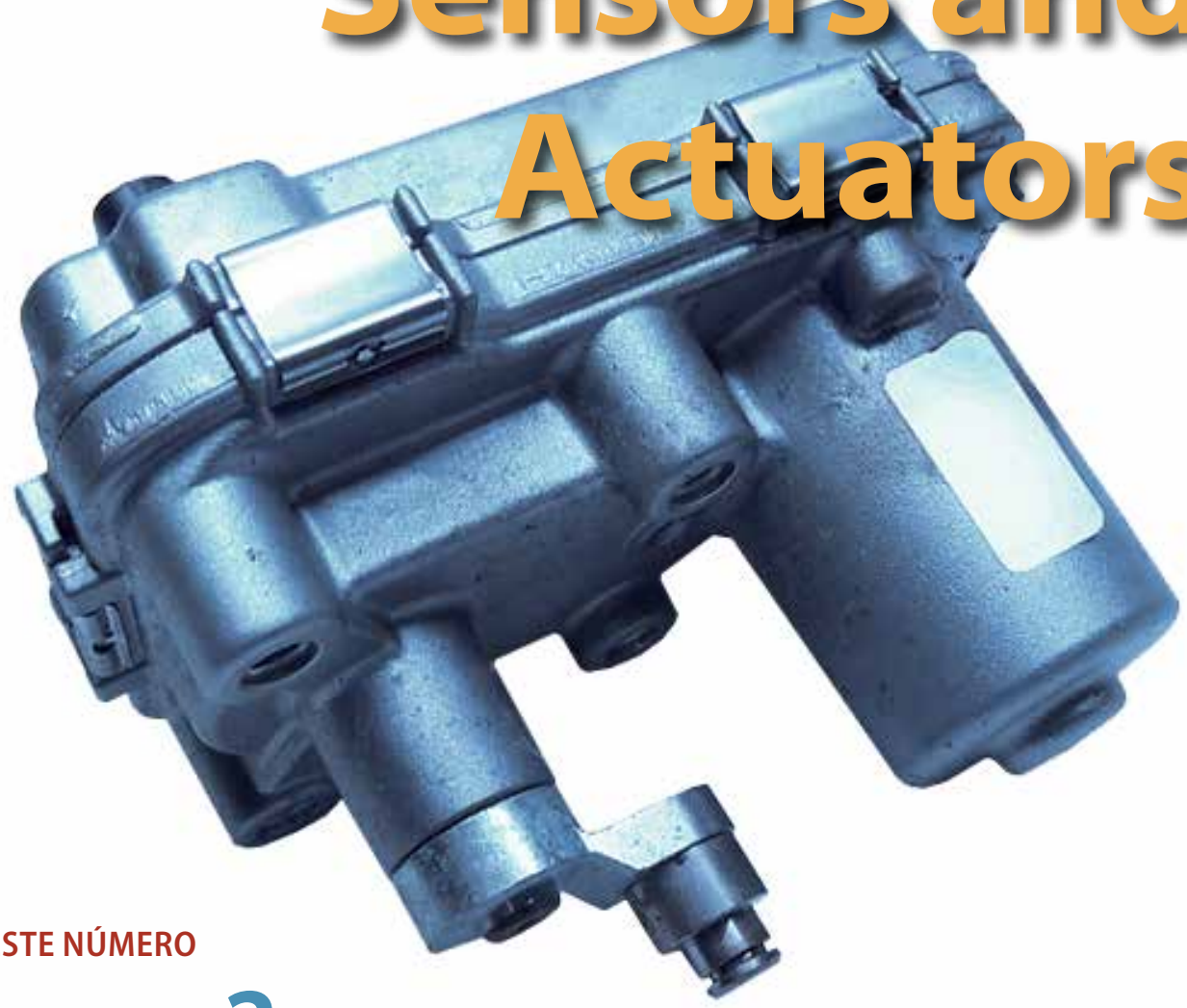
24

Eure!TechFLASH

LA MIRADA EN DETALLE MÁS ACTUALIZADA
A LAS INNOVACIONES DEL AUTOMÓVIL
EDICIÓN 24

State of the art Sensors and Actuators



EN ESTE NÚMERO

INTRODUCCIÓN 2

SENSORES 2

ACTUADORES 11

NOTAS TÉCNICAS 21

EureTechFlash es
una publicación
de AD International
(www.ad-europe.com)

Descarga todas las ediciones
EureTechFlash en
www.eurecar.org

INTRODUCCIÓN

La industria de la automoción se mantiene en constante desarrollo tecnológico para producir vehículos más confortables y de mayores prestaciones, a la vez que más seguros y respetuosos con el medio ambiente. Gran parte de esta evolución, se consigue gracias a la electrónica, incorporada para mejorar el funcionamiento de sistemas y elementos tradicionalmente mecánicos.

La interacción entre los sistemas mecánicos y la electrónica es posible gracias a los sensores, encargados de transformar en magnitudes eléctricas variables físicas de diversa índole, y los actuadores, encargados de transformar magnitudes eléctricas en trabajo físico.

Los sistemas de encendido electrónico y de inyección de combustible, fueron los primeros sistemas controlados electrónicamente incorporados de forma generalizada en los automóviles. El trabajo de ambos depende de gran cantidad de parámetros físicos que varían constantemente (temperatura, presión, revoluciones, etc.) que influyen directamente en el funcionamiento y rendimiento del motor.

Los sistemas de regulación mecánica tradicionales son comparativamente lentos y poco precisos, logrando un funcionamiento del motor variable y, en ocasiones, poco efectivo. La regulación electrónica de las mismas funciones incrementa tanto la velocidad de respuesta como la precisión, permitiendo además simplificar la construcción de los elementos mecánicos para mayor fiabilidad del conjunto.

Por otro lado, la posibilidad de trabajo conjunto e interacción entre componentes puramente mecánicos es reducida pudiendo resultar incluso perjudicial, puesto que el fallo de un componente o sistema puede provocar el funcionamiento deficiente de los demás. A todo lo anterior se suma el desgaste de determinados elementos mecánicos, que obliga a realizar reajustes periódicos para mantener la funcionalidad dentro de márgenes aceptables.

Los sistemas electrónicos evitan en muchos casos la realización de ajustes periódicos compensando desgastes mediante bucles de medición y corrección continuos que compensan desgastes y desajustes a lo largo de la vida útil de los vehículos.

Ofrecen además la flexibilidad intrínseca del software, cuya programación permite la aplicación de un mismo sistema de control en diferentes vehículos, motores, etc. En niveles más desarrollados, las funciones lógicas y el software de autodiagnóstico informan sobre los posibles defectos de componentes o el rendimiento insuficiente de determinadas funciones, pudiendo incluso adaptarse para seguir funcionando de forma aceptable hasta la reparación de la avería.

SENSORES

Se denomina **sensor** a todo componente capaz de detectar una magnitud física o química (velocidad, posición, temperatura, etc) y transformarla en una variable eléctrica, denominada señal, que una unidad lógica puede interpretar y transformar en un valor matemático.

La señal eléctrica generada por los sensores puede ser **analógica** o **digital**, según el sensor y la función que tenga en la gestión. Mientras que una señal analógica modifica su valor de forma continua, tal y como lo hace la magnitud que mide, un sensor digital dispone de una electrónica que codifica el valor de la magnitud medida en una secuencia de pulsos eléctricos. La unidad electrónica recibe esta secuencia de pulsos y, decodifica la señal para obtener el valor de la magnitud en cuestión.

Los sensores pueden clasificarse en dos grandes grupos según su **funcionamiento eléctrico**:

- **Pasivos**: Se trata de sensores que requieren alimentación eléctrica externa para generar la señal.
- **Activos**: Al contrario que los sensores pasivos, estos no requieren alimentación eléctrica para producir la señal ya que son capaces de crearla por su propia naturaleza, por lo que se les conoce también como sensores generadores.

No se debe confundir el funcionamiento de un sensor con el principio de medición, que puede ser también activa o pasiva. El principio de medición activa, se refiere a que el sensor realiza un trabajo previo para obtener un resultado variable directamente relacionado con la magnitud que se quiere medir. Para ello es necesaria una alimentación eléctrica previa.
El principio de medición pasiva, en cambio, no requiere trabajo previo para lograr la medición por lo cual no requiere suministro de energía de alimentación. En este tipo de medición la energía eléctrica se utiliza directamente como elemento de medición y señal.

Por último, la clasificación de los sensores se realiza también según el principio físico mediante el cual realizan la medición, pudiendo ser:

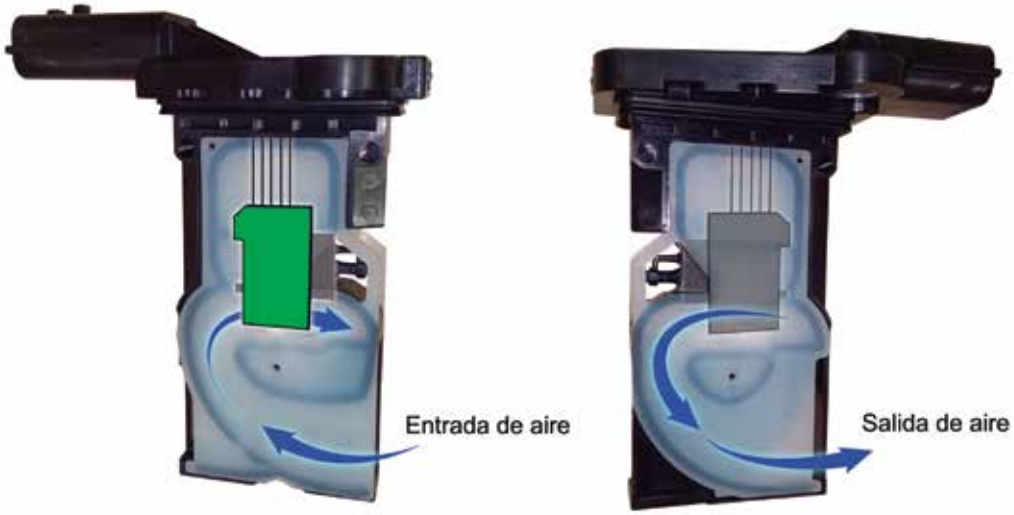
- Magnéticos
- De efecto Hall
- Por conductividad eléctrica
- Magnetorresistivos
- Termorresistivos
- Piezoeléctricos
- Piezorresistivos
- Capacitivos
- Fotoeléctricos
- Ultrasonidos y radiofrecuencia
- Interruptores y conmutadores

A continuación se mencionan algunos de los sensores utilizados en los automóviles de aparición más reciente o que han evolucionado sensiblemente en los últimos tiempos.

Medidor digital de masa de aire

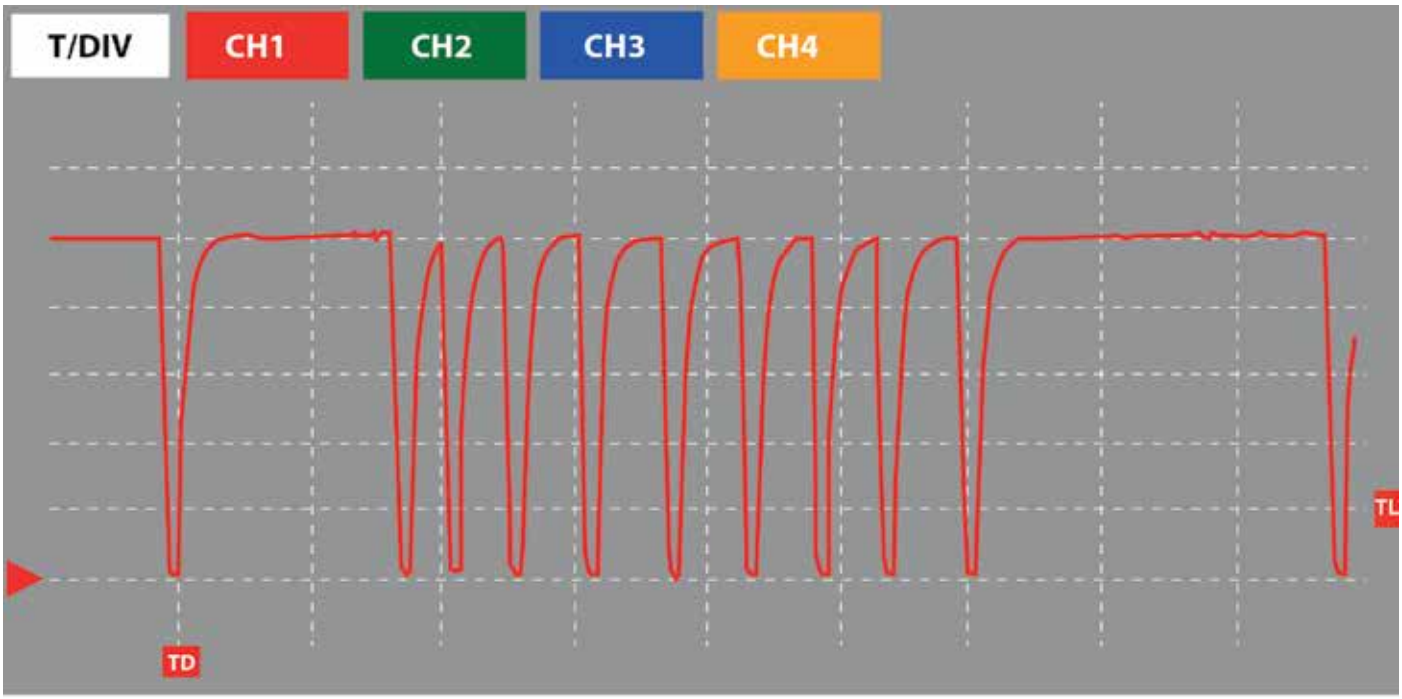
Normalmente ubicado en la entrada del sistema de admisión tras el filtro de aire, informa de la cantidad de aire que ingresa al motor. La unidad de control del motor precisa esta información para calcular la cantidad de combustible que se debe suministrar en cada ciclo de trabajo, regular el momento de encendido, el sistema de distribución variable, la tasa de gases de escape recirculados, etc…

Los medidores de masa de aire actuales suelen ser de película caliente, empleando la termorresistencia como principio de medición activa. Son la evolución de los medidores de hilo caliente que en lugar de un hilo expuesto al aire, utilizan una lámina sensible de reducidas dimensiones ubicada dentro de un pequeño laberinto. El laberinto, permite el paso de una cantidad de aire proporcional al total del flujo aspirado por el motor, reduciendo la cantidad de aire que incide sobre el elemento sensible y la posible acumulación de suciedad y otros contaminantes químicos sobre el sensor.



Su principio de trabajo consiste en la variación de resistencia de dos elementos NTC dispuestos a los lados de una placa o lámina calefactada, cuya temperatura se regula en valor constante (unos 100 ºC por encima de la temperatura ambiente). El aire que circula por el laberinto refrigera una de las resistencias y calienta la otra en función de la dirección y masa del mismo, de forma que las pulsaciones y los reflujos producidos por el cierre de la mariposa y el trabajo alternativo de las válvulas no interfieren en la medición de la cantidad de aire real que entra al motor. En motores de ciclo Atkinson y Miller estos reflujos son mucho más intensos que en los de ciclo Otto convencional.

Las versiones más recientes de este tipo de sensores cambian su formato de transmisión de analógico o digital, a digital codificado, entregando por tanto un mensaje y no una señal.



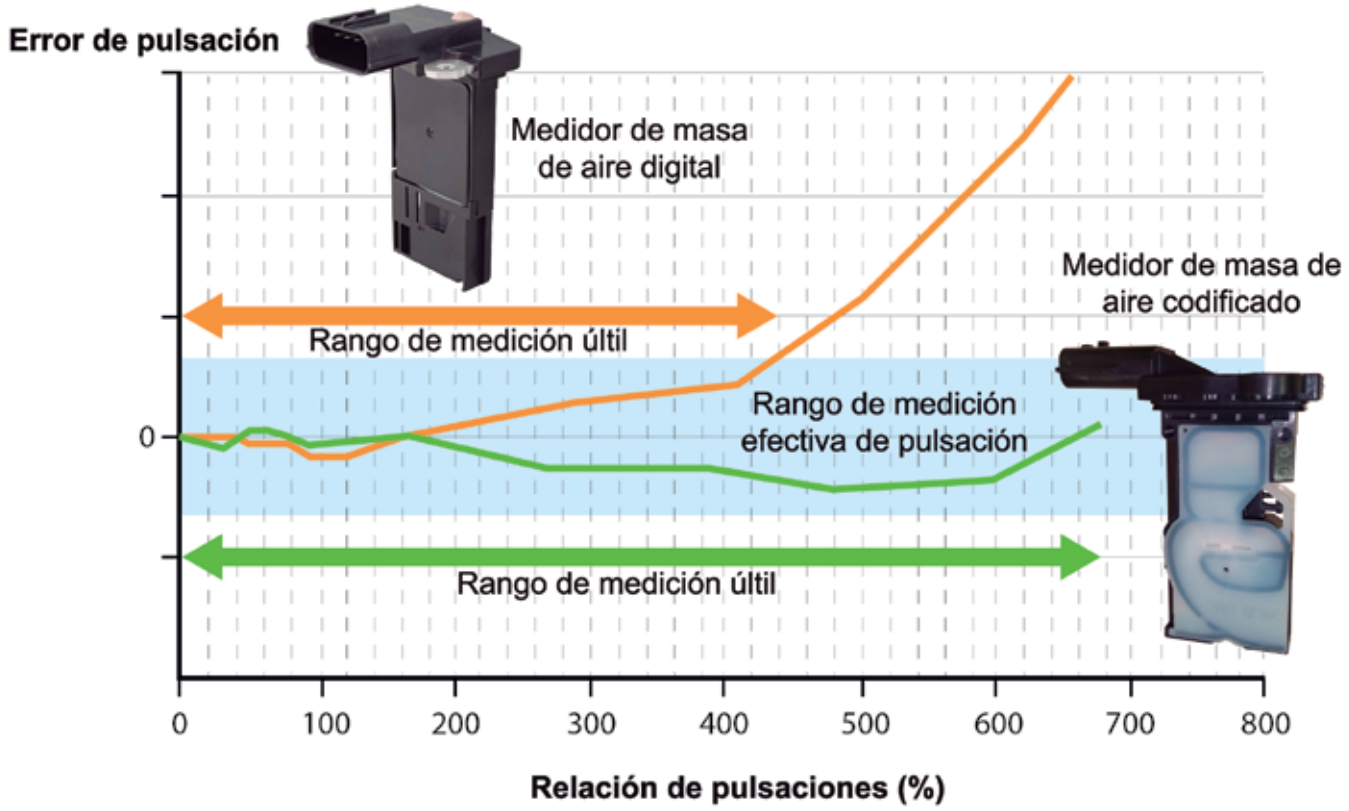
CH1 Frec: 4.08 kHz D.Cycle: 95% Nivel Trigger: 0.98 V
CH1 Min: +0.000 V Med: +34.149 V Max: +5.198 V

Esta característica impide la comprobación directa del valor medido mediante multímetro u osciloscopio, lo cual podríamos considerar un inconveniente, sin embargo ofrece múltiples ventajas.

Las señales digitales son menos sensibles a los parásitos electromagnéticos y las variaciones de tensión de alimentación, siendo por tanto más seguras.

La transmisión codificada permite además el envío de varias informaciones a través de una misma línea, de modo que estos sensores además de la masa de aire, pueden comunicar otras informaciones utilizadas para el cálculo de la misma tales como la temperatura, presión y humedad relativa de la combinación de gases. Estas informaciones adicionales permiten a la unidad de control calcular la densidad y concentración de oxígeno del aire, valores fundamentales para la regulación de la presión de sobrealimentación y de la proporción estequiométrica de la mezcla con mayor precisión.

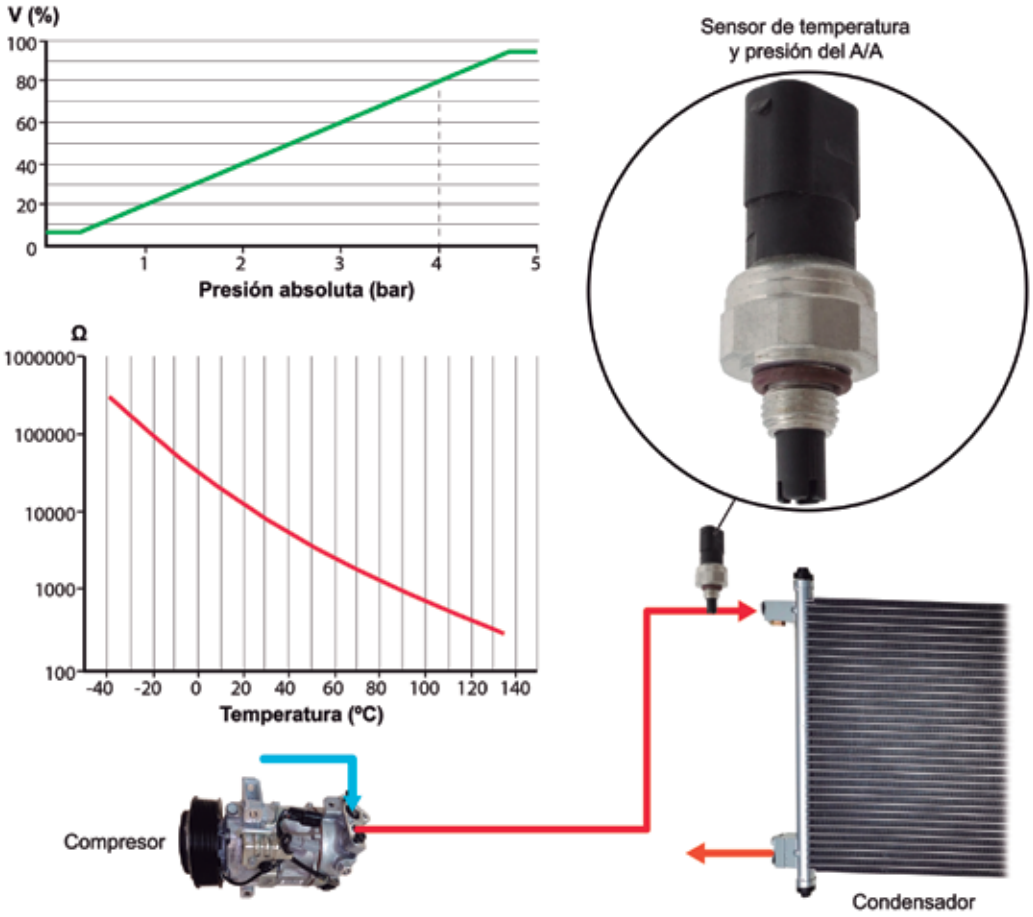
La siguiente gráfica muestra la comparativa funcional entre un medidor de masa de aire convencional de señal digital y otro con señal codificada, demostrando que este último puede operar bajo un amplio rango de niveles de pulsación.



Sensor de presión y temperatura del agente frigorífico

Los sensores de presión del sistema de aire acondicionado se disponen en el conducto de alta presión, entre el compresor y el condensador. Tradicionalmente su señal se utiliza para impedir la conexión del compresor en caso de existir una fuga de gas refrigerante en el circuito (presión insuficiente) y para gestionar la refrigeración forzada del fluido a su paso por el condensador para facilitar el cambio de fase gaseosa a líquido. Resulta necesario también para la desconexión del compresor por exceso de presión en caso de congelación del evaporador, bloqueo de la válvula de expansión u obstrucción.

En su evolución más reciente, estos sensores incorporan un sensor de temperatura. La combinación de ambas informaciones incrementa las posibilidades de regulación y detección para un trabajo más seguro y una regulación más coherente.



Con un sensor de presión convencional, si durante el funcionamiento del sistema de AA se produce una fuga de gas refrigerante considerable en el sistema, se detecta la misma por la disminución instantánea de la presión en el circuito de alta presión. En este caso la unidad de mando reconoce el problema a través de la señal del sensor y desactiva el compresor, evitando de este modo su destrucción y la contaminación del circuito.

Sin embargo, cuando la fuga es más lenta o se produce en el tramo de baja presión, la información de la presión de alta no resulta válida para la detección, puesto que una disminución "progresiva" de este parámetro puede ser debida también a la refrigeración excesiva del fluido que se produce al entrar en un túnel como consecuencia de la reducción repentina de la temperatura del aire que circula por el condensador cuando se circula a velocidad elevada. En este caso la desconexión de seguridad del compresor no se produce con el consiguiente riesgo de contaminación del circuito y daños en el compresor. La señal de temperatura del fluido permite en estos casos determinar la coherencia entre la misma y la presión del circuito, compararla con el valor de referencia memorizado en la unidad, reconocer la existencia de una fuga y realizar la desconexión.

El mismo principio de comparación permite incluso determinar la cantidad insuficiente o excesiva de refrigerante en el circuito que conlleva el rendimiento deficiente del sistema.

La información de temperatura del fluido permite también reducir el trabajo del compresor y el del electroventilador del condensador, reduciendo de este modo el consumo energético de ambos, y por ende, el consumo de combustible y las emisiones de CO_2.

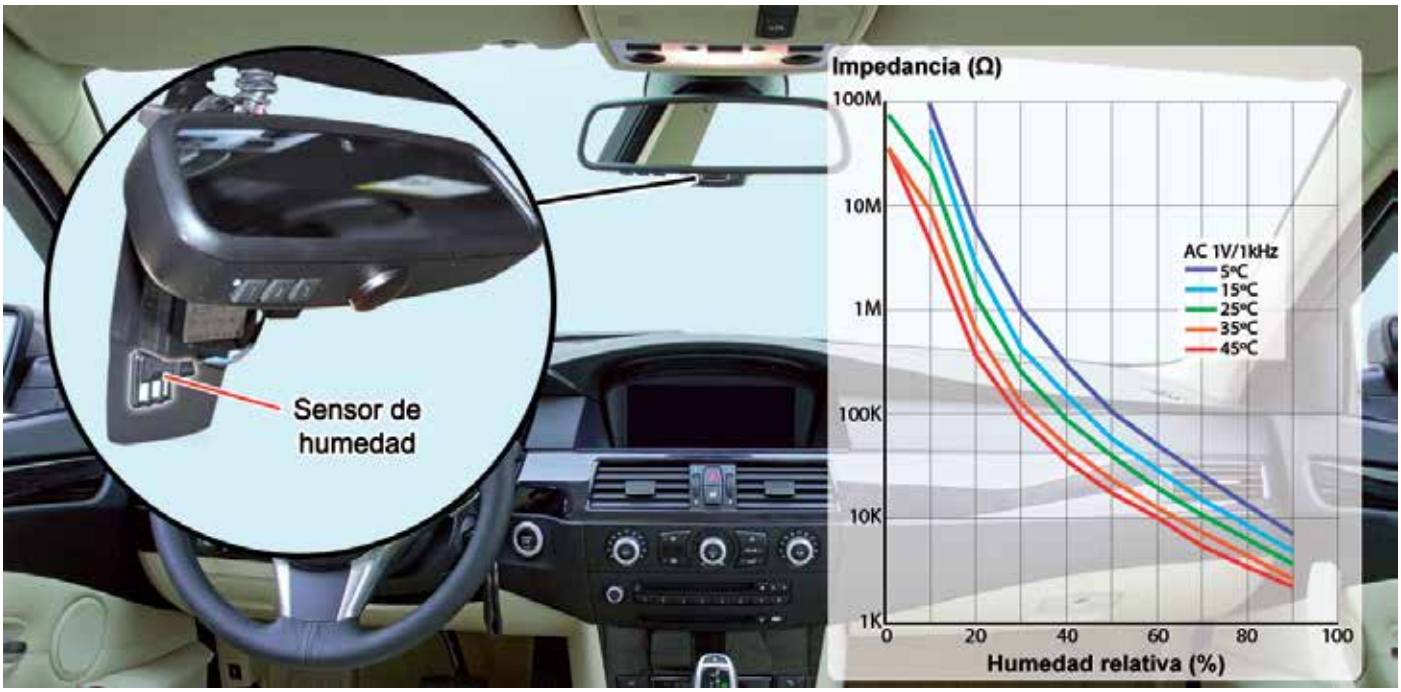
En vehículos con sistema Start/ Stop incrementa el margen de parada automática con el sistema de climatización activo, reduciendo las emisiones todavía más.

Sensor de humedad del aire

La concentración de vapor de agua en el aire ambiente influye en la concentración y la fatiga durante la conducción. La humedad relativa excesiva causa sudoración e incrementa la fatiga, del mismo modo que la insuficiente reseca el tracto respiratorio y acelera el cansancio visual. La condensación de la misma en la superficie interior de las lunas y cristales del vehículo dificulta la visibilidad durante la conducción siendo un factor de peligrosidad añadida.

El sensor de humedad es un elemento capaz de evaluar la proporción de vapor de agua en el aire del interior del habitáculo, parámetro que se utiliza para mantener la sensación térmica de los ocupantes en valores de confort máximo. Dicho valor es suficientemente bajo para evitar el empañamiento del parabrisas delantero cuya exposición directa al flujo del aire durante el avance del vehículo provoca la condensación por contraste térmico con gran facilidad.

El sensor de humedad del habitáculo suele ubicarse detrás del retrovisor central, en el parabrisas delantero.



Detecta la humedad por la condensación del vapor de agua sobre los cristales mediante un elemento capacitivo. Para ello utilizan una fina película de polímero que aumenta su capacidad eléctrica cuando absorbe vapor de agua.

La capacidad del aire para retener vapor de agua varía según la temperatura del gas, por lo cual este sensor suele combinarse con otro de tipo termorresistivo. El valor de humedad junto con la temperatura, son enviados en forma de señal a la unidad de control del sistema para calcular el punto de condensación y así evitar que los cristales se empañen.

Para la función de desempañado, se modifica la orientación de las trampillas de temperatura, mezcla y reparto de aire, canalizando aire seco al parabrisas. La humedad del habitáculo se reduce recirculando el aire sobre el evaporador del aire acondicionado, que por su baja temperatura provoca la condensación del vapor y su expulsión en forma de líquido por el conducto de desagüe del conjunto calefactor.

Sensor de nivel y calidad de aceite

La extensión de los periodos de mantenimiento y la generalización de los filtros de partículas requieren el control absoluto de la degradación y el nivel del aceite del motor para asegurar la lubricación adecuada del mismo, su longevidad y prestaciones.

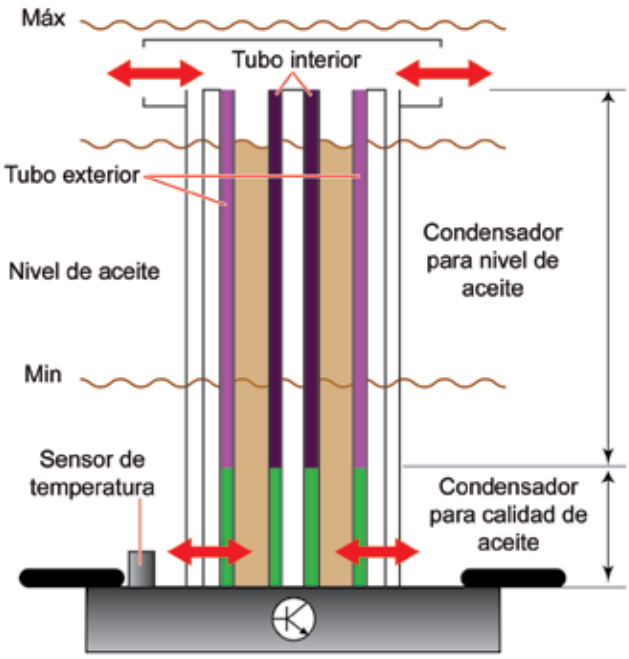
El sensor de nivel y calidad del aceite suele ser de tipo capacitivo y ubica en los laterales o el fondo del cárter del motor. Basan su principio de medición en la posibilidad de variar su capacidad eléctrica ante la presencia de elementos que se aproximan a la superficie activa del sensor.

Como sensor exclusivamente de nivel, trabajan como un condensador que varía su capacidad en función del nivel de aceite, que realiza la función de elemento dieléctrico. Algunos sensores, a parte de medir el nivel La medición de calidad del lubricante se consigue con un segundo condensador completamente sumergido.

Las propiedades eléctricas del aceite varían en función de la descomposición de sus aditivos y de la concentración de sustancias contaminantes o residuos de combustión, modificando la respuesta capacitiva del sensor.

Adicionalmente, estos sensores puede integrar otro sensor de tipo NTC para medir la temepratura de aceite.

Podemos encontrar también sensores de nivel de aceite por ultrasonidos de aspecto muy similar a los anteriores. En su interior integran un módulo electrónico que emite una señal ultrasónica a la superficie límite del aceite del cárter. Un sensor detecta el eco de la señal al rebotar en la superficie metálica libre del carter y la reenvía al módulo, que calcula el nivel del aceite por la variación de la amplitud del sonido y la velocidad del mismo.

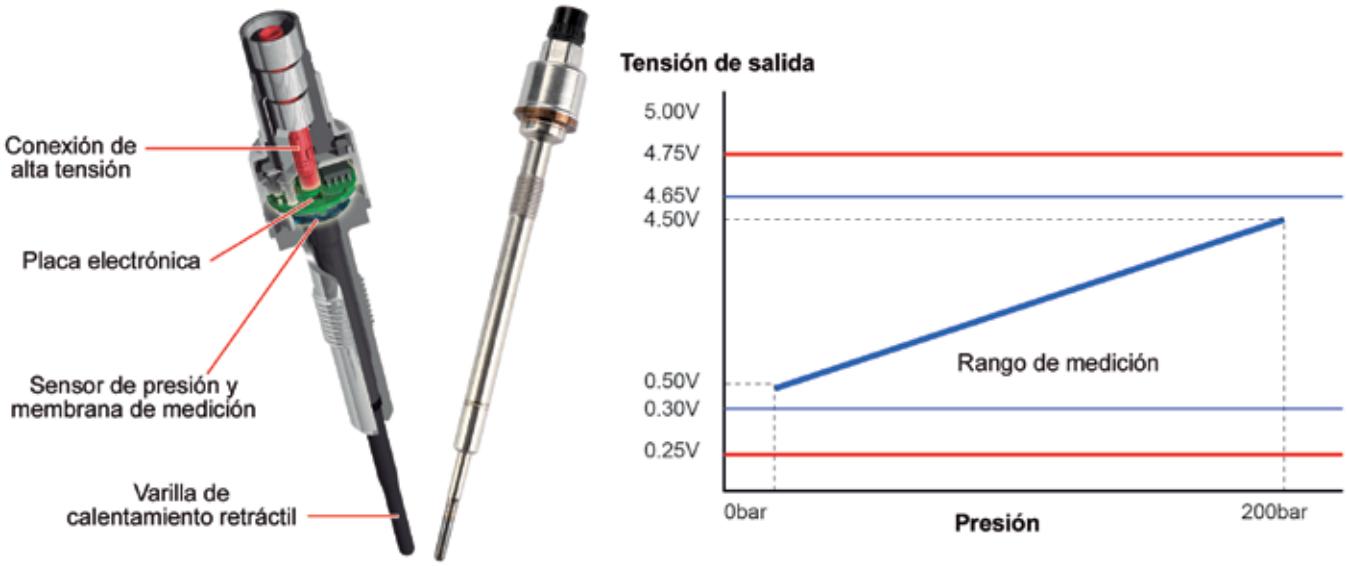


Sensor de presión de combustión

Las bujías de incandescencia incorporan un sensor de presión, siendo a la vez elemento sensor y actuador. Además de calentar la cámara de combustión para el arranque o durante el funcionamiento del motor para mejorar la combustión, detectan la presión existente en la cámara para evitar en lo posible la producción de emisiones contaminantes, particularmente óxidos de Nitrógeno.

La bujía incorpora una varilla de calentamiento retráctil que expuesta a la presión de la cámara de combustión transmite su movimiento a una membrana de medición. Dicha membrana integra varias franjas extensoméricas que modifican su resistencia eléctrica en función de su propia deformación, comportamiento característico conocido como piezoresistencia.

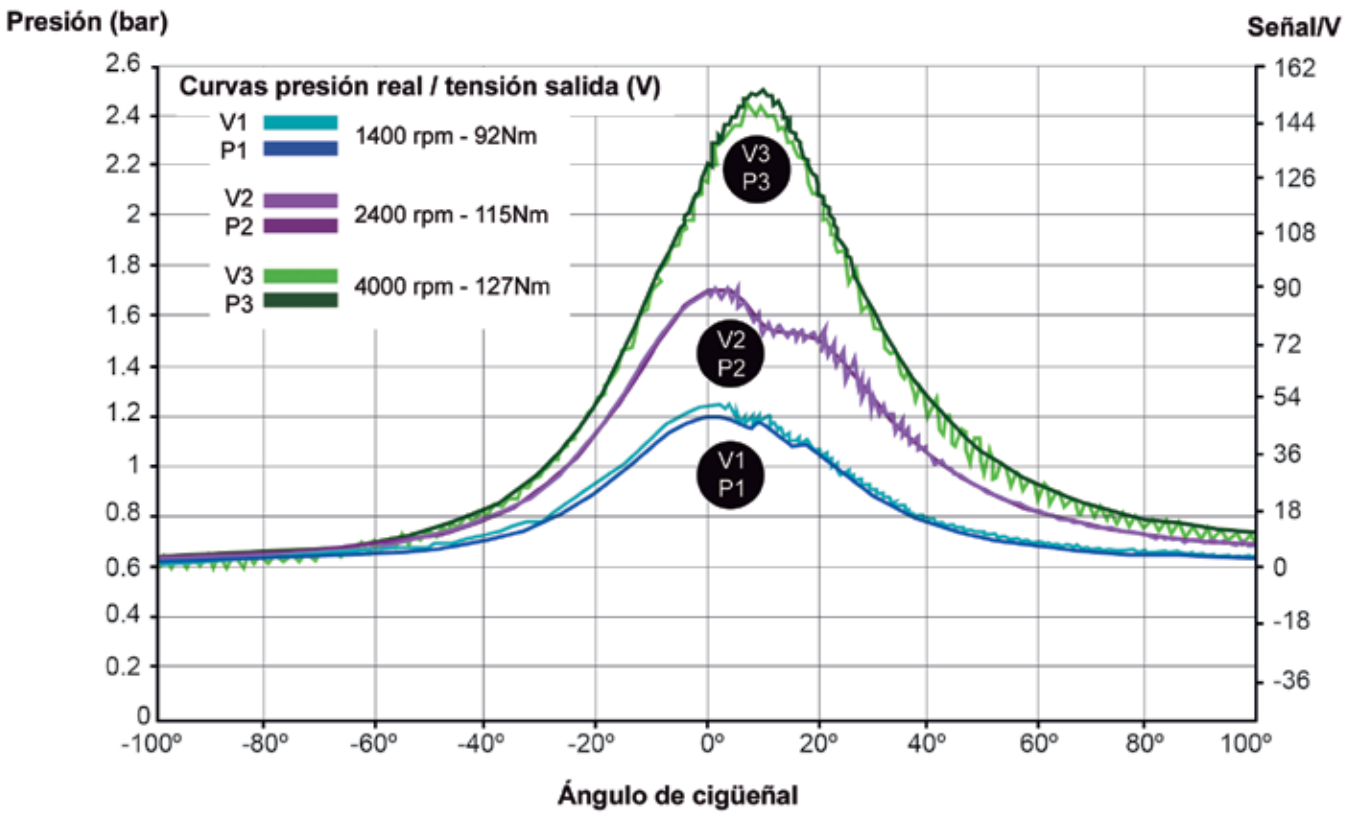
Un circuito electrónico integrado evalúa la deformación de la membrana y genera una señal analógica proporcional a la presión en la cámara de combustión que envía a la unidad de control del motor.



El software de la unidad de mando del motor analiza el aumento de la presión correspondiente a la combustión en función de la señal de régimen del motor y la carga de motor. Comparando los valores obtenidos de los diferentes cilindros entre ellos y con respecto a los mapas de referencia programados en la unidad se calculan nuevos valores para la corrección del avance de la inyección y la duración de la excitación del inyector.

Este sistema de regulación aporta las siguientes ventajas:

- Precisión en la regulación del momento y la cantidad de combustible a inyectar.
- Adaptación de la inyección al desgaste mecánico del motor en su vida útil.
- Funcionamiento suave y estable del motor en todos los cilindros.
- Compensación de la calidad del combustible.
- Adaptación de la inyección según gases recirculados y a diferentes calidades de combustible.
- Funcionamiento óptimo del motor en caso de regulaciones de inyección para la regeneración del FAP y del catalizador-acumulador de NOx.



Las bujías de incandescencia con sensor de presión se montan en todos los cilindros del motor produciéndose así un control/regulación en todos los ciclos de funcionamiento, que permite detectar problemas mecánicos de compresión e incluso averías en los inyectores. Es posible realizar la lectura de los parámetros generados en cada bujía utilizando un útil de diagnosis.

Presión cámara combustión cilindro 1 0.8 MPa
Presión cámara combustión cilindro 2 19.2 MPa
Presión cámara combustión cilindro 3 14.8 MPa
Presión cámara combustión cilindro 4 20.9 MPa

La unidad de mando del motor utiliza la señal del sensor de presión de la cámara de combustión para el cálculo del valor de corrección de la inyección. En caso de ausencia de esta señal el funcionamiento del motor puede ser irregular o inestable.

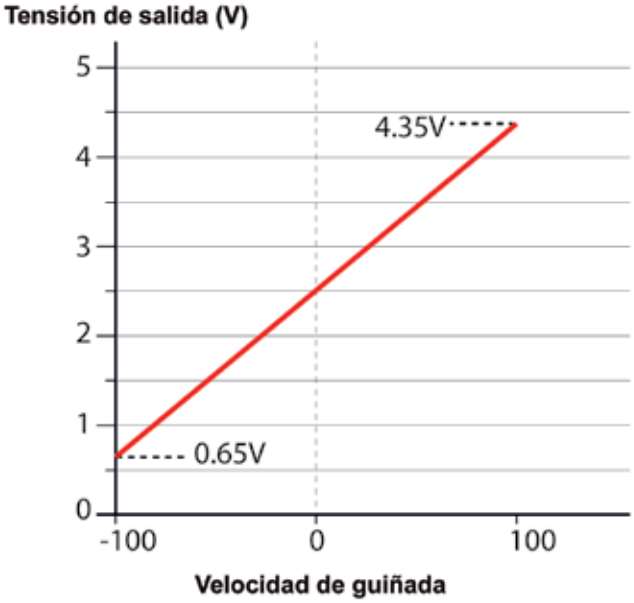
Sensores de guiñada y de aceleración

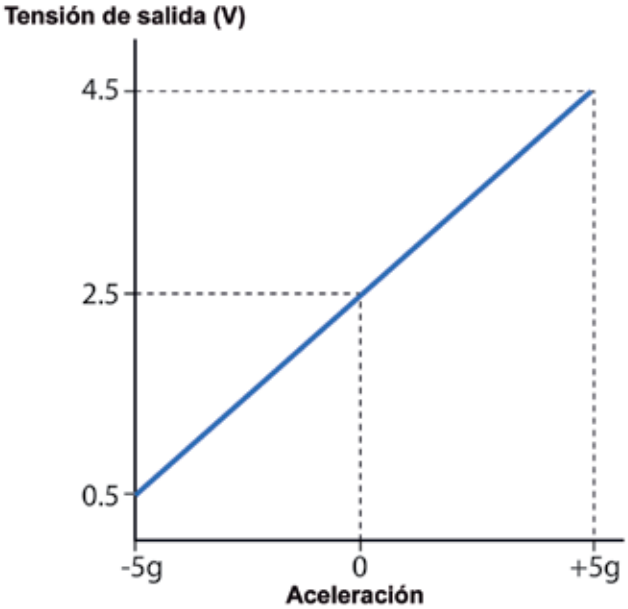
Tienen por función detectar y evaluar las fuerzas y los movimientos del vehículo relacionados con la pérdida de la trayectoria o la estabilidad.

Pueden ser de tipo micromecánicos, piezorresistivos o Hall, siendo conocidos como elementos independiente como sensores de guiñada, aceleración transversal y aceleración longitudinal, o formando un único componente que recibe el nombre de sensor combinado. En los vehículos más recientes suelen integrarse en la unidad electrónica de control de estabilidad.

El **sensor de guiñada** o viraje, tiene la misión de medir la velocidad de rotación del vehículo sobre su eje vertical. Esta señal es utilizada por la unidad de control para calcular el par de guiñada, fuerza que debe contrarrestarse para recuperar la estabilidad del vehículo.

Su principio de medición requiere el montaje del mismo lo más próximo posible al centro de gravedad del vehículo, ubicándose normalmente junto a la palanca del freno de estacionamiento, bajo los asientos delanteros o en el salpicadero, aunque también puede ir integrado en la propia unidad de control.





El **sensor de aceleración transversal**, tiene la función de detectar y medir las fuerzas laterales que provocan el desplazamiento lateral del vehículo, es decir, deslizamiento transversal al avance. Junto con las señales del sensor de guiñada y de velocidad del vehículo permite a la unidad de control reconocer si el automóvil sigue la trazada marcada por el conductor o se ha desviado de la misma y se encuentra en situación inestable.

Puede ir ubicado junto al sensor de guiñada, en el interior de la unidad de control o bajo el salpicadero.

El sensor de **aceleración longitudinal**, tiene una estructura y funcionamiento similar al sensor de aceleración transversal, siendo la principal diferencia el sentido de detección de fuerzas del mismo (longitudinal en vez de transversal). Su finalidad difiere según el tipo de vehículo sobre el que va montado. La principal aplicación de esta señal se da en vehículos de tracción a las cuatro ruedas, donde se utiliza para calcular la velocidad real del vehículo en situaciones de baja adherencia.

No obstante, también se puede encontrar este sensor en vehículos propulsados únicamente por dos ruedas, para la gestión diferencial del cambio automático en retención y aceleración por ejemplo.

En caso de sustitución de estos elementos es imperativo montarlos en la misma posición original (dirección de detección) y en muchos casos debe realizarse la calibración inicial mediante un equipo de diagnosis.

Sensor NOx

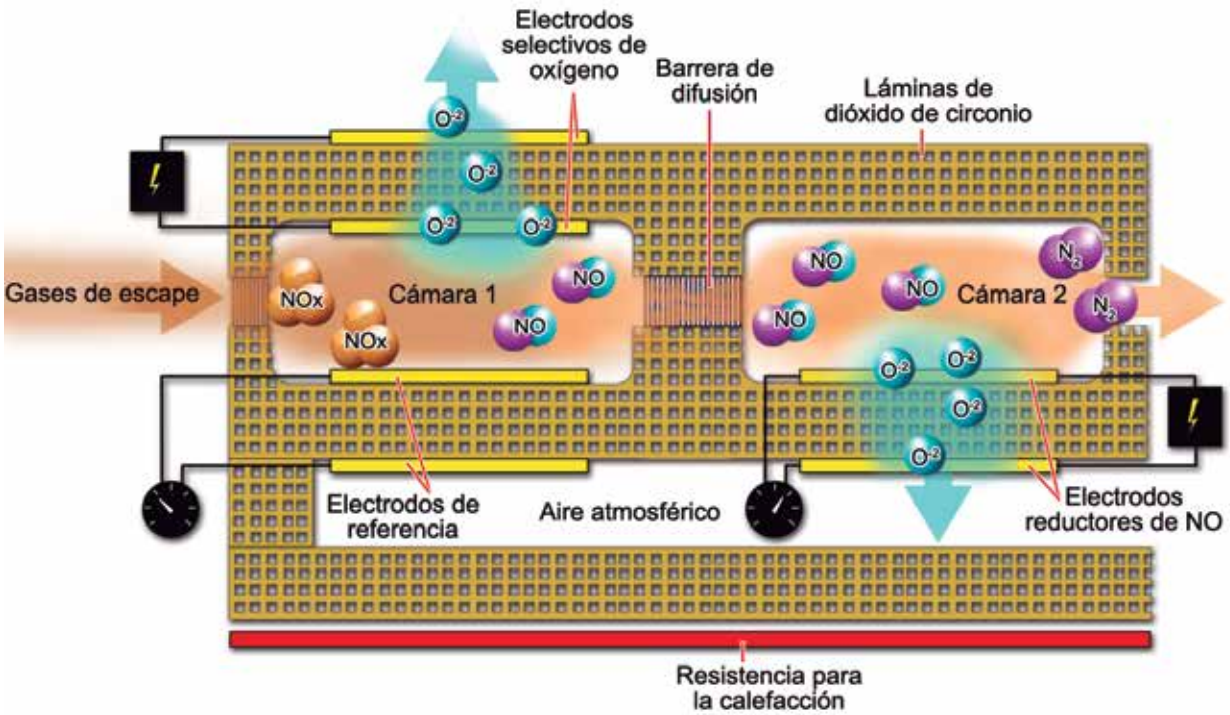
Es el encargado de determinar el porcentaje de los óxidos nítricos contenidos en los gases de escape. Suelen incorporarse dos sensores: uno delante del catalizador SCR y otro detrás. Cada sensor tiene su propia unidad de mando, formando un conjunto de montaje indivisible que se ubica en los bajos del vehículo.

La razón por la que el sensor NOx necesita una unidad de mando propia, es por la escasa potencia eléctrica de las señales de detección. La unión convencional del elemento sensor con la unidad de control del motor no es posible a través de la instalación eléctrica, ya que la resistencia del cableado y los posibles parásitos electromagnéticos afectarían a la medición.

Las unidades de los sensores NOx comparten la información resultante del trabajo activo de medición con la unidad de mando del motor a través de CAN-Bus, para calcular el rendimiento del catalizador de reducción y vigilar el funcionamiento del sistema SCR.

Estructuralmente, el sensor está formado por:

- Un conjunto de láminas de dióxido de circonio.
- Dos cámaras de trabajo.
- Tres pares de electrodos con diferente función.
- Dos barreras de difusión (una en la entrada y otra entre las dos cámaras).
- Una resistencia calefactable.



El funcionamiento del sensor NOx guarda similitudes con el de las sondas lambda de banda ancha. Cuando los gases de escape entran en la **cámara 1** la unidad de mando de NOx, aplica una diferencia de tensión variable sobre los electrodos selectivos de reducción de O2 para atraerlos hacia el exterior. Los **iones de oxígeno libres (O-)** son atraídos por el electrodo externo (+), desplazándose a través del dióxido de circonio. De este modo se reduce a un valor de concentración mínima y estable el oxígeno en el interior del sensor NOx, valor que se obtiene de la diferencia de potencial que se produce en los electrodos de referencia.

Los gases restantes acceden a la **segunda cámara** de reacción, a través de la barrera de difusión, donde los NOx se disocian en iones de N y O al entrar en contacto con el electrodo reductor interior. La unidad de mando del sensor NOx aplica una diferencia de tensión eléctrica estable entre los electrodos de reducción de NOx. Los iones de oxígeno disociados de los NOx, atraídos por el potencial positivo del electrodo externo atraviesan el dióxido de circonio y se recombinan formando O2 en el canal de ventilación del sensor. El flujo de iones resulta proporcional a la cantidad de NOx disociados, lo cual al mantener la tensión estable da lugar a una corriente eléctrica de intensidad equivalente a la proporción de NOx en los gases de escape.

La intensidad de esta corriente resultante permite calcular la proporción de NOx, valor que la unidad del sensor comunica a la UCE del motor junto con la temperatura, concentración de Oxígeno y otros datos de trabajo del sensor.

ACTUADORES

La definición de **actuador** es la de un dispositivo capaz de transformar energía hidráulica, neumática o eléctrica en un proceso físico, con tal de generar un efecto determinado o trabajo.

Los actuadores pueden clasificarse de varias formas. La más común es agruparlos según la energía empleada para su activación, siendo esta organización la siguiente:

- **Hidráulicos**: Son aquellos actuadores que utilizan la presión hidráulica para realizar la función para la que están diseñados. Un ejemplo de estos actuadores en un vehículo son las pinzas de frenos, que transforman la presión del líquido de frenos en desplazamiento y fuerza para presionar las pastillas contra el disco.
- **Neumáticos**: Son los actuadores que emplean la presión de un gas (normalmente aire) para realizar su función. Un ejemplo de estos actuadores en el vehículo son los pulmones neumáticos empleados a menudo en los turbocompresores de geometría variable, que transforman la presión neumática en el desplazamiento de los álabes del turbo.
- **Eléctricos**: Emplean la energía eléctrica para realizar la función para la que están diseñados. Son los actuadores más comunes y numerosos en los vehículos y pueden ser muy variados según las necesidades del sistema. Algunos ejemplos son las electroválvulas y los motores eléctricos.

Aunque en un vehículo se emplean todos estos tipos de actuadores, los actuadores eléctricos son los que se estudiarán en esta revista por ser los únicos que pueden ser gobernados directamente por una unidad de mando electrónica. Los actuadores eléctricos utilizados en los vehículos pueden clasificarse según su principio de funcionamiento de la siguiente manera:

- Electromagnéticos
- Electromotores
- Piezoeléctricos
- Calefactores
- Pirotécnicos
- Óptico/Visuales

Durante el funcionamiento de los sistemas eléctricos del vehículo, la unidad de control recibe de forma continua las informaciones de los sensores y envía las señales de salida para el gobierno de los actuadores. De este modo, regula constantemente el trabajo del sistema hasta conseguir que la información recibida coincida con el valor teórico dispuesto en su memoria interna. Los valores programados en la memoria interna, son los correspondientes al rendimiento óptimo del sistema que se obtienen por programación o por cálculo. Como las magnitudes varían constantemente, también lo hace la activación de los actuadores por parte de la unidad, lográndose así el funcionamiento correctivo y autoadaptativo del sistema.

A continuación se mencionan algunos de los actuadores más destacados.

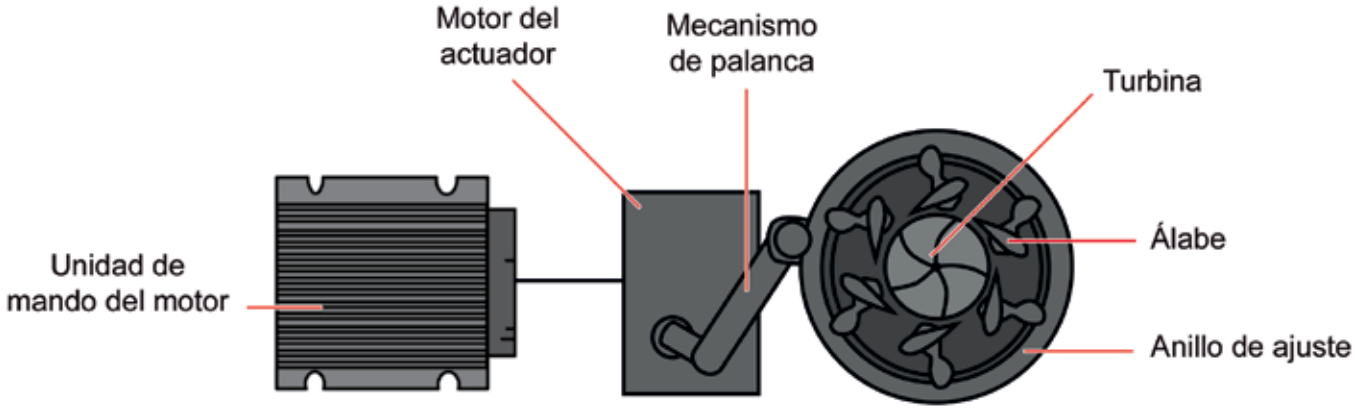
Actuador eléctrico del turbocompresor

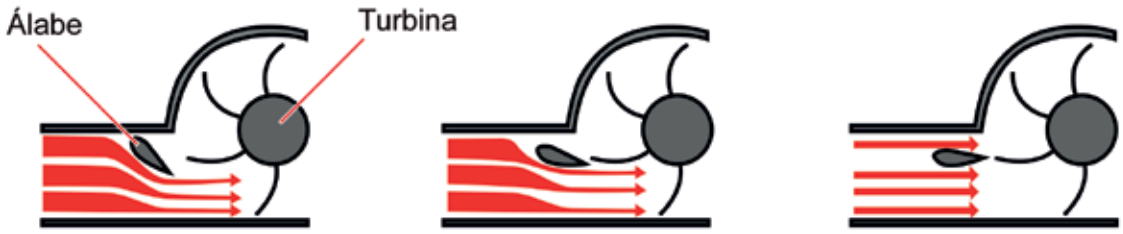
Es un dispositivo que controla el régimen de la turbina del turbocompresor para regular la presión de sobrealimentación del motor.

El actuador eléctrico de control de la geometría sustituye a los sistemas de electroválvula neumática y pulmón actuador, aportando las ventajas siguientes:

- Menor tiempo de regulación y respuesta de sobrealimentación más rápida.
- Accionamiento más eficaz y seguro de la geometría pudiendo desarrollar mayor fuerza de accionamiento y precisión en la posición.
- Control directo con posibilidad de retroinformación de posición, recorrido y detección de defectos.

El actuador eléctrico se compone de un electromotor y un engranaje dentado reductor que posicionan los álabes que regulan la sección de paso y ángulo de incidencia de los gases de escape sobre el rodete impulsor de la turbina. Incorpora también una unidad electrónica que realiza las funciones de seguridad en caso de pérdida de la comunicación con la unidad de mando, colocando el conjunto en posición de mínimo rendimiento.



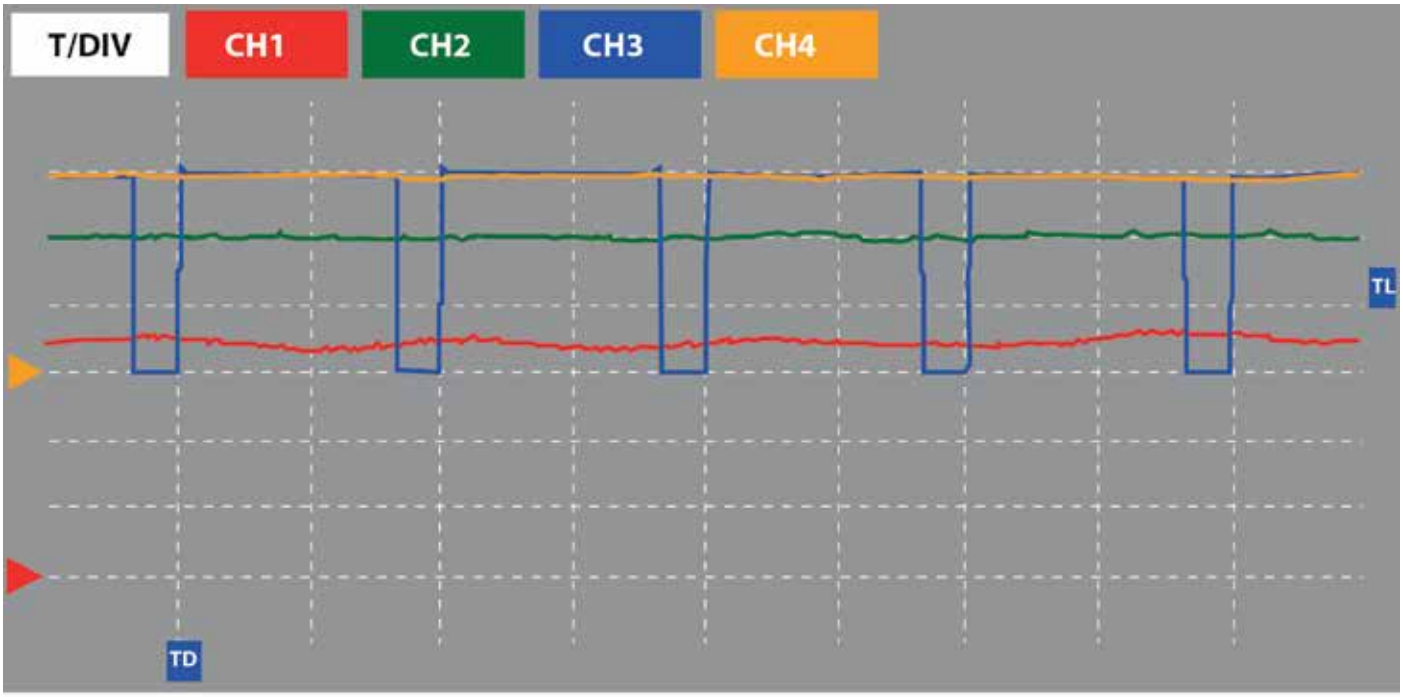


Régimen bajo del motor

Régimen moderado del motor

Régimen alto del motor

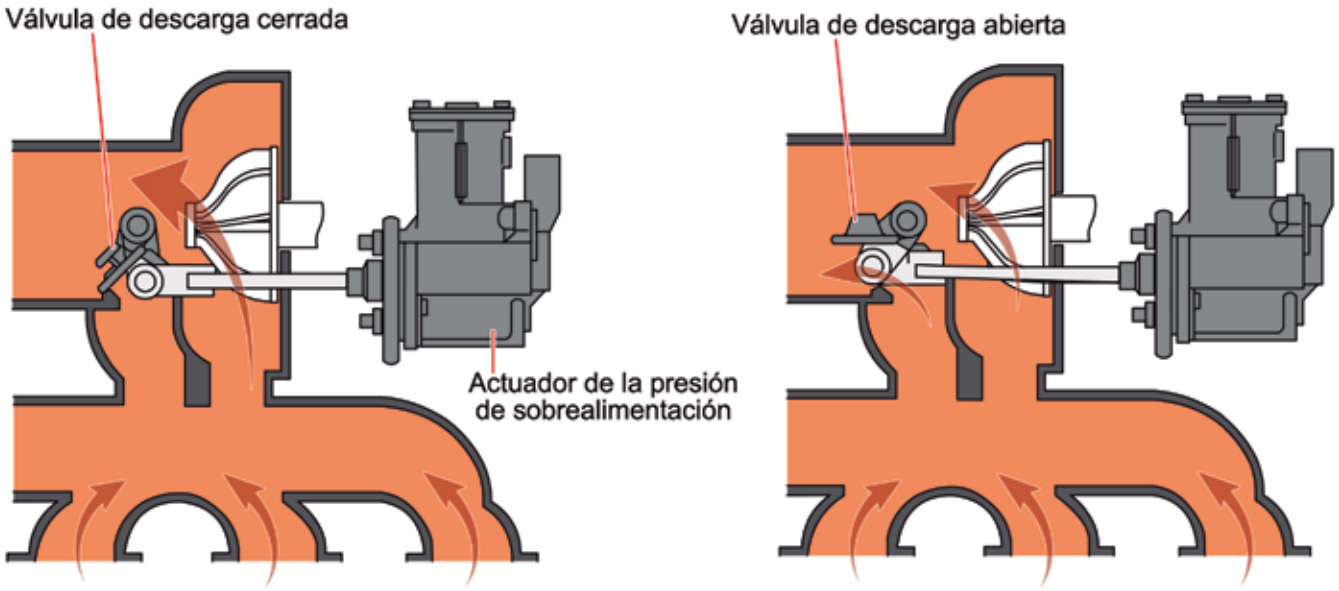
El control del motor se realiza en proporción de trabajo variable mediante señal cuadrada de frecuencia fija e inversión de polaridad para invertir el sentido de giro. La señal de retroinformación de posición de los álabes se obtiene mediante un sensor Hall que proporciona una tensión analógica proporcional al ángulo de avance del elemento final que desplaza al anillo guilla de la geometría.



CH3 Frec: 1.00 kHz D.Cycle: 85% Nivel Trigger: 6.29 V
CH1 Min: +3.382 V Med: +3.523 V Max: +3.726 V
CH2 Min: +1.957 V Med: +2.020 V Max: +2.114 V
CH3 Min: +0.000 V Med: +12.329 V Max: +15.362 V
CH4 Min: +13.992 V Med: +14.384 V Max: +14.579 V

Mando turbo A
Mando turbo B
Presión del turbo
Posición del turbo

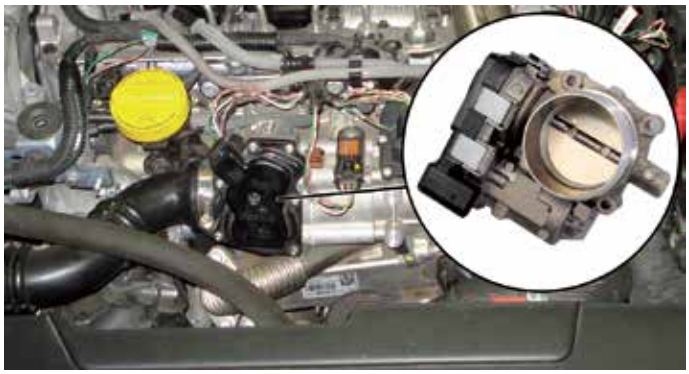
En **sistemas con bypass de descarga**, la unidad de mando del motor calcula la presión teórica de sobrealimentación según el par solicitado. Si la presión teórica no se alcanza, la válvula de descarga se cierra completamente y se canaliza todo el flujo de los gases de escape a la turbina del lado de escape del turbocompresor. Para disminuir la velocidad de giro de la turbina y la presión de sobrealimentación, la unidad de mando ordena al actuador abrir la válvula de descarga en porcentaje determinado. De esta manera parte de los gases de escape que incidían sobre la turbina se conducen por la nueva apertura, disminuyendo así el régimen de trabajo del turbocompresor y la fuerza de compresión.



En caso de avería eléctrica, se abre la válvula de descarga por medio del caudal de la masa de gases de escape. Si el fallo es mecánico, el actuador abre a la válvula o se cierra la válvula de la mariposa. En ningún caso se puede producir una presión de sobrealimentación.

Mariposa robotizada

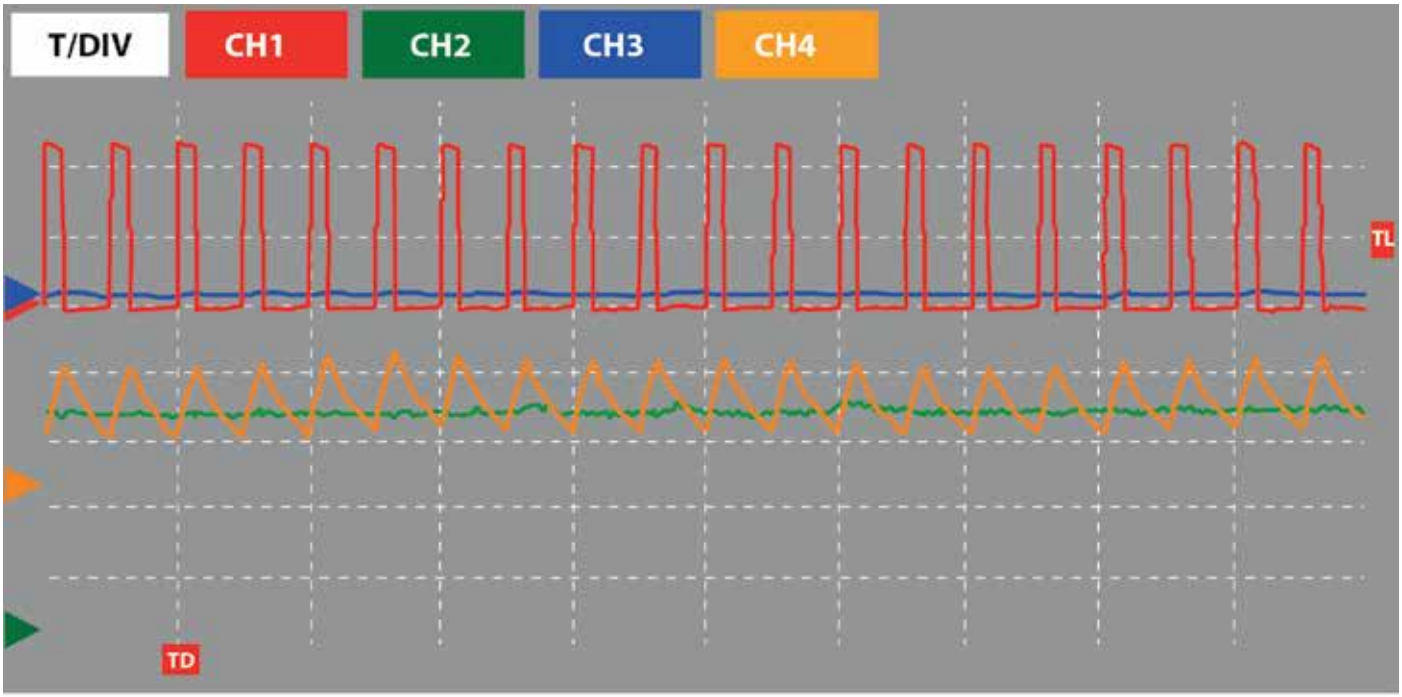
El paso de aire al colector de admisión se regula a través de una mariposa de gases ubicada en la entrada del mismo colector.



En la actualidad se utilizan mariposas normalmente abiertas en sustitución de las ya clásicas mariposas de cierre por muelle antagonista. Se sustituyen también los potenciómetros de posición de la mariposa por sensores Hall sin contacto. Basadas en un motor eléctrico y un engranaje reductor el consumo eléctrico de las mismas se reduce sensiblemente a la vez que aumenta la velocidad de regulación.

Además del ahorro energético que aportan destacan por una regulación mucho más efectiva en las funciones de control del par motor necesarias para el control de tracción y estabilidad electrónicos.

El control activo del motor eléctrico tanto en apertura como en cierre se realiza por inversión de la polaridad de conexión del mismo, logrando gestionar con mayor precisión la retención del motor y el trabajo combinado con los sistemas de control electrónico del cambio de marchas automático o secuencial.



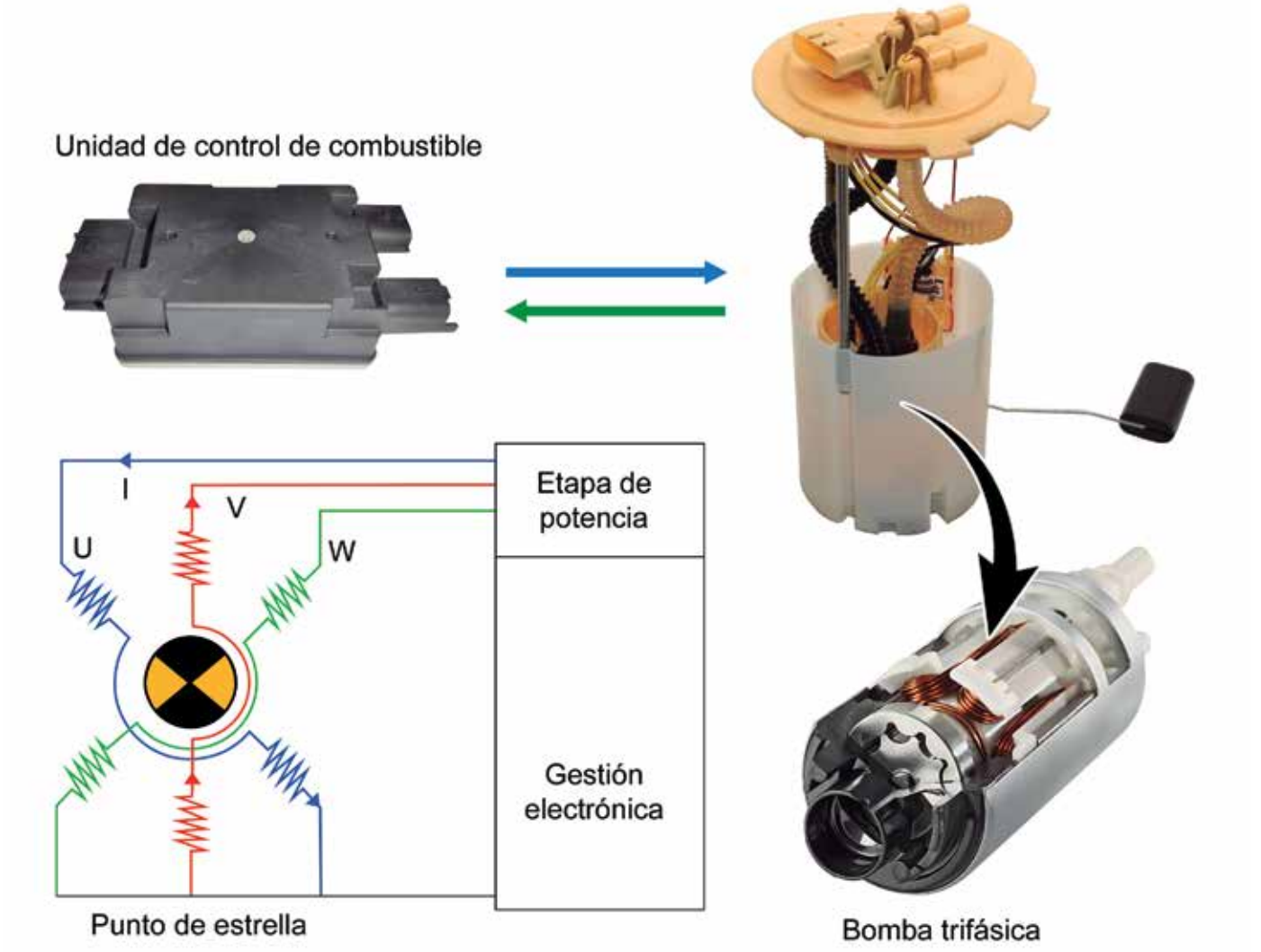
CH1 Frec: 2.00 kHz D.Cycle: 32% Nivel Trigger: 4.43 V
CH1 Min: -0.587 V Med: +3.131 V Max: +11.644 V
CH2 Min: +1.957 V Med: +2.098 V Max: +2.286 V
CH3 Min: +0.196 V Med: +0.294 V Max: +0.489 V
CH4 Min: +1.205 A Med: +1.785 A Max: +2.568 A

Señal mando cierre
Señal mando apertura
Intensidad de trabajo
Señal posición mariposa

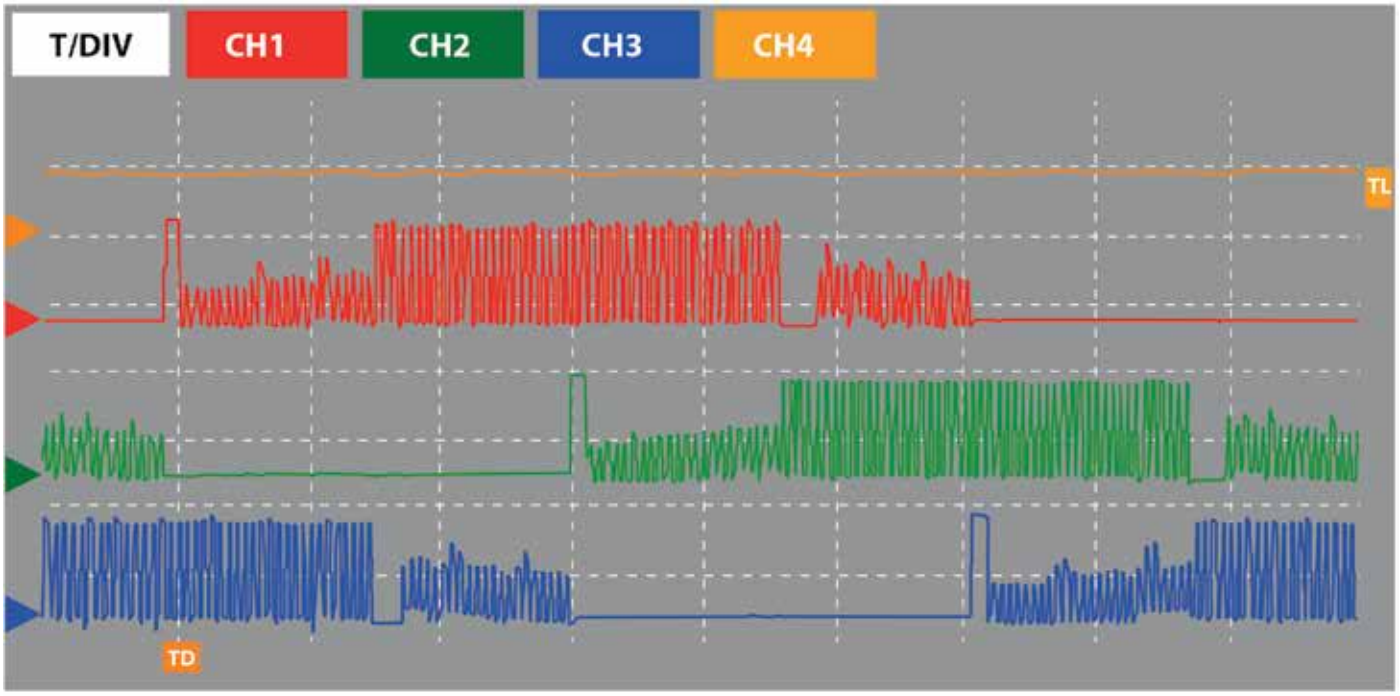
Bomba trifásica de combustible

Suministra el combustible aspirado del depósito a la bomba de alta presión a una presión variable de entre 4 y 7 bar en función de las necesidades del motor. Se trata de una electrobomba de engranajes accionada por un motor eléctrico trifásico de imanes permanentes y sin escobillas.

La electrobomba es gestionada por la UCE motor a través de una unidad de control específica. Esta unidad recibe de la UCE motor la señal "presión nominal de combustible" y la compara con la tensión medida por el sensor de baja presión de combustible para activar correspondientemente las tres fases del motor y conseguir el valor de presión de alimentación prescrito en todo momento con el menor consumo eléctrico posible.



La unidad de control de la bomba de combustible reconoce la posición del campo magnético del rotor de bomba y alimenta los bobinados del estator secuencialmente para conseguir la dirección de giro correcta y el régimen de rotación deseado, variando para ello la frecuencia y el voltaje aplicado a las bobinas.



CH4 Frec: 4.00 MHz D.Cycle: 50% Nivel Trigger: 1.37 V
CH1 Min: -1.174 V Med: +3.523 V Max: +15.656 V
CH2 Min: -1.370 V Med: +2.838 V Max: +14.873 V
CH3 Min: -1.859 V Med: +2.446 V Max: +14.677 V
CH4 Min: +0.705 V Med: +1.753 V Max: +2.192 V

Señal sensor de presión de alimentación
Mando bobina A bomba combustible
Mando bobina B bomba combustible
Mando bobina C bomba combustible

La señal individual de cada bobina es modulada mediante un pulso de activación magnética y posteriores regulaciones progresivas crecientes en tensión y posteriormente decrecientes.

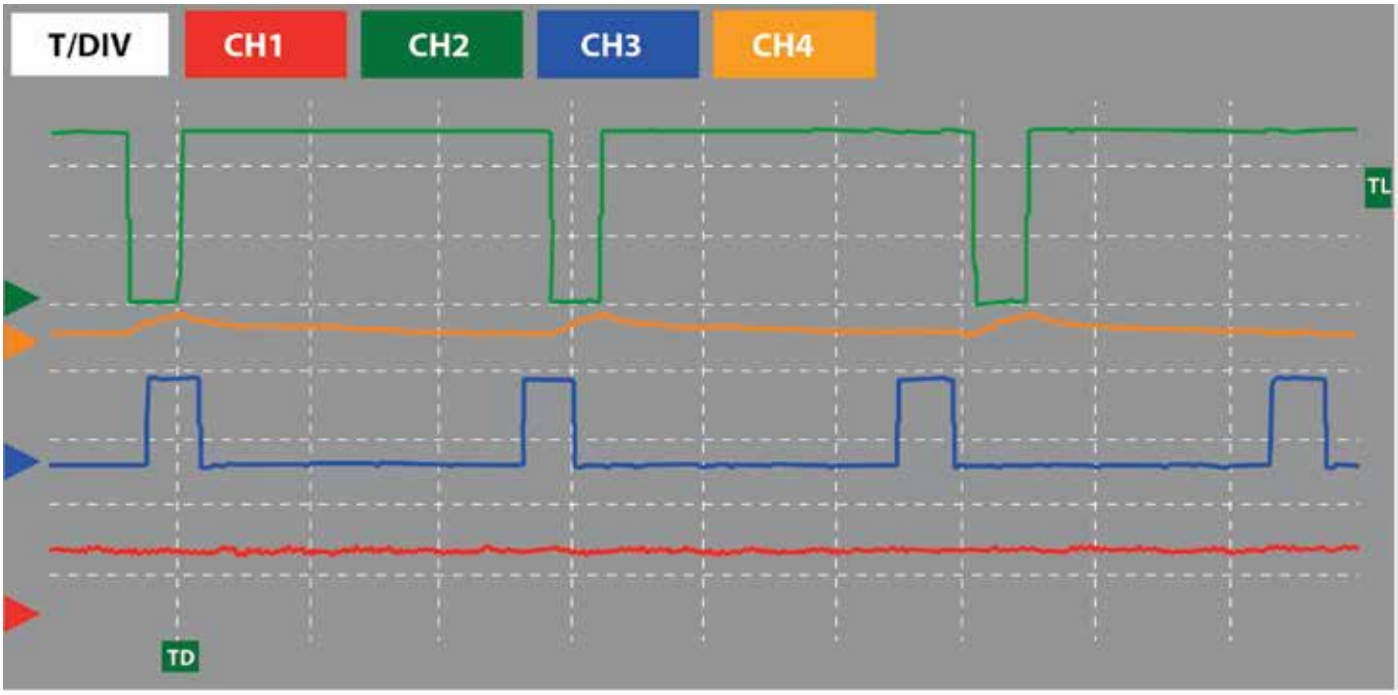
La frecuencia de los ciclos de excitación es variable para modificar el régimen de rotación de la bomba y de este modo adecuar el caudal de combustible para mantener la presión de combustible necesaria independientemente de la cantidad de combustible inyectada. La unidad efectúa el control independiente de cada bobina por modulación del positivo y la activación secuencial de los bobinados por negativo común.

Este patrón de regulación electrónica de la presión permite prescindir de los reguladores mecánicos de presión, logrando un importante ahorro energético puesto que solo se presuriza el caudal necesario para la alimentación del motor.

Electroválvula reguladora de caudal

Es la encargada de modular la afluencia de combustible hacia los elementos de bomba en correspondencia con la señal de la unidad de mando del motor. Dentro de sus funciones, está la parada del motor interrumpiendo por completo la alimentación de combustible y la regulación de base de la presión del raíl.

Se trata de una válvula electromagnética de sección de paso variable en función de la intensidad del campo magnético creado por un bobinado de hilo de cobre. Su posición de reposo es abierta, permitiendo flujo de combustible total a la bomba. La unidad de control del motor modula la Intensidad de la corriente eléctrica aplicada a la electroválvula de control de caudal mediante señal RCO de frecuencia variable de 300 a 600 Hz.



CH2 Frec: 311 Hz D.Cycle: 88% Nivel Trigger: 1.37 V
CH1 Min: +0.892 V Med: +1.018 V Max: +1.127 V
CH2 Min: -0.196 V Med: +11.448 V Max: +12.818 V
CH3 Min: -0.881 V Med: +1.076 V Max: +12.133 V
CH4 Min: +0.078 A Med: +0.172 A Max: +0.391 A

Mando electroválvula reguladora de caudal
Mando electroválvula de presión del raíl
Señal de presión del raíl

Esta electroválvula recibe positivo de alimentación del sistema de inyección y negativo de mando modulado por la unidad de control del motor en proporción y frecuencia variable. La tensión positiva de la señal es variable en función del valor de tensión de trabajo del alternador. El porcentaje de masa en aumento eleva la intensidad de corriente aplicado al componente y con ello su campo magnético.

La cantidad de combustible presurizada disminuye al aumentar la intensidad media de la corriente aplicada. La electroválvula de regulación de caudal es desactivada tras el arranque con temperaturas de combustible inferiores a 10 °C para forzar el rápido calentamiento del combustible y mejorar su fluidez. La regulación de la presión del raíl se realiza mediante el regulador de presión de alta en estas circunstancias derivando gran cantidad del combustible presurizado al circuito de retorno.

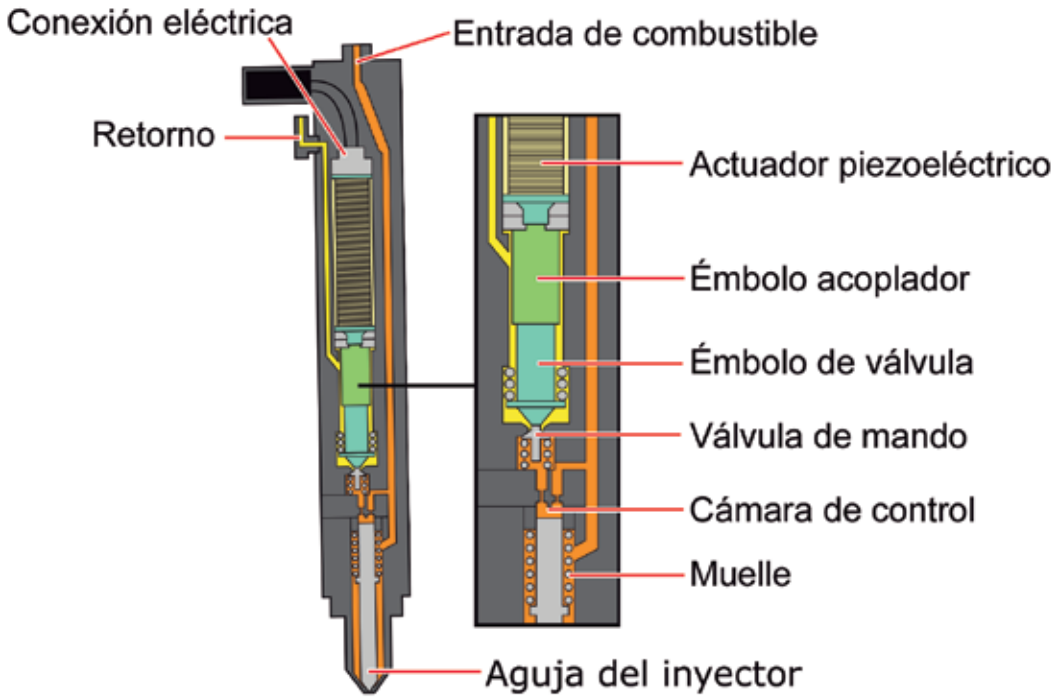
En caso de fallo eléctrico del circuito o el componente, la regulación de presión del combustible se efectúa íntegramente mediante el regulador de presión de combustible con ciertas limitaciones de funcionamiento y prestaciones.

Inyector piezoeléctrico

La función del inyector es introducir y pulverizar en la cámara de combustión la cantidad de combustible necesaria en cada una de las fases del ciclo de inyección. En función del estado de funcionamiento y carga del motor la unidad de mando del motor determina la secuencia de inyección óptima para cada situación, estableciendo el número de inyecciones y la cantidad de combustible para cada cilindro del motor en cada ciclo de trabajo.

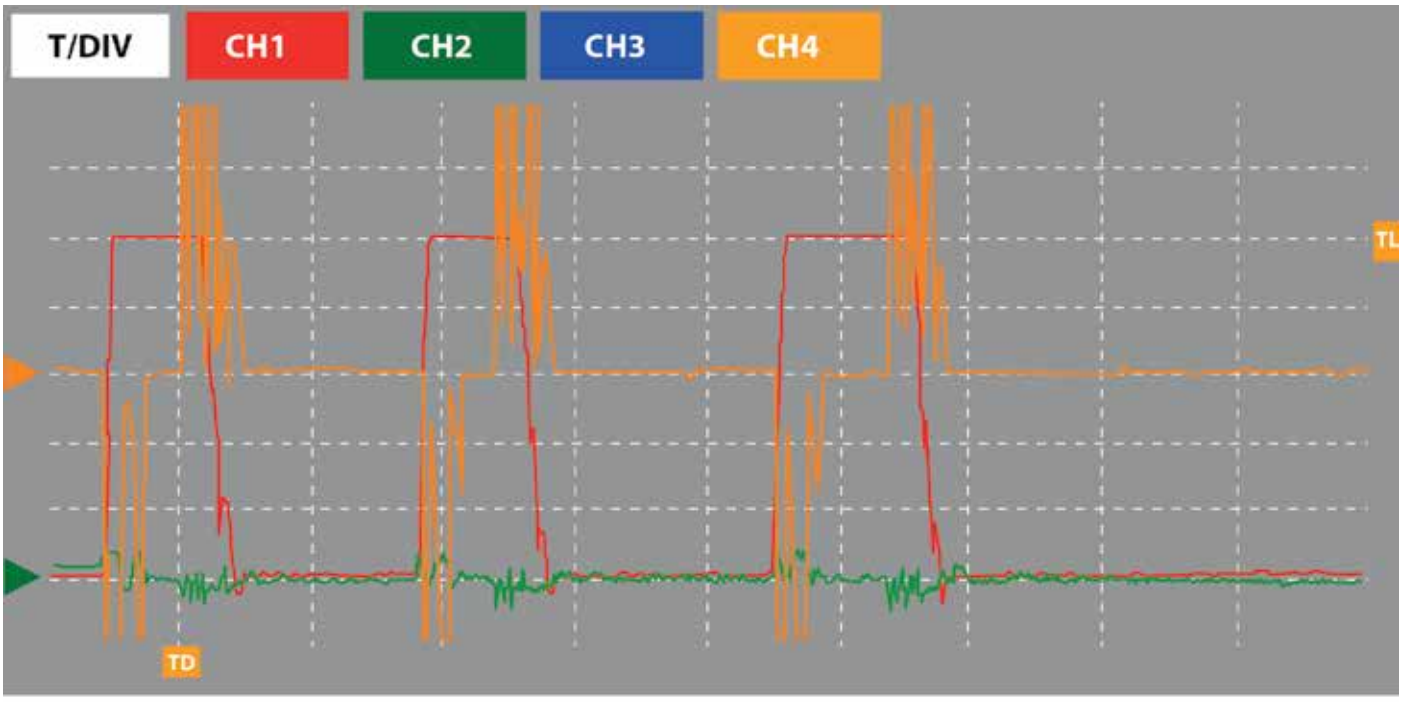
El empleo de los elementos piezoeléctricos en los inyectores aumenta considerablemente la velocidad de respuesta de la aguja del inyector con respecto a los sistemas electromagnéticos. La respuesta física o deformación de los materiales piezoeléctricos resulta instantánea, aunque también mínima en lo referente a variación dimensional. Su elevada capacidad de cambio de estado hace que sean ideales para los modernos inyectores diésel, que tienen que abrir y cerrar varias veces en un solo ciclo de combustión.

El funcionamiento hidráulico interno del inyector es muy similar al inyector de bobina, utilizando la propia presión hidráulica del combustible para gobernar la apertura del inyector. Mientras el inyector está en reposo, la alta presión de combustible en la cámara de control, junto con el muelle de la aguja, originan una fuerza superior a la fuerza de sentido contrario ejercida por la presión de combustible localizado alrededor de la aguja, manteniéndose el inyector cerrado.



Cuando la unidad de control alimenta el inyector, el actuador piezoeléctrico se dilata, desplazando el émbolo acoplador, el émbolo de válvula y la válvula de mando. Este desplazamiento provoca la apertura del paso de combustible entre la cámara de control y el retorno, libreando la presión existente en la misma por ser mayor el caudal de fuga que el de entrada de combustible. Al desaparecer la presión en la cámara de control, la fuerza ejercida por el combustible sobre la aguja resulta superior a la del muelle de cierre, por lo cual la aguja se eleva permitiendo la salida de combustible por los orificios de inyección.

Para finalizar la inyección, la unidad de control actúa como un consumidor en lugar de alimentar eléctricamente al inyector, cambiando el sentido de la intensidad de corriente. Este cambio provoca que el actuador piezoeléctrico se descargue (recuperación del equilibrio eléctrico interno) y se contraiga, volviendo a su tamaño inicial. Tanto el émbolo acoplador, como el émbolo de válvula y la válvula de mando vuelven a su posición original por efecto de unos muelles, cerrando el paso de combustible al retorno, aumentando la presión en la cámara de control. El aumento de presión en la cámara, junto con la fuerza del muelle hace que la aguja descienda, volviendo a cerrar el paso del inyector y cortando así la inyección de combustible al cilindro.



CH4 Frec:73.5 kHz D.Cycle: 49% Nivel Trigger: 1.92 A
CH1 Min: -5.284 V Med: -41.194 V Max: +50.000 V
CH2 Min: -5.088 V Med: -28.376 V Max: +50.000 V

CH4 Min: -8.016 A Med: -5.479 A Max: +7.984 A

Negativo inyector
Intensidad inyector
Positivo inyector

La activación de trabajo de estos inyectores se realiza polarizando el elemento en un sentido para lograr su dilatación y permitiendo su descarga para lograr la contracción, por lo que no existe inversión de polaridad pero sí cambio en la intensidad. La excitación se realiza, en este caso, por positivo porque se mantiene hasta la descarga del componente. La correcta comprobación debe basarse más en la inversión de la intensidad que en los valores de tensión, puesto que es la indicada de trabajo y cambio de estado del elemento dilatado.

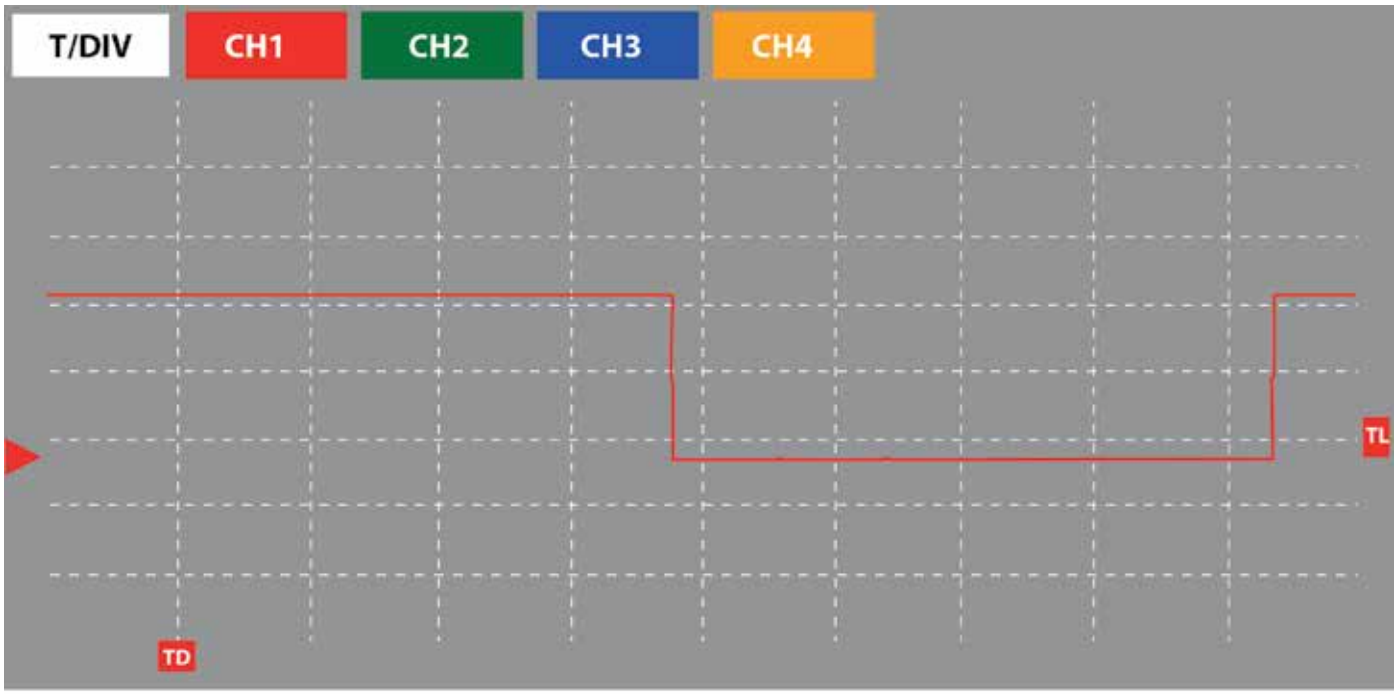
Termostato electrónico

Conocido también por el nombre de **termostato pilotado**. Suele ubicarse en la propia carcasa del termostato, ya sea a la salida de la culata o en la zona más baja del motor junto a la bomba de agua.

Habitualmente es de doble efecto, con una resistencia calefactora eléctrica que penetra en la cápsula de cera. La activación de la termorresistencia eleva la temperatura de la cápsula por encima de la del propio líquido refrigerante de modo que el termostato realiza su apertura con temperaturas más bajas de lo que sería su trabajo predeterminado.

Este tipo de termostato se utiliza para controlar el flujo de refrigeración en función de la carga motor y la velocidad del vehículo de forma anticipada, alimentando la resistencia para modificar la sección de apertura en previsión de un aumento considerable de la acumulación de calor en la culata y en el bloque motor.

La temperatura de trabajo natural, algo más elevada, reduce la posibilidad de una refrigeración excesiva en situaciones de baja carga.



CH1 Frec: --- Hz D.Cycle: --- % Nivel Trigger: 1.37 V
CH1 Min: -0.098 Med: +6.751 V Max: +12.133 V

Activación negativa de la resistencia del termostato

La unidad de control del motor activa y regula la apertura forzada del termostato para modular el caudal de líquido refrigerante que se envía al radiador de refrigeración. La resistencia calefactable del termostato recibe positivo de alimentación del sistema de inyección y masa controlada por la centralita. El negativo de mando puede ser tanto continuo como modulado en función de la intensidad de corriente que debe aplicar al elemento térmico.

NOTAS TÉCNICAS

En este apartado se localizan ejemplos de averías más comunes que se pueden encontrar en algunos de los sensores y actuadores ya citados. En función de los fabricantes y sus diferentes modelos, el número de averías producidas en el transcurso de los años puede ser diferente.

Estas averías son seleccionadas de la plataforma online: www.einavts.com. Dicha plataforma dispone de una serie de apartados donde indican; marca, modelo, gama, sistema afectado y subsistema, y se pueden seleccionar independientemente en función del tipo de búsqueda que se quiera realizar.

VW

TOURAN (1T1, 1T2) 2.0 TDI (BMM), (1T1, 1T2) 2.0 TDI 16V (BKD), (1T1, 1T2) 2.0 TDI (BMN), VW PASSAT (3C2) 2.0 TDI (BMP), (3C2) 2.0 TDI 16V 4motion (BKP), (3C2) 2.0 TDI 4motion (BMP), (3C2) 2.0 TDI (BMR)	
Síntoma	**Códigos de error:** 17448 - P1040 - Alimentación válvulas de inyección A. Fallo eléctrico en el circuito. 17672 - P1264 - Válvula para bomba/inyector cilindro 2 (N241), límite de regulación sobrepasado. 17675 - P1267 - Válvula para bomba/inyector cilindro 3 (N242), límite de regulación sobrepasado. 17925 - P1517 - Relé principal (J271). Avería en el circuito eléctrico. 18009 - P1601 - Relé para el borne de alimentación de tensión 30 (J317). Señal no plausible. 18578 - P2146 - Alimentación válvula(s) de inyección A, interrupción. Motor no arranca después de detenerse al circular por carretera. Funcionamiento incorrecto del cuadro de instrumentos, no se enciende ningún testigo de advertencia, esporádicamente.
Causa	Defecto de los inyectores piezoeléctricos. Este tipo de gestión monta inyectores piezoeléctricos, al producirse un cortocircuito en alguno de ellos, la unidad de gestión del motor anula por seguridad la excitación del resto de inyectores. Dicho cortocircuito se produce al comunicarse la parte eléctrica del inyector a masa.
Solución	**Procedimiento de reparación:** • Realizar un test de inyectores para averiguar cuál es el inyector averiado. • Desmontar la tapa del árbol de levas. • Desconectar uno de los inyectores. • Intentar arrancar el motor a tres cilindros. • Sustituir el inyector que en ese momento tengamos desconectado si el motor arranca, en caso contrario continuar desconectando inyector por inyector hasta encontrar el cruzado.

TOYOTA

TOYOTA AVENSIS Sedán / Ranchera familiar (_T27_)	
Síntoma	Código de error: C1336 - Calibración del punto cero del sensor G sin realizar. Testigo de freno de estacionamiento encendida. Mensaje de advertencia en el cuadro de instrumentos: ‚comprobar sistema de freno de estacionamiento'.
Causa	Calibración sensor G, no realizada.
Solución	Realizar la calibración del sensor G (Sensor de guiñada, fuerza lateral, etc.) con el útil de diagnosis. NOTA: Una vez realizada la calibración del punto cero del sensor puede ser que no se solucione el problema y se tenga que sustituir el conjunto del actuador del freno de estacionamiento eléctrico EPB.

CITROËN

CITROËN C3 I (FC_, FN_) 1.4 16V HDi (8HY (DV4TED4))	
Síntoma	Código de avería registrado en la unidad de control motor (P1163 - Módulo de control del motor. Control de inyectores). Motor se cala. Ruido de claqueteo motor en frío. Falta potencia motor. NOTA: El código de avería P1136 no debe ir acompañado de otros códigos de avería. El código de avería y los síntomas pueden aparecer después de realizar una reprogramación o sustitución de la unidad de control motor.
Causa	Defecto de la calibración de los inyectores.
Solución	**Procedimiento de reparación:** • Realizar lectura de códigos de avería registrados en la unidad de control motor con el útil de diagnosis. • Confirmar que se registra el código de avería mencionado en el campo síntoma de este boletín. • Confirmar que se reproducen los síntomas mencionados en el campo síntoma de este boletín. • Anotar el número de clasificación de los 4 inyectores (código de 16 caracteres) y contrastarlos con los códigos indicados en el útil de diagnosis en el menú de clasificación de inyectores. • Salir del menú de clasificación de inyectores y desconectar el útil de diagnosis. • Quitar el contacto y esperar 1 minuto. • Poner el contacto y conectar el útil de diagnosis. • Recodificar los 4 inyectores en el menú de clasificación de inyectores del útil de diagnosis y validar. • Salir del menú de clasificación de inyectores y desconectar el útil de diagnosis. • Quitar el contacto y esperar 1 minuto. Realizar un aprendizaje de los inyectores con una prueba dinámica en carretera realizando el siguiente proceso: • Con el motor a temperatura de servicio o a más de 70º C realizar al menos 8 aceleraciones cada 30 segundos pisando a fondo en 5ª marcha a una velocidad de entre 60 a 90 Km/h.

Eure!Car®
CERTIFIED MASTERCLASSES

English (en)

You are not logged in

LIVE TALKS

Technical, Practical and Short

Live Talks
Technical, practical and short

Technical e-courses
Enhance your competences

Industry webinars
Directly from the car parts manufacturers

LOGIN

Username

Password

Remember username

LOG IN

Lost password?

VISIT OUR EURE!CAR CAMPUS AND GET TRAINED ON THE LATEST TECHNOLOGIES

WWW.EURECAR.ORG

Technical Corner

EureTechFlash

Available courses

Technical, Practical and short : Live Talks

Diagnostic catalyseur/sonde lam

Course

Diagnostic du FAP

Course

Systèmes de recirculation de gaz de dernière génération

Course

Eure!Car trainings

Directly from the car parts manufacturers : Industry Webinars

INFORMATION REQUEST

Tecnología al día en automoción

El boletín de noticias Eure!TechFlash es complementario al programa de formación de ADI Eure!Car y tiene una misión clara:

Proporcionar una visión técnica actualizada sobre las innovaciones en el mundo de la automoción.

Con la asistencia técnica de AD Technical Centre (España) y con la ayuda de los principales fabricantes de piezas de repuesto, Eure!TechFlash intenta desmitificar las nuevas tecnologías y hacerlas transparentes para estimular a los técnicos profesionales para que sigan el ritmo de la tecnología y motivarlos a invertir en educación técnica de manera continua.

Eure!TechFlash se publicará 3 o 4 veces al año.

Eure!Car®
CERTIFIED MASTERCLASSES

El nivel de competencia técnica de los mecánicos es vital y en el futuro puede ser decisiva para la existencia continuada del técnico profesional.

Eure!Car es una iniciativa de Autodistribution International, con sede en Kortenberg, Bélgica (www.ad-europe.com).

El programa Eure!Car contiene una exhaustiva serie de cursos de formación técnicos de alto nivel para técnicos profesionales, que están impartidos por las organizaciones nacionales de AD y sus distribuidores en 39 países.

Visite www.eurecar.org si desea más información o desea ver los cursos de formación.

industrial partners supporting Eure!Car

bilsteingroup® febi SWAG BLF BOSCH brembo Continental DENSO EXIDE TECHNOLOGIES FEDERAL-MOGUL MOTORPARTS Gates HELLA KYB Our Precision, Your Advantage MAHLE MANN FILTER metelligroup AUTOMOTIVE PASSION MONROE WALKER NGK SPARK PLUGS NTK TECHNICAL CERAMICS NGK SPARK PLUG EUROPE GmbH Nissens DELIVERING THE DIFFERENCE PHILIPS SCHAEFFLER SKF SNR Brand of NTN corporation TRW Valeo VARTA ZF

Nota limitativa: Las informaciones contenidas en esta guía no son exhaustivas y se facilitan únicamente a título informativo.
No comportan responsbilidad alguna por parte del autor.