



Programa autodidáctico 336

Filtro de partículas diésel con recubrimiento catalítico

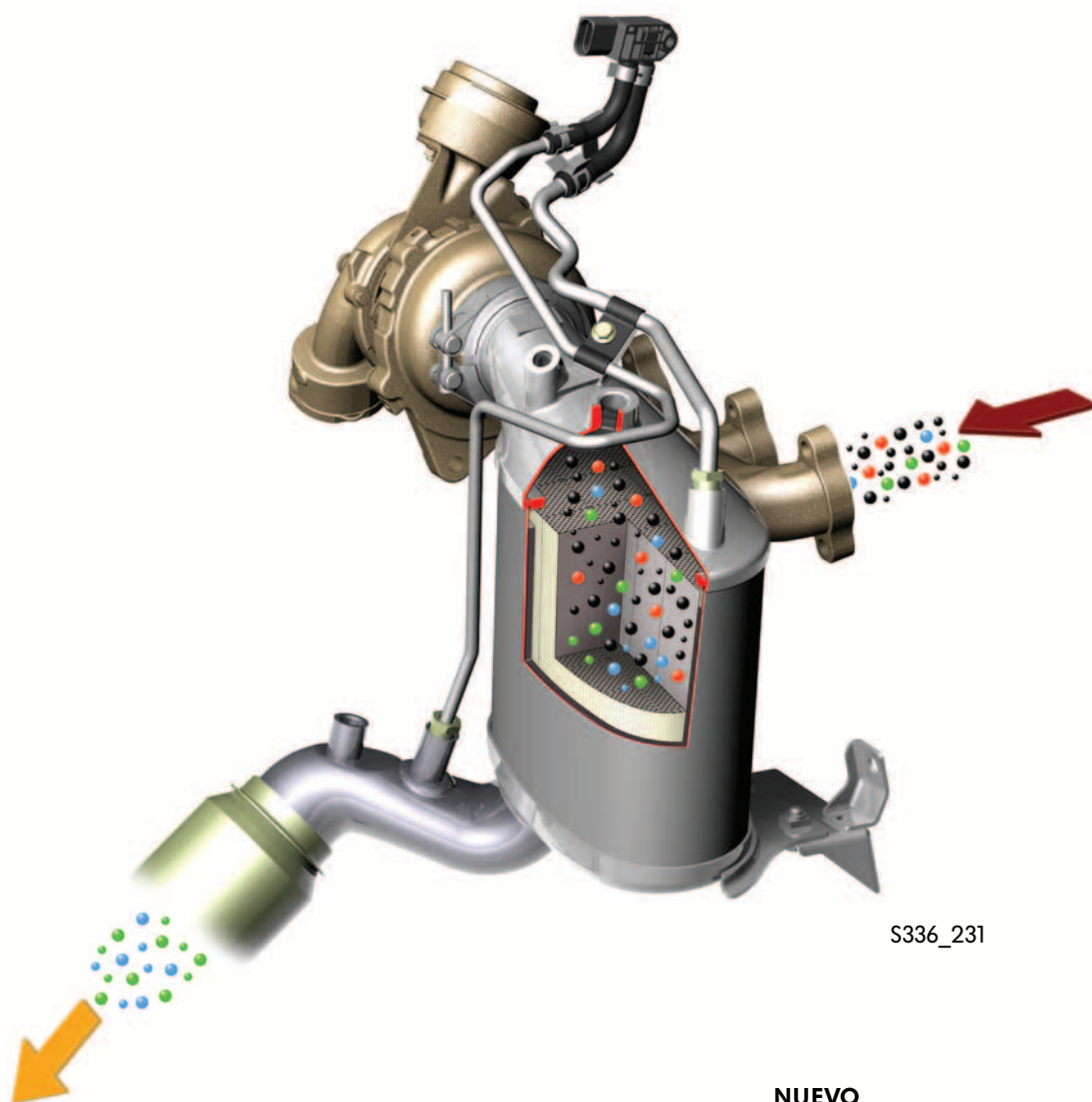
Diseño y funcionamiento



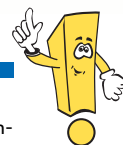
La reducción de las emisiones de partículas representa hoy en día un gran desafío para el control de las emisiones en vehículos con motor diésel. Aparte de las medidas aplicadas al motor corresponde una importancia especial a este respecto al tratamiento de los gases de escape.

El filtro de partículas representa un método eficaz para eliminar las partículas de hollín que están contenidas en los gases de escape de los motores diésel, a raíz de implicaciones específicas del sistema.

Los sistemas de filtración más habituales constan de un catalizador de oxidación y el propio filtro de partículas. En el caso del filtro de partículas con recubrimiento catalítico de Volkswagen se ha procedido a combinar el catalizador y el filtro en una unidad compartida. En este sistema de filtración de partículas es posible quemar de forma continua las partículas, sin tener que agregar un aditivo al combustible, gracias al diseño específico y a la implantación del sistema cerca del motor.



NUEVO



**Atención
Nota**



El Programa autodidáctico presenta el diseño y funcionamiento de nuevos desarrollos. Los contenidos no se someten a actualizaciones.

Para las instrucciones de actualidad sobre comprobación, ajuste y reparación consulte por favor la documentación del Servicio Postventa prevista para esos efectos.



Introducción	4
Diseño y funcionamiento	12
Estructura del sistema	23
Sensores y actuadores	24
Esquema de funciones	32
Límites del sistema	33
Pruebe sus conocimientos	35



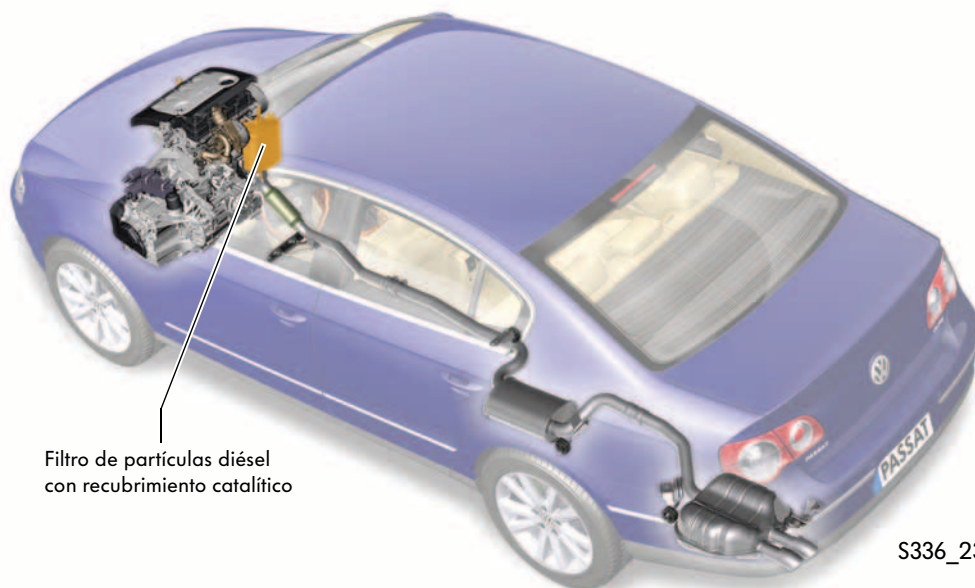
Introducción



Aspectos generales

En la combustión del gasoil se producen residuos de la índole más diversa. Los componentes directamente perceptibles que integran los gases de escape al estar el motor frío son hidrocarburos no oxidados o sólo parcialmente oxidados, existentes en forma de gotitas que se manifiestan como un humo blanco o azulado y son aldehídos de olor intenso.

En los motores diésel, aparte de los contaminantes gaseosos también se emiten sólidos pulverulentos en los gases de escape, que, bajo el concepto genérico de «partículas», han venido a formar parte de las discusiones actuales sobre las sustancias nocivas para la salud y el medio ambiente.



Volkswagen persigue una estrategia a largo plazo en lo que respecta a la reducción de las emisiones contaminantes en los gases de escape – no sólo en el área de las partículas diésel, sino también en lo que respecta a todos los componentes de los gases de escape, tales como hidrocarburos y óxidos nítricos. Hace años que Volkswagen ha venido emprendiendo grandes esfuerzos por optimizar los procesos endomotrizes de la combustión y reducir las emisiones de hollín en sus motores diésel. Y ello con éxito: en 1999 Volkswagen ha podido ofrecer con el Lupo 3L TDI, como primer fabricante de automóviles, un vehículo que cumple con la severa norma Euro 4 sobre las emisiones contaminantes – seis años antes de entrar en vigor esta normativa en el año 2005.

Volkswagen ha impulsado de forma determinante el desarrollo del motor diésel higiénico y ha afrontado con ello la responsabilidad por la protección del medio ambiente. Ejemplos al respecto son la tecnología TDI, caracterizada por una mayor eficiencia, economía de consumo y mínimos índices de sonoridad, así como el sistema del inyector bomba. Volkswagen seguirá mejorando en el futuro la combustión endomotríz, para seguir reduciendo el consumo de combustible y las emisiones contaminantes directamente en la fuente de su generación. Volkswagen complementará adicionalmente paso a paso estos esfuerzos con la implantación de sistemas para la filtración de partículas diésel.

Gases de escape

Normativas sobre los gases de escape

En la República Federal de Alemania, en Europa y a nivel mundial se han tomado determinaciones y dictado normativas legales en los últimos años, con miras a reducir las emisiones de contaminantes en el aire. Existen las normativas europeas sobre emisiones contaminantes EU1 hasta EU4. Especifican a la industria del automóvil los límites de las emisiones contaminantes para la homologación de nuevos modelos de vehículos.

EU3

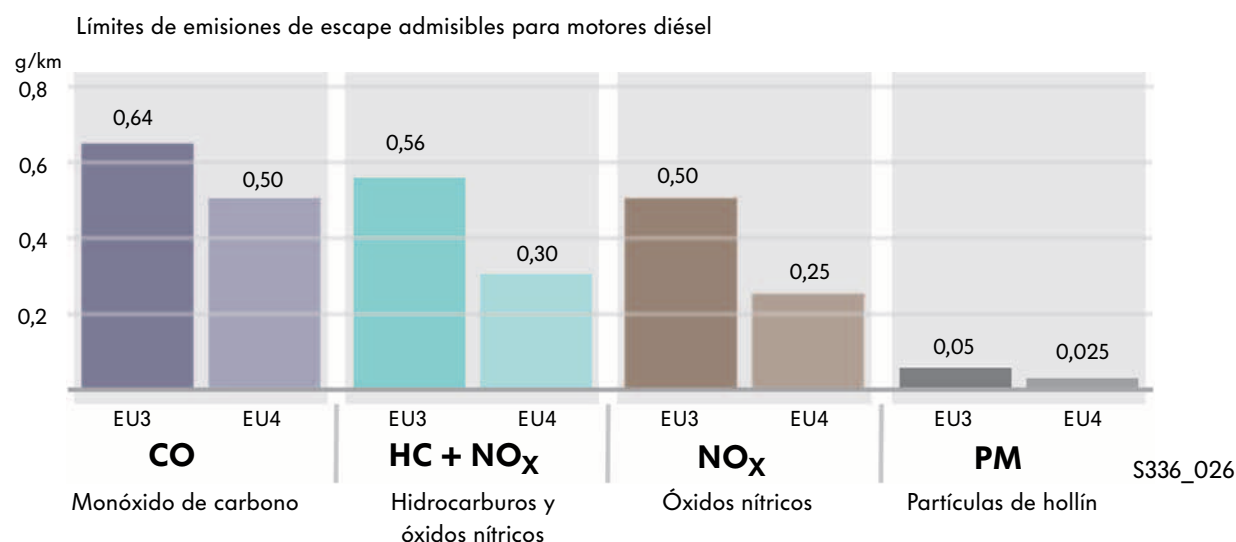
Desde el año 2000 rige la norma sobre emisiones de escape EU3 para vehículos de nueva matriculación.

Se distingue de la normativa anterior EU2 por tener una mayor severidad en las condiciones que rigen para las pruebas en el banco de rodillos y una reducción de los límites de contaminación.

EU4

La norma EU4 entra en vigor a partir del 2005 y viene a sustituir a la EU3. Supone una reducción más en los límites de emisiones para la homologación.

Más de un 65 por ciento de los vehículos Volkswagen matriculados con motor diésel ya cumplen actualmente en Alemania la norma sobre emisiones de escape EU4.



Previsiones de futuro

Para el futuro se supone que entrará en vigor la EU5, como una normativa más estricta todavía. Si bien, todavía no se han definido los valores que regirán con esta norma, sin embargo, se sabe que los límites de las emisiones de escape bajarán una vez más. El límite de emisiones de partículas para turismos con motor diésel será reducido claramente en comparación con la normativa actual. Por ese motivo es necesario que en el futuro todos los turismos con motor diésel vayan equipados con un filtro de hollín.



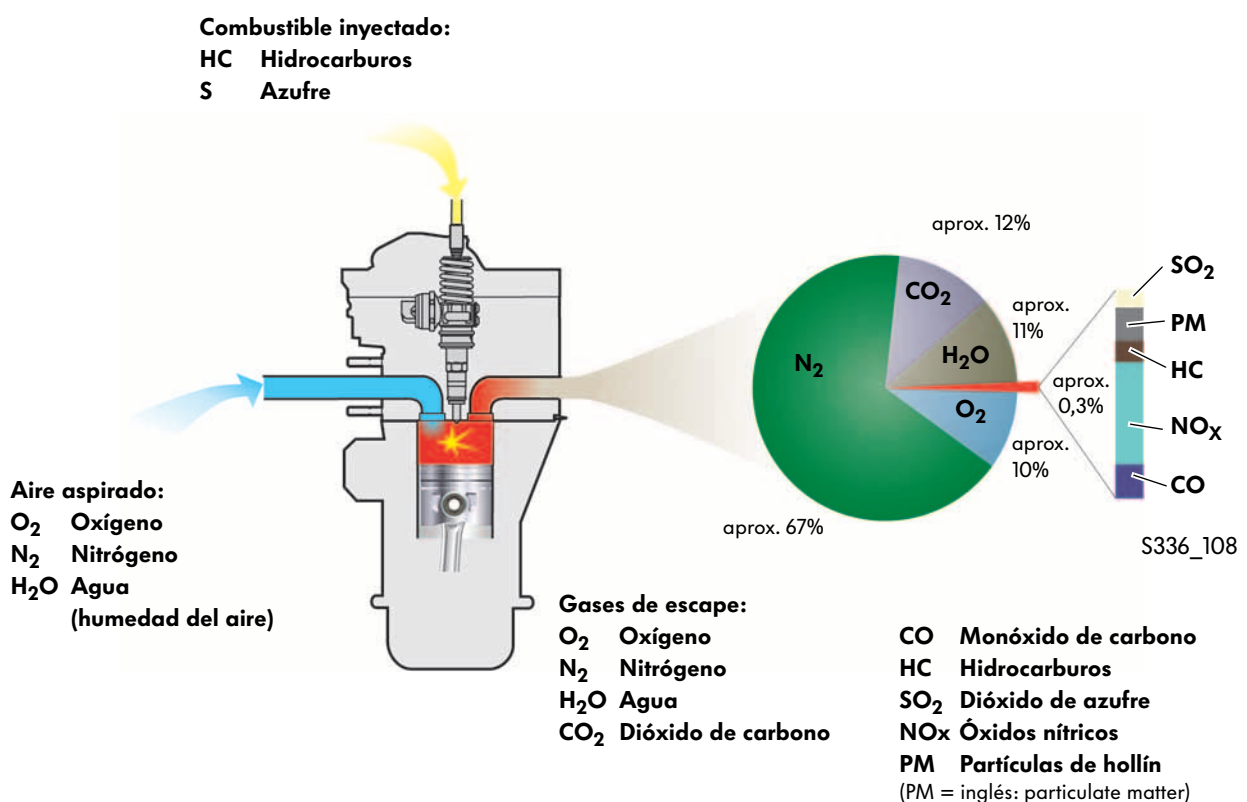
Introducción



Orígenes de los contaminantes en el ciclo de la combustión

La generación de contaminantes y, especialmente, las emisiones de partículas de hollín, dependen del proceso de la combustión en el motor diésel. Este proceso está supeditado a su vez a múltiples factores de diseño, propiedades del combustible y factores atmosféricos.

A continuación se muestra un cuadro con los componentes de entrada y salida del motor diésel en el ciclo de la combustión.



En lo que respecta al efecto nocivo para el medio ambiente y la salud, los gases de escape del motor diésel contienen componentes que merecen una evaluación diferenciada.

Se catalogan como sustancias inofensivas los componentes ya existentes en la atmósfera, que son el oxígeno, nitrógeno y el agua.

El dióxido de carbono, siendo un gas natural contenido en la atmósfera, se encuentra dentro de un margen límite en lo que respecta a esta catalogación. Si bien no es tóxico, a medida que aumenta su concentración, sin embargo, se entiende como uno de los causantes del efecto invernadero.

En cambio, son nocivas las sustancias tales como el monóxido de carbono, los hidrocarburos, el dióxido de azufre, los óxidos nítricos y las partículas de hollín.

Sustancias nocivas en los gases de escape



CO
Monóxido de carbono



S336_014

El monóxido de carbono (CO) se produce a raíz de una combustión incompleta de combustibles con contenido de carbono, al producirse esa combustión con escasez de oxígeno. Es un gas incoloro, inodoro e insípido.

HC
Hidrocarburos



S336_016

Se da el nombre de hidrocarburos a una gran cantidad de combinaciones diferentes (por ejemplo C_6H_6 , C_8H_{18}), que se producen tras una combustión incompleta.

SO₂
Dióxido de azufre



S336_018

El dióxido de azufre se genera a raíz de la combustión de un combustible con contenido de azufre. Es un gas incoloro, de olor penetrante. El contenido del azufre en el combustible viene siendo cada vez menor.

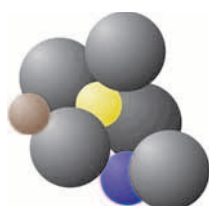
NO_x
Óxidos nítricos



S336_020

Los óxidos nítricos (por ejemplo NO, NO₂, ...) se producen por intervención de altas presiones, altas temperaturas y exceso de oxígeno durante la combustión en el motor.

Partículas de hollín



S336_022

Si falta oxígeno se producen partículas de hollín como consecuencia de una combustión incompleta.

Introducción



Partículas

La palabra partícula se utiliza como término genérico para todos los pequeños corpúsculos, sólidos o líquidos, que se producen por abrasión, trituración, erosión, condensación, así como por una combustión incompleta. Estos procesos generan partículas de diferentes formas, dimensiones y estructuras.

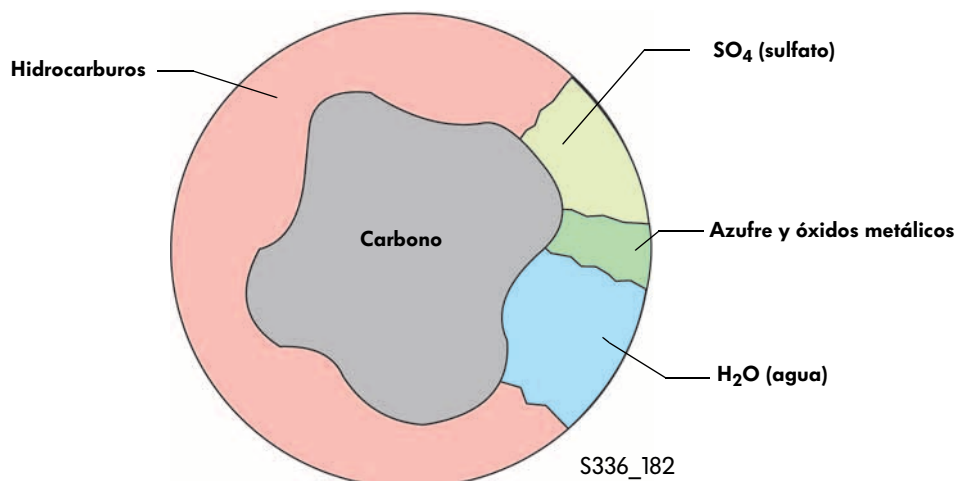
Las partículas tienen el carácter de contaminantes en el aire si son tan pequeñas, que pueden flotar en gases y dañar el organismo.

Partículas de hollín

Durante el proceso de la combustión en un motor diésel se producen partículas de hollín. Son esferas microscópicas de carbono, con un diámetro aproximado de $0,05\ \mu\text{m}$. Su núcleo es de carbono puro. En torno a este núcleo se adhieren diversas combinaciones de hidrocarburos, óxidos metálicos y azufre.

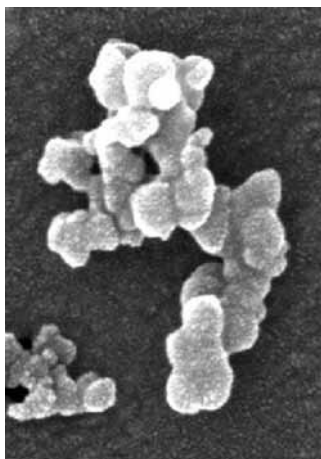
Ciertas combinaciones de hidrocarburos se catalogan como críticas para la salud.

La composición exacta de las partículas de hollín depende de la tecnología del motor, las condiciones de aplicación y el combustible empleado.



Origen de las partículas de hollín

La generación de las partículas de hollín en el motor diésel depende de los diferentes factores que intervienen en la combustión endomotriz, tales como la alimentación del aire, la inyección, la propagación de la llama. La calidad de la combustión depende del modo en que se lleve a cabo la mezcla del aire con el combustible. La mezcla puede resultar muy rica en ciertas zonas de la cámara de combustión, por no haber suficiente oxígeno disponible. En ese caso la combustión se mantiene incompleta y se producen partículas de hollín.



S336_013

Partícula de hollín típica, como la que se genera durante la combustión en el motor diésel

La masa y la cantidad de las partículas dependen, por tanto, de la calidad que tenga la combustión en el motor. El sistema de inyector bomba establece una combustión eficiente, gracias a la alta presión de la inyección y un desarrollo del ciclo de inyección, que concuerda con las exigencias planteadas al motor, con lo cual viene a reducir la generación de partículas de hollín durante el proceso de la combustión.

Sin embargo, una alta presión de la inyección y la refinada pulverización del combustible que ello supone no necesariamente se traduce en partículas más pequeñas.

En mediciones efectuadas se ha comprobado que el reparto de tamaños de las partículas en los gases de escape es muy parecido, indistintamente del principio de la combustión del motor, es decir, de que se trate de un motor de cámara de turbulencia, Common Rail o inyector bomba.



Introducción



Medidas para reducir las emisiones de partículas

La reducción de las emisiones de escape del motor diésel constituye un objetivo importante que se plantea para su desarrollo ulterior. Para la reducción de las emisiones de escape existe una serie de soluciones técnicas aplicables. Se diferencia a este respecto entre las medidas endomotrices y ectomotrices.

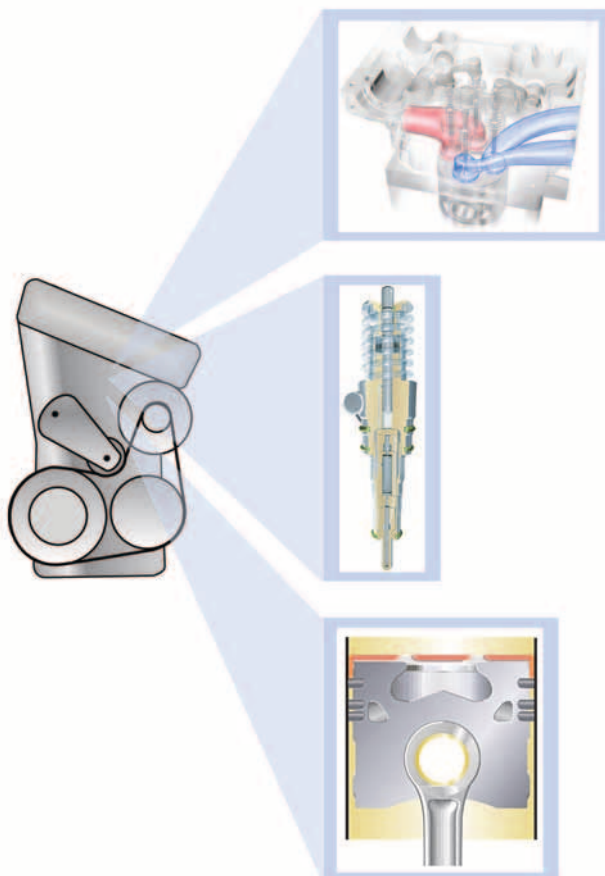
Medidas endomotrices

Mediante medidas endomotrices resulta posible alcanzar una reducción de las emisiones.

Una optimización eficaz de la combustión contribuye a que no se produzcan sustancias contaminantes.

A las medidas endomotrices pertenecen:

- el diseño de los conductos de admisión y escape, para establecer óptimas condiciones de flujo,
- altas presiones de inyección, por ejemplo con la tecnología del inyector bomba,
- el diseño de la cámara de combustión, por ejemplo reduciendo el espacio nocivo y optimizando la geometría de la cámara en la cabeza del pistón.



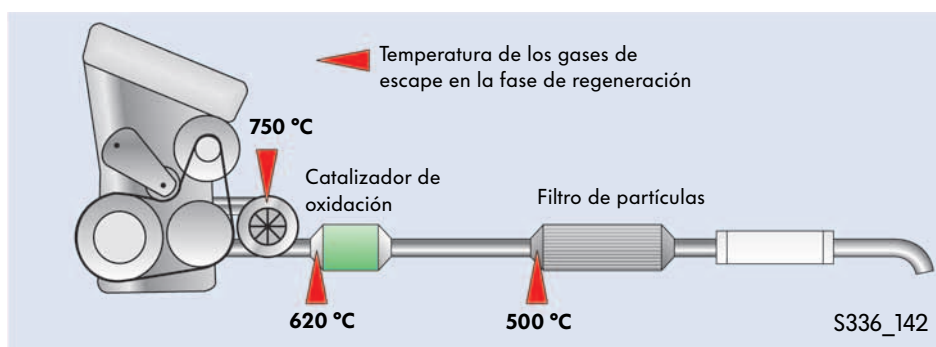
S336_045

Medidas ectomotrices

Con medidas ectomotrices se puede evitar la emisión de las partículas de hollín que se generan con motivo de la combustión. Entiéndese por tal la reducción de las partículas de hollín a través de un sistema de filtración. Se distinguen a este respecto dos sistemas – el filtro de partículas diésel con aditivo y el filtro de partículas diésel con recubrimiento catalítico. En las páginas siguientes se le explica exclusivamente la arquitectura y el funcionamiento del filtro de partículas diesel con recubrimiento catalítico.

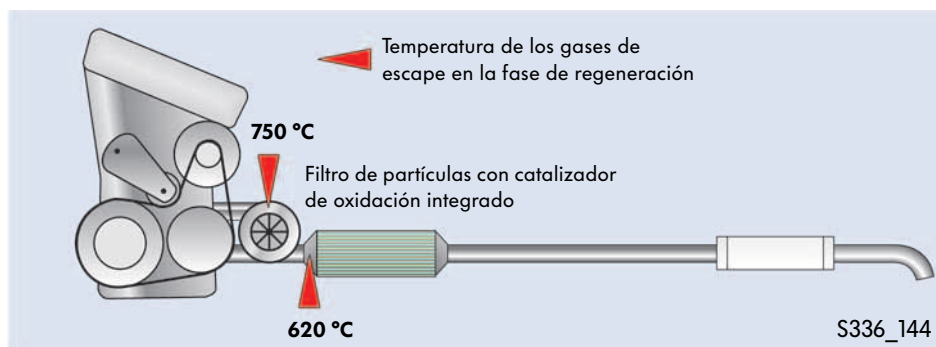
Sistema con aditivo

Este sistema se implanta en vehículos con el filtro de partículas instalado lejos del motor. Debido al largo trayecto de los gases de escape entre el motor y el filtro de partículas, la temperatura de encendido necesaria para la combustión de las partículas sólo se puede conseguir agregando un aditivo.



Sistema con recubrimiento catalítico

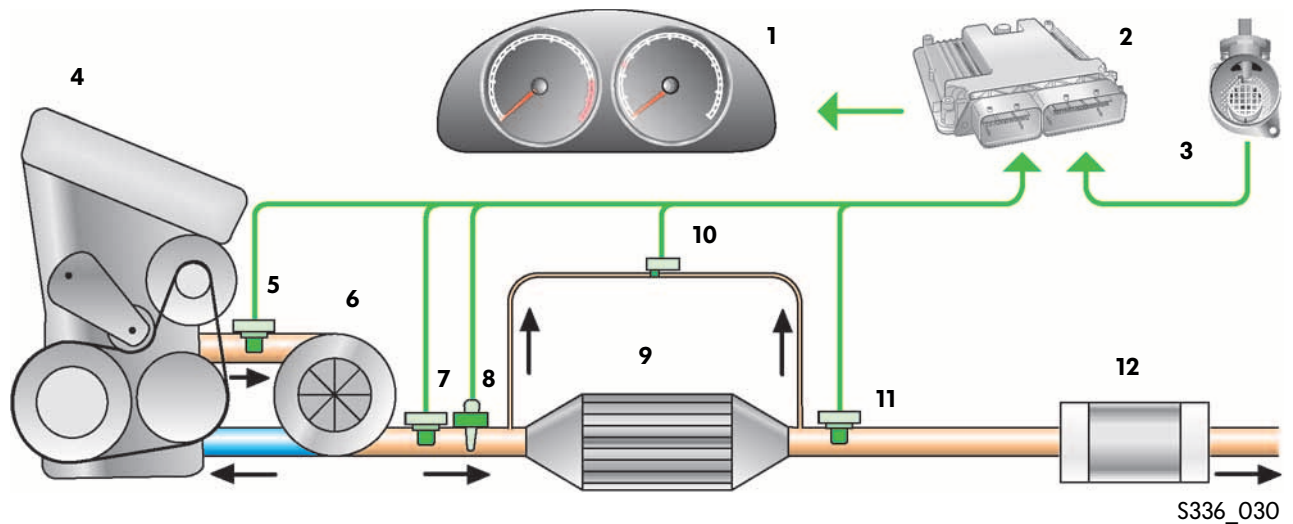
Este sistema se implanta en vehículos con el filtro de partículas instalado cerca del motor. Debido a los cortos recorridos de los gases de escape entre el motor y el filtro de partículas, la temperatura de los gases de escape todavía es suficiente para la combustión de las partículas.



Diseño y funcionamiento

Sistema del filtro de partículas diésel con recubrimiento catalítico

El cuadro general a continuación representa los componentes del sistema de filtración de partículas diésel.



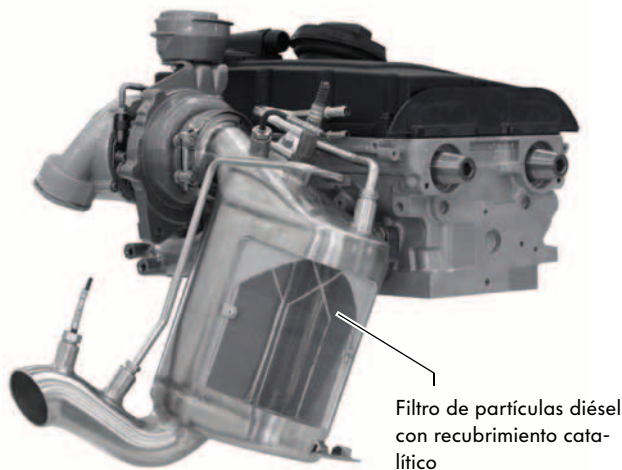
- 1 Unidad de control en el cuadro de instrumentos J285
- 2 Unidad de control del motor
- 3 Medidor de la masa de aire
- 4 Motor diésel
- 5 Sensor de temperatura ante el turbocompresor G507
- 6 Turbocompresor

- 7 Sensor de temperatura ante el filtro de partículas G506
- 8 Sonda lambda G39
- 9 Filtro de partículas
- 10 Sensor de presión 1 para gases de escape G450
- 11 Sensor de temperatura después del filtro de partículas G527
- 12 Silenciador



El cuadro muestra un sistema con escape monocaudal. En los sistemas de escape de caudal múltiple, los filtros de partículas y los sensores se implantan respectivamente una vez en cada ramal de gases de escape.

Filtro de partículas

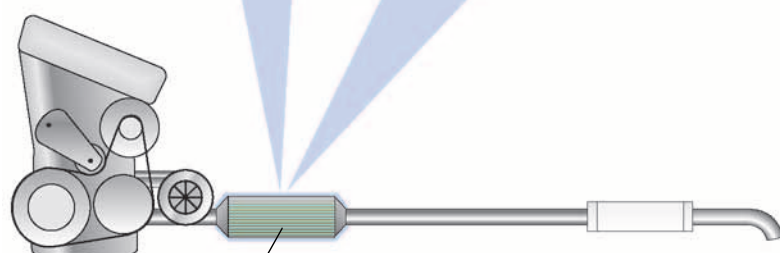
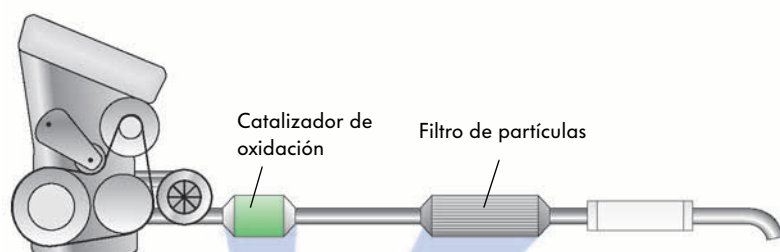


Filtro de partículas diésel con recubrimiento catalítico

S336_039

El filtro de partículas diésel con recubrimiento catalítico va situado en el ramal de escape, cerca del motor, detrás del turbocompresor.

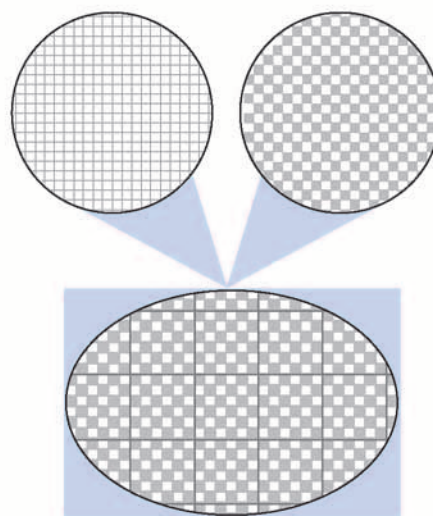
Se han combinado dos componentes en una unidad compartida: el catalizador de oxidación y el filtro de partículas, dando por resultado el filtro de partículas diésel con recubrimiento catalítico. Combina la función del catalizador de oxidación con la del filtro de partículas diésel en un solo componente.



S336_212

Filtro de partículas diésel con recubrimiento catalítico

Catalizador de oxidación Filtro de partículas



Filtro de partículas diésel con recubrimiento catalítico

En su condición de filtro de partículas diésel se encarga de retener partículas de hollín contenidas en los gases de escape. En su función de catalizador de oxidación se encarga de depurar los gases de escape en lo que respecta a los contenidos de hidrocarburos (HC) y monóxido de carbono (CO). Se transforman en agua (H_2O) y dióxido de carbono (CO_2).

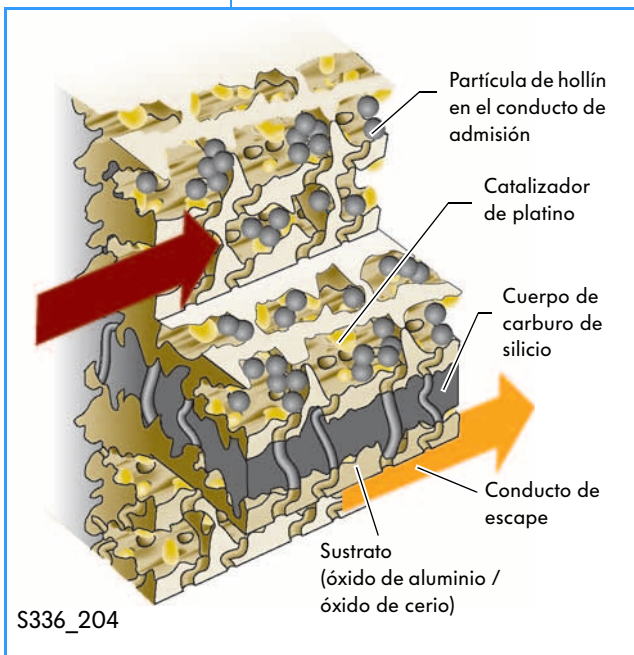
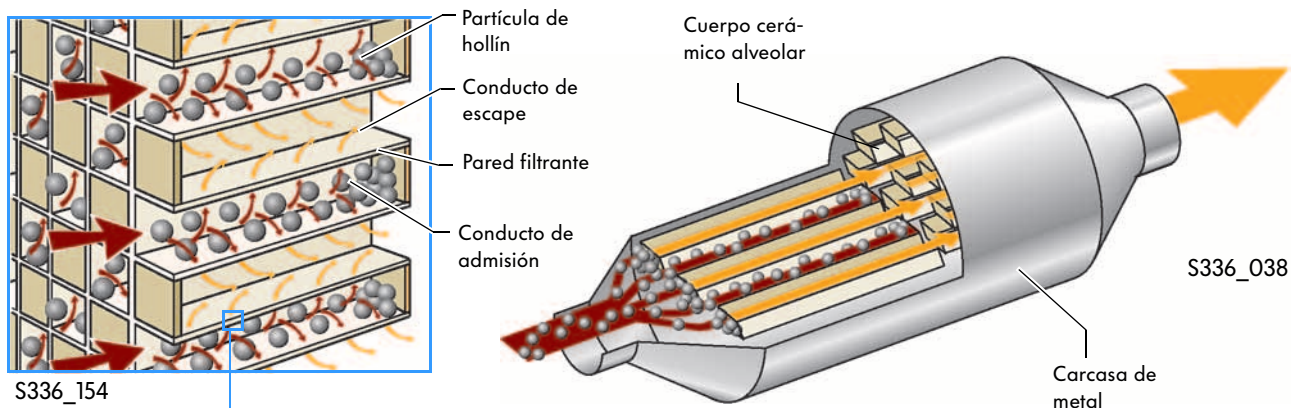


La información detallada sobre el tema del catalizador de oxidación se puede consultar en el Programa autodidáctico SSP núm. 124 «Motor diésel con catalizador».

Diseño y funcionamiento

Estructura

El filtro de partículas diésel consta de un cuerpo cerámico alveolar de carburo de silicio, alojado en una carcasa de metal. El cuerpo de cerámica está dividido por una gran cantidad de pequeños conductos paralelos, cerrados de forma alternativa. De ahí resultan conductos de admisión y escape separados por las paredes filtrantes.



Las paredes filtrantes de carburo de silicio son porosas.

El cuerpo de carburo de silicio está recubierto con una combinación de óxido de aluminio y óxido de cerio.

Esta combinación se utiliza como sustrato para el catalizador. El sustrato está recubierto con el metal noble del platino, que hace las veces de catalizador.

Un catalizador es una sustancia que respalda o inhibe una reacción química, sin experimentar ella misma ninguna modificación por ese motivo.

Funcionamiento

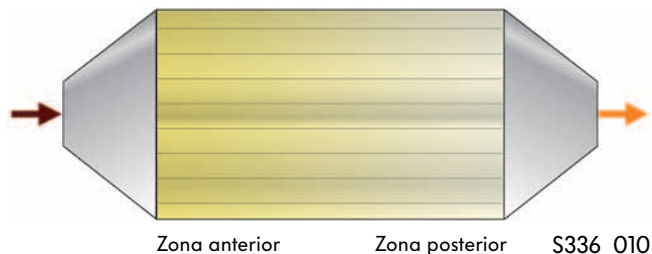
En virtud de que los conductos están cerrados alternadamente en dirección de de entrada y salida, los gases de escape con cargas de hollín tienen que pasar por las paredes filtrantes porosas de carburo de silicio.

En contraste con los componentes gaseosos, las partículas de hollín son retenidas en los conductos de entrada.

Zonas de recubrimiento en el filtro de partículas diésel

El filtro de partículas diésel debe tener una longitud específica para contar con una gran capacidad de retención de hollín. Asimismo se lo tiene que recubrir con una determinada cantidad de platino para conseguir el efecto catalítico deseado.

El recubrimiento catalítico del filtro de partículas diésel está dividido por zonas sobre la longitud del filtro.



En la zona anterior hay una gran cantidad de platino, mientras que en la zona posterior la cantidad de platino es baja. El recubrimiento diferido por zonas supone las siguientes ventajas:

- Al funcionar el motor en condiciones normales, el filtro de partículas diésel se calienta rápidamente en la zona anterior. Debido a la alta concentración del platino, como material catalizador, en esta zona anterior, el filtro cuenta con una acción catalítica rápida. Se habla aquí también de un comportamiento de respuesta rápido por parte del filtro de partículas diésel.
- En la fase de regeneración, la parte posterior del filtro de partículas diésel adopta altas temperaturas a raíz de la combustión del hollín. Estas altas temperaturas suponen un ataque a largo plazo contra el platino. Por ese motivo se renuncia a dotar la zona posterior de un recubrimiento grueso con esta materia prima del platino, que supone un coste alto.
- Otro motivo por el cual se implanta la baja cantidad de platino en la zona posterior reside en el envejecimiento del filtro de partículas diésel. Durante su período de vida útil es cada vez mayor la cantidad de residuos de la combustión que se depositan en la parte posterior, afectando con ello el efecto catalítico del platino.

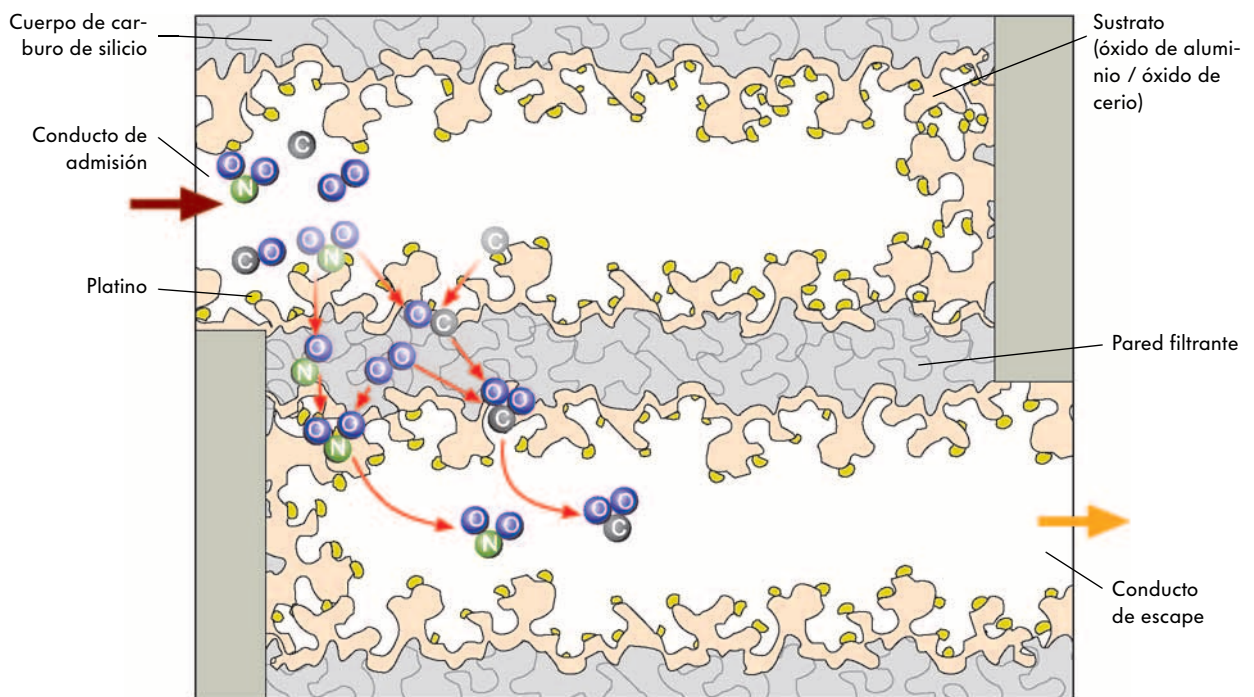
Fase de regeneración

El filtro de partículas diésel tiene que ser despejado de forma sistemática de las partículas de hollín, para evitar que resulte afectada su capacidad de funcionamiento. Durante el ciclo de regeneración se procede a quemar (oxidar) las partículas retenidas en el filtro. En el caso de la regeneración del filtro de partículas con recubrimiento catalítico se diferencia entre la regeneración pasiva y la regeneración activa. El ciclo de regeneración discurre sin que el conductor se percate de ello.

Diseño y funcionamiento

Regeneración pasiva

En el ciclo de regeneración pasiva las partículas de hollín se queman de forma continua, sin intervención por parte de la gestión del motor. El posicionamiento cercano al motor, del filtro de partículas, permite que por ejemplo los gases de escape alcancen temperaturas de 350-500 °C al circular por autopista. Las partículas de hollín son transformadas, por medio de una reacción con dióxido nítrico, en dióxido de carbono. Esta operación gradual se desarrolla de forma lenta y continua a través del recubrimiento de platino, que hace aquí las veces de material catalizador.



S336_184

Funcionamiento

A partir de los óxidos nítricos (NO_x) y el oxígeno (O₂) contenidos en los gases de escape se genera dióxido nítrico (NO₂) con ayuda del recubrimiento de platino.

NO_x + O₂ reacciona produciendo NO₂

El dióxido nítrico (NO₂) reacciona con el carbono (C) de la partícula de hollín, generándose monóxido de carbono (CO) y monóxido de nitrógeno (NO).

NO₂ + C reacciona produciendo CO + NO

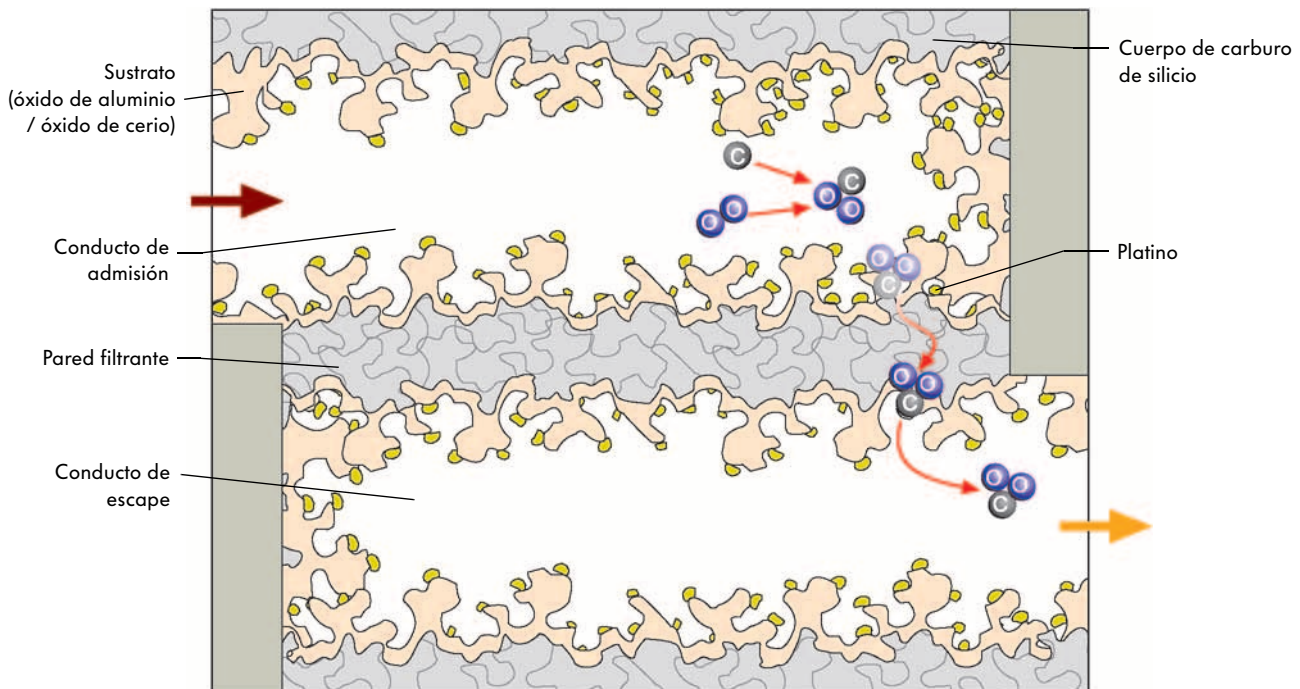
El monóxido de carbono (CO) y el monóxido de nitrógeno (NO) se combinan con el oxígeno (O₂), produciendo dióxido nítrico (NO₂) y dióxido de carbono (CO₂).

CO + NO + O₂ reacciona produciendo NO₂ + CO₂

Regeneración activa

Con motivo de la regeneración activa se procede a quemar las partículas de hollín, para lo cual la gestión del motor se encarga de producir un aumento específico de la temperatura de los gases de escape. Al circular por ciudad a baja carga del motor, las temperaturas de los gases de escape son demasiado bajas como para poder practicar un ciclo de regeneración pasiva en el filtro de partículas. En virtud de que deja de ser posible degradar las partículas de hollín se produce una saturación de hollín en el filtro. En cuanto se alcanza una saturación específica de hollín en el filtro, la gestión del motor pone en vigor un ciclo de regeneración activa. Esta operación tarda unos 10 minutos.

Las partículas de hollín se queman, produciendo dióxido de carbono, a partir de una temperatura de los gases de escape de 600-650 °C.



S336_186

Funcionamiento

En el caso de la regeneración activa se procede a quemar las partículas de hollín con ayuda de la alta temperatura de los gases de escape. El carbono de las partículas de hollín se somete a oxidación con el oxígeno, transformándose en dióxido de carbono.

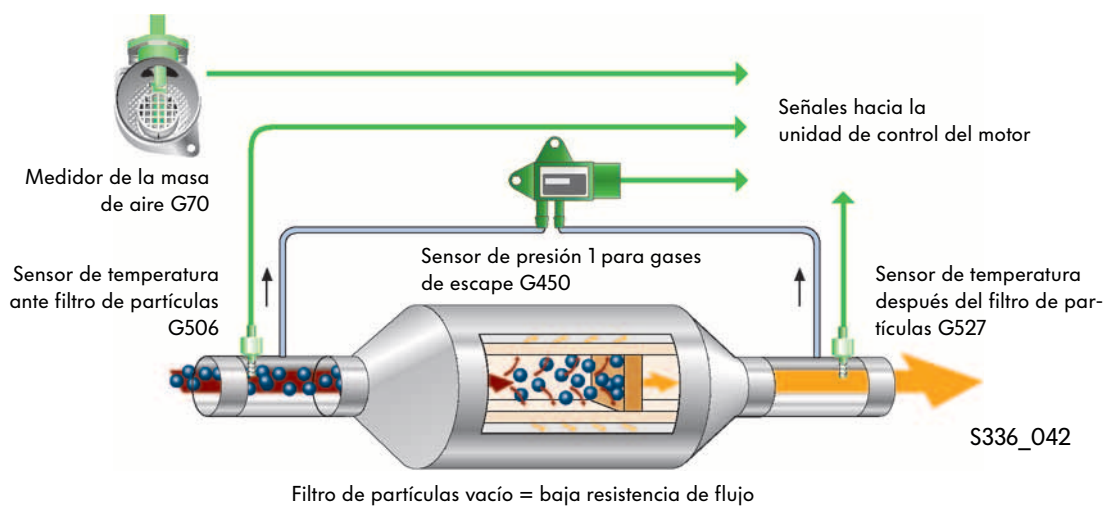
$C + O_2$ reacciona transformándose en CO_2

Diseño y funcionamiento

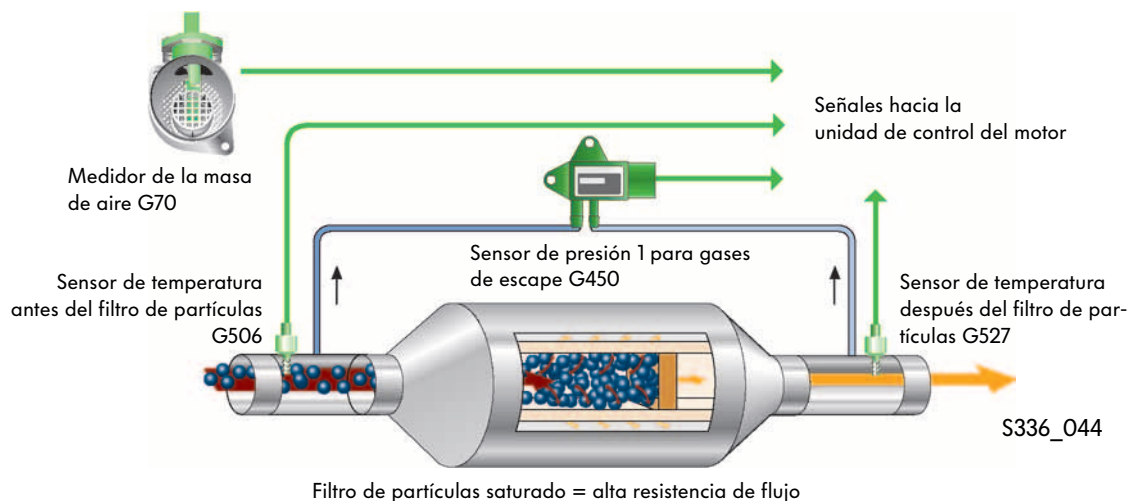
Funcionamiento de la regeneración activa

Las partículas de hollín son retenidas en los conductos de entrada. La unidad de control del motor puede detectar el nivel de saturación del filtro de partículas diésel a base de analizar las señales procedentes del medidor de la masa de aire, de los sensores de temperatura antes y después del filtro de partículas, así como del sensor de presión 1 para los gases de escape.

Filtro de partículas vacío



Filtro de partículas saturado

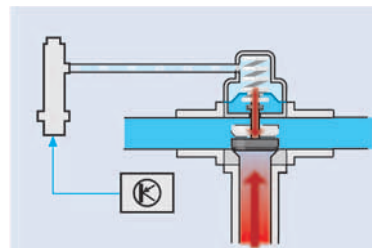


Si la saturación de hollín ha alcanzado un límite específico, la gestión del motor pone en vigor un ciclo de regeneración activa.

Gestión del motor durante la puesta en vigor de la regeneración activa

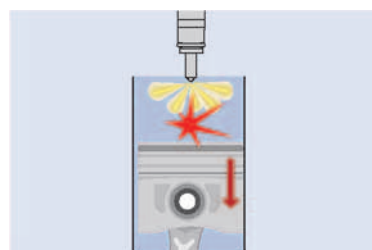
La unidad de control del motor calcula el estado de saturación del filtro analizando la resistencia de flujo en el filtro. Una alta resistencia de flujo hace suponer que el filtro tiende a obstruirse. La unidad de control del motor pone en vigor el ciclo de regeneración activa. A esos efectos:

- se desactiva la recirculación de gases de escape, para subir la temperatura de la combustión,



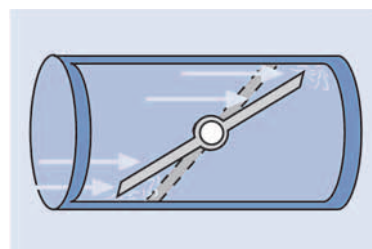
S336_124

- tras una inyección principal con dosificación reducida, se produce un ciclo de postinyección a los 35° del cigüeñal después del punto muerto superior del pistón, para subir la temperatura de los gases de escape,



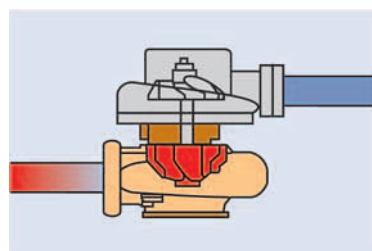
S336_126

- se procede a regular la alimentación del aire de admisión a través de la válvula de mariposa eléctrica,



S336_120

- se adapta la presión de sobrealimentación, con objeto de que el par de giro del motor no se altere de forma perceptible para el conductor durante el ciclo de regeneración.



S336_122

Estas medidas conducen a un aumento específico y breve de la temperatura de los gases de escape a unos 600 °C hasta 650 °C. En esta gama de temperaturas, el hollín depositado se oxida, transformándose en dióxido de carbono. Tras esta regeneración activa, el filtro de partículas vuelve a quedar dispuesto para el funcionamiento y puede volver a retener el hollín de los gases de escape.



Diseño y funcionamiento

Saturación de hollín en el filtro de partículas

La saturación de hollín en el filtro de partículas es un aspecto que la unidad de control del motor vigila continuamente a base de calcular la resistencia de flujo en el filtro. Para determinar la resistencia de flujo se pone en relación el caudal volumétrico de los gases de escape antes del filtro de partículas con respecto a la diferencia de presión antes y después del filtro de partículas.

Diferencia de presión

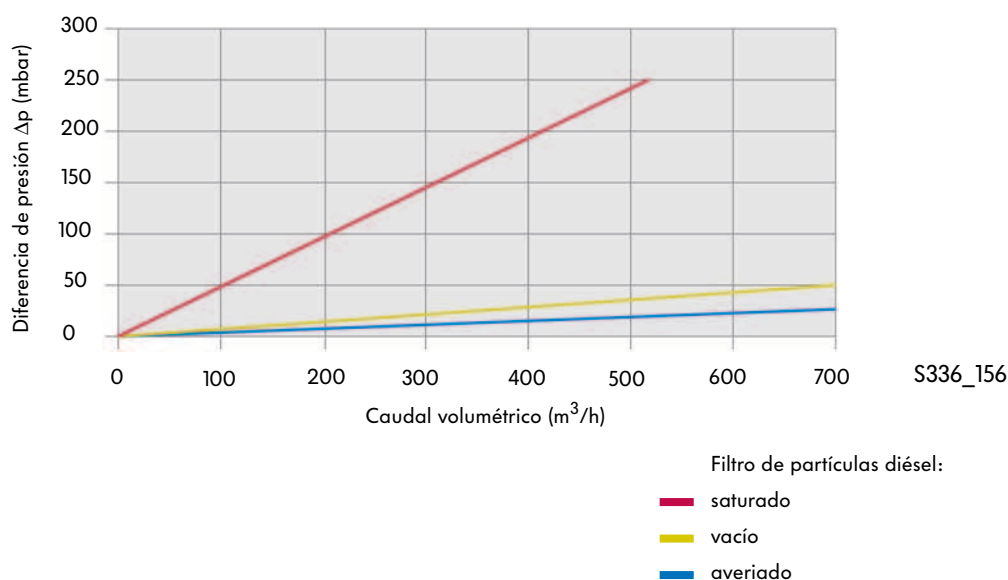
La diferencia de presión del caudal de aire antes y después del filtro de partículas se determina con el sensor de presión 1 para gases de escape.

Caudal volumétrico de los gases de escape

El caudal volumétrico de los gases de escape es calculado por la unidad de control del motor, tomando como base la corriente de las masas de aire en el conducto de escape y la temperatura de los gases de escape antes del filtro de partículas. La corriente de las masas de gases de escape equivale aproximadamente a la corriente de las masas de aire en el conducto de admisión, que se determina por medio del medidor de la masa de aire. La masa de los gases de escape depende de su temperatura. Esta temperatura la determinan los termosensores implantados antes y después del filtro de partículas.

Teniendo en cuenta la temperatura de los gases de escape, la unidad de control del motor puede calcular el caudal volumétrico de los gases de escape, tomando como base la corriente de las masas del gas de escape.

Resistencia de flujo en el filtro de partículas



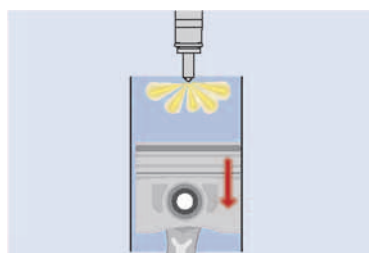
La unidad de control del motor pone en relación la diferencia de presión con respecto al caudal volumétrico de los gases de escape y obtiene con ello la resistencia de flujo en el filtro de partículas. Con ayuda de la resistencia de flujo la unidad de control del motor detecta el grado de saturación de hollín.

Ciclo de postinyección en la fase de deceleración

Al circular en tráfico urbano extremo, con cargas del motor intensamente cambiantes y un alto porcentaje de fases de deceleración es preciso aplicar medidas especiales para la limpieza del filtro. En virtud de que normalmente se deja de inyectar combustible en los cilindros durante la fase de deceleración, los gases de escape no alcanzan la temperatura necesaria para la regeneración del filtro de partículas.

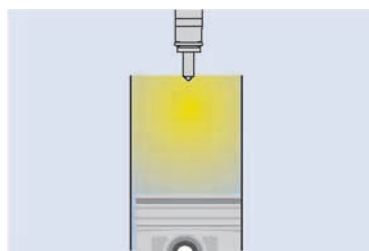


En la fase de deceleración se procede a inyectar una pequeña cantidad de combustible, a eso de los 35° del cigüeñal después del punto muerto superior del pistón.



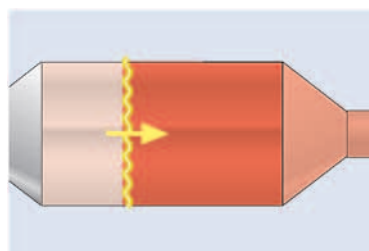
S336_128

Debido a que no se lleva a cabo la inyección principal en el punto muerto superior del pistón, el combustible no se quema en el cilindro, sino que se evapora.



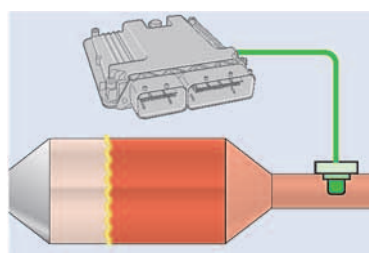
S336_130

Estos vapores de combustible se queman en el filtro de partículas. El calor generado por ese motivo hace que los gases de escape alcancen la temperatura necesaria para la regeneración del filtro de partículas.



S336_202

El sensor de temperatura después del filtro de partículas vigila durante esa operación la temperatura de los gases de escape a la salida del filtro de partículas. De esa forma se procede a regular la dosificación del ciclo de postinyección en la fase de deceleración.



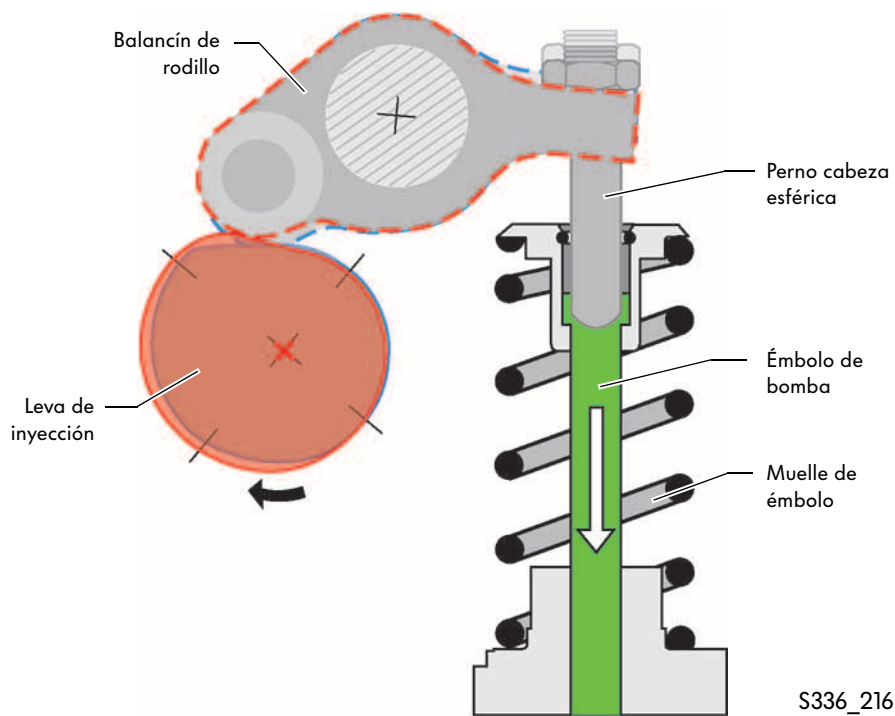
S336_200

Diseño y funcionamiento

Levas de inyección

En los motores diésel con inyector bomba y filtro de partículas diésel se ha procedido a dar a la leva de inyección un contorno específico para el ciclo de postinyección.

En comparación con el motor desprovisto de filtro de partículas, la leva de inyección está diseñada de modo que el movimiento descendente del émbolo de bomba finalice más tarde. De ese modo, en un lapso posterior queda todavía suficiente carrera disponible para el ciclo de postinyección.

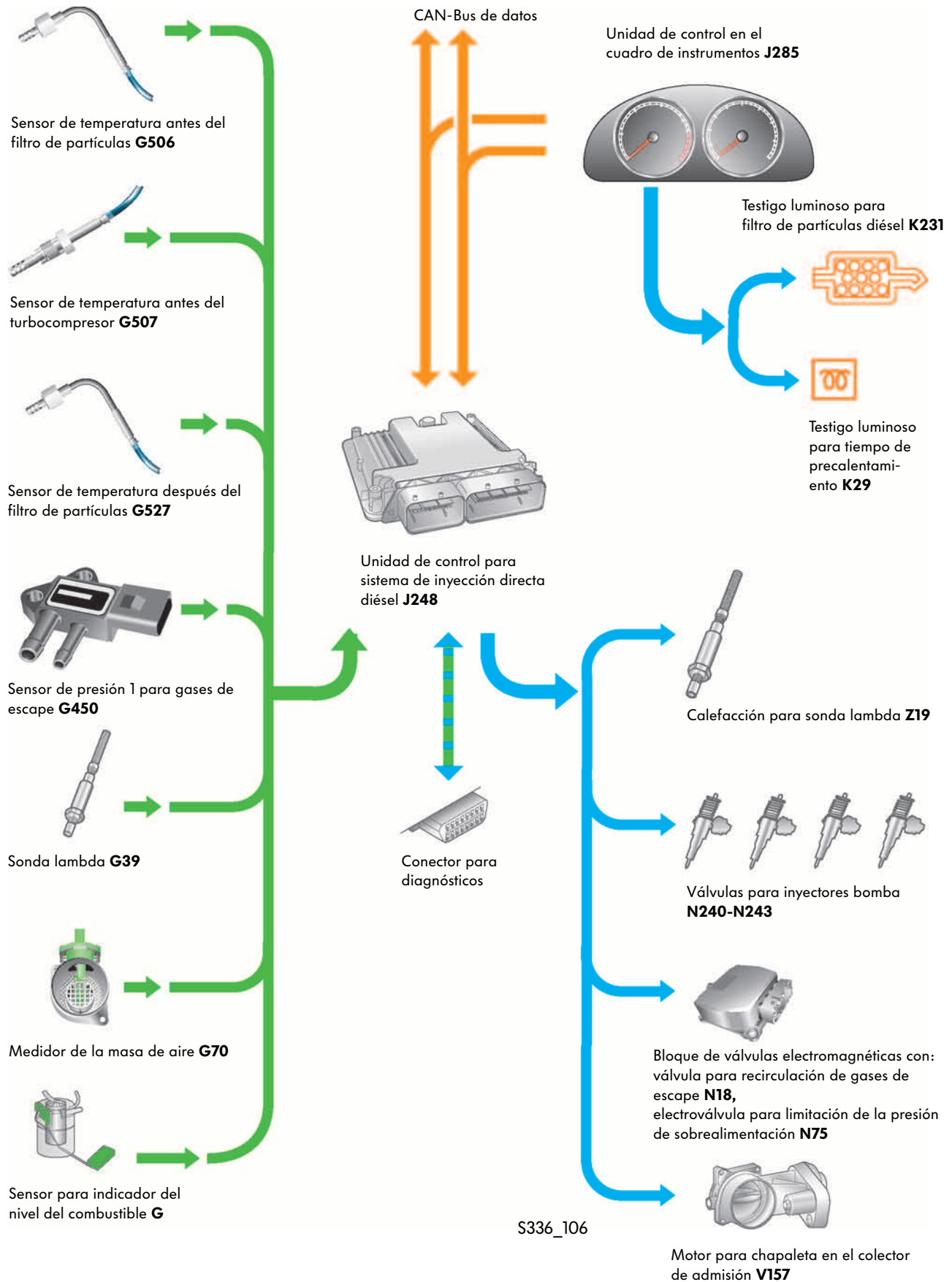


- Contorno de la leva en motores diésel con inyector bomba, sin filtro de partículas
- Contorno de la leva en motores diésel con inyector bomba, con filtro de partículas



Sírvase tener en cuenta las especificaciones de ajuste que se proporcionan en el Manual de Reparaciones para el montaje del inyector bomba.

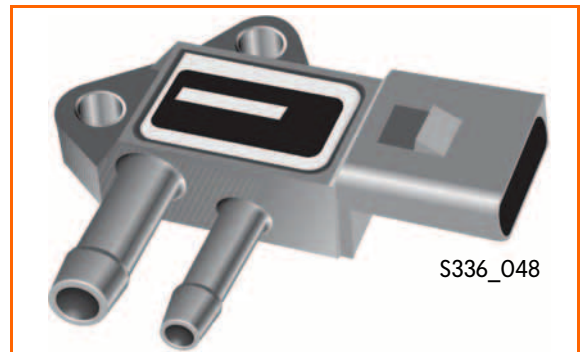
Estructura del sistema



Sensor de presión 1 para gases de escape G450

Aplicaciones de las señales

El sensor de presión 1 para gases de escape se encarga de medir la diferencia de presión de la corriente de gases de escape antes y después del filtro de partículas. Las señales del sensor de presión para gases de escape, las señales de los sensores de temperatura antes y después del filtro de partículas, así como la señal del medidor de la masa de aire, forman una unidad indivisible para la determinación del estado de saturación en el filtro de partículas.



Efectos en caso de ausentarse la señal

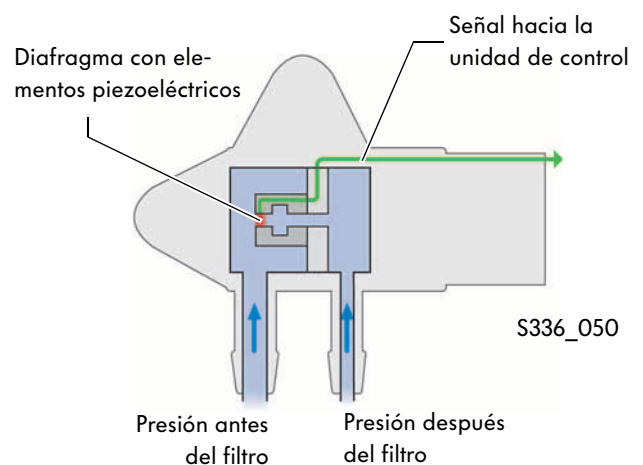
Si se ausenta la señal del sensor de presión para gases de escape, la regeneración del filtro de partículas se lleva a cabo, primeramente, de forma cíclica, según el recorrido efectuado o las horas en servicio. Sin embargo, a largo plazo no es posible regenerar de esta forma fiablemente el filtro de partículas.

Después de un número de ciclos definido se enciende primeramente el testigo luminoso para filtro de partículas diésel y luego parpadea el testigo luminoso para precalentamiento en el cuadro de instrumentos. Con ello se exhorta al conductor a que acuda a un taller.

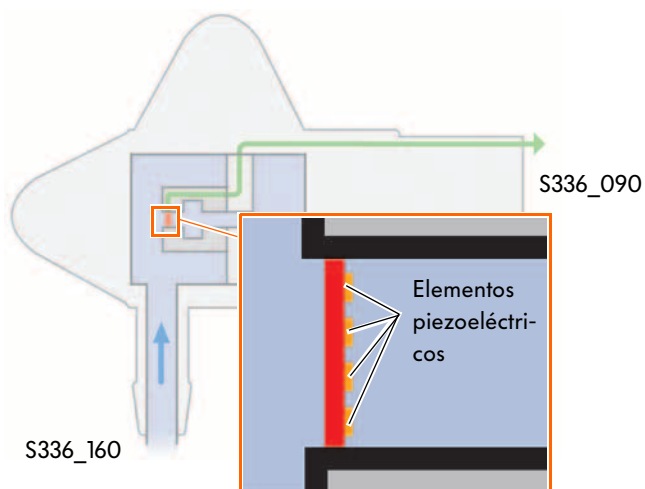
Estructura

El sensor de presión 1 para gases de escape tiene dos empalmes. Uno conduce un tubo de presión hacia el caudal de los gases de escape antes del filtro de partículas y el otro conduce un tubo hacia el caudal de los gases de escape después del filtro de partículas.

En el sensor hay un diafragma con elementos piezoeléctricos, que reaccionan ante las presiones de los gases de escape.



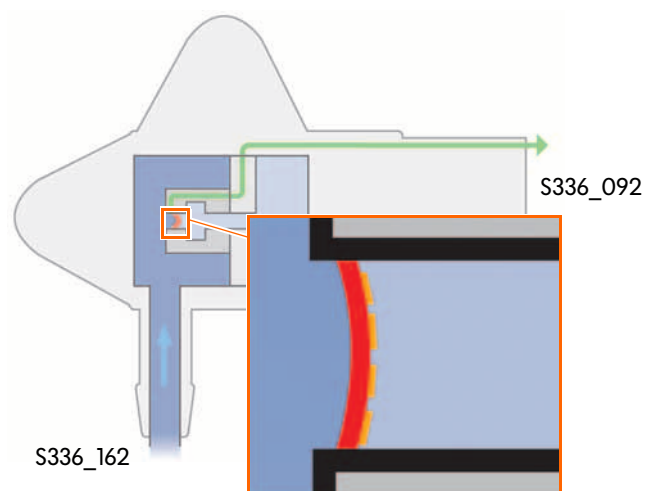
Así funciona:



Presión antes del filtro =
presión después del filtro

Filtro de partículas vacío

Si el filtro tiene una carga muy baja de partículas, la presión es casi idéntica antes y después del filtro. El diafragma con los elementos piezoeléctricos se encuentra en posición de reposo.



Presión antes del filtro >
presión después del filtro

Filtro de partículas saturado

Si se ha acumulado hollín en el filtro de partículas, la presión de los gases de escape antes del filtro aumenta a raíz del menor caudal volumétrico disponible.

La presión de los gases de escape después del filtro se mantiene casi invariable. El diafragma se deforma en función de la diferencia de las presiones. Esta deformación modifica la resistencia de los elementos piezoeléctricos, que se encuentran interconectados formando un puente de medición. La tensión de salida de este puente de medición es acondicionada por la electrónica del sensor, amplificada y transmitida en forma de tensión de señal hacia la unidad de control del motor. Con ayuda de esta señal, la unidad de control del motor determina el estado de saturación del filtro de partículas y pone en vigor un ciclo de regeneración para despejar el filtro.



El estado de saturación del filtro de partículas se puede consultar con el sistema de diagnóstico, medición e información de vehículos VAS 5051, en un bloque de valores de medición, que lo expresa como «coeficiente de saturación del filtro de partículas».

Sensor de temperatura antes del filtro de partículas G506



El sensor de temperatura antes del filtro de partículas es un sensor PTC. En un sensor con PTC (termistor de coeficiente de temperatura positivo) la resistencia aumenta a medida que aumenta la temperatura.



Va situado en el ramal de gases de escape ante el filtro de partículas diésel y se encarga de medir allí la temperatura de los gases de escape.

Aplicaciones de las señales

Con ayuda de la señal procedente de los sensores de temperatura antes y después del filtro de partículas, la unidad de control del motor calcula el caudal volumétrico de los gases de escape, para poder determinar con ello el estado saturación del filtro de partículas.

Las señales de los sensores de temperatura antes y después del filtro de partículas, la señal del medidor de la masa de aire, así como la señal del sensor de presión para gases de escape constituyen una unidad indivisible para la determinación del estado de saturación en el filtro de partículas.

Aparte de ello se utiliza la señal para la protección de componentes, concretamente aquí, para proteger el filtro de partículas contra temperaturas excesivas de los gases de escape.

Efectos en caso de ausentarse la señal

Si se ausenta la señal del sensor de temperatura antes del filtro de partículas, la regeneración del filtro se lleva a cabo primeramente de forma cíclica, en función del recorrido efectuado o de las horas en servicio.

A largo plazo, sin embargo, no es posible regenerar fiablemente el filtro de partículas de esta forma. Tras una cantidad definida de ciclos se enciende primeramente el testigo luminoso para filtro de partículas diésel y luego parpadea el testigo luminoso de precalentamiento en el cuadro de instrumentos. De esa forma se exhorta al conductor a que acuda a un taller.

Sensor de temperatura después del filtro de partículas G527



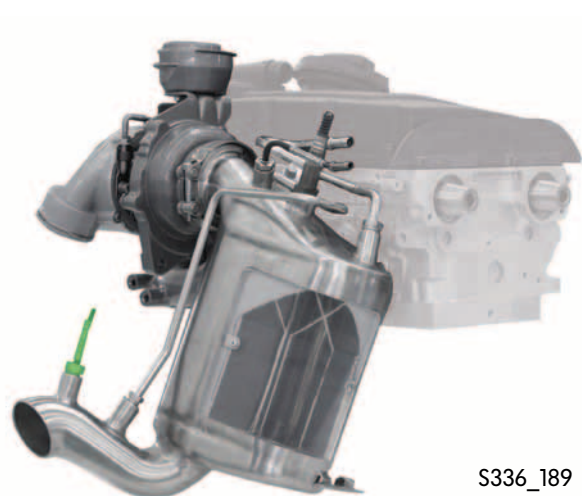
El sensor de temperatura después del filtro de partículas es un sensor PTC.

Aplicaciones de la señal

La unidad de control del motor utiliza las señales del sensor de temperatura después del filtro de partículas para regular con ello la dosificación para el ciclo de postinyección en la fase de deceleración.

Cuanto mayor es la temperatura de los gases de escape después del filtro de partículas, tanto menor es la cantidad inyectada.

Las señales del sensor de temperatura después del filtro de partículas se utilizan para la protección de componentes, es decir, concretamente aquí para proteger el filtro de partículas contra temperaturas excesivas de los gases de escape.



Se encuentra en el ramal de gases de escape después del filtro de partículas diésel y mide allí la temperatura de los gases de escape.

Efectos en caso de ausentarse la señal

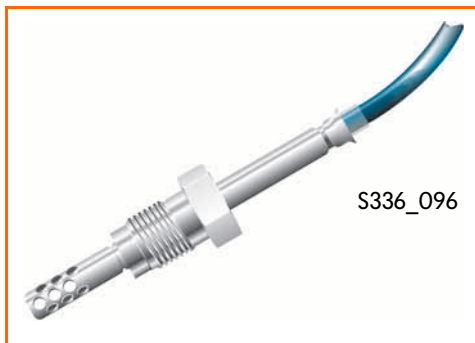
Si se ausenta la señal del sensor de temperatura después del filtro de partículas, la regeneración del filtro se lleva a cabo primeramente de forma cíclica, según el recorrido efectuado o las horas en servicio.

A largo plazo, sin embargo, no es posible regenerar fiablemente el filtro de partículas de esta forma. Tras una cantidad definida de ciclos se enciende primeramente el testigo luminoso para filtro de partículas diésel y luego parpadea el testigo luminoso de precalentamiento en el cuadro de instrumentos. De esa forma se exhorta al conductor a que acuda a un taller.



Sensores y actuadores

Sensor de temperatura antes del turbocompresor G507



El sensor de temperatura antes del turbocompresor es un sensor PTC. Se encuentra en el ramal de los gases de escape antes del turbocompresor y mide allí la temperatura de los gases de escape.

Aplicaciones de la señal

La unidad de control del motor necesita la señal del sensor de temperatura antes del turbocompresor, para calcular el momento y la cantidad del ciclo de postinyección durante la fase de regeneración. De ese modo se consigue el aumento necesario de la temperatura de los gases de escape para la combustión de las partículas de hollín. Aparte de ello se utiliza la señal para proteger el turbocompresor contra temperaturas inadmisiblemente elevadas durante el ciclo de regeneración.

Efectos en caso de ausentarse la señal

Si se ausenta la señal del sensor de temperatura antes del turbocompresor deja de ser posible proteger el turbocompresor contra temperaturas inadmisiblemente altas. En ese caso deja de producirse el ciclo de regeneración del filtro de partículas diésel.

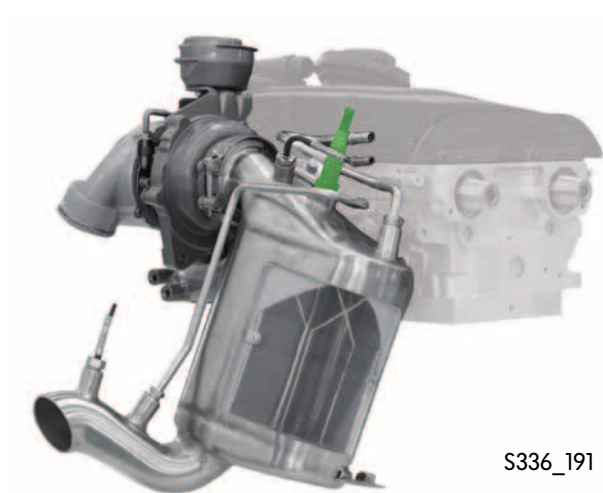
El sistema exhorta al conductor a que acuda al taller, encendiéndose el testigo luminoso de precalentamiento.

Para reducir las emisiones de hollín se desactiva la recirculación de gases de escape.

Sonda lambda G39



La sonda lambda es una versión de banda ancha. Se encuentra en el colector de admisión, antes del catalizador de oxidación.



Aplicaciones de la señal

Con ayuda de la sonda lambda es posible determinar el contenido de oxígeno en los gases de escape, sobre una extensa gama de medición. En relación con el sistema de filtración de partículas diésel, la unidad de control del motor emplea la señal de la sonda lambda para poder calcular con exactitud la cantidad y el momento de la post-inyección para el ciclo de regeneración. Para contar con una regeneración eficaz del filtro de partículas se necesita un contenido mínimo de oxígeno en los gases de escape y una alta temperatura uniforme de los gases. Esta regulación resulta posible recurriendo a las señales de la sonda lambda, en combinación con las señales del sensor de temperatura antes del turbocompresor.

Efectos en caso de ausentarse la señal

La regeneración del filtro de partículas resulta menos exacta, pero sigue siendo operativa. La avería de la sonda lambda puede provocar mayores emisiones de óxidos nítricos.



La información detallada sobre la sonda lambda de banda ancha figura en el Programa autodidáctico SSP núm. 231 «Eurodiagnosis de a bordo para motores de gasolina».

Sensores y actuadores

Medidor de la masa de aire G70

El medidor de la masa de aire por película caliente va implantado en el conducto de admisión. Con ayuda del medidor de la masa de aire, la unidad de control del motor determina la masa de aire efectivamente aspirada.



Aplicaciones de la señal

En relación con el sistema de filtración de partículas diésel, la señal se utiliza para calcular el caudal volumétrico de los gases de escape, para poder determinar con éste el estado de saturación del filtro de partículas.

La señal del medidor de la masa de aire, las señales de los sensores de temperatura antes y después del filtro de partículas, así como la señal del sensor de presión para gases de escape constituyen una unidad indivisible para determinar el estado de saturación del filtro de partículas.

Efectos en caso de ausentarse la señal

Si se ausenta la señal del medidor de la masa de aire, la regeneración del filtro de partículas se lleva a cabo primeramente de forma cíclica, según el recorrido efectuado o las horas en servicio.

A largo plazo, sin embargo, no es posible regenerar fiablemente el filtro de partículas de esta forma. Tras una cantidad definida de ciclos se enciende primeramente el testigo luminoso para filtro de partículas diésel y luego parpadea el testigo luminoso de precalentamiento en el cuadro de instrumentos. De esa forma se exhorta al conductor a que acuda a un taller.

Testigo de exceso de contaminación K83 (MIL)

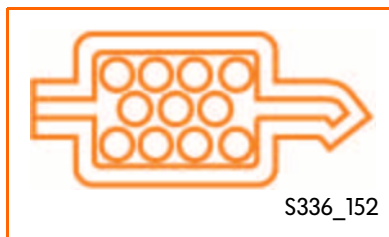
Los componentes de relevancia para la composición de los gases de escape en el sistema del filtro de partículas diésel se someten a vigilancia dentro del marco de la eurodiagnos de a bordo (EOBD), para captar posibles averías y funciones anómalas.

El testigo de exceso de contaminación (MIL = malfunction indicator light) señala averías detectadas por el sistema EOBD.



La información detallada sobre el testigo de exceso de contaminación y sobre el sistema EOBD figura en el Programa autodidáctico SSP núm. 315 «Eurodiagnos de a bordo para motores diésel».

Testigo luminoso para filtro de partículas diésel V231



El testigo luminoso para filtro de partículas diésel se encuentra en el cuadro de instrumentos. Se enciende cuando no es posible regenerar el filtro de partículas diésel a raíz de aplicaciones del vehículo en trayectos extremadamente breves.

Misión

Si se hace funcionar el vehículo durante tiempo prolongado circulando solamente en trayectos breves, puede resultar afectada la regeneración del filtro de partículas diésel, debido a que los gases de escape no alcanzan las temperaturas necesarias. Al no poderse llevar a cabo la regeneración puede suceder que se dañe o bloquee el filtro en virtud de una excesiva saturación de hollín. Para evitar estos casos se enciende en el cuadro de instrumentos el testigo luminoso para filtro de partículas diésel si las cargas de hollín han alcanzado un límite definido.

Con esta señal se exhorta al conductor a que conduzca durante un período de unos 15 minutos a una velocidad lo más constante posible, superior a los 60 km/h. La depuración más eficaz del filtro se consigue conduciendo el vehículo en IV o V marchas, con el motor a regímenes de unas 2.000 rpm.

El testigo luminoso se tiene que apagar después de esta medida.

Si el testigo luminoso para filtro de partículas diésel no se apaga, a pesar de esta medida, se encenderá a continuación el testigo luminoso para precalentamiento y en la pantalla del cuadro de instrumentos aparece el texto «Fallo del motor, taller». De esta forma se exhorta al conductor a que acuda al taller más próximo.

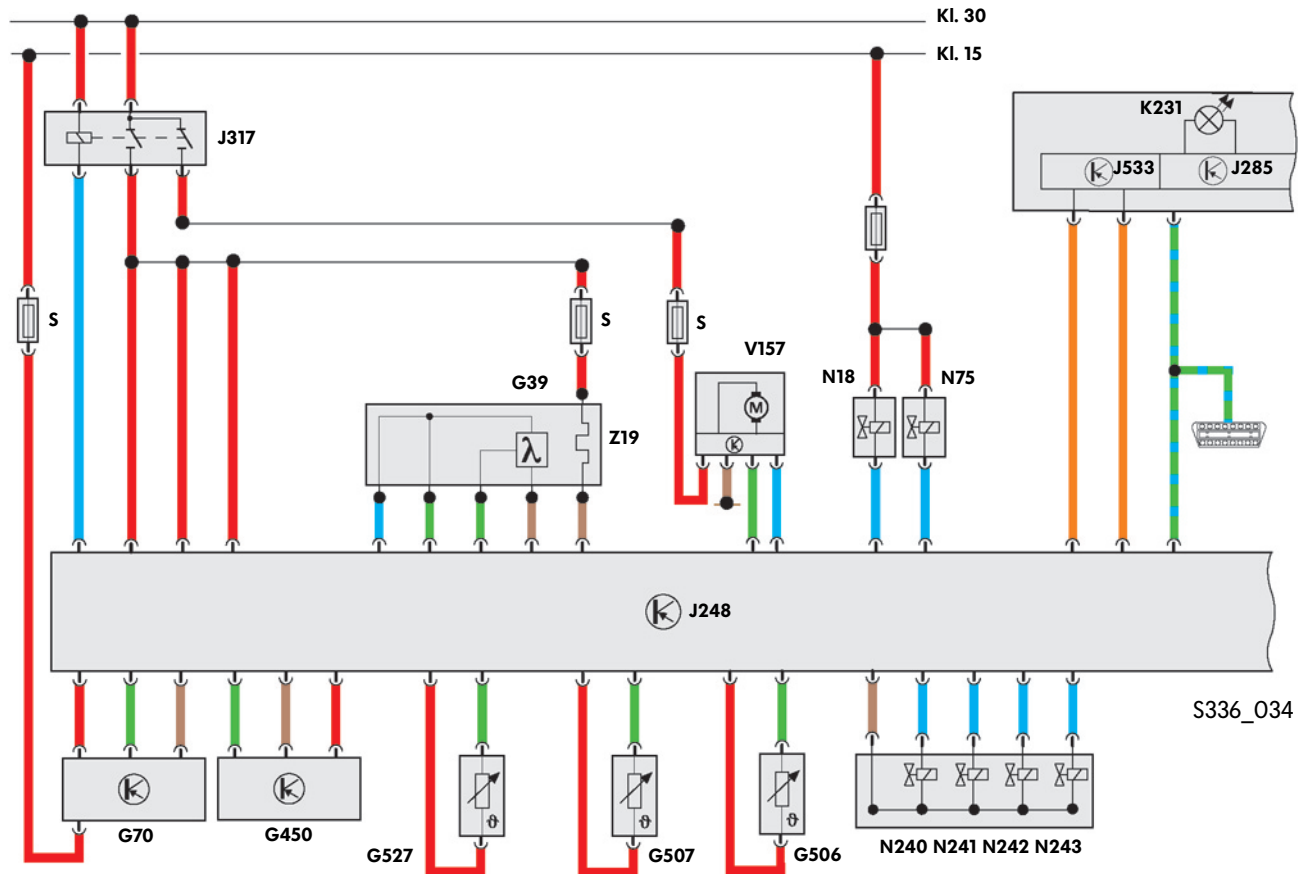


Los datos específicos sobre el comportamiento dinámico supuesto en caso de encenderse el testigo luminoso para filtro de partículas diésel se consultará en el manual de instrucciones del vehículo. En todos los casos se deberán tener en cuenta las disposiciones legales sobre la circulación y los límites de velocidad.



Esquema de funciones

Esquema de funciones



- G39 Sonda lambda
 G70 Medidor de la masa de aire
 G450 Sensor de presión 1 para gases de escape
 G506 Sensor de temperatura antes del filtro de partículas
 G527 Sensor de temperatura después del filtro de partículas
 G507 Sensor de temperatura antes del turbocompresor
 J248 Unidad de control para sistema de inyección directa diésel
 J285 Unidad de control en el cuadro de instrumentos
 J317 Relé para alimentación de tensión borne 30
 J533 Interfaz de diagnóstico para bus de datos
 K231 Testigo luminoso para filtro de partículas diésel
 N240-N243 Válvulas para inyector bomba

- N18 Válvula para recirculación de gases de escape
 N75 Electroválvula para limitación de la presión de sobrealimentación
 V135 Bomba para aditivo del filtro de partículas
 V157 Motor para chapaleta en el colector de admisión
 Z19 Calefacción para sonda lambda

Codificación de colores / leyenda

- = Señal de entrada
■ = Señal de salida
■ = Positivo
■ = Masa
■ = CAN-Bus de datos

Recorrido de trayectos breves

Para iniciar el proceso de regeneración en el filtro de partículas diésel se procede a aumentar la temperatura de los gases de escape por medio de una gestión específica del motor.

Si el vehículo se encuentra sometido continuamente a trayectos breves no es posible elevar las temperaturas de los gases de escape en la medida suficiente para esos efectos. La regeneración no puede llevarse a cabo con el éxito deseado. Los ciclos de regeneración posteriores, con cargas excesivas de hollín en el filtro pueden conducir a temperaturas asimismo excesivas a raíz de la combustión del hollín y pueden provocar daños en el filtro de partículas. O bien el filtro se puede obstruir a raíz de una saturación excesiva. Este bloqueo del filtro puede conducir a la parada del motor.

Para evitar estos casos, a partir de un límite específico de la saturación del filtro, o bien a partir de una cantidad específica de ciclos de regeneración sin éxito se procede a activar el testigo luminoso para filtro de partículas diésel en el cuadro de instrumentos.

Con ello se exhorta al conductor a que conduzca por corto tiempo a una velocidad superior, con objeto de aumentar la temperatura necesaria de los gases de escape para poder regenerar el filtro de partículas diésel.

Operatividad del combustible

Es preciso tener en cuenta que el combustible concuerde con la norma DIN que se especifica en el manual de instrucciones.

No es posible el funcionamiento con gasoil biológico (Biodiesel). En el ciclo de postinyección para efectos de regeneración del filtro de partículas diésel puede suceder que el combustible inquemado, adherido a la pared del cilindro, entre en contacto con el aceite del motor a raíz del movimiento del pistón. El gasoil normal suele separarse nuevamente del aceite por efectos de evaporación durante el funcionamiento normal.

El gasoil biológico, debido a su mayor temperatura de ebullición, no se puede evaporar por completo, provocando así una dilución del aceite, que puede acabar perjudicando el motor.

Si el combustible tiene un alto contenido de azufre, esto declina el funcionamiento del sistema de filtración de partículas, provocando asimismo un mayor consumo de combustible, debido a una mayor cantidad de ciclos de regeneración.



Límites del sistema

Emisiones

En el ciclo de conducción destinado a efectos de regeneración pueden producirse mayores emisiones. Durante la regeneración se produce una oxidación del hollín, transformándolo en dióxido de carbono (CO_2). Si no hay suficiente oxígeno disponible para este proceso también se produce monóxido de carbono (CO).

Con la desactivación de la recirculación de gases de escape se producen emisiones de óxidos nítricos ligeramente más altas.

Para determinar las emisiones de los gases de escape se lleva a cabo un test de emisiones (NEFZ - nuevo ciclo europeo de prueba), analizándose los valores de un ciclo sin y con el proceso de regeneración. El vehículo tiene que cumplir con la norma de emisiones de escape EU4 con el promedio de estos valores.



Pruebe sus conocimientos

1. ¿Qué se entiende bajo el concepto de «regeneración pasiva» del filtro de partículas diésel?

- ☐ a) Las partículas de hollín se acumulan en el filtro de partículas diésel y en el próximo intervalo de Servicio se procede a quemarlas por medio de un procedimiento específico que se pone en funcionamiento a través del VAS 5051.
- ☐ b) La gestión del motor somete las partículas de hollín a combustión a base de elevar de forma específica la temperatura de los gases de escape.
- ☐ c) Las partículas de hollín se queman de forma continua, sin intervención por parte de la gestión del motor.

2. ¿Qué misión asume el sensor de temperatura después del filtro de partículas G527?

- ☐ a) La unidad de control del motor utiliza la señal del sensor de temperatura después del filtro de partículas para regular con ello la cantidad de la postinyección en la fase de deceleración.
- ☐ b) Con ayuda de la señal del sensor de temperatura, la unidad de control del motor calcula la diferencia de presión antes y después del filtro de partículas.
- ☐ c) La señal del sensor de temperatura es utilizada por la unidad de control del motor para determinar la tasa de recirculación de gases de escape.

3. ¿Qué sustancia actúa en la combustión de partículas de hollín durante la regeneración pasiva en el filtro de partículas diésel con recubrimiento catalítico?

- ☐ a) Aditivo
- ☐ b) Platino
- ☐ c) Óxido de aluminio
- ☐ d) Dióxido de azufre
- ☐ e) Carburo de silicio



1.) c; 2.) a; 3.) b

Soluciones

© VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg, VK-21 Service Training

Reservados todos los derechos. Sujeto a modificaciones técnicas.

000.2811.51.60 Estado técnico: 02/05

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