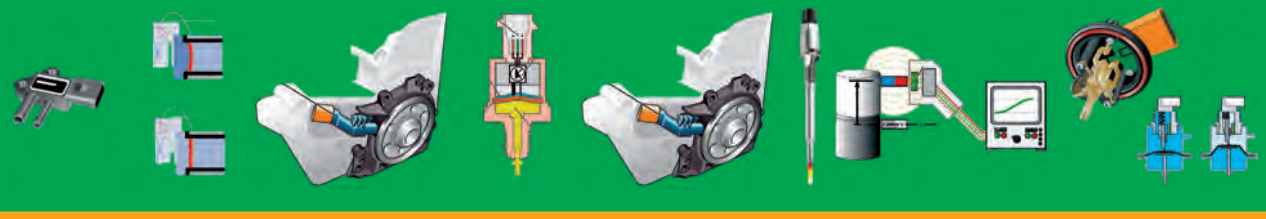
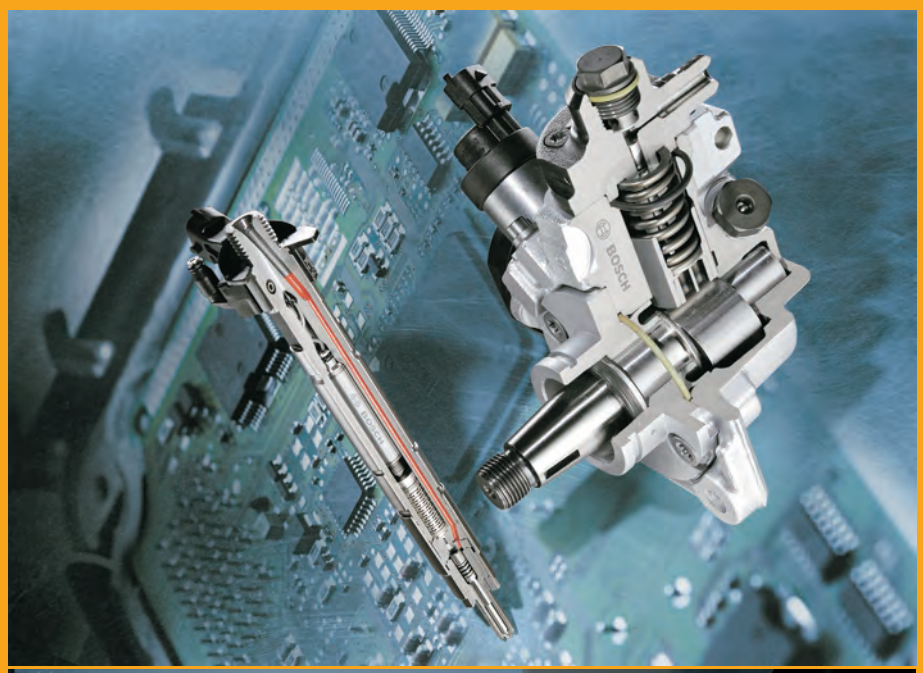
SENSORES



ÚLTIMAS TECNOLOGÍAS DE GESTIÓN DIESEL

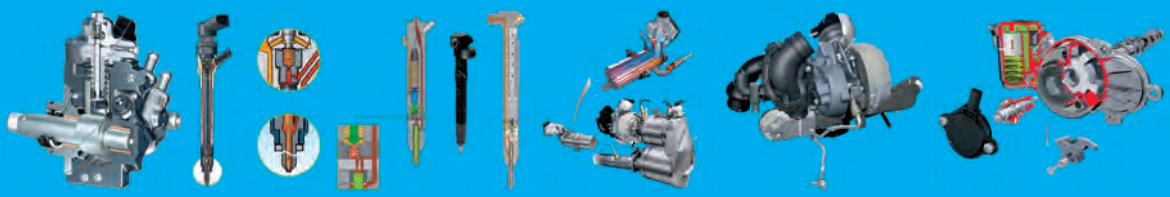
Manuales prácticos autoformativos



- Evoluciones de los sistemas Common-Rail Bosch, Siemens y Delphi
- Sistemas de baja y alta presión normativa Euro VI
- Diagnóstico del turbocompresor
- Sistemas anticontaminación Diesel
- Sistema Adblue® Reducción Catalítica selectiva SCR
- Nuevos sensores, funcionamiento y verificaciones
- Nuevos actuadores, funcionamiento y verificaciones
- Diagnóstico con osciloscopio
- Diagnosis mediante EOBD
- Cuestionarios de autoevaluación

ETV Escola Tècnica del Vallès

ACTUADORES



ÍNDICE

Página	Concepto
1	**Generalidades**
1	Elementos del sistema Common-Rail
2	Zona de alta presión
3	Fases de inyección
4	Componentes esenciales del Common-Rail
6	Common-Rail Bosch (inyectores piezoeléctricos)
7	Common-Rail Siemens (inyectores piezoeléctricos)
8	Common-Rail Delphi (inyectores electromagnéticos)
9	**Alimentación**
9	Baja presión del sistema Common-Rail Bosch
11	Bomba de alta presión del sistema Common-Rail Bosch
15	Regulación de la presión de combustible, Common-Rail Bosch
16	Electroválvula dosificadora del sistema Common-Rail Bosch
17	Regulador de presión del sistema Common-Rail Bosch
18	Sistema Common-Rail Bosch normativa Euro VI
19	Baja presión del sistema Common-Rail Siemens
20	Bomba de alta presión del sistema Common-Rail Siemens
22	Electroválvula dosificadora del sistema Common-Rail Siemens
23	Regulador de presión del sistema Common-Rail Siemens
24	Baja presión del sistema Common-Rail Delphi
25	Regulación de la presión de combustible, Common-Rail Delphi
26	Acumulador de alta presión del sistema Common-Rail Delphi
27	Bomba de alta presión del sistema Common-Rail Delphi
31	Sincronización de la bomba de alta presión
32	**Funciones**
32	Generación de turbulencia espiroidal
34	Intercooler refrigerado por agua
35	Circuito independiente de refrigeración del intercooler
36	Reglaje de la distribución variable
39	Sobrealimentación con turbocompresor
41	Turbocompresor, diagnosis sistemática
43	Turbocompresor, reclamación de fugas
44	Turbocompresor, falta de potencia
47	Turbocompresor, ruidos
48	**Cuestionario**
48	Generalidades, alimentación y funciones
50	**Anticontaminación**
50	Evolución de la normativa Europea
51	Reducción de óxidos de nitrógeno en los vehículos Diesel
52	Reducción de la emisión de partículas en los vehículos Diesel
53	Obligaciones de los fabricantes respecto a la Euro VI
54	Sistema Denoxtronic (inyección de AdBlue®)
55	Reducción catalítica selectiva (SRC)
57	Avisos de nivel de llenado del sistema AdBlue
58	Aviso de avería en el sistema AdBlue

Página	Concepto
59	**Anticontaminación (continuación)**
59	Comprobación de la calidad del líquido AdBlue
60	Limpieza del depósito de AdBlue
61	Catalizador de oxidación
62	Recirculación de gases de escape (EGR)
65	Filtro de partículas
66	Regeneración del filtro de partículas
67	**Sensores**
67	Principio de funcionamiento de los sensores
68	Medidor de masa de aire digital
69	Potenciómetro de la mariposa y sensor de r.p.m. del motor
70	Sensor Hall del árbol de levas y NTC de temperatura
71	Sensor de alta presión de combustible
72	Potenciómetro del acelerador e interruptores de freno
73	Sensores Hall como medidores de posición
74	Potenciómetro de la válvula EGR
75	Transmisor de posición de los álabes del compresor
76	Sensor de presión de la cámara de compresión
77	Precauciones en el desmontaje y montaje del sensor de presión
80	Sonda lambda planar o de banda ancha y PTC del turbo
81	Transmisores de temperatura de los gases de escape
82	Sensor de NOx y unidad de control del sensor de NOx
83	Sensor de óxidos de nitrógeno NOx
85	Sensor de presión del dosificador del agente reductor
86	Sensor de temperatura del agente reductor
87	Sensor de nivel del agente reductor
88	Sensor de nivel y temperatura de aceite
89	Sensor de picado y sensor de presión de sobrealimentación
90	Sensor de presión diferencial
91	**Osciloscopio**
91	Señales de sensores
96	**Cuestionario**
96	Anticontaminación y sensores
98	**Actuadores**
98	Principio de funcionamiento de los actuadores
99	Inyectores piezoeléctricos Bosch
105	Inyectores electromagnéticos Bosch
107	Inyectores piezoeléctricos Siemens
110	Inyectores electromagnéticos Delphi
114	Comprobación de los inyectores
117	Bujías de precalentamiento
118	Control de la entrada de aire al motor
119	Tratamiento de los gases de escape para Euro V
121	Tratamiento de los gases de escape para Euro V - Euro VI
122	Electroválvula dosificadora de combustible

Página	Concepto
123	**Actuadores (continuación)**
123	Electroválvula reguladora de presión de combustible
124	Válvula reguladora de presión de sobrealimentación
125	Inyector de agente reductor AdBlue
126	Bomba para el agente reductor
127	Circuito de calefacción para el agente reductor
128	Diagnosis Common-Rail cuando el motor no arranca
130	**Osciloscopio**
130	Señales de actuadores
133	**Cuestionario**
133	Actuadores
135	**Bibliografía, agradecimientos y sugerencias.**
136	**Soluciones de los cuestionarios**

FASES DE INYECCIÓN

Cortesía de Bosch

PREINYECCIÓN

La preinyección calienta la cámara de combustión y contribuye a aumentar la presión en la cámara. De este modo la subida de presión en la inyección principal es más suave contribuyendo a reducir notablemente el ruido de combustión. Se pueden realizar dos preinyecciones.
De esta manera se reduce de forma sustancial el clásico picado del motor Diesel.

Cortesía de Bosch

1ª INYECCIÓN PRINCIPAL

Se inyecta el combustible necesario en función de las condiciones de funcionamiento del motor.
La duración de la inyección puede oscilar entre los 0,15 ms para la preinyección y los 4,5 ms para la inyección principal.
Las cantidades de combustible inyectadas en un motor de 1.6 litros están comprendidas entre 1mm^3 en la preinyección y 80mm^3 en la inyección principal.

Cortesía de Bosch

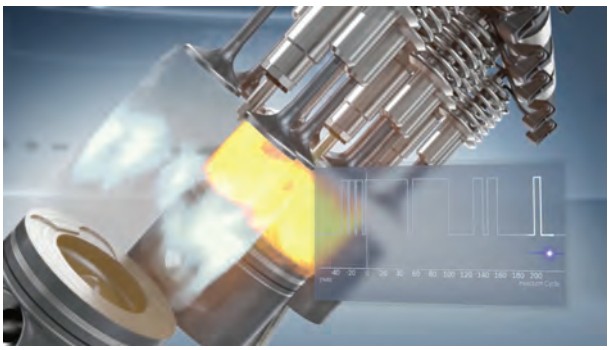
2ªINYECCIÓN PRINCIPAL

Después de una breve pausa casi imperceptible se continua inyectando combustible que al quemarse hace subir la presión que empuja sobre el pistón.
Las inyecciones principales son las determinantes de la curva de par del motor.

Cortesía de Bosch

1ª POSTINYECCIÓN

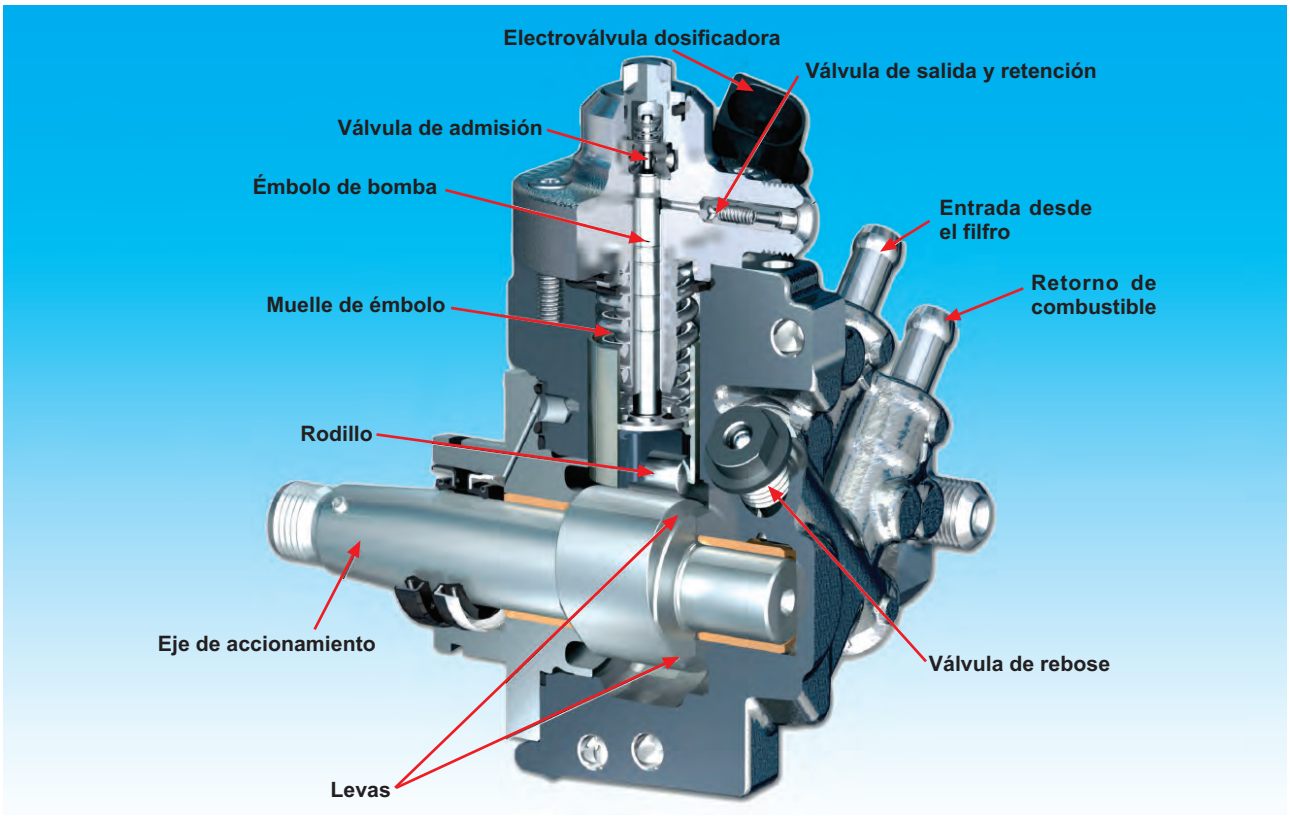
La postinyección se utiliza para aumentar la temperatura del catalizador y producir la regeneración activa del filtro de partículas con el fin de incinerar las partículas de hollín.


Cortesía de Bosch

2ª POSTINYECCIÓN

Este combustible no es quemado en el cilindro, sino que pasa vaporizado al filtro de partículas donde sirve para incinerar las partículas de hollín.
Todas estas características permiten reducir las emisiones contaminantes, el consumo de combustible, la sonoridad y las vibraciones del motor y mejoran el confort de marcha.

BOMBA DE ALTA PRESIÓN DEL SISTEMA COMMON-RAIL BOSCH



Cortesía de Seat

La bomba de alta presión es la encargada de generar la presión de 1.800 bares (2.000 bares en las últimas versiones y hasta 2.500 bares en vehículos industriales), necesarios para la inyección del combustible. Es una bomba de émbolo único accionada por el cigüeñal a través de la correa de distribución con una relación de desmultiplicación de 1 a 1.
Para impulsar el combustible se utiliza un émbolo que es desplazado por dos levas decaladas 180º entre sí, solidarias al eje de accionamiento.
Estas características constructivas ofrecen diversas ventajas de funcionamiento:

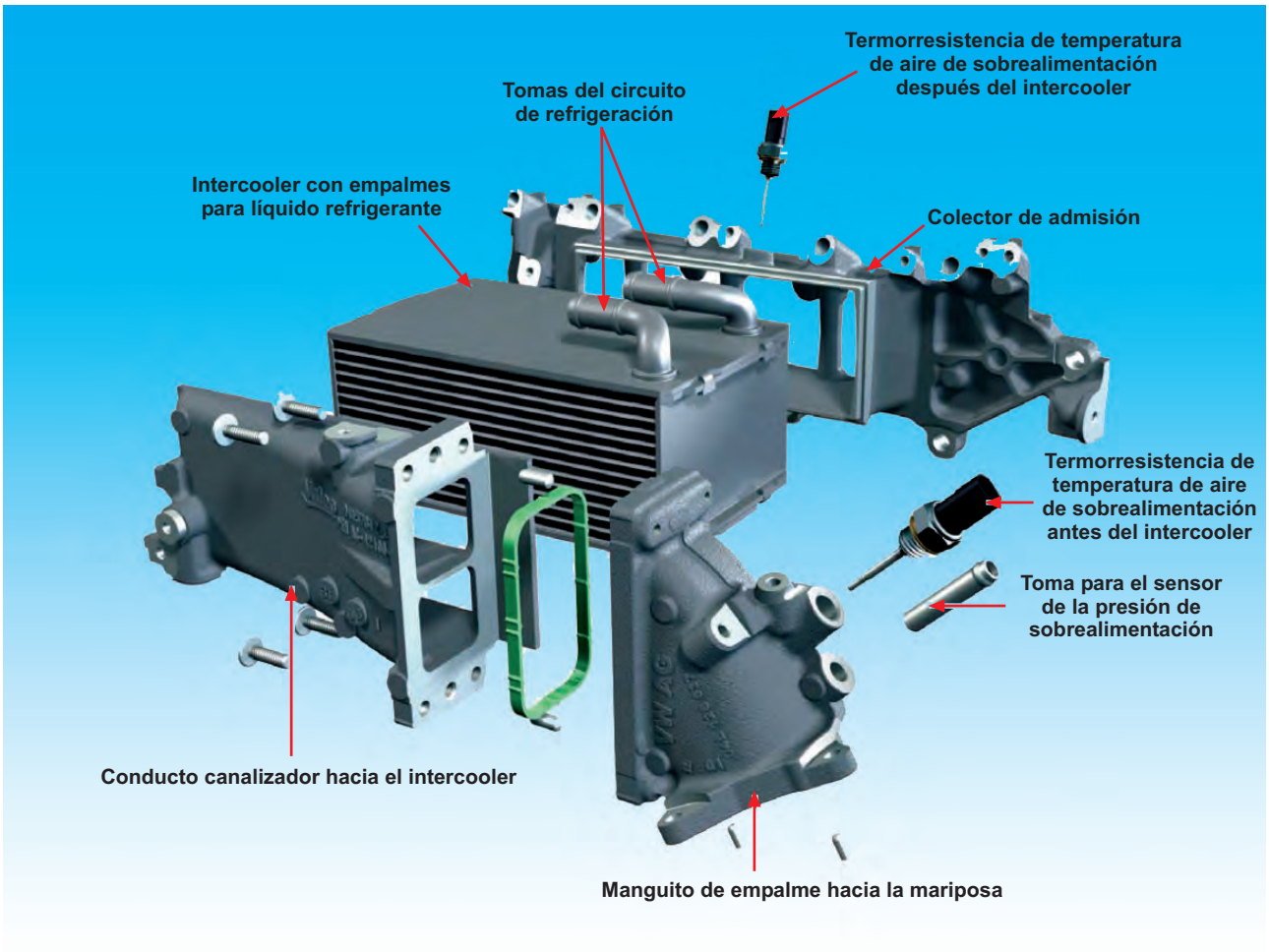
- Se realiza cada inyección en el tubo distribuidor de alta presión de combustible al mismo tiempo que se realiza la carrera de compresión en el cilindro.

- Se mantiene una carga uniforme en el accionamiento de la bomba y se reducen las fluctuaciones de presión en la zona de alta presión.

Este modo de funcionamiento requiere la sincronización de la bomba cuando se cambia la correa de distribución. Hay que respetar las marcas y las instrucciones de montaje que determine el fabricante.
Con el fin de minimizar las fricciones entre las levas del eje de accionamiento y el émbolo, se intercala un rodillo entre estos dos componentes.
Otra característica constructiva importante es que el cuerpo de la bomba de alta presión está fabricado prácticamente de una sola pieza. De esta manera se minimiza el riesgo de pérdida de estanqueidad. También hay que considerar que su tamaño es significativamente más pequeño que las primeras versiones tricilíndricas, con el consiguiente ahorro de espacio y peso.

INTERCOOLER REFRIGERADO POR AGUA

En la mayoría de motores, lo normal es que encontremos un intercambiador de calor (intercooler) del aire de admisión en el que la refrigeración se realiza por aire-aire.
No obstante también se utilizan intercambiadores de calor refrigerados por agua.



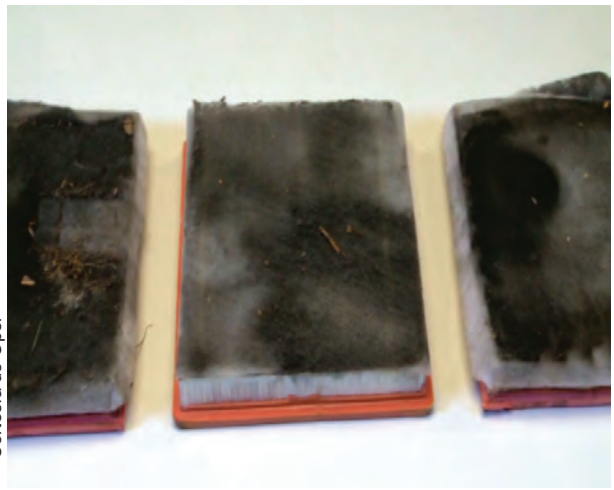
Cortesía de Audi

COLECTOR DE ADMISIÓN E INTERCAMBIADOR DE CALOR

En este sistema, el aire de sobrealimentación es refrigerado en función de las necesidades del motor mediante un circuito independiente de refrigeración a baja temperatura. Mediante una bomba eléctrica de régimen variable se hace circular líquido refrigerante por el intercooler manteniendo una temperatura ideal en cada momento.
La Unidad de Control del Motor analiza en todo momento la eficacia del sistema mediante la información recibida de las termorresistencias de temperatura, colocadas a la entrada y salida del intercambiador de calor.

La utilización de este sistema aporta ventajas en el funcionamiento del motor:
- Debido a que las temperaturas en el colector de admisión se pueden ajustar dentro de unos límites específicos, se consigue un funcionamiento independiente de la temperatura de los gases de escape y de la temperatura de los gases recirculados. Se puede ajustar con más precisión la temperatura en el intercambiador de calor.
- El tramo de aire de sobrealimentación es más compacto. Se ahorra espacio.
- Se reducen las pérdidas de carga.
- Se evitan fenómenos de congelación y condensación en el intercambiador de calor.
- Permite reducir la temperatura de los gases de escape recirculados.

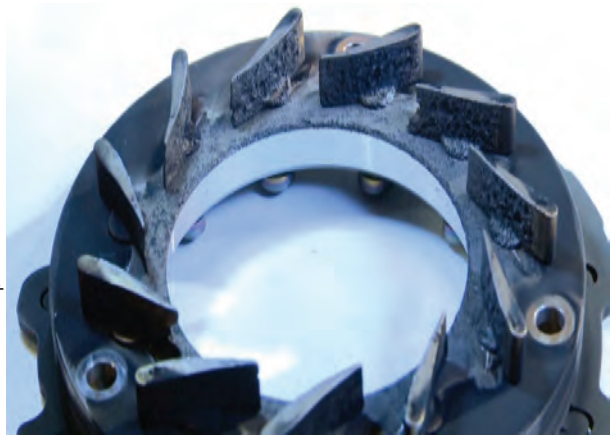
TURBOCOMPRESOR, FALTA DE POTENCIA



Cortesía de Opel

Comprobar que el filtro de aire no está deformado, manchado de aceite u obstruido por exceso de suciedad ya que esto influye sobre la aspiración de aire del motor y sobre la velocidad del vehículo.
Comprobar el juego de la turbina. Debido a las altas revoluciones de trabajo que alcanza el turbocompresor, es normal que exista juego de cojinete. Lo que no es admisible es que existan marcas de roce en la carcasa, o defectos o deformaciones en las palas de la turbina. Esto indicaría un juego excesivo. Si al desplazar el eje, las palas de la turbina tocan con la carcasa, el juego es excesivo.
Cuando la turbina del compresor presenta daños evidentes por la entrada de algún cuerpo extraño, el turbocompresor no podrá crear presión y el motor acusará falta de rendimiento. En este caso hay que inspeccionar el lado de admisión para ver si hay piezas sueltas que pudieran deteriorar el nuevo turbocompresor.
Limpiar bien la carcasa del filtro y sustituir el filtro, hojarasca o pequeñas piezas de plástico pueden causar daños en la turbina debido a las altas revoluciones de trabajo. Por esto siempre es necesario taponar el tubo de admisión antes de limpiar la carcasa del filtro con aire comprimido.

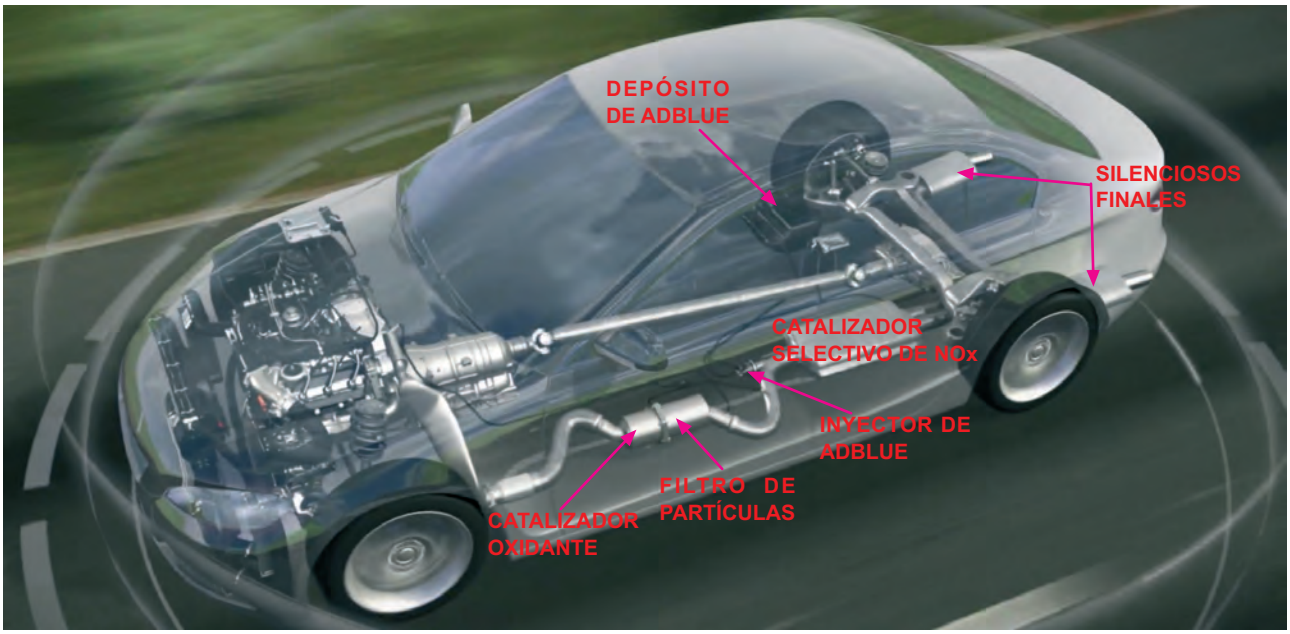
Cortesía de Opel



Cortesía de Opel

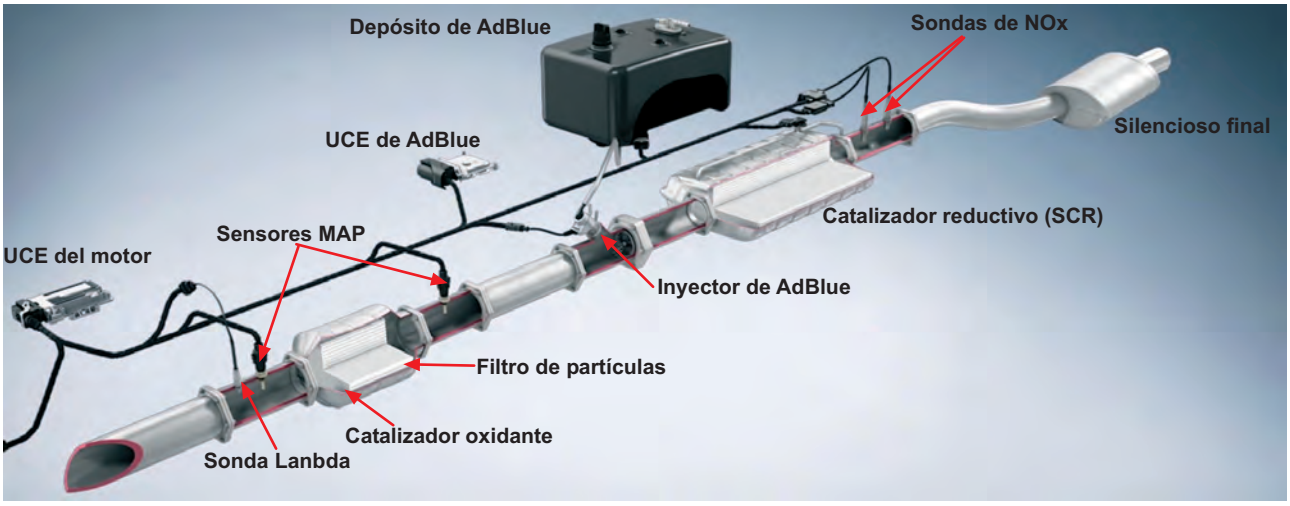
Los daños por cuerpos extraños, en ocasiones son difíciles de ver, utilizar una linterna para observar el interior de los tubos y la carcasa de la turbina.
En ocasiones los residuos se pueden localizar en los álabes guía y pueden llegar a agarrotarse.
También se pueden producir daños por cuerpos extraños si durante las reparaciones no se montan las juntas específicas o se intenta sellar con siliconas inadecuadas.
Por estas razones es imprescindible extremar las medidas de limpieza y taponar bien todos los conductos cuando se desmonte el sistema de admisión.

SISTEMA DENOXTRONIC (inyección de AdBlue)



Cortesía de Bosch

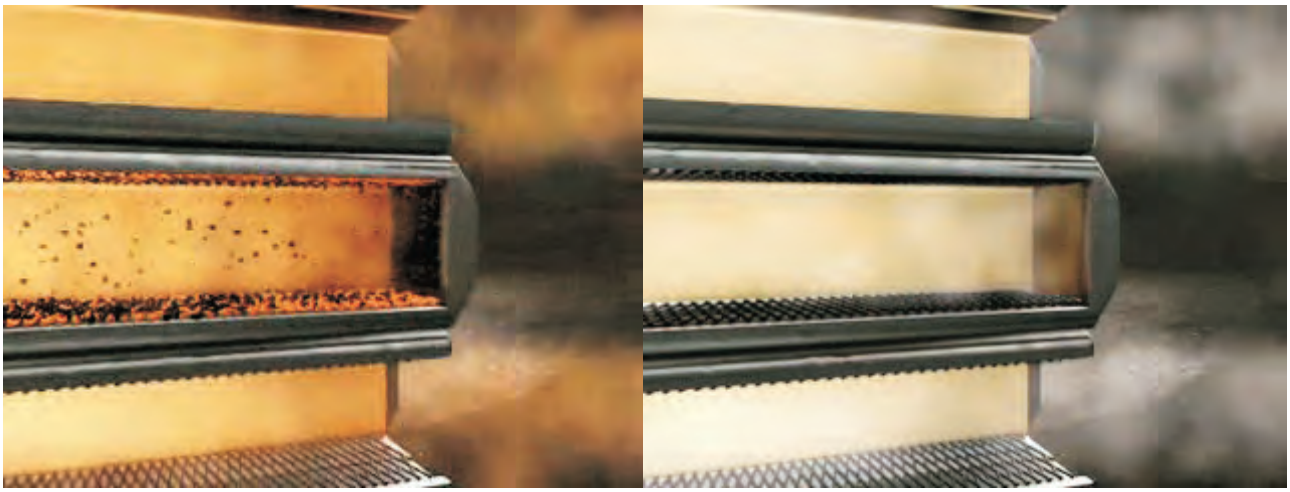
Con este sistema, se reducen las emisiones de NOx hasta en un 95% y el consumo de combustible hasta un 5%, lo que compensa el gasto adicional.
Desde el 1 de septiembre del 2014 la nueva normativa Europea Euro VI reduce drásticamente la emisión de NOx. Esto ha sido debido a la preocupación creada por los altos niveles de NOx en algunas ciudades.
El sistema Denoxtronic consigue mediante la inyección en la línea de escape de urea líquida, comercialmente conocido como AdBlue, una reacción con el óxido de nitrógeno que se convierte en vapor de agua y nitrógeno inofensivo.
Gracias a las mejoras en los procesos de combustión, un motor Diesel actual emite un 96% menos óxidos de nitrógeno que un Diesel de 1990.
El límite de emisiones de 80 mg/Km de NOx según la Euro VI es totalmente imposible de conseguir para grandes sedanes, furgonetas y vehículos comerciales pesados, sin un tratamiento con AdBlue en la línea de escape.



Cortesía de Bosch

Para cumplir la Euro VI, en la mayoría de los motores, es necesario utilizar la Reducción Catalítica Selectiva (SCR) que reduce la emisión de NOx de los gases de escape.
Para esto se instala en el sistema de escape, además del catalizador de oxidación y del filtro de partículas, un inyector de aditivo AdBlue, un catalizador de reducción donde se produce la transformación de los NOx, dos sensores de NOx para revisar el funcionamiento del sistema, las tuberías y el depósito de AdBlue.
El aditivo AdBlue es una solución transparente de fabricación sintética no tóxica.
No está clasificada como sustancia peligrosa, se le ha asignado la categoría 1, la más baja de riesgo para el agua. No obstante hay que tener ciertas precauciones en la manipulación que ya explicaremos con detalle.
Químicamente es una solución acuosa de urea super pura al 32,5% que se utiliza para el tratamiento de los gases de escape en un convertidor catalítico SCR.

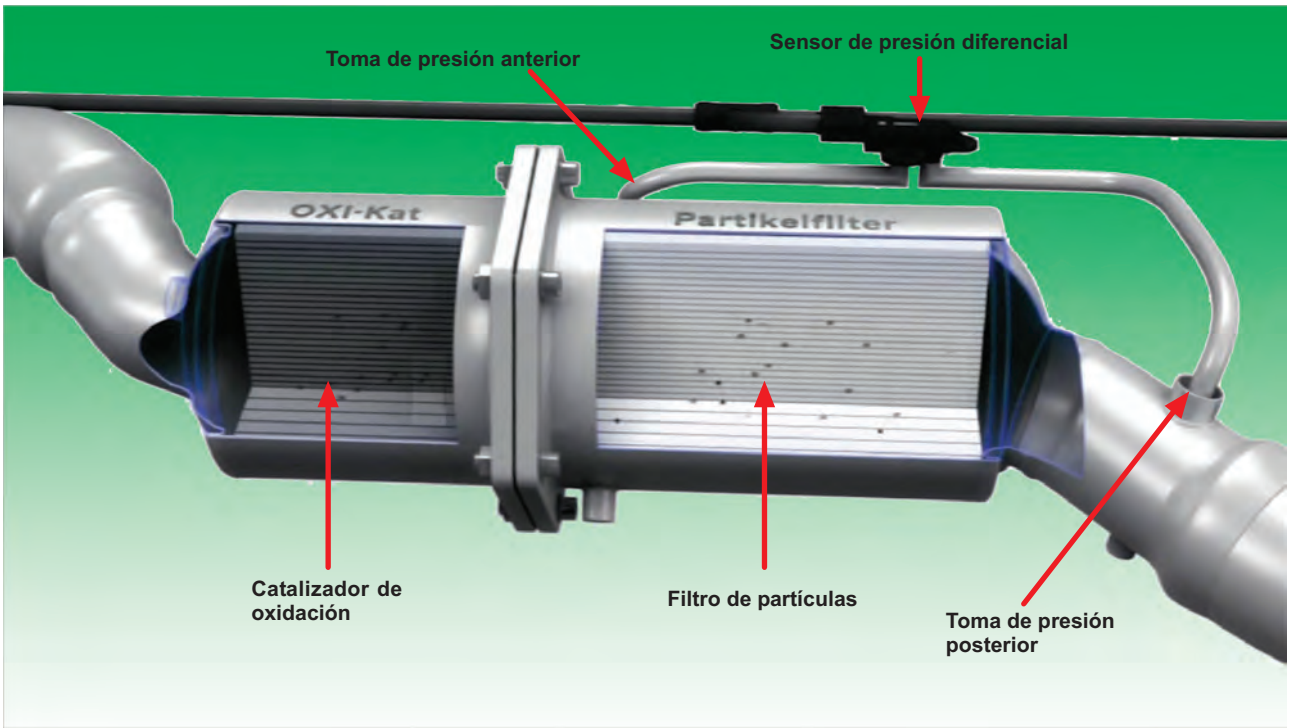
FILTRO DE PARTÍCULAS



Cortesía de Renault

PROCESO DE ACUMULACIÓN DE PARTÍCULAS **PROCESO DE ELIMINACIÓN DE PARTÍCULAS**

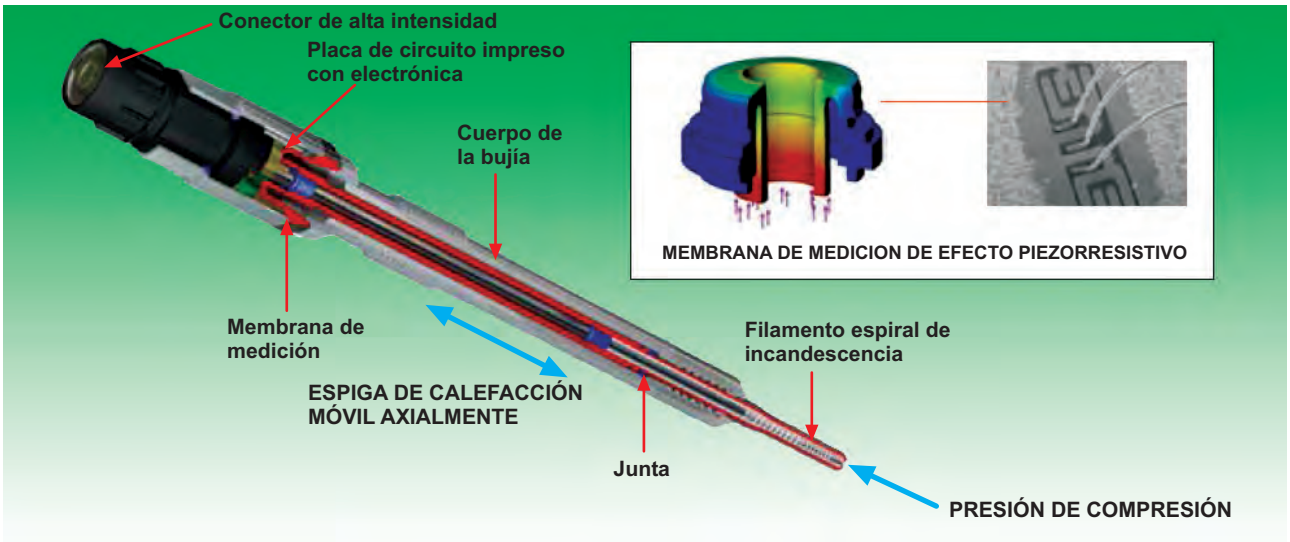
La ubicación normal del filtro de partículas suele ser muy próximo a la salida de gases de escape o en los bajos del vehículo. Como norma general forma conjunto con el catalizador de oxidación.
Los filtros de partículas actuales no requieren el uso de aditivos y en condiciones normales tampoco necesitan mantenimiento.
Se compone de una carcasa ligera de carbono de silicio en forma de panal, formado por multitud de canales y recubierto por metal noble.
Los gases de escape fluyen por los canales y las partículas de hollín se depositan en las paredes. Según las condiciones de funcionamiento del motor y cuando el filtro ya no puede almacenar más partículas, se procede a la incineración mediante un proceso de regeneración del filtro de partículas. Este momento se determina en función de la información emitida por el sensor de presión diferencial. Tras este proceso, el filtro queda limpio y listo para una nueva acumulación.
El proceso continuo de regeneración del filtro, lo mantiene siempre operativo y no afecta al rendimiento del motor.



Cortesía de Bosch

SENSOR DE PRESIÓN DE LA CÁMARA DE COMPRESIÓN

Para cumplir la normativa anticontaminación Euro VI que exige una reducción drástica de las emisiones de óxidos de nitrógeno NOx y partículas PM en los motores Diesel, es necesario optimizar el proceso de combustión. Para el control de la presión de combustión se utiliza una bujía de incandescencia inteligente con sensor de presión PSG (Pressure Sensor Glow Plug) que transmite a la Unidad de Control del Motor el valor real de la presión en el interior del cilindro.
Es un sensor piezoresistivo con una varilla de calentamiento móvil para la transmisión de la presión. Dispone de un circuito electrónico miniaturizado integrado en la parte superior de la bujía. Es capaz de medir presiones comprendidas entre 0 y 200 bares.



Cortesía de Beru

FUNCIONAMIENTO

El principio de medición está basado en una varilla de caldeo móvil, que hace la función de elemento de transmisión para el transductor de valores de medición piezorresistivo situado en la parte superior de la bujía de incandescencia. En esta zona se calcula la deformación de la membrana de medición que ofrece información exacta sobre la presión en la cámara de combustión. Los datos obtenidos se transmiten a la Unidad de Control del Motor a través de un circuito especial de acondicionamiento de la señal.
La utilización de este sensor permite una regulación de circuito cerrado (closed-loop) en tiempo real.

UTILIZACIÓN DE LA SEÑAL

Saber la presión real de los cilindros permite adaptar de forma óptima el momento de la inyección y, por tanto, el desarrollo de la presión derivada de la combustión con diferentes calidades de combustible y porcentaje de recirculación de gases de escape.
El desarrollo de la combustión se determina con ayuda de la señal procedente del sensor de presión de la cámara de combustión y del sensor de revoluciones del motor.
De acuerdo con la diferencia obtenida por comparación entre los valores calculados teóricamente y los valores efectivos, se determina un valor de corrección mediante la intervención en el sistema de inyección y en el de sobrealimentación de aire.
La calidad del combustible y en especial el índice de cetano, ejerce una gran influencia sobre el desarrollo de la combustión y la rapidez de la combustión total. Con un índice de cetano bajo, se reducen las propiedades de ignición del combustible, provocando un retraso importante de la autoignición. Esto provoca fallos o combustiones incompletas que reducen el rendimiento y aumentan la emisión de sustancias contaminantes. Con la regulación de la combustión gestionada por la presión real en los cilindros se mantiene constante el desarrollo óptimo de la combustión, el rendimiento del motor y las emisiones.
Al mayor retardo de la autoignición se hace frente adelantando el inicio a la inyección. Las emisiones de HC y CO pueden mantenerse a un nivel bajo aunque se disponga de bajo índice de cetano, bajas condiciones de carga y altas recirculaciones de escape.

ACTUACIÓN EN CASO DE AVERÍA

El caso de ausencia de la señal, el sistema trabaja con la información de los sensores en circuito abierto sin supervisión de la presión de combustión. La avería del sensor o sensores de presión queda memorizada.

PRECAUCIONES EN EL DESMONTAJE Y MONTAJE DEL SENSOR DE PRESIÓN

Cortesía de Beru

De momento, Beru es el único proveedor de calentadores con sensor de presión para todas las marcas que utilizan esta tecnología.
La sustitución de este tipo de calentadores requiere de un cuidado especial para evitar daños en el sensor altamente sensible y asegurar su completa funcionalidad.
- Una caída desde tan solo 2 cm de altura puede dañar el sensor.
- Para evitar daños en el calentador es necesario retirar el conector eléctrico a mano. No utilizar alicates ni ningún tipo de palanca.
- Para la colocación y extracción es imprescindible utilizar la herramienta específica. Hay que empujar la herramienta hacia el sensor de modo que la cabeza hexagonal del calentador esté cubierta por completo. Para evitar roturas, hay que respetar escrupulosamente los pares de apriete de montaje y de rotura.

Cortesía de Beru

PROCEDIMIENTO DE DESMONTAJE-MONTAJE

1.- Retirar las tapas del motor y los elementos que impidan el acceso a los calentadores.

2.- Retirar el conector eléctrico exclusivamente a mano. No está permitido el uso de alicates ni ningún elemento para hacer palanca. Los conectores no están disponibles sueltos. Si se rompen, habrá que cambiar la instalación completa de los calentadores.

3.- Para evitar que entren cuerpos extraños en la cámara de combustión, proceder a una limpieza exhaustiva de los alrededores de los calentadores antes de proceder a su desmontaje.
Si se ha desmontado el circuito de alimentación o de aire, taponar correctamente para evitar la entrada de suciedad.

4.- Para evitar daños en los calentadores, es necesario utilizar la herramienta específica para sensores de presión PSG.

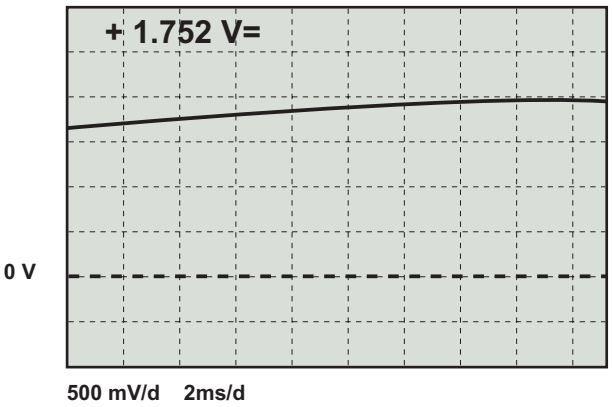
5.- Para evitar daños en el bloque del conector, es necesario introducir la herramienta de forma que cubra por completo el hexágono de apriete.

SEÑALES DE SENSORES

TRANSMISOR DE POSICIÓN DE LOS ÁLABES DEL TURBOCOMPRESOR

Situado en el pulmón de vacío que mueve los álabes del compresor, informa del desplazamiento de éste. Aunque se trata de un sensor Hall, la electrónica del sensor transforma la señal de salida en analógica. De los tres cables que tiene conectados, dos son alimentación del sensor a 5 voltios y el otro es la salida de señal.

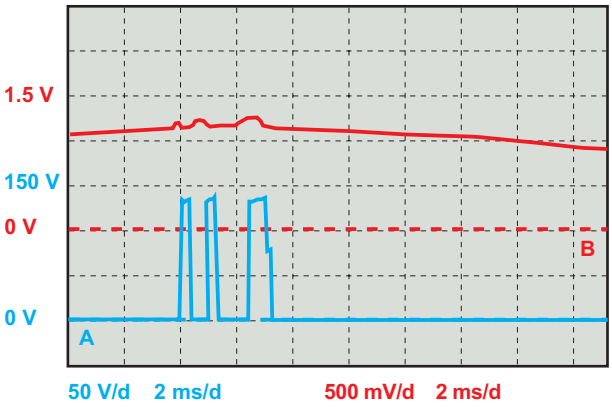
SENSOR DE LOS ÁLABES DEL TURBOCOMPRESOR



SENSOR DE PRESIÓN DE LA CÁMARA DE COMBUSTIÓN

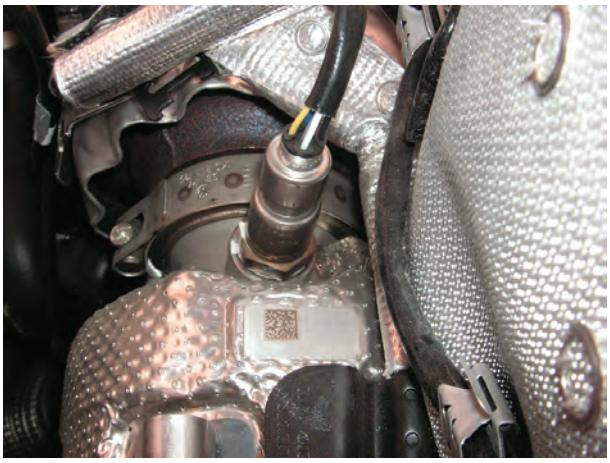
Integrado en la bujía de calentamiento da una imagen eléctrica de la presión en la cámara de combustión. Utilizando los dos canales del osciloscopio podemos ver como la presión máxima coincide con el momento de la inyección del combustible. La gráfica azul corresponde al inyector y la roja al sensor de presión.

INYECTOR PIEZOELÉCTRICO Y SENSOR DE PRESIÓN

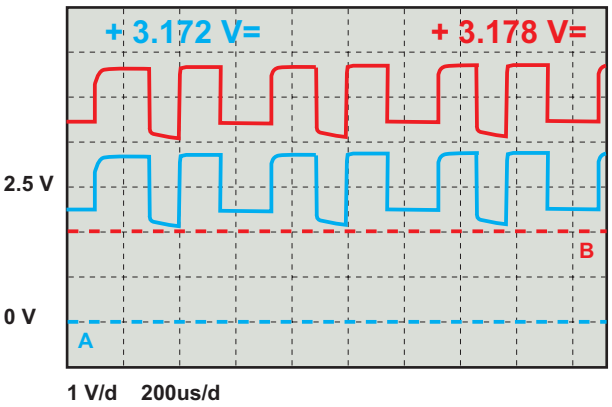


SEÑAL DE LA SONDA LAMBDA

La sonda lambda utilizada en los motores Diesel es igual que la utilizada para los motores de gasolina. Se trata de una sonda de tecnología planar o banda ancha. La expuesta como ejemplo corresponde a un motor 1,6 TDi CM del grupo Volkswagen. La lectura está tomada en los terminales 1 y 2 del conector de la sonda. En otras marcas pueden ser otros terminales, pero la señal emitida ha de ser similar.



SONDA LAMBDA PLANAR



DIAGNOSIS COMMON-RAIL CUANDO EL MOTOR NO ARRANCA

Consultar la memoria de averías

Consultar la presión en el rail y tensión del sensor de presión

¿HAY 200 BARES Y 1,2 V. EN FASE DE ARRANQUE?

SI → El circuito hidráulico de gasoil está correcto

NO → Problema en el circuito de gasoil por falta de presión en el rail → SIGUE EN LA SIGUIENTE PÁGINA

Verificar la señal de activación de los inyectores con osciloscopio

¿ES CORRECTA LA SEÑAL?

SI → VERIFICAR
- Obstrucción en el escape
- Anular la EGR

¿EL MOTOR ARRANCA?

SI → Reparar avería de escape o EGR → SOLUCIONADO

NO → Comprobar la calidad del combustible ¿presencia de agua?

¿ES CORRECTO?

SI → Activar sistema de precalentamiento (desconectar NTC de refrigerante)

¿EL MOTOR ARRANCA?

SI → Reparar sistema de precalentamiento → SOLUCIONADO

NO → Posible fallo mecánico del motor (por ejemplo falta de compresión) reparar → SOLUCIONADO

NO → Sustituir combustible y purgar → SOLUCIONADO

NO → POSIBLE AVERÍA EN
- Alimentación del inyector
- Alimentación de la UCE
- UCE defectuosa

REPARAR AVERÍA

SOLUCIONADO