



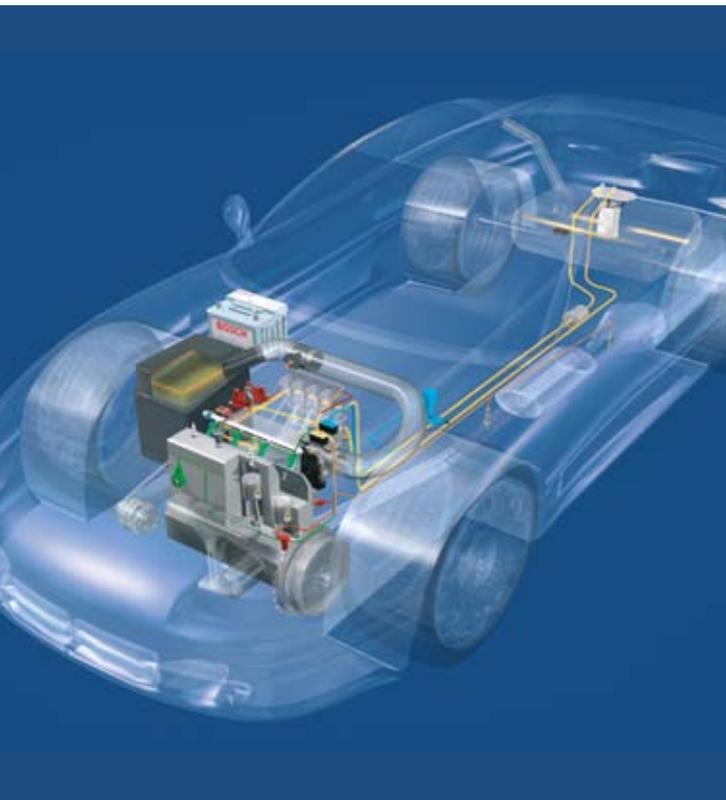
# Sistemas de **Inyección Electrónica**



**BOSCH**

Innovación para tu vida

# Introducción



## Transformar ideas en productos

Bosch desarrolla, en colaboración con los fabricantes de automóviles, la solución más adecuada para cada característica del motor. Para eso, Bosch desde el inicio del desarrollo tiene en cuenta los efectos del motor y su administración sobre el comportamiento del vehículo.

## Suministrador de sistemas completos

Para agrupar todos los sistemas que actúan en el vehículo, Bosch desarrolló el concepto de clasificación CARTRONIC. Con el CARTRONIC, hay un control central que coordina todas las funciones en el vehículo.

## Calidad en la fabricación

Bosch fabrica todos los productos dentro de una organización internacional de producción. Todas las unidades fabriles trabajan según los rígidos estándares de calidad de Bosch y aplican los mismos procedimientos de producción y control. De esta forma, los fabricantes y usuarios de automóviles pueden confiar en el alto nivel permanente de calidad de Bosch.

## Índice

3	<b>Historia de la inyección a gasolina</b>
5	<b>La inyección electrónica</b>
6	<b>Sistemas de inyección electrónica disponibles en Brasil</b>
6	Multipunto (LE-Jetronic y Motronic)
6	Monopunto (Mono Motronic)
7	Sistema LE-Jetronic
8	Sistema Motronic
9	Sistema Mono Motronic
10	Sistema Motronic ME 7
11	Sistema Flex Fuel
12	Sistema Trifuel
13	<b>Inyección directa de gasolina Bosch</b>
14	<b>Componentes del sistema electro/electrónico</b>
14	Unidad de comando
14	Medidor de flujo de aire
15	Medidor de masa de aire
15	Interruptor de la mariposa de aceleración
16	Potenciómetro de la mariposa
16	Sensor de la temperatura del motor
17	Relé
17	Sonda lambda
18	Válvula de ventilación del tanque
18	Adicionador de aire
19	Actuador de ralentí
20	<b>Componentes del sistema de alimentación de combustible</b>
20	Bomba eléctrica de combustible y módulo
20	Prefiltro
21	Filtro de combustible
21	Válvula de inyección
22	Regulador de presión
23	<b>Pruebas del sistema de alimentación de combustible</b>
23	Presión
24	Caudal
26	Medición de corriente
27	<b>Pruebas del sistema electro/electrónico</b>
30	<b>Sensores - oscilogramas</b>
30	Sensor de presión absoluta en el colector (MAP)
31	Sonda lambda (Sensor de oxígeno)
32	Sensor de temperatura
32	Sensor de posición de la mariposa de aceleración (TPS)
34	Sensor de posición del cigüeñal/eje de levas (CPS)
35	Sensor de velocidad del vehículo (VSS)
36	Sensores del caudal de aire
38	<b>Actuadores</b>
38	Recirculación de gases de escape (EGR)
39	Válvula de inyección
41	Control de aire al ralentí / de velocidad al ralentí (IAC/ISC)
41	Sensor de detonaciones – Cristal piezoeléctrico

# Historia de la inyección de gasolina

Los sistemas de encendido y de inyección de gasolina están basados en más de 100 años de investigaciones de Bosch. Entonces, muchos fabricantes de automóviles tienen a Bosch como suministradora de su equipo original, lo que asegura su liderazgo en el mercado de piezas de repuesto. Además de un programa completo que abarca miles de ítems de inyección de gasolina, Bosch también ofrece las piezas de repuesto y desgaste correspondientes para autopartes y talleres.



## 1902

- ▶ Suministro del primer magneto de alta tensión y de la primera bujía de encendido.

## 1925

- ▶ La empresa Robert Bosch GmbH presenta el encendido por batería.

## 1939

- ▶ Primer sistema de inyección de gasolina Bosch es probado en un avión alemán.

## 1951

- ▶ Presentación de la inyección de gasolina de Bosch en la exposición de automóviles en Frankfurt.

## 1954

- ▶ Montaje del vehículo deportivo Mercedes-Benz 300 SL con sistema de inyección Bosch.

## 1967

- ▶ Primera norma sobre gases de escape en los EE.UU.
- ▶ Introducción del primer sistema de inyección electrónica: D-Jetronic con regulación por presión en el múltiple de admisión.

## 1973

- ▶ Crisis energética: la reducción del consumo de gasolina se vuelve el objetivo de desarrollo más importante. Bosch introduce el sistema L-Jetronic y K-Jetronic.

## 1979

- ▶ Introducción en el mercado mundial del Motronic.
- ▶ Ese sistema se mostró único debido al procesamiento digital de muchas funciones del motor. Combina el L-Jetronic y el encendido electrónico mapeado.

El primer microprocesador en un automóvil.

## 1981

- ▶ Introducción en el mercado mundial del LH-Jetronic.
- ▶ En vez de un medidor de flujo de aire de mariposa, el sistema básico L-Jetronic fue equipado con un medidor de masa de aire de hilo caliente.

## 1982

- ▶ Introducción en el mercado mundial del KE-Jetronic.
- ▶ El K-Jetronic, ampliado por un circuito de regulación electrónico y la sonda lambda, fue utilizado por primera vez como KE-Jetronic en un vehículo de serie.





### 1987

- ▶ Introducción en el mercado mundial del Mono-Jetronic.
- ▶ El Mono-Jetronic es un sistema de inyección central especialmente económico, que permitió incluso que vehículos menores se equiparan con inyección electrónica.

### 1988

- ▶ Introducción en el mercado del Mono-Motronic.
- ▶ Como desarrollo posterior de Mono-Jetronic se llegó al Mono-Motronic con un encendido electrónico ma-peado, además de un microprocesador.
- ▶ Inicio de la aplicación del sistema basado en torque (ME7.5.10).

### 1989

- ▶ EGAS (acelerador electrónico).
- ▶ Los sistemas con EGAS detectan el deseo del conductor a través de un sensor localizado en el pedal acelerador. La unidad de comando Motronic evalúa la señal del sensor y regula la mariposa accionada por un motor, teniendo en cuenta otros datos del vehículo y del motor.

### 1993

- ▶ Sistema sin retorno de combustible – Inicio del desarrollo de software y hardware.
- ▶ Primer motor con turbocompresor con inyección de combustible.

### 1997

- ▶ Utilización creciente de módulos de aspiración.
- ▶ Los módulos de aspiración son conjuntos premontados, compuestos de múltiple de admisión incluyendo las válvulas de inyección, cuerpo de mariposa, regulador de presión, etc.

### 1999

- ▶ Surgen los sistemas de inyección directa de combustible en motores a gasolina.

### 2000

- ▶ Introducción en el mercado mundial de la inyección directa de gasolina Motronic MED 7.
- ▶ El sistema Motronic MED 7 con control basado en torque consigue el más bajo consumo con la más alta dinámica posibles.

### 2003

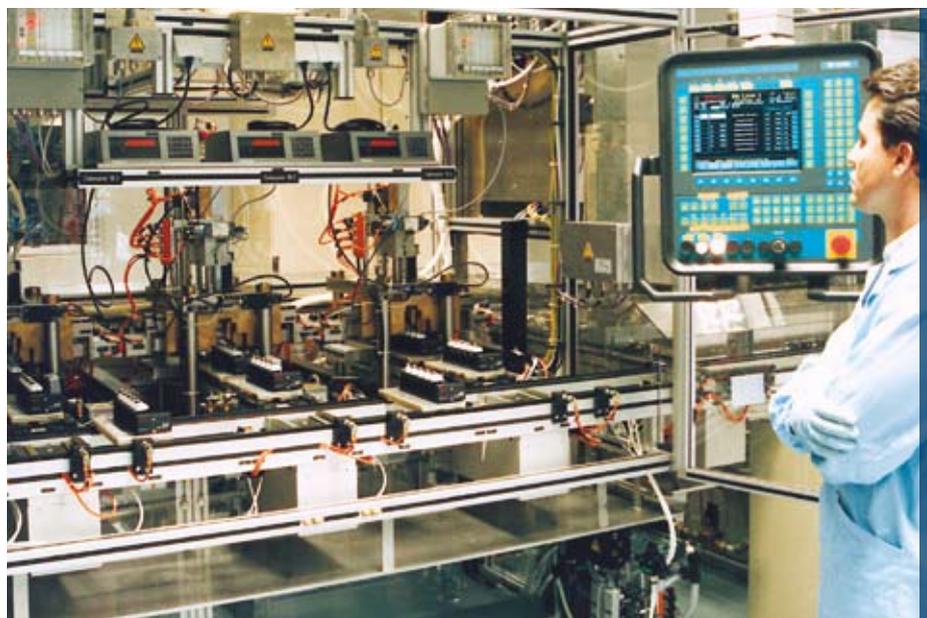
- ▶ Lanzamiento del sistema Flex-Fuel drive-by-wire y basado en torque (ME7.5.10).

### 2004

- ▶ Presentación de prototipo de la tecnología Tri Fuel con motor turbo (Turbo Tri Fuel).

### 2005

- ▶ Presentación de la nueva tecnología de arranque en frío con sistema de calentamiento del combustible en la galería (FLEX-START).



# La inyección electrónica

## Mejor rendimiento con más economía

Con la rápida evolución de los motores de los automóviles, el viejo carburador empezó a no conseguir suplir las necesidades de los nuevos vehículos, en lo que se refiere a la contaminación, ahorro de combustible, potencia, respuestas rápidas en las aceleraciones, etc.

Partiendo de esa constatación, Bosch desarrolló los sistemas de inyección electrónica de combustible, que tienen por objetivo proporcionar al motor un mejor rendimiento con más ahorro, en todos los regímenes de funcionamiento.

Para que el motor tenga un funcionamiento suave, económico y no contamine el medio ambiente, él necesita recibir una mezcla aire/combustible perfecta, en todos los niveles de rotación.

Un carburador, por mejor que sea y por mejor que esté su regulación, no consigue alimentar el motor en la proporción ideal de mezcla.



Los sistemas de inyección electrónica tienen esa característica, o sea, permiten que el motor reciba solamente el volumen de combustible que él necesita.

## Los sistemas de inyección electrónica posibilitan:

- ▶ menor contaminación;
- ▶ mayor economía;
- ▶ mejor rendimiento del motor;
- ▶ arranques más rápidos;
- ▶ dispensa utilización del estárter;
- ▶ mejor aprovechamiento del combustible.

## Principio de funcionamiento

Cuando ocurre el arranque en el vehículo, los pistones del motor suben y bajan y el sensor de rotación señala a la unidad de comando la rotación del motor.

En el movimiento de bajada, se produce en el múltiple de admisión una aspiración (vacío), que aspira aire de la atmósfera y pasa por el medidor de flujo o masa de aire y por la mariposa de aceleración, llegando hasta los cilindros del motor.

El medidor informa a la unidad de comando el volumen de aire admitido. La unidad de comando, a su vez, permite que las válvulas de inyección proporcionen la cantidad de combustible ideal para el volumen de aire admitido, generando la perfecta relación aire/combustible, que es llamada de mezcla.

Cuanto más adecuada la mezcla, mejor el rendimiento y la economía, con una menor emisión de gases contaminantes. Los sistemas de inyección son constituidos básicamente por sensores y actuadores.

### ¿Qué son sensores?

Son componentes que están instalados en varios puntos del motor y sirven para enviar informaciones a la unidad de comando (señales de entrada).

Ej.: sensor de temperatura, rotación, etc.

### ¿Qué son actuadores?

Son componentes que reciben informaciones de la unidad de comando y actúan en el sistema de inyección, variando el volumen de combustible que el motor recibe, corrigiendo el punto de encendido, ralentí, etc.

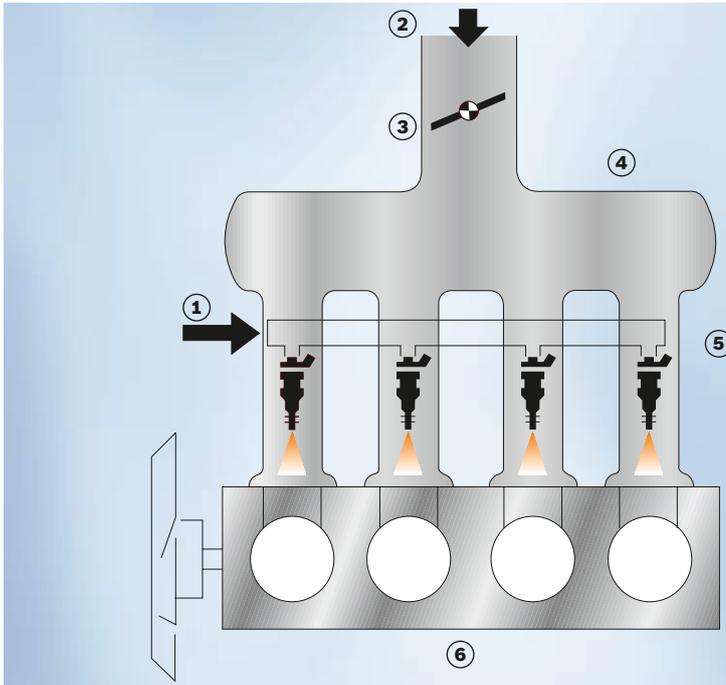
Ej.: actuador de ralentí, válvulas de inyección, etc.

Los sistemas de inyección pueden ser de dos tipos: Multipunto (LE-Jetronic y Motronic) y Monopunto (Mono Motronic).

# Sistemas de inyección electrónica

## Multipunto Jetronic y Motronic

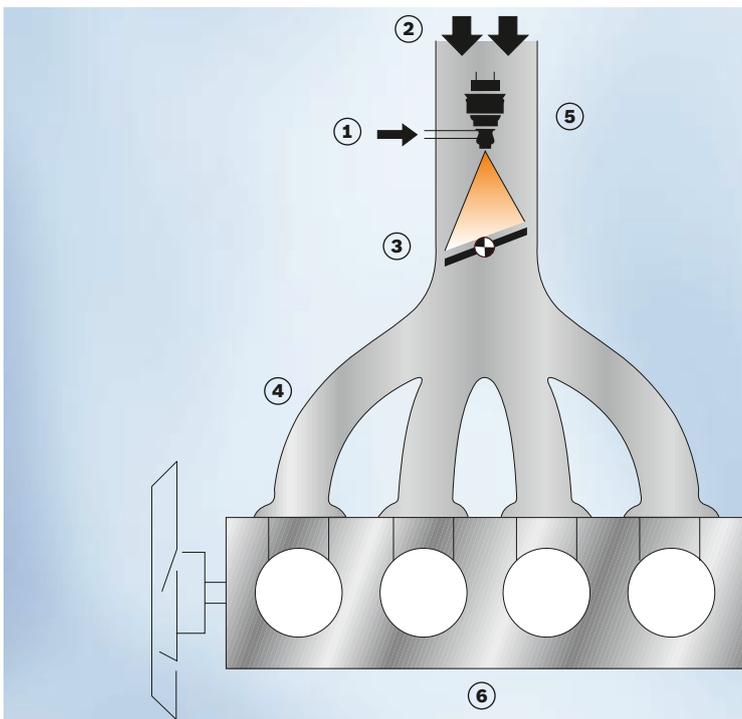
Utiliza una válvula de inyección para cada cilindro del motor.



- 1 Tubo distribuidor (entrada de combustible)
- 2 Aire
- 3 Mariposa de aceleración
- 4 Múltiple de admisión
- 5 Válvulas de inyección
- 6 Motor

## Monopunto Mono Motronic

Utiliza una única válvula de inyección para los distintos cilindros del motor.



- 1 Entrada de combustible
- 2 Aire
- 3 Mariposa de aceleración
- 4 Múltiple de admisión
- 5 Válvula de inyección
- 6 Motor

## Sistema LE-Jetronic

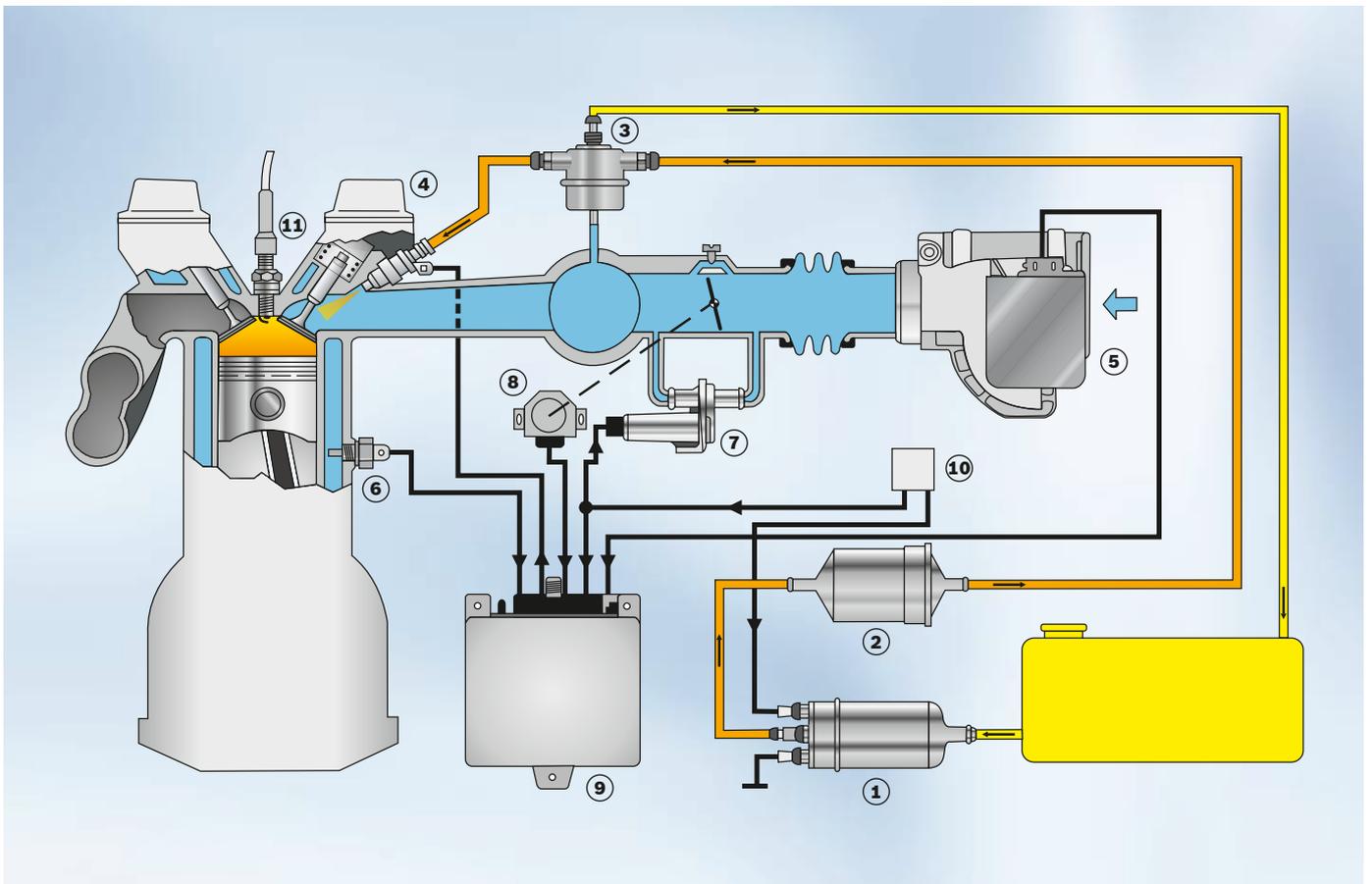
El sistema LE-Jetronic es comandado electrónicamente y pulveriza el combustible en el múltiple de admisión. Su función es suministrar el volumen exacto para los distintos regímenes de revoluciones.

La unidad de comando recibe muchas señales de entrada, que llegan de los distintos sensores que envían informaciones de las condiciones instantáneas de funcionamiento del motor.

La unidad de comando compara las informaciones recibidas y determina el volumen adecuado de combustible para cada situación. La cantidad de combustible que la

unidad de comando determina, sale por las válvulas de inyección. Las válvulas reciben una señal eléctrica, también conocida por tiempo de inyección (TI). En el sistema LE-Jetronic las válvulas de inyección pulverizan el combustible simultáneamente. En ese sistema la unidad de comando controla solamente el sistema de combustible.

El sistema LE-Jetronic es analógico. Por esa característica no posee memoria para guardar posibles averías que puedan ocurrir. No posee indicación de averías en el tablero del vehículo para el sistema de inyección.



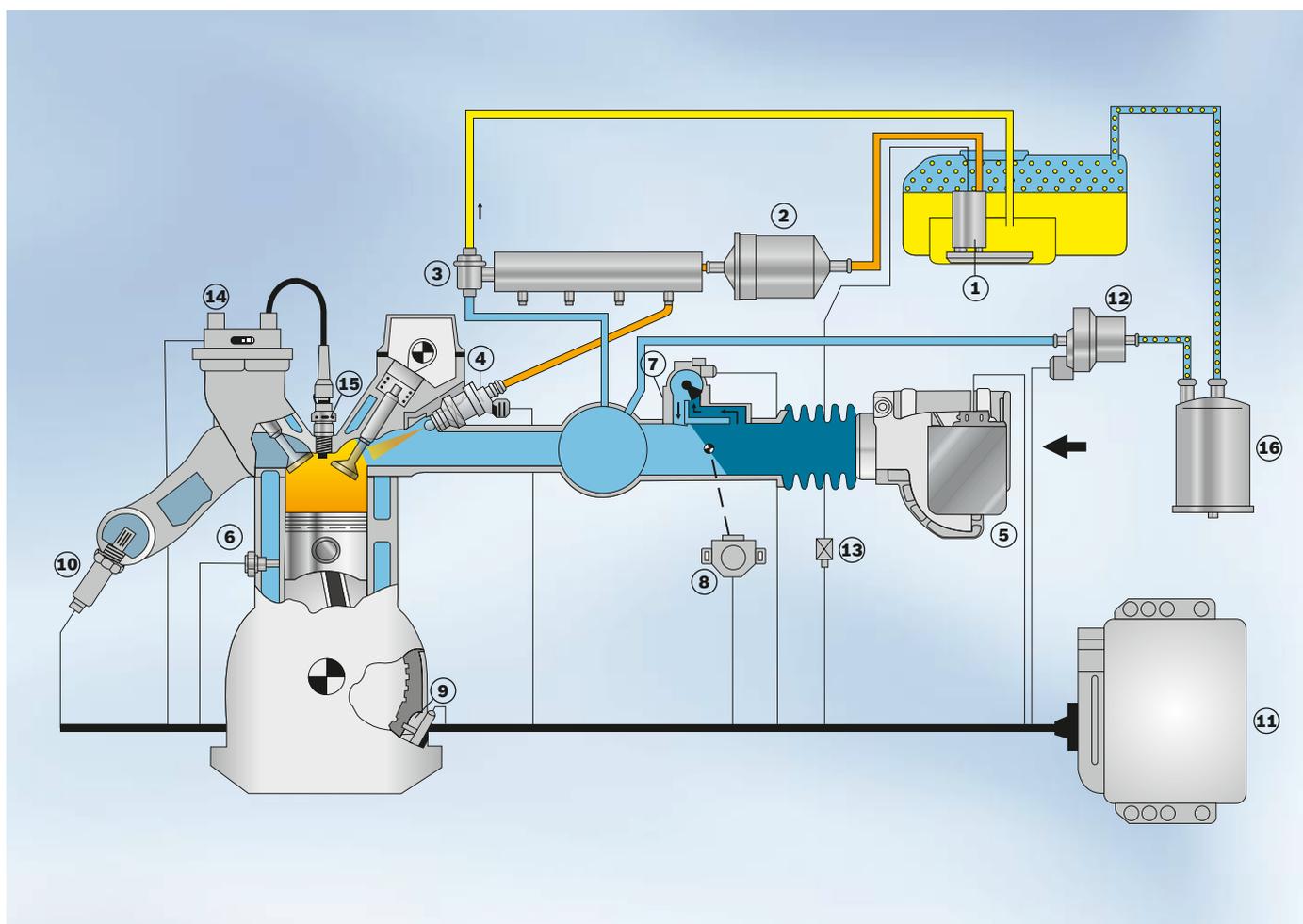
- |   |                              |
|---|------------------------------|
| 1 Bomba de combustible                    | 6 Sensor de temperatura      |
| 2 Filtro de combustible                   | 7 Adicionador de aire        |
| 3 Regulador de presión                    | 8 Interruptor de la mariposa |
| 4 Válvula de inyección                    | 9 Unidad de comando          |
| 5 Medidor de flujo de aire (caudalímetro) | 10 Relé de comando           |
|   | 11 Bujía de encendido        |

## Sistema Motronic

El sistema Motronic también es un sistema multipunto. Diferentemente del sistema LE-Jetronic, el Motronic trae incorporado en la unidad de comando también el sistema de encendido.

Posee sonda lambda en el sistema de inyección, que está instalada en el tubo de escape. El sistema Motronic es digital, posee memoria de adaptación e indicación de averías en el tablero (algunos modelos).

En vehículos que no utilizan distribuidor, el control del momento del encendido (chispa) se hace por un sensor de revoluciones instalado en el volante del motor (rueda con dientes). En el Motronic, hay una válvula de ventilación del tanque, también conocida como válvula del cánister, que sirve para reaprovechar los vapores del combustible, que son altamente peligrosos, contribuyendo de esa forma para la reducción de la contaminación, que es la principal ventaja de la inyección.



**1** Bomba de combustible

**2** Filtro de combustible

**3** Regulador de presión

**4** Válvula de inyección

**5** Medidor de flujo de aire  
(caudalímetro)

**6** Sensor de temperatura

**7** Actuador de ralentí

**8** Potenciómetro de la mariposa

**9** Sensor de revoluciones  
(pertenece al sistema de  
encendido)

**10** Sonda lambda

**11** Unidad de comando  
(inyección + encendido)

**12** Válvula de ventilación  
del tanque

**13** Relé de comando

**14** Bobina de encendido

**15** Bujía de encendido

**16** Cánister

## Sistema Mono Motronic

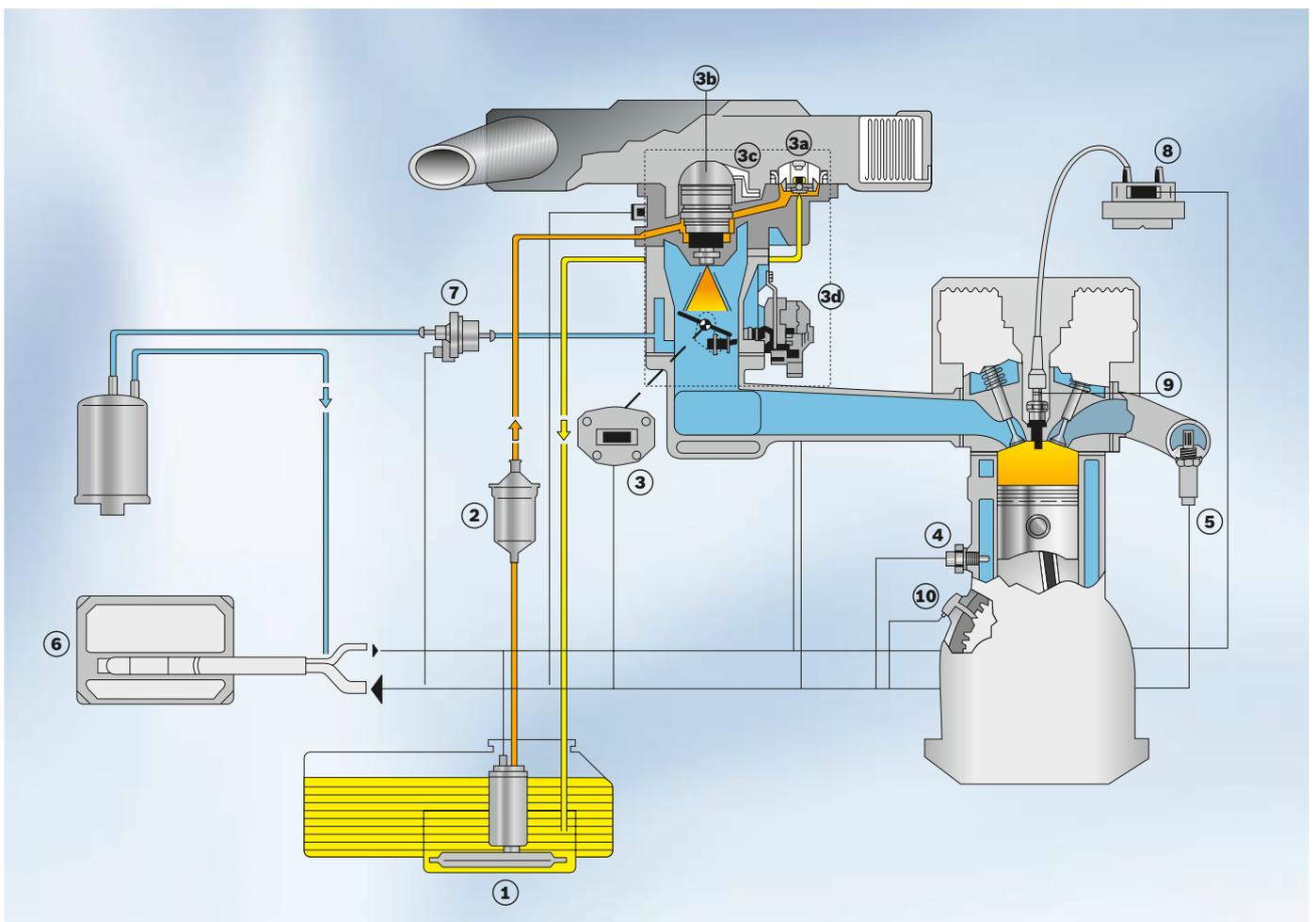
La principal diferencia del sistema Motronic es utilizar una sola válvula para todos los cilindros.

La válvula está instalada en el cuerpo de la mariposa (pieza parecida con un carburador).

El cuerpo de la mariposa integra otros componentes, que en el sistema Motronic están en diferentes puntos del vehículo, ej.: actuador de ralentí, potenciómetro de la mariposa y otros más.

En el sistema Mono Motronic el sistema de encendido también se controla por la unidad de comando.

Los sistemas Motronic y Mono Motronic son muy parecidos, con respecto a su funcionamiento, la diferencia es la cantidad de válvulas de inyección.



**1** Bomba de combustible

**2** Filtro de combustible

**3** Potenciómetro de la mariposa

**3a** Regulador de presión

**3b** Válvula de inyección

**3c** Sensor de temperatura del aire

**3d** Actuador de ralentí

**4** Sensor de temperatura

**5** Sonda lambda

**6** Unidad de comando

**7** Válvula de ventilación del tanque

**8** Bobina de encendido

**9** Bujía de encendido

**10** Sensor de revoluciones (pertenecer al sistema de encendido)

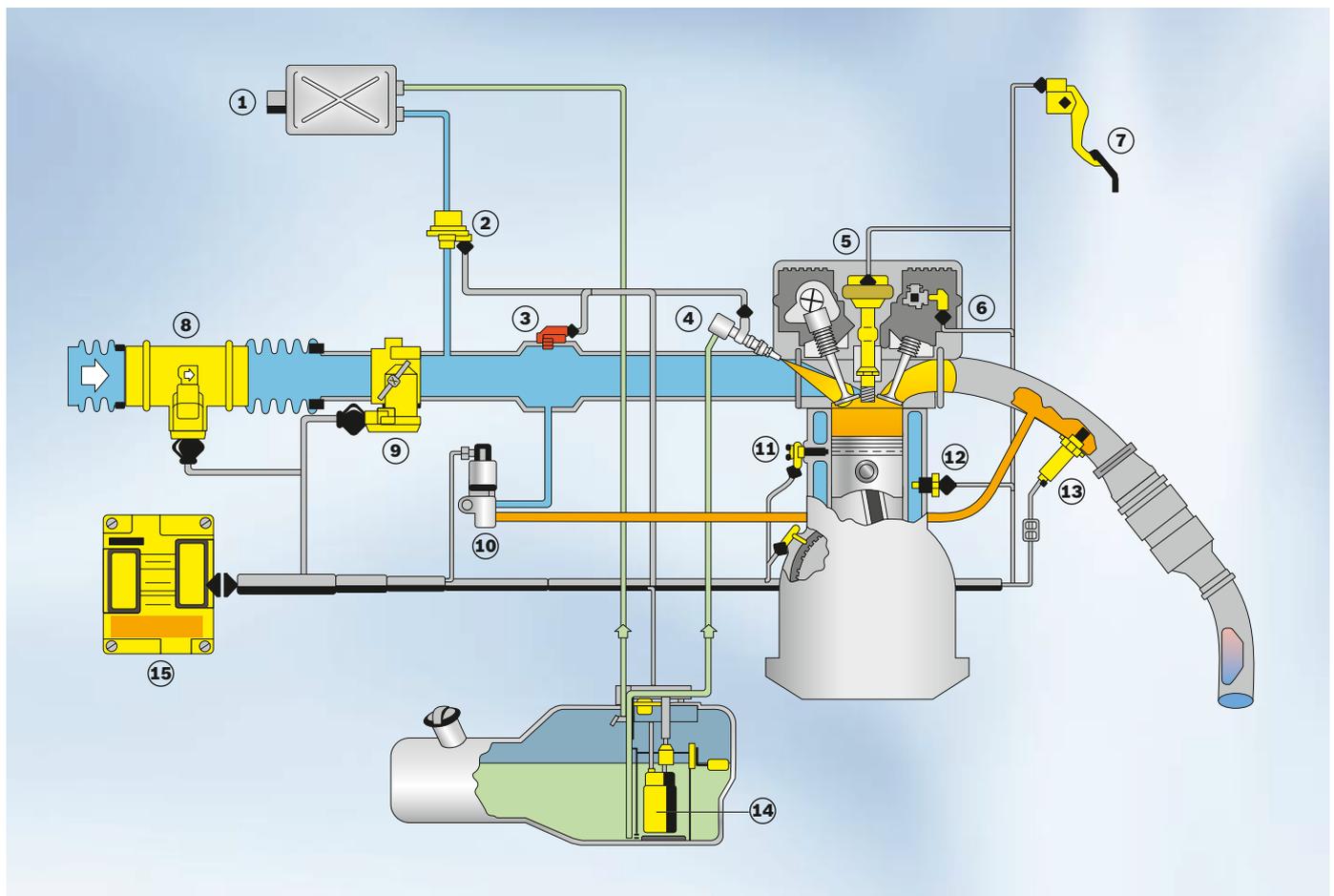
## Sistema Motronic ME 7

Mariposa con comando electrónico de aceleración; administración del motor basada en torque y a través de este son ajustados los parámetros y funciones del sistema de inyección y encendido.

El deseo del conductor se capta a través del pedal del acelerador electrónico. La unidad de mando determina el torque que se necesita y a través de análisis del régimen de funcionamiento del motor y de las exigencias de los demás accesorios como aire acondicionado, control de tracción, sistemas de frenos ABS, ventilador del radiador y otros más, se define la estrategia de torque,

resultando en el momento exacto del encendido, volumen de combustible y apertura de la mariposa.

Estructura modular de software y hardware, proporcionando configuraciones específicas para cada motor y vehículo; comando electrónico de la mariposa, proporcionando mayor precisión, reduciendo el consumo de combustible y mejorando la conducción; sistema basado en torque proporciona mayor integración con los demás sistemas del vehículo; sistema con duplicidad de sensores, garantiza total seguridad de funcionamiento.



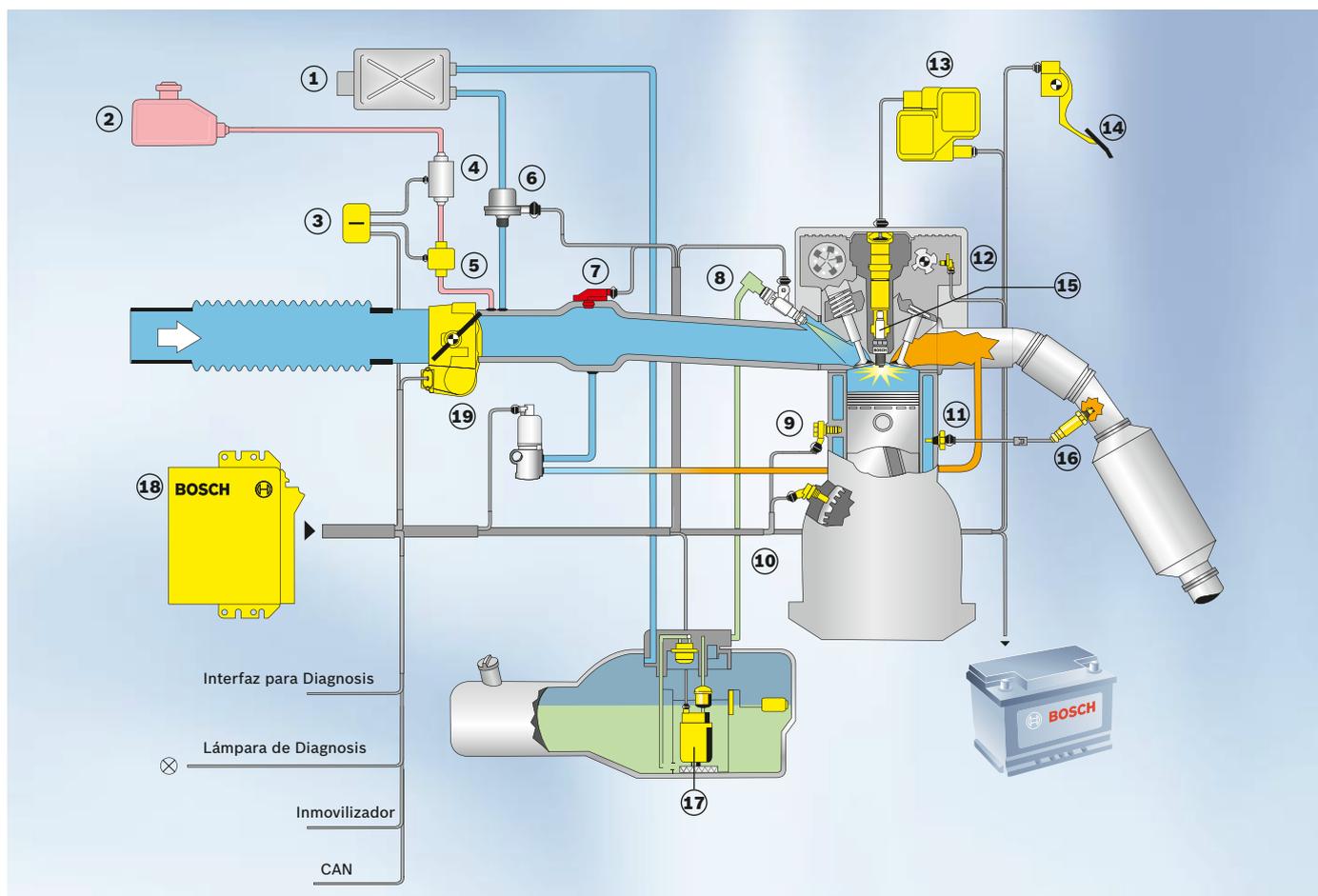
- |   |  |                                   |
|---|--|-----------------------------------|
| 1 Cánister                                | 6 Sensor de fase                                 | 11 Sensor de picado               |
| 2 Válvula de bloqueo del cánister         | 7 Pedal del acelerador electrónico               | 12 Sensor de temperatura del agua |
| 3 Sensor de presión                       | 8 Medidor de masa de aire/ Sensor de temperatura | 13 Sonda lambda                   |
| 4 Tubo distribuidor/ Válvula de inyección | 9 Cuerpo de mariposa electrónico                 | 14 Bomba de combustible           |
| 5 Bobina/Bujía de encendido               | 10 Válvula (EGR)                                 | 15 Unidad de comando              |

## Sistema Flex Fuel

El sistema Flex Fuel Bosch es capaz de reconocer y adaptar, automáticamente, las funciones de administración del motor para cualquier proporción de mezcla de alcohol y de gasolina que esté en el tanque.

La identificación de la mezcla se hace por el sensor de oxígeno (también conocido como sonda lambda). Él informa continuamente al módulo de comando sobre la cantidad de oxígeno presente en el tubo de escape y, por lo tanto, cuanto de alcohol el sistema debe considerar como presente en el combustible.

A partir de esa identificación, al lado del deseo expreso por el conductor a través del acelerador, el software de la unidad de comando realiza una comparación con los puntos ideales mapeados. De esa forma, él determina cómo los distintos componentes del sistema deben portarse para generar el de-sempaño esperado – teniendo los menores índices posibles de consumo y emisión de contaminantes.



1 Cánister

2 Reservoirio de gasolina para arranques en frío

3 Relé

4 Bomba eléctrica de combustible

5 Válvula solenoide

6 Válvula de purga del cánister

7 Sensor de temperatura y presión del aire

8 Galería de combustible/ Válvula de inyección

9 Sensor de detonación

10 Sensor de rotación

11 Sensor de temperatura

12 Sensor de fase

13 Bobina de encendido

14 Pedal del acelerador

15 Bujía de encendido

16 Sonda lambda

17 Bomba de combustible

18 Unidad de control

19 Cuerpo de la mariposa

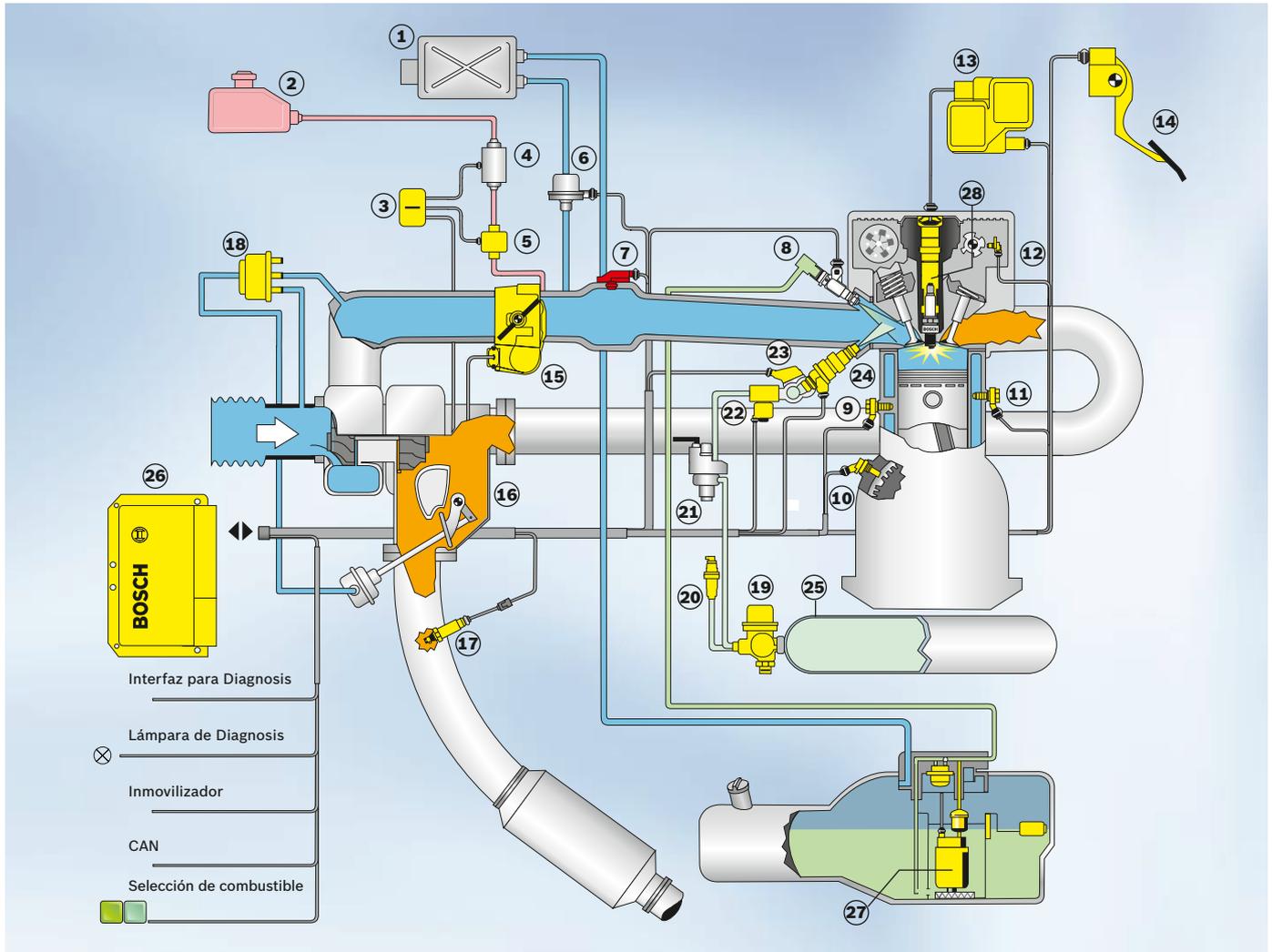
## Sistema Trifuel

El Trifuel Bosch, sistema digital multipunto de administración de motor, posibilita el uso de Gas Natural Comprimido (GNC), gasolina, alcohol o cualquier mezcla de estos dos últimos combustibles en el mismo vehículo.

Con sólo una unidad de comando, el Trifuel administra sistemas de inyección y de encendido, control de aire, regulación de detonación, entre otros componentes, con base

en el análisis de varios sensores que ajustan la mezcla, el avance y la cantidad de aire que entra en el motor.

La presencia de un turbocompresor en el sistema ayuda en el aprovechamiento de las distintas características de los tres combustibles. Él puede generar un aumento de torque que elimina la pérdida de rendimiento existente hoy en los autos convertidos.



- |   |   |  |                             |
|---|---|--|-----------------------------|
| 1 Cánister                                      | 8 Galería de combustible / Válvula de inyección | 15 Cuerpo electrónico de mariposa        | 22 Válvula de corte de GNC  |
| 2 Reservorio de gasolina para arranques en frío | 9 Sensor de detonación                          | 16 Turbocompresor                        | 23 Galería                  |
| 3 Relé  | 10 Sensor de rotación                           | 17 Sonda lambda                          | 24 Válvula inyectora de GNC |
| 4 Bomba eléctrica de combustible                | 11 Sensor de temperatura                        | 18 Válvula de control del turbocompresor | 25 Cilindro de GNC          |
| 5 Válvula solenoide                             | 12 Sensor de fase                               | 19 Válvula de corte del cilindro         | 26 Unidad de comando        |
| 6 Válvula de purga del cánister                 | 13 Bobina de encendido                          | 20 Válvula de abastecimiento de GNC      | 27 Bomba de combustible     |
| 7 Sensor de presión / Temperatura de aire       | 14 Pedal acelerador                             | 21 Regulador de presión de GNC           | 28 Bujía de encendido       |

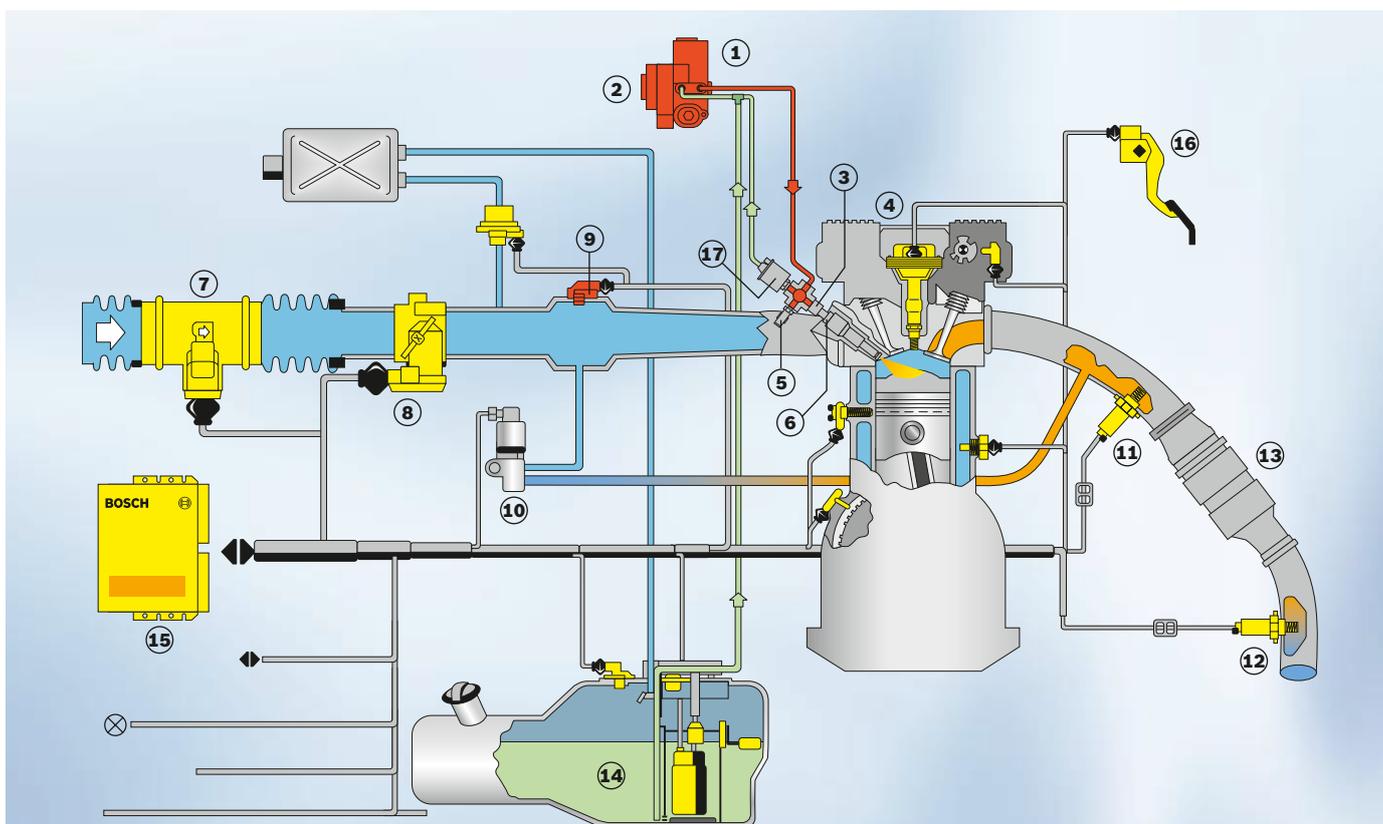
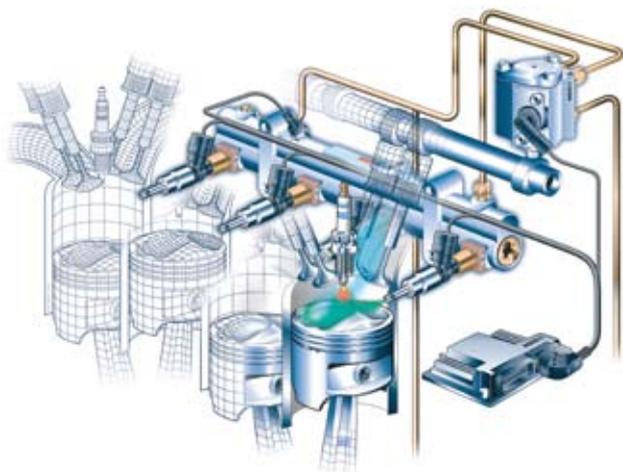
# Inyección directa de gasolina Bosch

## Nuevos caminos para la inyección de gasolina

Hasta el lanzamiento del sistema de inyección electrónica MED, la mezcla de aire y combustible era generada en el tubo de aspiración. La búsqueda por nuevas posibilidades para mejorar todavía más la inyección originó una nueva técnica: la inyección directa de gasolina con regulación electrónica – Motronic MED7 – una nueva generación con una reducción de consumo de hasta un 15%.

Con el MED7, el motor trabaja de forma económica en ralentí o en situaciones de denso tránsito urbano: gracias a la carga escalonada, el motor puede trabajar con una mezcla extremadamente pobre y, por lo tanto, con consumo reducido.

Cuando se necesita la potencia completa, el MED7 inyecta la gasolina de forma que sea generada una mezcla homogénea. El motor de inyección directa es más económico que los motores convencionales incluso en este modo de funcionamiento.



1 Bomba de combustible de alta presión

5 Válvula limitadora de presión

9 Sensor de presión

14 Conjunto bomba de combustible de baja presión

2 Válvula controladora de flujo

6 Válvula de inyección

10 Válvula (EGR)

15 Unidad de comando

3 Galería de combustible

7 Sensor de masa de aire con sensor de temperatura integrado

11 Sonda lambda de banda ancha

4 Bobina de encendido

8 Cuerpo de mariposa (EGAS)

12 Sonda lambda Planar

16 Pedal del acelerador electrónico

13 Catalizador

17 Sensor de alta presión

# Componentes del sistema electro/electrónico

## Unidad de comando

Es el cerebro del sistema. Es ella que determina el volumen ideal de combustible a ser pulverizado, con base en las informaciones que recibe de los sensores del sistema.

De esta forma la cantidad de combustible que el motor recibe, se determina por la unidad de comando, por medio del tiempo de apertura de las válvulas, también conocido por tiempo de inyección.

Las señales enviadas por los sensores a la unidad de comando son:

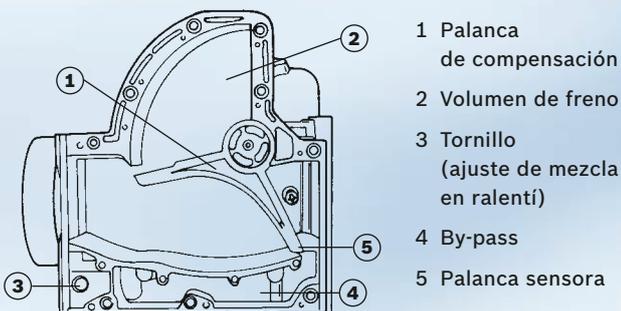
- ▶ medidor de flujo de aire (cantidad y temperatura del aire aspirado por el motor)
- ▶ potenciómetro de la mariposa de aceleración
- ▶ sensor de temperatura del motor
- ▶ revoluciones del motor
- ▶ señal de arranque
- ▶ señal del sensor de oxígeno



### Cuidados:

- ▶ No retirar o colocar el enchufe (conector) de la unidad de comando con la llave de encendido prendida.
- ▶ No desconectar la batería con el motor funcionando.
- ▶ Retirar la unidad de comando cuando el vehículo entre a una estufa de pintura (temperatura superior a 80 °C).
- ▶ En caso de reparación con soldadura eléctrica, desconectar la batería, la unidad de comando y el alternador.

## Medidor de flujo de aire



- 1 Palanca de compensación
- 2 Volumen de freno
- 3 Tornillo (ajuste de mezcla en ralentí)
- 4 By-pass
- 5 Palanca sensora

Su función es informar a la unidad de comando, la cantidad y temperatura del aire admitido, para que las informaciones modifiquen la cantidad de combustible pulverizada.

La medición de la cantidad de aire admitida tiene como base la fuerza producida por el flujo de aire aspirado, que actúa sobre la palanca sensora del medidor, contra la fuerza de un resorte.

Un potenciómetro transforma las distintas posiciones de la palanca sensora en una tensión eléctrica, que se envía como señal para la unidad de comando.

Instalado en la carcasa del medidor, se encuentra también un sensor de temperatura del aire, que informa a la unidad de comando la temperatura del aire admitido, para que esta información también pueda influir en la cantidad de combustible inyectada.

Es un componente de poco desgaste, pero puede dañarse si hay penetración de agua en el circuito. No hay repuestos, en caso de avería se reemplaza completo.

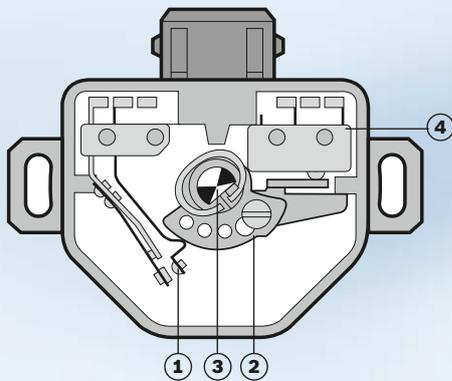
## Medidor de masa de aire

El medidor de masa de aire está instalado entre el filtro de aire y la mariposa, y mide la corriente de masa de aire aspirado.

También por esa información, la unidad de comando determina el exacto volumen de combustible para las diferentes condiciones de funcionamiento del motor.



## Interruptor de la mariposa de aceleración



- 1 Contacto de carga máxima
- 2 Curva de comando
- 3 Eje de la mariposa
- 4 Contacto de ralentí

El interruptor está fijado en el cuerpo de la mariposa y se acciona por el eje de aceleración. Posee dos posiciones: de carga máxima y de ralentí. Los contactos se cierran en estas condiciones.

### Contacto de carga máxima

En carga máxima el motor tiene que desarrollar su potencia máxima y eso se consigue haciendo la mezcla más rica. El nivel de enriquecimiento se controla por la unidad de comando.

La información de que el motor se encuentra en carga máxima, la unidad de comando la recibe por el contacto cerrado del interruptor de la mariposa, cuando ella se encuentra totalmente abierta.

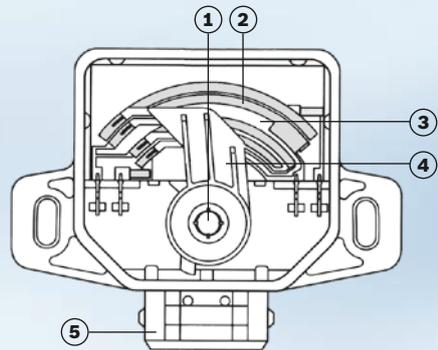
### Contacto de ralentí

En la transición para este régimen de funcionamiento, la alimentación de combustible puede ser bloqueada para valores superiores a una determinada rotación, controlada por la unidad de comando, manteniendo las válvulas de inyección cerradas, ahorrando combustible.

Para tal funcionamiento, la unidad de comando evalúa las señales provenientes del interruptor de la mariposa y revoluciones. Cuando bajan las revoluciones o se abre el contacto de ralentí, las válvulas de inyección vuelven a pulverizar el combustible, evitando que el motor se apague.

También este componente se desgasta en los contactos y necesita ser reemplazado.

## Potenciómetro de la mariposa

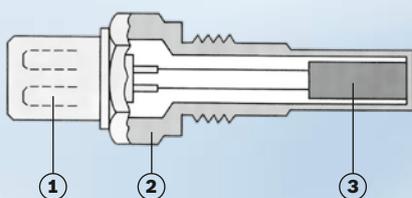


- |                          |                       |
|--------------------------|-----------------------|
| 1 Eje del potenciómetro  | 4 Contacto deslizante |
| 2 Pista de resistencia 1 | 5 Conector            |
| 3 Pista de resistencia 2 |                       |

El potenciómetro está fijado en el eje de la mariposa de aceleración. Él informa todas las posiciones de la mariposa.

De esta forma, la unidad de comando recibe estas precisas informaciones y por medio de ellas, modifica el suministro de combustible de acuerdo con las necesidades del motor.

## Sensor de temperatura del motor



- |                      |
|----------------------|
| 1 Conexión eléctrica |
| 2 Carcasa            |
| 3 Resistor NTC       |

Está instalado en el block del motor, en contacto con el líquido de enfriamiento.

Mide la temperatura del motor por medio del líquido.

Internamente posee una resistencia NTC, y su valor se altera de acuerdo con la temperatura del agua (líquido de enfriamiento).

La variación de resistencia varía también la señal recibida por la unidad de comando.

El volumen de combustible pulverizado también se modifica de acuerdo con esta señal.

Para la inyección, el sensor de temperatura se presenta como un componente de gran importancia.

Problemas en esta pieza podrán afectar el funcionamiento del motor. Necesita ser probado y reemplazado si necesario.

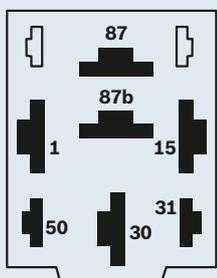
## Relé

El relé de comando es el responsable por mantener la alimentación eléctrica de la batería para la bomba de combustible y otros componentes del sistema.

Si ocurre un accidente, el relé interrumpe la alimentación de la bomba de combustible, evitando que la bomba permanezca funcionando con el motor apagado.

La interrupción ocurre cuando el relé no recibe más la señal de revoluciones, proveniente de la bobina de encendido.

Es un componente que cuando está dañado puede parar el motor del vehículo.



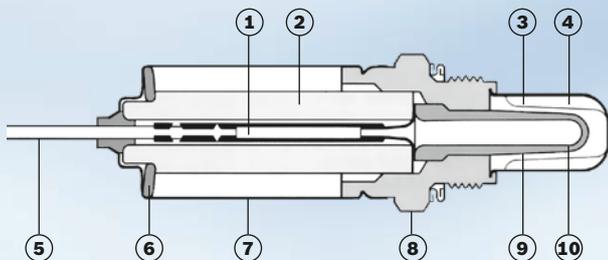
### Señal de entrada:

- 15 positivo llave encendido
- 1 señal de revoluciones (borne 1 de la bobina de encendido)
- 50 positivo que acciona el motor de arranque
- 31 tierra (masa)
- 30 positivo

### Señales de salida:

- 87b positivo que alimenta la bomba auxiliar y la bomba de combustible
- 87 positivo que alimenta el adicionador de aire, interruptor de la mariposa de aceleración, resistores de las válvulas de inyección, medidor de flujo de aire y unidad de comando

## Sonda lambda



- |                                 |                         |
|---------------------------------|-------------------------|
| 1 Elemento de contacto          | 6 Anillo de sello       |
| 2 Cuerpo cerámico de protección | 7 Carcasa               |
| 3 Cuerpo cerámico de la sonda   | 8 Sextavado de conexión |
| 4 Tubo protector                | 9 Electrodo (negativo)  |
| 5 Conexión eléctrica            | 10 Electrodo (positivo) |

La sonda lambda está instalada en el tubo de escape del vehículo, en una posición donde se logra la temperatura ideal para su funcionamiento, en todos los regímenes de trabajo del motor.

La sonda está instalada de una forma que un lado está permanentemente en contacto con los gases de escape, y otro lado en contacto con el aire exterior.

Si la cantidad de oxígeno en los dos lados no es igual, se producirá una señal eléctrica (tensión) que será enviada a la unidad de comando.

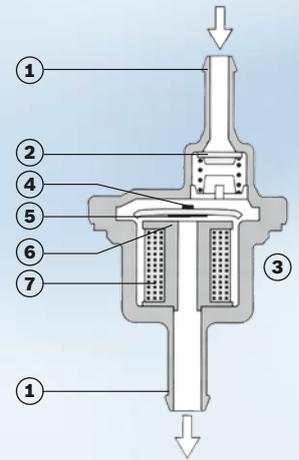
Por medio de esta señal enviada por la sonda lambda, la unidad de comando podrá variar el volumen de combustible pulverizado.

La sonda es un componente de mucha importancia para el sistema de inyección, y su mal funcionamiento podrá contribuir para la contaminación del aire.

## Válvula de ventilación del tanque



- 1 Conexión (mangueras)
- 2 Válvula de retención
- 3 Resorte
- 4 Elemento de sello
- 5 Diafragma
- 6 Asiento de sello
- 7 Bobina magnética



Esta válvula es un componente que permite que se reaprovechen los vapores del combustible contenidos en el tanque, impidiendo que salgan a la atmósfera.

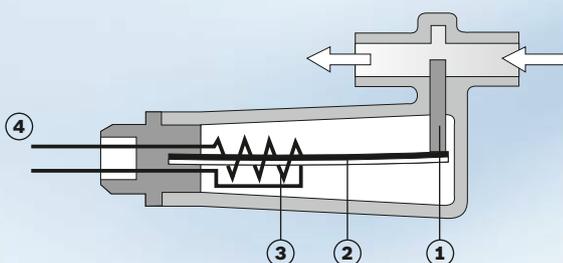
Estos vapores son altamente contaminantes y contribuyen para la contaminación ambiental.

La válvula de ventilación del tanque se controla por la unidad de comando, que determina el mejor momento

para el reaprovechamiento de estos vapores, de acuerdo con el régimen de funcionamiento del motor.

Este componente contribuye mucho para garantizar la eficiencia del sistema de inyección electrónica, haciendo el aire más puro.

## Adicionador de aire



- 1 Placa de restricción
- 2 Lámina
- 3 Calentamiento eléctrico
- 4 Conexión eléctrica

Funciona como el ahogador en los vehículos carburados, permitiendo el paso y una cantidad adicional de aire, lo que hará aumentar las revoluciones mientras el motor esté frío.

En el adicionador de aire, una placa de restricción comanda por medio de un resorte, el paso de aire.

Mientras el motor esté frío, el adicionador libera más paso de aire, lo que hace subir las revoluciones.

A medida que sube la temperatura del motor, el adicionador lentamente cierra el paso de aire, haciendo bajar las revoluciones hasta el régimen de ralentí.

La lámina se calienta eléctricamente, lo que limita el tiempo de apertura según el tipo de motor.

Si el motor cuando está frío presenta problemas para mantenerse funcionando, la avería puede estar en este componente.

## Actuador de ralentí

El actuador de ralentí funciona de forma semejante al adicionador de aire del sistema Le-Jetronic, pero con más funciones.

Garantiza un ralentí estable en el período de calentamiento y también lo mantiene independiente de las condiciones de funcionamiento del motor.

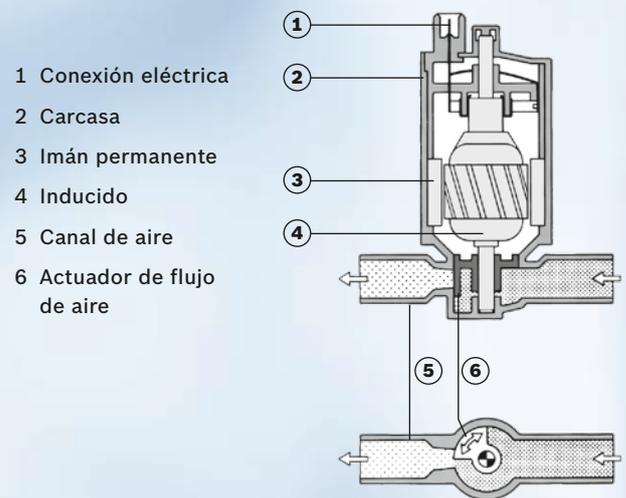
Internamente el actuador tiene dos imanes, un inducido, y en el inducido está fijado un disco de paleta que gira y controla un "by-pass" de aire, controlado por la unidad de comando.

Controlado por la unidad de comando, el inducido y el disco de paleta se mueven modificando el volumen de aire aspirado.

La variación se determina por las diferentes condiciones de funcionamiento momentáneo del motor.

La unidad de comando recibe, por medio de los sensores, informaciones que van a determinar la actuación del actuador de ralentí.

Manteniendo un ralentí estable.



# Componentes del sistema de alimentación de combustible

## Bomba eléctrica de combustible y módulo

El combustible es aspirado del tanque por una bomba eléctrica, que lo suministra bajo presión a un tubo distribuidor donde se encuentran las válvulas de inyección.

La bomba provee más combustible que lo necesario, para mantener en el sistema una presión constante en todos los regímenes de funcionamiento.

Lo que sea excedente retorna al tanque.

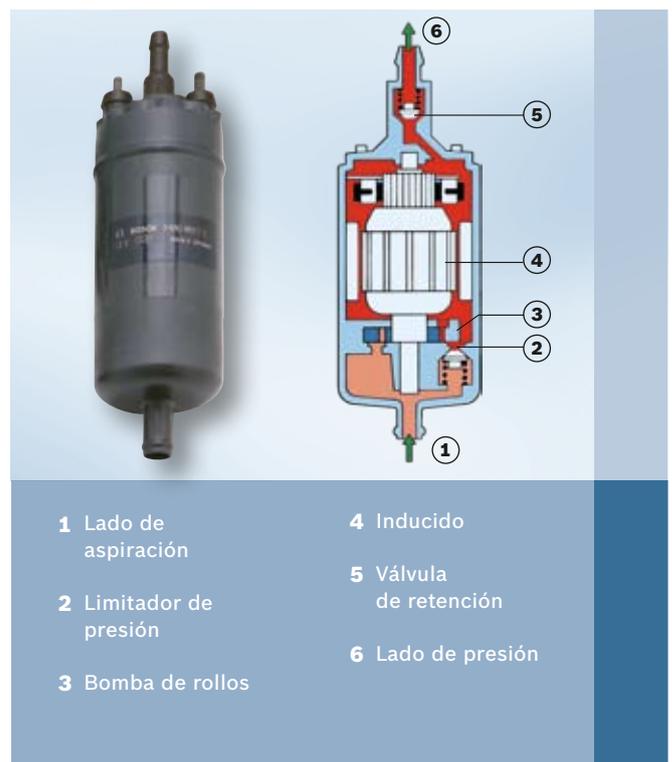
La bomba no presenta ningún riesgo de explosión, porque en su interior no hay ninguna mezcla en condiciones de combustión. En la bomba no hay mantenimiento, es una pieza sellada. Debe ser probada y reemplazada si necesario.

En el sistema Motronic, la bomba puede estar instalada dentro del tanque de combustible (bomba IN TANK). También, dependiendo del vehículo, está instalada fuera del tanque (IN LINE).

### Bomba de combustible IN LINE



### Bomba de combustible IN TANK



## Prefiltro



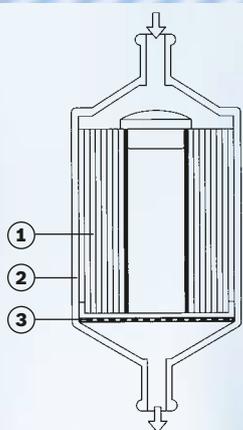
No olvidarse que también hay el prefiltro antes de la bomba

No reemplazarlo puede quemar (dañar) la bomba.

Bombas funcionando sin el prefiltro pueden aspirar impurezas contenidas en el combustible.

En ese caso se daña la bomba, y no hay garantías.

## Filtro de combustible



- 1 Elemento de papel
- 2 Malla
- 3 Soporte

Es lo que más se desgasta en el sistema. El filtro está instalado después de la bomba, reteniendo posibles impurezas contenidas en el combustible.

El filtro posee un elemento de papel, responsable por la limpieza del combustible, y después se encuentra una tela para retener posibles partículas del papel del elemento filtrante.

Este es el motivo principal que el combustible tenga una dirección indicada en la carcasa del filtro, y debe ser mantenida, de acuerdo con la flecha.

Es el componente más importante para la vida útil del sistema de inyección. Se recomienda cambiarlo a cada 20.000 km en promedio.

En caso de dudas consultar la recomendación del fabricante del vehículo con respecto al período de cambio.

En su mayoría, los filtros están instalados abajo del vehículo, cerca del tanque. Por no estar visible, su reemplazo muchas veces se olvida, lo que produce una obstrucción en el circuito.

El vehículo puede parar y dañar la bomba.

## Válvula de inyección

En los sistemas de inyección multipunto, cada cilindro utiliza una válvula de inyección que pulveriza el combustible antes de la válvula de admisión del motor, para que el combustible pulverizado se mezcle con el aire, produciendo la mezcla que resultará en la combustión.

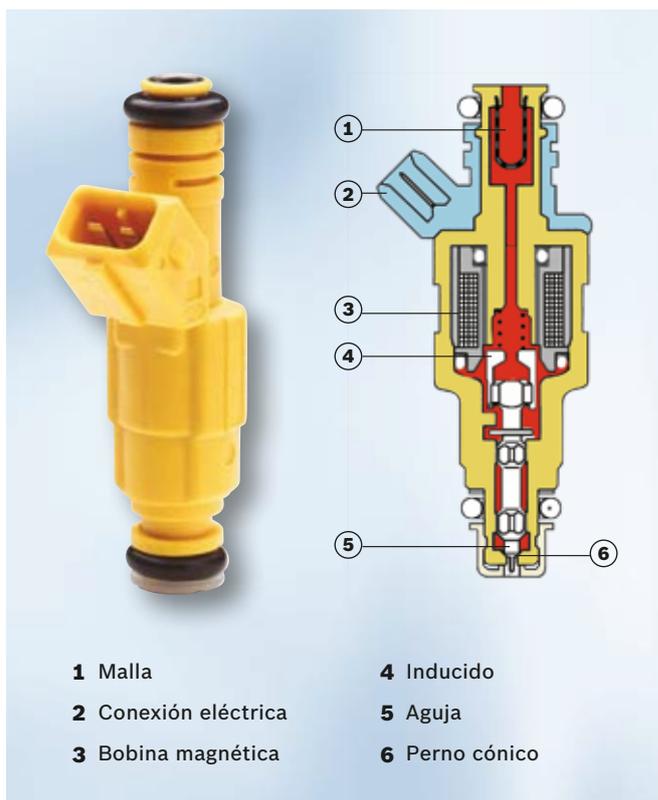
Las válvulas de inyección son comandadas electromagnéticamente, abriendo y cerrando por medio de impulsos eléctricos provenientes de la unidad de comando.

Para obtener la perfecta distribución del combustible, sin pérdidas por condensación, se debe evitar que el chorro de combustible toque en las paredes internas de la admisión.

Por lo tanto, el ángulo de inyección de combustible difiere de motor para motor, como también la cantidad de orificios de la válvula.

Para cada tipo de motor existe un tipo de válvula de inyección.

Como las válvulas son componentes de elevada precisión, se recomienda revisarlas regularmente.



- 1 Malla
- 2 Conexión eléctrica
- 3 Bobina magnética
- 4 Inducido
- 5 Aguja
- 6 Perno cónico

## Regulador de presión

El regulador mantiene el combustible bajo presión en el circuito de alimentación, incluso en las válvulas de inyección.

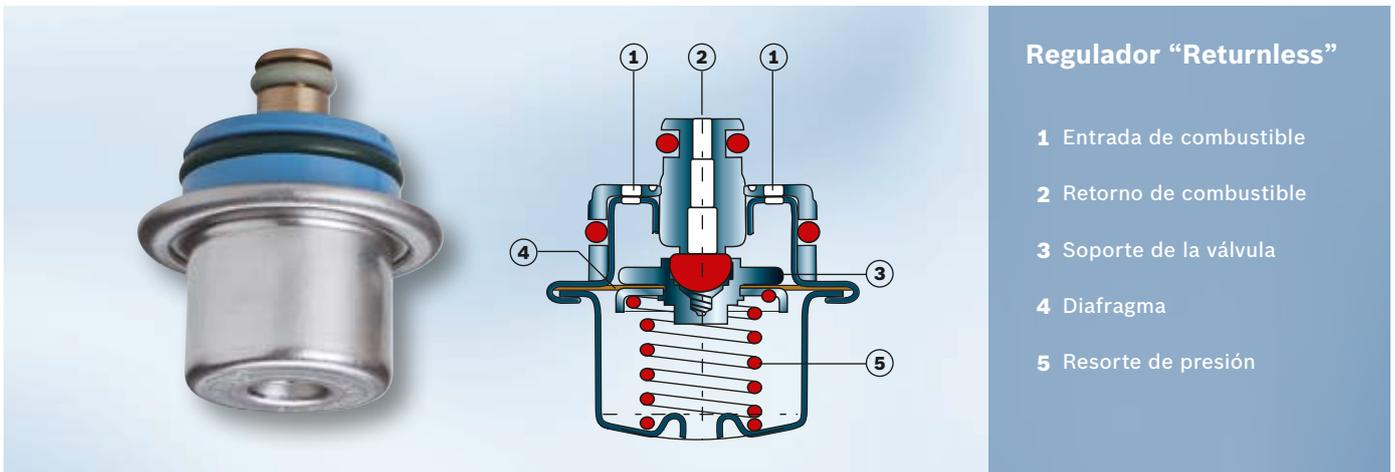
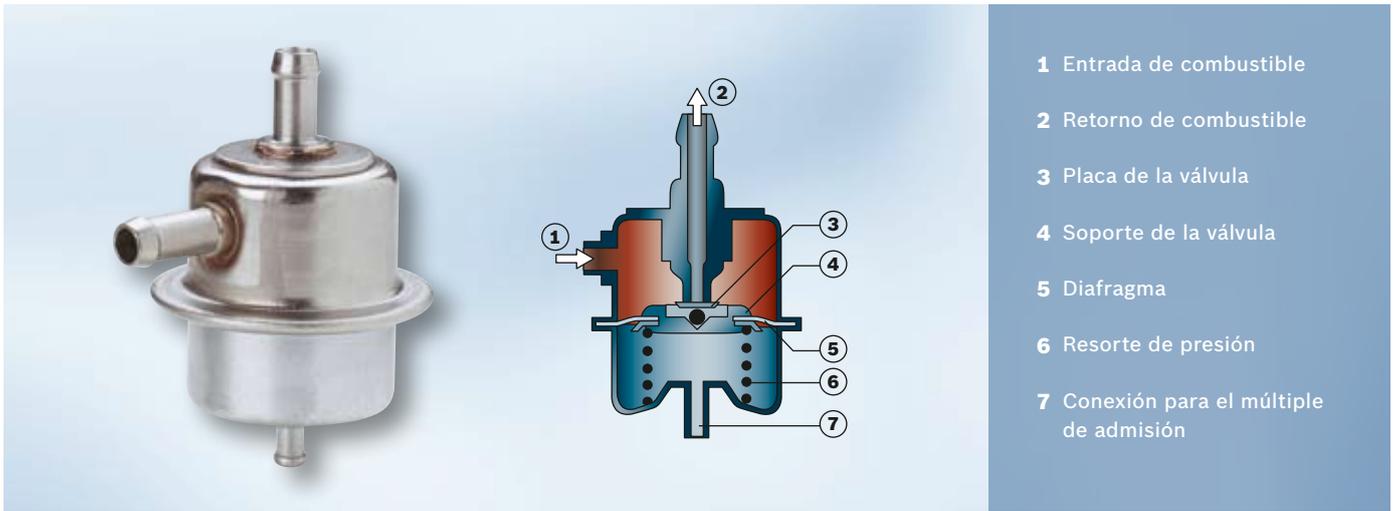
Instalado en el tubo distribuidor o en el circuito junto con la bomba, es un regulador con flujo de retorno.

Él garantiza presión uniforme y constante en el circuito de combustible, lo que permite que el motor tenga un funcionamiento perfecto en todos los regímenes de revoluciones.

Cuando se sobrepasa la presión, ocurre una liberación en el circuito de retorno. El combustible retorna al tanque sin presión.

Necesita ser probado por el mecánico, y reemplazado si necesario.

Si hay problemas en este componente, el motor tendrá su rendimiento comprometido.



# Pruebas del sistema de alimentación de combustible

Los componentes del sistema de alimentación (bomba, regulador de presión, filtros, etc.) están en constante contacto con el combustible, por lo tanto con mayor posibilidad de desgaste.

Se recomienda probarlos siempre que se hace mantenimiento en el vehículo.

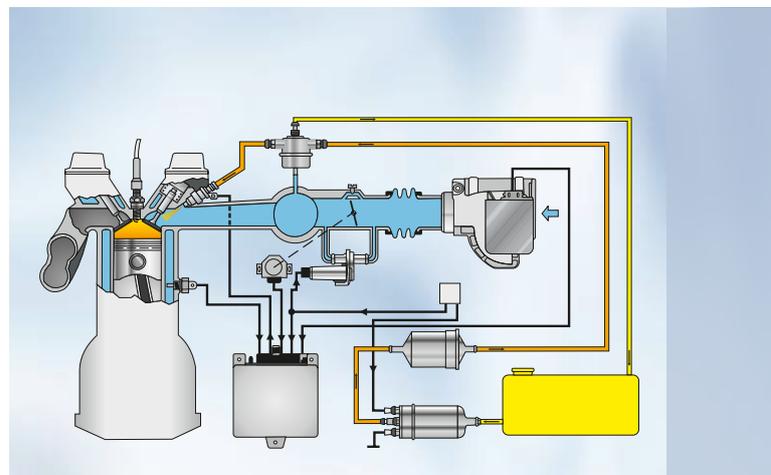
## Presión:

Una de las pruebas más importantes en el sistema de inyección es saber si la presión del combustible está de acuerdo a lo que el motor necesita; para eso se instala un manómetro en la línea de presión y se arranca el motor, haciendo que el combustible circule por el circuito de alimentación.

Para cada tipo o modelo de vehículo hay un valor de presión que determina el fabricante del vehículo junto con el fabricante del sistema de inyección electrónica, que se informa a través de una tabla de valores.

Hay países que utilizan la unidad de medida “bar”, otros utilizan libras por pulgada cuadrada (lb/pul<sup>2</sup>). 1 bar equivale a 14,2 lbs.

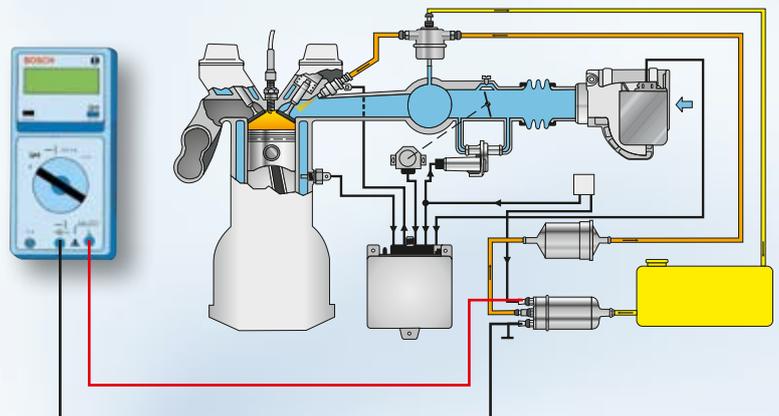
Normalmente en los vehículos multipunto (varios inyectores) la presión está alrededor de 3 bar (43 lbs), y en los monopunto (un solo inyector) 1 bar (14,2 lbs).



<b>Monopunto:</b>	<b>1 bar = 14,2 lbs</b>
<b>Multipunto:</b>	<b>3 bar = 43 lbs</b>

## ¿Y si la presión no alcanza los valores indicados?

- ▶ Medir si la bomba recibe la alimentación necesaria, (en voltios) que es la misma tensión de la batería (12...12,5 V)
- ▶ Si el valor es inferior a lo indicado, el problema puede estar en los cables o en el relé de la bomba.



Si la bomba recibe la alimentación adecuada y el valor de presión no alcanza lo que se indica, el problema puede estar en la propia bomba o en el regulador de presión. Para saber si es el regulador o la bomba hay varias formas de probarlos, dependiendo del sistema que trae el vehículo.

En sistemas de inyección con el regulador instalado en una de las extremidades del tubo distribuidor, con el motor funcionando, se interrumpe el tubo de retorno, puede ser con una pinza o con las manos doblando la manguera por algunos instantes.

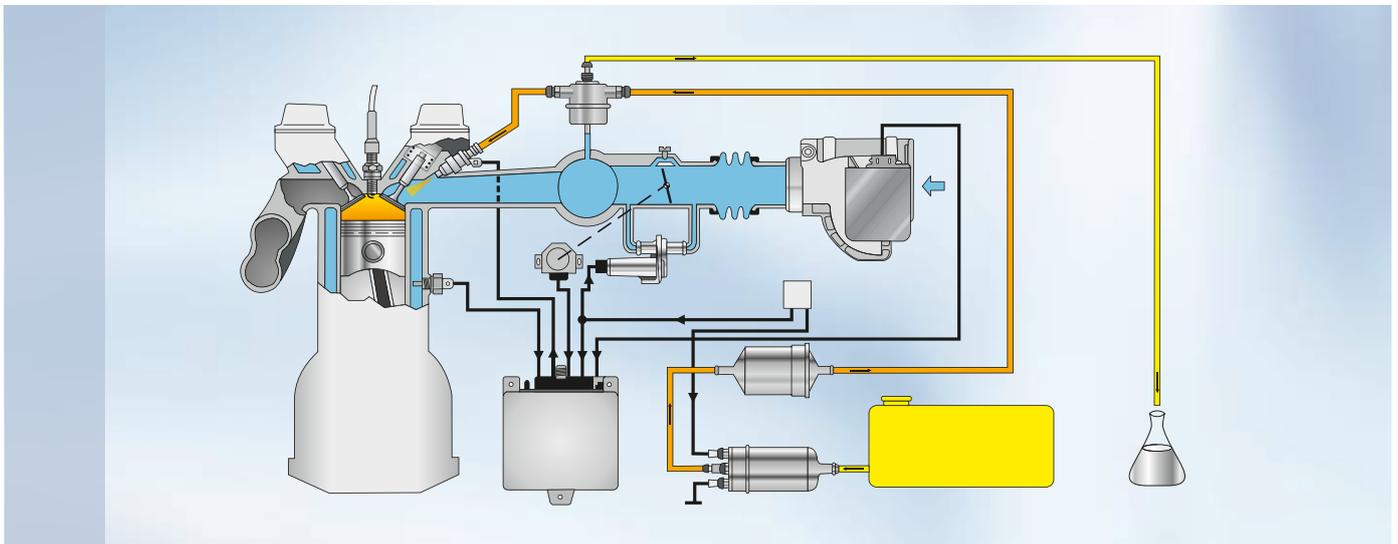
En ese momento, observar el manómetro; si la presión aumenta es señal de que la falla es en el regulador, pues la bomba produce presión, es el regulador que no está permitiendo que se alcance la presión que el sistema necesita.

Importante saber que el regulador posee internamente un resorte y un diafragma que están en constante contacto con el combustible y es normal que según pasa el tiempo y muchos kilómetros, ellos se deterioren y es necesario cambiarlos.

Normalmente en los reguladores Bosch la presión del sistema viene grabada en el regulador para facilitar la identificación, pero siempre se recomienda consultar el catálogo de partes, justamente para evitar aplicaciones incorrectas.



## Caudal:

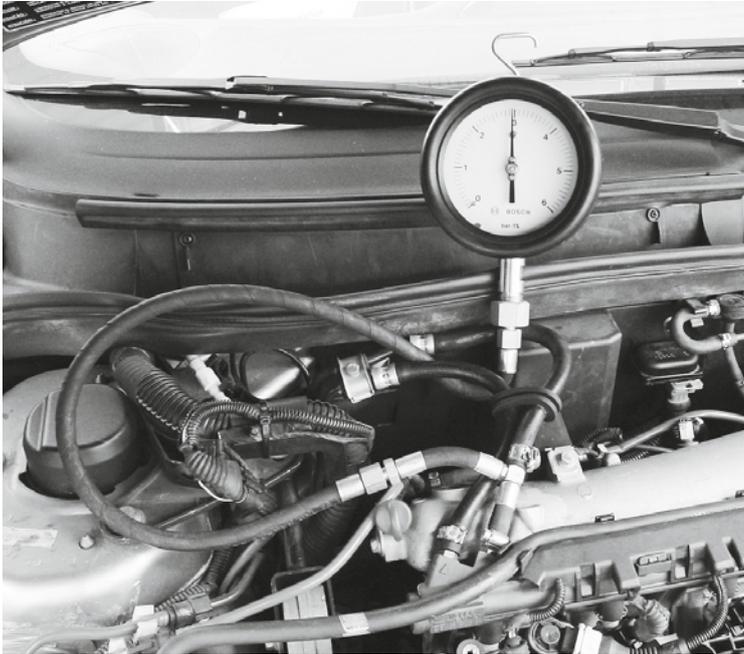


Importante también es saber si la bomba envía combustible en cantidad suficiente para proveer el motor en todas las fases de funcionamiento, desde ralentí hasta plena carga (revoluciones máximas).

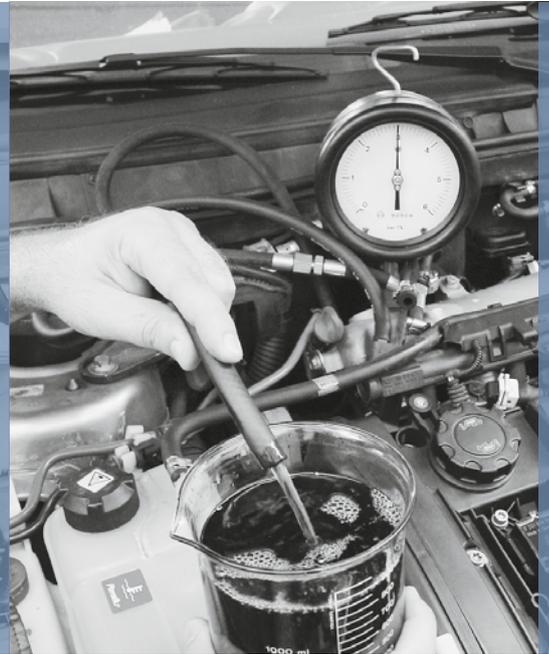
Y eso se comprueba a través de la medición de caudal (volumen). La prueba de caudal nos da la seguridad en afirmar si el motor recibe todo el volumen de combustible que necesita en todos los regímenes de funcionamiento.

**Monopunto: 500 cm<sup>3</sup> / 30 seg. (1/2 litro)**  
**Multipunto: 800 cm<sup>3</sup> / 30 seg. (3/4 litro, mín.)**

**Las pruebas de presión y caudal son importantes para averiguarse como está el circuito de alimentación de combustible.**



Medición de presión



Medición de caudal



Medición de presión y caudal al mismo tiempo

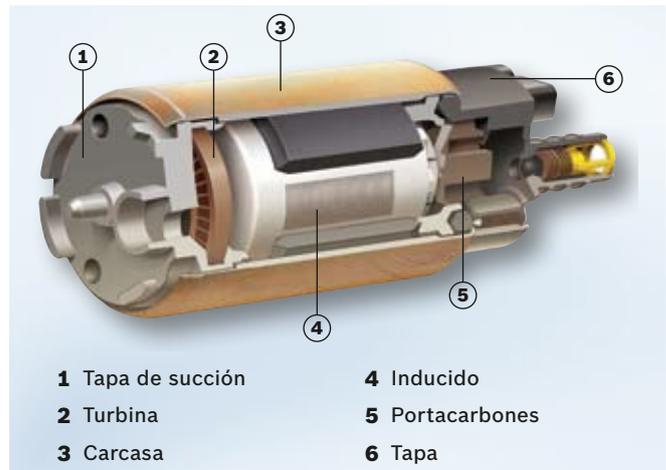


## Medición de corriente:

El objetivo de esta prueba es medir la corriente consumida por la bomba. A través de esa medición se puede detectar si la bomba posee algún problema interno, como desgaste, suciedad, etc...

Puede ocurrir que la bomba tenga buena presión y caudal, pero eso no es suficiente para afirmar que ella está en excelentes condiciones, si no realizamos la medición de corriente consumida.

En el interior de la bomba hay un pequeño motor eléctrico de corriente continua. Ese motor para funcionar necesita ser “alimentado” con corriente de batería, y ese consumo se mide en amperios.



Para la medición se utiliza la escala de amperios, indicada por la letra “A” del multímetro.

- ▶ Con el motor apagado se desconecta el conector del relé.
- ▶ Se conectan los cables del multímetro en los conectores (30 + 87b).
- ▶ En ese momento la bomba empieza a funcionar, presionando el combustible y consumiendo corriente de la batería que estará circulando a través del multímetro.
- ▶ Si la corriente está por encima de lo recomendado, eso indica que la bomba puede tener alguna avería interna, o el circuito de combustible tiene obstrucción, como:
  - Filtro tapado (saturado)
  - Manguera doblada
  - Prefiltro obstruido
  - etc.



## Ejemplo:

	Tubo de salida con Punta estriada			
	0 580 453 471	0 580 453 481	0 580 453 482	0 580 453 490
Tensión de alimentación	12 V	12 V	12 V	12 V
Consumo de corriente	máximo 5,8 A	máximo 8,5 A	máximo 4,0 A	máximo 5,8 A
Presión del sistema	2,7 ... 3 bar	3,6 ... 4 bar	0,9 ... 1 bar	2,7 ... 3 bar

# Pruebas del sistema electro/electrónico

Para probar correctamente los sensores y actuadores de los sistemas de inyección electrónica, se recomienda la utilización de equipos adecuados, como escáneres, osciloscopios, analizador de motores, etc.

Pero con el multímetro se pueden hacer algunas pruebas preliminares, siempre recordando que existen equipos especiales para esa finalidad.

## Válvula de inyección

### Valores de resistencia de las válvulas de inyección, medidos en temperaturas entre 15 y 30 °C

- ▶ **1,3  $\Omega$   $\pm$  10%**
  - 0 280 150 071
- ▶ **1,75  $\Omega$   $\pm$  10%**
  - 0 280 150 698
- ▶ **2,4  $\Omega$   $\pm$  10%**
  - 0 280 150 ... 825/935/936/069
- ▶ **12,0  $\Omega$   $\pm$  10%**
  - 0 280 150 464
  - 0 280 155 ... 763/812/813/835/836/929/930
  - 0 280 156 ... 054/055
- ▶ **14,5  $\Omega$   $\pm$  10%**
  - 0 280 150 ... 452/974/981/982
  - 0 280 155 ... 753/754/769/770/786/816/821/822/884/885/888/889/905/026/966/978/979/989/991/992
  - 0 280 156 ... 016/018/020/024/034/038/039/056/076/077/080/081/085/086/090/096/097
- ▶ **15,9  $\Omega$   $\pm$  10%**
  - 0 280 150 ... 427/747/962/972/975/993



## Medidor de flujo de aire (caudalímetro)



Con el voltímetro, medir la tensión entre los terminales:

3 y 4

valor = 5 V

2 y 4 – Con la palanca sensora cerrada

valor = 0,1 ... 0,3 V

2 y 4 – Con la palanca sensora abierta la tensión mínima

valor = 4,2 V

4 y 5 – Medir la resistencia entre los terminales

valor = 1450 ... 3300  $\Omega$

## Potenciómetro de la mariposa



Medir la tensión entre los terminales:

1 y 2

valor = 5 V

1 y 3 – Con la mariposa cerrada

valor = 0,12 ... 1,22 V

1 y 3 – Con la mariposa abierta tensión mínima

valor = 3,9 V

## Sensor de temperatura del motor



Medir la resistencia entre los terminales:

15 ... 30 °C

valor = 450 ... 3300  $\Omega$

Temperaturas superiores a 80 °C

valor = 280 ... 360  $\Omega$

## Actuador de ralentí

Con el ohmiómetro medir la resistencia entre los terminales

valor =  $8 \Omega$

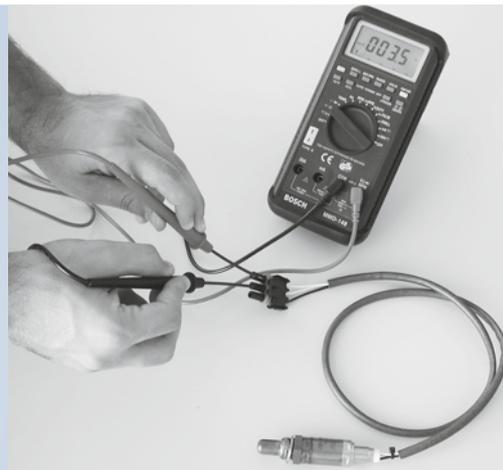


## Sonda lambda

Condiciones para prueba:

- Motor en temperatura normal de funcionamiento
- Revoluciones de ralentí

1. Con el voltímetro, valor de tensión debe oscilar entre 0 ... 1 V
2. Medir la resistencia de calentamiento valor = 1 ... 15  $\Omega$



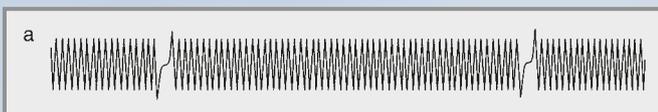
## Sensor de revoluciones

Medir la resistencia entre los terminales

valor = 400 ... 800  $\Omega$  (15 ... 30 °C)

Para pruebas más exactas se necesita la utilización del osciloscopio.

Señal generada por el sensor de revoluciones

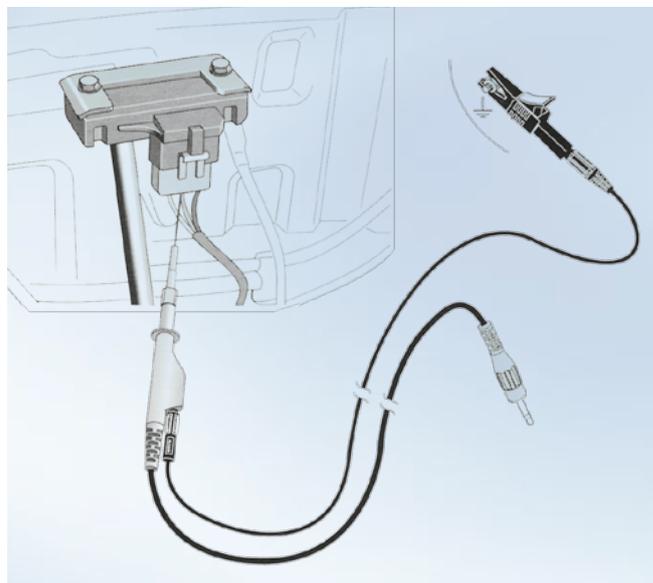


# Sensores – oscilogramas

## Sensor de presión absoluta en el colector (MAP)

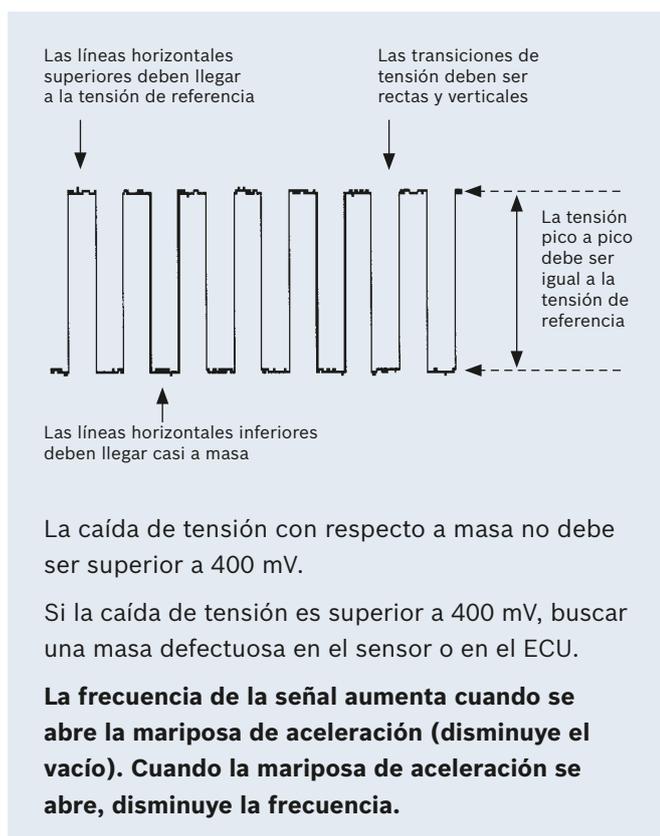
El sensor de presión absoluta en el colector proporciona una señal eléctrica al ECU que representa la carga del motor. Este dato, en forma de una onda cuadrada modulada en frecuencia o un nivel de tensión (dependiendo del fabricante), es utilizado por el ordenador para modificar la mezcla de combustible y otras salidas.

Cuando el motor está sometido a una carga elevada se produce una presión alta y cuando la carga es muy pequeña se produce una presión baja (alto vacío en la admisión). Un sensor MAP defectuoso puede afectar a la relación entre aire y combustible cuando el motor se acelera y desacelera. Desempeña la misma función básica que una válvula de potencia en un carburador. De esa forma, puede tener algún efecto en la regulación del encendido y en otras salidas del ordenador.

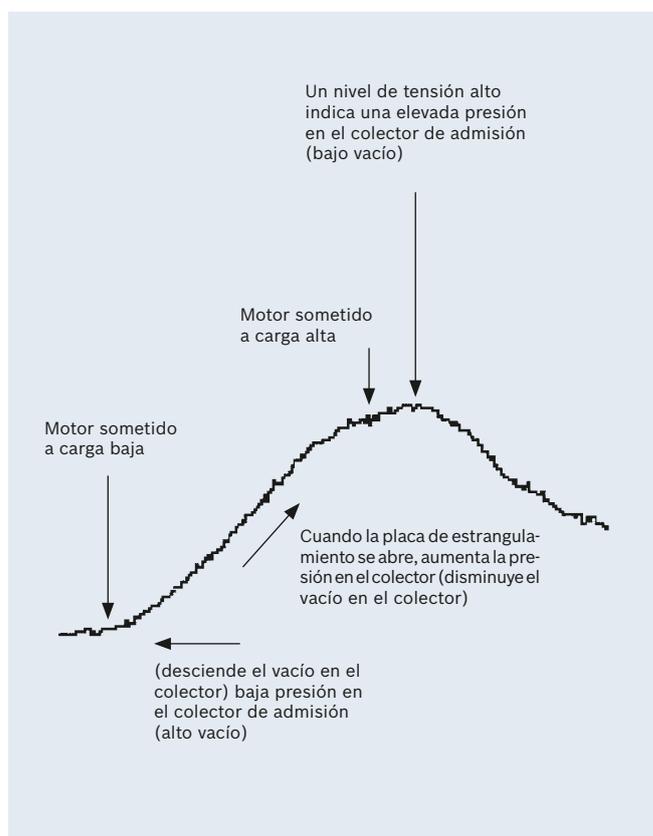


Prueba de un sensor MAP

## Sensor de presión absoluta en el colector (MAP) digital



## Sensor de presión absoluta en el colector (MAP) analógico



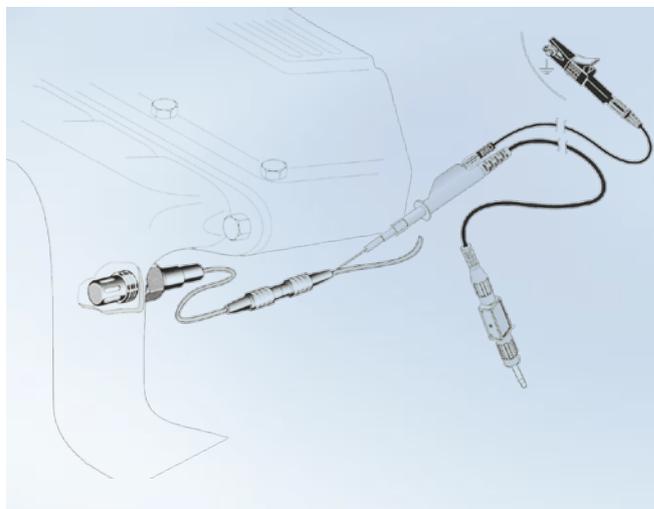
## Sonda lambda (Sensor de oxígeno)

### O<sub>2</sub> – Bióxido de circonio y Bióxido de titanio

Un sensor de oxígeno proporciona una tensión de salida que representa la cantidad de oxígeno en los gases de escape. La tensión de salida es utilizada por el sistema de control para ajustar la cantidad de combustible suministrado al motor.

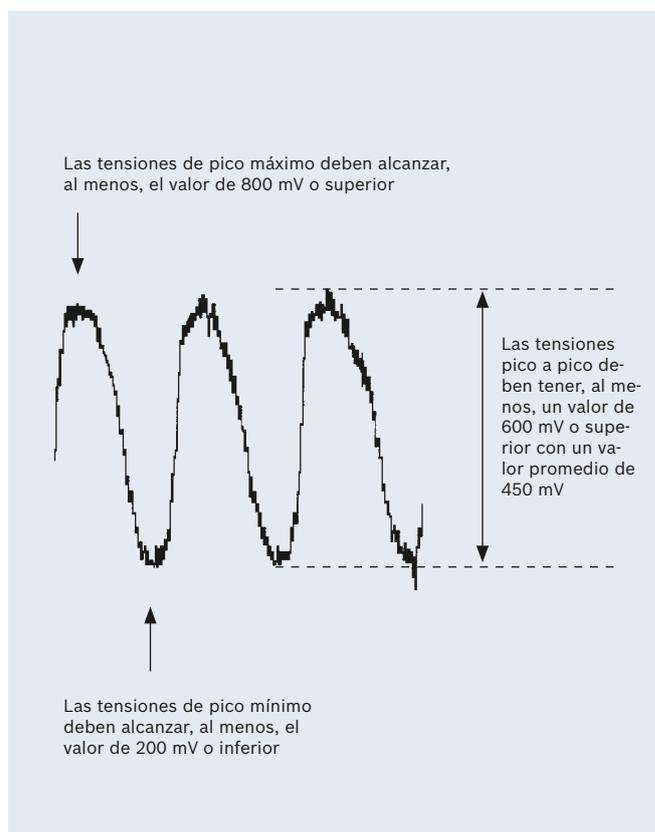
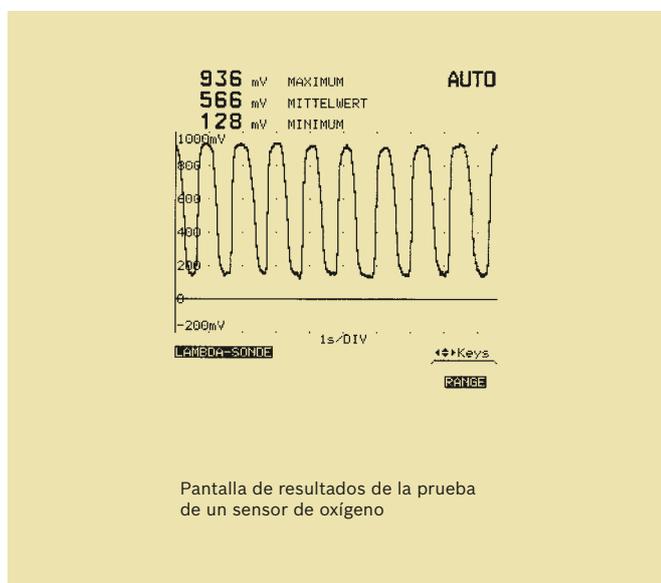
El sensor de oxígeno de tipo de bióxido de circonio actúa como una batería, proporcionando alta tensión de salida (resultante de una situación rica) y baja tensión de salida (que indica una situación pobre).

El sensor de bióxido de titanio, utilizado en algunos vehículos, cambia su resistencia cuando cambia el contenido de oxígeno de los gases de escape. Este hecho se traduce en una baja tensión de salida (producto de una situación rica) y una alta tensión de salida (producto de una situación pobre).



Prueba de un sensor de oxígeno

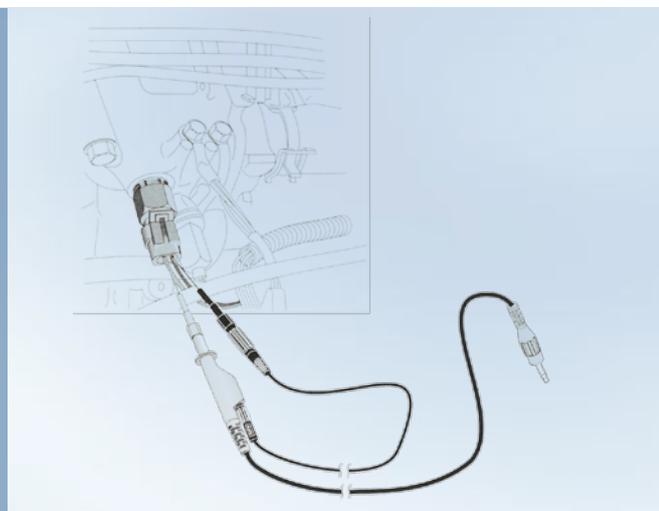
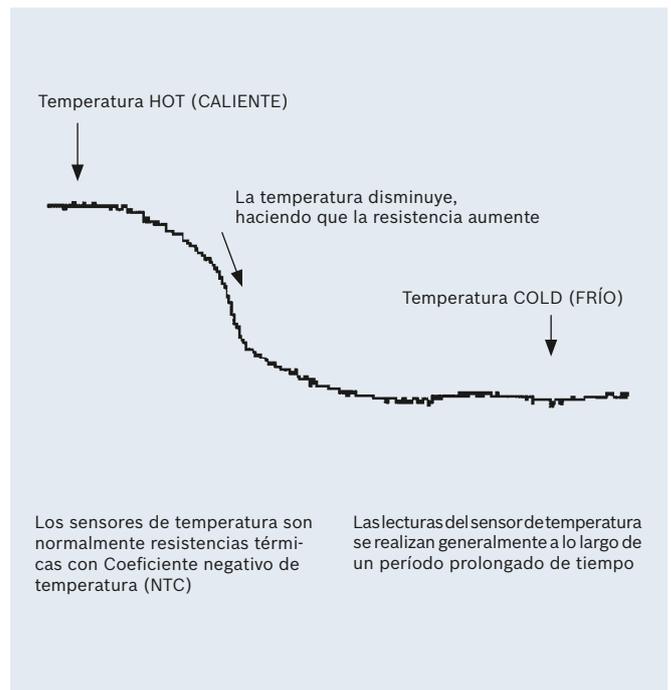
### Sensor de oxígeno – Bióxido de circonio



## Sensor de temperatura – Sensor de temperatura del refrigerante y Sensor de temperatura del aire de admisión

La mayoría de los sensores de temperatura son resistencias térmicas con un Coeficiente negativo de temperatura (NTC), consistiendo en un elemento resistivo fabricado con un material semiconductor. La resistencia eléctrica varía enormemente y de un modo predecible cuando varía la temperatura. La resistencia de la resistencia térmica NTC se reduce cuando aumenta la temperatura, y su resistencia aumenta cuando disminuye la temperatura.

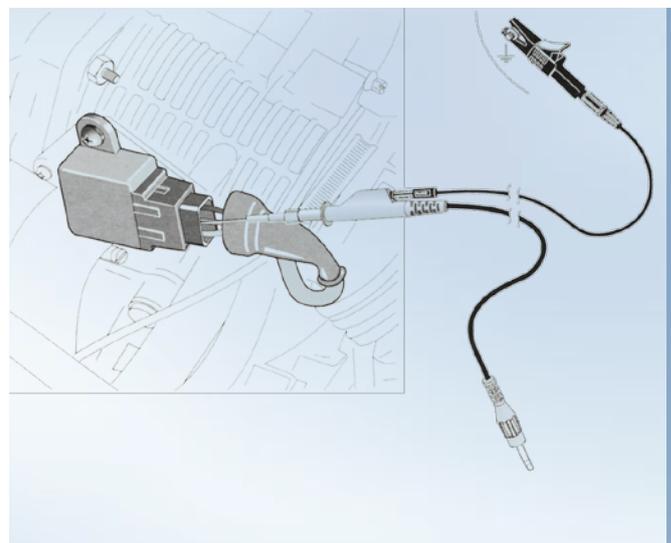
### Sensores de temperatura del aire de admisión y del refrigerante – Resistencias térmicas NTC



Prueba de un sensor de temperatura

## Sensor de posición de la mariposa de aceleración (TPS) tipo potenciómetro y tipo con interruptor

Los sensores de posición de la mariposa de aceleración (TPS) son una fuente normal de fallas en los ordenadores de abordo actuales. Algunas personas ven en el TPS una alternativa a una bomba de acelerador en el cuerpo de la mariposa de aceleración de motores con inyección de combustible mediante lumbreras, pero es mucho más que eso. Un TPS indica al ordenador de abordo la extensión de la apertura de la mariposa de aceleración, si está abierta o cerrada y con qué velocidad. Cuando la resistencia del TPS varía, también lo hace la señal de tensión de retorno al ordenador.



Prueba de un sensor de posición de la mariposa de aceleración (Prueba de tensión en circuito)

### Sensor de tipo potenciómetro

Los sensores de posición variable proporcionan un nivel de tensión de corriente continua que varía cuando se mueve el brazo del elemento resistivo variable (potenciómetro). Un TPS es simplemente un elemento resistivo variable conectado al eje de la mariposa de aceleración. La tensión de corriente continua conectada al eje de la mariposa de aceleración. La tensión de corriente continua variable se utiliza como entrada al módulo de control electrónico.

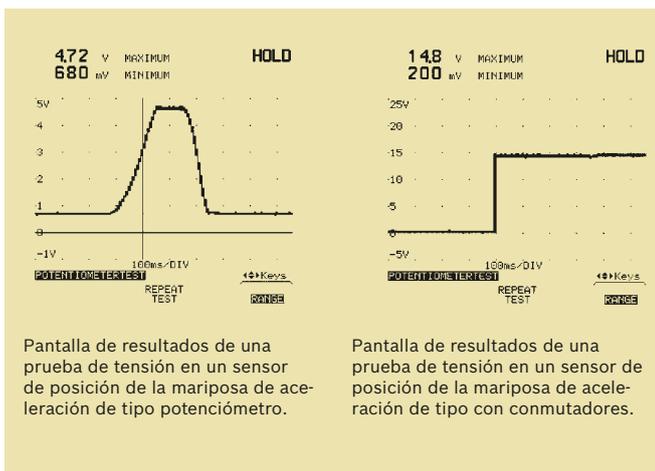
### Tipo de sensor con interruptores

Algunos fabricantes utilizan interruptores para determinar la posición de la mariposa de aceleración. La señal enviada al ECU desde este interruptor indica al ECU que controle la velocidad al ralentí (interruptor cerrado, mariposa de aceleración cerrada) o que no controle la velocidad al ralentí (interruptor abierto porque el conductor ha movido el varillaje de mando de la mariposa de aceleración desde la posición de cierre). Otro interruptor se cierra para indicar al ECU que la mariposa de aceleración está totalmente abierta.

El sensor de posición lineal de la mariposa de aceleración está montado en el eje de la misma y tiene dos contactos móviles que se desplazan a lo largo del mismo eje que la válvula reguladora. Uno de los contactos se utiliza para el ángulo de apertura de la mariposa de aceleración y el otro para la señal de la mariposa de aceleración cerrada. Asegúrese de que se realiza el control de los cables correctos para determinar un sensor con un funcionamiento defectuoso.

### Prueba de la tensión de corriente continua desde el sensor de posición de la mariposa de aceleración.

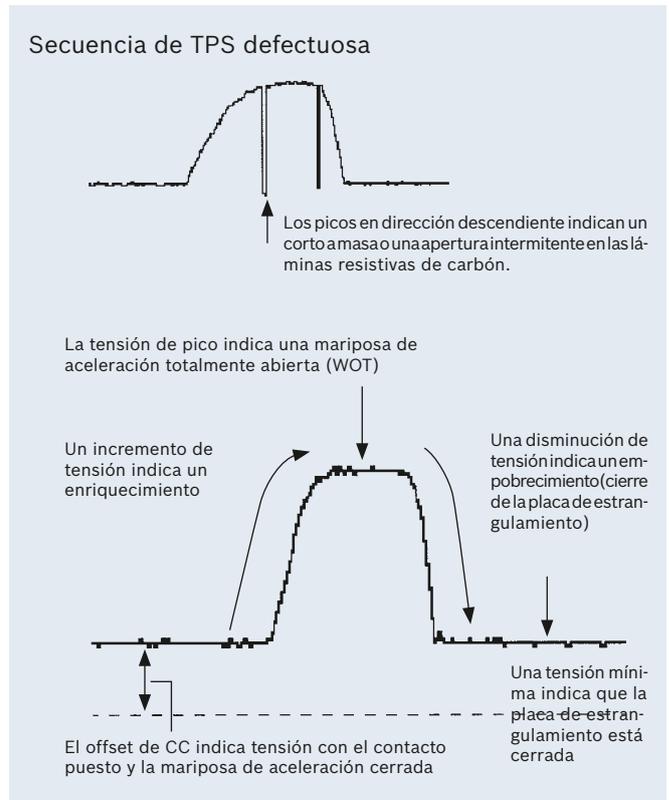
Es una prueba en circuito (ningún elemento desconectado) realizada al sensor de posición de la mariposa de aceleración para medir la tensión de corriente continua suministrada.



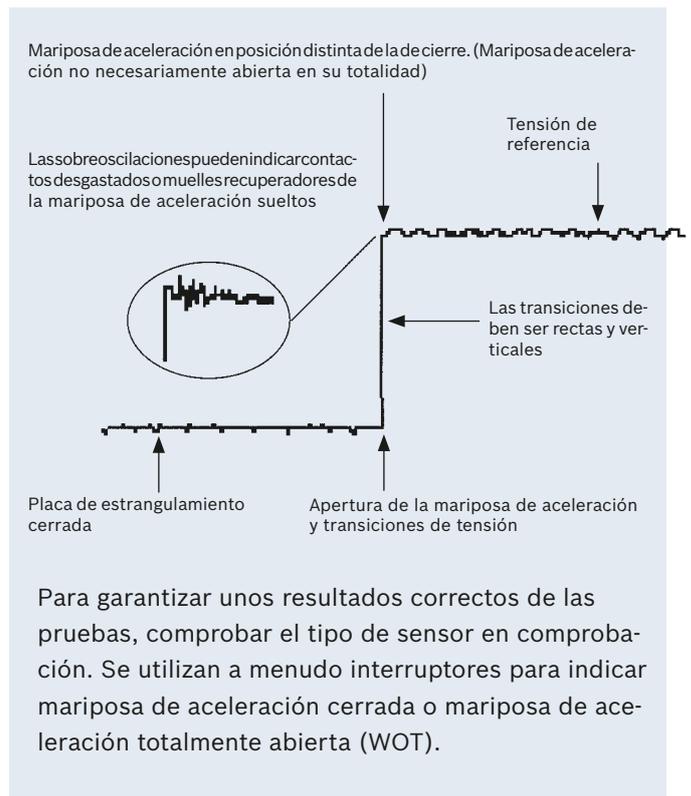
Pantalla de resultados de una prueba de tensión en un sensor de posición de la mariposa de aceleración de tipo potenciómetro.

Pantalla de resultados de una prueba de tensión en un sensor de posición de la mariposa de aceleración de tipo conmutadores.

## Sensor de posición de la mariposa de aceleración (Potenciómetro)



## Sensor de posición de la mariposa de aceleración – Tipo con interruptores



Para garantizar unos resultados correctos de las pruebas, comprobar el tipo de sensor en comprobación. Se utilizan a menudo interruptores para indicar mariposa de aceleración cerrada o mariposa de aceleración totalmente abierta (WOT).

# Sensor de posición del cigüeñal/eje de levas (CPS)

## Sensores de efecto Hall, magnéticos y ópticos

Los sensores magnéticos (sensores de reluctancia variable) no requieren una conexión de alimentación independiente. Tienen dos cables de conexión apantallados para la bobina de imán fijo. Se inducen pequeñas tensiones de señal cuando los dientes de una rueda de disparo pasan a través del campo magnético de este imán fijo y la bobina. La rueda de disparo es de un acero de baja reluctancia magnética.

El sensor de posición del cigüeñal (CPS), el sensor de antibloqueo de frenos (ABS) y el sensor de velocidad del vehículo (VSS) son ejemplos de sensores de reluctancia variable. La tensión de salida y la frecuencia varían en función de la velocidad del vehículo.

En un sensor de efecto Hall, se hace pasar una corriente a través de un semiconductor que está situado en las proximidades de un campo magnético variable. Estas variaciones pueden ser producidas por el giro de un cigüeñal o la rotación de un eje del distribuidor.

Los sensores de efecto Hall se utilizan en sensores de posición del cigüeñal y distribuidores. La amplitud de la tensión de salida es constante; la frecuencia cambia cuando varían las rpm.

Los sensores ópticos utilizan un disco giratorio que separa unos LED de unos captorees ópticos. Pequeñas aberturas o ranuras practicadas en el disco giratorio permiten que la luz procedente de los LED excite los captorees ópticos. Cada vez que una ranura se alinea con los LED y los captorees ópticos, el captor envía un impulso.

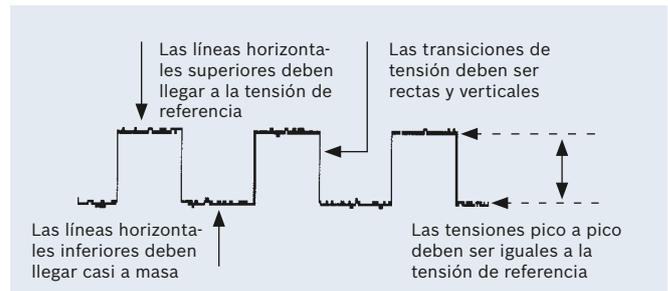
Las variaciones de tensión resultantes pueden utilizarse a continuación como señal de referencia para otros sistemas. La amplitud de tensión de salida es constante; la frecuencia varía en función de las rpm.

Un sensor de leva se instala generalmente en lugar del distribuidor de encendido. El sensor envía impulsos eléctricos al módulo de la bobina y proporciona datos de la posición de la válvula y del eje de levas.

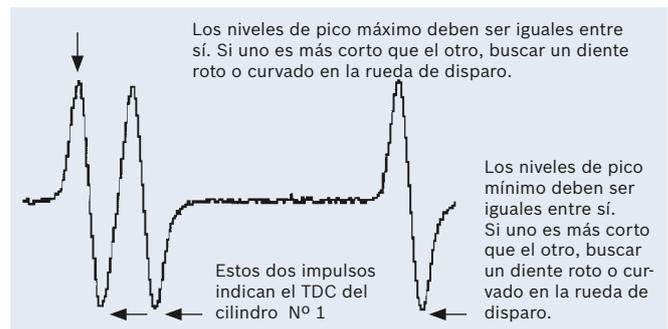


Prueba de un sensor magnético de posición del cigüeñal

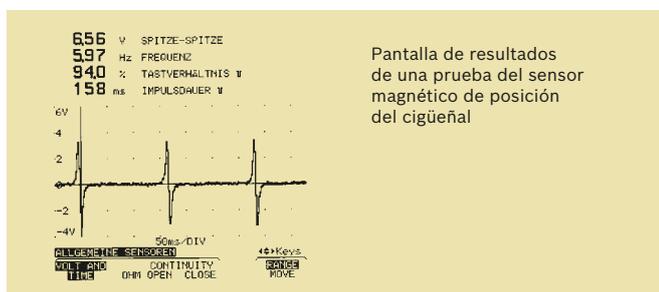
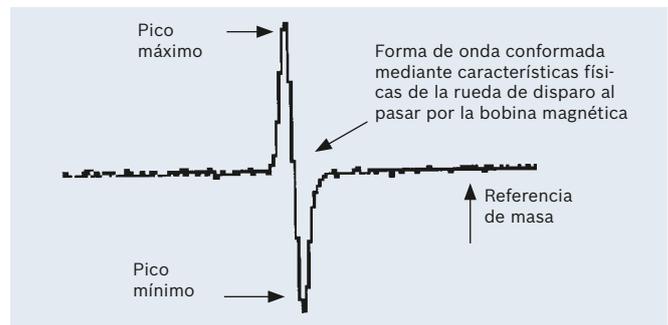
### Sensor de posición del cigüeñal (Efecto Hall)



### (Magnético)



### Sensor de posición del eje de levas



# Sensor de velocidad del vehículo (VSS)

## Magnético, Efecto Hall, y Óptico

La señal de salida del VSS es directamente proporcional a la velocidad del vehículo. El ECU controla la sujeción del embrague del convertidor del par motor, los niveles de desviación de transmisión electrónica, y otras funciones de esta señal. Existen tres tipos principales de sensores que se utilizan para el sensor de velocidad del vehículo: magnético, de efecto Hall y óptico.

Los sensores de reluctancia variable (magnéticos) no requieren una conexión de alimentación independiente y tienen dos cables de conexión para la bobina de imán fijo. Son inducidas pequeñas tensiones de señal cuando los dientes de una rueda de disparo, fabricada de acero de baja reluctancia magnética, pasan a través del campo magnético de un imán fijo y una bobina.

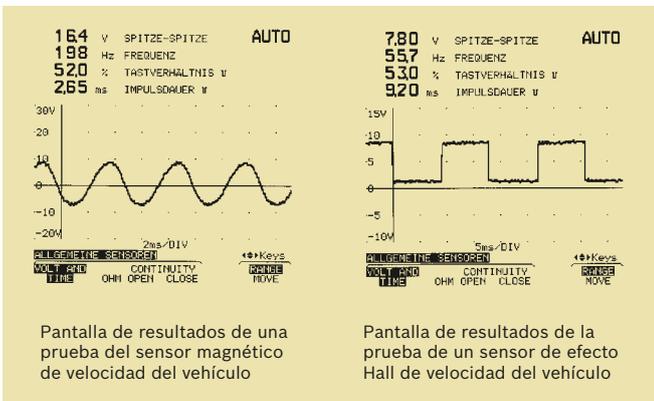
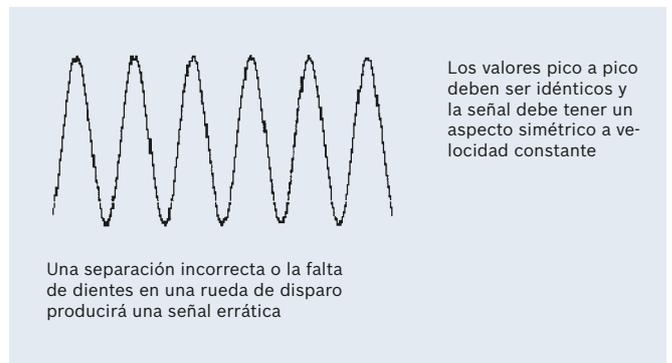
Los sensores ópticos utilizan un disco giratorio que separa unos LED de unos captosres ópticos. Pequeñas aberturas o ranuras practicadas en el disco giratorio permiten que la luz procedente de los LED excite los captosres ópticos. Cada vez que una ranura se alinea con los LED y los captosres ópticos, el captor envía un impulso.

### Sensor de velocidad del vehículo (Magnético)

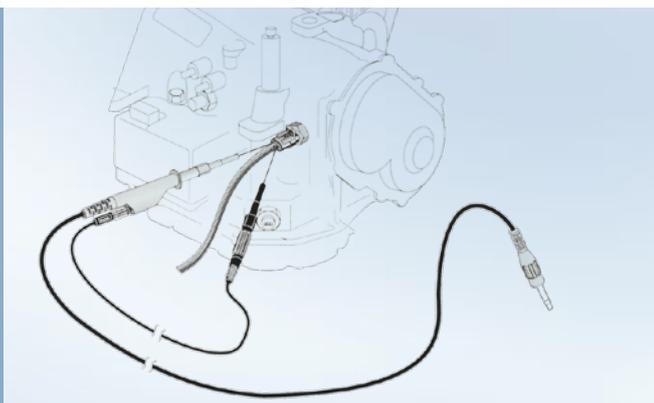
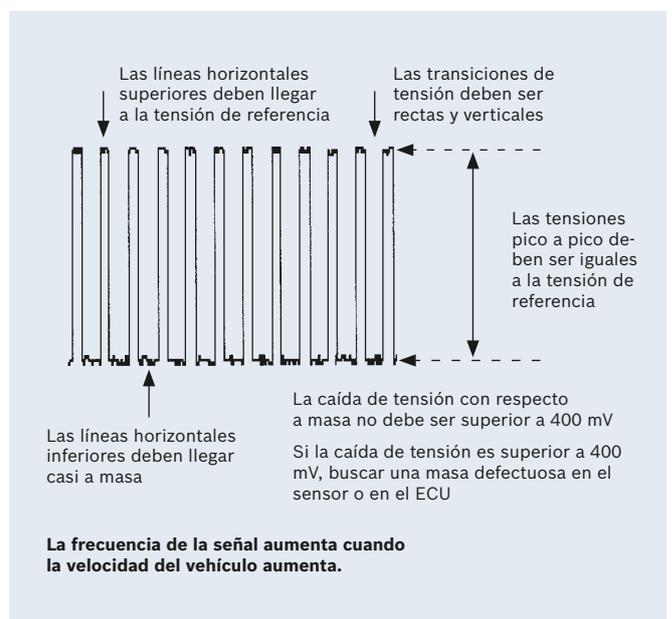
Si la amplitud es baja, busque una separación excesiva entre la rueda de disparo y el captor.

Si la amplitud fluctúa, busque un eje o rueda de disparo curvados.

Si una de las oscilaciones aparece distorsionada, busque un diente curvado o con desperfectos en la rueda de disparo.



### Sensor de velocidad del vehículo (Óptico)



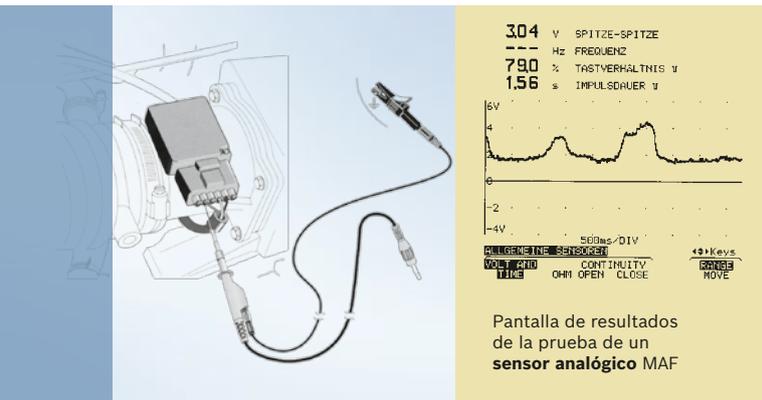
Prueba de un sensor de velocidad del vehículo

## Sensores de caudal de aire

### Sensor analógico de caudal másico de aire (MAF)

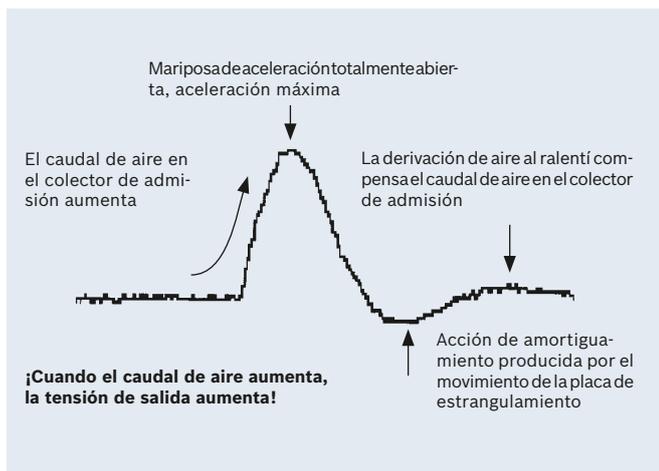
Este sensor de caudal másico de aire utiliza un elemento sensible basado en una hoja metálica calentada para medir el caudal de aire que entra en el múltiple de admisión. El elemento sensible es calentado a una temperatura de 77 °C (170 °F), aproximadamente, por encima de la temperatura del aire de entrada.

Cuando el aire circula sobre el elemento sensible, enfría el elemento, provocando un descenso de la resistencia. Este hecho produce un correspondiente aumento de la corriente, haciendo que disminuya la tensión de alimentación. Esta señal es apreciada por el ECU como una variación de la caída de tensión, (un aumento del caudal de aire produce un aumento de la caída de tensión) y se utiliza como una indicación del caudal de aire.



#### Prueba de un sensor analógico MAF

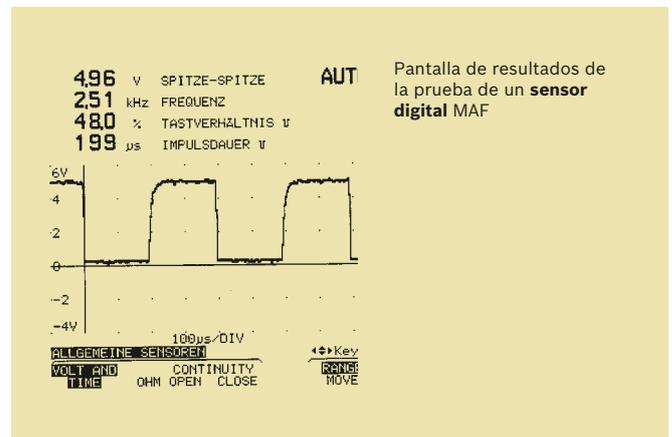
### Medidor de caudal másico de aire (an.)



### Sensor digital de caudal másico de aire

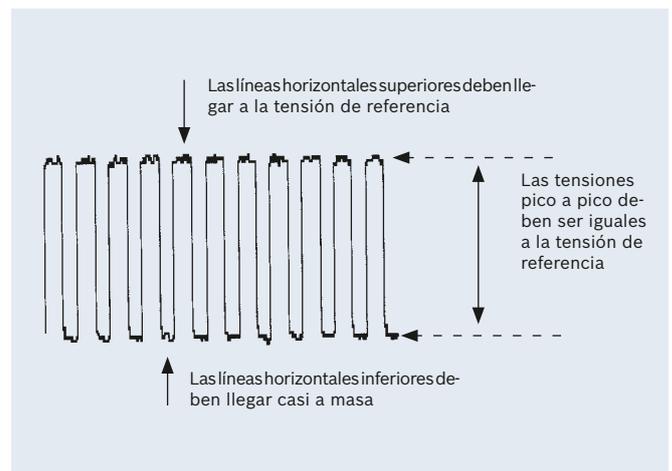
Este tipo de sensor de caudal de aire recibe una señal de referencia de 5 voltios procedente de la unidad de control electrónico y devuelve una señal de frecuencia variable que es equivalente a la masa de aire que entra en el motor. La señal de salida es una onda cuadrada, con una amplitud fija a 0 y 5 voltios.

La frecuencia de la señal varía desde 30 hasta 150 Hz aproximadamente. Una baja frecuencia equivale a un bajo caudal de aire; una alta frecuencia equivale a un alto caudal de aire.



### Sensor de caudal másico de aire (dig.)

La caída de tensión respecto a tierra no debe superar el valor de 400 mV. Si la caída de tensión es superior a 400 mV, busque una masa defectuosa en el sensor o en el ECU. La frecuencia de la señal aumenta cuando el caudal de aire a través del sensor aumenta.



# Sensores de caudal de aire

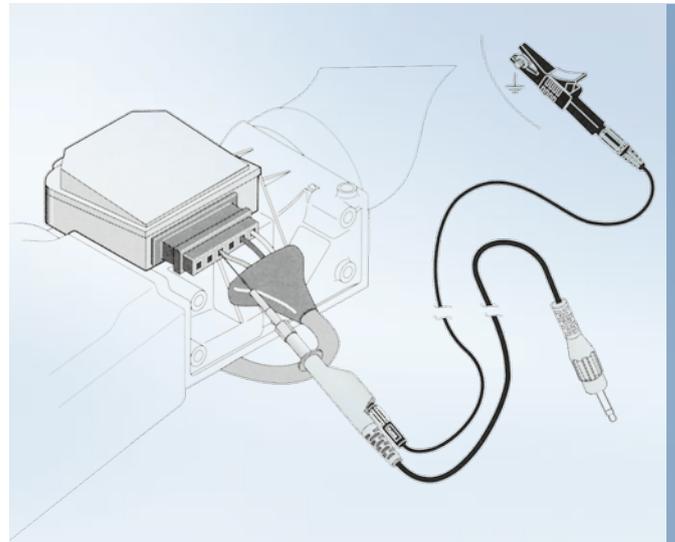
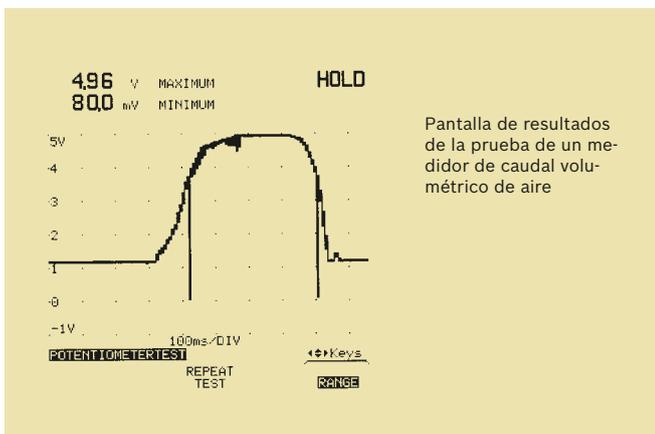
## Sensores de tipo potenciómetro

### Medidor de caudal de aire (potenciómetro)

Los medidores de caudal de aire tienen una paleta cargada con resorte que pivota sobre un eje cuando se abre y se cierra en respuesta a un volumen de aire de entrada. Un elemento resistivo variable, de tipo “potenciómetro” está conectado a la paleta en su punto de pivote, haciendo que la señal de la tensión de salida varíe cuando el aire cambia el ángulo de la paleta. Cuando la paleta está totalmente abierta, el ECU sabe que una cantidad máxima de aire está siendo introducida en el motor, y cuando está cerrada, una cantidad mínima de aire está entrando en el motor. El ECU responde aumentando o disminuyendo la anchura de impulso del inyector de combustible en consecuencia.

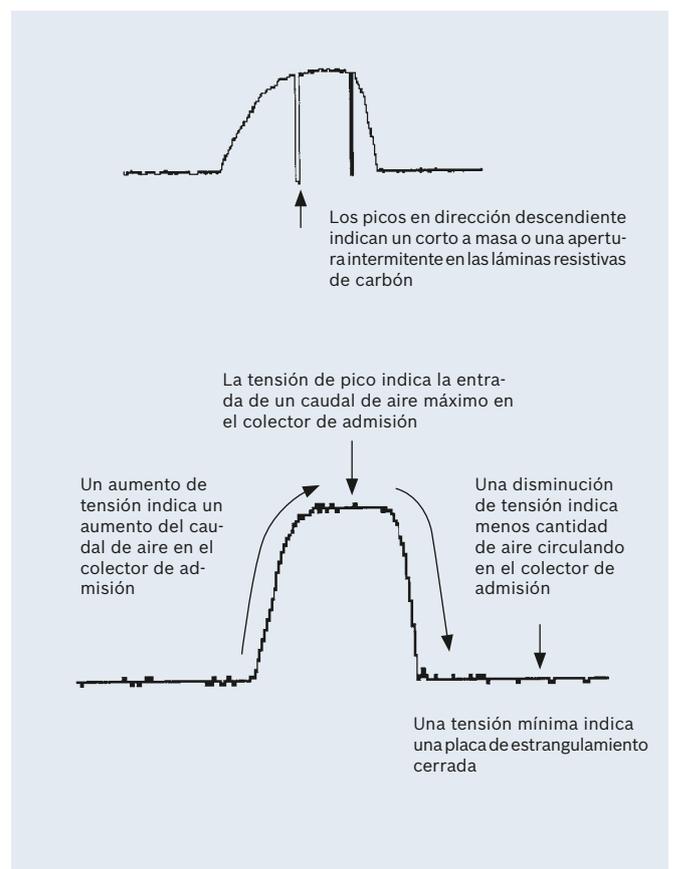
Las unidades de control electrónico utilizan estas señales para calcular la anchura de impulso o el tiempo de trabajo del inyector de combustible y la regulación del encendido. Las señales de los sensores de temperatura del refrigerante del motor, de velocidad del motor, de temperatura de aire en el múltiple y de caudal de aire permiten al ordenador realizar los cálculos y ajustes necesarios.

**Utilice la Prueba de barrido de potenciómetro para probar este Medidor de caudal volumétrico de aire.**



### Prueba de un medidor de caudal de aire (Potenciómetro)

### Medidor de caudal de aire (potenciómetro)



# Actuadores

## Recirculación de gases de escape (EGR)

### Anchura de impulso (Control) – Potenciómetro (Sensor)

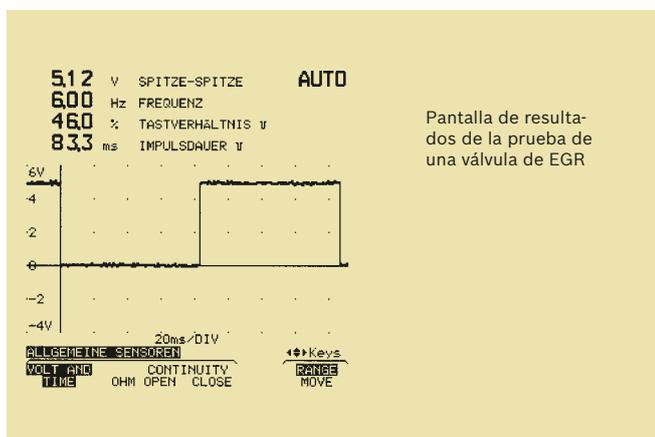
#### Control

EGR atenúa la mezcla de aire-combustible y limita la formación de NOx cuando las temperaturas de combustión son elevadas y las proporciones de aire-combustible son pobres. En un motor de gasolina, EGR debe funcionar durante la aceleración moderada y a velocidades de cruce entre 50 y 120 km/h (30 y 70 mph).

El ECU controla la aplicación de EGR aplicando o bloqueando el vacío, proporcionando una señal para desexcitar o excitar un solenoide, utilizando un solenoide modulado en anchura de impulso.

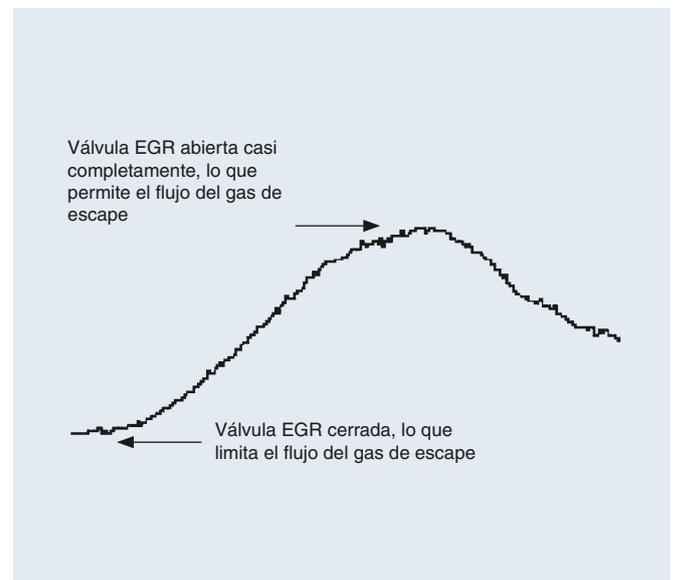
#### Sensor

Los sensores de posición variable proporcionan un nivel de tensión de corriente continua que varía al moverse el brazo de un elemento resistivo variable (potenciómetro). Un sensor de posición de la válvula EGR consiste simplemente en un elemento resistivo variable conectado al eje de un pistón que actúa en la parte superior de la válvula de EGR. La variación de tensión de corriente continua se utiliza como entrada a la unidad de control electrónico para indicar el funcionamiento de EGR.



Prueba de una válvula de EGR

### Sensor de posición de la válvula de recirculación de gases de escape (EGR)



## Válvula de inyección

Inyectores de corriente controlada incluyendo inyección del cuerpo de la mariposa de aceleración (TBI), convencionales (conmutador saturado) y modulados en anchura de impulso

Los inyectores electrónicos de combustible son controlados por el ECU e influidos por una variedad de condiciones de funcionamiento incluyendo la temperatura, la carga del motor y la retroalimentación del sensor de  $O_2$  durante el funcionamiento en bucle cerrado.

El tiempo de trabajo de inyección de combustible se puede expresar en ms de anchura de impulso e indica la cantidad de combustible suministrada al cilindro. Una mayor anchura de impulso significa más cantidad de combustible, siempre y cuando la presión de combustible permanezca invariable.

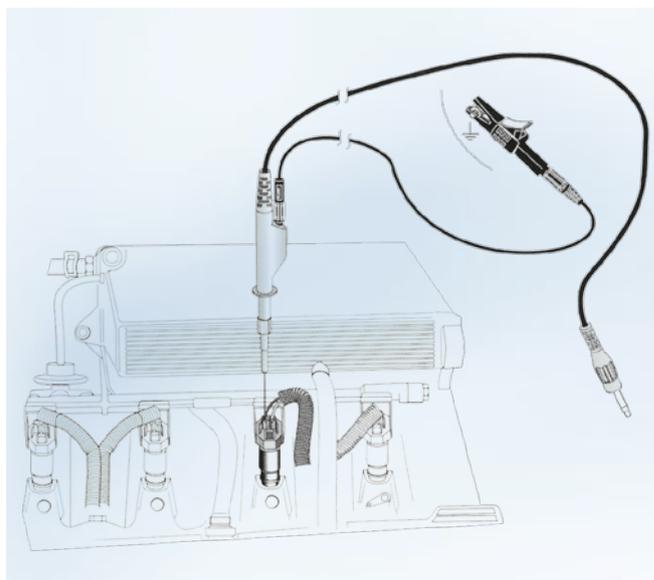
El ECU proporciona un camino de masa al inyector a través de un transistor excitador. Cuando el transistor está activado ("on"), circula corriente a masa a través del devanado del inyector y el transistor, abriendo la válvula inyectora. Existen tres sistemas principales de inyectores de combustible, cada uno con su propio procedimiento para controlar la inyección de combustible. Todos los inyectores tienen algún procedimiento para limitar la corriente eléctrica a través del inyector. Demasiada corriente podría deteriorar el inyector por calentamiento.

### Corriente controlada (Peak and Hold)

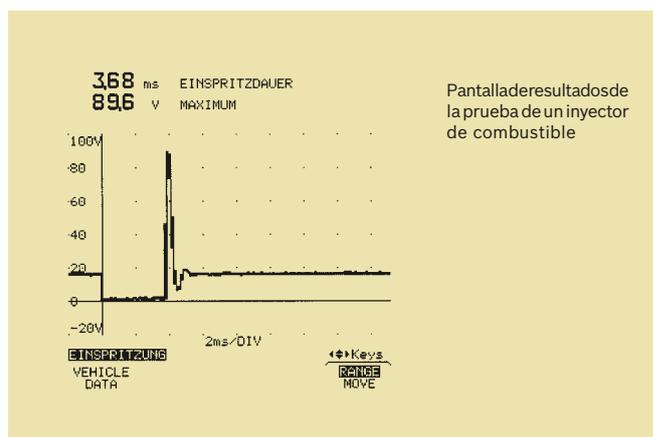
Los circuitos de inyectores Peak and Hold utilizan realmente dos circuitos para excitar los inyectores. Ambos circuitos actúan para excitar el inyector, enviando de este modo una corriente inicial elevada al inyector que permite su apertura rápida.

A continuación, una vez abierto el inyector, se desconecta un circuito, permaneciendo el segundo circuito para mantener el inyector abierto a lo largo de la duración de su tiempo de trabajo. Este circuito añade una resistencia al mismo para reducir la corriente a través del inyector.

Cuando se desconecta el segundo circuito, el inyector se cierra finalizando el tiempo de trabajo del inyector. Para medir el tiempo de trabajo, busque el flanco de bajada del impulso de tiempo de trabajo, y el segundo borde de subida, que indica dónde se desconecta el segundo circuito.



Prueba de un inyector de combustible



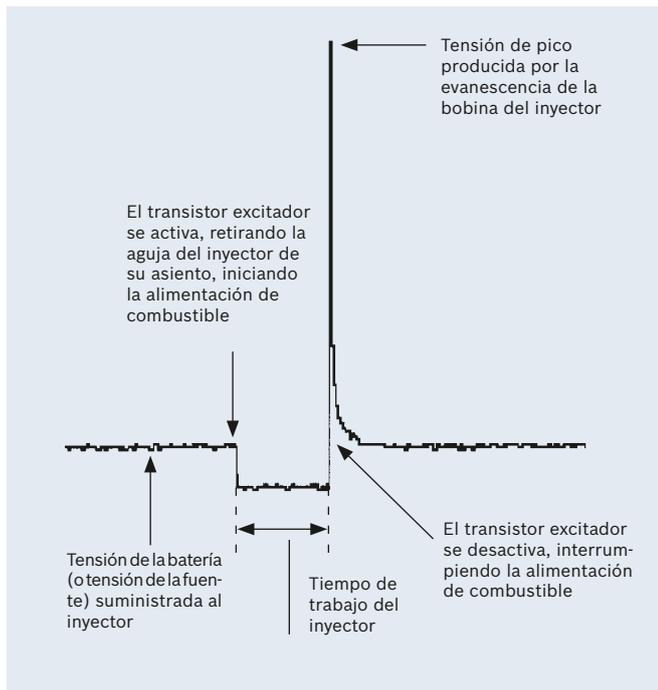
### Inyección del cuerpo de la mariposa de aceleración (TBI)

El conjunto del cuerpo de la mariposa de aceleración se diseñó para sustituir al carburador. La anchura de impulso representa el período de tiempo que el inyector está excitado (ON). La anchura de impulso es modificada por el ECU en respuesta a los cambios en el funcionamiento del motor y en las condiciones de conducción.

## Convencional (Conmutador saturado)

El transistor excitador del inyector aplica corriente constante al inyector. Algunos inyectores utilizan un elemento resistivo para limitar la corriente; otros tienen una resistencia interna elevada. Estos inyectores tienen un solo borde de subida.

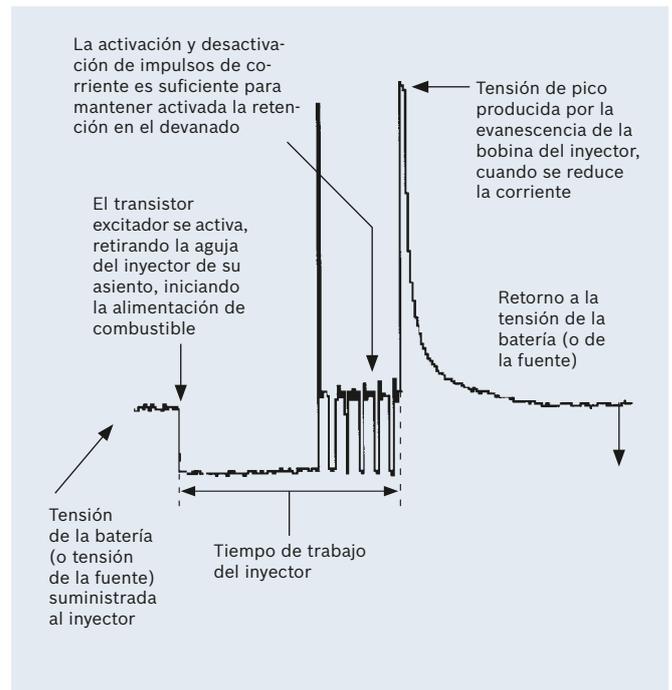
### Inyector de combustible convencional (Excitador de conmutador saturado)



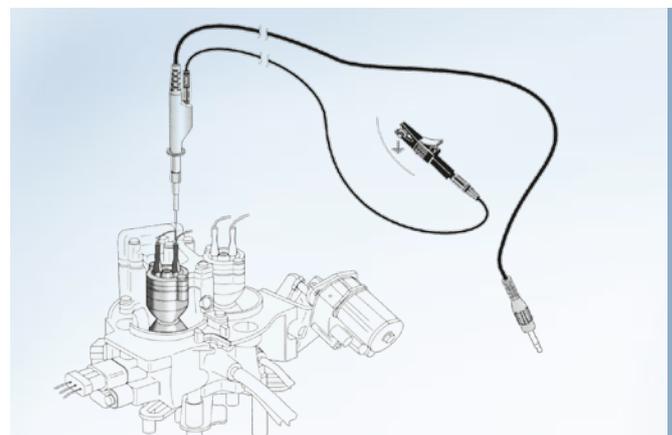
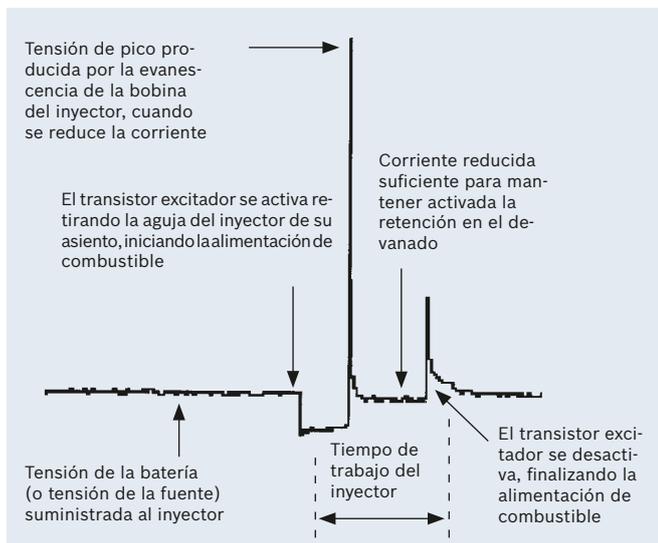
## Inyectores modulados en anchura de impulso

A los inyectores modulados por impulsos se les aplica una corriente inicial elevada para excitar el inyector rápidamente. A continuación, una vez abierto el inyector, la masa comienza a activar y desactivar impulsos para prolongar el tiempo de trabajo del inyector, limitando al mismo tiempo la corriente aplicada al inyector.

### Inyector de combustible modulado en anchura de impulso



## Inyector de combustible de corriente controlada (Peak and Hold) (Sistemas de inyección de combustible por lumbreras y del cuerpo de la mariposa de aceleración)



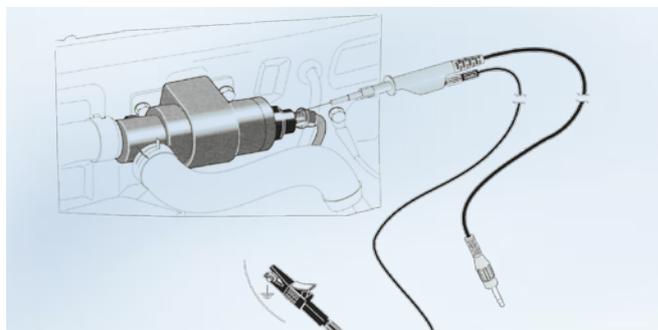
Prueba de un sistema de inyección del cuerpo de la mariposa de aceleración

## Control de aire al ralentí/ Control de velocidad al ralentí (IAC/ISC)

### Factor de trabajo y Tensión

El control de aire al ralentí (IAC) es controlado por el ECU para regular o ajustar la velocidad del motor al ralentí y evitar que se cale el motor. Algunos sistemas de control de aire al ralentí utilizan un motor paso a paso para controlar la cantidad de aire que se deja pasar puentando la placa de estrangulamiento, y otros sistemas utilizan una válvula de derivación que recibe una señal de onda cuadrada desde el ECU.

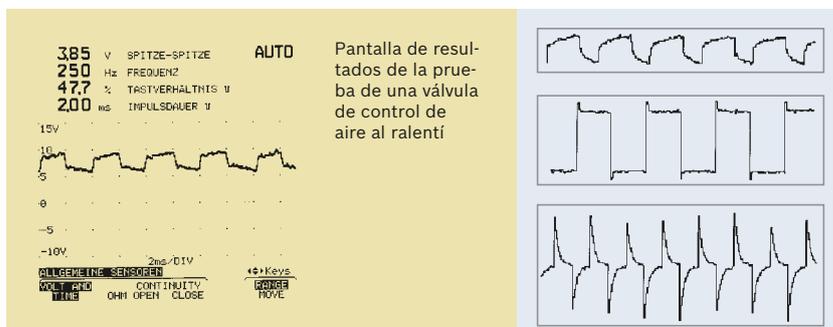
Debido a la reactancia del solenoide, esta señal puede tener diferentes formas.



Prueba de una válvula de control de aire al ralentí

### Válvulas de compensación de aire al ralentí

Las formas de onda de derivación de aire al ralentí pueden tener formas exclusivas como las presentadas y un aspecto de curva en diente de sierra a causa de la reactancia inductiva.



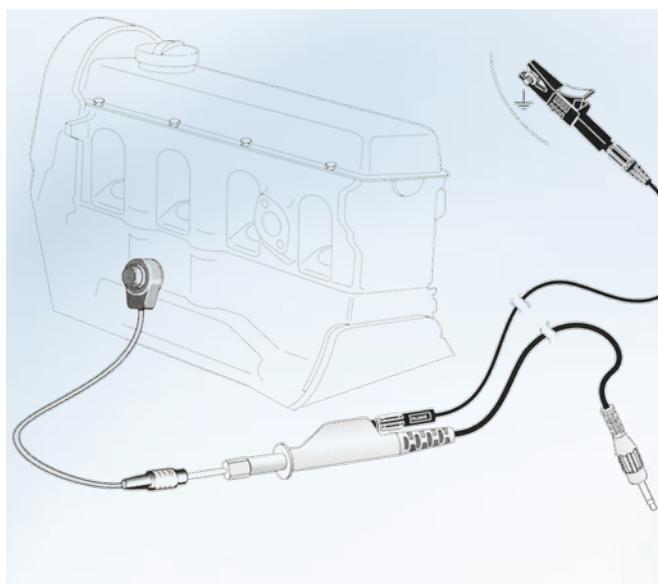
## Sensor de detonaciones – Cristal piezoeléctrico

### (Secuencia de explosión)

Para optimizar el rendimiento y el ahorro de combustible, la regulación del encendido se debe ajustar de modo que la combustión se produzca durante un número específico de grados de giro del cigüeñal, comenzando en el TDC (punto muerto alto) de la carrera de explosión. Si el encendido se produce más tarde, el cilindro en cuestión produce una potencia menor, y si se produce demasiado pronto, se producirán detonaciones.

La mayoría de los sensores de detonaciones contienen un cristal piezoeléctrico que está enroscado en el bloque del motor. Es un tipo especial de cristal que genera una tensión cuando está sometido a esfuerzos mecánicos. El cristal produce una señal eléctrica que tiene una característica exclusiva basada en la condición de detonaciones.

La tensión de salida es utilizada por el ECU para ajustar la regulación del encendido para optimizar el rendimiento del motor.

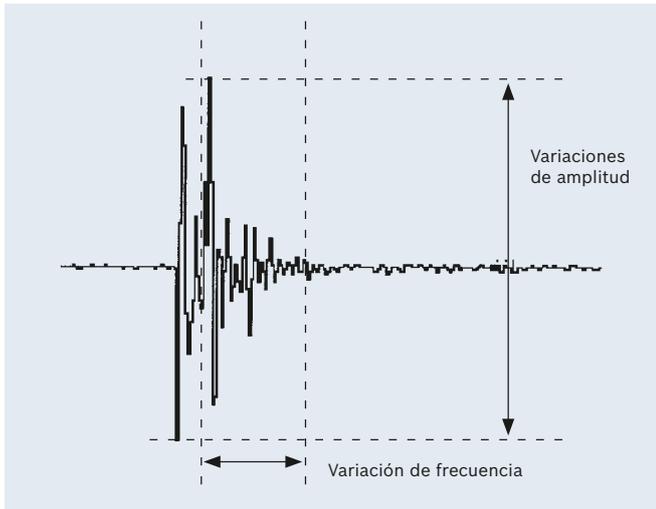


Prueba de un sensor de detonaciones (desconectado)

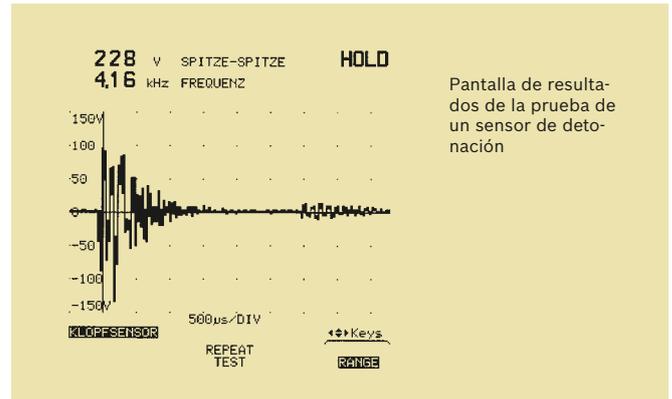
## Sensor de detonaciones

La característica de este sensor está relacionada directamente con la causa y la intensidad de la detonación. Por este motivo, cada señal tiene un aspecto ligeramente diferente.

El punto principal consiste en comprobar la presencia de una señal.



En la mayoría de los vehículos, cuando el ECU recibe una señal de detonación procedente del sensor de detonaciones, se produce el retardo del encendido hasta que desaparece la detonación.



Pantalla de resultados de la prueba de un sensor de detonación



Representante Bosch en su país

Agosto/2008

6 008 TE4 034



**BOSCH**

Innovación para tu vida