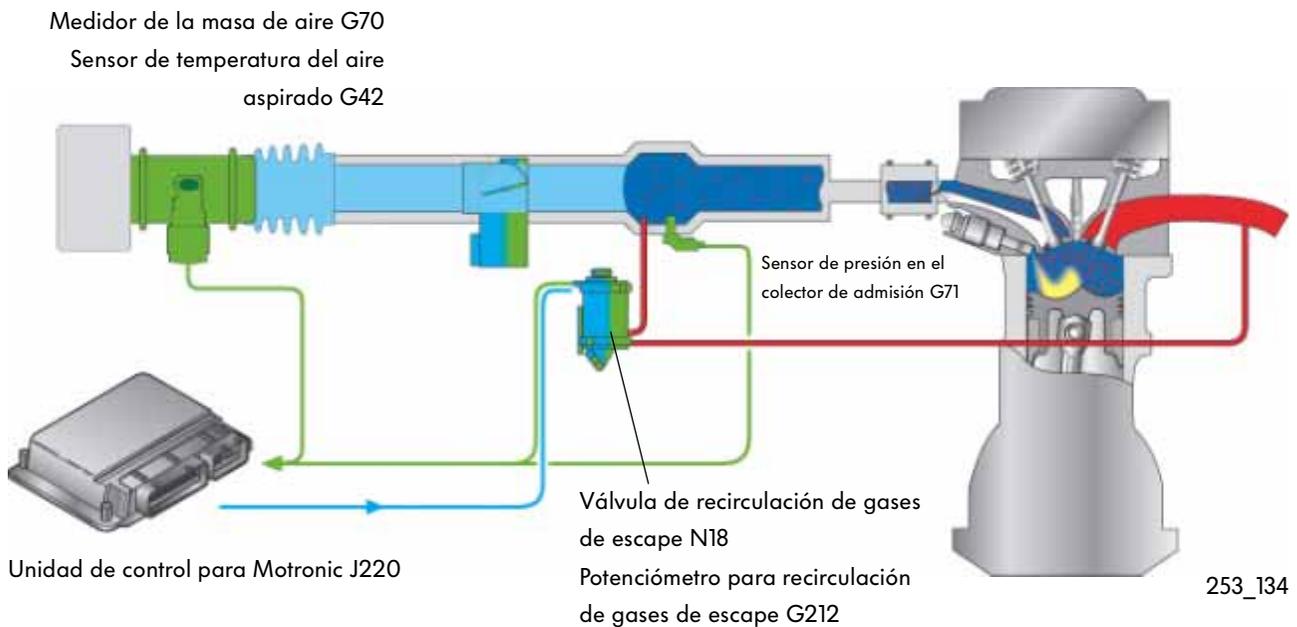
Así se determina la cantidad de gases de escape a recircular

Con ayuda del medidor de la masa de aire, la unidad de control del motor mide la masa del aire fresco aspirado y calcula de ahí la correspondiente presión en el colector de admisión. Si se alimentan gases de escape a través del sistema de recirculación aumenta la masa del aire fresco en una cantidad correspondiente a la de los gases recirculados y la presión en el colector de admisión aumenta. El sensor de presión en el colector de admisión mide esta presión y transmite una señal de

tensión correspondiente a la unidad de control del motor.

Previo análisis de esta señal se determina la cantidad total (aire fresco + gases de escape). El sistema resta la masa de aire fresco de esta cantidad total y obtiene así la cantidad de gases de escape.

La ventaja reside en que se puede aumentar la cantidad de gases de escape a recircular y se la puede acercar aún más al límite operativo.



Efectos en caso de ausentarse la señal

Si se avería el sensor de presión en el colector de admisión, la unidad de control del motor calcula la cantidad de gases de escape y reduce la cantidad a recircular en comparación con lo previsto en la familia de curvas características.



Gestión del motor

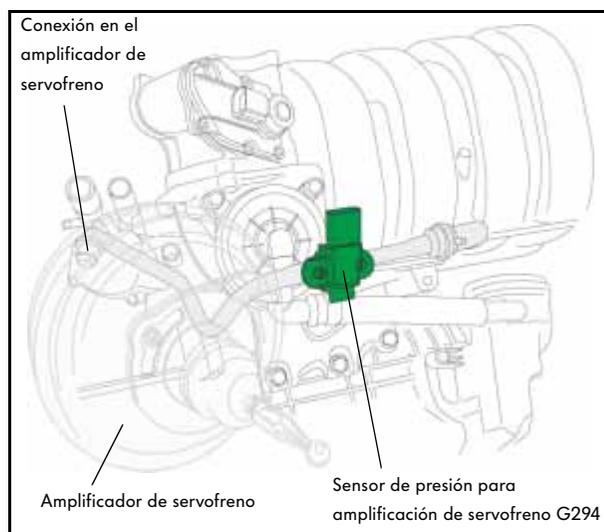
Sensor de presión para amplificación de servofreno G294

Se encuentra en el conducto entre el colector de admisión y el amplificador de servofreno.

Mide la presión en el conducto y en el amplificador de servofreno, respectivamente.

Aplicaciones de la señal

Con ayuda de la señal de tensión procedente del sensor de presión, la unidad de control del motor detecta si es suficiente la depresión para el funcionamiento del amplificador de servofreno.



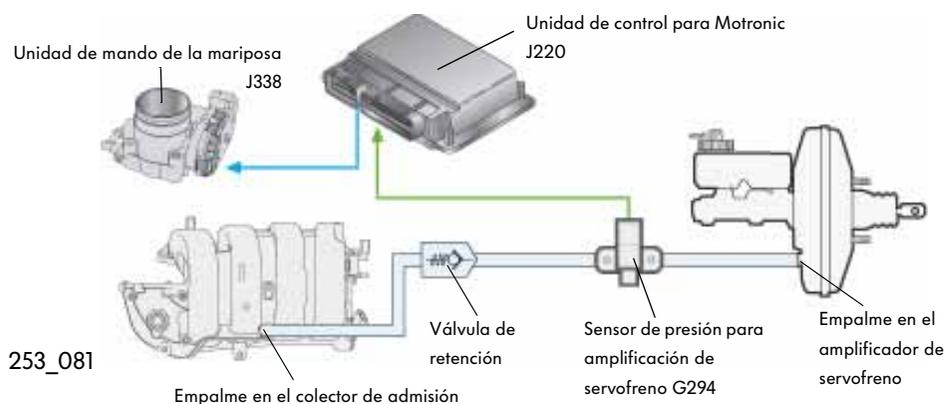
253_059

Así funciona:

El amplificador de servofreno requiere una depresión específica para alcanzar lo más rápidamente posible la fuerza de frenado máxima.

En los modos operativos de carga estratificada y carga homogénea-pobre, la válvula de mariposa se encuentra más abierta y en el colector de admisión está dada una baja

depresión. La depresión acumulada en el servofreno deja de ser suficiente si ahora se acciona el freno varias veces. Para evitar este fenómeno se procede a cerrar un poco más la válvula de mariposa, para que aumente el vacío generado. Si la depresión sigue siendo insuficiente se cierra más aún la mariposa y en caso dado se pasa incluso al modo homogéneo.



253_081

Efectos en caso de ausentarse la señal

Si se ausenta la señal del sensor de presión ya sólo se puede poner en vigor el modo operativo homogéneo.

Sistema de combustible

Está dividido en un sistema de combustible de baja y uno de alta presión. Adicionalmente se conduce combustible a través del sistema de depósito de carbón activo para su combustión en el motor.

En el sistema de combustible de baja presión

la bomba eléctrica en el depósito eleva el combustible hacia la bomba de alta presión. La presión del combustible en funcionamiento normal es de 3 bares y durante el arranque en caliente es de 5,8 bares como máximo.

Consta de:

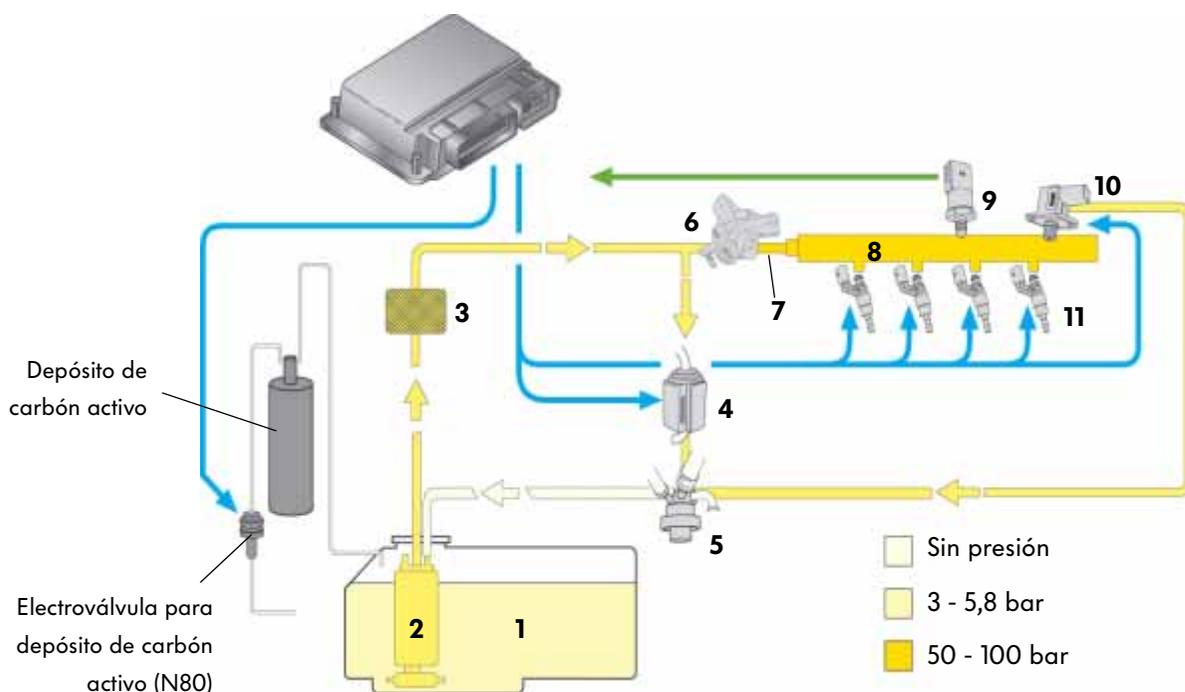
- 1 el depósito de combustible
- 2 la bomba eléctrica de combustible (G6)
- 3 el filtro de combustible
- 4 la válvula de dosificación de combustible (N290)
- 5 el regulador de presión del combustible

En el sistema de combustible de alta presión

la bomba de alta presión impele el combustible hacia el tubo distribuidor. La presión del combustible es medida allí por el sensor correspondiente y la válvula reguladora se encarga de regularla a 50 hasta 100 bares. La inyección corre a cargo de los inyectores de alta presión.

Consta de:

- 6 la bomba de combustible de alta presión
- 7 un tubo de combustible de alta presión
- 8 el tubo distribuidor de combustible
- 9 el sensor de presión del combustible (G247)
- 10 la válvula reguladora para presión del combustible (N276)
- 11 los inyectores de alta presión (N30-N33)



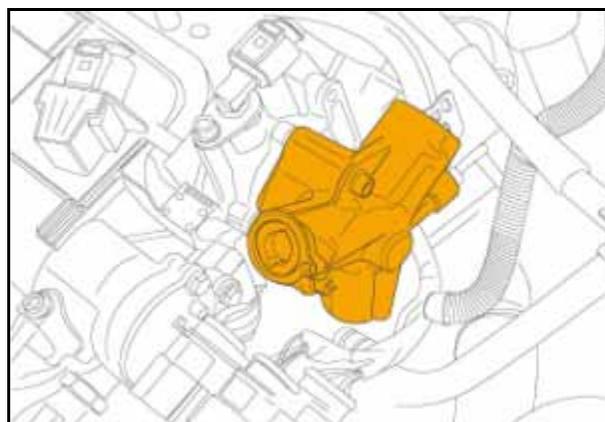
Gestión del motor

La bomba de combustible de alta presión

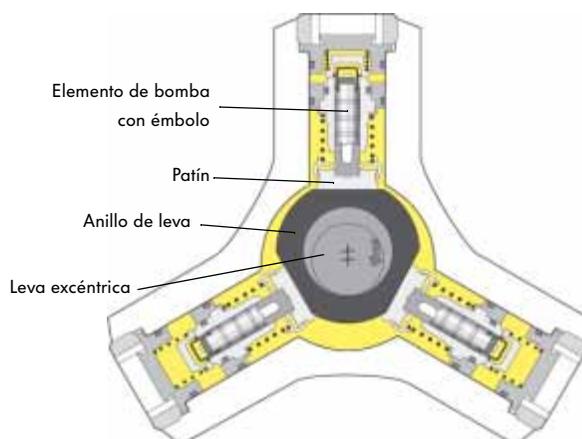
va atornillada a la carcasa del árbol de levas.

Se trata de una bomba radial de 3 cilindros accionada por el árbol de levas de admisión. Con los tres elementos de bomba decalados a 120° se mantienen reducidas las fluctuaciones de la presión en el tubo distribuidor de combustible.

Asume la función de establecer una presión de hasta 100 bares en el sistema de combustible de alta presión.



253_058



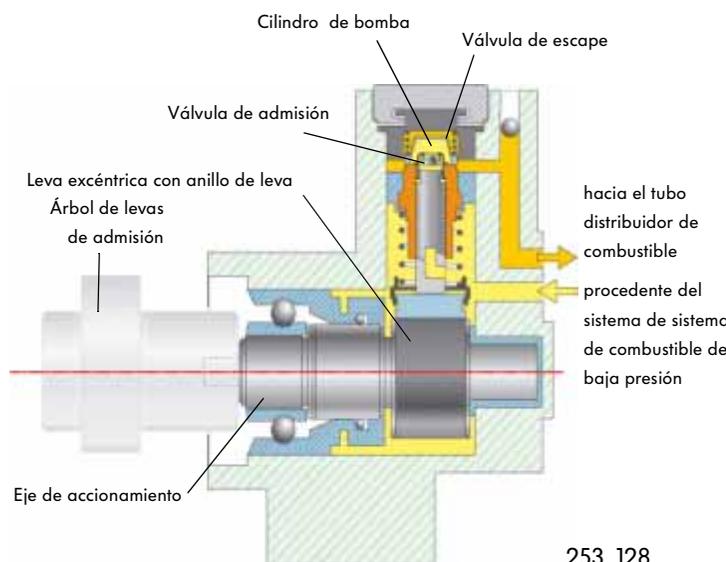
253_030

Accionamiento

El eje de accionamiento de la bomba de combustible de alta presión es impulsado por el árbol de levas de admisión.

En el eje de accionamiento hay una leva excéntrica, que soporta un anillo de leva. Al girar el eje de accionamiento, la leva excéntrica con el anillo de leva establece los movimientos de ascenso y descenso del émbolo de la bomba.

- Durante el movimiento descendente se aspira el combustible del sistema de baja presión.
- Durante el movimiento ascendente se impele el combustible hacia el tubo distribuidor.



253_128

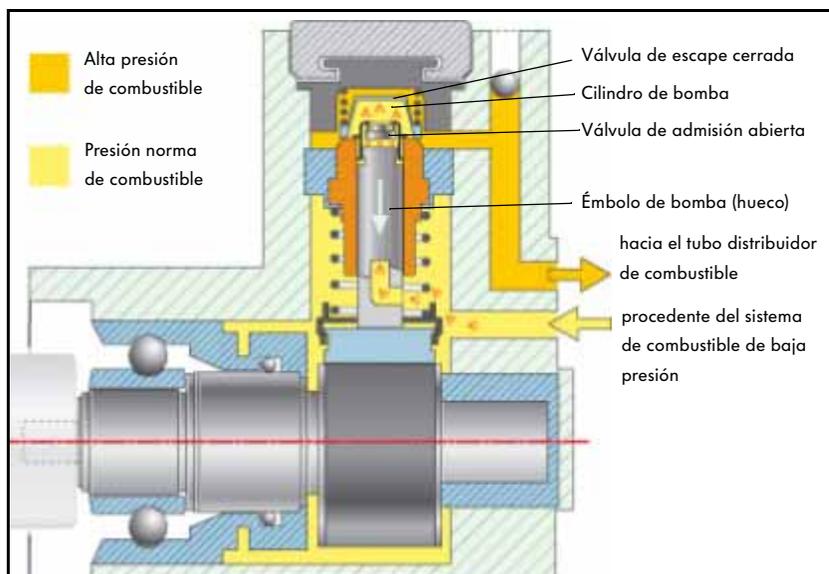
Así funciona:

El combustible pasa del sistema de baja hacia la bomba de alta presión. Allí recorre el émbolo hueco de la bomba hacia la válvula de admisión.

Carrera aspirante

Durante el movimiento descendente del émbolo de la bomba aumenta el volumen en su cilindro y la presión desciende. En cuanto la presión en el

émbolo hueco es superior a la del cilindro de la bomba, la válvula de admisión abre y permite que el combustible refluya.

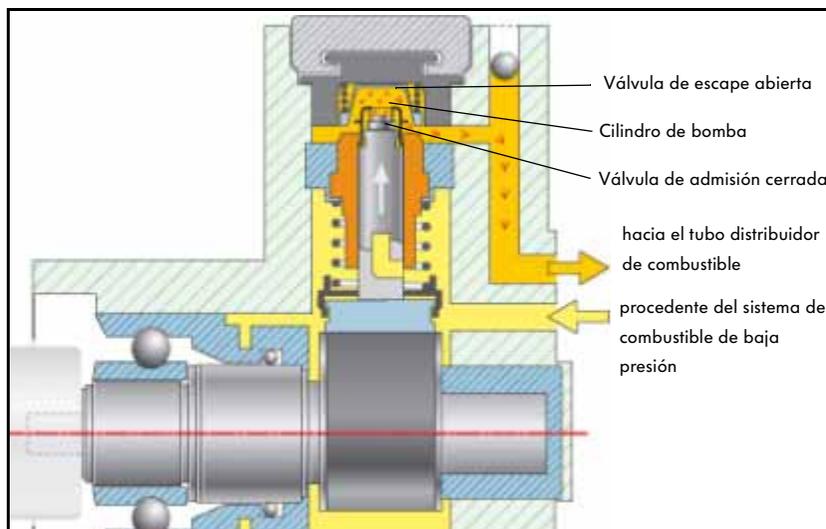


253_096

Carrera impelente

Con el comienzo del movimiento ascendente que efectúa el émbolo de la bomba aumenta la presión en su cilindro y la válvula de admisión cierra. Si la presión en el cilindro de la bomba es

superior a la del tubo distribuidor, la válvula de escape abre y el combustible es impelido hacia el tubo distribuidor.



253_026



Gestión del motor

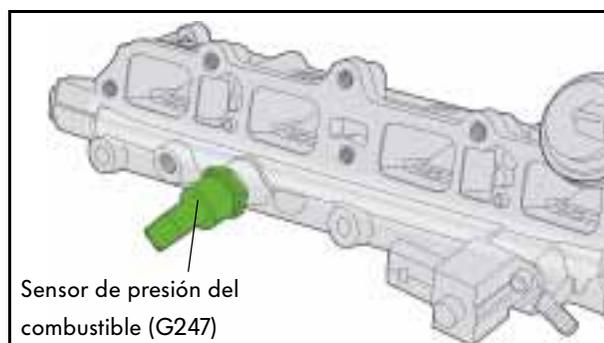
El sensor de presión del combustible (G247)

se encuentra en la parte inferior del colector de admisión y va atornillado en el tubo distribuidor de combustible.

Mide la presión del combustible en el tubo distribuidor.

Aplicaciones de la señal

Con esta señal, la unidad de control del motor regula la presión del combustible en el sistema de alta presión, en función de una familia de curvas características.



253_046

Así funciona:

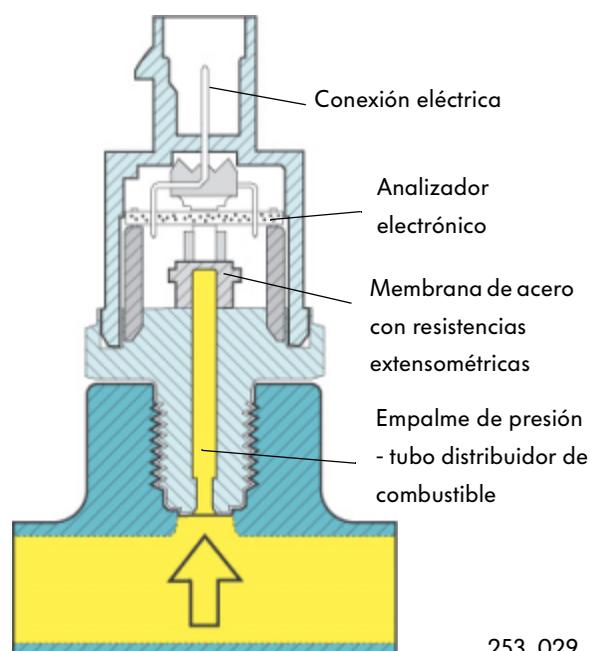
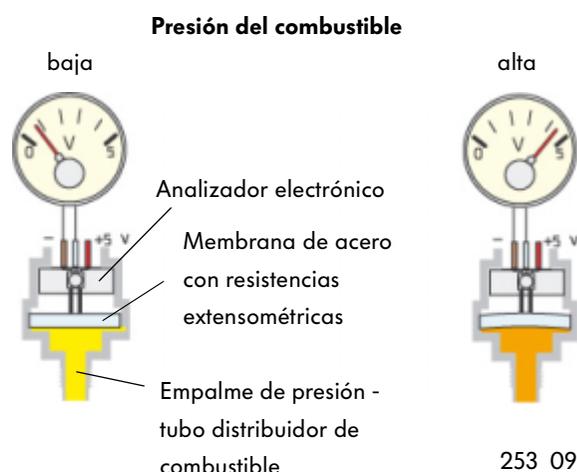
A partir del tubo distribuidor fluye combustible hacia el sensor de presión.

- A baja presión del combustible sólo se deforma levemente la membrana de acero. De esa forma es alta la resistencia eléctrica que oponen las resistencias extensométricas y la tensión de la señal es baja.
- Si la presión del combustible es de alta magnitud, la membrana de acero se deforma en una medida intensa. Debido a ello es baja la resistencia eléctrica en las resistencias extensométricas y la tensión de la señal es correspondientemente alta.

La tensión de las señales se intensifica en el circuito electrónico y se transmite a la unidad de control del motor. La regulación de la presión del combustible se lleva a cabo con ayuda de la válvula reguladora de presión del combustible.

Efectos en caso de ausentarse la señal

Si se ausenta la señal del sensor de presión en el colector de admisión, la unidad de control del motor procede a excitar la válvula reguladora de la presión del combustible por medio de un valor fijo.

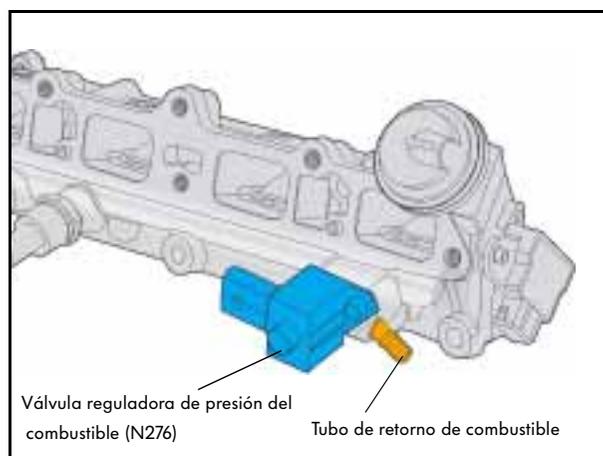


La válvula reguladora de la presión del combustible (N276)

se encuentra en el elemento inferior del colector de admisión y va atornillada entre el tubo distribuidor de combustible y el tubo de retorno hacia el depósito.

Misión

Asume la función de establecer la presión en el tubo distribuidor de combustible, independientemente de la cantidad inyectada y de la cantidad impelida por la bomba.



253_129

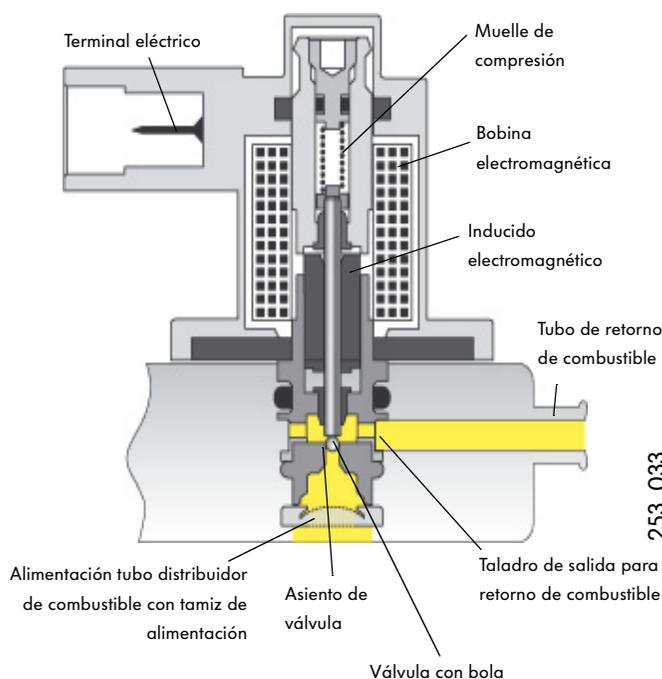
Así funciona:

Si se presentan diferencias con respecto a la presión teórica, la unidad de control del motor excita la válvula reguladora de la presión del combustible por medio de una señal modulada en anchura de los impulsos. A raíz de ello se engendra un campo magnético en la bobina y la válvula con la bola de cierre despegas de su asiento. En función de la magnitud de la señal se modifica de esta forma la sección de paso hacia el tubo de retorno y, con ésta, la cantidad de combustible que retorna, regulándose la presión correspondientemente.

Efectos en caso de avería

La válvula reguladora se encuentra cerrada al no tener la corriente aplicada. De ese modo se tiene establecido de que siempre esté disponible una presión suficiente del combustible.

Para proteger los componentes contra presiones excesivas se incorpora en la válvula reguladora de presión del combustible un limitador mecánico de la presión a través de un sistema de muelle. Abre al tener el combustible una presión de 120 bares.



253_033

Gestión del motor

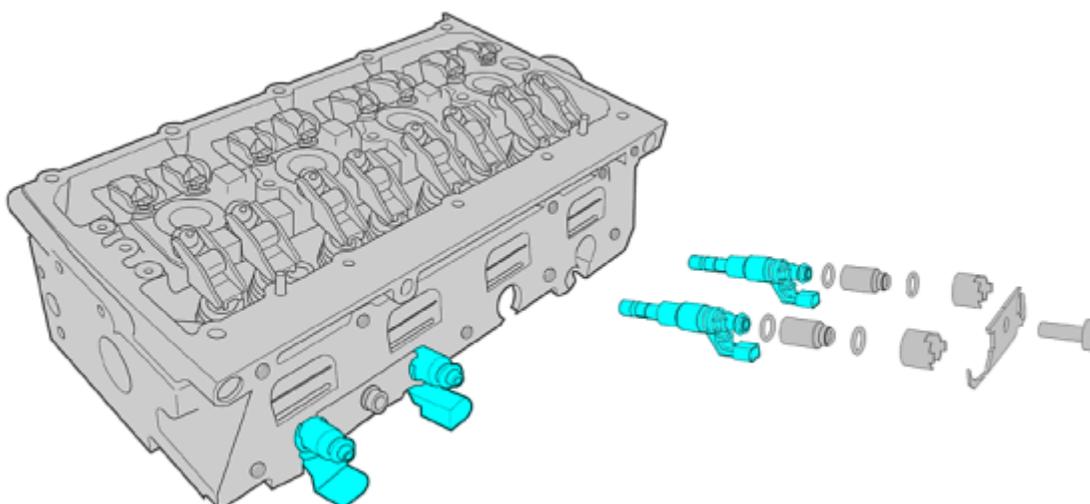
Los inyectores de alta presión (N30-N33)

van fijados a la culata e inyectan el combustible a alta presión directamente al interior del cilindro.

Misión

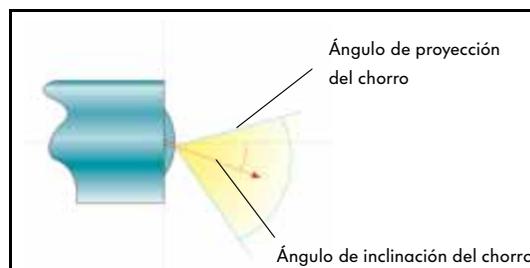
Los inyectores tienen que inyectar el combustible en un tiempo mínimo, adecuadamente pulverizado y de forma específica según el modo operativo momentáneo.

Así por ejemplo, en el modo estratificado se posiciona el combustible de forma concentrada en la zona de la bujía, mientras que en los modos homogéneo-pobre y homogéneo se pulveriza de un modo uniforme en toda la cámara de combustión.



253_149

Con un ángulo de proyección del chorro de 70° y un ángulo de inclinación del chorro de 20° se tiene dado un posicionamiento exacto del combustible, sobre todo en el modo estratificado.

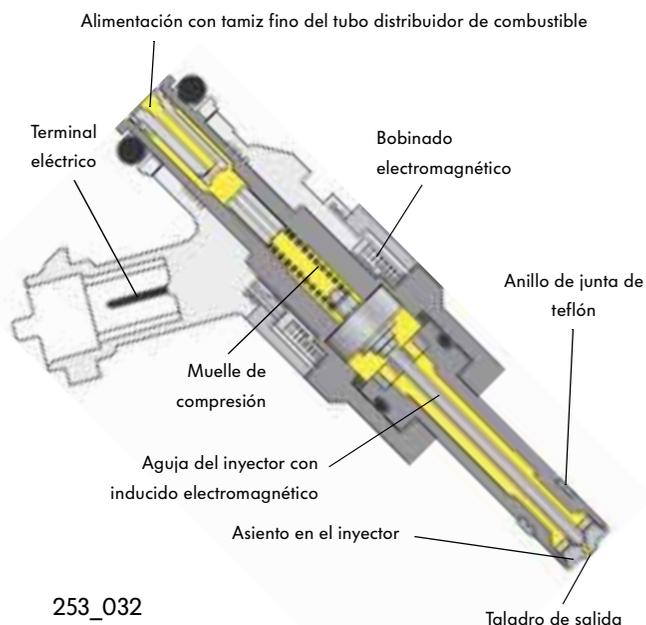


253_056

Así funciona:

Durante el ciclo de la inyección se excita el bobinado electromagnético en el inyector y se genera un campo magnético. A raíz de ello se atrae el inducido con la aguja, con lo cual abre el inyector y proyecta el combustible.

Al dejarse de excitar el bobinado se neutraliza el campo magnético y la aguja es oprimida por el muelle de compresión contra su asiento en el inyector. El flujo del combustible queda interrumpido.

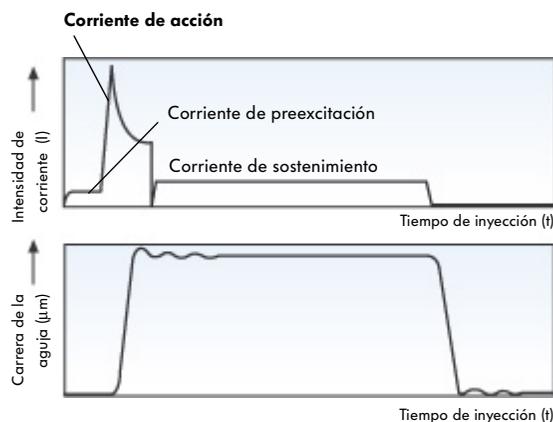


253_032

Excitación de los inyectores de alta presión

Los inyectores de alta presión se excitan por medio de un circuito electrónico en la unidad de control del motor.

Para que el inyector abra lo más rápidamente posible se le da una breve premagnetización y se le aplica una tensión de aprox. 90 voltios. De ahí resulta una intensidad de corriente de hasta 10 amperios. Al estar el inyector abierto al máximo resulta suficiente una tensión de 30 voltios y una intensidad de 3 a 4 amperios para mantenerlo abierto.



253_028

Efectos en caso de avería

Un inyector averiado es reconocido por la detección de fallos de encendido/combustión y deja de ser excitado.



Después de la sustitución de un inyector es preciso borrar los valores de autoadaptación y efectuar una nueva adaptación a la unidad de control del motor. Sírvase tener en cuenta lo indicado en el correspondiente Manual de Reparaciones.

Gestión del motor

La válvula dosificadora de combustible (N290)

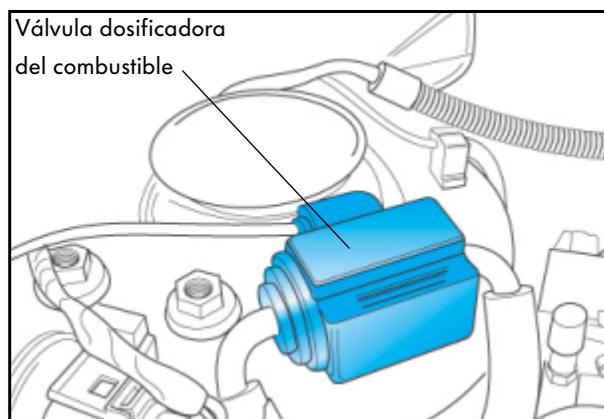
se encuentra en el tubo de alimentación hacia la bomba de combustible de alta presión y hacia el regulador de presión del combustible. Va fijada a la torreta de la suspensión.

Misión

Durante el funcionamiento normal, la válvula se encuentra abierta y libera el paso hacia el regulador de presión del combustible.

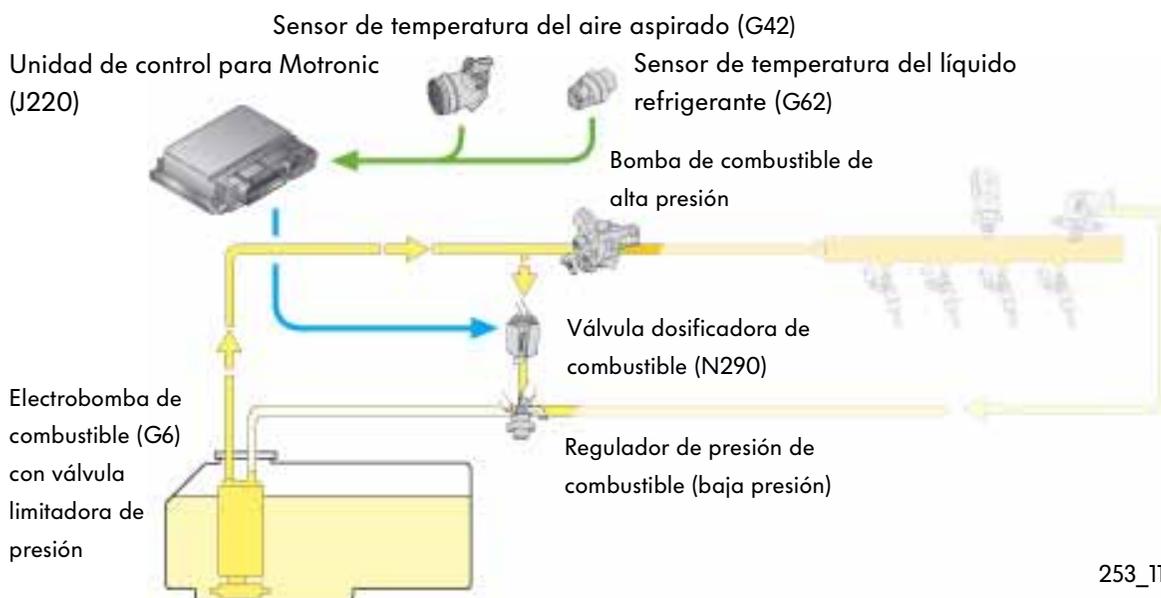
Si durante el ciclo de arranque del motor la temperatura del líquido refrigerante supera los 110 °C y la temperatura del aire aspirado es superior a 50 °C se trata de un arranque en caliente.

En ese caso, la unidad de control del motor excita la válvula durante unos 50 segundos y cierra así el paso hacia el regulador de presión del combustible.



A raíz de ello aumenta la presión en el sistema de baja presión hasta alcanzar la presión impelente máxima de la bomba eléctrica. Por intervención de una válvula interna para la limitación de la presión, alcanza 5,8 bares como máximo.

Este aumento de presión impide que se produzcan burbujas de vapor en el lado aspirante de la bomba de alta presión y garantiza una alta presurización fiable.



Efectos en caso de avería

Si se avería la válvula dosificadora de combustible, un muelle de compresión la mantiene cerrada todo el tiempo. De esa forma aumenta la presión en el sistema de baja presión

hasta 5,8 bares y se impide la inmovilización del vehículo durante el ciclo de arranque en caliente.

El depósito de carbón activo

se necesita para cumplir con los requisitos legales planteados a las emisiones de hidrocarburos (HC). Evita que los vapores de combustible del depósito puedan pasar al medio

ambiente. Los vapores de combustible se almacenan en el depósito de carbón activo y se conducen de forma sistemática hacia la cámara para su combustión.

En los modos homogéneo-pobre y homogéneo

la mezcla capaz de ignición se encuentra distribuida de un modo uniforme en la cámara. La combustión tiene lugar en toda la extensión de la cámara, y el combustible procedente del depósito de carbón activo se quema en esa ocasión.

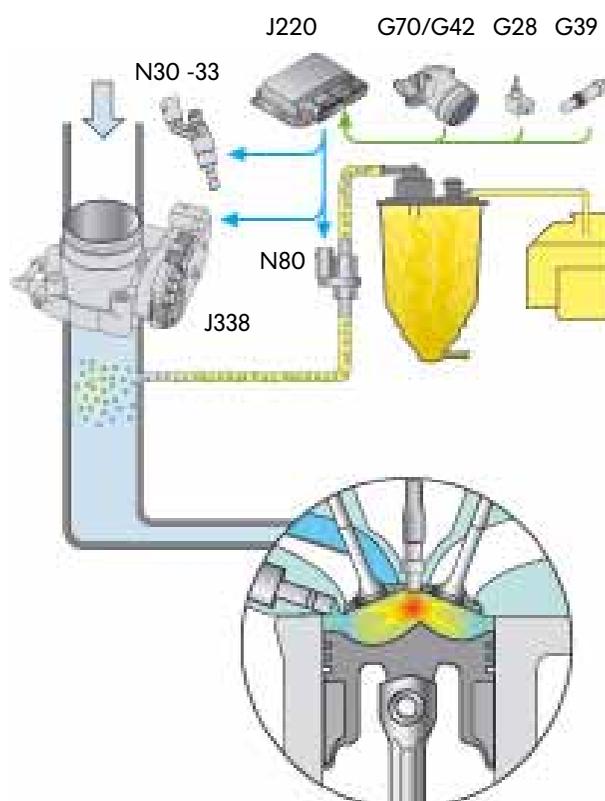
En el modo estratificado

la mezcla capaz de ignición se encuentra concentrada solamente en la zona de la bujía. Una parte del combustible procedente del depósito de carbón activo se encuentra sin embargo en la zona exterior, no directamente inflamable. Esto puede provocar una combustión incompleta y aumentar las emisiones de HC en los gases de escape. Por tal motivo sólo se habilita el modo estratificado si el sistema calcula que el depósito de carbón activo tiene una carga baja.

La unidad de control del motor calcula la cantidad de combustible que se puede agregar procedente del depósito de carbón activo. Acto seguido se excita la electroválvula, efectuándose una adaptación de la cantidad inyectada y el reglaje de la mariposa.

A esos efectos, la unidad de control del motor necesita la siguiente información:

- la carga del motor, procedente del medidor de la masa de aire por película caliente (G70),
- el régimen del motor, procedente del sensor de régimen del motor (G28),
- la temperatura del aire aspirado, procedente del sensor de temperatura del aire aspirado (G42) y
- el estado de carga del depósito de carbón activo, procedente de la sonda lambda (G39).



253_077

Gestión del motor

El sistema de encendido

asume la función de inflamar la mezcla de combustible y aire en el momento adecuado. Para conseguir este objetivo es preciso que la unidad de control del motor determine el momento de encendido, la energía de ignición y la duración que ha de tener la chispa del encendido en todos los puntos operativos. Con el momento de encendido se influye sobre el par del motor, el comportamiento de los gases de escape y el consumo de combustible del motor.

En el modo estratificado

es preciso que el momento de encendido se encuentre dentro de una estrecha ventana angular del cigüeñal, debido a las particularidades que caracterizan a la formación de la mezcla. Sólo así se inflama fiablemente esta mezcla.

En los modos homogéneo-pobre y homogéneo

no existen diferencias con respecto a un motor en el que se inyecta la gasolina hacia el colector de admisión. Debido al reparto homogéneo de la mezcla se emplean en ambos sistemas de inyección unos momentos de encendido comparables entre sí.

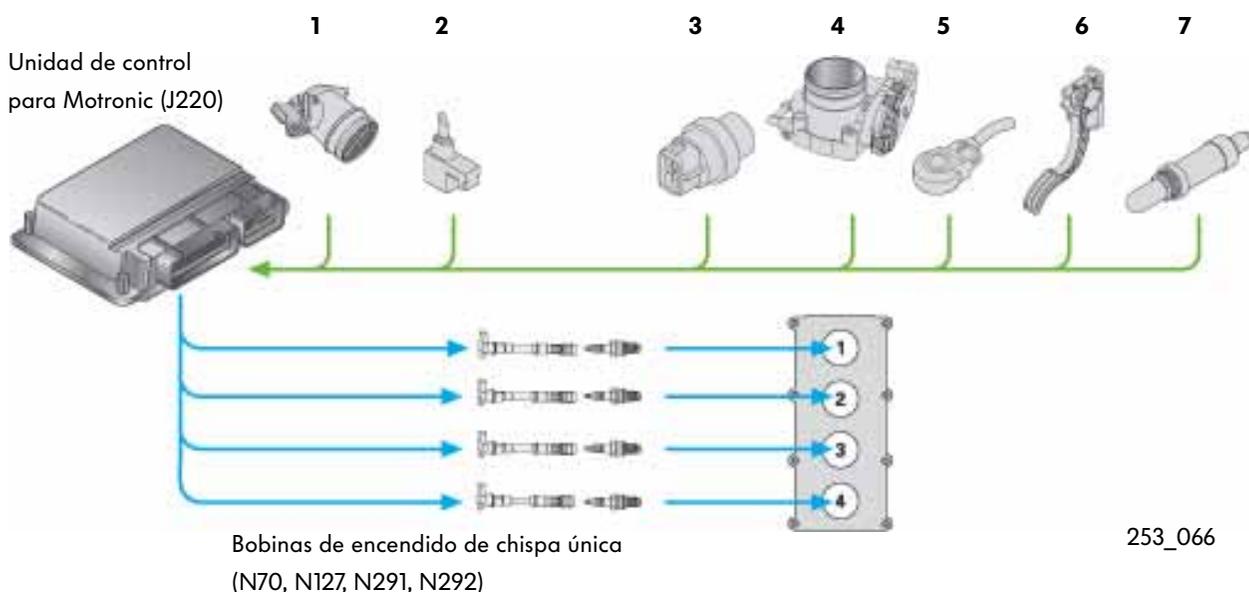
El cálculo del momento de encendido óptimo se realiza mediante

la información principal:

- 1 Carga del motor, procedente del medidor de la masa de aire (G70) y del sensor de temperatura del aire aspirado (G42)
- 2 Régimen del motor, procedente del sensor de régimen del motor (G28)

la información de corrección:

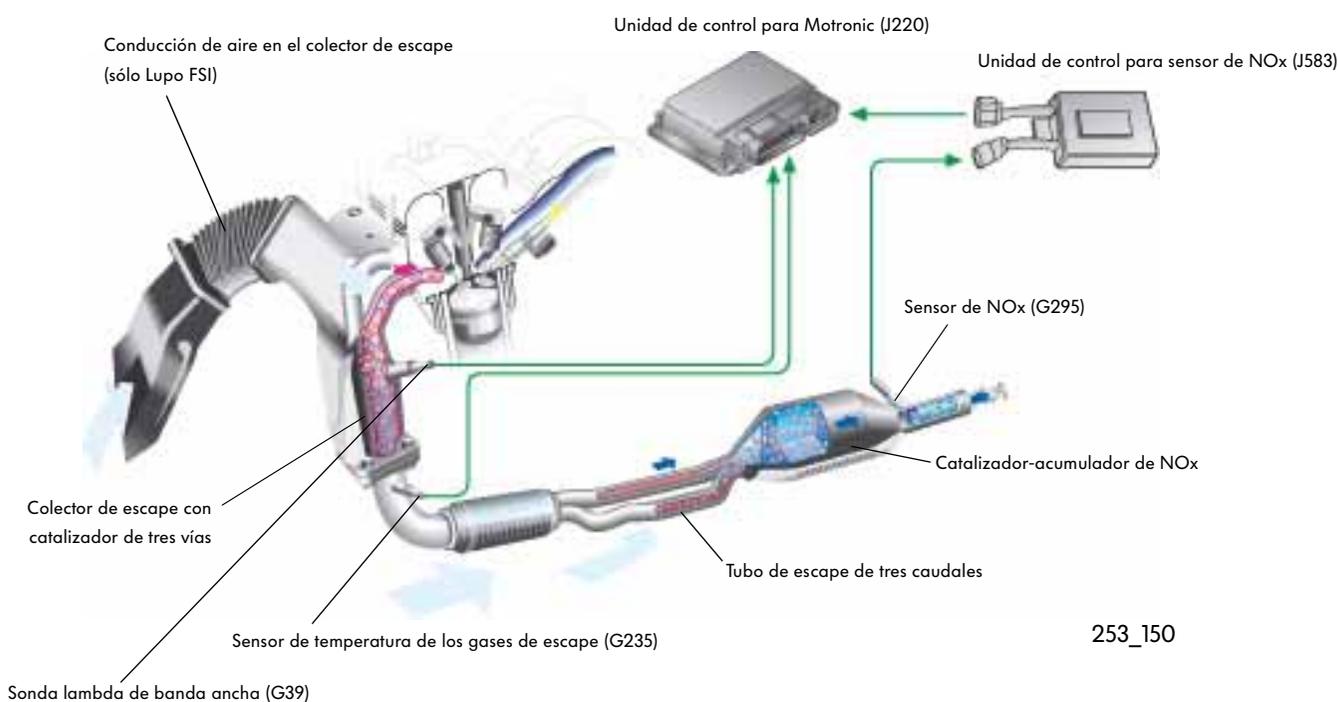
- 3 Sensor de temperatura del líquido refrigerante (G62)
- 4 Unidad de mando de la mariposa (J338)
- 5 Sensor de picado (G61)
- 6 Sensor de posición del acelerador (G79,G185)
- 7 Sonda lambda (G39)



El sistema de escape

ha sido adaptado a las exigencias de un motor con inyección directa de gasolina. Hasta ahora era un gran problema el tratamiento de los gases de escape en motores con inyección directa de gasolina. Esto se debe a que con un catalizador convencional de tres vías no se pueden alcanzar los límites legales de emisiones de óxidos nítricos en los modos estratificado

pobre y homogéneo-pobre. Por ello se incorpora para estos motores un catalizador-acumulador de NO_x, que almacena los óxidos nítricos (NO_x) en estos modos operativos. Al estar lleno el acumulador se pone en vigor un modo de regeneración, con el cual se desprenden los óxidos nítricos del catalizador-acumulador y se transforman en nitrógeno.



Con la recirculación de gases de escape y el reglaje de distribución variable ya se reducen las emisiones de óxidos nítricos desde la propia combustión.

Gestión del motor

Refrigeración de los gases de escape

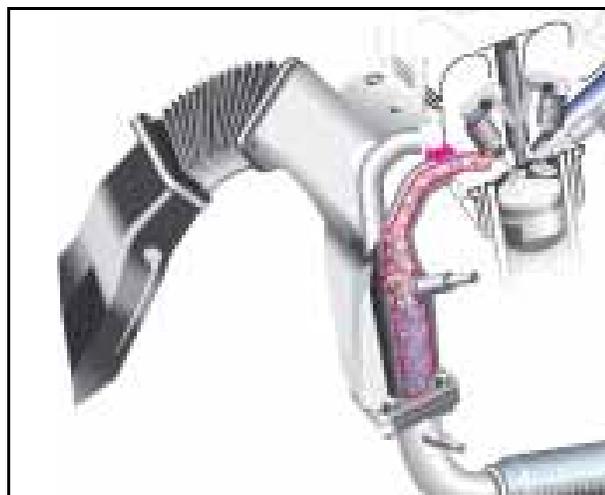
El objetivo consiste en refrigerar los gases de escape al grado que la temperatura en el catalizador-acumulador de NOx se mantenga lo más frecuente y prolongadamente posible dentro del margen comprendido entre los 250 °C y 500 °C, puesto que sólo en este margen de temperaturas el catalizador-acumulador está en condiciones de almacenar los óxidos nítricos.

Otro motivo es el descenso permanente de la capacidad de acumulación si se calentó el catalizador-acumulador de NOx a más de 850 °C.

Refrigeración del colector de escape

(sólo Lupo FSI)

En el armazón delantero del vehículo se conduce aire fresco de forma específica hacia el colector de escape, reduciéndose así la temperatura de los gases de escape.



253_131

El tubo de escape de tres caudales

se encuentra ante el catalizador-acumulador de NOx. Es la segunda medida que se aplica para reducir la temperatura de los gases de escape y con ésta la del catalizador-acumulador de NOx. Debido a la mayor superficie que representa, aumenta la disipación del calor hacia el aire del entorno y se reducen las temperaturas de los gases de escape.



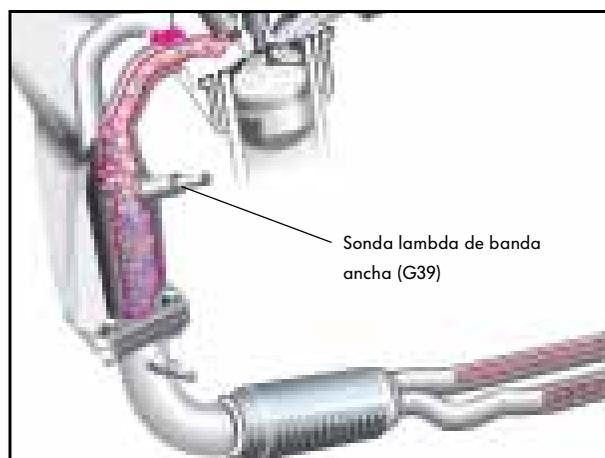
253_131

Ambas medidas conjuntas dan por resultado una reducción en la temperatura de los gases de escape, según la velocidad de marcha del vehículo, comprendida entre los 30 °C y 100 °C.

Sonda lambda de banda ancha (G39)

La sonda lambda de banda ancha va atornillada ante el catalizador en el colector de escape.

Se utiliza para determinar el contenido de oxígeno residual en los gases de escape.



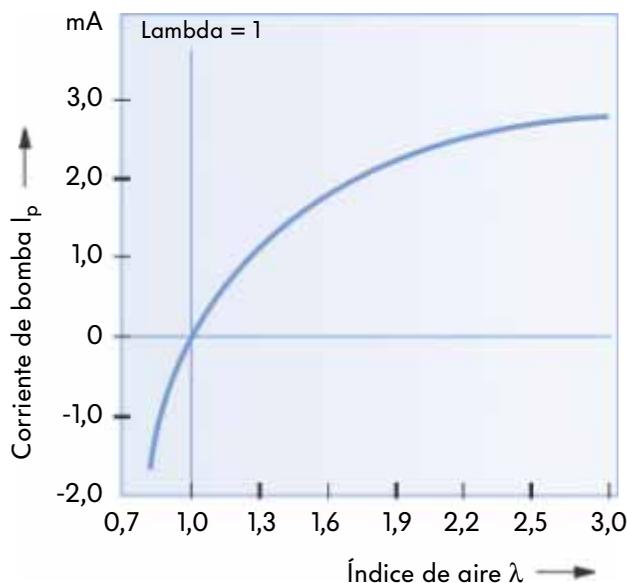
253_131

Aplicaciones de la señal

Con la sonda lambda de banda ancha es posible determinar con exactitud la relación de combustible y aire, también cuando difiere de $\lambda = 1$.

En el modo homogéneo-pobre permite establecer de esa forma un λ empobrecido de 1,55. En el modo estratificado se procede a determinar por cálculo el valor λ , porque las sondas lambda de banda ancha son demasiado inexactas en este sector.

Con ayuda de la señal, la unidad de control del motor calcula el valor λ efectivo e inicia la regulación al diferir con respecto al valor λ teórico. La regulación se lleva a cabo a través de la cantidad inyectada.



253_088

Efectos en caso de ausentarse la señal

Si se ausenta la señal de la sonda lambda se deja de efectuar la regulación λ y se realiza un pilotaje previo de la cantidad inyectada. Al mismo tiempo se bloquea la autoadaptación λ y el depósito de carbón activo pasa a la función de emergencia.



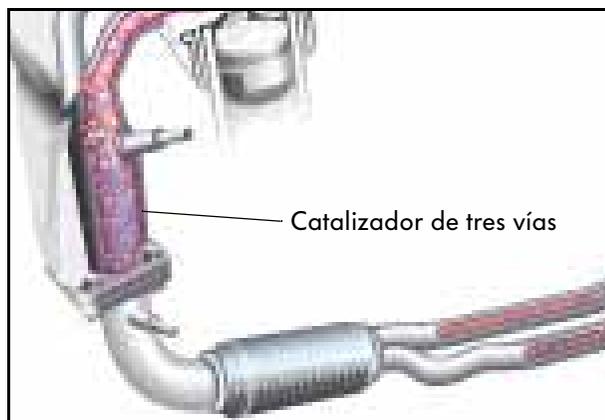
Gestión del motor

El catalizador previo de tres vías

va situado en el colector de escape. Debido a su posición cerca del motor alcanza rápidamente su temperatura de servicio y comienza con la depuración de los gases de escape. Esto permite respetar los estrictos valores límite impuestos a las emisiones de escape.

Misión

Transforma catalíticamente los contaminantes de la combustión en sustancias inofensivas.

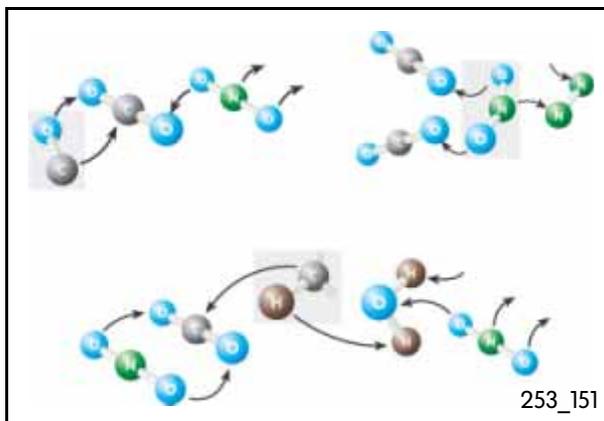


253_131

Así funciona:

Modo homogéneo con $\lambda = 1$

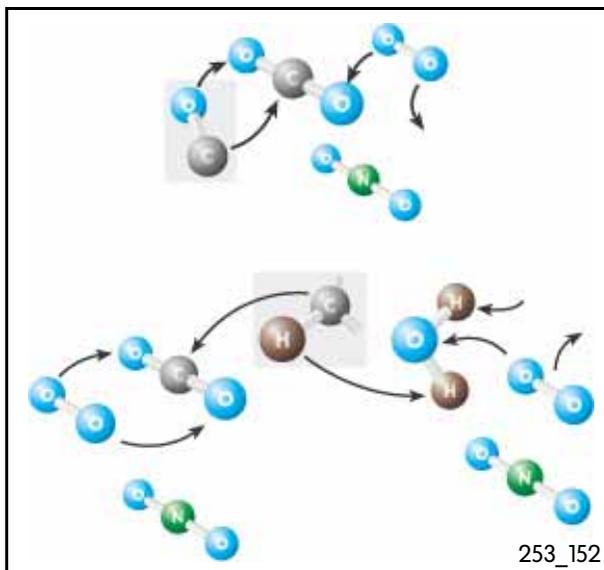
Los hidrocarburos (HC) y los monóxidos de carbono (CO) reaccionan con el oxígeno (O) de los óxidos nítricos (NO_x), transformándose en agua (H_2O) y en dióxido de carbono (CO_2). Los óxidos nítricos se reducen al mismo tiempo formando nitrógeno (N_2).



253_151

En el modo estratificado y en el modo homogéneo-pobre con $\lambda > 1$

Los hidrocarburos y los monóxidos de carbono reaccionan preferentemente con el oxígeno que abunda en los gases de escape y no con los óxidos nítricos. Por ese motivo, los óxidos nítricos no son transformados en nitrógeno en un catalizador de tres vías durante el modo de mezcla pobre. Pasan a través del catalizador de tres vías hacia el catalizador-acumulador de NO_x .

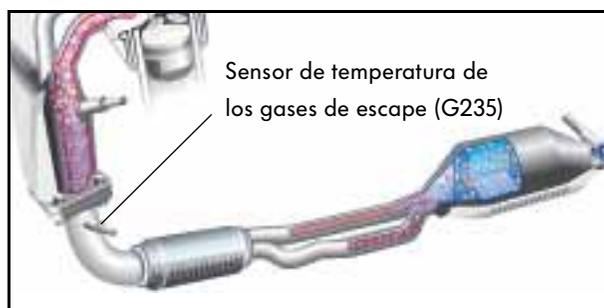


253_152

Sensor de temperatura de los gases de escape (G235)

El sensor de temperatura de los gases de escape va atornillado en el tubo de escape detrás del precatalizador.

Mide la temperatura de los gases de escape y transmite esta información a la unidad de control del motor.



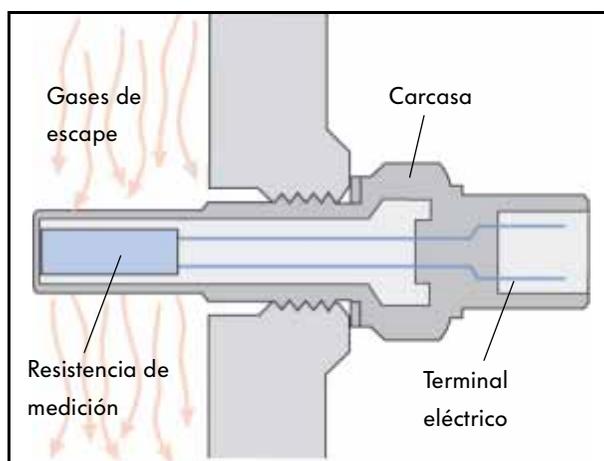
253_131

Aplicaciones de la señal

Con ayuda de la señal procedente del sensor de temperatura de los gases de escape, la unidad de control del motor calcula, entre otras cosas, la temperatura en el catalizador-acumulador de NO_x.

Esto resulta necesario por los motivos siguientes:

- El catalizador-acumulador de NO_x sólo puede almacenar óxidos nítricos a una temperatura operativa entre los 250 °C y 500 °C. Por ello, sólo en este margen de temperaturas se puede pasar a los modos estratificado y homogéneo-pobre.
- El azufre se almacena interinamente en el catalizador-acumulador de NO_x. Para desprender nuevamente el azufre en los puntos de retención es preciso que la temperatura en el catalizador-acumulador sea de 650 °C como mínimo.



253_089

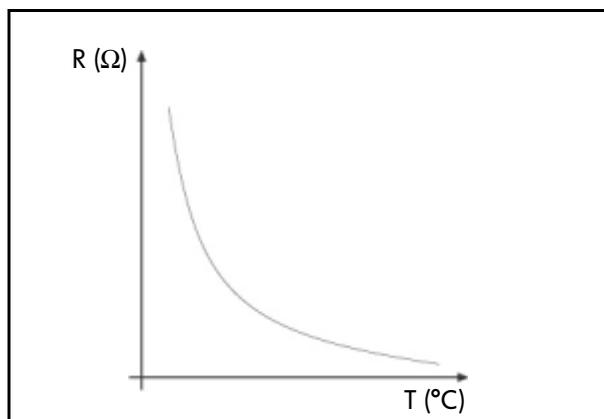
Efectos en caso de ausentarse la señal

Si se ausenta esta señal se pasa a la función de emergencia y la unidad de control del motor calcula la temperatura de los gases de escape. En virtud de que este cálculo no es tan exacto, el sistema pasa más temprano al modo homogéneo.

Así funciona:

En el sensor se encuentra una resistencia de medición con coeficiente negativo de temperatura (NTC). Eso significa, que a medida que aumenta la temperatura se reduce su resistencia y la tensión de la señal aumenta. Esta tensión de la señal está asignada a una temperatura específica en la unidad de control del motor.

Curva característica resistencia NTC



253_114



Gestión del motor

Catalizador-acumulador de NOx

Va instalado en el mismo sitio que un catalizador principal de tres vías, de tipo convencional. Desempeña las funciones de un catalizador de tres vías y puede almacenar adicionalmente óxidos nítricos.



Misión

En el modo homogéneo con $\lambda = 1$, el catalizador-acumulador de NOx trabaja como un catalizador convencional de tres vías.

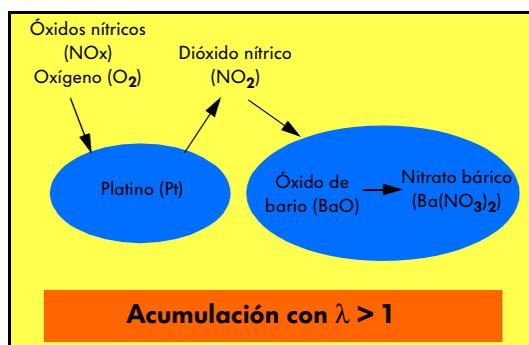
En los modos estratificado y homogéneo-pobre con $\lambda > 1$ ya no puede efectuar la conversión de los óxidos nítricos. Por ello se los almacena en el catalizador-acumulador de NOx. Una vez agotada la capacidad de acumulación se efectúa un ciclo de regeneración (ver pág. 50/51). Debido a la similitud química con los óxidos nítricos también almacena el azufre.

Así funciona:

Aparte de los tres materiales estratificados platino, rodio y paladio, el catalizador-acumulador de NOx lleva una cuarta capa, que consta de óxido de bario. Esto permite almacenar interinamente óxidos nítricos durante el funcionamiento con mezcla pobre.

Acumulación

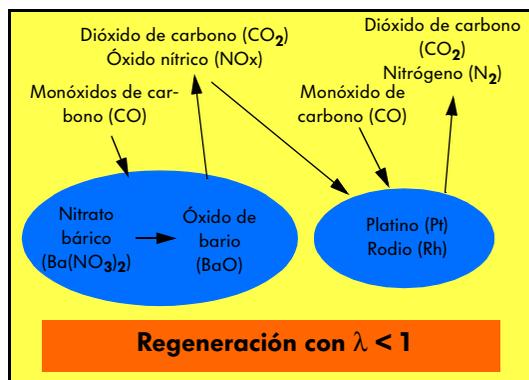
Los óxidos nítricos se oxidan en el estrato de platino, formando dióxido nítrico y reaccionan entonces con el óxido de bario formando nitrato bórico.



Desacumulación (regeneración)

La desacumulación se lleva a cabo por ejemplo por medio de las moléculas de CO que abundan en los gases de escape correspondientes a mezcla rica.

Primero se reduce el nitrato bórico nuevamente a óxido de bario, por la reacción con el monóxido de carbono. De esa forma se despiden dióxido de carbono y monóxido de nitrógeno. La presencia de rodio y platino hace que se reduzcan los óxidos nítricos, produciendo nitrógeno, y que el monóxido de carbono se oxide produciendo dióxido de carbono.

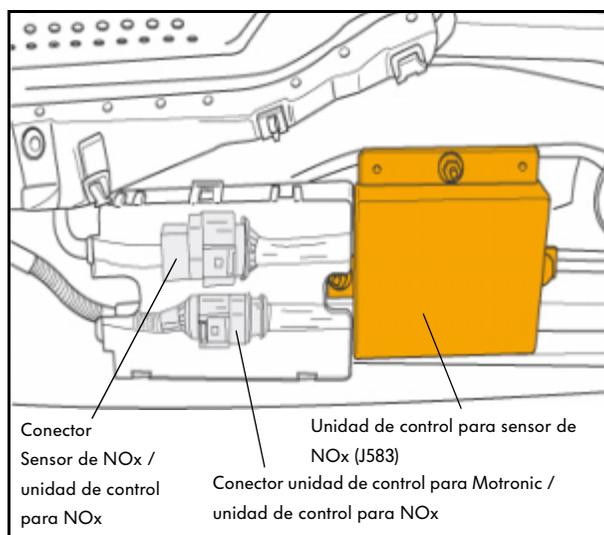


La unidad de control para sensor de NOx (J583)

se encuentra en los bajos del vehículo, cerca del sensor de NOx. Su emplazamiento cercano impide que las influencias parásitas externas falsifiquen las señales del sensor de NOx.

Misión

En la unidad de control para sensor de NOx se procesan las señales del sensor de NOx y se transmiten a la unidad de control del motor.



253_103

Circuito eléctrico

Del sensor de NOx hacia la unidad de control para sensor de NOx:

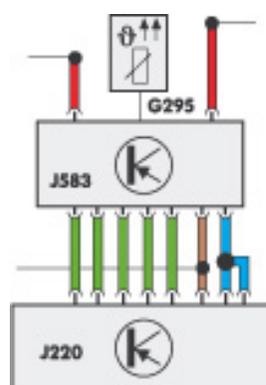
- 1-6 Resistencias de compensación (A través de las resistencias de compensación se adaptan las señales del sensor de NOx y se compensan las tolerancias de fabricación del sensor).
- 7-8 Vacantes
- 9 Masa para señal del sensor
- 10 Corriente de bomba NOx (μA), cámara 2
- 11 Corriente de bomba lambda (mA), cámara 1
- 12 Calefacción (negativo)
- 13 Tensión celdas de referencia
- 14 Calefacción (positivo)

De la unidad de control para sensor de NOx hacia la unidad de control para Motronic:

- 1 Señal NOx, cámara 2
- 2 Contenido de oxígeno lambda, cámara 1
- 3 Temperatura sensor de NOx
- 4 Tensión sonda de señales a saltos
- 5 Tensión celdas de referencia
- 6 Vacante
- 7 Tensión de alimentación
- 8 Calefacción (negativo)
- 9 Masa
- 10 Calefacción (positivo)

Efectos en caso de avería

Si se avería la unidad de control para sensor de NOx, el sistema pasa de regulación a control. Debido a las mayores emisiones de óxidos nítricos se prohíben los modos estratificado y homogéneo-pobre.



253_115



Gestión del motor

Sensor de NOx (G295)

Va atornillado en el tubo de escape, directamente detrás del catalizador-acumulador de NOx. En éste se determina el óxido nítrico (NOx) y el contenido de oxígeno en los gases de escape y se transmiten las señales correspondientes a la unidad de control para sensor de NOx (J583).

Aplicaciones de la señal

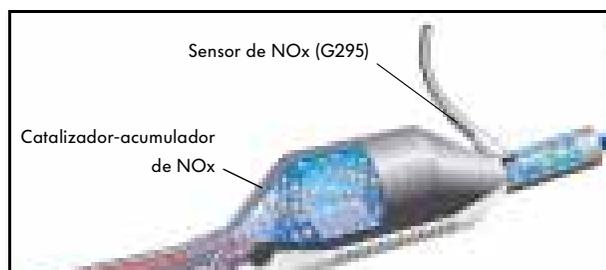
Con ayuda de estas señales se detecta y comprueba:

- si es correcto el funcionamiento del catalizador.
- si es correcto el punto de regulación $\lambda = 1$ de la sonda lambda de banda ancha en el precatalizador o si se tiene que corregir. La corrección se puede llevar a cabo a través de un circuito interno en la unidad de control para NOx. Con su ayuda se puede captar en los electrodos del sensor de NOx una señal parecida a la de la sonda de señales a saltos. Una señal de esa índole es muy exacta dentro del margen $\lambda = 1$.
- cuándo está agotada la capacidad de acumulación en el catalizador-acumulador de NOx y cuándo se tiene que iniciar un ciclo de regeneración de NOx o de azufre.

Las señales son transmitidas por el sensor de NOx a la unidad de control para sensor de NOx.

Estructura

Consta de dos cámaras, dos celdas de bomba, varios electrodos y una calefacción. El elemento sensor consta a su vez de dióxido de circonio. Este material presenta la particularidad de que, al tener una tensión aplicada, los iones negativos de oxígeno del electrodo negativo se desplazan hacia el electrodo positivo.



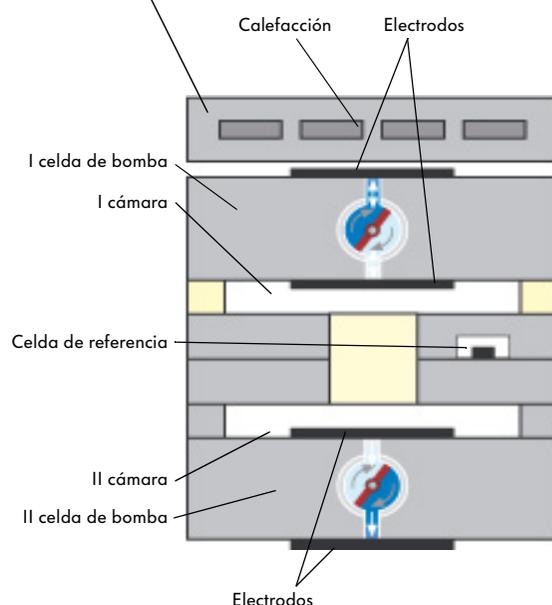
253_130

Efectos en caso de ausentarse la señal

Si se ausenta la señal del sensor de NOx ya sólo se permite el modo homogéneo.



253_098



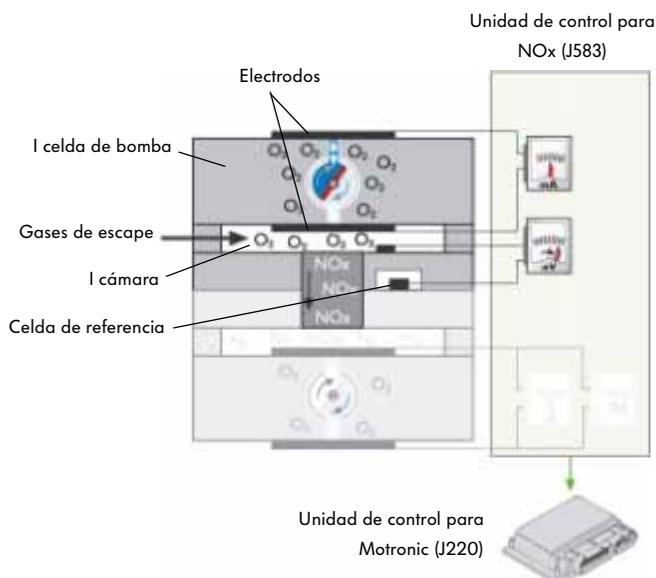
253_099

Funcionamiento del sensor de NOx

El funcionamiento del sensor de NOx se basa en la medición de oxígeno y se puede derivar del de una sonda lambda de banda ancha.

Determinación del factor lambda en la primera cámara

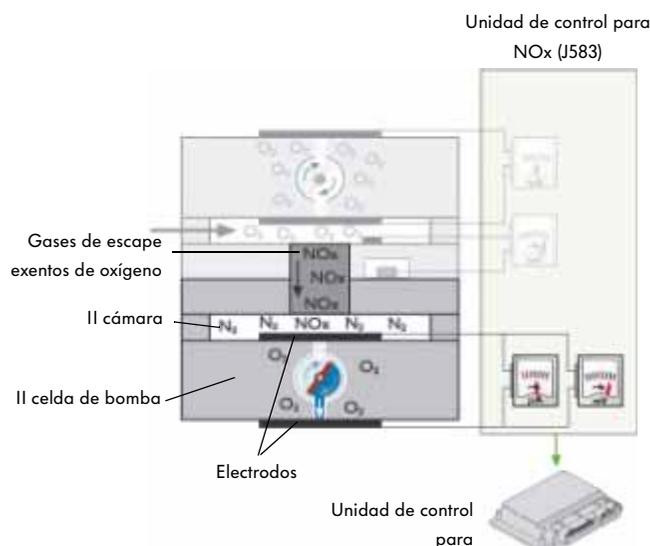
Una parte de los gases de escape fluye hacia la I cámara. Debido a que existen diferentes contenidos de oxígeno en los gases de escape y en la celda de referencia resulta mensurable una tensión eléctrica en los electrodos. La unidad de control para sensor de NOx se encarga de regular esta tensión a 425 mV constantes. Esto equivale a una relación de combustible y aire de $\lambda = 1$. Si existen diferencias se extrae o introduce oxígeno. La corriente necesaria de la bomba constituye una medida para el valor lambda.



253_101

Determinación del contenido de NOx en la segunda cámara

Los gases de escape exentos de oxígeno fluyen de la I a la II cámaras. Las moléculas de NOx en el gas de escape se disocian en un electrodo especial, produciendo N_2 y O_2 . En virtud de que en los electrodos interior y exterior se regula una tensión constante de 450 mV, los iones de oxígeno se desplazan del electrodo interior hacia el exterior. La corriente de bomba de oxígeno que fluye por ese motivo constituye una medida para determinar el contenido de oxígeno en la II cámara. Como la corriente de bomba de oxígeno guarda la misma relación hacia el contenido de óxidos nítricos en los gases de escape resulta posible determinar así la cantidad de óxidos nítricos.



253_102

Si el contenido de óxidos nítricos sobrepasa un valor umbral específico queda agotada la capacidad de almacenamiento en el catalizador-acumulador de NOx y se inicia un ciclo de regeneración de NOx.

Si este valor umbral se sobrepasa en intervalos de tiempo cada vez más breves, significa que el catalizador-acumulador está saturado de azufre y se inicia por ello un ciclo de regeneración de azufre.

Gestión del motor

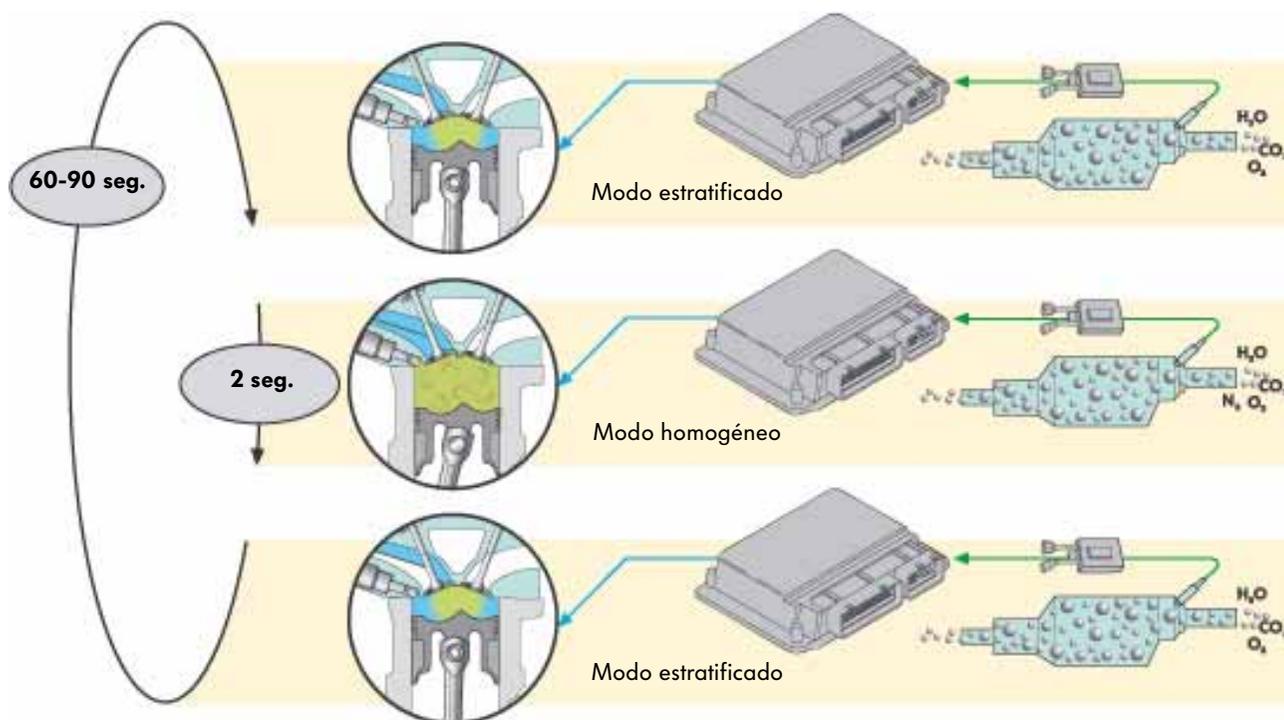
Modo de regeneración

En este modo se desprenden los óxidos nítricos y el azufre que se encuentran incrustados en el catalizador-acumulador de NOx y se transforman en nitrógeno no tóxico y dióxido de azufre respectivamente.

La regeneración de óxidos nítricos

se lleva a cabo cuando la concentración de óxidos nítricos sobrepasa un valor específico detrás del catalizador-acumulador. A raíz de ello, la unidad de control del motor detecta que el catalizador ya no puede almacenar más óxidos nítricos y está agotada la capacidad de acumulación. A consecuencia de ello se activa el modo de regeneración.

Con motivo de esta operación el sistema pasa del modo estratificado pobre a un modo homogéneo ligeramente enriquecido, aumentando así el contenido de hidrocarburos y monóxido de carbono en los gases de escape. En el catalizador-acumulador se combinan estas dos sustancias con el oxígeno de los óxidos nítricos y éstos se transforman en nitrógeno.



252_054

El catalizador-acumulador de NOx puede almacenar óxidos nítricos durante un máximo de 90 segundos en el modo estratificado. Después de ello se realiza una regeneración durante unos 2 segundos.

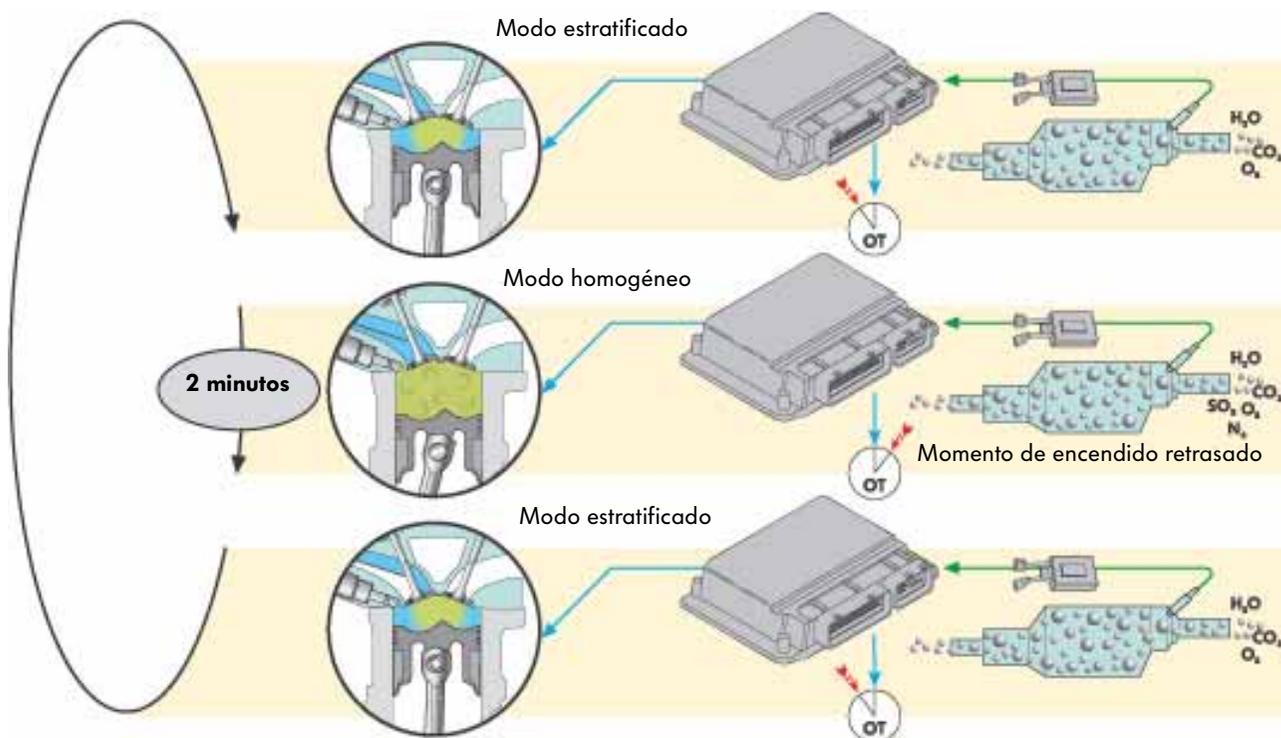
La regeneración de azufre

es una operación más compleja, porque el azufre es más resistente a efectos de temperatura y permanece en el catalizador durante la regeneración de óxidos nítricos. El sistema efectúa un ciclo de desulfuración cuando la capacidad del catalizador-acumulador de NOx se agota en intervalos de tiempo cada vez más breves. De esta particularidad, la unidad de control del motor detecta que los puntos de retención del azufre están ocupados y que ya no se pueden almacenar óxidos nítricos.

En ese momento y a partir de una velocidad mínima específica del vehículo se procede durante unos 2 minutos:

- a pasar al modo homogéneo y
- a subir la temperatura del catalizador-acumulador a más de 650 °C a base de retrasar el momento de encendido.

Sólo entonces reacciona el azufre acumulado y se transforma en dióxido de azufre (SO₂).



252_055

Al circular con cargas y regímenes superiores se produce automáticamente el ciclo de desulfuración, porque se circula en el modo homogéneo y se alcanza así la temperatura necesaria para la desulfuración en el catalizador-acumulador de NOx.



Para mantener lo más reducido posible el consumo de combustible durante el ciclo de regeneración de azufre se recomienda repostar un combustible exento de azufre (p. ej. Shell Optimax).



Gestión del motor

La recirculación de gases de escape

es la que le da básicamente sentido al empleo de un catalizador-acumulador de NOx. Con ayuda de los gases de escape recirculados se reduce la temperatura de la combustión y se produce una menor cantidad de óxidos nítricos.

Esto permite que el catalizador pueda almacenar óxidos nítricos durante un período relativamente prolongado y que se pueda trabajar más sostenidamente con el modo estratificado y el homogéneo-pobre, ahorrando combustible.

La válvula de recirculación de gases de escape (N18)

va atornillada al colector de admisión. Es de nuevo diseño para conseguir altos índices de recirculación de gases de escape.

Consta de una carcasa con una mariposa, un motor eléctrico y un potenciómetro para recirculación de gases de escape (G212).

La toma de los gases de escape se realiza a través de un tubo de unión en la culata del cuarto cilindro.

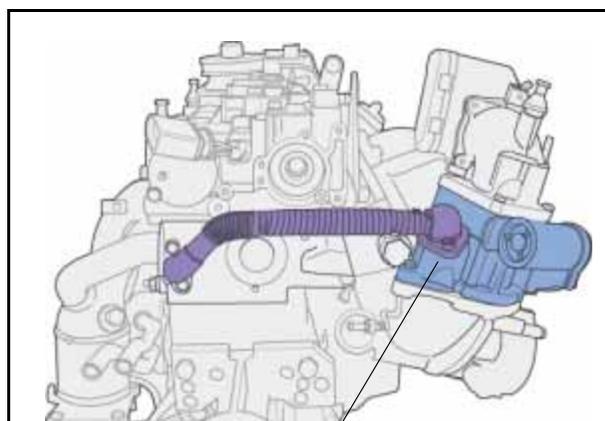
La unidad de control del motor excita el motor eléctrico en función de su familia de curvas características y acciona una mariposa. Según la posición de la mariposa fluye ahora una determinada cantidad de gases de escape hacia el colector de admisión y se mezcla con el aire fresco aspirado.

El potenciómetro para recirculación de gases de escape en la tapa de la carcasa detecta la posición de la mariposa. De ese modo es posible diagnosticar las condiciones en que se encuentra la válvula de recirculación de gases de escape.

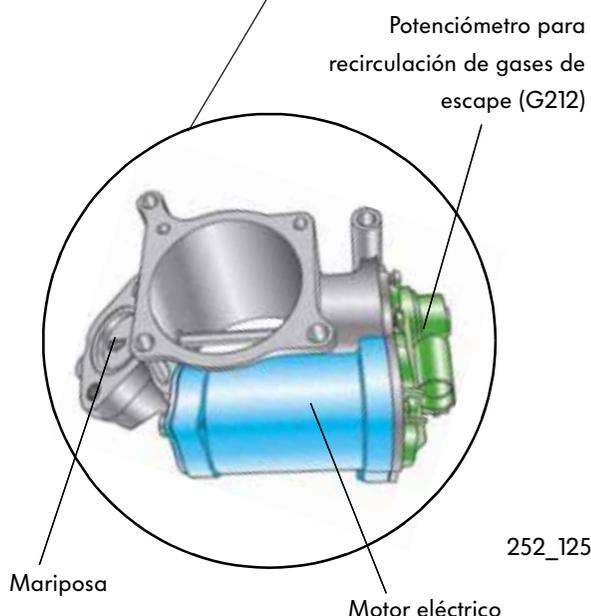
La cantidad de gases de escape recirculados equivale como máximo a un 35% del total de gases de admisión.

La recirculación de gases de escape se lleva a cabo:

- en el modo estratificado y en el modo homogéneo-pobre, siempre;
- en el modo homogéneo hasta 4.000 rpm y a media carga, pero no al ralentí.



253_052



252_125

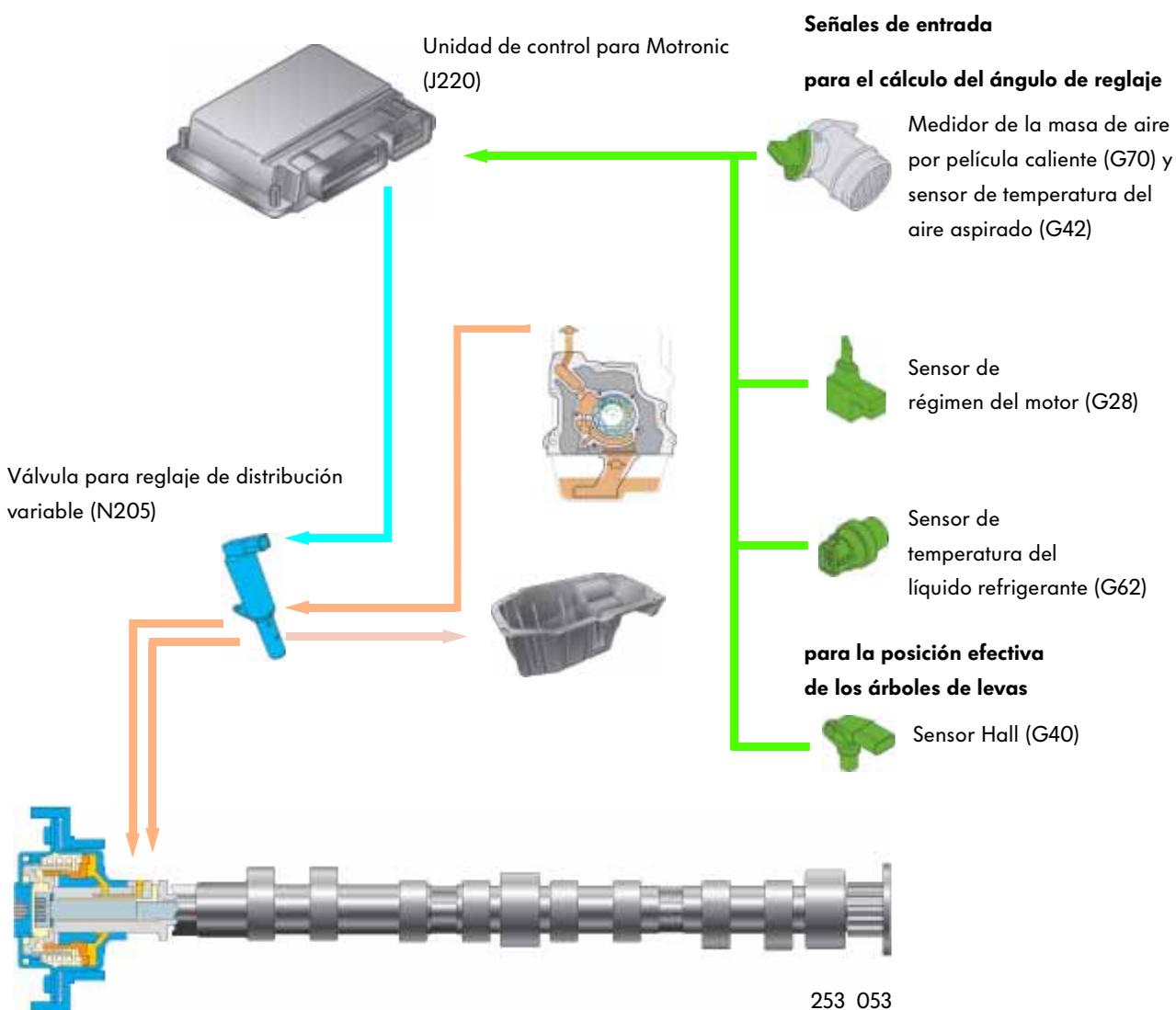
Reglaje de distribución variable

La recirculación interna de gases de escape se lleva a cabo por medio de un reglaje de distribución variable sin escalonamientos en el árbol de levas de admisión.

El reglaje se realiza en función de la carga y el régimen, abarcando un máximo de 40° ángulo de cigüeñal a partir de la posición básica en dirección de avance.

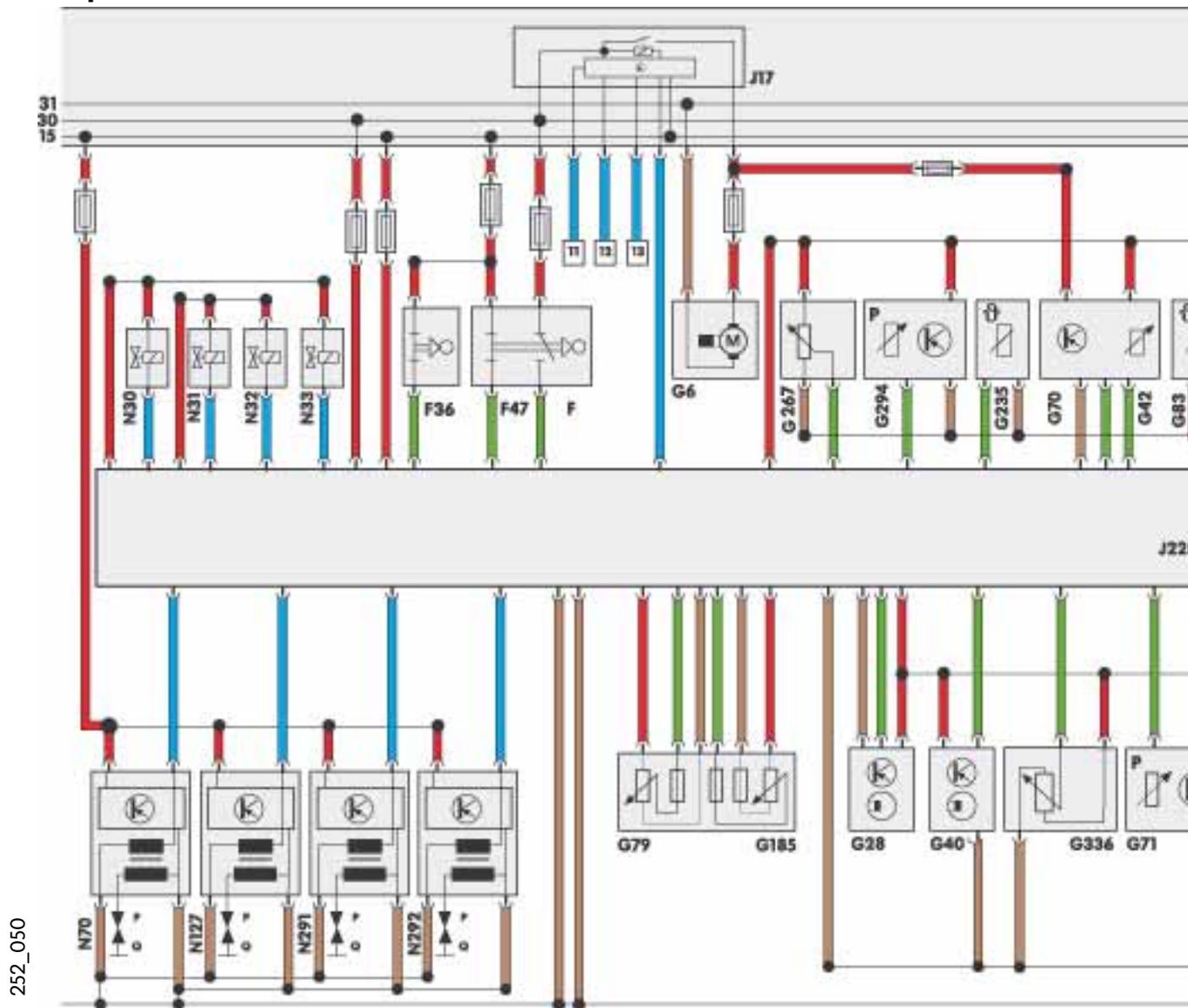
Esto conduce a:

- una óptima recirculación interna de gases de escape, con la cual se reduce la temperatura de la combustión y disminuyen las emisiones de óxidos nítricos, así como
- un desarrollo más adecuado del par motor.



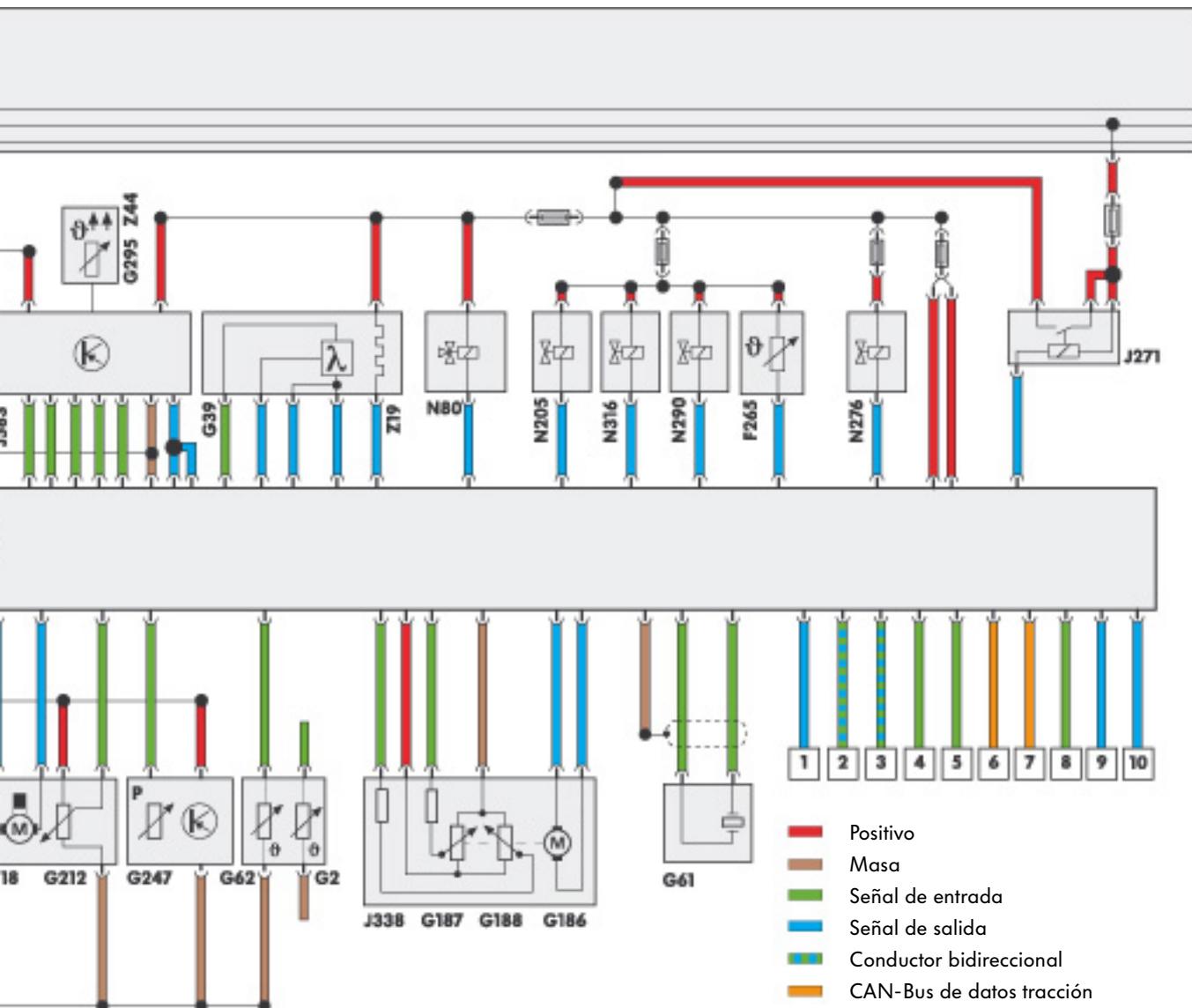
Gestión del motor

Esquema de funciones



252_050

- | | | | |
|-------------|---|-------------|---|
| F | Conmutador de luz de freno | G185 | Sensor 2 para posición del acelerador |
| F36 | Conmutador de pedal de embrague | G186 | Mando de la mariposa |
| F47 | Conmutador de pedal de freno para GRA | G187 | Sensor de ángulo 1 para mando de la mariposa |
| F265 | Termostato para refrigeración del motor gestionada por familia de características | G188 | Sensor de ángulo 2 para mando de la mariposa |
| G2 | Sensor de temperatura del líquido refrigerante | G212 | Potenciómetro para recirculación de gases de escape |
| G6 | Bomba de combustible | G235 | Sensor 1 para temperatura de gases de escape |
| G28 | Sensor de régimen del motor | G247 | Sensor de presión del combustible |
| G39 | Sonda lambda | G267 | Potenciómetro, botón giratorio, selección de temperaturas (se suprime en versiones con Climatronic) |
| G40 | Sensor Hall | G294 | Sensor de presión para amplificación de servofreno |
| G42 | Sensor de temperatura del aire aspirado | G295 | Sensor de NOx |
| G61 | Sensor de picado 1 | G336 | Potenciómetro para chapaleta en el colector de admisión |
| G62 | Sensor de temperatura del líquido refrigerante | J17 | Relé de bomba de combustible |
| G70 | Medidor de la masa de aire | J220 | Unidad de control para Motronic |
| G71 | Sensor de presión en el colector de admisión | | |
| G79 | Sensor de posición del acelerador | | |
| G83 | Sensor de temperatura del líquido refrigerante a la salida del radiador | | |



- J271** Relé de alimentación de corriente para Motronic
- J338** Unidad de mando de la mariposa
- J583** Unidad de control para sensor de NOx
- N70, N127,**
- N291, N292** Bobinas de encendido 1 - 4 con etapas finales de potencia
- N18** Válvula de recirculación de gases de escape
- N30-N33** Inyectores 1 - 4
- N80** Electroválvula 1 para depósito de carbón activo
- N205** Válvula 1 para reglaje de distribución variable
- N276** Válvula reguladora de la presión del combustible
- N290** Válvula dosificadora de combustible
- N316** Válvula para chapaleta en el colector de admisión, gestión del flujo de aire
- P** Conector de bujía

- Q** Bujías
- Z19** Calefacción para sonda lambda
- Z44** Calefacción para sensor de NOx
- 1** Señal TD
- 2** Cable K/W
- 3** Compresor para climatizador
- 4** Climatizador dispuesto
- 5** Climatizador PWM
- 6** CAN-Bus de datos tracción
- 7** CAN-Bus de datos tracción
- 8** Borne de alternador DFM
- 9** Gestión de ventilador 1
- 10** Gestión de ventilador 2
- 11** Cable al borne 50
- 12** Cable al conmutador de contacto de puerta
- 13** Cable hacia airbag

252_051

Gestión del motor

Autodiagnos

Los sensores y actuadores se comprueban con motivo de la autodiagnos. Para la diagnosis hay que utilizar la documentación de actualidad para los talleres y el sistema de medición e información en vehículos VAS 5051 o el sistema de diagnosis e información de servicio VAS 5052.



253_132

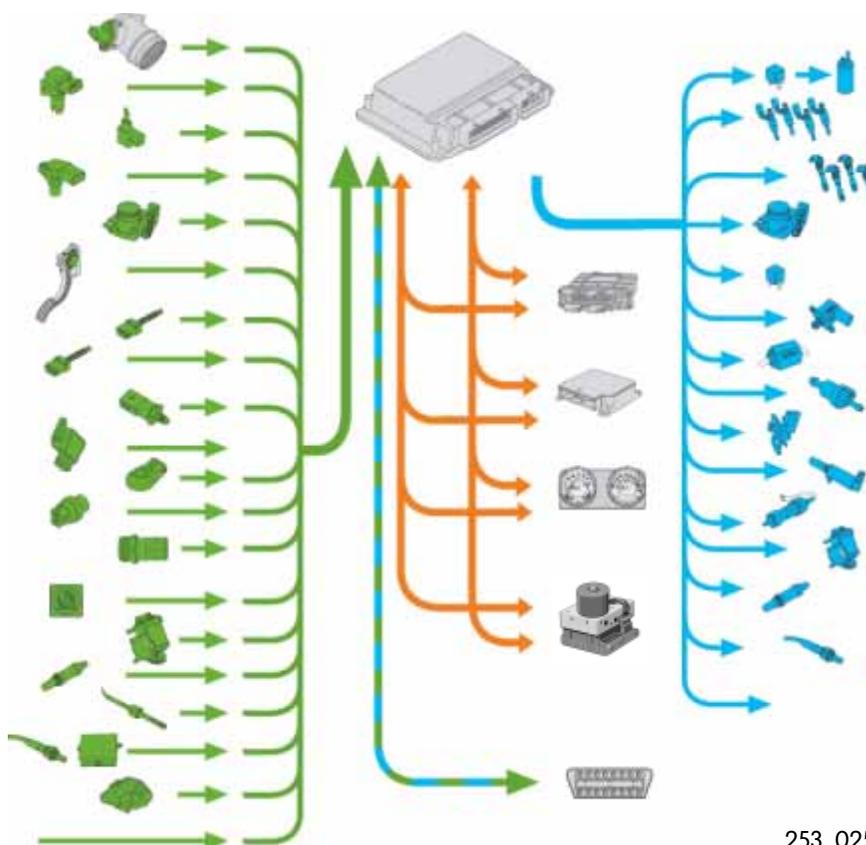


253_036



Sírvase tener en cuenta que el grupo de reparación 01 está integrado en la «Localización de averías asistida». Contiene también las funciones de «Leer bloque de valores de medición» y «Diagnosis de actuadores».

Los sensores y actuadores representados en color se comprueban con motivo de la autodiagnos y de la localización de averías asistida.



253_025

Soluciones de las páginas 58-59

1.) a,b,c

2.) c

3.) a,c

4.) b

5.) b,c

6.) a,b

7.) b,c

8.) c



Pruebe sus conocimientos

1. ¿Cuáles son las ventajas que supone la inyección directa de gasolina?

- En los modos de mezcla pobre se abre la mariposa un tanto más y se tiene que aspirar el aire superando una menor resistencia.
- Con la inyección directa del combustible en el cilindro se extrae calor al aire de admisión, lo cual permite aumentar la relación de compresión.
- Con la inyección directa de gasolina se puede hacer funcionar el motor con una relación de combustible y aire de hasta $\lambda = 3$.

2. ¿Cuándo se efectúa la inyección en el modo estratificado, en el modo homogéneo-pobre y en el modo homogéneo?

- Durante el ciclo de admisión en los tres modos operativos.
- En el modo estratificado, durante el ciclo de admisión; en el modo homogéneo-pobre y en el modo homogéneo, durante el ciclo de compresión.
- En el modo estratificado, durante el ciclo de compresión; en el modo homogéneo-pobre y en el modo homogéneo, durante el ciclo de admisión.

3. ¿Respecto a los modos operativos, qué significan los términos carga estratificada, carga homogénea - pobre y carga homogénea?

- Carga estratificada significa, que la mezcla se encuentra en la zona de la bujía y está rodeada de una capa compuesta por aire fresco y gases de escape recirculados.
- Carga homogénea significa, que la mezcla sólo se produce poco antes del encendido.
- Carga homogénea-pobre significa, que hay una mezcla pobre repartida de modo uniforme en toda la cámara de combustión.

4. ¿Por qué no abre por completo la válvula de mariposa en el modo estratificado?

- Porque las emisiones de hidrocarburos y monóxido de carbono serían excesivas.
- Porque siempre debe existir una cierta depresión para el funcionamiento del depósito de carbón activo y para la recirculación de gases de escape.
- Porque el par del motor se regula a través de la cantidad de aire fresco y el motor no necesita tanto aire al trabajar con cargas y regímenes inferiores.

5. ¿Para qué se emplea la señal del sensor de presión en el colector de admisión G71?

- Como señal para conmutación entre los modos operativos.
- Para detectar la carga durante el arranque del motor.
- Para poder determinar con más exactitud la cantidad de gases recirculados.

6. ¿Qué presiones reinan en el sistema de combustible?

- En el sistema de combustible de alta presión son presiones entre 50 y 100 bares, en función de familia de características.
- En el funcionamiento normal son presiones de 3 bares en el sistema de combustible de baja presión.
- En el funcionamiento normal, la presión del combustible en el sistema de baja presión es de 7,5 bares como máximo.

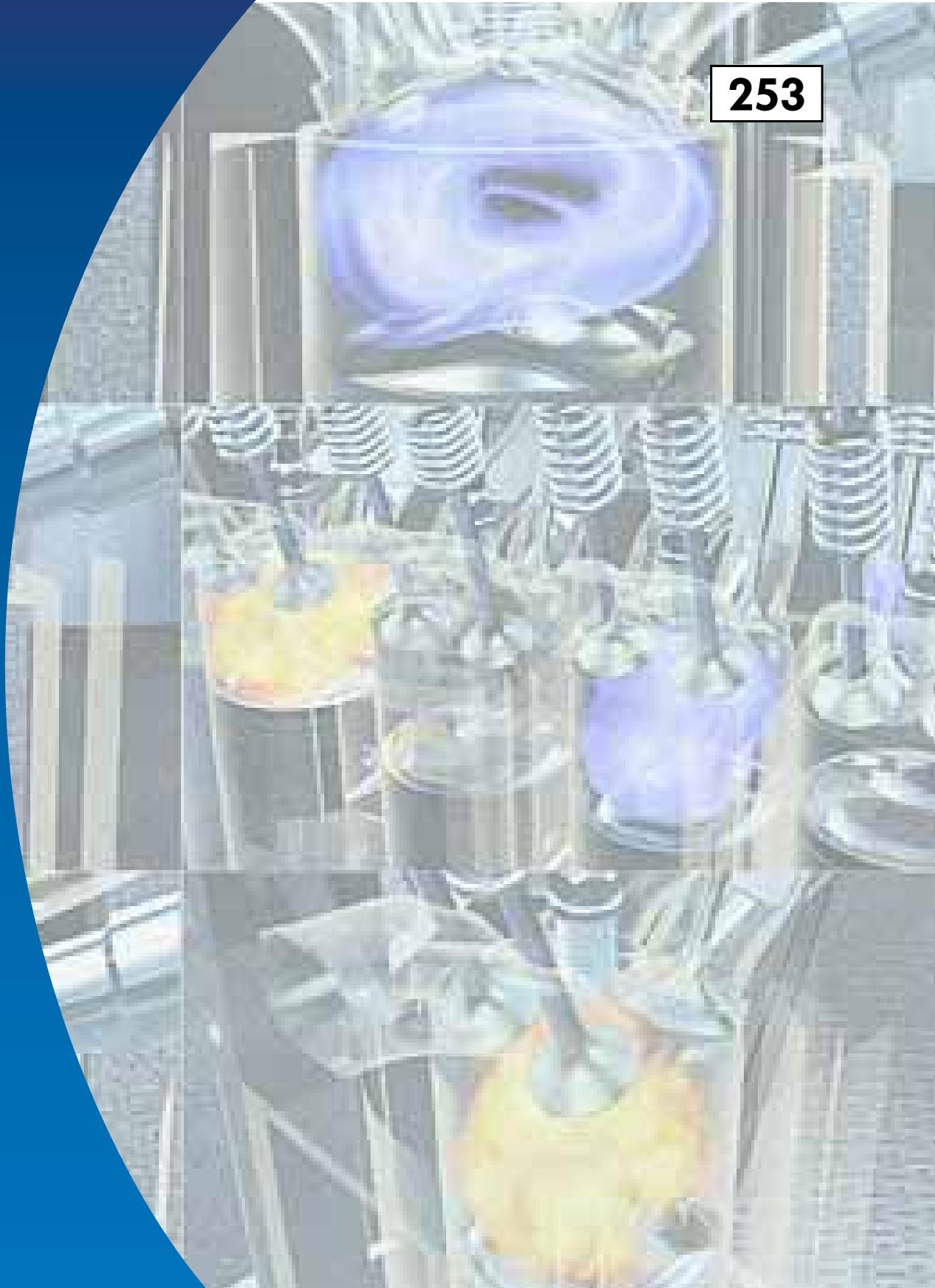
7. ¿Qué afirmaciones son correctas acerca del catalizador-acumulador de NOx?

- Acumula óxidos nítricos durante el funcionamiento con $\lambda = 1$, para poder transformar de un modo más eficaz los hidrocarburos y monóxidos de carbono durante el modo de mezcla pobre.
- Almacena óxidos nítricos al funcionar con $\lambda > 1$, porque durante el funcionamiento con mezcla pobre un catalizador de tres vías no puede transformar los óxidos nítricos en nitrógeno.
- Abarca las funciones de un catalizador de tres vías y puede almacenar adicionalmente óxidos nítricos.

8. ¿Cuándo se efectúa la regeneración de óxidos nítricos y de azufre?

- Se lleva a cabo en intervalos periódicos sistemáticos.
- No se requiere una regeneración en un ciclo aparte, porque se efectúa de forma automática a cargas superiores.
- Se efectúa siempre que a través del sensor de NOx se detecta un determinado contenido de óxidos nítricos en los gases de escape.





Sólo para el uso interno © VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg
Reservados todos los derechos. Sujeto a modificaciones técnicas.
140.2810.72.60 Estado técnico: 06/02

✿ Este papel ha sido elaborado con
celulosa blanqueada sin cloro.