

SISTEMAS ANTICONTAMINACIÓN GASOLINA Y DIÉSEL



- ▶ Composición y análisis de los gases de escape
- ▶ Legislación sobre emisiones contaminantes
- ▶ Ensayos necesarios para la homologación de vehículos
- ▶ Sistemas anticontaminación en motores gasolina y diésel
- ▶ Catalizadores de 2, 3 y 4 vías
- ▶ Catalizadores reductores de NOx
- ▶ Sistema Denoxtronic (inyección de Adblue)[®]
- ▶ Reducción catalítica selectiva (SCR)
- ▶ Filtros de partículas para motores de gasolina y diésel
- ▶ Funcionamiento y comprobación de sensores anticontaminación
- ▶ Funcionamiento y comprobación de actuadores anticontaminación
- ▶ Análisis de gases gasolina y diésel
- ▶ Cuestionarios de autoevaluación

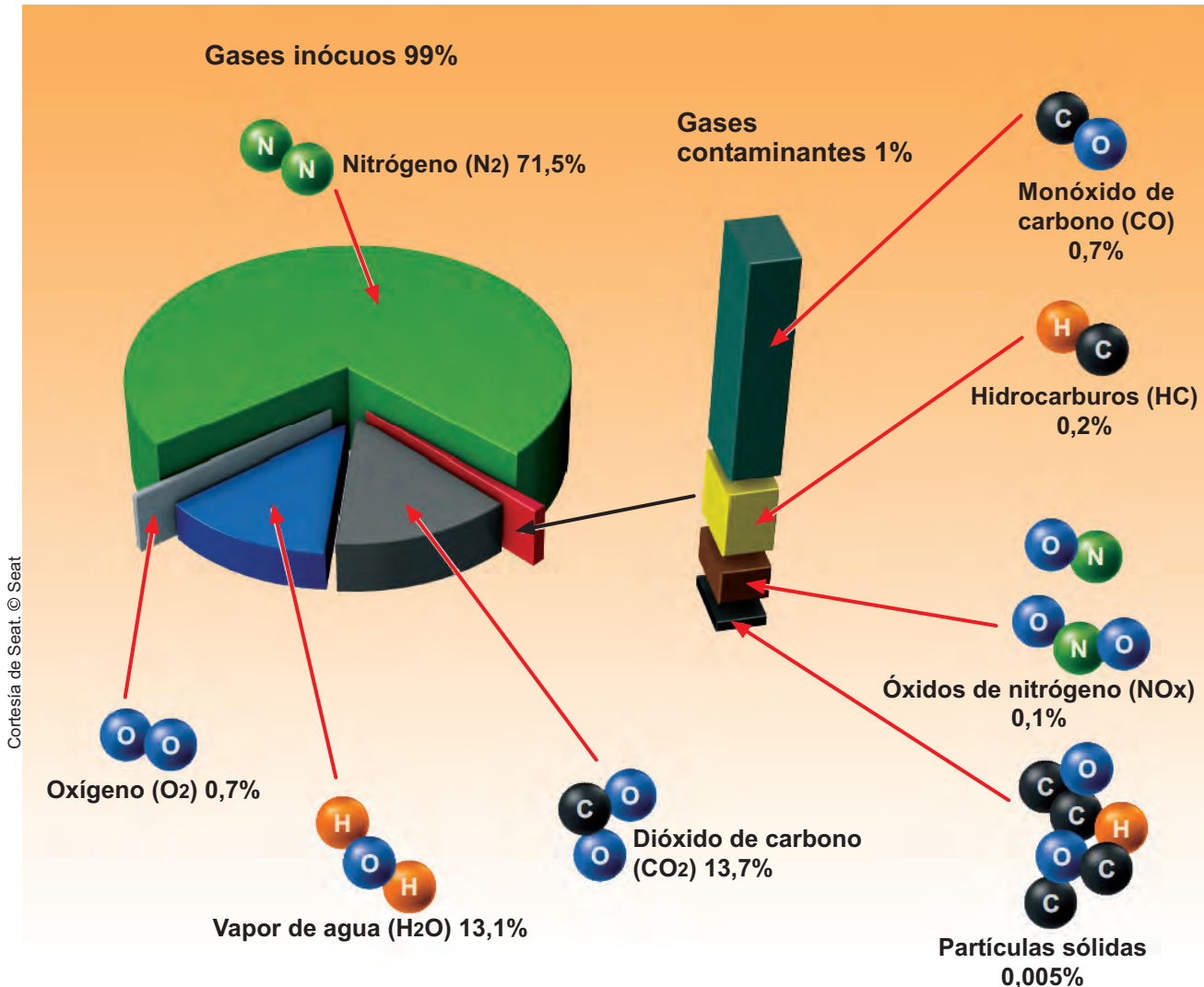


Página	Concepto
1	Generalidades
1	Introducción. Principio de funcionamiento del motor de gasolina
3	Motor Diesel. Principio de funcionamiento
4	Motor de gasolina. Composición de los gases de escape
5	Medidas anticontaminación
6	Medidas anticontaminación (catalizadores)
7	Anticontaminación (catalizador de tres vías regulado)
8	Anticontaminación (catalizador reductor de NOx)
10	Motor Diesel. Composición de los gases de escape
11	Legislación sobre emisiones contaminantes
12	Ensayos para la homologación de vehículos
16	Normativa y legislación sobre emisiones contaminantes
17	Funciones
17	Medidas endométrices en motores de gasolina
18	Medidas para la reducción de partículas de hollín
21	Medidas endométrices para la reducción de ceniza
22	Medidas endométrices para la reducción de consumo
26	Medidas ectométrices en motores de gasolina
35	Medidas endométrices y ectométrices en motores Diesel
36	Cuestionario
36	Generalidades y funciones
38	Ectométrices Diesel
38	Sistema Denoxtronic (inyección de Adblue)
39	Reducción catalítica selectiva (SCR)
41	Avisos del nivel de llenado del sistema Adblue
43	Comprobación de la calidad del líquido Adblue
45	Catalizador de oxidación
46	Recirculación de gases de escape
49	Filtro de partículas
51	Green NCAP
51	Programa de evaluación de vehículos nuevos
54	Clasificación por estrellas
56	Cuestionario
56	Medidas ectométrices Diesel y Green NCAP

Página	Concepto
57	Sensores
57	Sonda Lambda convencional (a saltos)
58	Verificaciones de la sonda Lambda convencional (a saltos)
59	Sonda Lambda planar o de banda ancha
61	Verificaciones de la sonda Lambda planar o de banda ancha
62	Sonda Lambda planar en motores Diesel
63	Sonda Lambda planar de 5 vías
64	Sonda Lambda binaria de regulación continua
65	Sensor de presión de los gases de escape
67	Comprobación del sensor de presión de los gases de escape
68	Sensor de presión diferencial del filtro de partículas
69	Protocolo de transmisión Sent
70	Sensor de presión diferencial del filtro de partículas
71	Sensores de temperatura de los gases de escape
73	Actuadores
73	Inyectores de gasolina y Diesel
74	Comprobación de los inyectores de inyección indirecta
75	Comprobación de los inyectores de inyección directa
76	Comprobación de los inyectores Diesel
77	Comprobación de los inyectores Diesel electromagnéticos
78	Comprobación de los inyectores Diesel piezoeléctricos
79	Diferentes actuadores que pueden afectar a las emisiones
80	Bujías de calentamiento Diesel y de encendido de gasolina
81	Ventilación del depósito de gasolina
82	EGR, neumáticas, eléctricas con potenciómetro y motorizadas
83	Regulación de gases de escape a baja presión
84	Cuestionario
84	Sensores y actuadores
86	Análisis de gases
86	Motor de gasolina
87	Mantenimiento del catalizador
88	Comprobación del catalizador
91	Valores en motores de gasolina
93	Motor Diesel
94	Valores en motores Diesel
97	Cuestionario
97	Análisis de gases

MOTOR DE GASOLINA

COMPOSICIÓN DE LOS GASES DE ESCAPE EN UN MOTOR DE GASOLINA



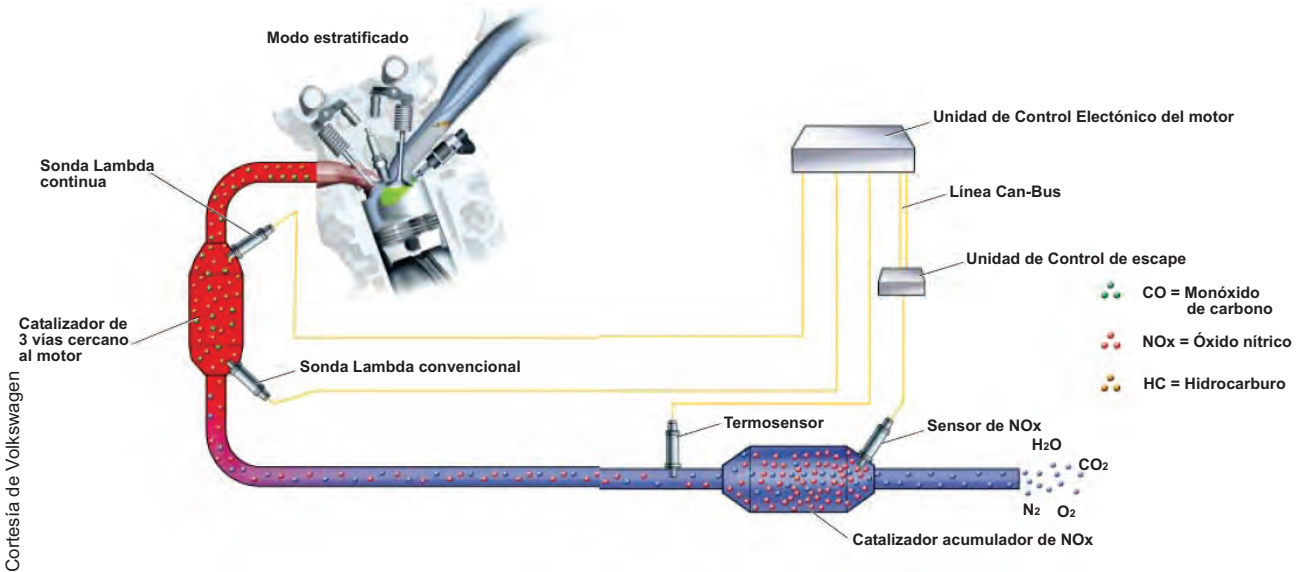
Los gases de escape de un motor de gasolina contienen un alto porcentaje de componentes no nocivos para las personas. Concretamente, el 99% de los gases de escape son inócuos y están formados por:

- Nitrógeno (N₂) = 71,5%.
- Dióxido de carbono (CO₂) = 13,7%.
- Vapor de agua (H₂O) = 13,1%.
- Oxígeno (O₂) = 0,7%.

El contenido perjudicial, representa el 1%, que corresponde a:

- **Monóxido de carbono (CO) = 0,7%.** Es un gas producto de la combustión incompleta, en la que el carbono no encuentra suficiente oxígeno para formar CO₂. No es detectable por los sentidos de olfato, gusto o vista. Reduce la capacidad de absorción de oxígeno por la sangre, es altamente tóxico.
- **Hidrocarburos (HC) = 0,2%.** Es combustible sin quemar, ya sea por mezcla pobre (baja velocidad de inflamación) o por mezcla rica (insuficiente oxígeno). En presencia del NO y la luz solar forma oxidantes que provocan irritación de las mucosas. También se ha demostrado que son cancerígenos.
- **Óxidos de nitrógeno (NO_x) = 0,1%.** Es la combinación de Óxido de nitrógeno (NO) y Dióxido de nitrógeno (NO₂). Produce el denominado Smog o niebla fotoquímica. En concentraciones altas, destruye el tejido pulmonar. Junto con los Óxidos de azufre provocan la lluvia ácida que es muy perjudicial para los árboles. Se producen en exceso con presiones y temperaturas altas en la cámara de combustión.
- **Partículas sólidas = 0,005%.** Son compuestos complejos de Carbono e Hidrógeno que producen irritación de las vías respiratorias y afectan a la fotosíntesis de las plantas. Las partículas sólidas se componen de hollín por mala combustión y de ceniza por los aditivos del aceite.

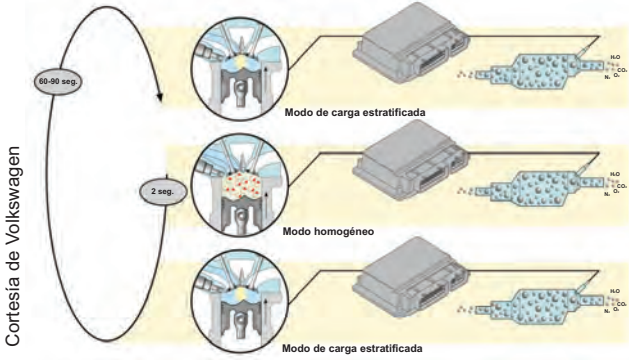
ANTICONTAMINACIÓN (REDUCCIÓN DE LOS NOx)



Cortesía de Volkswagen

GENERALIDADES

Funcionando con carga estratificada se generan tal cantidad de óxidos de nitrógeno (NOx), que el precatalizador no es capaz de reducir. El monóxido de carbono (CO) y los hidrocarburos sin quemar (HC) son convertidos en el precatalizador en vapor de agua H₂O y dióxido de carbono CO₂. Los óxidos de nitrógeno son acumulados en el catalizador principal y serán eliminados siguiendo una estrategia que explicamos a continuación.



Cortesía de Volkswagen

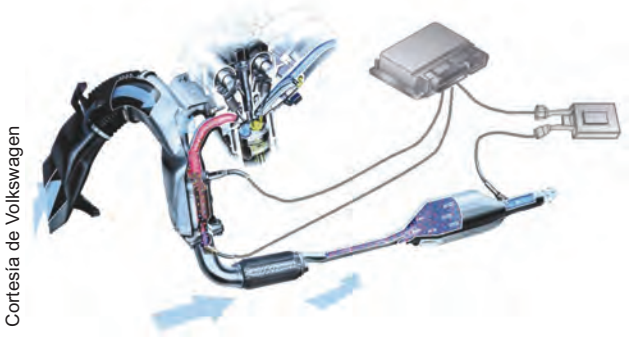
ELIMINACIÓN DE LOS NOx

La UCE del motor mide permanentemente la cantidad de NOx almacenada en el catalizador-acumulador a partir de las informaciones de: modo de funcionamiento del motor, carga del motor, riqueza de la mezcla, velocidad del vehículo y porcentaje de gases recirculados. Teniendo en cuenta que el almacenado de NOx sólo se efectúa cuando los gases de escape se encuentran entre 200 y 500°C, después de varios minutos de funcionamiento la UCE del motor determina por cálculo que la capacidad de almacenado del catalizador es reducida.

En ese momento se ha de proceder a la eliminación de los Óxidos de Nitrógeno. Se cambia de modo de funcionamiento estratificado a modo homogéneo durante unos segundos, los hidrocarburos no quemados atraviesan el precatalizador sin oxidación y se combinan con los Óxidos de Nitrógeno quemándose en el catalizador-acumulador. La acción de cambiar a modo homogéneo produce un calentamiento del catalizador y se produce la disociación de los NO₃ al existir unas condiciones reductoras y los NO₂ se transforman en N₂ inofensivo. El acumulador puede almacenar NOx durante un máximo de 90 segundos en el modo estratificado después se hace una conmutación de unos 2 segundos al modo homogéneo ligeramente enriquecido para la regeneración.

ELIMINACIÓN DEL AZUFRE

El azufre provoca una reducción progresiva de la capacidad de almacenamiento del catalizador-acumulador y hace necesaria la eliminación de los NOx en intervalos cada vez más breves. Cuando la UCE detecta esta condición pone en marcha un procedimiento para la eliminación del azufre. Cambia a modo de funcionamiento homogéneo y retrasa el momento de encendido durante dos segundos, esto provoca un calentamiento del catalizador a 600-700°C, a esta temperatura reacciona el S almacenado formando SO₂. Esto se puede evitar utilizando gasolina sin azufre, no disponible en algunos países de momento.



Cortesía de Volkswagen

ENSAYOS PARA LA HOMOLOGACIÓN DE VEHÍCULOS

COMPARATIVA ENTRE WLTP (*Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedures*) y NEDC (*New European Driving Cycle*)

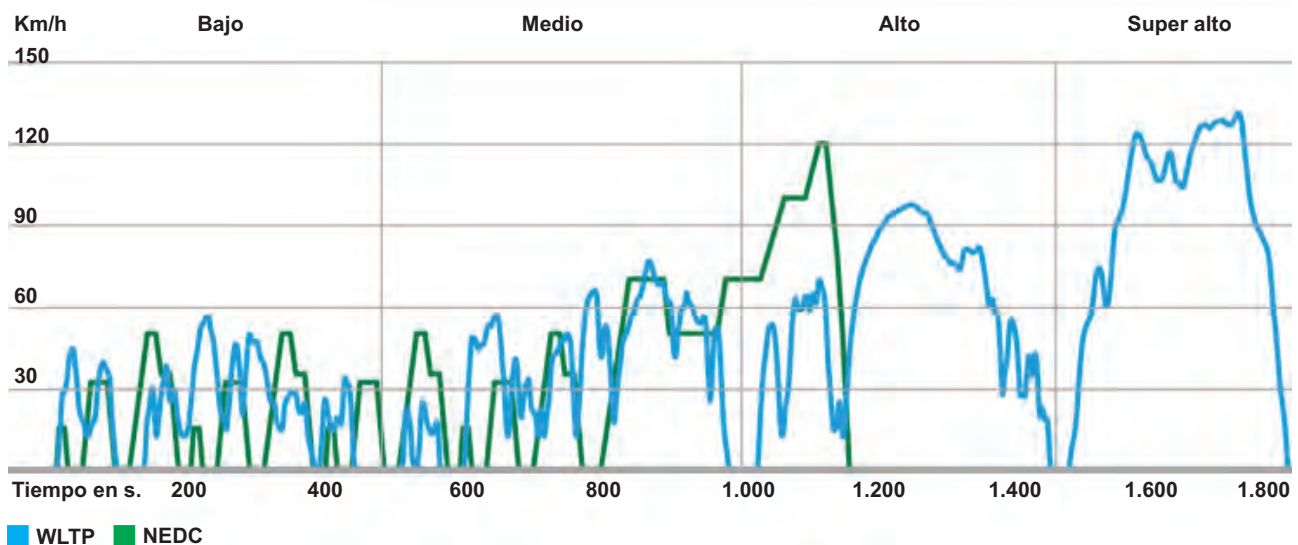
Con el nuevo ciclo se incrementa la duración de las pruebas de los 20 a los 30 minutos. También aumenta el número de kilómetros de la simulación pasando de los 11 a los 23 Km.

El nuevo ciclo **WLTP** cambia la forma de comprobar los vehículos, con el fin de simular unas condiciones más reales de conducción más cercanas a las que se dan en carretera. Los resultados son más estrictos respecto a consumo y emisiones en los motores térmicos y algo más reales respecto a autonomía en los vehículos eléctricos. Este ciclo se ha empezado a utilizar en Europa y en Japón, donde también las mediciones se alejaban notablemente de las cifras reales.

Se sigue tratando de una prueba de laboratorio aunque se acerca algo más a la conducción real. Se incrementa la velocidad media de los 34 a los 46,6 Km/h, la velocidad punta llega a los 131 Km/h en lugar de los 121 Km/h de la prueba anterior. La temperatura no es constante, sino que se inicia la prueba a 14°C con el objetivo de reproducir el estado en el que sale el coche por la mañana.

Con el nuevo ciclo, los datos de consumo aumentan aproximadamente un 25%. Lo mismo ocurre con la autonomía de los vehículos eléctricos, los que anunciaban 400 Km ahora se quedan en 300 Km, en este caso un 25% menos.

Perfil de velocidad en el ciclo NEDC y WLTP

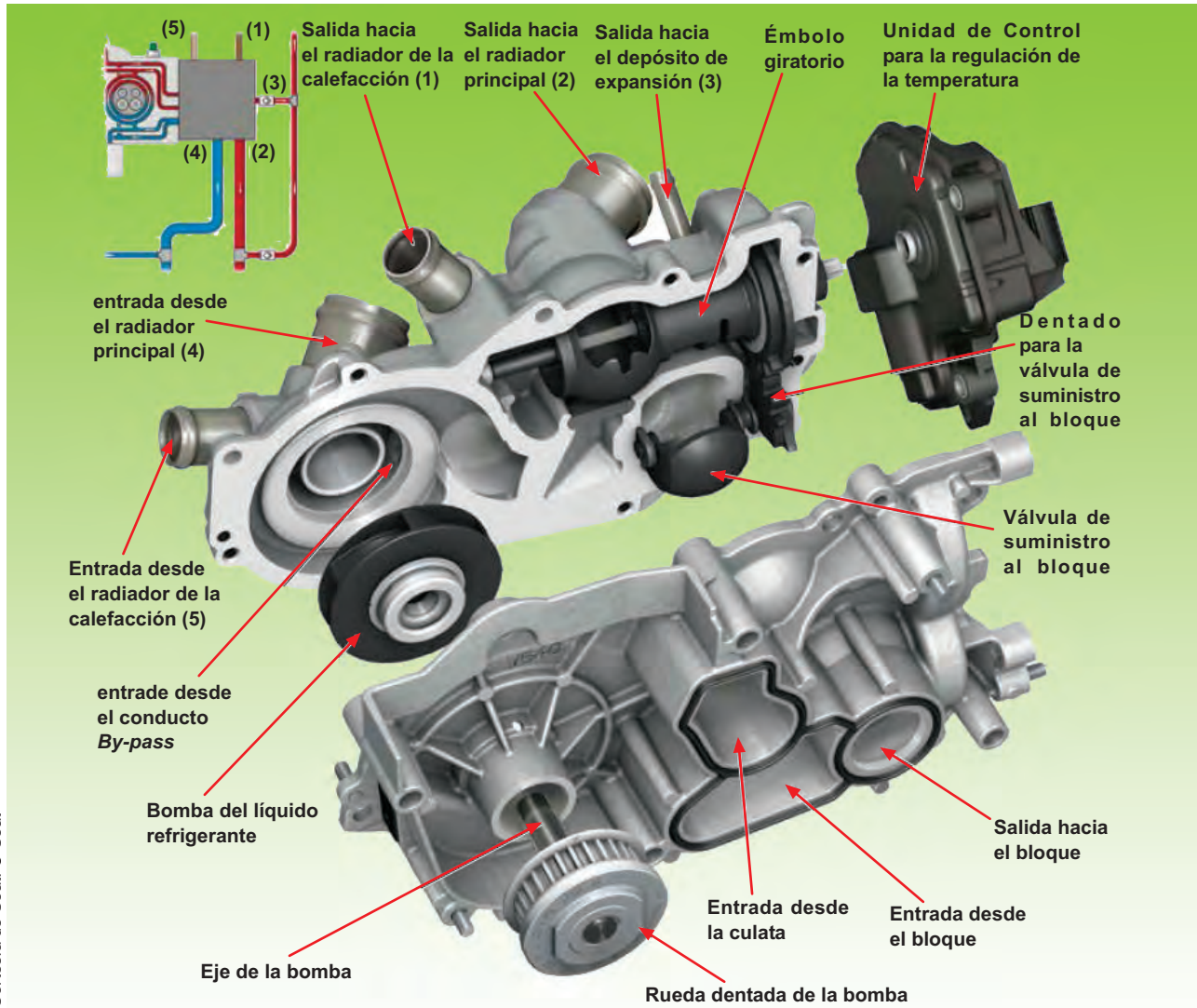


EL PROTOCOLO WLTP TIENE UNAS CONDICIONES DE PRUEBA MUCHO MÁS REALES, QUE INCLUYEN:

- Comportamiento de conducción más real**
- Mayor variedad de situaciones de conducción (urbana, suburbana, carreteras convencionales y autopistas)**
- Distancias más largas**
- Aceleraciones y desaceleraciones más dinámicas y representativas**
- Velocidades medias y altas más elevadas**
- Mayor potencia media y máxima**
- Temperaturas ambientes más reales y cercanas a la media Europea**
- Paradas más cortas**
- Opciones de equipamiento: los valores de CO2 y el consumo de combustible se proporcionan para cada vehículo individualmente**
- Preparación del vehículo y condiciones de medición más estrictas**
- Permite conocer al consumidor los mejores y peores valores, comparando opciones disponibles en modelos similares**

MEDIDAS PARA LA REDUCCIÓN DE PARTÍCULAS DE HOLLÍN

MÓDULO DE REGULACIÓN DE LA TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE



Cortesía de Seat. © Seat

FUNCIONES

El módulo de regulación de la temperatura del refrigerante, es el conjunto encargado de distribuir el líquido refrigerante hacia las distintas partes del motor en función de las necesidades momentáneas de refrigeración. Es la unidad que sustituye al clásico termostato de doble efecto.

Está constituido por una bomba mecánica del refrigerante, un émbolo giratorio y una válvula de suministro de refrigerante al bloque.

Mediante la rotación del émbolo giratorio se pueden abrir o cerrar los diferentes conductos que permiten el paso de refrigerante a los componentes del motor, distribuye el líquido refrigerante en función de las necesidades de cada momento.

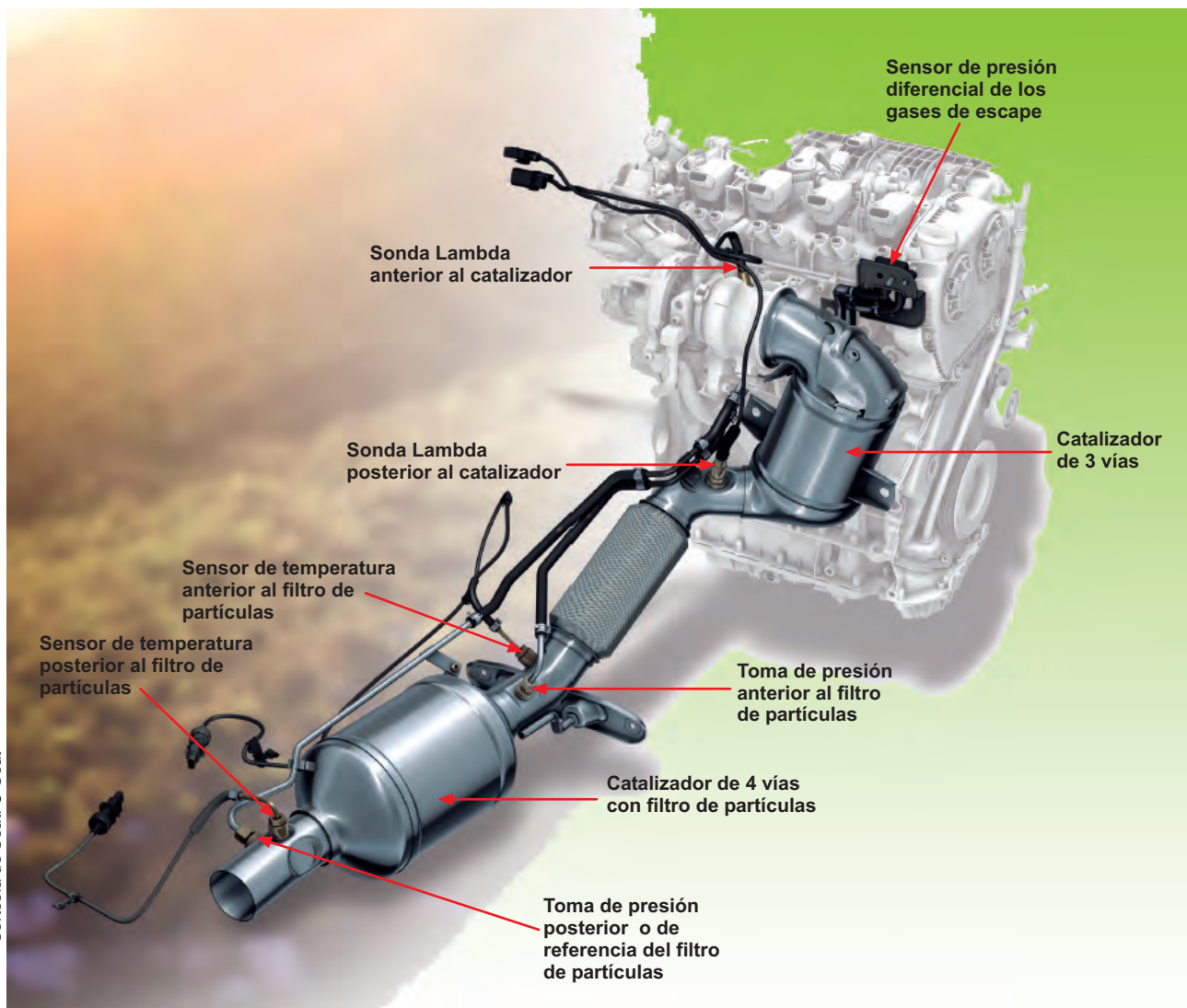
La válvula de suministro de refrigerante al bloque es accionada por un engranaje unido al émbolo giratorio. Mediante un motor con potenciómetro, se controla la rotación del émbolo giratorio en las distintas fases de funcionamiento del motor:

- Motor frío, menos de 65°C, todas las entradas y salidas están cerradas. Se consigue un calentamiento rápido del refrigerante y del aceite. Se reducen las fricciones del motor.
- Calentamiento de la culata, más de 65°C, giro de 6° del émbolo y apertura de la válvula del bloque.
- Caldeo del depósito de expansión, 100°C, giro de 72° que abre la salida hacia el depósito de expansión.
- Recirculación interna, 100°-108°C, giro de 88° del émbolo, para el calentamiento rápido.
- Refrigeración del bloque, 100°-108°C, giro de 102°, diferencias de temperatura entre bloque y culata.
- Regulación de la temperatura, 105°-110°, giro entre 152° y 227° para regular la temperatura en función de las necesidades.
- Refrigeración máxima, 110°C, giro de 227° para abrir al máximo la salida hacia el radiador principal.

MEDIDAS ECTOMOTRICES EN MOTORES DE GASOLINA

Se denomina **medidas ectomotrices**, a aquellas que se aplican fuera de los motores con la finalidad de eliminar las sustancias contaminantes que se producen en el motor y salen por los gases de escape. Hasta la normativa Euro 6, en los motores de gasolina, era suficiente con instalar un catalizador de tres vías, válvulas EGR y en los motores de inyección directa, catalizadores-acumuladores de óxidos de nitrógeno. Actualmente, además de las medidas mencionadas, en algunos motores de gasolina hay que instalar un catalizador de cuatro vías con filtro de partículas.

CONFIGURACIÓN CON EL FILTRO DE PARTÍCULAS EN LOS BAJOS DEL VEHÍCULO EN MOTORES DE INYECCIÓN DIRECTA



Cortesía de Seat. © Seat

En los motores de inyección directa más potentes, el filtro de partículas suele estar situado en los bajos del vehículo y ser de mayores dimensiones.

El sistema está compuesto por:

- Catalizador de 3 vías junto al motor.
- Sonda Lambda de banda ancha de regulación continua anterior al catalizador.
- Sonda Lambda de banda ancha o binaria posterior al catalizador.
- Catalizador de 4 vías con filtro de partículas en los bajos del vehículo.
- Sondas de temperatura anterior y posterior al filtro de partículas.
- Toma de presión anterior al filtro de partículas, para determinar el grado de saturación.
- Toma de presión posterior al filtro de partículas, para referencia de presión.
- Sensor de presión diferencial, anterior y posterior del filtro de partículas, para activar la regeneración.

REDUCCIÓN CATALÍTICA SELECTIVA (SCR)

Cortesía de Bosch



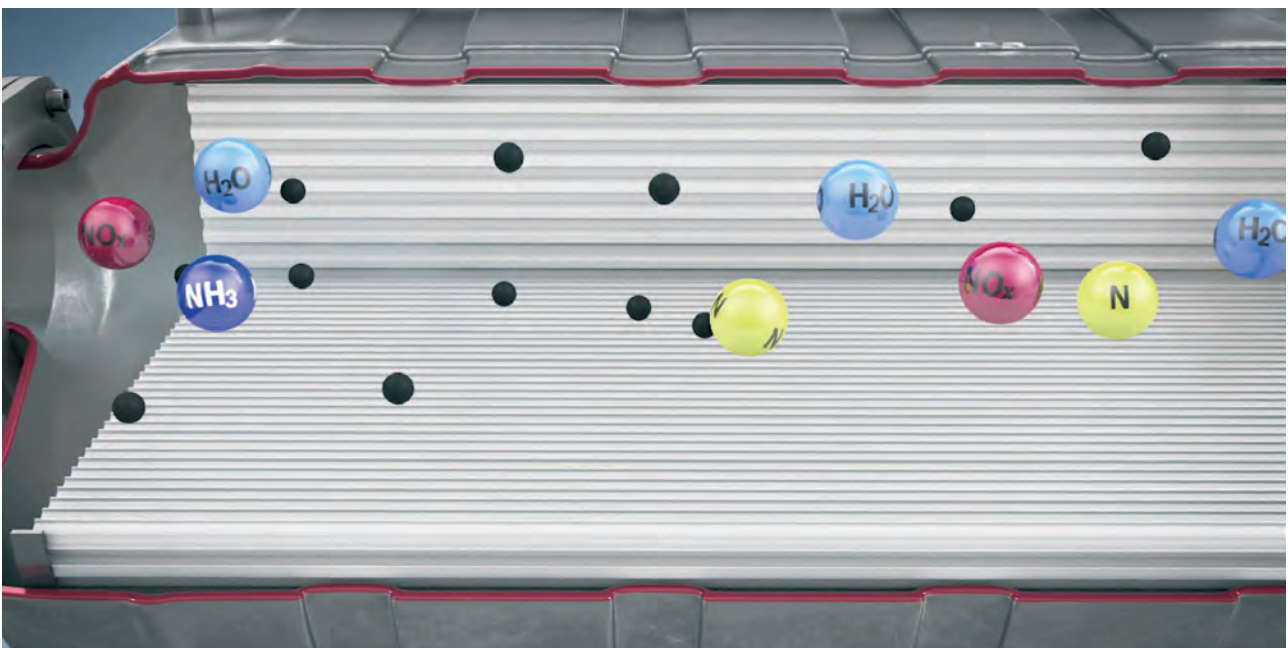
La Reducción Catalítica Selectiva funciona del modo siguiente:

Después de que los gases de escape atraviesan el catalizador de oxidación y el filtro de partículas Diesel, se inyecta AdBlue de forma controlada en el flujo de los gases de escape.

En el catalizador de reducción, el aditivo AdBlue forma amoníaco (NH_3) que reacciona con los nocivos óxidos de nitrógeno (NO_x) y los descompone en nitrógeno puro (N_2) y vapor de agua (H_2O).

Con este proceso se pueden reducir los NO_x hasta un 95% contribuyendo a la protección del medio ambiente sin ocasionar reducción en la potencia del motor.

Cortesía de Bosch



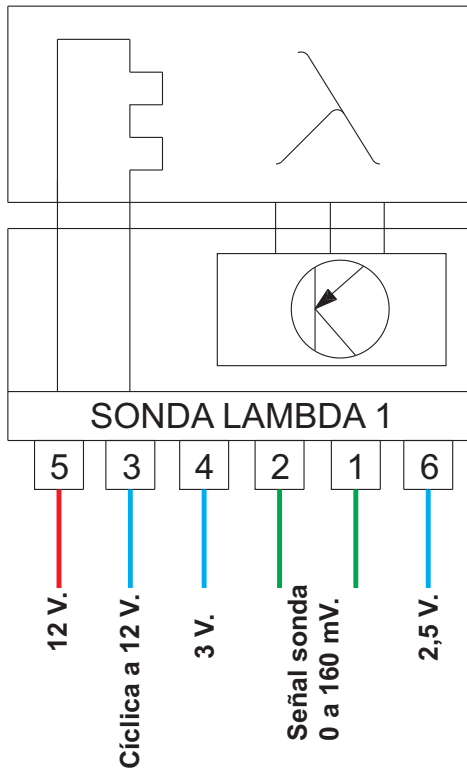
Los motores diesel concebidos para trabajar con la máxima eficiencia y escasa emisión de partículas, al quemar la mezcla de aire y gasoil, en determinadas condiciones de presión y temperatura, pueden producir concentraciones elevadas de NO_x . Si mediante la recirculación de gases de escape (EGR) se intenta reducir la proporción de NO_x , el motor comienza a formar hollín y en consecuencia aumenta el consumo de combustible. Un rendimiento óptimo y temperaturas de combustión elevadas tienen como efecto negativo un aumento de la proporción de NO_x en el gas de escape. Con la utilización de AdBlue se reducen los NO_x sin reducir la potencia del motor ni aumentar el consumo de combustible.

SONDA LAMBDA PLANAR EN MOTORES DIESEL



La sonda Lambda planar utilizada es los motores Diesel, es igual que la utilizada en los motores de gasolina. Está roscada a la entrada del catalizador muy cerca del turbocompresor. El conector eléctrico es de 6 vías, dispone de un circuito electrónico del que salen 5 cables que llegan a la sonda. El conector tiene una resistencia incorporada.

<https://www.youtube.com/@escuelatecnicadelvalles>

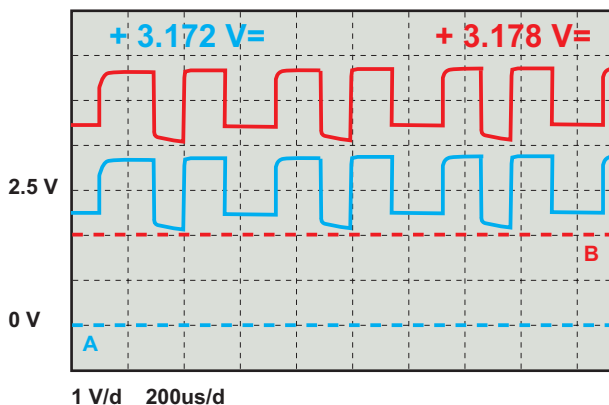


VERIFICACIÓN CON POLÍMETRO

La numeración de los terminales puede cambiar en función del tipo de motor y de los distintos fabricantes, pero las comprobaciones con polímetro son las mismas que en un motor de gasolina.

- ▶ **Alimentación de la resistencia de caldeo**
Con el contacto dado, conectar el voltímetro al terminal 5 de la sonda y a masa y verificar que disponemos de la tensión de batería.
- ▶ **Alimentación del circuito electrónico**
Con el motor en marcha, conectar el voltímetro al terminal 4 y masa y comprobar que existen 3 Voltios.
- ▶ **Alimentación de la bomba de oxígeno**
Con el motor en marcha, conectar el voltímetro entre el terminal 6 y masa y comprobar que tenemos 2,5 Voltios.

SONDA LAMBDA PLANAR DIESEL



VERIFICACIÓN CON OSCILOSCOPIO

Excitación resistencia de caldeo

Igual que en la de gasolina apreciaremos una señal cuadrada de excitación, en este caso entre el terminal 3 y masa.

Señal Lambda

Hay que conectar los dos canales del osciloscopio, el canal A al terminal 2, el B al terminal 1 y el común a masa.

Con el motor a 2.500 revoluciones, en esta sonda nos han de aparecer dos señales casi cuadradas generadas por la sonda en función del oxígeno de los gases de escape.

COMPROBACIÓN DEL CATALIZADOR (MOTOR GASOLINA)

DIFERENCIA DE TEMPERATURA ENTRE LA ENTRADA Y LA SALIDA DEL CATALIZADOR

Arrancar el motor y realizar un recorrido previo de unos 8 - 10 Km para que el motor y el catalizador alcancen la temperatura de funcionamiento.

A continuación utilizando un termómetro de infrarrojos medir la temperatura del catalizador, a la entrada y a la salida de gases.

Una vez anotadas las temperaturas, se calcula la diferencia entre la salida y la entrada y se compara con la tabla de temperaturas de funcionamiento.

Ejemplo: temperatura a la salida = 350 °C, temperatura a la entrada = 300 °C, diferencia = 50 °C, que indica un funcionamiento correcto del catalizador.

ESTADO DEL CATALIZADOR EN FUNCIÓN DE LA DIFERENCIA DE TEMPERATURA ENTRE LA ENTRADA Y LA SALIDA

< de 30 °C	30 - 45 °C	45 - 70 °C	70 - 100 °C
SUSTITUIR EL CATALIZADOR	MEDIA VIDA ÚTIL	FUNCIONAMIENTO CORRECTO	AVERÍA DE INYECCIÓN O ENCENDIDO

COMPROBACIÓN DE LA TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO

