

***La electrónica del automóvil,  
explicada con claridad.***



**Ideas para el  
automóvil del futuro**

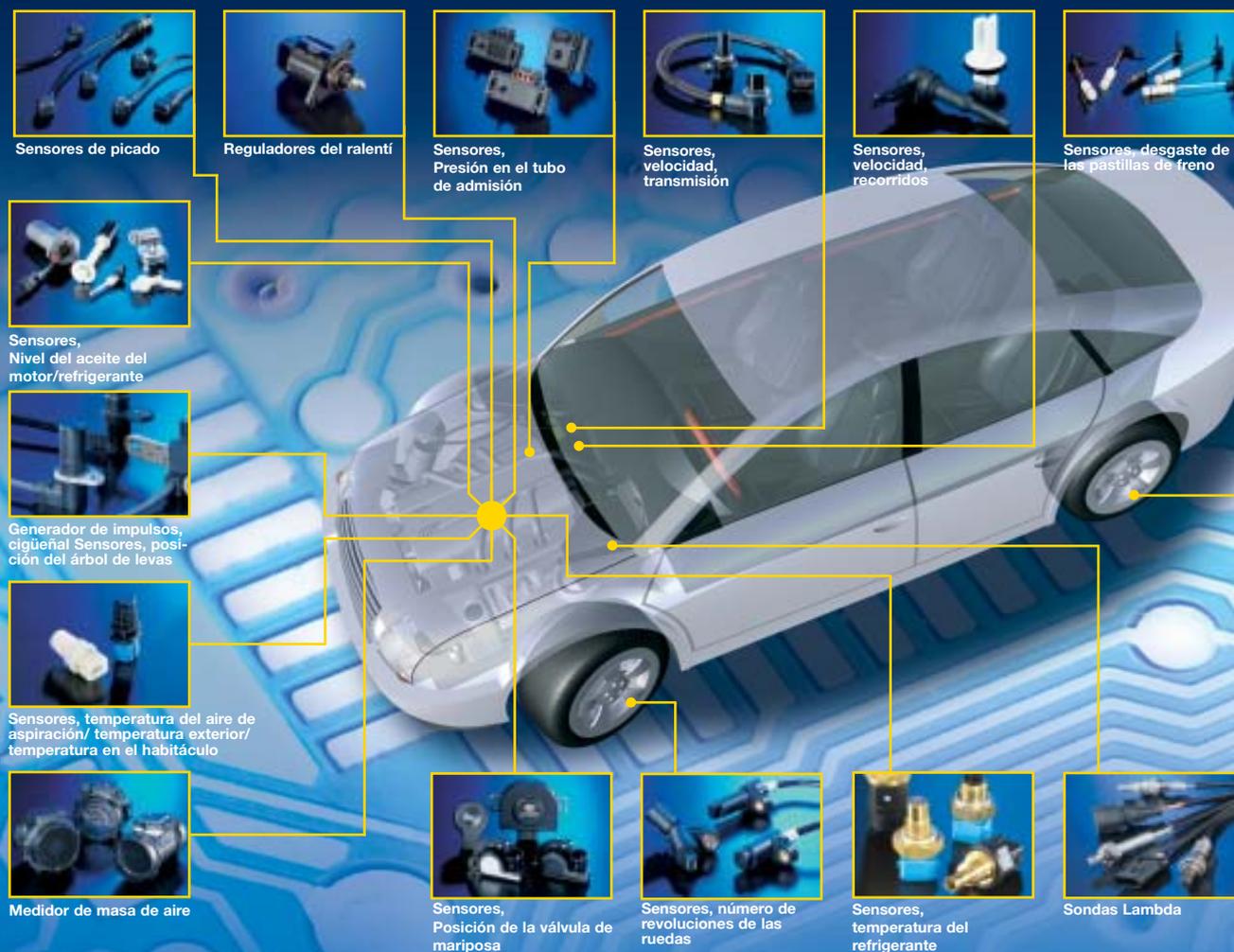
## ¡Asegure su futuro con los componentes electrónicos para vehículos de Hella!

La proporción de la electrónica en el vehículo crece continuamente: se estima que para el año 2010 constituirá alrededor del 30 % del valor material total. Por eso, los talleres se enfrentan a nuevos retos y ven cómo sus funciones iniciales se van modificando: de los tradicionales servicios de mantenimiento a la puesta a punto de alta tecnología. Hella quiere ayudarle. Por este motivo, nuestros expertos en tecnología han reunido una selección de informaciones importantes relativas al tema de la electrónica en el vehículo. Hella le ofrece una amplia gama de productos en el ámbito de la electrónica para vehículos.

Hella le ofrece también la posibilidad de recibir una formación, independientemente del lugar en el que se encuentre. Aproveche el Hella Online Training. En el módulo sobre electrónica encontrará amplia información para su aplicación en el trabajo cotidiano. Para más datos, consulte [www.Hella.es/OnlineTraining](http://www.Hella.es/OnlineTraining) <<http://www.Hella.es/OnlineTraining>> o la reseña de la cubierta.

¿Ha oído ya hablar del concepto de Hella para talleres independientes? El nombre Servicio Asociado Hella encierra una colaboración entre talleres independientes, mayoristas participantes y Hella. Ofrecemos nuestro apoyo a los talleres asociados mediante un contacto directo en los ámbitos de la iluminación, la electricidad, la electrónica y el termocontrol. Encontrará una descripción más detallada sobre las oportunidades para talleres independientes en: <<http://www.hella.com/produktion/HellaDE/WebSite/Channels/Werkstatt/Konzept/HSP/HSP.jsp>>, así como en la reseña de la cubierta.

Esperamos que el presente folleto le sea de gran ayuda para su trabajo. Para más información, diríjase a su agente de servicio externo de Hella.



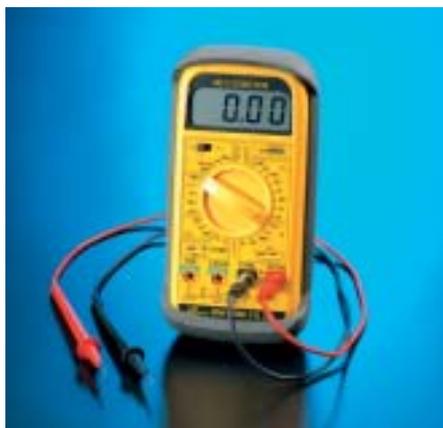
|  |     |
|--|-----|
| Información general . . . . .                              | 2   |
| Índice . . . . .   | 3   |
| <b>Fundamentos</b>   |     |
| Trabajos de diagnóstico . . . . .                          | 4   |
| Localización de averías mediante el osciloscopio . . . . . | 11  |
| Localización de averías mediante el multímetro . . . . .   | 16  |
| <b>Sensores</b>  |     |
| Sensor del cigüeñal . . . . .                              | 22  |
| Sonda Lambda . . . . .                                     | 24  |
| Sensor de temperatura del aire de aspiración . . . . .     | 31  |
| Sensor de temperatura del refrigerante . . . . .           | 33  |
| Sensor de transmisión . . . . .                            | 35  |
| Sensor de revoluciones de las ruedas . . . . .             | 36  |
| Sensor de picado . . . . .                                 | 38  |
| Medidor de masa de aire (caudalímetro) . . . . .           | 40  |
| Sensor de árbol de levas . . . . .                         | 41  |
| Sensor del pedal del acelerador . . . . .                  | 43  |
| Sensor de la válvula de mariposa . . . . .                 | 46  |
| Conmutador de la válvula de mariposa . . . . .             | 48  |
| <b>Actuadores</b>  |     |
| Válvula de inyección . . . . .                             | 49  |
| Regulador del ralentí . . . . .                            | 52  |
| <b>Sistemas</b>  |     |
| La unidad de control del motor . . . . .                   | 54  |
| El sistema de frenos ABS . . . . .                         | 60  |
| El sistema de recirculación de gases de escape . . . . .   | 68  |
| Depósito de carbón activo . . . . .                        | 76  |
| Sistema de encendido . . . . .                             | 78  |
| Bus CAN . . . . .  | 85  |
| Sistema de control de presión de los neumáticos . . . . .  | 99  |
| <b>Anotaciones</b> . . . . .                               | 106 |

Le proporcionamos algunas indicaciones sobre aparatos de comprobación y de diagnóstico, sobre la localización de averías y sobre la obtención de informaciones técnicas.

## Aparatos de comprobación y de diagnóstico

Empecemos por los aparatos de comprobación y de diagnóstico necesarios. A fin de poder llevar a cabo una localización de averías eficiente en los vehículos actuales, es importante disponer de aparatos de comprobación y de diagnóstico. Entre ellos se cuentan:

- multímetro
- osciloscopio
- aparato de diagnóstico



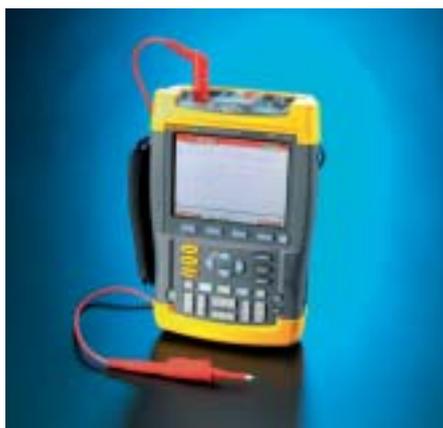
Multímetro

El multímetro es el aparato de medición más utilizado en el taller. Puede emplearse para todas las mediciones rápidas de tensión o de resistencia.

Un buen multímetro debería poseer el siguiente equipamiento mínimo:

- CC V= diversas gamas de medición para tensión continua (mV, V)
- CC A= diversas gamas de medición para corriente continua (mA, A)
- CA V= diversas gamas de medición para tensión alterna
- CA A= diversas gamas de medición para corriente alterna
- $\Omega$  = diversas gamas de medición para resistencia
- $\text{♩}$  = zumbador de paso

Como opción adicional, se recomienda tener en cuenta también las gamas de medición para temperatura y frecuencia. La resistencia de entrada debería ser de 10 M $\Omega$  como mínimo.



Osciloscopio

El osciloscopio es necesario para registrar y representar las señales de los diversos sensores. Un osciloscopio debería satisfacer la siguiente especificación:

- 2 canales
- mínimo 20 Mhz
- guardar e imprimir imágenes

Como opción adicional, se recomienda la posibilidad del ciclo de imágenes automático (registro y reproducción). Un aparato de mano portátil facilita su aplicación en el vehículo.



Aparato de diagnóstico

El aparato de diagnóstico resulta cada vez más imprescindible en el trabajo de taller actual: Para un uso eficaz, también este aparato debe contar con algunas funciones básicas:

- lectura de la memoria de averías, con indicación en texto claro
- borrado de la memoria de averías
- indicación de los bloques de valores de medición
- comprobación de actuadores

Además, existen algunas opciones recomendables que conviene considerar:

- El aparato debería ser transportable.
- Amplia cobertura de marcas de vehículos y de tipos específica del mercado.
- Restauración y reprogramación de indicaciones de intervalo de servicio.
- El aparato debería ofrecer la posibilidad de codificar p. ej. unidades de control.
- Debería ser posible la transferencia de datos a través de PC/impresora.
- Una ejecución lo más sencilla posible de las actualizaciones.

Antes de tomar la decisión de adquirir un aparato de diagnóstico, es conveniente asistir a la demostración de diversos aparatos de distintos fabricantes y, si procede, probar un aparato de demostración en la práctica cotidiana del taller. Éste es el mejor modo de comprobar el manejo y la idoneidad práctica.

Además se deben considerar los siguientes factores:

#### **¿Cuál es la cobertura de vehículos del aparato?**

¿Coincide esta cobertura con los vehículos de los clientes del taller? Verifique las marcas de los vehículos de sus clientes y compárelas con las marcas de vehículos especificadas en el aparato. Si se ha especializado en una marca concreta, evidentemente ésta debe estar contemplada en el aparato. Naturalmente también debería estar incluida la gama de modelos del fabricante, con las correspondientes variantes de motor. También son determinantes la profundidad de comprobación y los sistemas de los vehículos (motor, ABS, aire acondicionado, etc.) que pueden diagnosticarse en los distintos vehículos. El hecho de que el aparato contemple una gran cantidad de marcas de vehículos no significa necesariamente que se pueda aceptar el mismo estándar de diagnóstico en todos los vehículos.

#### **¿Cómo se transmiten al aparato las nuevas actualizaciones?**

También a este respecto existen diversas posibilidades: Las actualizaciones pueden tener lugar a través de Internet, mediante CD o tarjetas de memoria. En este aspecto, cada fabricante de aparatos tiene su propia filosofía. Los factores interesantes son la frecuencia de las actualizaciones y su alcance.

#### **¿Qué informaciones adicionales se ofrecen?**

Varios fabricantes de aparatos de diagnóstico ofrecen una multitud de informaciones adicionales. Se trata de informaciones técnicas tales como esquemas de conexiones, lugares de montaje de componentes, métodos de comprobación, etc.. En algunos casos se ofrecen también indicaciones sobre problemas específicos de vehículos o programas de gestión de clientes.

## ¿Asistencia en caso de problemas?

Todos sabemos lo que ocurre cuando las cosas fallan. Esto puede estar relacionado con problemas en el aparato, con el ordenador o con el vehículo. En este caso, siempre es de gran ayuda la posibilidad de llamar a una línea de atención permanente. Muchos fabricantes de aparatos de comprobación ofrecen líneas de atención permanente capaces de prestar ayuda tanto en caso de problemas de software o hardware en el propio aparato como en caso de problemas específicos del vehículo. También a este respecto existen diversas formas de plantear la consulta a la línea de atención permanente. Éstas van desde la simple llamada a las consultas por correo electrónico, pasando por la consulta por fax.

## ¿Cuáles son los costes implicados?

Además del precio del aparato en sí, existen muchas posibilidades distintas para calcular cada uno de los costes adicionales. Solicite información exacta sobre los costes adicionales generados, por ejemplo, por la utilización de la línea de atención permanente. Muchos fabricantes de aparatos ofrecen a los talleres una estructura modular. Esto significa que el taller puede configurarse su propio paquete de software en función de sus necesidades. En algunos casos, esto incluye también la adición de un aparato de medición para el control de los gases de escape, para realizar la inspección de gases de escape AU II (con lectura de códigos de error EOBD [diagnóstico europeo a bordo]). No es necesario adquirir por separado todos estos aparatos. Algunos de ellos ya están en los talleres, como por ejemplo un osciloscopio en el aparato de comprobación del motor, o bien pueden adquirirse como aparato combinado, como en el caso del osciloscopio manual con multímetro. Por lo general, un aparato de diagnóstico plenamente equipado cuenta también con un osciloscopio y un multímetro integrados. La localización de averías empieza ya en el momento de recibir el vehículo. Durante la conversación con el cliente y durante un recorrido de prueba se pueden recabar muchas informaciones importantes. El cliente puede explicar con exactitud cuándo y en qué condiciones se produce el fallo. Con estas informaciones, ya habrá dado el primer paso hacia el diagnóstico. Si no se dispone de ninguna información del cliente, debido a que durante la recepción del vehículo no se realizó recorrido de prueba ni cuestionario al cliente, surgen los primeros problemas. Por ejemplo, no es posible trazar o reproducir el fallo. ¿Cómo se puede localizar una avería que no está ahí?

## Diagnóstico de vehículos y localización de averías



Si se logra saber exactamente cuándo y en qué condiciones se produce un fallo, éste siempre puede ser reproducido y se pueden encontrar las primeras soluciones. A fin de recabar la máxima cantidad posible de informaciones, se recomienda elaborar una lista de verificación en la que se recojan todas las condiciones y los estados de marcha posibles. Esto permite interrogar al cliente de forma rápida y eficaz.

Si el vehículo está en el taller, se debe leer la memoria de averías. Aquí entra en acción por primera vez el aparato de diagnóstico. Si no hay ninguna avería almacenada en la memoria de averías, se deben realizar mediciones y comprobaciones adicionales para determinar si se trata de un componente defectuoso, como por ejemplo un sensor, de un fallo en el cableado o de un problema mecánico. La solución simple de sustituir el componente no sólo produce costes, sino que a menudo no conduce al éxito deseado.

Básicamente, es preciso tener en cuenta que, si bien la unidad de control detecta una avería, no puede determinar si el problema radica en el componente, en el cableado o en la mecánica. La lectura de las listas de datos nos puede proporcionar información adicional. Aquí se comparan los valores teóricos y reales de la unidad de control.

**Ejemplo:** La temperatura del motor es superior a 80 °C, pero el sensor de temperatura del motor comunica a la unidad de control un valor de tan sólo 20 °C. Tales fallos manifiestos pueden localizarse mediante la lectura de las listas de datos.

Si no fuera posible leer las listas de datos o no se detectara ninguna avería, se deben llevar a cabo las siguientes comprobaciones y mediciones adicionales:

### **Inspección visual**

Mediante una inspección visual se pueden detectar rápidamente resistencias de paso aparecidas en conectores y/o contactos de enchufe debido a la oxidación o a defectos mecánicos. De este modo se pueden detectar también daños importantes en sensores, actuadores y cables, por ejemplo causados por mordedura de garduña. Si no se constatará ningún defecto apreciable durante la inspección visual, el siguiente paso es la comprobación de los componentes.

### **Mediciones en sensores y actuadores**

Para comprobar sensores y actuadores, se puede medir la resistencia interna mediante un multímetro. Conviene proceder con precaución en el caso de los sensores de efecto Hall, dado que una medición de la resistencia puede destruirlos. La comparación entre los valores teóricos y reales puede aportar información sobre el estado de los componentes. Tomemos de nuevo como ejemplo un sensor de temperatura. Mediante la medición de la resistencia a distintas temperaturas, se puede determinar si los valores reales coinciden con los valores teóricos requeridos. Mediante el osciloscopio se pueden representar imágenes de señales de los sensores. También en este caso se puede determinar, mediante la comparación entre imágenes correctas y defectuosas, si el sensor proporciona a la unidad de control una señal lo suficientemente buena o si la causa de la entrada de error es otra.

## Tomando como ejemplo un sensor del cigüeñal:

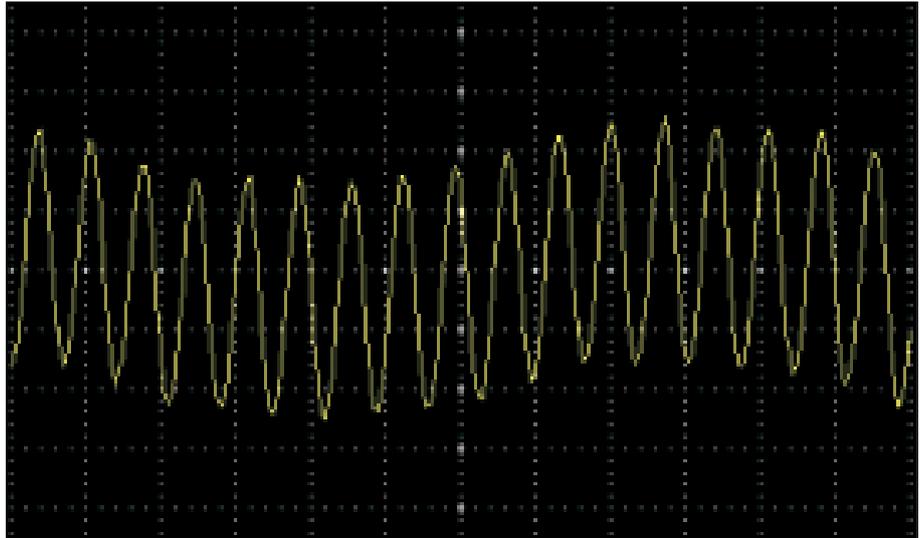


Imagen del osciloscopio – sensor del cigüeñal en buen estado

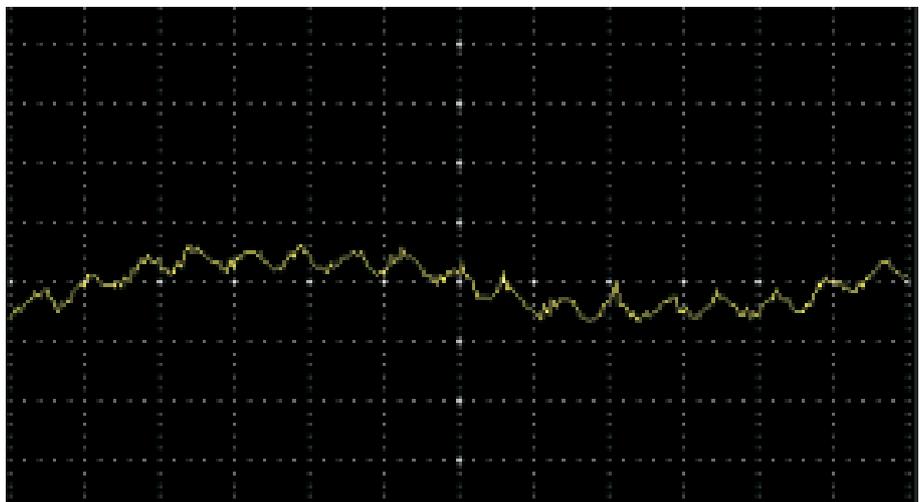


Imagen del osciloscopio – fallo del sensor del cigüeñal

**Ejemplo:** Una fuerte presencia de suciedad o daños en la rueda del transmisor provocan el envío de una señal defectuosa o falseada a la unidad de control. Esto provoca una entrada en la memoria de averías que puede rezar así:

Señal inexistente/errónea en el sensor del cigüeñal. En este caso, la sustitución del sensor no eliminaría el problema. Si durante la medición con el osciloscopio se observa una imagen de señal defectuosa, se puede comprobar la rueda del transmisor antes de sustituir el sensor. Pero con el osciloscopio se puede comprobar también la activación de los actuadores por parte de la unidad de control. Por ejemplo, la activación de las válvulas de inyección. En la imagen del osciloscopio se puede observar si la imagen de señal propiamente dicha es correcta y si los tiempos de apertura de las válvulas de inyección se corresponden con el estado de funcionamiento del motor.

Estas comprobaciones adquieren una importancia aún mayor en caso de que no haya ninguna avería almacenada en la memoria de averías, Dado que no existe ninguna entrada de fallo, falta también el primer indicio de dónde buscar el fallo. No obstante, incluso en este caso, la lectura de las listas de datos también permite recabar las primeras informaciones sobre el flujo de datos.

Como ejemplo clásico, cabe mencionar el medidor de masa de aire. A pesar de un fallo detectable en el sistema de gestión del motor, no se almacena ninguna avería en la unidad de control. Durante un recorrido de prueba y en base a los valores del medidor de masa de aire medidos bajo carga, se pone de manifiesto que los valores de medición concuerdan con el estado de funcionamiento del motor o con los valores teóricos. Sin embargo, los datos del medidor de masa de aire siguen siendo plausibles para la unidad de control del motor, la cual adapta a los valores medidos los demás parámetros, como p. ej. la cantidad de inyección de combustible, y no realiza ninguna entrada en la memoria de averías. El comportamiento de otros componentes puede ser similar al del medidor de masa de aire. De este modo se puede delimitar el fallo mediante las comprobaciones anteriormente descritas.

Otra posibilidad, además del diagnóstico serial (conexión del aparato de diagnóstico a una conexión de diagnóstico) es el diagnóstico paralelo. En este tipo de diagnóstico, se conecta el aparato de diagnóstico entre la unidad de control y el mazo de cables. Algunos fabricantes de aparatos de comprobación ofrecen esta posibilidad. Su ventaja reside en el hecho de que permite comprobar cada pin de conexión de la unidad de control. Se pueden captar por separado todos los datos, las señales de los sensores, las alimentaciones de masa y de tensión y compararlos con los valores teóricos.

A fin de realizar un diagnóstico eficaz de un sistema o componente, a menudo es muy importante disponer de un esquema de conexiones específico del vehículo o de una descripción técnica. Para el taller es un gran problema obtener estas informaciones específicas del vehículo. En este caso existen las siguientes posibilidades:

### **Proveedores de datos gratuitos**

Existe una serie de proveedores de datos gratuitos que ofrecen un gran número de datos específicos de vehículos en forma de CD o libros. Estas recopilaciones de datos suelen ser muy exhaustivas. Va desde informaciones de mantenimiento, tales como cantidades de llenado, intervalos de inspección y valores de ajuste, hasta esquemas de conexiones, indicaciones para la comprobación y ubicación de componentes de diversos sistemas. Estos CD están disponibles en diversas versiones, por lo que respecta al volumen de los datos contenidos y al tiempo de vigencia. Existen CD para sistemas concretos o como versión completa. El tiempo de vigencia puede ser ilimitado o bien como suscripción con actualizaciones anuales.

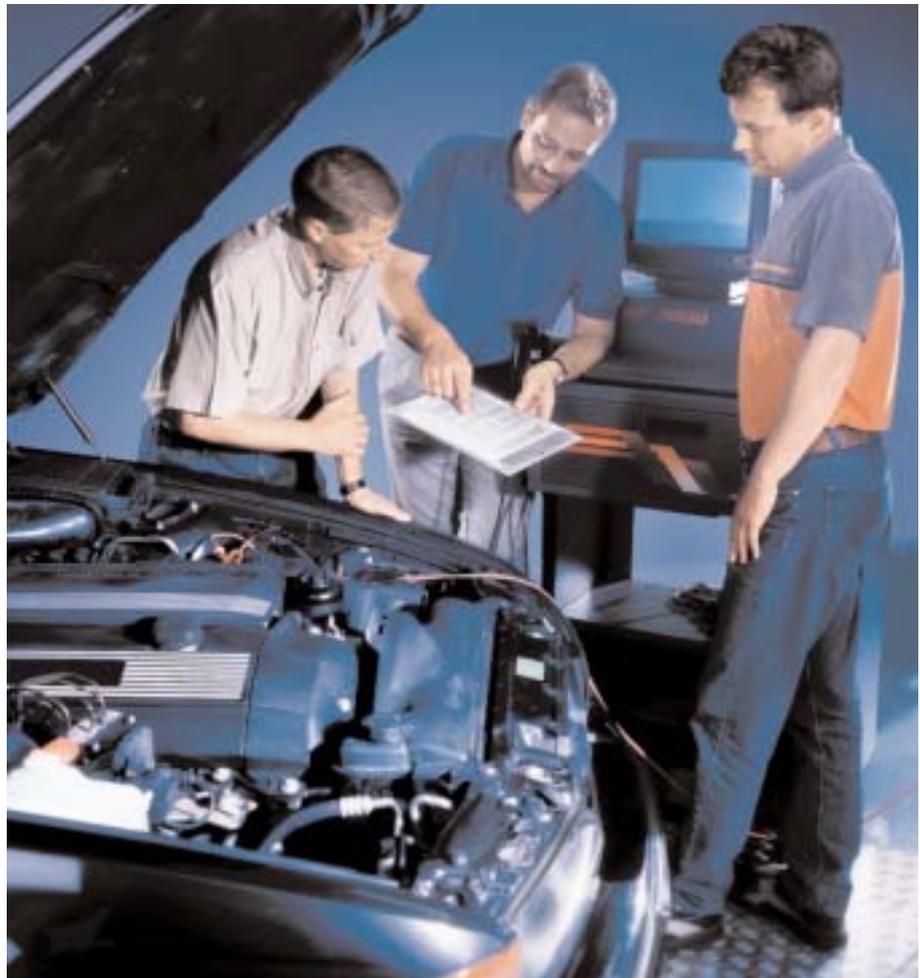
### **Datos asociados a un aparato de diagnóstico**

Varios fabricantes de aparatos de diagnóstico han almacenado una gran cantidad de datos en sus aparatos. Se puede acceder a estos datos durante el diagnóstico o la reparación. Normalmente, estos datos incluyen toda la información necesaria, al igual que en el caso de los proveedores de datos gratuitos. El volumen total de las informaciones varía en función de los distintos proveedores. Algunos fabricantes preparan más datos que otros, ofreciendo así un mejor servicio.

## Datos obtenidos de Internet

Algunos fabricantes de vehículos ofrecen páginas de Internet especiales en las que están almacenadas todas las informaciones. Para estas páginas se puede solicitar un alta. El cobro de las informaciones descargadas varía según el fabricante. Normalmente, los costes se rigen por la cantidad de información descargada. Pueden oscilar entre un par de euros hasta un par de cientos de euros por informaciones concretas. Los documentos descargados pueden archivar y reutilizarse siempre que se desee. Pero no sólo en las páginas de Internet de los fabricantes de vehículos se pueden recabar informaciones, sino que también en diversos foros y páginas de fabricantes de piezas y privadas se ofrecen e intercambian numerosa informaciones. En ocasiones, puede ser muy útil marcar estas páginas como "Favoritos".

Todos estos aspectos son importantes para el diagnóstico de un vehículo. Sin embargo, es factor determinante es la persona que realiza el diagnóstico. Ni tan siquiera el mejor aparato de medición y diagnóstico resulta de gran ayuda si no se utiliza correctamente. Para un diagnóstico exitoso y seguro del vehículo, es muy importante que el usuario cuente con conocimientos sobre el manejo de los aparatos y el sistema a comprobar. Estos conocimientos sólo pueden adquirirse mediante un cursillo. Por este motivo, es importante reaccionar a los rápidos avances de la tecnología (aparición constante de nuevos sistemas y mejoras), alcanzando siempre el nivel de conocimientos óptimo mediante medidas de perfeccionamiento y cursillos.



Ya sea como aparatos de mano o integrados de forma fija en el aparato de comprobación del motor, los osciloscopios se han convertido en un elemento imprescindible para el trabajo cotidiano en el taller. En esta y en las siguientes ediciones le explicaremos con detalle y de forma orientada a la práctica el funcionamiento y las diversas posibilidades de comprobación y diagnóstico.

**¿Multímetro u osciloscopio?**

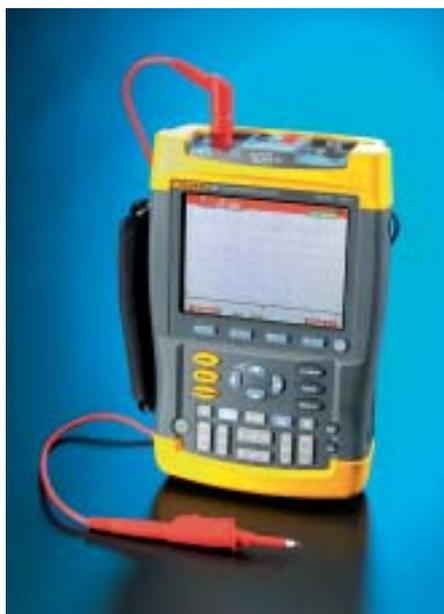


Un multímetro digital es suficiente para comprobar circuitos eléctricos en estado estático. Lo mismo rige para comprobaciones en las que el valor de medición varía gradualmente. El osciloscopio se emplea para diagnosticar fallos intermitentes o realizar comprobaciones dinámicas (con el motor en marcha).

**El osciloscopio ofrece tres ventajas:**

1. El registro de valores de medición tiene lugar de forma considerablemente más rápida que con el mejor multímetro.
2. Se puede representar e interpretar fácilmente (con ayuda de oscilogramas de comparación) el recorrido de la señal sin grandes conocimientos especiales.
3. Es muy fácil de conectar: normalmente basta con dos cables.

**El espectro de prestaciones del osciloscopio**



El antiguo tipo de osciloscopio analógico estaba indicado exclusivamente para la comprobación de los circuitos de alta tensión en el sistema de encendido. El osciloscopio digital moderno ofrece gamas de medición de baja tensión ajustables adicionalmente (p. ej. 0-5 V o 0-12 V). También cuenta con gamas de medición de tiempo ajustables, a fin de representar los oscilogramas de la forma más inteligible posible.

Se han acreditado como eficaces los aparatos de mano, los cuales se pueden utilizar directamente en el vehículo e incluso durante un recorrido de prueba. Estos aparatos son capaces de almacenar oscilogramas y los datos pertinentes, que posteriormente se pueden imprimir o descargar a un PC para su estudio detallado.

El osciloscopio puede representar oscilaciones, frecuencias, duraciones de impulso y amplitudes de la señal recibida. Su principio de funcionamiento es sencillo: registra en el eje vertical (y) un gráfico a partir de la tensión medida y, en el eje horizontal (x), el tiempo de medición transcurrido. El tiempo de reacción corto permite diagnosticar averías que aparecen intermitentemente. Por lo tanto, se pueden observar las consecuencias causadas por las intervenciones en el componente, como por ejemplo la extracción del conector múltiple.

Mediante el osciloscopio también se puede comprobar el estado general de un sistema de gestión del motor. Un buen ejemplo de esto es la sonda Lambda. Mediante la representación de la señal de la sonda Lambda resulta posible constatar cualquier irregularidad en el comportamiento funcional del sistema en su conjunto. Una oscilación correcta constituye un indicio fiable de que el sistema funciona correctamente.

### Oscilogramas

Cada oscilograma contiene uno o varios de los siguientes parámetros:

- tensión (U)
- tensión de la señal en un momento determinado
- frecuencia – oscilación por segundo (Hz)
- duración del impulso – frecuencia de exploración (%)
- tiempo (t) durante el cual se indica tensión de la señal – como porcentaje (%) del tiempo total
- oscilación (variación de la señal)

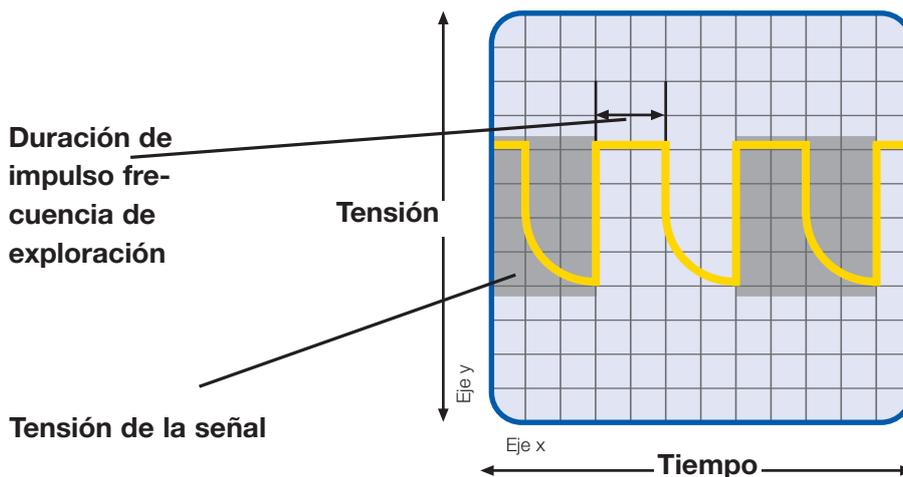


Figura 1: Parámetros

### Interpretación de oscilogramas

Los oscilogramas típicos (figuras 2 y 3) dependen de múltiples factores, y en consecuencia pueden tener aspectos muy diferentes. Si un oscilograma se desvía de la representación "típica", antes del diagnóstico y de la sustitución de componentes se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

#### 1. Tensión

Los oscilogramas típicos indican la posición aproximada del gráfico con respecto al eje neutro. Sin embargo, dependiendo del sistema a comprobar, este gráfico (figura 2[1]) puede estar dentro de la región nula (figuras 2[2] y 3[1]). La tensión y la amplitud (figuras 2[3] y 3[2]) dependen de la tensión de servicio del circuito de conmutación. En el caso de los circuitos de tensión continua, depende de la tensión conectada. Así, por ejemplo, la tensión en dispositivos de regulación del ralentí es constante, es decir, no varía con el número de revoluciones.

En cambio, en circuitos de tensión alterna depende de la velocidad del generador de señales: la tensión de salida de, por ejemplo, un sensor inductivo del cigüeñal se incrementa con el número de revoluciones. Si el gráfico se halla en posición demasiado elevada o se sale hacia arriba más allá del borde de la pantalla, es preciso aumentar la gama de medición de tensión para obtener la representación deseada. Si el gráfico es demasiado pequeño, se debe minimizar la gama de medición de tensión. Algunos circuitos de conmutación con válvulas magnéticas, como p. ej. dispositivos de regulación del ralentí, generan picos de tensión (figura 2[4]) cuando el circuito está desconectado. Esta tensión es generada por el componente en cuestión, y normalmente puede ser ignorada.

En algunos circuitos de conmutación cuyo oscilograma presenta la forma de una onda rectangular de tensión, la tensión puede descender gradualmente al final del periodo de conmutación (figura 2[5]). Este fenómeno es típico de algunos sistemas, y tampoco se le debe dar importancia.

## 2. Frecuencia

La frecuencia depende de la velocidad de funcionamiento del circuito de conmutación. En los oscilogramas reproducidos se ha establecido la gama de tiempo de medición adecuada para poder estudiar detalladamente el gráfico.

En circuitos de tensión continua, la gama de tiempo de medición a ajustar depende de la velocidad con la que conmuta el circuito de conmutación (figura 2[6]). Así, por ejemplo, la frecuencia de un dispositivo de regulación del ralentí varía con la carga del motor.

En circuitos de tensión alterna, la gama de tiempo de medición a ajustar depende de la velocidad del generador de señales (figura 3[3]). Así, por ejemplo, la frecuencia de un sensor inductivo del cigüeñal se incrementa con el número de revoluciones.

Si el oscilograma está demasiado comprimido, es preciso reducir la gama de tiempo de medición. De este modo se obtiene la representación deseada. En caso de un oscilograma fuertemente estirado, se debe aumentar la gama de tiempo de medición. Si el gráfico discurre en sentido inverso (figura 3[4]), significa que los componentes en el sistema comprobado están conectados con la polaridad opuesta al oscilograma típico representado. Esta circunstancia no constituye un indicio de avería y normalmente puede ser ignorada.

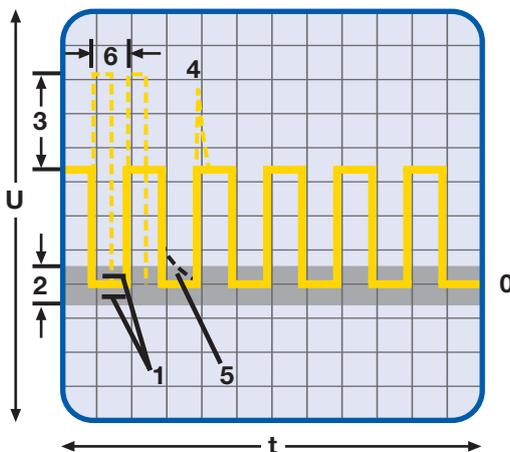


Figura 2: Oscilograma digital

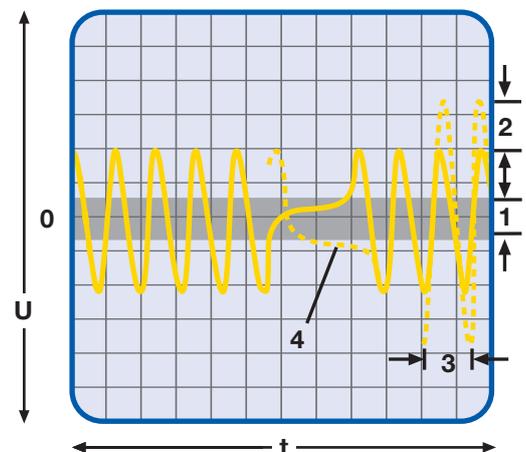


Figura 3: Oscilograma analógico

### Ejemplos de formas de señal

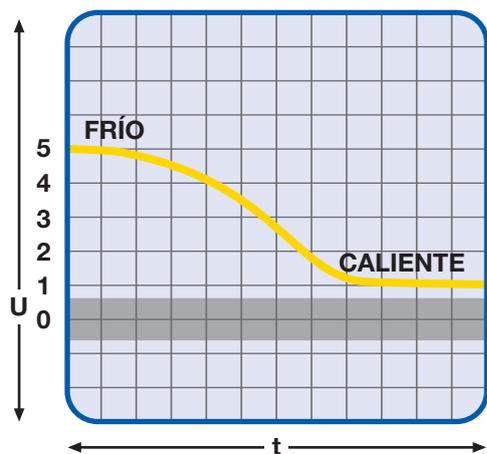


Figura 4: Sensor de temperatura del refrigerante

### Señales de tensión continua

Ejemplos de componentes con señales de tensión continua:

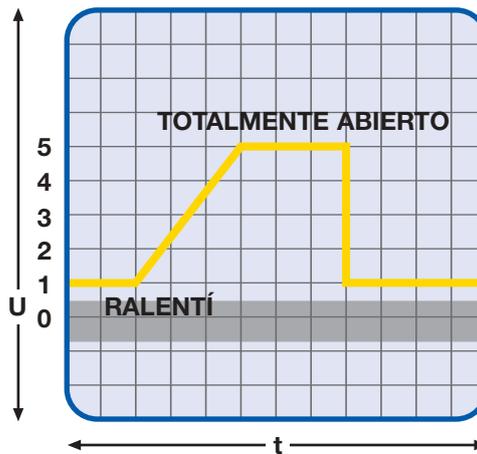


Figura 5: Potenciómetro de la válvula de mariposa

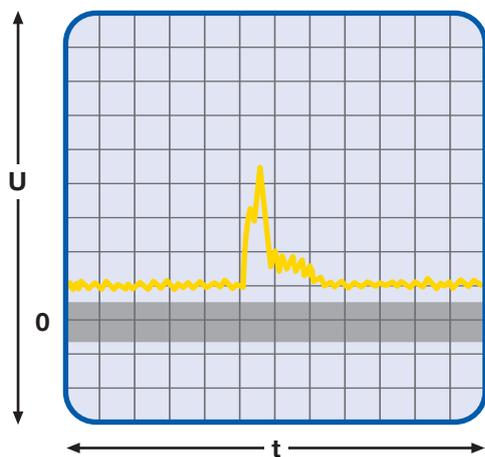


Figura 6: Medidor del caudal de aire

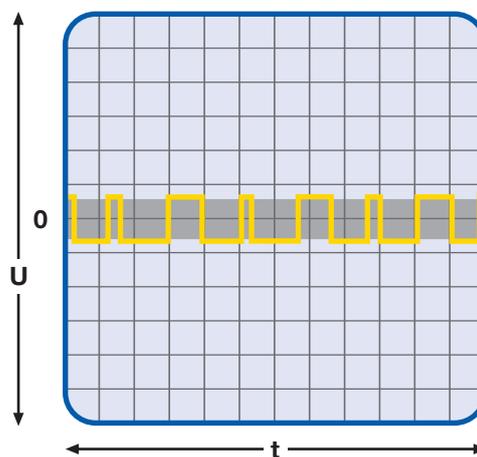


Figura 7: Medidor del caudal de aire (digital)

### Señales de tensión alterna

Ejemplos de componentes con señales de tensión alterna:

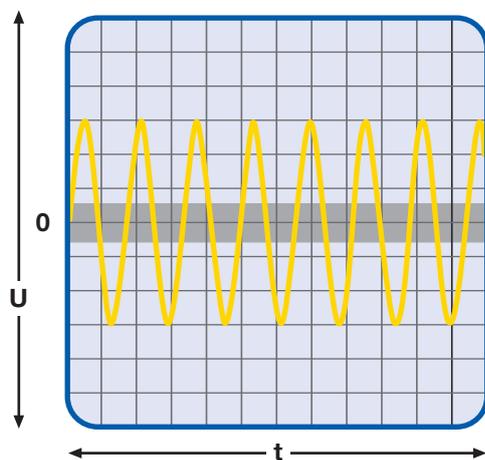


Figura 8: Sensor del número de revoluciones (inductivo)

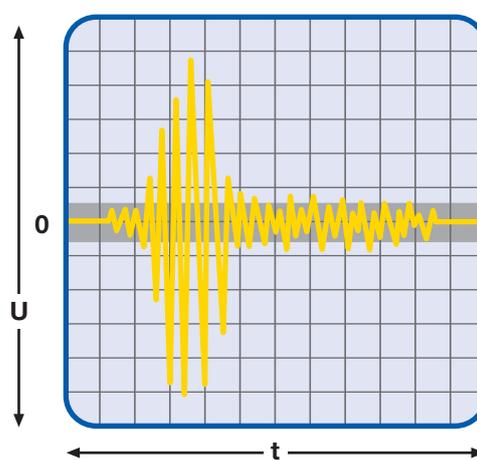


Figura 9: Sensor de picado

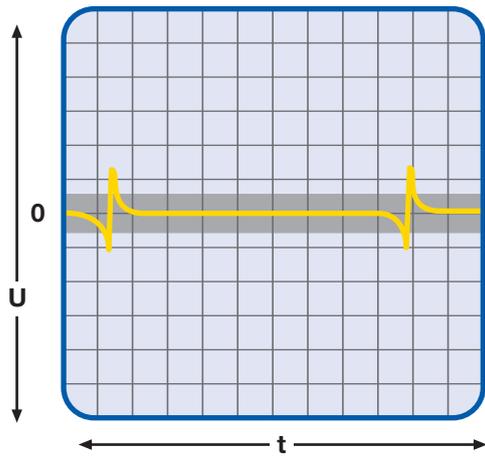
**Ejemplos de formas de señal**

Figura 10: Sensor del árbol de levas (inductivo)

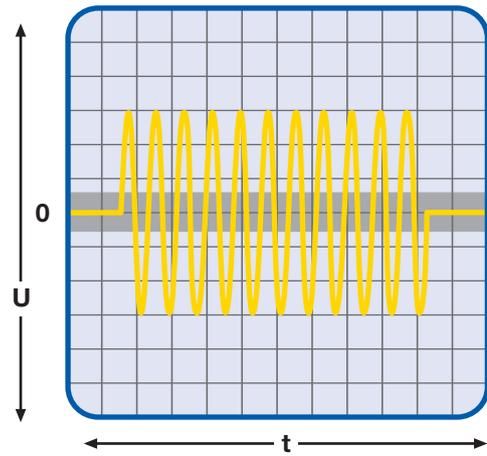
**Señales moduladas en frecuencia**  
Ejemplos de componentes con señales moduladas en frecuencia:

Figura 11: Sensor de velocidad (inductivo)

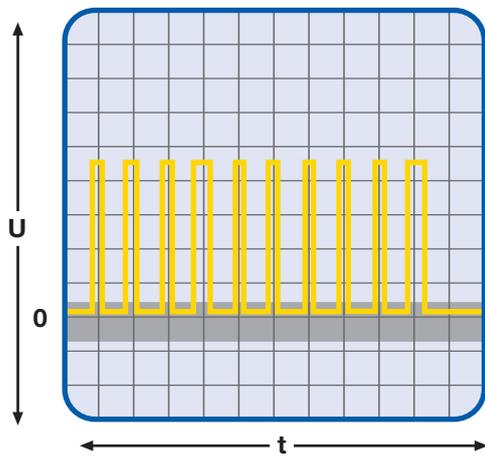


Figura 12: Sensor óptico de número de revoluciones y de posición

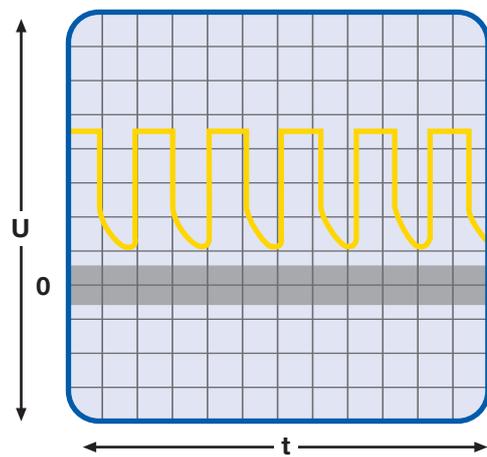


Figura 13: Sensor digital de masa de aire

Existen numerosos aparatos de diagnóstico que permiten, p. ej., leer la memoria de averías, realizar una indicación de valor real o una comprobación de actuadores. El aparato de comprobación y medición más importante en la práctica cotidiana del taller es el multímetro. Naturalmente, los requisitos básicos para un diagnóstico de averías seguro mediante el multímetro son el dominio de las distintas técnicas de medición, así como el conocimiento de los datos teóricos y esquemas de conexiones de los componentes y/o sistemas a comprobar. En las siguientes páginas le presentamos algunos fundamentos de la electricidad y las diversas técnicas de medición.

### Fundamentos de la electricidad

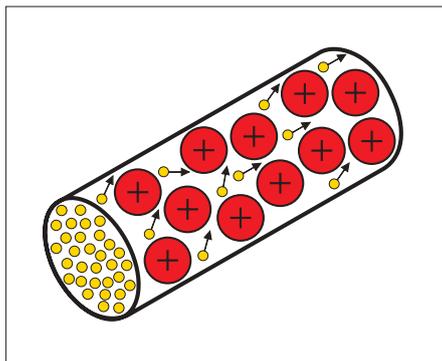


Figura 1: Exceso de electrones y falta de electrones

**Tensión:** Una tensión eléctrica surge como consecuencia de la tendencia de los electrones a nivelar la diferencia de potencial entre una carga eléctrica con exceso de electrones (potencial negativo) y una carga con falta de electrones (potencial positivo) (figura 1). La tensión eléctrica tiene el signo de fórmula U y la unidad de medida voltio (V).

**Corriente:** La corriente eléctrica fluye cuando se conecta el polo negativo al polo positivo mediante un conductor. En este caso, el flujo de corriente sería de duración muy breve, ya que la diferencia de potencial se habría igualado rápidamente. A fin de garantizar un flujo de corriente constante, es necesaria una fuerza que impulse continuamente la corriente por el circuito eléctrico. Esta fuerza puede ser una batería o un alternador. La corriente eléctrica tiene el signo de fórmula I y la unidad de medida amperio (A).

**Resistencia:** La resistencia resulta de la obstrucción que se opone al flujo de corriente no obstaculizado. La magnitud de la obstrucción viene determinada por el tipo de conductores eléctricos utilizados y por los consumidores eléctricos conectados al circuito. La resistencia tiene el signo de fórmula R y la unidad de medida ohmio ( $\Omega$ ).

Entre las tres magnitudes intensidad de corriente, tensión y resistencia se establece una relación regular:

La intensidad de la corriente será tanto mayor cuanto mayor sea la tensión y menor sea la resistencia.

Para calcular las distintas magnitudes se utiliza una fórmula que lleva el nombre del físico Georg Simon Ohm.

La ley de Ohm establece:

$$\text{Intensidad de corriente} = \frac{\text{tensión}}{\text{resistencia}} \quad \text{Como fórmula: } I = \frac{U}{R}$$

$$\text{Tensión} = \text{resistencia por intensidad de la corriente} \quad \text{Como fórmula: } U = R \cdot I$$

$$\text{Resistencia} = \frac{\text{tensión}}{\text{intensidad de corriente}} \quad \text{Como fórmula: } R = \frac{U}{I}$$

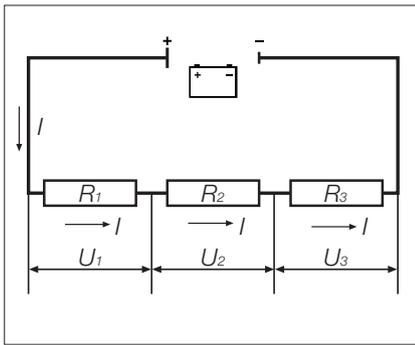
**La conexión de resistencias**

Figura 2: Conexión en línea de resistencias

Las dos conexiones eléctricas más sencillas de resistencias (consumidores) son la conexión en línea y la conexión paralela.

En la **conexión en línea** se conectan dos o más resistencias (consumidores) de tal forma que a través de ellas fluye la misma corriente (figura 2). En la medición de la conexión en línea reproducida se obtienen los siguientes resultados: La intensidad de corriente  $I$  es la misma en todas las resistencias. La suma de las caídas de tensión en las resistencias ( $U_1 \dots U_3$ ) es igual a la tensión aplicada  $U$ .

De ello se derivan las siguientes fórmulas:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots \quad R = \text{resistencia total o suplementaria}$$

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots \quad R_1, R_2 \dots = \text{resistencias individuales}$$

En una conexión en línea, la suma de las resistencias individuales es igual a la resistencia total o suplementaria.

La conexión en línea se utiliza, por ejemplo, para reducir la tensión de servicio en un consumidor mediante un resistor protector o para adaptarlo a una mayor tensión de red.

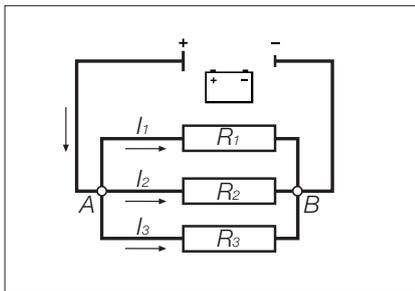


Figura 3: Conexión paralela de resistencias

En la **conexión paralela** se conectan a la misma fuente de tensión dos o más resistencias (consumidores) en paralelo unas a otras (figura 3). La ventaja de la conexión paralela reside en el hecho de que permite encender y apagar los consumidores de forma independiente entre sí.

En la conexión paralela, la suma de las corrientes que afluyen a los puntos nodales (derivaciones de corriente) es igual a la suma de las corrientes que fluyen desde éstos (figura 3).

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$$

En la conexión paralela existe la misma tensión en todas las resistencias (consumidores).

$$U = U_1 = U_2 = U_3 = \dots$$

En la conexión paralela, el valor inverso de la resistencia total es igual a la suma de los valores inversos de las resistencias individuales.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

En una conexión paralela, la resistencia total es siempre inferior a la resistencia parcial más pequeña. Esto significa: si se conecta paralelamente una resistencia muy grande a una resistencia muy pequeña, con tensión constante se reduce ligeramente la corriente, dado que la resistencia total se ha reducido ligeramente.

### El multímetro

Un multímetro estándar dispone de varias posibilidades de medición:

- corriente continua (CCA)
- corriente alterna (CAA)
- tensión continua (CCV)
- tensión alterna (CAV)
- resistencia (ohmios)

Opcionalmente, cuenta con:

- comprobación de diodos
- comprobación de transistores (hfe)
- temperatura
- comprobación de paso (zumbador, pitador)

El ajuste de las distintas gamas de medición es realizado de diversas maneras por los fabricantes de los multímetros. Por lo general, el ajuste se lleva a cabo mediante un conmutador giratorio. Antes de empezar la medición se deben considerar algunos aspectos básicos:

- Las líneas de medición y las puntas de medición deben estar limpias y en perfecto estado.
- Es preciso cerciorarse de que las líneas de medición estén insertadas en los zócalos de conexión previstos para la gama de medición.
- Si no se dispone de datos de medición, se debe empezar siempre con el ajuste más elevado posible para cada gama de medición.

Si no se obtiene ninguna indicación, se debe seleccionar la gama inmediatamente inferior.

**Durante la medición de la corriente se debe proceder con especial precaución.** Algunos multímetros cuentan con dos zócalos de conexión para la medición de corriente, y otros con uno. En los aparatos con dos zócalos, uno de ellos sirve para medir corrientes de hasta aprox. 2 amperios. Este zócalo está protegido mediante un fusible en el aparato. El segundo zócalo para hasta 10 o 20 amperios no suele estar protegido por fusible. Hay que tener cuidado de medir únicamente circuitos eléctricos hasta 10 o 20 amperios protegidos con fusible, ya que de lo contrario se destruye el aparato. Para aparatos con un solo zócalo rige el mismo principio. Tampoco este zócalo de conexión suele estar protegido, y no se debe superar el valor máximo indicado.

**Medición de tensiones**

En la medición de tensión, se conecta el multímetro en paralelo al componente que se desea medir. Siempre que sea posible, la punta de medición del cable negro del aparato de medición debería conectarse a un punto de masa en el vehículo. El cable de alimentación de tensión del componente se conecta a la punta de medición del cable rojo. Para ajustar la gama de medición se procede de la forma anteriormente descrita. Una medición de tensión debería realizarse una vez sin carga del circuito eléctrico y una vez bajo carga (consumidor encendido). De este modo se puede detectar muy rápidamente si la tensión decae completamente bajo carga. Esto sería indicio de un "punto de soldadura frío" o de una rotura de cable. Ejemplo: el ventilador del habitáculo no funciona. Mediante la medición de tensión en el fusible correspondiente se mide, sin carga, una tensión de 12 voltios. Al encender el ventilador, la tensión decae completamente. Causa: un punto de soldadura frío en la caja de fusibles, localizado mediante inspección visual después de abrir la caja de fusibles.



Medición con cable adaptador



Medición sin cable adaptador

## Medición de resistencias

Si se desea medir la resistencia de un componente, en primer lugar es preciso separarlo de la fuente de tensión. Ambos cables de comprobación se insertan en los zócalos previstos al efecto en el aparato de medición, y las puntas de comprobación se conectan al componente. Si no se conoce la resistencia aproximada, para el ajuste de la gama de medición se procede de la misma forma que en la medición de tensión: se ajusta la gama de medición más elevada y se va reduciendo gradualmente hasta que se obtiene una indicación.



Medición sin cable adaptador

Mediante la medición de la resistencia también se puede determinar un cortocircuito a masa y comprobar el paso de cables. Esto es aplicable para componentes y cables. Para medir el paso de un cable, se separa del componente y en la conexión de enchufe más cercana posible. Los cables de conexión del multímetro se conectan a los extremos de los cables, y se ajusta la gama de medición "Comprobación acústica" o "Gama de resistencia más pequeña".



Medición con cable adaptador

Si el cable está en buen estado, suena un pitido o la indicación indica 0 ohmios. Si el cable está interrumpido, se indica una resistencia infinita. Para determinar un cortocircuito a masa, se mide desde el extremo correspondiente del cable hacia la masa del vehículo. Si suena el pitido o se indica una resistencia de 0 ohmios, se puede concluir la existencia de un cortocircuito. La comprobación en un componente, p. ej. un sensor de temperatura, se realiza de la misma forma. El multímetro se conecta al pin de masa del componente y a la masa del vehículo o a la carcasa del componente. El ajuste de la gama de medición se realiza de la forma anteriormente descrita. El valor indicado debe ser infinito. Si suena el pitido o se indica una resistencia de 0 ohmios, se puede concluir la existencia de un cortocircuito en el componente.

### Medición de la corriente

Para medir el consumo de corriente de un componente, se conecta en línea el multímetro. En primer lugar se desconecta del componente el cable de alimentación de tensión. A continuación se conectan los cables de comprobación del multímetro a los zócalos de masa y de corriente del aparato, las puntas de medición al cable de alimentación de tensión y al pin para la alimentación de tensión en el componente. Durante la medición de corriente es importante observar las medidas de precaución anteriormente mencionadas.

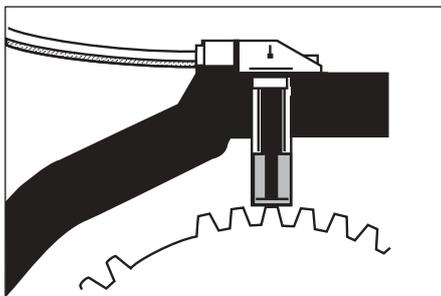


A continuación ofrecemos un pequeño extracto de las posibilidades que ofrece el multímetro. Harían falta muchas más páginas para dar cuenta de todas las demás posibilidades que no se necesitan en la práctica cotidiana en el taller. Para la utilización segura del multímetro y la evaluación de los resultados de medición, recomendamos asistir a un cursillo con un alto contenido práctico, por ejemplo en Hella.

## Generalidades

Los sensores del cigüeñal tienen el cometido de determinar el número de revoluciones y la posición del eje del cigüeñal. Normalmente están montados cerca del volante de inercia, en una corona dentada. Existen dos formas constructivas: transmisores inductivos y transmisores Hall. Antes de realizar una comprobación del sensor del cigüeñal, es imprescindible determinar de qué tipo de transmisor se trata.

## Modo de funcionamiento



El movimiento rotativo de la corona dentada genera variaciones del campo magnético. Las señales de tensión distintas generadas por los campos magnéticos se transmiten a la unidad de control. A partir de las señales, la unidad de control calcula el número de revoluciones y la posición del cigüeñal, a fin de recabar datos básicos importantes para la inyección y el reglaje del punto de encendido.

## Consecuencias en caso de avería

En caso de avería del sensor del cigüeñal, pueden aparecer los siguientes síntomas de fallo:

- Fallo del motor
- Paro del motor
- Almacenamiento de un código de avería

Las causas de la avería pueden ser las siguientes:

- Cortocircuitos internos
- Roturas de línea
- Cortocircuitos de línea
- Daños mecánicos de la rueda del transmisor
- Suciedad debido a las partículas de metal

## Localización de averías

- Lectura de la memoria de averías
- Comprobar que las conexiones eléctricas de las líneas de sensor, del conector y del sensor están bien conectadas y que no presentan roturas o corrosión
- Tener en cuenta la suciedad y los posibles daños



La comprobación directa del sensor del cigüeñal puede resultar difícil si no se sabe cuál es el tipo exacto del sensor. Antes de la comprobación se debe aclarar si se trata de un transmisor inductivo o Hall. No siempre es posible distinguir ópticamente ambos tipos. En caso de que el número de pins de conexión sea de 3, no es posible determinar de forma exacta de qué tipo se trata. Para ello, deberán consultarse los datos específicos del fabricante y los datos incluidos en el catálogo de recambios. Mientras no se haya aclarado inequívocamente el tipo de transmisor, no se debe utilizar un ohmímetro para la comprobación. ¡Si se tratara de un sensor Hall, podría destruirlo!



Si el sensor cuenta con un conector de 2 polos, es casi seguro que se trata de un transmisor inductivo. Aquí pueden determinarse la resistencia interna y un posible contacto a masa, así como la señal. Para ello se desconecta la conexión de enchufe y se comprueba la resistencia interna del sensor. Si el valor de resistencia interna es de entre 200 y 1.000 ohmios (en función del valor teórico), el sensor está en buen estado. Un valor de 0 ohmios indica un cortocircuito y uno de M ohmios, una interrupción. La comprobación del contacto a masa se realiza con un ohmímetro desde un pin de conexión hacia la masa del vehículo. El valor de resistencia debe tender hacia el infinito. La comprobación con un osciloscopio debe dar una señal sinusoidal con la suficiente potencia. En los transmisores Hall, sólo deberá comprobarse la tensión de la señal en forma de una señal rectangular, así como la tensión de alimentación. El resultado debe ser una señal rectangular en función del número de revoluciones del motor. Merece la pena repetirlo: La utilización de un ohmímetro puede destruir el transmisor Hall.

### Indicación de montaje

Asegurarse de que la distancia hasta la rueda del transmisor y el asiento del sensor sean correctos.

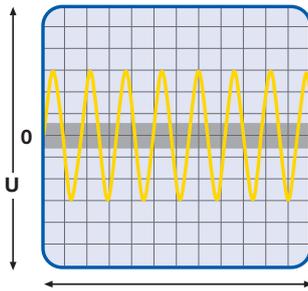


Imagen óptima del transmisor inductivo

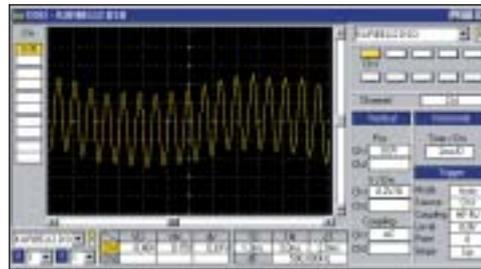


Imagen en vivo ok

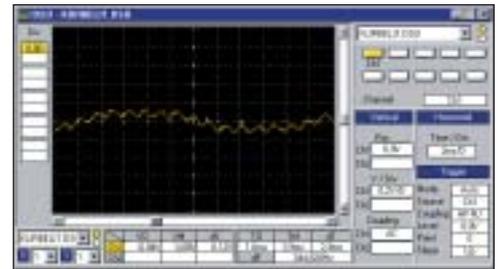


Imagen en vivo con fallo: distancia del sensor excesiva

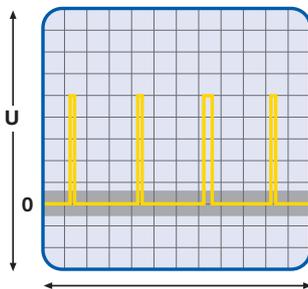


Imagen óptima del transmisor Hall

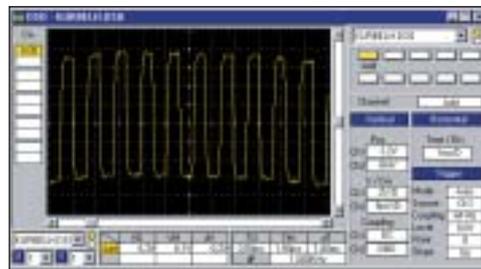


Imagen en vivo ok

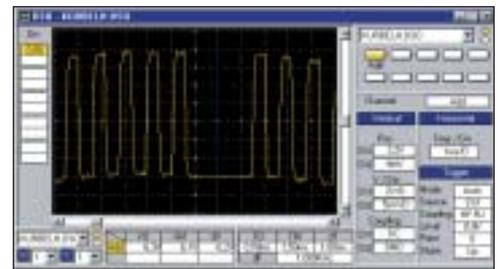


Imagen en vivo con fallo: dientes ausentes/dañados en la rueda del transmisor

A fin de facilitar la comprensión del tema de la sonda Lambda y de simplificar su comprobación en la práctica cotidiana del taller, en esta edición presentamos la estructura, el funcionamiento y las diversas posibilidades de comprobación de la sonda Lambda.

Generalmente, el funcionamiento de la sonda Lambda se comprueba durante la inspección rutinaria de los gases de escape. No obstante, dado que la sonda está sometida a un cierto desgaste, debería comprobarse su correcto funcionamiento a intervalos regulares (aprox. cada 30.000 km), p. ej. en el marco de las inspecciones.

### ¿Por qué es necesaria una sonda Lambda?

Debido al endurecimiento de las leyes para la reducción de los gases de escape de los automóviles, se mejoraron también las técnicas para la depuración de los gases de escape. Para garantizar una tasa de conversión óptima del catalizador, es necesaria una combustión óptima. Ésta se alcanza con una composición de la mezcla de 14,7 kg de aire y 1 kg de combustible (mezcla estequiométrica). Esta mezcla óptima se identifica con la letra griega  $\lambda$  (lambda). Con lambda se expresa la proporción de aire entre la necesidad de aire teórica y la cantidad de aire realmente suministrada.

$$\lambda = \frac{\text{cantidad de aire suministrada}}{\text{cantidad de aire teórica}} = \frac{14,8 \text{ kg}}{14,8 \text{ kg}} = 1$$

### Estructura y funcionamiento de la sonda Lambda

El principio funcional de la sonda Lambda se basa en una medición comparativa del oxígeno. Esto significa que se compara el contenido residual en oxígeno del gas de escape (aprox. 0,3–3%) con el contenido en oxígeno del aire ambiental (aprox. 20,8%). Si el contenido residual en oxígeno del gas de escape es del 3% (mezcla pobre), debido a la diferencia con respecto al contenido en oxígeno del aire ambiental se genera una tensión de 0,1 V. Si el contenido residual en oxígeno del gas de escape es inferior al 3% (mezcla rica), la tensión de la sonda aumenta hasta 0,9 V en proporción al incremento de la diferencia. El contenido residual en oxígeno se mide con diversas sondas Lambda.

### Medición mediante la tensión de la sonda generada (sonda de salto de tensión)



Esta sonda consiste en una cerámica de dióxido de zirconio hueca y con forma de dedo. La particularidad de este electrólito sólido reside en el hecho de que es permeable para los iones de oxígeno a partir de una temperatura de aprox. 300 °C. Ambos lados de esta cerámica están revestidos de una capa de platino fina y porosa que actúa como electrodo. El aire de escape circula junto al lado exterior de la cerámica, mientras que el lado interior está lleno de aire de referencia. Debido a las distintas concentraciones de oxígeno en ambos lados, a causa de las propiedades de la cerámica se produce una migración de iones de oxígeno, que a su vez genera una tensión. Esta tensión se utiliza como señal para la unidad de control, que modifica la composición de la mezcla en función del contenido residual en oxígeno de los gases de escape. Este proceso – la medición del contenido residual en oxígeno y el enriquecimiento o empobrecimiento de la mezcla – se repite varias veces al segundo, de modo que se obtiene una mezcla estequiométrica ( $\lambda = 1$ ) ajustada a las necesidades.

### Medición mediante la resistencia de la sonda (sonda de salto de resistencia)

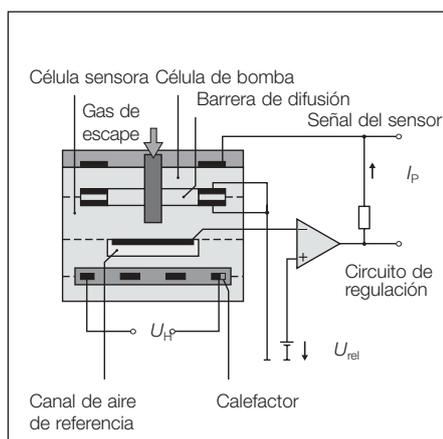


En este tipo de sonda, el elemento cerámico está fabricado en dióxido de titanio, en una técnica de película gruesa multicapa. El dióxido de titanio tiene la particularidad de que varía su resistencia en proporción a la concentración de oxígeno en el gas de escape. En caso de proporción de oxígeno elevada (mezcla pobre  $\lambda > 1$ ) es menos conductor, mientras que con un contenido en oxígeno escaso (mezcla rica  $\lambda < 1$ ) se vuelve más conductor. Esta sonda no necesita aire de referencia, pero debe ser alimentada con una tensión de 5 V por la unidad de control mediante una combinación de resistencias. Mediante la caída de tensión en las resistencias se genera la señal necesaria para la unidad de control.

Ambas células de medición están montadas en carcasas similares. Un tubo protector impide daños en las células de medición, las cuales sobresalen en el flujo de gases de escape.

**Calefacción de la sonda Lambda:** Las primeras sondas Lambda no estaban calefactadas, y en consecuencia debían montarse cerca del motor para permitirles alcanzar lo antes posible su temperatura de trabajo. Actualmente, las sondas Lambda están equipadas de una calefacción de la sonda. De este modo, se pueden montar las sondas lejos del motor. La ventaja: Ya no están expuestas a la elevada carga térmica. Gracias a la calefacción de la sonda, alcanzan rápidamente la temperatura de servicio, y se reduce al mínimo el tiempo durante el cual la regulación Lambda no está activa. Se evita así una refrigeración demasiado intensa durante el régimen de ralentí, durante el cual la temperatura de los gases de escape no es tan elevada. Las sondas Lambda calefactadas poseen un tiempo de reacción más corto, lo cual influye positivamente en la velocidad de regulación.

### Sondas Lambda de banda ancha



La sonda Lambda indica una mezcla rica o pobre en el rango  $\lambda = 1$ . La sonda Lambda de banda ancha ofrece la posibilidad de medir una razón de aire exacta tanto en el rango pobre ( $\lambda > 1$ ) como en el rico ( $\lambda < 1$ ). Suministra una señal eléctrica exacta, y gracias a ello puede regular cualquier valor teórico, p. ej. en motores diésel, motores de gasolina con conceptos de mezcla rica, motores de gas y termas calentadas por gas. La sonda Lambda de banda ancha está estructurada como una sonda convencional con aire de referencia. Además, posee una segunda célula electroquímica: la célula de bomba. Mediante un pequeño orificio en la célula de bomba, el gas de escape llega a la cámara de medición, el intersticio de difusión. Para ajustar la razón de aire  $\lambda$ , aquí se compara la concentración de oxígeno con la concentración de oxígeno del aire de referencia. A fin de obtener una señal medible para la unidad de control, se aplica una tensión a la célula de bomba. Mediante esta tensión se puede bombear el oxígeno procedente del gas de escape para introducirlo en el intersticio de difusión o sacarlo de éste. La unidad de control regula la tensión de la bomba de tal forma que la composición del gas en el intersticio de difusión se mantenga constantemente en  $\lambda = 1$ . Si la mezcla es pobre, mediante la célula de bomba se bombea oxígeno hacia el exterior. De este modo se genera una corriente de bomba positiva. Si la mezcla es rica, se bombea oxígeno hacia el interior desde el aire de referencia. De este modo se genera una corriente de bomba negativa. En caso de  $\lambda = 1$  en el intersticio de difusión, no se transporta oxígeno y la corriente de la bomba es cero. Esta corriente de la bomba es evaluada por la unidad de control, al cual le comunica la razón de aire y, por ende, informaciones sobre la composición de la mezcla.

## Utilización de varias sondas Lambda

En motores de cilindros tanto en V como opuestos con sistema de escape de doble flujo, normalmente se utilizan dos sondas Lambda. De este modo, para cada bancada de cilindros existe un circuito de regulación propio mediante el cual se puede regular la composición de la mezcla. Pero también en los motores de cilindros en línea se monta actualmente una sonda Lambda para cada grupo de cilindros (p. ej. para los cilindros 1-3 y 4-6). En los grandes motores de doce cilindros de tecnología avanzada se utilizan hasta ocho sondas Lambda.

Desde la introducción del EOBD (diagnóstico europeo a bordo) se debe controlar también el funcionamiento del catalizador. Para ello se instala una sonda Lambda adicional detrás del catalizador. Mediante ésta se determina la capacidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador. El funcionamiento de la sonda postcatalizador es igual al de la sonda precatalizador. En la unidad de control se comparan las amplitudes de las sondas Lambda. Gracias a la capacidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador, las amplitudes de tensión de la sonda postcatalizador son muy reducidas. Si disminuye la capacidad de almacenamiento del catalizador, las amplitudes de tensión de la sonda postcatalizador aumentan, debido al mayor contenido en oxígeno. La magnitud de las amplitudes generadas en la sonda postcatalizador depende de la capacidad de almacenamiento del catalizador en cada momento, la cual varía con la carga y el número de revoluciones. Por este motivo se tienen en cuenta el estado de carga y el número de revoluciones al comparar las amplitudes de sonda. Si, de todos modos, las amplitudes de tensión de ambas sondas son aproximadamente iguales, significa que se ha agotado la capacidad de almacenamiento del catalizador, p. ej. debido al envejecimiento.

Los vehículos equipados con un sistema de autodiagnóstico pueden detectar y almacenar en la memoria de averías los fallos que se produzcan en el circuito de regulación. Normalmente, esto se indica mediante el testigo de control del motor. Para el diagnóstico de averías se puede leer entonces la memoria de averías mediante un aparato de diagnóstico. Sin embargo, los sistemas antiguos no son capaces de determinar si el fallo en cuestión es atribuible a un componente defectuoso o, p. ej., a un defecto del cable. En este caso, el mecánico deberá llevar a cabo comprobaciones adicionales.

En el curso del EOBD se ha ampliado a los siguientes puntos el control de las sondas Lambda: cortocircuito de línea, disposición para el servicio, cortocircuito a la masa de la unidad de control, cortocircuito a positivo, rotura del cable y envejecimiento de la sonda Lambda. Para diagnosticar las señales de la sonda Lambda, la unidad de control utiliza la forma de la frecuencia de la señal. Para ello, la unidad de control calcula los siguientes datos: los valores de tensión de la sonda máximo y mínimo detectados, el tiempo entre los flancos positivo y negativo, la magnitud de ajuste del regulador Lambda hacia rica y pobre, el umbral de regulación de la regulación Lambda, la tensión de la sonda y la duración del periodo.

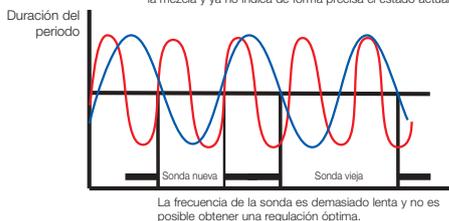
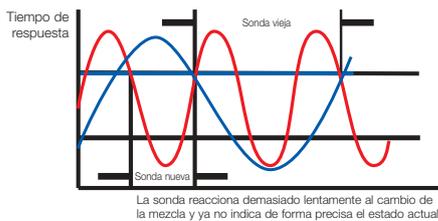
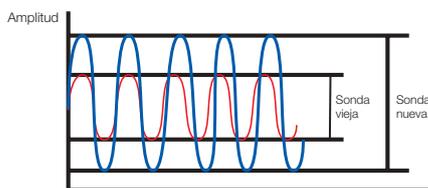
### ¿Cómo se determinan las tensiones máxima y mínima de la sonda?

Al poner el motor en marcha, se borran todos los antiguos valores máx./mín. en la unidad de control. Durante la marcha, se calculan los valores mínimo y máximo en una gama de carga/número de revoluciones especificada para el diagnóstico.

### Cálculo del tiempo entre los flancos positivo y negativo.

Si la tensión de la sonda sobrepasa el umbral de regulación, se inicia la medición del tiempo entre los flancos positivo y negativo. Si la tensión de la sonda no alcanza el umbral de regulación, se detiene la medición del tiempo. El lapso transcurrido entre el inicio y el fin de la medición del tiempo es medido por un contador.

## Diagnóstico y comprobación de la sonda Lambda



**Detección de una sonda Lambda envejecida o envenenada.**

Si la sonda está muy envejecida o envenenada p. ej. por aditivos del combustible, ello se refleja en la señal de la sonda. La señal de la sonda se compara con una imagen de señal almacenada. Por ejemplo, mediante la duración del periodo de la señal se identifica una sonda lenta como avería.

**Comprobación de la sonda Lambda mediante el osciloscopio, el multímetro, el aparato de comprobación de sondas Lambda, el aparato de medición del gas de escape**

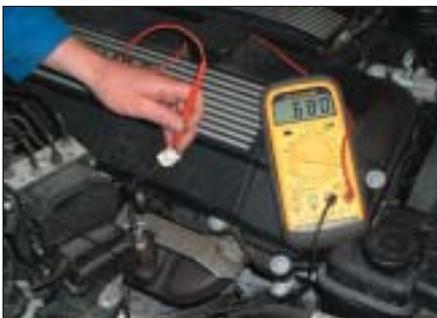
Como norma general, antes de cada comprobación se debería realizar una inspección visual, para asegurarse de que no existan daños en el cable o el conector. El sistema de escape no debe presentar fugas. Para la conexión del aparato de medición se recomienda usar un cable adaptador. También se debe tener en cuenta que la regulación Lambda no está activa en algunos estados de servicio, como p. ej. durante el arranque en frío hasta alcanzarse la temperatura de servicio, y a plena carga.

**Comprobación con el aparato comprobador del gas de escape**



Una de las comprobaciones más rápidas y sencillas es la medición con un aparato comprobador del gas de escape de cuatro gases. La comprobación se realiza de igual forma que la inspección legal del gas de escape. Con el motor a temperatura de servicio, se retira un tubo flexible para intercalar aire infiltrado como magnitud perturbadora. Debido al cambio en la composición del gas de escape, varía el valor Lambda calculado e indicado por el aparato comprobador del gas de escape. A partir de un cierto valor, el sistema de preparación de la mezcla debe detectarlo y eliminarlo mediante regulación en un lapso determinado (60 segundos en la inspección del gas de escape). Si se retira la magnitud perturbadora, el valor Lambda debe ser regulado de nuevo al valor original. Como normal general, para ello se deberían observar las especificaciones sobre intercalación de magnitud perturbadora y los valores Lambda del fabricante. Sin embargo, con esta comprobación sólo se puede determinar si la regulación Lambda funciona. No es posible una comprobación eléctrica. En este método existe el peligro de que los sistemas de gestión del motor modernos, pese a que la regulación Lambda no funcione, regulen la mezcla mediante la determinación exacta de la carga, de tal forma que  $\lambda = 1$ .

**Comprobación con el multímetro**



Para la comprobación se deberían utilizar exclusivamente multímetros de alta resistencia con indicación digital o analógica. Si se usan multímetros con una resistencia interna pequeña (sobre todo en aparatos analógicos), la señal de la sonda Lambda se somete a una gran carga y puede decaer completamente. Debido a las rápidas variaciones de la tensión, un aparato analógico es ideal para representar la señal. El multímetro se conecta en paralelo a la línea de señal (cable negro, consultar el esquema de conexiones) de la sonda Lambda. La gama de medición del multímetro se ajusta a 1 o 2 voltios. Después de arrancar el motor, aparece en la indicación un valor entre 0,4 y 0,6 voltios (tensión de referencia). Al alcanzarse la temperatura de servicio del motor y de la sonda Lambda, la tensión fija empieza a oscilar entre 0,1 y 0,9 voltios. A fin de obtener un resultado de medición impecable, se debería mantener el motor a un régimen de revoluciones de aprox. 2.500 rpm. De este modo se garantiza que incluso en sistemas con sonda Lambda no calefactada se alcance la temperatura de servicio de la sonda. Una temperatura insuficiente del gas de escape al ralentí comporta el peligro de que la sonda no calefactada se enfríe y deje de generar señal.

### Comprobación con el osciloscopio

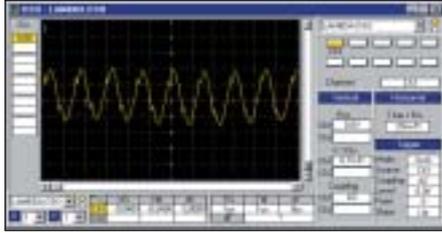


Imagen de osciloscopio sonda de salto de tensión

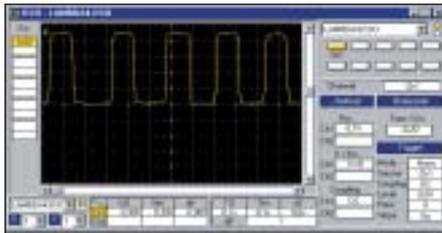


Imagen de osciloscopio sonda de salto de resistencia

El osciloscopio permite representar de forma ideal la señal de la sonda Lambda. Al igual que en el caso de la medición con el multímetro, el requisito básico es la temperatura de servicio del motor y de la sonda Lambda. El osciloscopio se conecta a la línea de señal. La gama de medición a ajustar depende del osciloscopio empleado. Si el aparato cuenta con una detección automática de la señal, se debería utilizarla. En caso de ajuste manual, se debe ajustar una gama de tensión de 1–5 voltios y un ajuste de tiempo de 1–2 segundos.

También en este caso, el número de revoluciones del motor debería ser de aprox. 2.500 rpm. La tensión alterna aparece en forma sinusoidal en el display. A partir de esta señal se pueden evaluar los siguientes parámetros: la altura de amplitud (tensión máxima y mínima 0,1–0,9 voltios), el tiempo de respuesta y la duración del periodo (frecuencia aprox. 0,5–4 Hz, esto es, de fi a 4 veces por segundo).

### Comprobación con el aparato de comprobación de sondas Lambda



Varios fabricantes ofrecen aparatos especiales para la comprobación de sondas Lambda. Con este aparato se indica el funcionamiento de la sonda Lambda mediante LED. La conexión se realiza, como en el caso del multímetro y el osciloscopio, a la línea de señal de la sonda. En cuanto la sonda ha alcanzado la temperatura de servicio y empieza a funcionar, los LED empiezan e iluminarse alternativamente, en función de la composición de la mezcla y de la curva de tensión (0,1–0,9 voltios) de la sonda. Todas las indicaciones para el ajuste de aparatos para la medición de tensión se refieren aquí a las sondas de dióxido de circonio (sondas de salto de tensión). En las sondas de dióxido de titanio, la gama de medición de tensión a ajustar se cambia a 0–10 voltios, y las tensiones medidas oscilan entre 0,1–5 voltios. Como norma general, se deben observar las indicaciones del fabricante. Además de la comprobación electrónica, el estado del tubo protector del elemento de la sonda puede proporcionar información sobre su funcionalidad:



**El tubo protector está cubierto de gran cantidad de hollín:** el motor funciona con una mezcla demasiado rica. La sonda deberá sustituirse y la causa de que la relación sea demasiado rica deberá eliminarse para evitar que la sonda vuelva a cubrirse de hollín.



**Incrustaciones brillantes en el tubo protector:** utilización de combustible con plomo. El plomo destruye la resistencia de la sonda. La sonda deberá sustituirse y el catalizador deberá revisarse. Se debe sustituir el combustible con plomo por combustible sin plomo.



**Incrustaciones de color claro (blancas o grises) en el tubo protector:** el motor quema aceite; aditivos adicionales en el combustible. La sonda deberá sustituirse y la causa por la que se produce una combustión de aceite deberá eliminarse.



**Montaje incorrecto:** Un montaje incorrecto puede dañar la sonda Lambda y no puede asegurarse su buen funcionamiento. Para el montaje se debe utilizar la herramienta especial prescrita y respetar el par de apriete.

**Comprobación de la calefacción de la sonda Lambda**

Se pueden comprobar la resistencia interna y la alimentación de tensión del elemento calentador. Para ello, desenchufar el conector hacia la sonda Lambda. Medir la resistencia del lado de la sonda Lambda con el ohmímetro en ambos cables para el elemento calentador. Ésta debería hallarse entre 2 y 14 ohmios. Medir la alimentación de tensión del lado del vehículo con el voltímetro. Debe existir una tensión superior a 10,5 voltios (tensión de a bordo).

**Diferentes posibilidades de conexión y colores de cables****Sondas no calefactadas**

| Número de cables | Color del cable | Conexión                            |
|------------------|-----------------|-------------------------------------|
| 1                | Negro           | Señal (masa a través de la carcasa) |
| 2                | Negro           | Señal<br>Masa                       |

**Sondas calefactadas**

| Número de cables | Color del cable             | Conexión   |
|------------------|-----------------------------|--|
| 3                | Negro<br>2 x blanco         | Señal (masa a través de la carcasa)<br>Elemento calentador |
| 4                | Negro<br>2 x blanco<br>Gris | Señal<br>Elemento calentador<br>Masa                       |

**Sondas de dióxido de titanio**

| Número de cables | Color del cable                     | Conexión   |
|------------------|-------------------------------------|--|
| 4                | Rojo<br>blanco<br>Negro<br>Amarillo | Elemento calentador (+)<br>Elemento calentador (-)<br>Señal (-)<br>Señal (+) |
| 4                | Gris<br>blanco<br>Negro<br>Amarillo | Elemento calentador (+)<br>Elemento calentador (-)<br>Señal (-)<br>Señal (+) |

**(Se deben tener en cuenta las indicaciones específicas del fabricante.)**

**Existen una serie de defectos típicos en las sondas Lambda que aparecen con mucha frecuencia. La siguiente lista indica la causa que ha provocado los fallos diagnosticados:**

| Fallo diagnosticado  | Causa  |
|--|--|
| Tubo protector o cuerpo de la sonda obstruido por residuos de aceite | Ha penetrado aceite sin quemar en el sistema de escape, p. ej. a través de aros de pistón defectuosos o juntas de vástagos de válvulas |
| Aspiración de aire infiltrado, ausencia de aire de referencia        | Montaje incorrecto de la sonda, abertura para el aire de referencia obstruida  |
| Daños por sobrecalentamiento   | Temperaturas superiores a 950 °C debido a un punto de encendido incorrecto o al juego de válvulas                                      |
| Conexión deficiente en los contactos de enchufe                      | Oxidación  |
| Conexiones de cableado interrumpidas                                 | Tendido incorrecto de los cables, partes desgastadas, mordedura de garduña   |
| Conexión a masa defectuosa   | Oxidación, corrosión en el sistema de escape   |
| Daños mecánicos  | Par de apriete excesivo  |
| Envejecimiento químico   | Trayectos cortos muy frecuentes  |
| Sedimentaciones de plomo   | Utilización de combustible con plomo   |

**Si se sustituye una sonda Lambda, al montar la nueva sonda se deben tener en cuenta los siguientes puntos:**

- Utilice para el desmontaje y el montaje exclusivamente una herramienta prevista para tal fin.
- Compruebe que la rosca en el sistema de escape no presente daños.
- Utilice exclusivamente la grasa suministrada o prevista especialmente para sondas Lambda.
- Evite poner en contacto el elemento de medición de la sonda con agua, aceite, grasa, agentes de limpieza o desoxidantes.
- Respete el par de apriete de 40–52 Nm en las roscas M18x1,5.
- Al tender el cable de conexión, procure que no entre en contacto con objetos calientes o móviles y que no quede tendido sobre cantos afilados.
- Tienda el cable de conexión de la nueva sonda Lambda siguiendo con la mayor fidelidad posible el modelo de la sonda montada originalmente.
- Asegúrese de que el cable de conexión disponga de la suficiente libertad de movimientos, para evitar que se rompa a causa de vibraciones y movimientos del sistema de escape.
- Advierta al cliente de que no debe utilizar aditivos basados en metal ni combustible con plomo.
- No utilice una sonda Lambda que haya caído al suelo o que esté dañada.

**Generalidades**

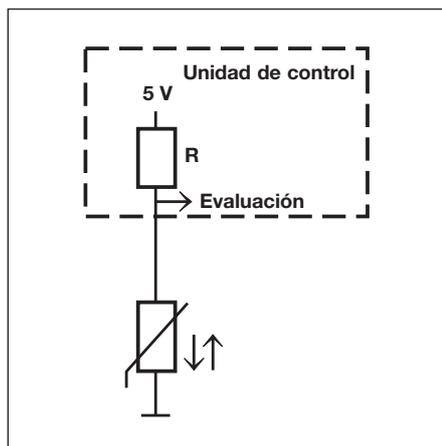
El sensor de temperatura del aire de aspiración determina la temperatura existente en el tubo de aspiración y envía a la unidad de control las señales de tensión generadas a partir de la temperatura existente. La unidad de control evalúa estas señales y actúa sobre la formación de la mezcla y la secuencia de encendido.

**Funcionamiento**



En función de la temperatura del aire de aspiración, se modifica la resistencia del sensor de temperatura. A medida que va aumentando la temperatura, la resistencia va disminuyendo, lo cual provoca un descenso de la tensión en el sensor. La unidad de control evalúa estos valores de tensión, ya que éstos están directamente relacionados con la temperatura del aire de aspiración, pues las bajas temperaturas dan como resultado valores de tensión altos en el sensor, mientras que las temperaturas altas dan como resultado valores de tensión bajos.

**Consecuencias en caso de avería**



Un sensor de temperatura del aire de aspiración defectuoso puede detectarse de diferentes formas, por ejemplo por los fallos de la unidad de control y la consiguiente estrategia de funcionamiento de emergencia.

Los síntomas de fallo más habituales son:

- Almacenamiento de un código de avería y un posible encendido del testigo de control del motor
- Problemas de arranque
- Baja potencia del motor
- Mayor consumo de combustible

Las causas de avería pueden atribuirse a diferentes motivos:

- Cortocircuitos internos
- Roturas de línea
- Cortocircuitos de línea
- Daños mecánicos
- Punta del sensor sucia

### Localización de averías

- Lectura de la memoria de averías
- Comprobar que las conexiones eléctricas de las líneas de sensor, del conector y del sensor están bien conectadas y que no presentan roturas o corrosión

### La comprobación se realiza con el multímetro



#### 1. Paso de inspección

Se determina la resistencia interna del sensor. La resistencia depende de la temperatura: con el motor en frío, es elevada, mientras que con el motor en caliente es baja.

En función del fabricante:  
25 °C 2,0 – 5,0 Kohmios  
80 °C 300 – 700 ohmios

Observar las indicaciones especiales relativas a valores teóricos.



#### 2. Paso de inspección

Comprobar el cableado hacia la unidad de control comprobando individualmente el paso y el contacto a masa de cada línea hacia el conector de la unidad de control.

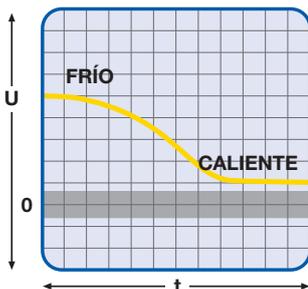
1. Conectar el ohmímetro entre el conector del sensor de temperatura y el conector de la unidad de control extraído. Valor teórico: aprox. 0 ohmios (esquema de conexiones necesario para la ocupación de los pins de la unidad de control)
2. Comprobar el pin correspondiente en el conector del sensor con el ohmímetro y con el conector de la unidad de control extraído contra la masa. Valor teórico: >30 Mohmios.



#### 3. Paso de inspección

Comprobar la tensión de alimentación en el conector del sensor extraído con el voltímetro. Esto se realiza con la unidad de control enchufada y con el encendido conectado. Valor teórico: aprox. 5 V.

Si no se alcanza el valor de tensión, deberá comprobarse el suministro de tensión de la unidad de control, incluido el suministro de masa según el esquema de conexiones. Si el suministro de tensión es correcto, se debe contemplar la posibilidad de un fallo en la unidad de control.



Sensor de temperatura imagen óptima

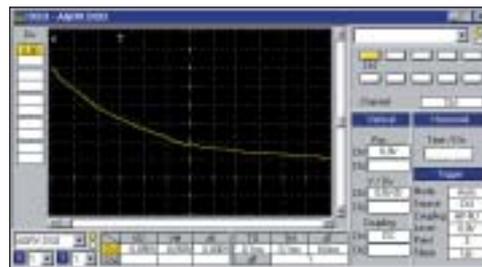


Imagen en vivo sensor de temperatura ok

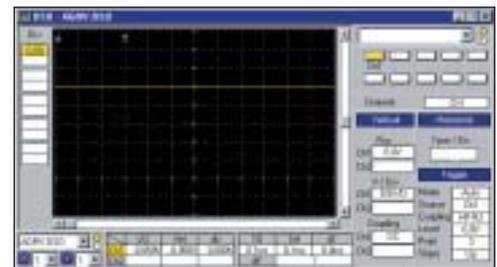


Imagen en vivo sensor de temperatura con fallo: la tensión se mantiene inalterada pese a la variación de la temperatura

**Generalidades**

El sensor de temperatura del refrigerante es utilizado por el sistema de preparación de la mezcla para registrar la temperatura de funcionamiento del motor. La unidad de control adapta el tiempo de inyección y el ángulo de encendido a las condiciones de funcionamiento en función de la información que recibe del sensor. El sensor es un sensor de temperatura con coeficiente de temperatura negativo: la resistencia interna disminuye a medida que aumenta la temperatura.

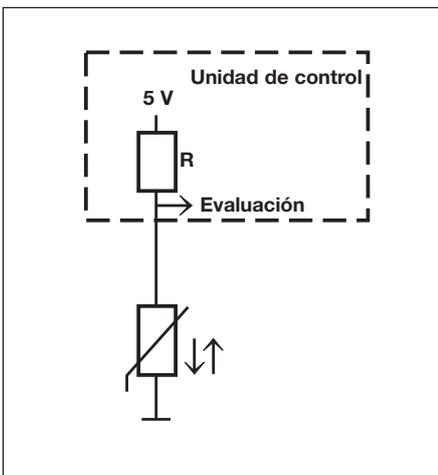
**Funcionamiento**



En función de la temperatura del refrigerante, se modifica la resistencia del sensor de temperatura. A medida que va aumentando la temperatura, la resistencia va disminuyendo a la vez que va reduciendo la tensión en el sensor. La unidad de control evalúa estos valores de tensión, ya que éstos están directamente relacionados con la temperatura del refrigerante, pues las bajas temperaturas dan como resultado valores de tensión altos en el sensor, mientras que las temperaturas altas dan como resultado valores de tensión bajos.

**Consecuencias en caso de avería**

Un sensor de temperatura del refrigerante defectuoso puede manifestarse de diferentes formas a través de fallos de la unidad de control y de la consiguiente estrategia de funcionamiento de emergencia.



Los síntomas de fallo más habituales son:

- Aumento del número de revoluciones al ralentí
- Mayor consumo de combustible
- Comportamiento de arranque defectuoso

Además, pueden producirse problemas durante el ciclo de comprobación del control de los gases de escape debido a un aumento de los valores de monóxido de carbono y/o al fallo de la regulación Lambda.

En la memoria de averías de la unidad de control pueden almacenarse las siguientes entradas:

- Conexión a masa en el cableado o cortocircuito en el sensor
- Contacto a positivo o interrupción de la línea
- Modificaciones de la señal no plausibles (salto de señal)
- El motor no alcanza la temperatura mínima del refrigerante

El último código de avería también puede aparecer en caso de un termostato del refrigerante defectuoso.

### Localización de averías

- Lectura de la memoria de averías
- Comprobar que las conexiones eléctricas de las líneas de sensor, del conector y del sensor están bien conectadas y que no presentan roturas o corrosión.

### La comprobación se realiza con el multímetro



#### 1. Paso de inspección

Se determina la resistencia interna del sensor. La resistencia depende de la temperatura: con el motor en frío, es elevada, mientras que con el motor en caliente es baja.

En función del fabricante:

25 °C 2,0 – 6 Kohmios

80 °C ca. 300 ohmios

Observar las indicaciones especiales relativas a valores teóricos.

#### 2. Paso de inspección

Comprobar el cableado hacia la unidad de control comprobando individualmente el paso y el contacto a masa de cada línea hacia el conector de la unidad de control.

1. Conectar el ohmímetro entre el conector del sensor de temperatura y el conector de la unidad de control extraído. Valor teórico: aprox. 0 ohmios (esquema de conexiones necesario para la ocupación de los pins de la unidad de control).
2. Comprobar el pin correspondiente en el conector del sensor con el ohmímetro y con el conector de la unidad de control extraído contra la masa. Valor teórico: >30 Mohmios.



#### 3. Paso de inspección

Comprobar la tensión de alimentación en el conector del sensor extraído con el voltímetro. Esto se realiza con la unidad de control enchufada y con el encendido conectado. Valor teórico aprox. 5 V.

Si no se alcanza el valor de tensión, deberá comprobarse el suministro de tensión de la unidad de control, incluido el suministro de masa según el esquema de conexiones.



## Generalidades

Los sensores de transmisión registran el número de revoluciones de la transmisión. La unidad de control necesita este dato para la regulación de la presión de cambio durante las transiciones de cambio de marcha, así como para decidir en qué momento debe ponerse cada marcha.

## Funcionamiento



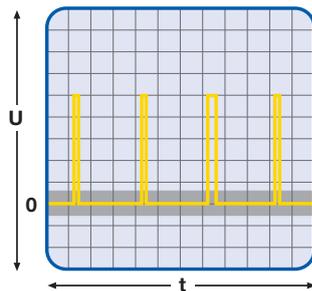
En función de su construcción, existen dos tipos de sensores de transmisión: transmisores Hall y transmisores inductivos. El movimiento rotativo de la corona dentada genera una variación del campo magnético que altera la tensión. El sensor de transmisión transmite estas señales de tensión a la unidad de control.

## Consecuencias en caso de avería



Un defecto del sensor de transmisión se manifiesta de la siguiente manera:

- Avería del control de la transmisión, la unidad de control conmuta a un programa de funcionamiento de emergencia.
- Iluminación del testigo de control del motor.



Las causas de la avería pueden ser las siguientes:

- Cortocircuitos internos
- Roturas de línea
- Cortocircuitos de línea
- Daños mecánicos de la rueda del transmisor
- Suciedad debido a las partículas de metal

Transmisor Hall imagen óptima

## Localización de averías

Durante la localización de averías, deberían considerarse los siguientes pasos:

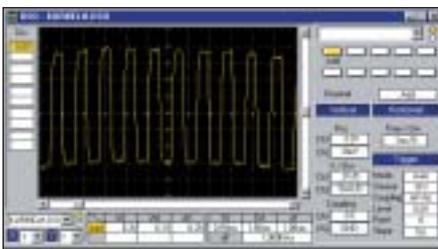


Imagen en vivo transmisor Hall ok

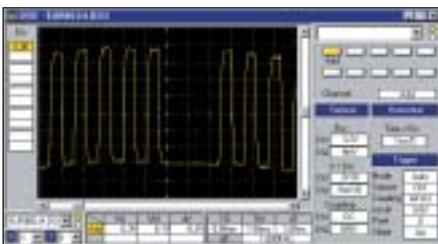


Imagen en vivo transmisor Hall con fallo: dientes ausentes en la rueda dentada

1. Comprobar si el sensor está sucio
2. Comprobar si la rueda del transmisor presenta daños
3. Lectura de la memoria de averías
4. Medición de la resistencia del transmisor inductivo con un ohmímetro. Valor teórico a 80 °C aprox. 1.000 ohmios.
5. Comprobar la tensión de alimentación del transmisor Hall con el voltímetro (esquema de conexiones necesario para la ocupación de los pins): Atención: no realizar ninguna medición de la resistencia en el transmisor Hall, ya que podría destruir el sensor.
6. Comprobar el paso de los cables de conexión del sensor entre el conector de la unidad de control y el conector del sensor (esquema de conexiones necesario para la ocupación de los pins). Valor teórico: 0 ohmios.
7. Comprobar la conexión a masa de los cables de conexión del sensor, con el conector de la unidad de control extraído medir el conector del sensor con el ohmímetro contra la masa del vehículo. Valor teórico: >30 Mohmios.

### Generalidades

Los sensores del número de revoluciones de las ruedas se encuentran cerca de los bujes de las ruedas o engranajes compensadores y sirven para determinar la velocidad del perímetro de las ruedas. Se utilizan en los sistemas ABS, ASR y GPS. Cuando estos sistemas se encuentran combinados, el sistema antibloqueo de frenos pone a disposición de los otros sistemas las velocidades del perímetro de las ruedas registradas a través de cables de datos. Hay transmisores Hall y transmisores inductivos. Antes de la comprobación, es preciso determinar de qué tipo se trata (Datos técnicos, catálogo de recambios).

### Funcionamiento

Debido al movimiento de giro del anillo sensor montado en los ejes motrices tienen lugar variaciones del campo magnético del sensor. Las señales resultantes son transmitidas a la unidad de control, donde se evalúan. Ésta determina la velocidad del perímetro de las ruedas en el sistema ABS, a partir de la cual se determinará el deslizamiento de las ruedas. Así, será posible un efecto de frenado óptimo sin bloquear las ruedas.

### Consecuencias en caso de avería

En caso de avería de uno de los sensores del número de revoluciones de las ruedas, se manifestarán los siguientes síntomas:



- Iluminación de la lámpara de fallos
- Almacenamiento de un código de avería
- Bloqueo de las ruedas al frenar
- Avería de otros sistemas



Las causas de avería pueden atribuirse a diferentes motivos:

- Cortocircuitos internos
- Roturas de línea
- Cortocircuitos de línea
- Daños mecánicos de la rueda del transmisor
- Suciedad
- Mayor juego de los cojinetes

### Localización de averías

- Lectura de la memoria de averías
- Comprobar que las conexiones eléctricas de las líneas de sensor, del conector y del sensor están bien conectadas y que no presentan roturas o corrosión.
- Tener en cuenta la suciedad y los posibles daños

La localización de averías en los sensores del número de revoluciones de las ruedas puede resultar difícil con respecto a la distinción entre transmisores Hall y transmisores inductivos, puesto que no siempre es posible distinguirlos ópticamente. En caso de que el número de pins de conexión sea de 3, no es posible determinar de forma exacta de qué tipo se trata. Para ello, deberán utilizarse los datos específicos del fabricante y los datos incluidos en el catálogo de recambios.

Mientras no se haya identificado inequívocamente el tipo de transmisor, se debe prescindir del ohmímetro para la comprobación, ya que éste podría destruir un transmisor Hall. Si los sensores están equipados con un conector de 2 polos, es casi seguro que se trata de un transmisor inductivo. Aquí pueden determinarse la resistencia interna y un posible contacto a masa, así como la señal. Para ello, desconectar la conexión de enchufe y comprobar con un ohmímetro la resistencia interna del sensor. Si el valor de resistencia interna es de entre 800 y 1.200 ohmios (en función del valor teórico), el sensor está en buen estado. Un valor de 0 ohmios indica un cortocircuito y uno de Mohmios, una interrupción. La comprobación del contacto a masa se realiza con un ohmímetro desde un pin de conexión hacia la masa del vehículo. El valor de resistencia debe tender hacia el infinito. La comprobación con un osciloscopio debe dar una señal sinusoidal con la suficiente potencia. En los transmisores Hall, sólo deberá comprobarse la tensión de la señal en forma de una señal rectangular, así como la tensión de alimentación. El resultado debe ser una señal rectangular en función de la velocidad del perímetro de las ruedas. La utilización de un ohmímetro puede destruir el transmisor Hall.

### Indicación de montaje

Asegurarse de que la distancia hasta la rueda del transmisor y el asiento del sensor sean correctos.

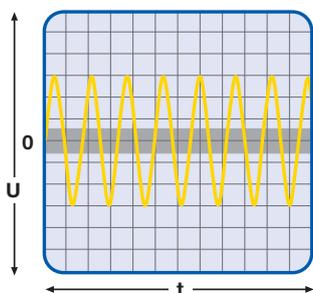


Imagen óptima del transmisor inductivo

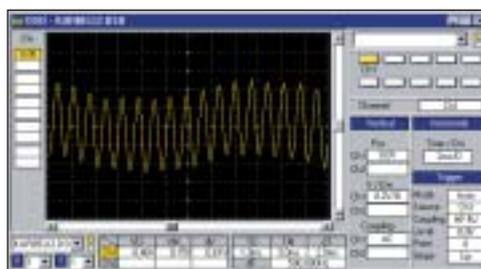


Imagen en vivo transmisor inductivo ok

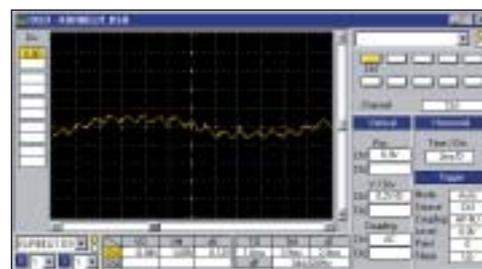


Imagen en vivo transmisor inductivo con fallo: distancia del sensor excesiva

### Generalidades

El sensor de picado se encuentra en la parte exterior del bloque motor. Debe registrar ruidos de picado en todos los estados de funcionamiento del motor para evitar daños en el mismo.

### Funcionamiento



El sensor de picado "escucha" las vibraciones del sonido propagado por estructuras sólidas y las transforma en señales de tensión eléctricas. Éstas son filtradas y evaluadas por la unidad de control. La señal de picado se asignará al cilindro correspondiente. Cuando se produce el picado, la señal de encendido para el cilindro correspondiente será desplazada en dirección "tarde" hasta que desaparezca la combustión por pulsos.

### Consecuencias en caso de avería

Un sensor defectuoso puede manifestarse de diferentes formas a través de fallos de la unidad de control y de la consiguiente estrategia de funcionamiento de emergencia.

Los síntomas de fallo más habituales son:

- Iluminación del testigo de control del motor
- Almacenamiento de un código de avería
- Baja potencia del motor
- Mayor consumo de combustible

Las causas de avería pueden atribuirse a diferentes motivos:

- Cortocircuitos internos
- Roturas de línea
- Cortocircuitos de línea
- Daños mecánicos
- Fijación defectuosa
- Corrosión

### Localización de averías

- Lectura de la memoria de averías
- Comprobar si el sensor está bien asentado y si se ha utilizado el par de apriete correcto
- Comprobar que las conexiones eléctricas de las líneas de sensor, del conector y del sensor están bien conectadas y que no presentan roturas o corrosión.
- Comprobación del punto de encendido (vehículos más antiguos)

### Comprobación con el multímetro



(figura 1)

Comprobar el cableado hacia la unidad de control comprobando individualmente el paso y el contacto a masa de cada línea hacia el conector de la unidad de control.

1. Conectar el ohmímetro entre el conector del sensor de picado y el conector de la unidad de control extraído. Valor teórico: <math><1\text{ ohmios}</math> (esquema de conexiones necesario para la ocupación de los pins).
2. Comprobar el pin correspondiente en el conector del mazo de cables con el ohmímetro y con el conector de la unidad de control extraído contra la masa. Valor teórico: mínimo 30 Mohmios.  
**Atención:** un pin de conexión puede servir de apantallamiento y, por lo tanto, puede proporcionar un paso hacia la masa.

Comprobación con el osciloscopio con el motor en caliente

1. Conectar las sondas de comprobación del osciloscopio entre el pin de la unidad de control para el sensor de picado y la masa.
2. Golpear la válvula de mariposa durante unos breves instantes. El oscilograma debe dar una señal con un aumento de amplitud considerable (figura 2).
3. Si la señal no es clara, golpee ligeramente contra el bloque motor en las proximidades del sensor.
4. Si la señal sigue sin detectarse, esto indica que el sensor o el circuito de conmutación están defectuosos.

### Indicación de montaje

Durante el montaje, tener en cuenta el par de apriete. No utilizar anillos de presión ni arandelas.

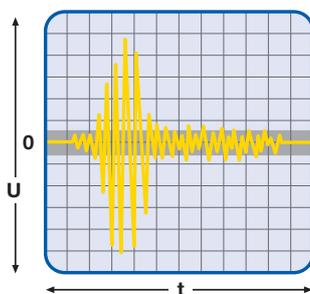


Figura 2: Sensor de picado imagen óptima

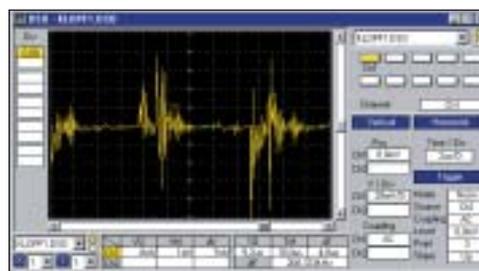


Imagen en vivo sensor de picado ok

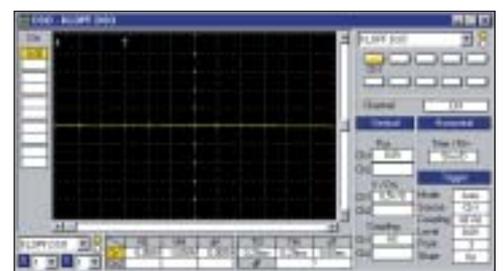


Imagen en vivo sensor de picado con fallo

### Generalidades

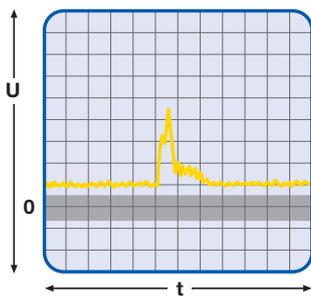
El sensor de la masa de aire sirve para determinar la masa de aire aspirada. Está compuesto por una carcasa en forma de tubo con un rectificador de corriente, una protección del sensor y un módulo de sensor atornillado en la parte externa. Se monta en el tubo de aspiración entre la carcasa del filtro de aire y el colector de aspiración.

### Funcionamiento



En la corriente de aire se hallan dos resistencias de película metálica que dependen de la temperatura y que están colocadas sobre una membrana de cristal. La primera resistencia (RT) es un sensor de temperatura y mide la temperatura del aire. La segunda resistencia (RS) sirve para registrar el caudal de aire. En función de la cantidad de aire aspirada, la resistencia RS se enfría más o menos. Para igualar la diferencia constante de temperatura entre la resistencia RT y la RS, el flujo de corriente a través de la resistencia RS deberá ser regulado dinámicamente por la electrónica. Esta corriente de filamento sirve como medición para la correspondiente masa de aire que es aspirada por el motor. Este valor es requerido por la unidad de control del sistema de control del motor para calcular la cantidad de combustible necesaria.

### Consecuencias en caso de avería



Sensor de masa de aire imagen óptima

Un defecto del sensor de masa de aire se manifiesta de la siguiente manera:

- Se produce un paro del motor o la unidad de control del sistema de control del motor continúa trabajando en un programa de funcionamiento de emergencia
- Iluminación del testigo de control del motor

Una avería del sensor de masa de aire puede deberse a una de las siguientes causas:

- Fallos de contacto en las conexiones eléctricas
- Elementos de medición dañados
- Daños mecánicos (vibraciones, accidente)
- Desviación de los elementos de medición (salida del marco de medición)

### Localización de averías

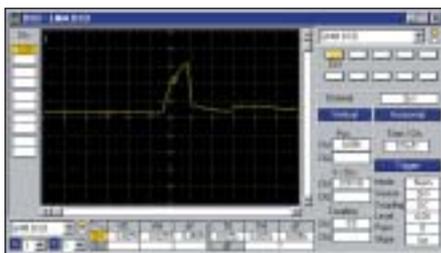


Imagen en vivo sensor de masa de aire ok

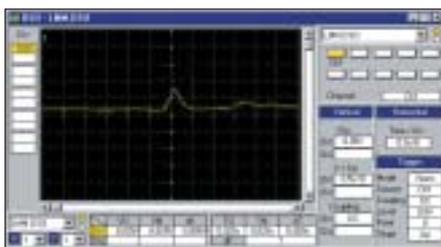


Imagen en vivo sensor de masa de aire con fallo

Durante la localización de averías, deberían considerarse los siguientes pasos:

- Comprobar que la conexión de enchufe está bien asentada y que realiza el contacto correctamente
- Comprobar si el sensor de masa de aire presenta daños
- Comprobar si los elementos de medición presentan daños
- Comprobar el suministro de tensión con el encendido conectado (esquema de conexiones necesario para la ocupación de los pins). Valor teórico: 7,5 – 14 V.
- Comprobar la tensión de salida con el motor en marcha (esquema de conexiones necesario para la ocupación de los pins). Valor teórico: 0 – 5 V.
- Comprobar el paso de las tuberías de conexión entre el conector de la unidad de control extraído y el conector del sensor (esquema de conexiones necesario para la ocupación de los pins). Valor teórico: aprox. 0 ohmios
- Comprobación electrónica del sensor de masa de aire mediante la unidad de control del sistema de control del motor. Al aparecer un fallo, se almacenará un código de avería en la unidad de control que podrá leerse con un equipo de diagnóstico.

### Generalidades

Los sensores del árbol de levas tienen el cometido de definir exactamente el primer cilindro en coordinación con el sensor del cigüeñal. Esta información es necesaria para tres fines:

1. para el inicio de la inyección en la inyección secuencial,
2. para la señal de activación de la válvula electromagnética en el sistema de inyección bomba-inyector y
3. para la regulación del picado selectiva según el cilindro.

### Funcionamiento



El sensor del árbol de levas trabaja según el principio Hall. Palpa una corona dentada que se encuentra en el árbol de levas. Mediante la rotación de la corona dentada, se modifica la tensión Hall del circuito integrado Hall que se encuentra en el cabezal del sensor. Esta tensión cambiante es transmitida a la unidad de control, donde se evalúa para determinar los datos necesarios.

### Consecuencias en caso de avería

Un defecto del sensor del árbol de levas se manifiesta de la siguiente manera:

- Iluminación del testigo de control del motor
- Almacenamiento de un código de avería
- La unidad de control trabaja en el programa de funcionamiento de emergencia

Una avería del sensor del árbol de levas puede deberse a una de las siguientes causas:

- Daños mecánicos
- Rotura de la rueda del transmisor
- Cortocircuitos internos
- Rotura de la conexión hacia la unidad de control

### Localización de averías

- Comprobar si el sensor presenta daños
  - Lectura de la memoria de averías
  - Comprobar que las conexiones eléctricas de las líneas de sensor, del conector y del sensor están bien conectadas y que no presentan roturas o corrosión
1. Comprobación del cable de conexión de la unidad de control hacia el sensor con el ohmímetro. Extraer el conector de la unidad de control y el sensor, comprobar el paso de cada uno de los cables. Es necesario consultar el esquema de conexiones para la ocupación de los pins. Valor teórico: aprox. 0 ohmios
  2. Comprobar si los cables de conexión tienen contacto a masa. Medición entre el conector del sensor y la masa del vehículo, con el conector de la unidad de control extraído. Valor teórico: >30 Mohmios.
  3. Comprobar la tensión de alimentación de la unidad de control al sensor. Enchufar el conector de la unidad de control, conectar el encendido. Valor teórico: aprox. 5 V (observar las indicaciones del fabricante).
  4. Comprobación de la tensión de la señal. Conectar el cable de medición del osciloscopio y arrancar el motor. En el osciloscopio debe observarse una señal rectangular (figura 1).

### Indicación de montaje

Asegurarse de que la distancia hasta la rueda del transmisor y el asiento de la junta son correctos.

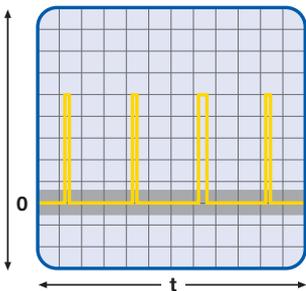


Figura 1: Imagen óptima del transmisor Hall

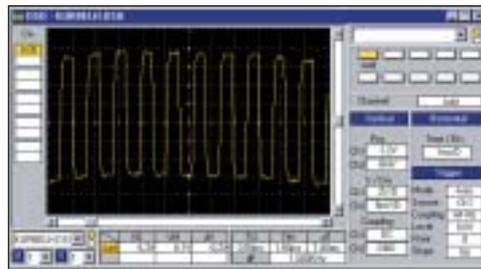


Imagen en vivo transmisor Hall ok

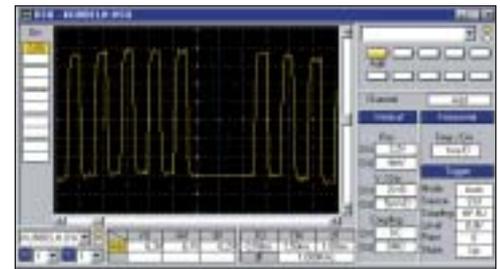
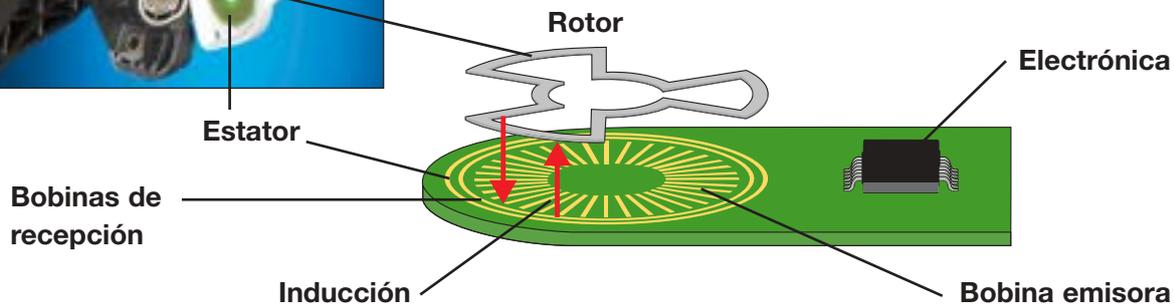
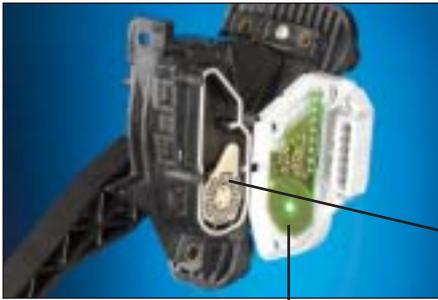


Imagen en vivo transmisor Hall con fallo: dientes dañados en la rueda dentada

**Generalidades**

La proporción de componentes electrónicos en los vehículos modernos es cada vez mayor, debido, entre otras causas, a las disposiciones legales, p. ej. en el ámbito de la reducción de emisiones y del consumo. También de cara al aumento de la seguridad activa y pasiva, así como al confort de conducción, los componentes electrónicos son cada vez más utilizados. Entre los principales componentes se cuenta el sensor del pedal del acelerador.

**Estructura****Funcionamiento**

Aplicando una tensión alterna a la bobina emisora, se genera un campo magnético que induce tensión en las bobinas de recepción. En los bucles del rotor también se induce una corriente, que influye el campo magnético de las bobinas de recepción. En función de la posición del rotor con respecto a las bobinas de recepción en el estator, se generan amplitudes de tensión. Éstas son procesadas por una electrónica de evaluación y, a continuación, se envían en forma de tensión continua a la unidad de control. Ésta evalúa la señal y transmite el impulso correspondiente, p. ej. al regulador de la válvula de mariposa.

Las características de esta señal de tensión dependen del modo en que se haya accionado el pedal del acelerador.

**Consecuencias en caso de avería**

En caso de una avería del sensor del pedal del acelerador, pueden aparecer algunos de los siguientes síntomas:

- El motor sólo muestra un aumento del ralentí
- El vehículo no reacciona a los movimientos del pedal del acelerador
- El vehículo pasa al "funcionamiento de emergencia"
- La lámpara de control en el puesto de conducción se enciende

Una avería puede deberse a una de las siguientes causas:

- Líneas o conexiones dañadas en el sensor del pedal del acelerador
- Falta de alimentación de corriente y de masa
- Electrónica de evaluación defectuosa en el sensor

### Localización de averías

Durante la localización de averías, deberían considerarse los siguientes pasos:

- Leer código de avería
- Inspección visual del sensor del pedal del acelerador para comprobar que no presenta daños mecánicos
- Inspección visual de todas las conexiones eléctricas y líneas relevantes para comprobar que están bien asentadas y que no presentan daños
- Comprobación del sensor con la ayuda de un osciloscopio y un multímetro

Tomando como ejemplo un MB Clase A (168) 1,7, a continuación se describen todos los pasos de comprobación, datos técnicos e ilustraciones que sirven para explicar la localización de averías.

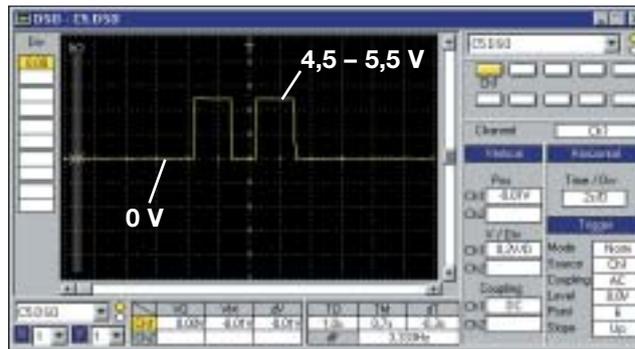
### Datos técnicos: Ocupación de los conectores/colores de los cables

| Pin unidad de control | Señal | Condiciones de comprobación                                  | Valor indicativo |
|-----------------------|-------|--|------------------|
| C5 azul-amarillo      | ⇒     | corriente de marcha desconectada                             | 0 V              |
| C5                    | ⇒     | corriente de marcha conectada                                | 4,5 – 5,5 V      |
| C8 lila-amarillo      | ⊥     | corriente de marcha conectada                                | 0 V              |
| C azul-gris           | ←     | corriente de marcha conectada<br>pedal del acelerador suelto | 0,15 V           |
| C9                    | ←     | corriente de marcha conectada<br>pedal del acelerador pisado | 2,3 V            |
| C10 lila-verde        | ←     | corriente de marcha conectada<br>pedal del acelerador suelto | 0,23 V           |
| C10                   | ←     | corriente de marcha conectada<br>pedal del acelerador pisado | 4,66 V           |
| C23 marrón-blanco     | ⊥     | corriente de marcha conectada                                | 0 V              |

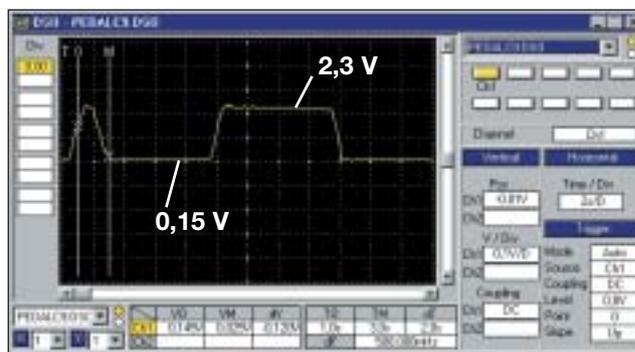
⇒ Señal de salida      ← Señal de entrada      ⊥ Unidad de control masa

**Registro de señal pin C5:**

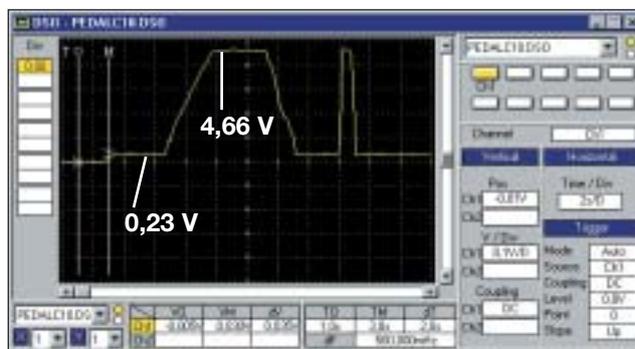
En esta medición se comprueba la alimentación de tensión al sensor. Encendido conectado/desconectado.

**Registro de señal pin C9:**

Encendido conectado, pisar el pedal y volver a soltarlo. El aumento y la caída de la señal dependen de la velocidad con la que se pise y se vuelva a soltar el pedal.

**Registro de señal pin C10:**

Encendido conectado, pisar el pedal y volver a soltarlo. El aumento y la caída de la señal dependen de la velocidad con la que se pise y se vuelva a soltar el pedal.

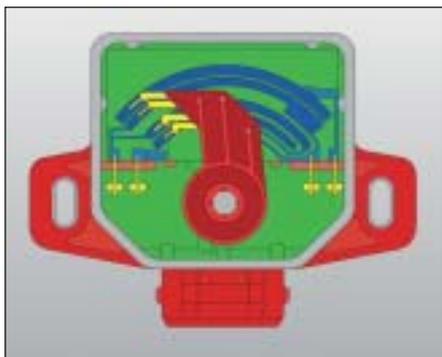
**Recomendación:**

Las mediciones deberían ser realizadas por dos personas. La medición de las señales en el sensor, la realización de diversos ciclos de comprobación y el diagnóstico en el osciloscopio son tareas difíciles para una sola persona y requerirían mucho más tiempo.

### Generalidades

El potenciómetro de la válvula de mariposa sirve para establecer el ángulo de apertura de la válvula de mariposa. La información obtenida es transferida a la unidad de control y sirve como parámetro para poder calcular la cantidad de combustible necesaria. Se fija directamente al eje de la válvula de mariposa.

### Funcionamiento



El potenciómetro de la válvula de mariposa es un transductor angular con una curva característica lineal. Transforma el correspondiente ángulo de apertura de la válvula de mariposa en una relación de tensiones proporcional. Al accionar la válvula de mariposa, un rotor unido al eje de la válvula de mariposa se desliza con sus contactos deslizantes por guías de resistencia, transformando la posición de la válvula de mariposa en una relación de tensiones.

### Consecuencias en caso de avería

Un defecto del potenciómetro de la válvula de mariposa se manifiesta de la siguiente manera:

- El motor da tirones y/o traquetea
- Mala admisión de gas por parte del motor
- Comportamiento de arranque defectuoso
- Mayor consumo de combustible

Una avería del potenciómetro de la válvula de mariposa puede deberse a una de las siguientes causas:

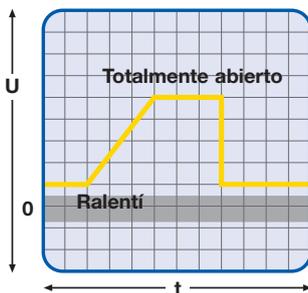
- Fallo de contacto en la conexión de enchufe
- Cortocircuitos internos debido a la suciedad (humedad, aceite)
- Daños mecánicos

### Localización de averías

Durante la localización de averías, deberían considerarse los siguientes pasos:

- Comprobar si el potenciómetro de la válvula de mariposa presenta daños
- Comprobar que la conexión de enchufe está bien asentada y no está sucia
- Comprobar el suministro de tensión de la unidad de control (esquema de conexiones necesario para la ocupación de los pins). Valor teórico: aprox. 5 V (observar las indicaciones del fabricante).

- Medición de la resistencia en el potenciómetro de la válvula de mariposa (esquema de conexiones necesario para la ocupación de los pins) Conectar el ohmímetro y comprobar la resistencia con la válvula de mariposa cerrada, abrir la válvula de mariposa poco a poco, observar la modificación de la resistencia (durante la medición puede detectarse una interrupción del contacto deslizante). Comprobar la resistencia con la válvula de mariposa totalmente abierta (observando las indicaciones del fabricante).
- Comprobar el paso y la conexión a masa de las conexiones de cables hacia la unidad de control (esquema de conexiones necesario para la ocupación de los pins) Comprobar el paso de cada uno de los cables con el conector de la unidad de control extraído y de los conectores de los componentes, valor teórico: aprox. 0 ohmios Comprobar también la conexión a masa de cada uno de los cables contra la masa del vehículo, valor teórico: aprox. > 30 Mohmios.



Potenciómetro de la válvula de mariposa imagen óptima

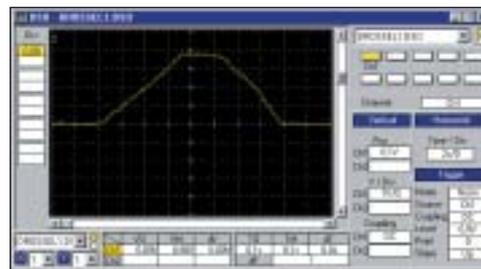


Imagen en vivo potenciómetro de la válvula de mariposa ok

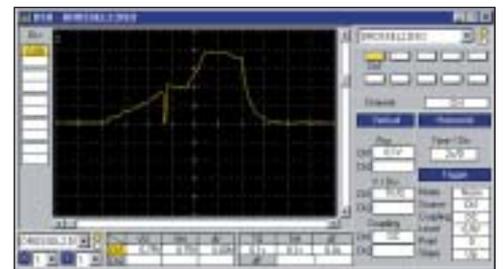


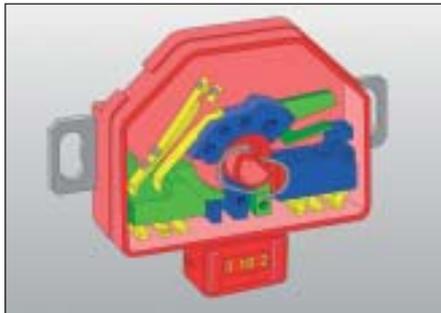
Imagen en vivo potenciómetro de la válvula de mariposa con fallo

### Generalidades

Los conmutadores de la válvula de mariposa sirven para determinar la posición de la válvula de mariposa.

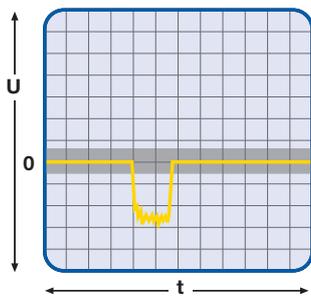
Se fijan directamente al eje de la válvula de mariposa. Cada una de las posiciones del conmutador será transmitida a la unidad de control del sistema de control del motor y se utilizan para calcular la cantidad de combustible necesaria.

### Funcionamiento



En el conmutador de la válvula de mariposa se encuentran dos conmutadores que se accionan a través de un mecanismo de conmutación. Ambos conmutadores dan la información a la unidad de control del sistema de control del motor sobre los estados de funcionamiento del motor "ralentí" y "plena carga" para garantizar un cálculo más exacto de la cantidad de combustible necesaria.

### Consecuencias en caso de avería



Conmutador de la válvula de mariposa imagen óptima

Un conmutador de la válvula de mariposa defectuoso puede tener las siguientes consecuencias:

- El motor se para al ralentí
- El motor sufre sacudidas a plena carga

Las causas para un conmutador de la válvula de mariposa defectuoso pueden ser las siguientes:

- Daños mecánicos (p. ej. debido a vibraciones)
- Fallos de contacto en la conexión eléctrica (corrosión, humedad)
- Fallos de contacto en los contactos de conmutación internos (humedad, suciedad)

### Localización de averías

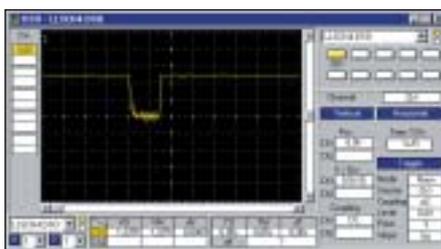


Imagen en vivo conmutador de la válvula de mariposa ok

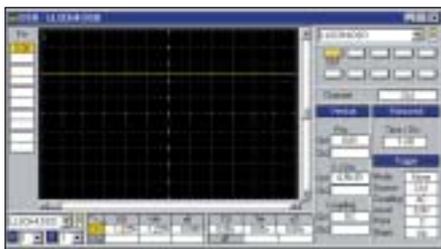


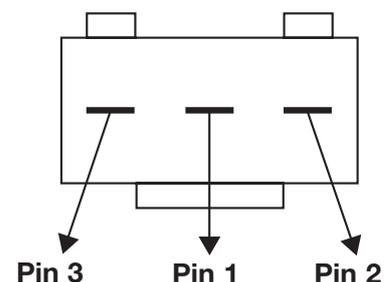
Imagen en vivo conmutador de la válvula de mariposa con fallo

Durante la localización de averías, deberían considerarse los siguientes pasos:

1. Comprobar que el conmutador de la válvula de mariposa ha sido montado correctamente
2. Comprobar si el mecanismo de conmutación del eje de la válvula de mariposa es accionado (con el motor parado, mover la válvula de mariposa desde el tope de ralentí hasta el tope de plena carga para escuchar si el conmutador se acciona o no)
3. Comprobar que la conexión de enchufe está bien asentada y no está sucia
4. Comprobar los contactos de conmutación con un multímetro:

- Conmutador de ralentí cerrado: Medición entre pin 1 y pin 3. Valor de medición => 30 Mohmnios
- Conmutador de ralentí abierto: Medición entre pin 1 y pin 3 (atención: abrir la válvula de mariposa poco a poco durante la medición hasta que el conmutador de ralentí se abra). Valor de medición = 0 ohmios.

- Conmutador de plena carga abierto. Medición entre pin 1 y pin 2 Valor de medición = > 30 Mohmnios
- Conmutador de plena carga cerrado. Medición entre pin 1 y pin 2. Valor de medición = 0 ohmios.



## Generalidades

Las válvulas de inyección tienen la función de inyectar la cantidad de combustible exacta calculada por la unidad de control en todos los estados de funcionamiento del motor. Para garantizar una buena pulverización del combustible con pérdidas mínimas por condensación, se deben cumplir, en función del tipo de motor, una distancia y un ángulo de inyección determinados.

## Funcionamiento



Las válvulas de inyección se accionan electromagnéticamente. La unidad de control calcula y activa los impulsos eléctricos para abrir y cerrar las válvulas de inyección a partir de los datos actuales del sensor del estado de funcionamiento del motor. Las válvulas de inyección están compuestas por un cuerpo de válvula en el que se encuentran un devanado magnético y una guía para la aguja de inyección y por una aguja de inyección con armadura de electroimán. Cuando la unidad de control aplica tensión sobre el devanado magnético, la aguja de inyección se eleva de su asiento de válvula, liberando un orificio de precisión. Tan pronto como la tensión desaparece, la aguja de inyección es presionada de nuevo hacia su asiento por un resorte y vuelve a cerrar el orificio. El caudal con una válvula de inyección abierta está definida de forma exacta por el orificio de precisión. Para inyectar la cantidad de combustible calculada para el estado de funcionamiento, la unidad de control calcula el tiempo de apertura de la válvula de inyección ajustándolo al caudal. Así se garantiza que siempre se inyecte la cantidad de combustible exacta. Gracias a la forma constructiva del asiento de la válvula y del orificio de precisión, se consigue una óptima pulverización del combustible.

## Consecuencias en caso de avería



Una válvula de inyección defectuosa o que no funcione correctamente puede mostrar los siguientes síntomas:

- Problemas de arranque
- Mayor consumo de combustible
- Pérdida de potencia
- Oscilación del número de revoluciones al ralentí
- Comportamiento ante los gases de escape (p. ej. valores de control de los gases de escape) alterado
- Con los posteriores daños: reducción de la vida útil del motor, daños en el catalizador



Las causas para un defecto o una función limitada pueden ser las siguientes:

- Un tamiz filtrante obturado en la válvula de inyección debido a combustible sucio.
- Una válvula de aguja que cierra mal debido a pequeñas impurezas en el interior, restos de combustión en el exterior, incrustaciones de aditivos.
- Un orificio de salida obstruido, cerrado.
- Un cortocircuito en la bobina.
- Una rotura del cable que va hacia la unidad de control.

## Localización de averías

La localización de averías puede realizarse con el motor en marcha o con el motor parado.

### Localización de averías con el motor en marcha

1. Mediante una medición comparativa entre cilindros y una medición simultánea de los gases de escape, se pueden comparar los valores HC y CO de cada cilindro y la cantidad de combustible inyectada en la caída del régimen de revoluciones. En el mejor de los casos, los valores será iguales en todos los cilindros. En caso de valores muy distintos, es posible que se inyecte una cantidad insuficiente de combustible (mucho combustible sin quemar = altos valores de HC y CO; poco combustible sin quemar = valores de HC y CO bajos). La causa puede radicar en una válvula de inyección defectuosa.
2. La señal de inyección se puede representar con el osciloscopio. Para ello, se conecta la línea de medición a la línea de control de la unidad de control de la válvula de inyección, y la otra línea a un punto de masa adecuado. Con el motor en marcha, pueden observarse en la imagen de la señal la tensión y la duración del impulso (tiempo de apertura). Al abrir la válvula de mariposa, la duración de los impulsos deberá aumentar durante la fase de aceleración y, con un régimen de revoluciones constante (aprox. 3.000 rpm), deberá reducirse hasta el valor al ralentí o ligeramente por debajo de éste. Los resultados de cada uno de los cilindros pueden compararse entre sí para facilitar la detección de posibles fallos, p. ej. una mala alimentación de corriente.
3. Otras comprobaciones importantes son la medición de presión del combustible para detectar otros posibles componentes defectuosos (bomba de combustible, filtro de combustible, regulador de presión), así como la comprobación de la estanqueidad del sistema de aspiración y de gases de escape para evitar una falsificación de los resultados de medición.

**Localización de averías con el motor apagado / encendido**

1. Comprobación del paso de la conexión de cableado entre las válvulas de inyección y la unidad de control (esquema de conexiones necesario para la ocupación de los pines). Para realizar ésta medición, extraer el conector de la unidad de control y comprobar cada uno de los cables de los conectores de la válvula de inyección hacia la unidad de control. Valor teórico: aprox. 0 ohmios
2. Comprobación de contacto a masa entre la conexión de cableado entre las válvulas de inyección y la unidad de control. Con el conector de la unidad de control extraído, medir los cables de los conectores de la válvula de inyección hacia la unidad de control contra la masa del vehículo. Valor teórico: >30 M-Ohmios
3. Comprobar el paso de la bobina de las válvulas de inyección. Para ello, conectar el ohmiómetro entre los dos pines de conexión. Valor teórico: aprox. 15 ohmios (tener presente los datos del fabricante)



4. Comprobar el contacto a masa de las bobinas de las válvulas de inyección. Para ello, comprobar el paso de cada pin de conexión contra la carcasa de la válvula. Valor teórico: >30 M-Ohmios

Con una unidad de diagnóstico especial es posible comprobar el dibujo de inyección de las válvulas de inyección en estado desmontado. Además, este aparato ofrece la posibilidad de limpiar las válvulas de inyección.

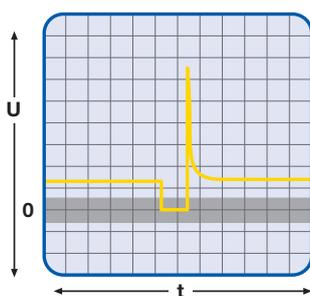


Imagen óptima: Válvula de inyección

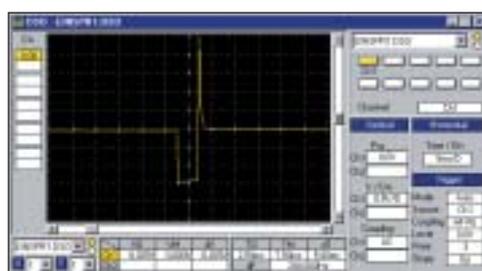


Imagen animada: Válvula de inyección en orden

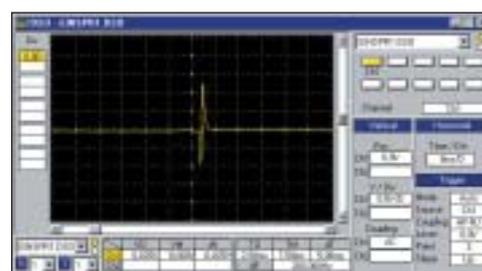


Imagen animada: Válvula de inyección averiada

### Generalidades

El regulador del ralentí es una válvula de aire de derivación. La ilustración de ejemplo del regulador del ralentí se compone de una carcasa fundida cerrada con una servoválvula magnética embreadada. Fijada a ella se encuentra un cortaviento que, mediante el movimiento de la servoválvula, libera distintas secciones de aire, lo que le permite controlar el flujo de masa de aire con la válvula de mariposa cerrada.

### Funcionamiento



El regulador del ralentí es el encargado de regular el número de revoluciones del motor en el marco de la regulación completa del ralentí del sistema de control del motor. Si se produce una variación repentina del estado de carga del motor al ralentí (conexión del aire acondicionado, velocidad de fuga en la 1ª marcha o conexión adicional de un consumidor eléctrico), se requerirá aire y combustible adicional para evitar un paro del motor. Si el número de revoluciones del motor desciende por debajo de un valor crítico, almacenado como valor constante en la memoria de la unidad de control, se activa la válvula magnética y se logra un mayor paso del aire. Simultáneamente se prolonga el tiempo de apertura de las válvulas de inyección y se ajusta a las necesidades del motor.

### Consecuencias en caso de avería

Un defecto del regulador del ralentí se manifiesta de la siguiente manera:

- Número de revoluciones de ralentí demasiado alto
- El motor se para con el número de revoluciones al ralentí
- El motor se para con el número de revoluciones al ralentí y al conectar un consumidor adicional
- Iluminación del testigo de control del motor

Las causas para una avería del regulador del ralentí pueden ser:

- Fuerte suciedad / resinificación
- Cortocircuitos en la bobina
- Retención del impulsor magnético eléctrico
- No se produce alimentación de corriente desde la unidad de control del sistema de gestión del motor

**Localización de averías**

Durante la localización de averías, deben considerarse los siguientes pasos de comprobación:

1. Comprobar la alimentación de corriente con el encendido conectado.  
Valor de medición 11 – 14V
2. Medir la resistencia de la bobina entre los dos pines de conexión del regulador de ralentí con el multímetro. Valor teórico = aprox. 10 ohmios (tener presente los datos del fabricante)
3. Comprobar el cortocircuito del devanado de la bobina entre los dos pines de conexión. Valor teórico = 0 ohmios
4. Comprobar la interrupción del devanado entre los dos pines de conexión.  
Valor de medición = >30 M-Ohmios
5. Comprobar el contacto a masa de la bobina entre el pin 1 y la carcasa del componente, así como entre el pin 2 y la carcasa del componente.  
Valor de medición = >30 M-Ohmios
6. Comprobación mecánica: Destornillar la servoválvula de la carcasa. Inspección visual de si, al activar el vástago de la válvula, se abre y cierra la derivación.
7. Leer código de avería.

**Indicación de montaje**

Se requiere una guarnición para bridas. El par de apriete de los tornillos de fijación es de entre 12 y 15 Nm.

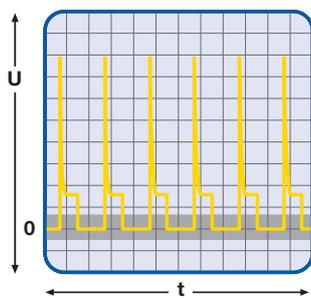


Imagen óptima:  
Regulador de ralentí

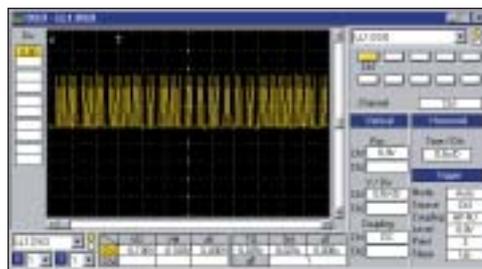


Imagen animada:  
Regulador de ralentí correcto

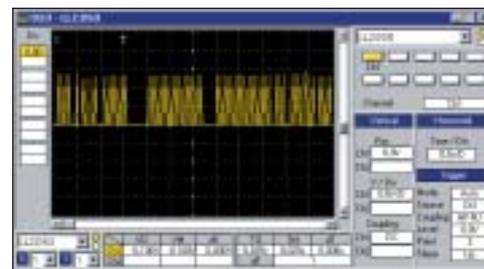


Imagen animada:  
Regulador de ralentí averiado

En esta edición deseamos familiarizarle con el componente más importante del control del motor: La unidad de control del motor.

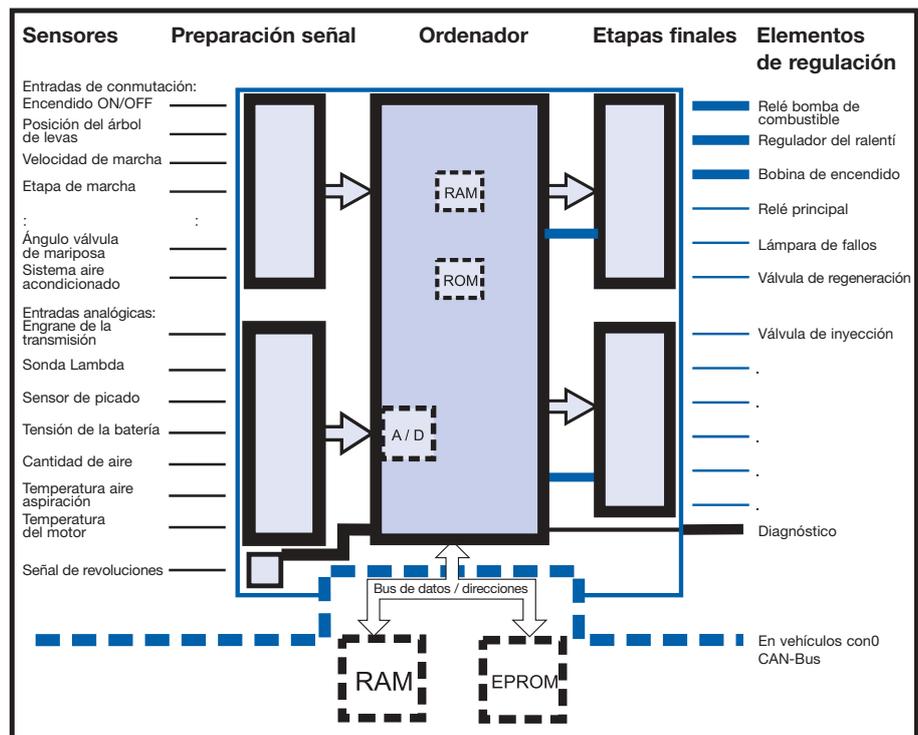
La historia de la unidad de control del motor comenzó en 1967 con la introducción del D-Jetronic. Era la primera instalación de inyección electrónica que se fabricaba en series grandes. La unidad de control tenía entonces el tamaño de una caja de zapatos. Constaba de aproximadamente 30 transistores y 40 diodos. Las magnitudes de entrada más importantes eran la presión del tubo de aspiración y el número de revoluciones del motor. Con el desarrollo de los sistemas de inyección – L-Jetronic y K-Jetronic – se modificaron también los requerimientos de control del sistema. Era necesario registrar, procesar y dar salida a más datos cada vez. Los requerimientos siguieron aumentando, el rendimiento de las unidades de control se incrementaba continuamente.

## Estructura de la unidad de control



La unidad de control en si, una placa de circuitos con todos los componentes electrónicos, se monta en una carcasa de metal o de plástico. La conexión de los sensores y actuadores se realiza mediante una conexión de enchufe multipolar. Los componentes de potencia necesarios para el control directo de los actuadores se instalan sobre disipadores en la carcasa, para purgar el calor producido. En la construcción se deben tener presente, además, otros requerimientos. Afectan a la temperatura ambiente, el esfuerzo mecánico y la humedad. Igual importancia tiene la insensibilidad frente a las perturbaciones electromagnéticas y la limitación de la radiación de señales perturbadoras de alta frecuencia. La unidad de control debe funcionar a la perfección con temperaturas entre  $-30^{\circ}$  a  $+60^{\circ}$  y oscilaciones de corriente de 6 V a 15 V.

## Funcionamiento



La unidad de control se alimenta mediante un regulador de corriente interno con una tensión constante de 5 V para las conexiones digitales. Las señales de entrada de los sensores llegan a la unidad de control en diversas formas. Por ello, se conducen mediante conexiones de protección y, si es necesario, a través de amplificadores y convertidores de señal y se tratan entonces directamente en el microprocesador. Por ejemplo, las señales analógicas de la temperatura del motor y del aire aspirado, la cantidad de aire, la corriente de la batería, de la sonda Lambda, etc., se convierten en señales digitales en el microprocesador de un convertidor analógico / digital. Para evitar los impulsos perturbadores, las señales de sensores inductivos (por ejemplo, el registro del número de revoluciones y el indicador de marcas de referencia) se preparan en un cuadro de distribución.

## **ROM / EPROM / RAM**

Para poder procesar las señales de entrada, el microprocesador necesita un programa. Este programa se almacena en una memoria no volátil (ROM o EPROM). En esta memoria no volátil se encuentran almacenados, además, los campos característicos y líneas características del motor para el control del motor. Para realizar la función de algunos equipamientos específicos del vehículo, el fabricante del vehículo o el taller realiza una codificación de variantes. Ésta se utiliza cuando la unidad de control se cambia como pieza de repuesto o se renuevan sensores o actuadores individuales. Para mantener el número de unidades de control lo más reducido posible en el fabricante del vehículo, en algunos tipos de aparatos todos los registros de datos se reflejan en la EPROM sólo al final de la producción.

Junto con la ROM o la EPROM, se necesita también una memoria de lectura-escritura (RAM). Tiene la misión de almacenar valores de cálculo, valores de adaptación y, si es necesario, todas las averías que se produzcan en el sistema, para que se puedan leer con la unidad de diagnóstico. Esta memoria RAM precisa una alimentación de corriente permanente. Si se interrumpe la alimentación de corriente, por ejemplo, al desconectar la batería, se perderán los datos almacenados. En este caso, será necesario determinar de nuevo todos los valores de adaptación de la unidad de control. Para evitar la pérdida de los valores variables, en algunos tipos de aparatos éstos se almacenan en una EPROM en lugar de en una RAM.

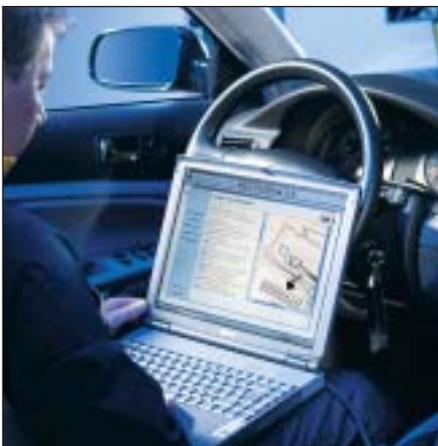
La salida de la señal para la activación de los elementos de regulación se realiza mediante etapas finales. Tienen la potencia suficiente para la conexión directa de los elementos de regulación individuales y son controladas por el microprocesador. Éstas etapas finales están protegidas de forma que no se puedan destruir mediante cortacircuitos a masa y la corriente de la batería, así como por sobrecarga eléctrica.

Mediante el autodiagnóstico se pueden reconocer las averías que se producen en algunas etapas finales y, si es necesario, desconectar la salida. Este error se almacena entonces en la RAM y puede leerse en el taller mediante una unidad de diagnóstico. Para que en algunos tipos de aparatos se pueda finalizar el programa, el relé principal se mantiene activo hasta finalizar el programa tras desconectar el encendido.

La función principal de la unidad de control del motor consiste en adaptar la preparación de la mezcla y el ajuste del encendido al correspondiente estado de carga del motor. Entre éstos se cuenta el control del ángulo de cierre, la regulación del encendido, la inyección del combustible, la regulación de picado, la regulación Lambda, la regulación de la presión de carga, la regulación del ralentí y la regulación de recirculación de los gases de escape. En los sistemas recientes se añaden, además, las funciones de control y mantenimiento, que controlan todo el sistema y reconocen las averías que se producen, almacenándolas en una memoria de errores. Además, se coordinan los intervalos entre las inspecciones obligatorias. Las unidades de control, que se encuentran incorporadas en bus CAN, ofrecen información adicional a otras unidades de control (como, por ejemplo, la unidad de control de la caja de cambios y del ESP). Para calcular las señales de salida necesarias, se compara toda la información registrada por los sensores, con los campos característicos almacenados y se transmiten a los elementos de regulación necesarios.

## Diagnóstico de averías

Las averías que se producen pueden tener diferentes causas. Es posible que la avería se produzca por una señal de entrada o una señal de salida erróneas o bien por la ejecución incorrecta de una señal. Si la avería se produce a causa de una señal de entrada errónea, la causa puede ser el sensor o el cableado correspondiente. Si una señal de salida se ejecuta incorrectamente, se debe partir de un elemento de regulación defectuoso o de un cableado defectuoso. Si las señales de entrada son correctas, pero la unidad de control emite señales incorrectas, deberá considerarse un defecto de la unidad de control.



En muchos casos resulta difícil diagnosticar la avería que se ha producido. En los vehículos que disponen de un conector de diagnóstico, se puede leer la memoria de errores mediante una unidad de diagnóstico. Si no se dispone de un aparato apropiado, se pueden utilizar las opciones ofrecidas por los diferentes fabricantes para leer la memoria de errores mediante un código de intermitencia. Aquí es imprescindible tener presente las indicaciones de los fabricantes, pero que también pueden ser ofrecidas por los fabricantes de los aparatos de comprobación. Si se pudo leer un error memorizado, bajo determinadas circunstancias será necesario realizar otras pruebas para garantizar que se trata de un defecto del componente y no de un daño en el conector o en el cableado.

Debe tenerse presente que un error memorizado no debe estar producido directamente por el componente indicado, sino que puede estar producido por otro componente defectuoso. Aquí, un ejemplo clásico es la avería mostrada "Sonda Lambda – corriente excesivamente baja" producida por un sensor de temperatura defectuoso. Mediante el sensor de temperatura defectuoso, la unidad de control recibe permanentemente la información "motor frío", a pesar de haberse alcanzado la temperatura de funcionamiento. La unidad de control sigue lubricando la mezcla y la sonda Lambda sigue marcando permanentemente 0,1 V basándose en una mezcla excesivamente grasa, lo que naturalmente es valorado como una avería por la unidad de control. Lo mismo es válido para las averías en los elementos de regulación. Si una avería no está almacenada en el sistema, los bloques de valores de medición pueden leerse mediante una unidad de diagnóstico apropiada. Al hacerlo, se realiza una comparación de los valores teóricos y reales.

Los valores reales visualizados se comparan con los valores teóricos almacenados en la una unidad de diagnóstico y permiten sacar conclusiones sobre los valores incorrectos.

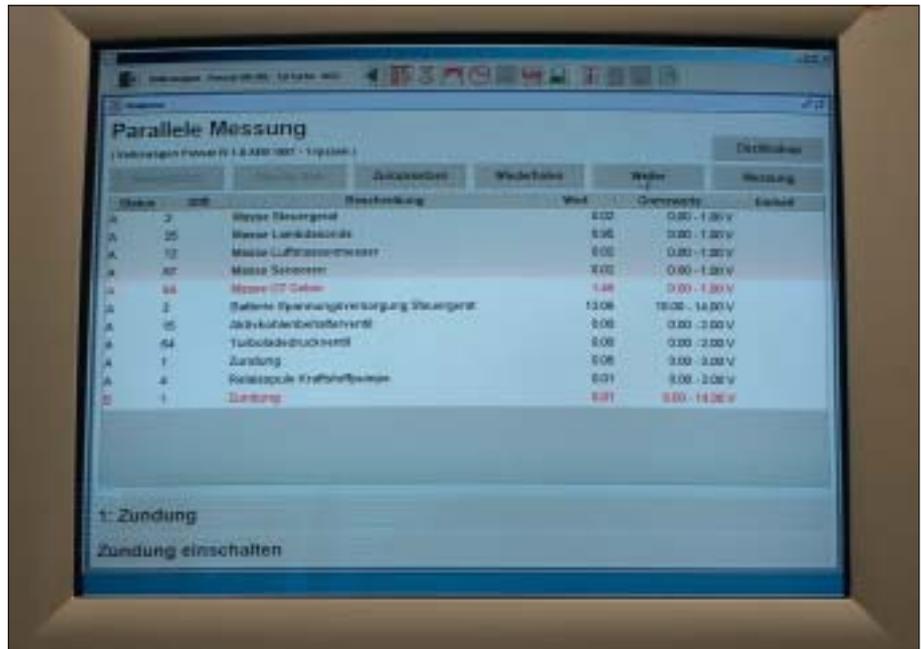
**Aquí existe también un ejemplo clásico:** Los valores transmitidos por el medidor de la masa de aire a la unidad de control no corresponden al estado de carga del motor, pero siguen siendo posibles para la unidad de control. El motor ya no tiene su potencia total. Con la lectura del correspondiente bloque de valores de medición, y la comparación con valores teóricos bajos diferentes estados de carga, dicha avería resulta muy fácil de diagnosticar.

### **¿Cuándo debe presuponerse una unidad de control defectuosa?**

Esta cuestión, como demuestra frecuentemente la práctica en el taller, es muy difícil de contestar. Básicamente, puede decirse: Si se han verificado todas las conexiones de corriente y de masa a la unidad de control, así como todas las señales de entrada y, a pesar de todo, la activación de un elemento de regulación no se realiza o se realiza incorrectamente, puede presuponerse una avería de la unidad de control. Es importante que la unidad de control no sólo activa los elementos de regulación, sino también los relés (como, por ejemplo, la alimentación a masa del relé de la bomba de combustible). Básicamente, en todos los trabajos deben tenerse presente los esquemas de conexión y valores teóricos específicos del vehículo. Éstos proporcionan una visión global exacta de todos los componentes y cables conectados con la unidad de control.

Los problemas se producen cuando la una unidad de diagnóstico no establece ninguna conexión con la unidad de control. Si la conexión entre la una unidad de diagnóstico y el vehículo es correcta, y se ha seleccionado el vehículo correcto, se puede eliminar esta fuente de averías. Se debe comprobar si todas las conexiones de corriente y de masa de la unidad de control son correctas y si los valores de corriente corresponden a los valores teóricos. Si en este punto no se pueden determinar averías, deberá presuponerse que se han producido averías en la unidad de control que han destruido el aparato.

Junto con el diagnóstico en serie (comprobación mediante conexión de diagnóstico), algunos fabricantes de aparatos de comprobación permiten el diagnóstico en paralelo. Al hacerlo, la una unidad de diagnóstico se conecta a la unidad de control mediante un cable adaptador específico del vehículo. En el diagnóstico en paralelo se pueden comprobar todos los valores y las señales de los pines individuales de la unidad de control. Esta posibilidad de diagnóstico se ofrece en los vehículos que no disponen aún de una conexión serie de diagnóstico.



Representación en pantalla Diagnóstico en paralelo



Conexión diagnóstico en paralelo

Otro modo de realizar la diagnosis consiste en la comprobación mediante la caja de comprobaciones (Brake Out Box). Para utilizar este método de comprobación se conecta la caja de comprobaciones junto con los cables adaptadores correspondientes en paralelo a la unidad de control. En las hembrillas de la caja de comprobaciones se pueden comprobar con el multímetro o el osciloscopio cada uno de los sensores, cables, alimentación de tensión y masa. Para este tipo de comprobación es muy importante tener a disposición los valores teóricos y los datos de asignación de pines que prescribe el fabricante del vehículo.



Comprobación con  
caja de comprobación

### Comprobaciones sin unidad de diagnóstico o caja de comprobación

Si no se dispone de unidad de diagnóstico o de caja de verificación, la localización de la avería será extremadamente difícil. Con los esquemas de conexión y valores teóricos específicos del vehículo se pueden realizar mediciones con el multímetro y el osciloscopio. Es importante que, al conectar las puntas de medición, no se dañen los conectores ni los cables. Sucede frecuentemente que las puntas de medición doblen los contactos por enchufe y ya no tengan un contacto correcto. Estas “averías autoincorporadas” son posteriormente muy difíciles de localizar.

#### ¿Qué medidas preventivas debemos observar?

Proceda con extrema precaución en las mediciones con la unidad de control. Los intercambios de la polaridad o los picos de corriente pueden destruir los componentes electrónicos sensibles en la unidad de control. Por este motivo, no utilice una lámpara de comprobación habitual. Utilice un multímetro, un osciloscopio o una lámpara de comprobación de diodos. Para borrar la memoria de errores proceda exclusivamente según las indicaciones del fabricante. En los sistemas nuevos, los datos almacenados pueden perderse al desconectar la batería. Puede ser necesario entonces adaptar o codificar nuevamente algunos componentes para que funcionen perfectamente y la unidad de control pueda reconocerlos. Esto también es necesario, si se renuevan la unidad de control o determinados componentes. La adaptación o la codificación sólo son posibles con una unidad de diagnóstico.

Si se renueva la unidad de control, deberá tenerse presente que en algunos tipos de aparatos deberán insertarse las memorias de programa (EPROM) en el nuevo aparato. Las nuevas unidades de control que se deben adaptar y codificar en este vehículo pueden utilizarse aún exclusivamente en este vehículo. A efectos de circulación, el montaje en otro vehículo no es posible.

En caso de inseguridad en la valoración, existe la opción de hacer comprobar la unidad de control con un coste económico. Si existe un defecto, la unidad de control se podrá reparar bajo determinadas circunstancias. Si el defecto no se puede reparar, existe la posibilidad de cambio 1:1. Si no existe ninguna avería, la unidad de control puede montarse de nuevo sin problemas. Puede obtener información complementaria sobre este tema en Internet:

**[www.hella.es](http://www.hella.es)**

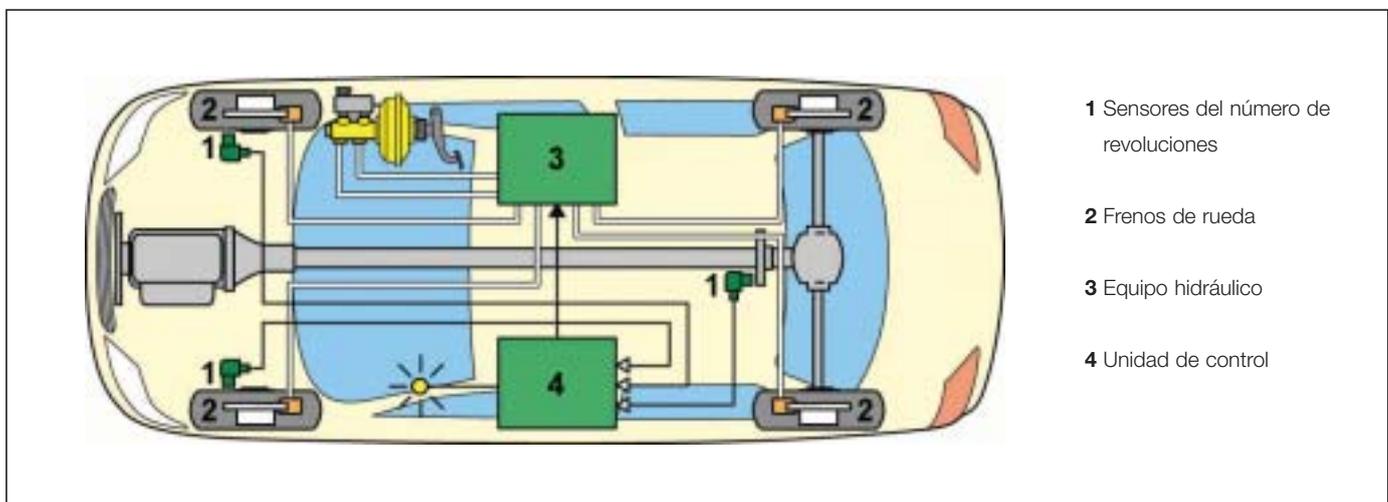
En esta edición deseamos explicar el sistema de frenos ABS y abordar las posibles averías y las opciones de diagnóstico en la electrónica. El centro de gravedad no reside en la estructura y el funcionamiento, sino en el diagnóstico y la localización de averías.

A finales de los años 70, el desarrollo había progresado tanto, que el primer sistema de frenos ABS estaba listo para la fabricación en serie. Con el sistema de frenos ABS fue posible incrementar la seguridad durante las situaciones críticas de frenado. Diversos comportamientos de en pista (humedad, hielo) u obstáculos repentinos conllevaban, en caso de frenado de emergencia, al bloqueo de las ruedas en los vehículos sin ABS. Esto tenía como consecuencia que el conductor ya no era capaz de dirigir el vehículo. En los vehículos con ABS se impide el bloqueo de las ruedas y éstas permanecen siempre orientables, incluso en caso de frenado total o de emergencia.

### Componentes del sistema ABS

El sistema ABS consta de los componentes siguientes:

- Unidad de control
- Equipo hidráulico
- Sensores del número de revoluciones
- Frenos de rueda



La unidad de control es el corazón del sistema. Éste recibe y valora las señales de los sensores del número de revoluciones.

Desde éste se produce el deslizamiento de frenado, y el retardo de las ruedas, o la aceleración de las ruedas. Dicha información se procesa en un regulador digital, que consta de dos microcontroladores independientes que trabajan para dos ruedas cada vez. Las señales de regulación que se derivan se transmiten como instrucciones de regulación a las válvulas magnéticas del equipo hidráulico.

En el equipo hidráulico se encuentran las válvulas magnéticas que ejecutan las instrucciones de regulación de la unidad de control. Incluso si, en un frenado de emergencia, la presión predefinida por el conductor mediante el pedal de freno es notablemente superior, éstas regularán óptimamente la presión en los cilindros del freno de rueda. El equipo hidráulico está montado entre el cilindro del freno principal y los cilindros del freno de rueda.

A partir de las señales registradas por los sensores del número de revoluciones, la unidad de control determina la velocidad perimetral de la rueda. Normalmente, estos sensores son sensores inductivos. No obstante, en los sistemas más recientes se utilizan también sensores activos del número de revoluciones.

En los frenos de rueda, el equipo hidráulico genera una fuerza tensora mediante la cual se presionan las guarniciones de freno contra los discos de freno o el tambor de freno.

### **¿Cómo trabaja el sistema de frenos ABS?**

En un frenado total, el sistema ABS regula la presión de freno que debe inducirse al sistema del freno de servicio. Esto sucede individualmente para cada cilindro de rueda en función del retardo, la aceleración, y el deslizamiento de la rueda.

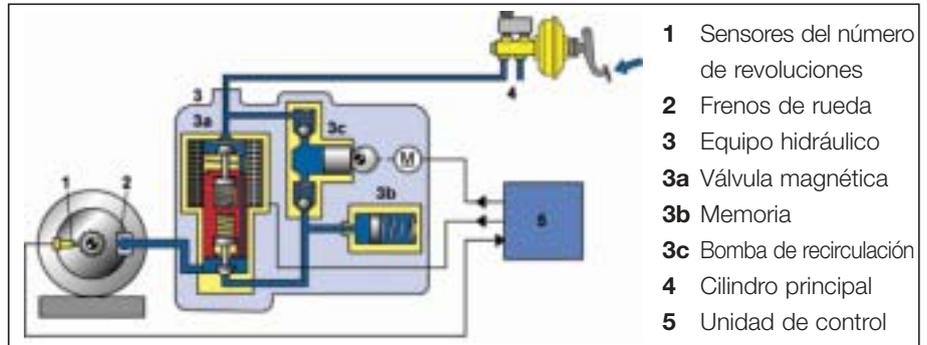
Esta regulación se realiza de la forma siguiente:

Mediante los sensores del número de revoluciones, en las ruedas delanteras y el diferencial del eje trasero o las ruedas traseras, se determina el número de revoluciones que la unidad de control necesita para calcular la velocidad perimetral de la rueda. Si en la unidad de control se reconoce que una o varias ruedas tienden al bloqueo, se activarán las válvulas magnéticas y la bomba de recirculación de las ruedas afectadas. Las válvulas magnéticas asignadas a cada rueda delantera influyen en éstas de forma a lograr el mejor efecto de frenado posible. Independientemente de las demás ruedas. En los vehículos que sólo disponen de un sensor del número de revoluciones en el diferencial del eje trasero, la rueda con la mayor tendencia al bloqueo determina la presión de frenado en ambas ruedas. Con ello, la rueda con el mayor coeficiente de adherencia se frena algo por debajo de lo posible y el recorrido de frenado se alarga un poco, pero también se mejora la estabilidad del vehículo. En los vehículos con un sensor del número de revoluciones en cada rueda trasera, la regulación se realiza como en las ruedas delanteras.

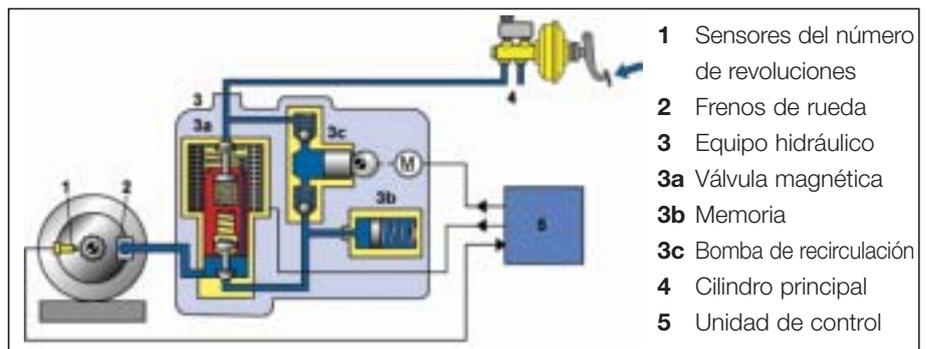
## Sistema de frenos ABS

La unidad de control controla las válvulas magnéticas de las ruedas individuales en tres estados de conexión diferentes:

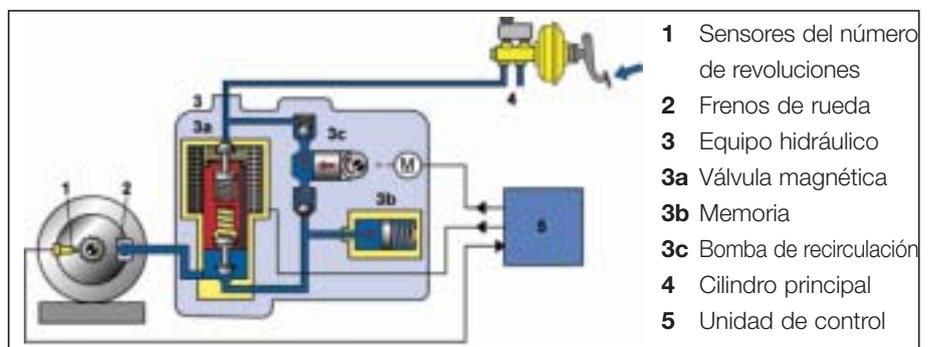
En el primer estado de conexión (creación de la presión) el cilindro principal y el cilindro de rueda están unidos entre sí. Esto significa que la válvula de admisión está abierta y la válvula de escape cerrada. La presión de frenado puede aumentar sin impedimentos.



En el segundo estado de conexión (mantenimiento de la presión) se interrumpe la conexión entre el cilindro principal y el cilindro de rueda. La presión de frenado permanece constante. Esto significa que la válvula de admisión se alimenta con corriente y, con ello, se cierra. La válvula de escape está también cerrada.



En el tercer estado de conexión (descender presión) se reduce la presión de frenado. Esto significa que la válvula de escape se alimenta con corriente y, con ello, se cierra. Al mismo tiempo, la presión disminuye a través la bomba de recirculación. La válvula de admisión está cerrada.



Mediante estos diferentes estados de conexión es posible crear o destruir la presión de frenado de forma escalonada activando cíclicamente las válvulas magnéticas. Al utilizar el sistema ABS, los estados de regulación se ejecutan aproximadamente de 4 - 10 veces por segundo, en función del estado de la pista.

## ¿Qué ocurre en una avería del sistema ABS?

Tan pronto como se produce una avería en el sistema, éste se vuelve inactivo. En este caso, el freno de servicio del vehículo sigue trabajando sin restricciones. Se avisa al conductor de la avería del sistema ABS mediante el encendido de la luz de advertencia del ABS.

## Localización de averías en el sistema ABS

Si se produce una avería en el sistema ABS y se enciende la luz de advertencia, existen algunas opciones de localización de la avería o de diagnóstico según la antigüedad y el tipo de sistema ABS. No obstante, se debe comenzar siempre por las posibilidades de avería más sencillas:

### Fusibles defectuosos:

Si todos los fusibles conectados al sistema ABS están en orden, un vistazo al modo de empleo y a la caja de fusibles descarta la primera fuente de averías.



Sensor y rueda del transductor

### Inspección visual:

- ¿Están en orden todos los conectores y cables?
- ¿Los conectores están correctamente insertados?
- ¿Existen rozaduras en los cables que podrían producir un cortocircuito?
- ¿Las conexiones a masa están todas en orden ?
- ¿Los sensores del número de revoluciones de la rueda y / o la rueda del transductor están sucios o dañados?
- ¿Están en orden todos los neumáticos y tienen el tamaño igual / correcto?

### Alojamiento de rueda y suspensión de ejes:

Están en orden (sin holgura) los alojamientos de rueda y la suspensión de los ejes (cabezales esféricos y articulaciones)

### Comprobación del sistema del freno de servicio:

La comprobación del sistema del freno de servicio en la estación de comprobación de frenos, así como la comprobación de la estanqueidad son igualmente necesarias.

El nivel de llenado del depósito del líquido de frenos debe ser correcto.

Si en estas verificaciones no se determina ninguna avería, deberán realizarse otras mediciones. Aquí existen diferentes opciones: Éstas se rigen, por ejemplo, según la antigüedad / tipo del vehículo y de los aparatos de comprobación disponibles.

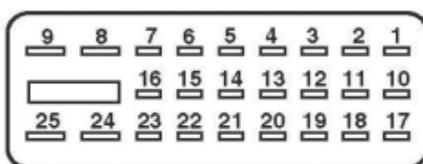
Si es posible diagnosticar el sistema ABS, puede leer la memoria de errores mediante una unidad de diagnóstico apropiado y consultar los valores de medición. Si no se dispone de una unidad de diagnóstico apropiada, o no es posible diagnosticar el sistema, las mediciones siguientes pueden realizarse con un osciloscopio o un multímetro. Es importante que disponga en todo momento de un esquema de conexiones del sistema a comprobar.



La experiencia demuestra que la mayoría de las averías se producen por conectores defectuosos, cables rotos o conexiones a masa estropeadas. Normalmente, estas averías pueden localizarse mediante un multímetro u osciloscopio.

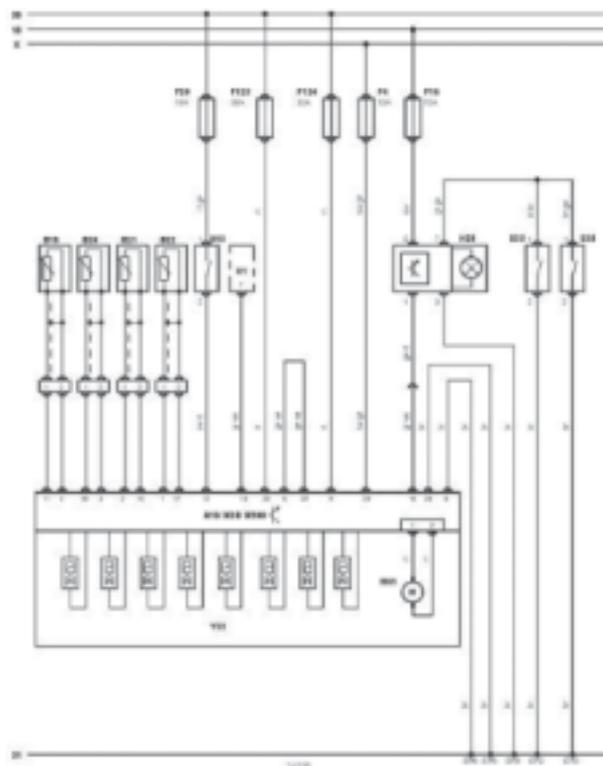
### Comprobaciones con el multímetro / osciloscopio:

Todas las mediciones expuestas aquí se han realizado, como ejemplo, en un VW Golf 3. Lo importante es que la corriente de la batería sea correcta para que se puedan reconocer los posibles cortes de corriente en los cables / conectores.



AD44882

Imagen conectores unidad de control

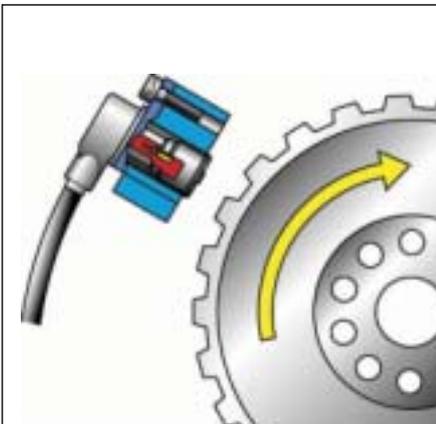


Esquema de conexiones ABS

### Medición de la alimentación de corriente y de masa en la unidad de control

Para ello se debe desconectar el conector de la unidad de control ABS. A continuación, leer la asignación de pines en el esquema de conexiones y unir el cable de medición rojo del multímetro con el correspondiente pin de alimentación de corriente y el cable de medición negro con un punto de contacto a masa opcional en el vehículo. Tenga presente que el punto de contacto a masa esté limpio y que el cable de medición tenga un buen contacto. En la conexión al conector de la unidad de control se debe proceder muy cuidadosamente, para evitar daños en los contactos de enchufe. Comprobar si existe corriente de batería mediante una medición de corriente. Comprobar el contacto a masa de la unidad de control mediante una medición de la resistencia. Para ello, localizar los correspondientes pines de masa en el esquema de conexiones y conectar el cable de medición del multímetro. Conectar el segundo cable de medición otra vez con el punto de contacto a masa del vehículo. El valor de la resistencia no debe sobrepasar aproximadamente  $0,1 \Omega$  (valor aproximado, que varía según la sección y la longitud del cable).

Si se producen averías durante la medición de la corriente o de la resistencia, es decir, no existe corriente o la resistencia es demasiado alta o infinita, deben seguirse los cables hasta la conexión siguiente. Las conexiones disponibles están registradas en el esquema de conexiones. Separar estas conexiones y comprobar su paso con ayuda de una medición de la resistencia o de un contacto a masa. Para ello, unir los cables de medición del multímetro con los extremos de los cables. El valor medido debe situarse de nuevo en aproximadamente  $0,1 \Omega$ . Si la resistencia es notablemente superior o infinita, existe una interrupción del cable o un contacto a masa. De este modo, se puede determinar una interrupción del cable o un contacto a masa entre cada una de las conexiones individuales.

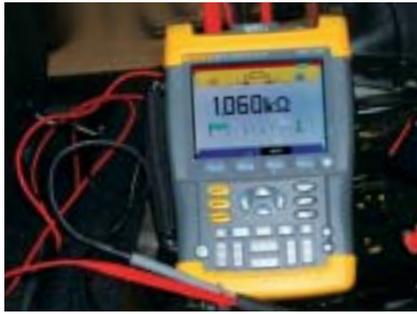


### Comprobación de los sensores del número de revoluciones

Para facilitar la interpretación de los valores medidos, se explica brevemente como están montados los sensores inductivos de la rueda y como se registra el número de revoluciones.

Los sensores del número de revoluciones están aplicados directamente sobre la rueda motriz conectada con el cubo de rueda o el eje impulsor. El sensor inductivo que se encuentra rodeado por un devanado, está unido con los imanes permanentes, cuyo efecto magnético llega hasta el volante polar. El giro de la rueda impulsora y el cambio entre diente e intersticio entre dientes vinculado a éste, produce la modificación del flujo magnético entre el sensor inductivo y el devanado. Este campo magnético variable induce en el devanado una corriente alterna mensurable. La frecuencia y las amplitudes de esta corriente alterna se encuentran en relación con el número de revoluciones de la rueda.

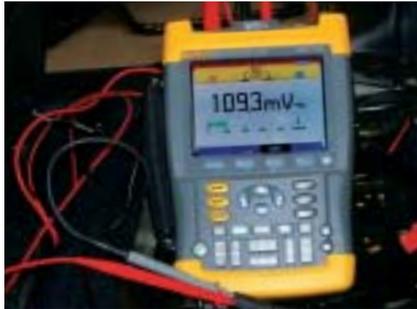
### Comprobación con el multímetro:



Comprobación de la resistencia: Separar la conexión por enchufe del sensor y medir con un ohmiómetro la resistencia interna en ambos pines de conexión.

Importante: Realizar esta medición, sólo si se ha asegurado que se trata de un sensor inductivo. Una medición de la resistencia destruirá un sensor por eco.

El valor de la resistencia debe estar entre  $800 \Omega$  y  $1200 \Omega$  (tener presente los valores teóricos). Si el importe es de  $0 \Omega$ , existe un cortocircuito y, si la resistencia es infinita, una interrupción. Una comprobación de la contacto a masa entre el correspondiente pin de conexión y la masa del vehículo debe proporcionar siempre un valor de la resistencia infinito.



Comprobación de la corriente: Conectar el multímetro a ambos pines de conexión. El margen de medición del multímetro debe ajustarse en corriente alterna. Si la rueda se gira con la mano, el sensor genera una corriente alterna de aproximadamente 100 mV.



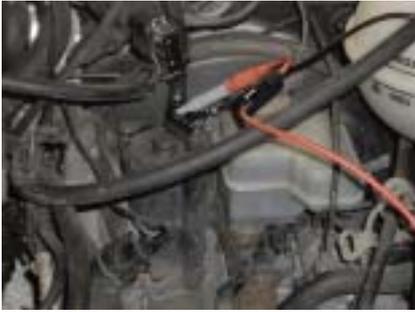
Comprobación con el osciloscopio: Con el osciloscopio es posible visualizar mediante una representación gráfica la señal generada por el sensor. Para ello, el cable de medición del osciloscopio se debe conectar al conductor de la señal del sensor y el cable de masa al punto de contacto a masa apropiados. El ajuste del osciloscopio debe estar entre 200 mV y 50 ms. Al girar la rueda - con el sensor sin impulsos cíclicos - en el osciloscopio se debe visualizar una señal sinusoidal. La frecuencia y la corriente proporcionadas varían en función del número de revoluciones de la rueda.



Comprobación del interruptor de la luz de freno: El interruptor de la luz de freno se puede comprobar mediante una comprobación del paso o una medición de la corriente. En la comprobación de la continuidad el multímetro se ajusta en un valor bajo o en comprobación acústica. Separar el conector de la luz de freno y conectar los conductores de medición con los pines de conexión del interruptor. Al activar el pedal de freno, en función del ajuste, se debe visualizar una resistencia de  $0 \Omega$  aproximadamente o bien oírse un beep.

En la comprobación de la corriente con el multímetro, comprobar la corriente de entrada con el multímetro en el interruptor (valor = corriente de la batería). Al activar el pedal de freno, en el segundo pin de conexión debe existir también corriente de funcionamiento.





**Comprobación del sistema del freno de servicio:** Extraer el conector de la bomba de alta presión. Con un cable, producido por uno mismo, alimentar brevemente la bomba de alta presión con la corriente de la batería. Si la bomba comienza a trabajar, se debe presuponer que está en orden.

**Comprobación con la unidad de diagnóstico:** Si es posible diagnosticar el sistema ABS, se puede leer la memoria de errores mediante una unidad de diagnóstico apropiada y consultar las listas de datos.

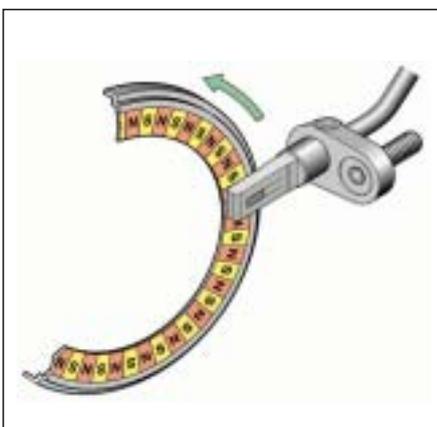
Datenlisten - ABS  
 (Volkswagen Golf III Mark 20 Gl 1997 - 9vagabs2 - VOL00568)  
 Firmware: 181 DII: 1.1.17.141

| Bauteil                | Wert | Einheit | Beschreibung  |
|------------------------|------|---------|---------------|
| Geschwindigkeitssignal | 20   | km/h    | vorne links   |
| Geschwindigkeitssignal | 22   | km/h    | vorne rechts  |
| Geschwindigkeitssignal | 19   | km/h    | hinten links  |
| Geschwindigkeitssignal | 22   | km/h    | hinten rechts |

El volumen de las listas de datos y, consecuentemente, los componentes a comprobar, son muy diversos. El nivel de comprobación de la una unidad de diagnóstico y las opciones de comprobación del fabricante del sistema resultan decisivos.

**Sensores activos del número de revoluciones de la rueda**

Para concluir, una breve información sobre los “sensores activos”. Los sensores activos adquieren cada vez una mayor relevancia. Tienen algunas ventajas frente a los sensores pasivos. Sus señales son mucho más exactas y pueden alcanzar velocidades en ambas direcciones de hasta 01, Km. / h. Estos datos de medición exactos son útiles para otros sistemas como el sistema de navegación, bloqueos de retroceso, etc. Por lo demás, su necesidad de espacio es notablemente inferior debido a su construcción compacta.



**El montaje se diferencia de los sensores pasivos de la siguiente forma:** La rueda impulsora ya no está montada como rueda dentada, sino que, por ejemplo, puede integrarse en la junta de estanqueidad del alojamiento de rueda. En la junta de estanqueidad se utilizan imanes que – según su polaridad – se aplican alternativamente sobre el perímetro. Con ello, la junta de estanqueidad se convierte en anillo multipolar. En cuanto el anillo multipolar comienza a girar, el flujo magnético a través de la célula de medición varía constantemente en el sensor. El flujo magnético modifica la corriente que se genera en el sensor. El sensor está unido mediante un cable de dos vías a la unidad de control. La información del número de revoluciones se transmite como corriente a la unidad de control. La frecuencia de la corriente (al igual que la frecuencia en el sensor inductivo) es la comparación con el número de revoluciones de la rueda. La alimentación de corriente del sensor activo – otra diferencia con el sensor pasivo – es de entre 4,5 V y 20 V.

Las leyes, cada vez más restrictivas, hacen necesario reducir las emisiones de los gases de escape. Esto es válido, tanto para los motores Diesel, como para los motores de gasolina. Con ayuda de la denominada recirculación de los gases de escape se disminuye la producción de monóxidos. En los motores de gasolina se reduce, además, el consumo de combustible en el área de carga parcial.

Con altas temperaturas de combustión, en la cámara de combustión del motor se producen monóxidos. Mediante la recirculación de una parte de los gases de escape al aire de aspiración limpio, se reduce la temperatura de combustión en la cámara de combustión. Por causa de las temperaturas de combustión más bajas, se evita la generación de monóxidos.

La tasa de recirculación de los gases de escape en los motores Diesel y de gasolina se explica en la tabla siguiente:

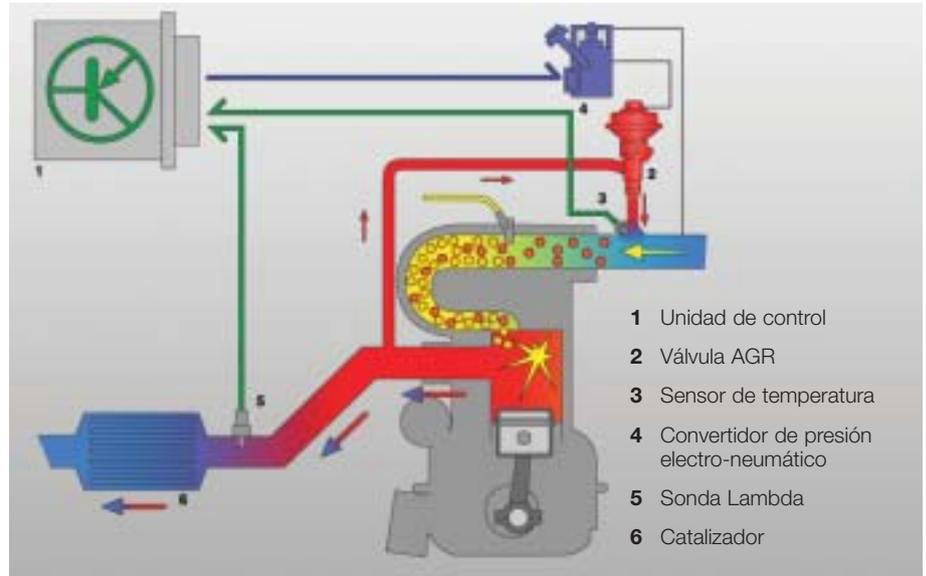
|   | Diesel                             | Gasolina                             | Gasolina (inyector directo)  |
|---|------------------------------------|--------------------------------------|--|
| Tasa AGR (máx)  | 50 %                               | 20 %                                 | Hasta el 50% (según el funcionamiento del motor, carga homogénea o escalonada) |
| Temperatura de los gases de escape, si el sistema AGR está activo | 450 °C                             | 650 °C                               | 450 °C a 650 °C  |
| ¿Por qué se utiliza un sistema AGR?                               | Reducción de monóxidos y del ruido | Reducción del monóxido y del consumo | Reducción del monóxido y del consumo   |

### ¿Cómo se efectúa la recirculación de los gases de escape?

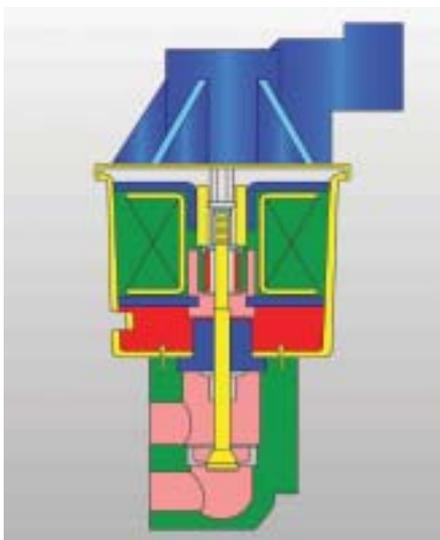
Se distingue entre dos clases de recirculación de los gases de escape: La recirculación "interna" y "externa" de los gases de escape.

En la recirculación interna de los gases de escape, la mezcla entre los gases de escape y la mezcla fresca se realiza en la cámara de combustión. Esto se logra en todos los motores de cuatro tiempos mediante el solape de las válvulas, condicionado por el sistema, de la válvula de admisión y de la válvula de escape. Condicionada por la construcción, la tasa de recirculación de los gases de escape es muy reducida y sólo se puede modificar de forma limitada. Sólo desde el desarrollo del control variable de las válvulas se puede influir activamente en la tasa de recirculación de los gases de escape en función de la carga y el número de revoluciones.

Sistema AGR



La recirculación externa de los gases de escape se realiza mediante un conducto adicional entre el colector / tubo de gases de escape y el colector de aspiración, así como la válvula AGR. Los primeros sistemas se controlaban mediante una válvula de platillo, que se abría o cerraba mediante una caja de presión negativa (impulsión neumática) Al mismo tiempo, la presión del tubo de aspiración servía de magnitud de control de la caja de presión negativa. Así, la posición de la válvula de platillo dependía del estado de funcionamiento del motor. Para obtener una mayor influencia sobre la tasa de recirculación de los gases de escape se utilizaron válvulas neumáticas de retención y de limitación de la presión, así como válvulas de retardo. Algunos sistemas tienen presente, además, la contrapresión de los gases de escape como presión de regulación para la caja de presión negativa. En algunos estados de funcionamiento, la recirculación de los gases de escape se desconecta completamente. Esto se posibilita mediante el montaje de válvulas de conmutación eléctricas en el conductor de control. A pesar de esta opción de toma de influencia, el sistema era siempre dependiente del estado de carga del motor y de la presión negativa del tubo de aspiración para el control de la caja de presión negativa.



Válvula eléctrica AGR

Para satisfacer los requerimientos de los motores modernos y ser independiente de la presión negativa del tubo de aspiración, se desarrollaron mecanismos para las válvulas de recirculación de los gases de escape. Al mismo tiempo se integraron sensores con los cuales se podía reconocer la posición de la válvula. Estos desarrollos permiten una regulación exacta con breves tiempos de ajuste. Como mecanismo eléctrico actualmente se utilizan también, junto con los motores incrementales y los imanes de elevación y giratorios, los motores de corriente continua. También la válvula de regulación en si se ha modificado con el paso del tiempo. Además de válvulas de aguja y de platillo de diferentes tamaños y medidas, actualmente se utilizan válvulas con distribuidor giratorio y de mariposa.

### Componentes de un sistema de recirculación de gases de escape:



Válvula AGR incorporada



Convertidor de presión

### Averías que se producen y causas

#### Válvula de recirculación de gases de escape

La válvula de recirculación de los gases de escape es el componente más importante del sistema. Constituye la unión entre el tubo de escape y el tramo de aspiración. Según la activación, libera la apertura de la válvula y deja fluir los gases de escape al colector de aspiración.

Existen diferentes modelos de válvula de recirculación de los gases de escape: Modelo de una o dos membranas, con y sin notificación de posición o sensor de temperatura y, naturalmente, controlado eléctricamente.

La notificación de la posición significa que en la válvula de recirculación de los gases de escape se encuentra montado un potenciómetro que proporciona señales sobre la posición de la válvula a la unidad de control. Esto permite un registro exacto de la cantidad de gases de escape reconducidos en cada estado de carga. Un sensor de temperatura incorporado eventualmente se utiliza para el autodiagnóstico de la válvula de recirculación de los gases de escape.

#### Convertidor de presión:

Los convertidores de presión tienen la función de controlar la presión negativa necesaria para la válvula de recirculación de gases de escape. Ajustan la presión negativa al correspondiente estado de carga del motor para mantener una tasa de recirculación exactamente especificada. Su activación se realiza mecánica o eléctricamente.

#### Válvulas térmicas:

Tienen una función similar al de los convertidores de presión, pero trabajan en función de la temperatura. Los convertidores de presión y las válvulas térmicas también se pueden combinar.

A causa de las cargas elevadas, la válvula AGR es probablemente la mayor fuente de averías. Mediante la niebla de aceite y se deposita hollín de los gases de escape, se oxida la válvula y la apertura de la válvula se reduce con el paso del tiempo hasta su cierre completo. Condicionado por ello, la cantidad de gases de escape reconducida disminuye constantemente, lo que se refleja en el comportamiento de los gases de escape. La carga térmica elevada favorece este proceso.

También el sistema de mangueras para la presión negativa es causa frecuente de las averías que se producen. Mediante faltas de estanqueidad se pierde la presión negativa necesaria para la válvula AGR y la válvula ya no se abre.

Una válvula AGR que no funciona por causa de la presión negativa puede deberse también aun convertidor de presión defectuoso o a una válvula térmica que no trabaja correctamente.

Para comprobar el sistema de recirculación de los gases de escape existen diferentes opciones. Éstas dependen de si el sistema es susceptible de autodiagnóstico o no. Los sistemas sin capacidad de autodiagnóstico se pueden comprobar mediante un multímetro, una bomba manual de presión negativa y un termómetro digital.

Pero, antes de comenzar con costosas comprobaciones, se debe realizar una inspección visual de todos los componentes relevantes del sistema. Esto significa:

- ¿Están los conductores de presión estancos, conectados correctamente y dispuestos sin dobleces?
- ¿Están conectadas correctamente todas las conexiones eléctricas al convertidor de presión y al conmutador? ¿Están los cables en orden?
- ¿Existen faltas de estanqueidad en la válvula AGR o los conductores conectados?

Si en la inspección visual no se determina ninguna deficiencia, el sistema se deberá comprobarse con otros exámenes y mediciones.

### Comprobación de válvulas AGR controladas por presión negativa en motores Otto

En la comprobación de válvulas AGR controladas por presión negativa rige el siguiente procedimiento:

#### Válvulas con una membrana

Con el motor parado, extraer el conducto de presión negativa y conectar la bomba manual de presión negativa. Generar una presión negativa de aproximadamente 300 mbar. Si la válvula está en orden, la presión no debe descender hasta transcurridos 5 minutos. Repetir la comprobación con el motor en funcionamiento, a la temperatura de servicio. Con una diferencia de presión de aproximadamente 300 mbar, el ralentí debe empeorar o el pararse el motor.

Si la válvula está equipada con un sensor de temperatura, ésta también puede comprobarse. Para ello, desmontar el sensor de temperatura y medir la resistencia. Los valores aproximados de las resistencias con las temperaturas individuales están listados en esta tabla:

| Temperatura | Resistencia          |
|-------------|----------------------|
| 20°C        | > 1000 k $\Omega$    |
| 70°C        | 160 - 280 k $\Omega$ |
| 100°C       | 60 - 120 k $\Omega$  |

Para el calentamiento, utilice la pistola de aire caliente o agua caliente. Para comparar los valores medidos con los valores teóricos, compruebe la temperatura con el termómetro digital.

#### Válvulas con dos membranas

Las válvulas con conexiones de presión negativa ubicadas lateralmente sólo se abren mediante una conexión. Estas pueden estar aplicadas, una encima de otra o ubicadas lateralmente en un plano. Las válvulas cuyos conectores de presión negativa están dispuestos uno encima de otro trabajan en dos etapas. Con la conexión superior, la válvula se abre parcialmente; con la conexión inferior se abre totalmente. Las válvulas con conexiones de presión negativa ubicadas lateralmente sólo se abren mediante una conexión. La identificación de las conexiones se realiza mediante un marcaje en color. Son posibles las siguientes combinaciones:

- Negro y marrón
- Rojo y marrón
- Rojo y azul

La alimentación de presión negativa se conecta a la conexión marcada en rojo o marrón.

Las comprobaciones de estanqueidad se realizan en las mismas condiciones que en las válvulas con una membrana, pero deben realizarse en ambas conexiones de presión negativa. Para comprobar la alimentación de presión negativa de la válvula, la bomba manual de presión negativa puede utilizarse como manómetro. Ésta se conecta al conducto de alimentación de la válvula AGR. Con el motor en funcionamiento se visualiza la presión negativa destacada. En las válvulas con conexiones superpuestas la bomba manual de presión negativa se debe conectar a la conexión inferior; en las conexiones ubicadas lateralmente al conductor de la conexión roja o negra.

### Válvulas AGR en motores Diesel

Las válvulas en los motores Diesel se pueden comprobar de la misma forma que en los motores Otto.

Con el motor parado, debe generarse una presión negativa de aproximadamente 500 mbar con la bomba manual de presión negativa. Ésta presión negativa se debe mantener durante 5 minutos y no debe disminuir. También se puede realizar una inspección visual. Para ello, generar otra vez una presión negativa a través de la conexión de presión negativa con la bomba manual de presión negativa. Observar el vástago de la válvula (conexión entre la membrana y la válvula) a través de las aperturas. Debe desplazarse regularmente con la activación de la bomba manual de presión negativa.

Comprobación de estanqueidad de una válvula AGR



### Válvulas AGR con potenciómetro

Algunas válvulas AGR tienen un potenciómetro para la notificación de la posición de la válvula. La comprobación de la válvula AGR se realiza como se ha descrito anteriormente. Al comprobar el potenciómetro, debe procederse como sigue:

Extraer el conector tripolar y medir la resistencia total en los pines 2 y 3 del potenciómetro con un multímetro. El valor de medición debe estar entre 1500  $\Omega$  y 2500  $\Omega$ . Para medir la resistencia del bucle, el multímetro se debe conectar en el pin 1 y el pin 2. Abrir lentamente la válvula con la bomba manual de presión negativa. El valor medido comienza aproximadamente en 700  $\Omega$  y asciende hasta 2500  $\Omega$ .

### Comprobación de convertidores de presión, válvulas de conmutación y válvulas térmicas

#### Comprobación de convertidores de presión:

En esta comprobación, la bomba manual de presión negativa no se utiliza para generar presión negativa, sino como manómetro.

Extraer la manguera de presión negativa del convertidor de presión a la válvula AGR y conectar la bomba de presión negativa.

Arrancar el motor y mover despacio el varillaje del convertidor de presión.

La indicación del manómetro de la bomba de presión negativa debe moverse en consecuencia.

### Comprobación de un convertidor de presión

#### Comprobación de convertidores de presión electro-neumáticos:

Aquí también se utiliza nuevamente la bomba manual de presión negativa como manómetro. La conexión al convertidor de presión electro-neumático se realiza de nuevo en la conexión de presión negativa que conduce a la válvula AGR. Arrancar el motor y extraer el conector de la conexión del convertidor de presión. La presión negativa indicada en el manómetro no debe sobrepasar 60 mbar. Enchufar de nuevo el conector y aumentar el número de revoluciones del motor. El valor indicado en el manómetro debe aumentar simultáneamente.



Para comprobar la resistencia del devanado del convertidor de presión, extraer de nuevo el conector y conectar un multímetro a ambos pines de conexión. El valor de la resistencia debe estar entre 4  $\Omega$  y 20  $\Omega$ .

Para comprobar la activación del convertidor de presión, conectar el multímetro a las conexiones del conector y observar el valor de la corriente. Ésta debe variar igualmente con la modificación del número de revoluciones del motor.

### Medición de resistencia en el convertidor de presión



#### Comprobación de convertidores de presión eléctricos:

La comprobación de convertidores eléctricos es idéntica a la comprobación de las válvulas de conmutación eléctricas.

#### Comprobación de válvulas de conmutación eléctricas:

Las válvulas de conmutación eléctricas disponen de tres conexiones de presión negativa. Si sólo están ocupadas dos conexiones, la tercera conexión está provista de un tapón de cierre que no debe tener fugas.

A efectos de comprobación, con la bomba manual de presión negativa se puede realizar una comprobación de paso en los conductores de salida de la válvula de conmutación.

Para ello, conectar la bomba de presión negativa a un conductor de salida. Si se puede generar una presión negativa, se debe alimentar la válvula de conmutación con corriente. Importante: Si las polaridades de las conexiones (+ y -) están predefinidas en la conexión de la válvula de conmutación, éstas no deben intercambiarse. Si la válvula de conmutación está impulsada con corriente, deberá conmutar y reducirse la presión negativa generada. Repetir la misma comprobación para la otra conexión.

#### Verificación de válvulas térmicas:

Para comprobar las válvulas térmicas, se deben extraer las mangueras de presión negativa. Conectar la bomba manual de presión negativa a la conexión central. Con el motor en frío, no debe existir paso en la válvula térmica. Si el motor tiene la temperatura de servicio, la válvula debe abrir el paso. Para ser independiente de la temperatura del motor, la válvula térmica se puede extraer y calentarse en un baño de agua caliente o con una pistola de aire caliente. Al hacerlo, debe controlarse constantemente la temperatura, para localizar los puntos de conmutación.

Todos los valores de comprobación relacionados aquí son datos aproximativos. Para obtener datos exactos, debe disponerse de planos de conexión y de los valores específicos de comprobación del vehículo.

**Comprobación con una unida de diagnóstico:**

Los sistemas AGR susceptibles de diagnóstico pueden comprobarse mediante una unidad de diagnóstico apropiada. Al hacerlo, otra vez resulta decisivo el nivel de comprobación y del sistema a comprobar utilizado. En parte sólo es posible leer la memoria de errores, pero, en parte, también se pueden leer bloques de valores de medición y realizarse un examen del elemento de regulación.

**Lista de datos AGR**

| Bezeichnung      | Wert  | Einheit | Beschreibung |
|------------------|-------|---------|--------------|
| Drehzahl         | 2693  | rpm     |              |
| Luftmassenmesser | 280.0 | mg/h    | (Sollwert)   |
| Luftmassenmesser | 545.0 | mg/h    | (Istwert)    |
| EGR Ventil       | 29    | %       |              |

**Examen del elemento de regulación AGR**



En este contexto, es importante que se comprueben conjuntamente sólo los componentes que tienen una influencia directa en el sistema AGR. Por ejemplo, el medidor de masa de aire o el sensor de temperatura del motor. Si la unidad de control recibe un valor erróneo del medidor de masa de aire, se calculará también incorrectamente la cantidad de gases de escape a reconducir. Con ello, se pueden producir un deterioro de los valores de los gases de escape y problemas de funcionamiento del motor. En las válvulas AGR eléctricas es posible que durante el diagnóstico no se visualice ninguna avería y que tampoco un examen del elemento de regulación permita sacar ninguna conclusión sobre el problema. En este caso, la válvula puede estar muy sucia y la apertura de la válvula no proporcionar ya la sección requerida por la unidad de control. Por ello, es aconsejable desmontar la válvula AGR y comprobar las suciedades.

### Sistema de retención y recirculación del vapor de combustible / depósito de carbón activo

#### Generalidades

Cuando los vehículos están parados, el combustible se condensa y sale al exterior a través de la ventilación del depósito. Para evitar esta carga, los vehículos con sistemas regulados de preparación de la mezcla de combustible están equipados con un sistema de retención y recirculación del vapor de combustible.

Un componente importante de este sistema es el depósito de carbón activo.

#### Funcionamiento



Depósito de carbón activo

El depósito de carbón activo está conectado a la ventilación del depósito de combustible. El carbón activo almacena el combustible condensado. Al arrancar el motor, el combustible almacenado se incluye en la preparación de la mezcla.

En la tubería de conexión entre el tubo de aspiración y el depósito de carbón activo se encuentra una válvula cíclica. Cuando la regulación Lambda está activa, la válvula cíclica se activa y libera la tubería entre el tubo de aspiración y el depósito de carbón activo. Debido a la presión negativa en el tubo de aspiración, se aspirará aire del entorno a través de una apertura en el depósito de carbón activo. Éste fluye a través del carbón activo arrastrando consigo el combustible almacenado. Puesto que el sistema influye en la composición de la mezcla, sólo se activará cuando la regulación Lambda trabaje.

#### Consecuencias en caso de avería



Válvula cíclica

Una avería del sistema puede manifestarse de la siguiente manera:

- Almacenamiento de un código de avería
- Marcha del motor defectuosa
- Olor a gasolina debido a los vapores de combustible que salen

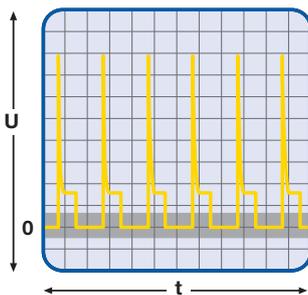
Si el sistema no funciona, esto puede deberse a diversas causas:

- Activación defectuosa a través de la unidad de control
- Válvula cíclica defectuosa
- Avería mecánica (accidente)
- Tubos defectuosos

## Localización de averías

Durante la localización de averías, deberían considerarse los pasos siguientes:

- Comprobar si el depósito de carbón activo presenta daños.
- Comprobar si los tubos, tuberías y conexiones presentan daños y si están correctamente asentados / montados.
- Comprobar si la válvula cíclica presenta daños.
- Comprobar si las conexiones eléctricas de la válvula cíclica presentan daños y si están correctamente montadas.
- Verificación de la alimentación de masa y corriente. Para ello, extraer el conector de la válvula cíclica. En los motores en caliente, la tensión deberá ser de aprox. entre 11 y 14 voltios (el motor debe estar caliente para que la regulación Lambda esté activa, puesto que, de lo contrario, la válvula cíclica no será activada).
- Comprobación con el osciloscopio: Conectar el conductor de medición del osciloscopio a la conducción de masa de la válvula cíclica. Ajustar el margen de medición, eje X = 0,2 segundos; eje Y = 15 V. Señal, ver imagen.



Válvula cíclica:  
Imagen óptima

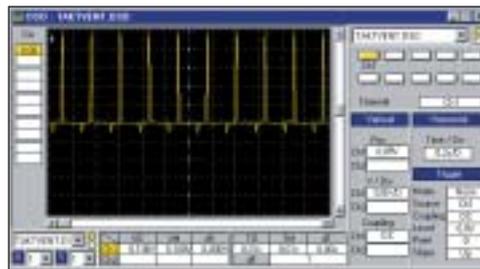


Imagen animada:  
Válvula cíclica en orden

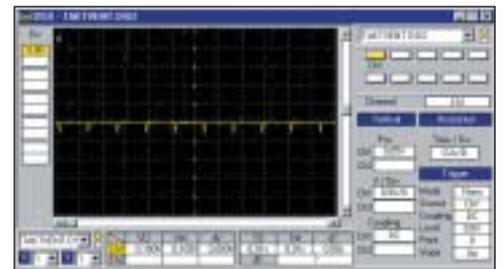


Imagen animada:  
Válvula cíclica averiada

En esta edición se explican los sistemas de encendido más recientes

- encendido electrónico (EZ) e
- encendido completamente electrónico (VZ).

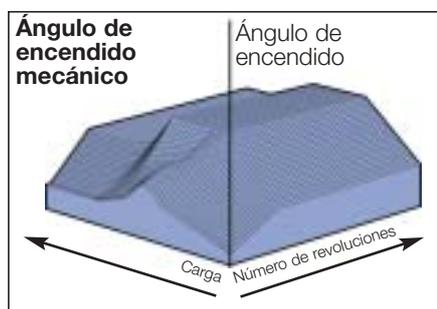
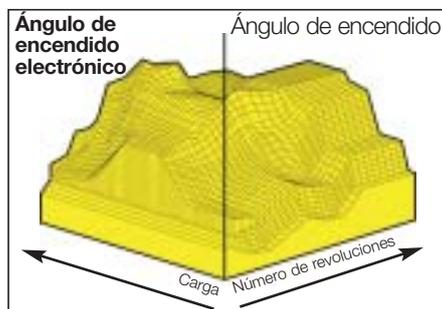
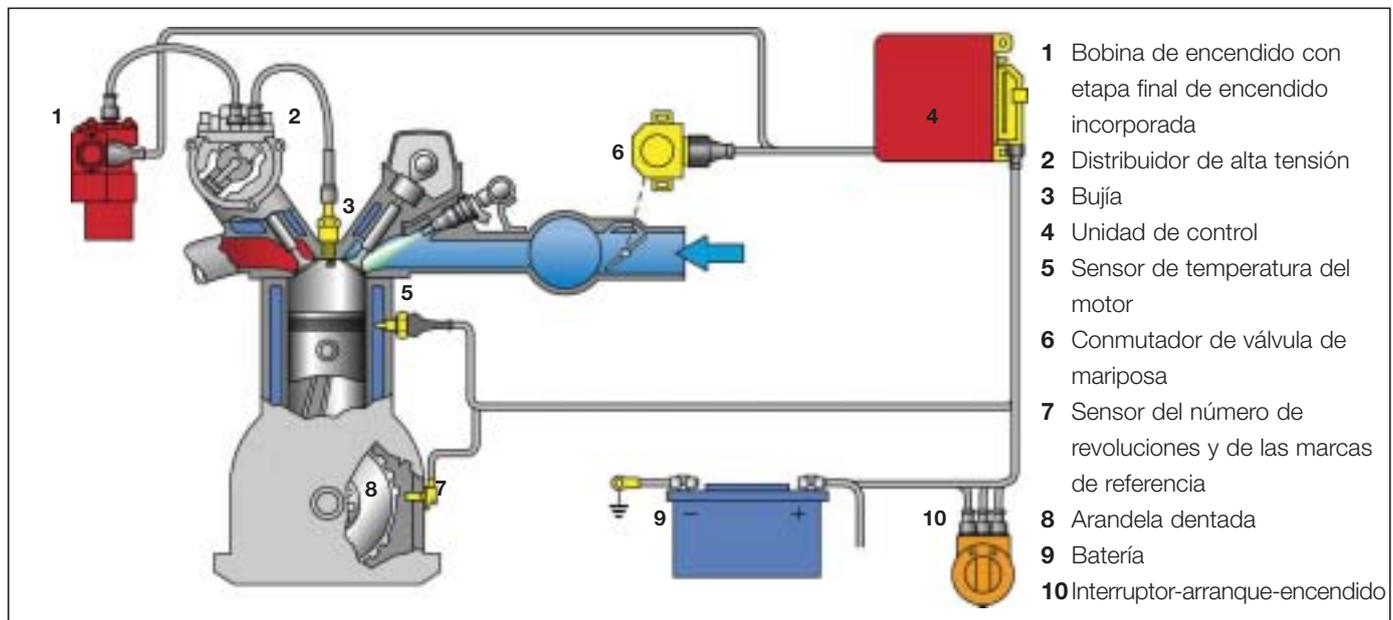
Se incide en el montaje y el funcionamiento y se muestran las posibles averías y opciones de diagnóstico.

### Encendido electrónico

Para satisfacer aún más los requerimientos del funcionamiento óptimo del motor, las curvas de regulación características de la fuerza centrífuga y de regulación de la presión negativa del distribuidor de encendido ya no son suficientes.

Por ello, en el encendido electrónico, se utilizan las señales del sensor para determinar el punto de encendido. Éstas hacen superflua la regulación mecánica del encendido. Para activar el encendido se utiliza una señal de número de revoluciones y, adicionalmente, se evalúa una señal de carga en la unidad de control.

Con estos valores se calcula la regulación óptima de encendido y se transmite, a través de la señal de salida, al conmutador.



El encendido utiliza la señal generada por el sensor de presión negativa como señal de carga. Con esta señal y la señal del número de revoluciones se genera un campo característico de ángulo de encendido tridimensional. Este

campo característico permite programar el ángulo de encendido óptimo para cada número de revoluciones y estado de carga. Así, existen curvas características diferentes para estados de carga determinados. Cuando la válvula de mariposa está cerrada, se selecciona una curva característica para el ralentí / funcionamiento de avance. Con ello es posible estabilizar el ralentí y tener presente el comportamiento de conducción y los valores de los gases de escape en el funcionamiento de avance. A plena carga, se selecciona el ángulo de encendido óptimo teniendo presente el límite de picado.

## Señal de entrada



Sensor del cigüeñal

Las dos variables más importantes a la hora de determinar el momento de encendido son las revoluciones y la presión del tubo de admisión. Pero también hay otras señales que pueden ser detectadas y evaluadas por la unidad de control para poder corregir el momento del encendido.

### Revoluciones y posición del cigüeñal

Para registrar el número de revoluciones y la posición del cigüeñal, a menudo se utiliza un sensor inductivo en una corona dentada del cigüeñal. La variación del flujo magnético que se genera, induce una corriente alterna que será evaluada por la unidad de control. La corona dentada tiene un hueco con el fin de que se pueda detectar la posición del cigüeñal. La unidad de control detecta el hueco por las variaciones de la señal.

### Presión del tubo de admisión (carga)

Para registrar la presión del tubo de admisión se utiliza un sensor de presión del tubo de admisión. Este sensor está unido al tubo de admisión por medio de un tubo flexible.

Además de realizar esta “medición indirecta de la presión del tubo de admisión”, se puede determinar la carga midiendo la masa o cantidad de aire aspirada por unidad de tiempo. Por eso, en los motores de inyección electrónica se puede utilizar para el encendido, la misma señal que utiliza el sistema de inyección.

### Válvula de mariposa

La posición de la válvula de mariposa se detecta gracias al conmutador de la válvula de mariposa, el cual transmite la señal de conmutación tanto al ralentí como a plena carga.

### Temperatura

En el sistema de refrigeración del motor se instala un sensor que registra la temperatura del motor y envía la señal a la unidad de control. Se puede instalar también otro sensor que mida la temperatura del aire aspirado, de forma adicional al sensor antes mencionado o en su lugar.

### Tensión de la batería

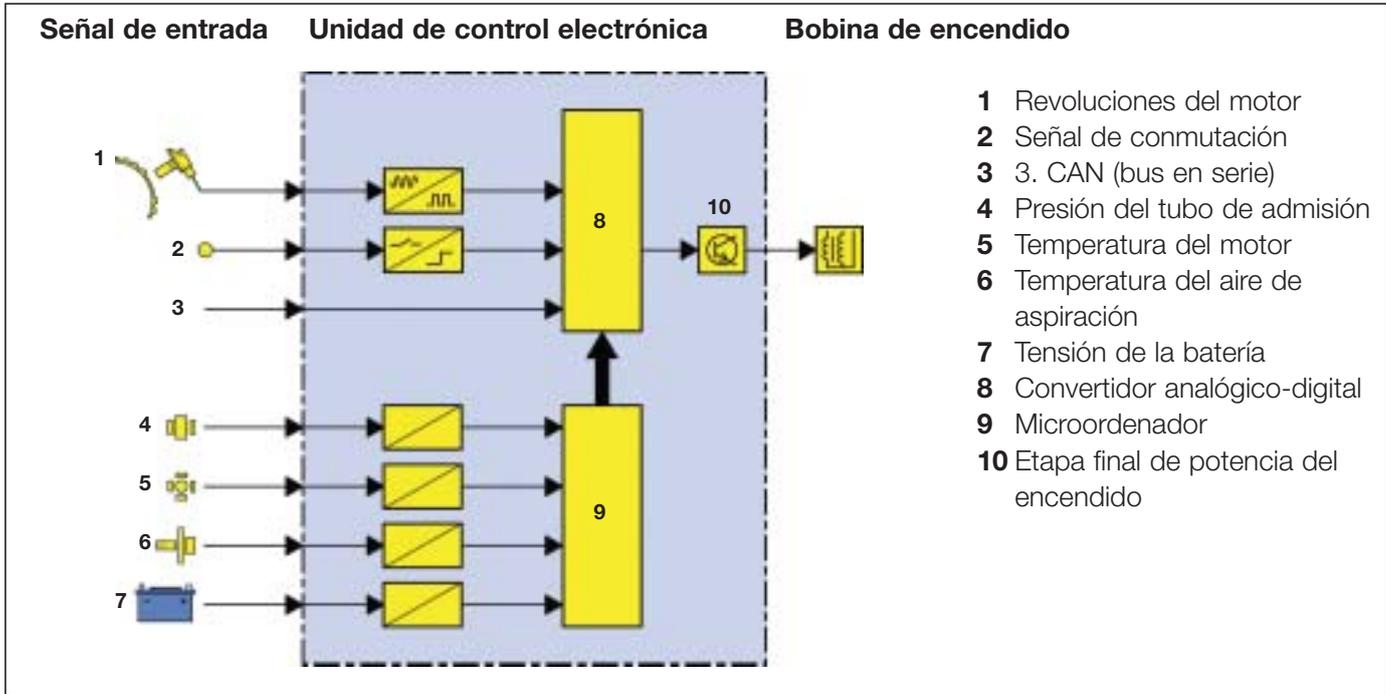
La unidad de control también considera la tensión de la batería como una variable a corregir.

## Procesamiento de las señales

La unidad de control procesa directamente las señales digitales del sensor del cigüeñal (revoluciones y posición del cigüeñal) así como del conmutador de la válvula de mariposa. Las señales analógicas del sensor de la presión del tubo de admisión y del de la temperatura, así como la tensión de la batería se convierten en señales digitales gracias a un convertidor. Cada encendido, en cada uno de los estados de funcionamiento del motor, se calcula y actualiza en la unidad de control.

## Señal de salida del encendido

Una etapa final de potencia de la unidad de control conecta el circuito primario de la bobina de encendido. Gracias al control del momento de cierre se consigue mantener la tensión secundaria casi constante. Independientemente de las revoluciones del motor y de la tensión de la batería.



Para poder determinar un nuevo momento o ángulo de cierre para cada punto de revolución y para cada punto de tensión de la batería resulta necesario un nuevo campo: el campo de ángulo de cierre.

Funciona de forma parecida al campo de ángulo de encendido. Sobre el eje – revoluciones, tensión de la batería, ángulo de cierre – se tensa una red tridimensional, a partir de la cual se calcula cada momento de cierre. Gracias a la aplicación de un campo de ángulo de cierre es posible dosificar la energía almacenada en la bobina de encendido tan bien como en una regulación del ángulo de cierre.

### Otras señales de salida

Además de la etapa final de potencia del encendido, la unidad de control puede transmitir otras señales. Por ejemplo, señales de revoluciones o de posición de otras unidades de control, como pueden ser la inyección o las señales de diagnóstico o conmutación para relés.

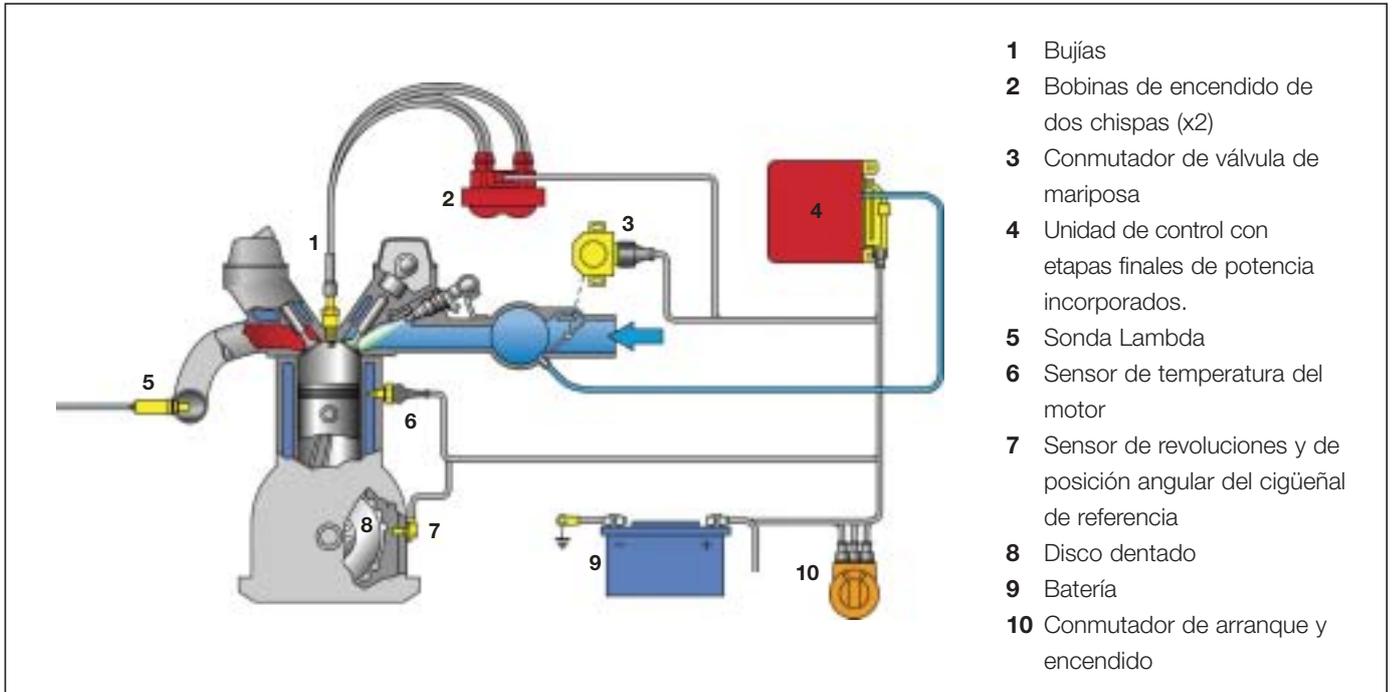
El encendido electrónico es especialmente adecuado para su combinación con otras funciones de control de motor. Combinado con una inyección electrónica tendremos el modelo básico Motronic en una unidad de control.

La combinación de un encendido electrónico con una regulación de picado se ha convertido también en estándar, ya que gracias al retroceso del ángulo de encendido se puede evitar el picado del motor de la forma más sencilla, rápida y segura.

### Encendido electrónico integral

El encendido electrónico integral se diferencia del encendido electrónico por la distribución de la alta tensión.

El encendido electrónico funciona con un distribuidor de alta tensión rotatorio, el distribuidor del encendido, mientras que el encendido electrónico integral funciona con un distribuidor de alta tensión estático o electrónico.



Las ventajas de este tipo de encendido son las siguientes:

- Ya no hacen falta piezas rotatorias.
- Se reduce el nivel de ruidos.
- Disminuye el riesgo de averías, gracias a que ya no se encienden las chispas en campo abierto.
- Disminuye el número de cables de alta tensión
- Resulta ventajoso a la hora de construir motores.

### Distribución de la tensión en el encendido electrónico integral



### Bobinas de encendido de dos chispas

En un sistema de bobinas de encendido de dos chispas, cada bobina alimenta dos bujías con alta tensión. Teniendo en cuenta que la bobina genera dos chispas al mismo tiempo, una bujía tiene que encontrarse en el tiempo de explosión del cilindro, y el otro en escape, desplazado en 360°.

Por ejemplo, en un motor de cuatro cilindros, los cilindros 1 y 4 están conectados a una bobina y los cilindros 2 y 3 a otra. El control de las bobinas lo lleva a cabo la etapa final de potencia de la unidad de control. Esta unidad recibe la señal de punto muerto superior (PMS) a través del sensor del cigüeñal y activa la bobina adecuada.

### Bobinas de encendido de una chispa

En los sistemas de bobinas de una chispa, a cada cilindro le corresponde una bobina. Normalmente, estas bobinas están instaladas en la culata, por encima de la bujía. La activación tiene lugar según el orden establecido por la unidad de control.

La unidad de control de una instalación de bobinas de una chispa necesita además del sensor del cigüeñal un sensor del árbol de levas, para diferenciar entre el PMS de la compresión y el que se da entre los tiempos de escape y de admisión. Las bobinas de encendido de una chispa se conectan de la misma manera que las bobinas convencionales.

En el circuito secundario se instala un diodo de alta tensión como componente adicional con el fin de contener las denominadas chispas de cierre. Este diodo contiene esas chispas indeseadas que se generan en el devanado secundario por una tensión de autoinducción al conectar el devanado primario. Esto es posible debido a que la tensión secundaria de las chispas de cierre tiene la polaridad contraria a las chispas de encendido. Esa es la dirección en la que el diodo bloquea el paso.

En las bobinas de una chispa, la segunda salida del devanado secundario se conecta a masa con el borne 4a. Para controlar el encendido, se instala una resistencia en el cable de masa para medir la caída de tensión que produce la corriente mientras tienen lugar las descargas de las chispas.

Hay varios modelos de bobinas de una chispa. Por ejemplo, bobinas individuales (BMW) o bloques de bobinas, en los que las bobinas se encuentran juntas en una carcasa de plástico (Opel).

### Fallos y diagnósticos

Normalmente hay algunos fallos que se dan en todos los tipos de sistemas de encendido y que se repiten una y otra vez.

Estos fallos pueden ir desde los más graves, como que el motor no se encienda o se apague una y otra vez hasta irregularidades, sacudidas, fallos en el encendido o potencia insuficiente. Estos fallos pueden darse en todos los estados de funcionamiento o solo en algunos, como son las condiciones externas: si el motor está caliente o frío o si hay humedad.



Si aparecen fallos en el sistema de encendido, puede que tenga que realizarse una larga revisión hasta detectar el fallo. Sin embargo, para evitar la realización de trabajo innecesario, habría que comenzar con una inspección visual del sistema.

- ¿Están correctamente colocados todos los cables y conectores?
- ¿Están bien todos los cables (tienen p.ej. mordedura de garduña)?
- ¿Están bien las bujías, los cables y los conectores?
- ¿Se encuentran en buen estado el distribuidor de encendido y el inducido?
- ¿Hay cables de masa conectados u oxidados?

Si no se ha constatado ningún fallo ni carencia en la inspección visual, se recomienda una revisión del sistema de encendido con osciloscopio. Tras un análisis del oscilograma primario y secundario puede extraerse información sobre todos los componentes del sistema de encendido.

### Conexión del osciloscopio

En un sistema de encendido electrónico con distribuidor de tensión rotatorio, la conexión del osciloscopio normalmente no presenta ningún problema.

En este caso, todos los cables de alta tensión se encuentran accesibles. El cable de conexión del osciloscopio, para el borne 4, y las pinzas trigger pueden conectarse directamente. Esto sirve también para las bobinas de una chispa que no están montadas sobre las bujías. También aquí, normalmente los cables de alta tensión se encuentran accesibles.



En el caso de las bobinas de una chispa montadas directamente con las bujías resulta más problemático. Con un juego de cables adaptadores se puede registrar el oscilograma primario y secundario de todos los cilindros al mismo tiempo. En caso de no disponer de un juego de cables adaptadores, se puede hacer un cable de conexión, para así poder registrar el oscilograma secundario. Para el cable de conexión se necesitan un conector de la bujía de encendido que vaya bien con la bujía, un trozo de cable de encendido y la conexión correcta a la bobina. Se tienen que extraer las bobinas para conectar el cable entre la bujía y la bobina.

Las pinzas secundarias pueden conectarse al cable de conexión. La imagen del osciloscopio se puede guardar y se puede repetir el proceso con el resto de los cilindros. Al final pueden compararse todas las imágenes guardadas.

Si en la bobina de una chispa se ha instalado una etapa final de potencia (p.ej. VW FSI), no se puede medir la tensión primaria. La unidad de control tan solo envía impulsos de control a la bobina. En este caso se puede medir la corriente primaria con unas pinzas de medición de la tensión colocadas en el cable adicional o en el cable de masa de la bobina. Para medir la tensión secundaria hay que volver a utilizar un cable de conexión en el que se conectará el osciloscopio. Estos sistemas de encendido están equipados con un detector de paro, que registra los paros de encendido que puedan darse. En los vehículos con encendido doble y bobinas de una chispa (p.ej. Smart) pueden registrarse la tensión primaria y secundaria con un osciloscopio de dos canales.

### Otras pruebas de las bobinas de una chispa

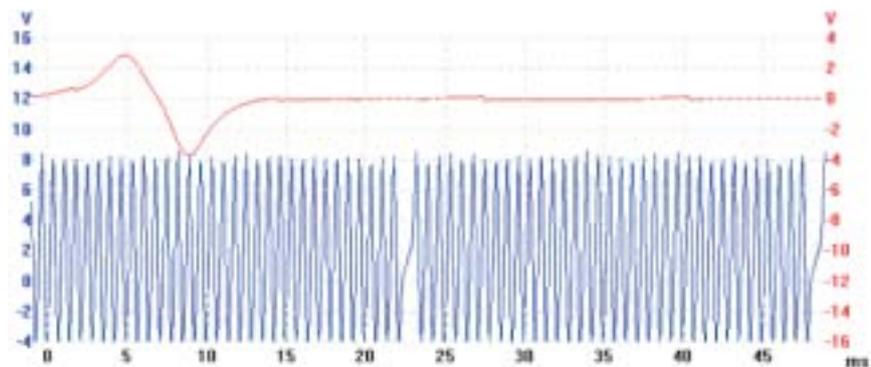
Otra posibilidad para comprobar el estado de las bobinas es la medición de la resistencia. El problema en las bobinas de una chispa con diodo de alta tensión es que solo es posible realizar la medición de la corriente primaria. Debido a que la caída de la tensión en el diodo en dirección de paso es tan alta, no es posible recibir información de la corriente secundaria.



En este caso se puede actuar de la siguiente manera: Se conecta un voltímetro a la batería en línea con el devanado secundario de la bobina. Si la batería se conecta en la dirección de paso del diodo, el voltímetro tiene que registrar una tensión. Tras la inversión de la polaridad de las conexiones en la dirección de bloqueo del diodo no debería registrar ninguna tensión. Si no se registra tensión alguna en ninguna de las dos direcciones podemos deducir que se ha dado una interrupción en el circuito secundario. Si se registra una tensión en ambas direcciones, significa que el diodo de alta tensión falla.

### Revisión de los sensores

Teniendo en cuenta que los sensores del cigüeñal y del árbol de levas son estrictamente necesarios para la función del encendido electrónico, su revisión resulta muy importante si se busca un fallo en el sistema de encendido. Aquí podemos volver a utilizar el osciloscopio para registrar la señal. El osciloscopio de dos canales permite registrar y representar ambas señales al mismo tiempo.



Sensor del árbol de levas en contraposición al sensor del cigüeñal

Otro sensor importante para determinar el momento de encendido es el sensor de picado. El funcionamiento de este sensor también se puede poner a prueba con el osciloscopio. Para ello hay que conectar el osciloscopio y golpear ligeramente el bloque motor con algún objeto metálico (martillo, llave para tuercas).

### Revisión con equipo de diagnóstico



Según el sistema del vehículo y el equipo de diagnóstico es posible descubrir fallos en el sistema de encendido. Sensores o bobinas defectuosas pueden estar registrados en la memoria de códigos de avería, si se ha llevado un control de incidencias.

Siempre que se realicen revisiones del sistema de encendido hay que tener presente que los fallos que pueda registrar el osciloscopio no necesariamente tienen que provenir del sistema electrónico, sino que pueden tener su origen en la parte mecánica del motor. Este puede ser el caso por ejemplo, si la compresión en un cilindro es demasiado baja y como consecuencia se registra en el osciloscopio una tensión de encendido que no es tan alta como en el resto de los cilindros.

Las expectativas puestas en los automóviles de hoy en día van en aumento. Cada día son más exigentes los requisitos de seguridad, confort, respeto al medio ambiente y rentabilidad.

Los períodos de desarrollo para nuevas tecnologías son cada vez más cortos y los objetivos de los ingenieros cada vez más ambiciosos. Esto es el famoso progreso y así tiene que ser. Al progreso tenemos que agradecer inventos como el ABS, los airbag, los sistemas de aire acondicionado automático, por nombrar solo algunos ejemplos de los últimos avances del sector técnico, que en los últimos diez años han introducido modificaciones en el mundo del automóvil.

Gracias a ese desarrollo ha proliferado también la instalación de sistemas electrónicos. En los vehículos modernos podemos encontrar, según la clase de vehículo y el equipamiento, entre 25 y 60 unidades de control electrónicos, todos cableados.

Siguiendo un sistema convencional de cableado, la cantidad de cables, conectores y cajas de fusibles sería tal que tendría como consecuencia unos procesos de producción muy complicados. Ni qué decir, los problemas que comportaría el diagnóstico de fallos en semejantes automóviles. Entonces comenzaría el largo y duro trabajo del mecánico en busca del fallo, que costaría tan caro al cliente. Con este tipo de cableado, el intercambio de datos de las unidades de control también llega al límite de lo factible.

Por eso en 1983 la industria del automóvil expresó la necesidad de crear un sistema de comunicación que fuera capaz de enlazar las unidades de control para poder llevar a cabo el intercambio de datos necesario. El sistema debía tener las siguientes características.

- Un precio módico para la aplicación de serie
- Capacidad para procesos rápidos
- Un alto nivel de fiabilidad
- Seguridad ante fallos electromagnéticos

## Historia del bus de datos CAN

### El sistema de bus más extendido es el bus de datos CAN.

- 1983 Comienza el desarrollo de CAN (Bosch).
- 1985 Comienza la cooperación con Intel para el desarrollo del chip.
- 1988 El primer CAN de Intel para fabricación en serie ya está disponible. Mercedes-Benz inicia el desarrollo de CAN aplicado a los vehículos.
- 1991 Aparecen los primeros vehículos en serie con CAN (clase S).
- 1994 Se aprueba una norma internacional para CAN (ISO 11898).
- 1997 Se instalan los primeros CAN en el habitáculo del vehículo (clase C).
- 2001 Se instala CAN en vehículos pequeños (Opel Corsa) en la barra propulsora y en la carrocería.

## ¿Qué significa CAN?

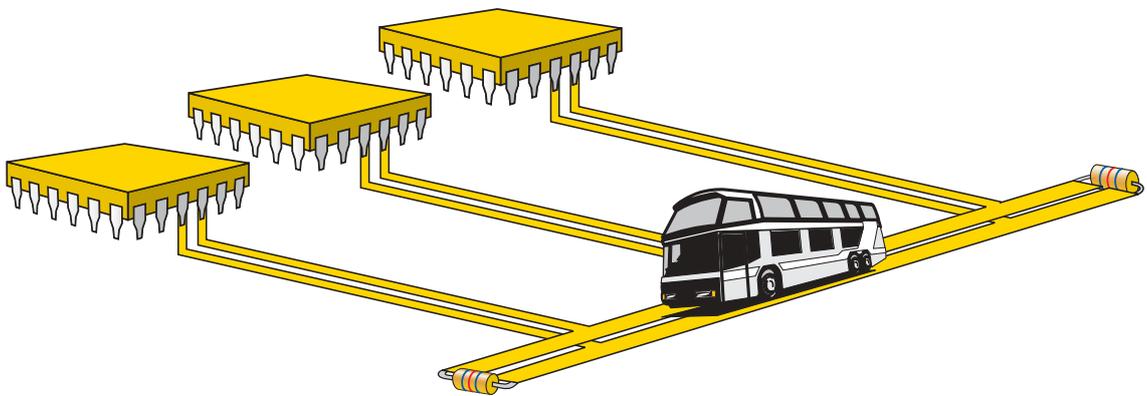
CAN viene de Controller Area Network

### Ventajas del bus de datos CAN:

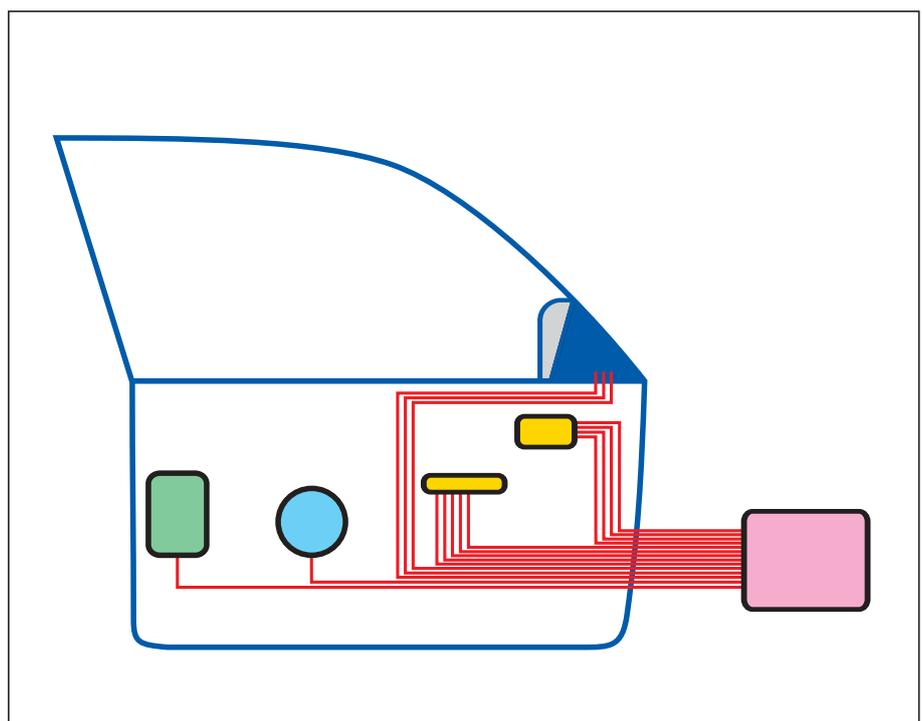
- Intercambio de datos en todas las direcciones entre varias unidades de control.
- Las señales de los sensores pueden utilizarse más de una vez.
- Gran rapidez en la transmisión de datos.
- Cuota de fallos mínima gracias a los numerosos controles en el protocolo de datos.
- Para realizar ampliaciones en la mayoría de casos basta con modificar el software.
- CAN está normalizado a escala mundial, es decir, es posible el intercambio de datos entre unidades de control de distintos fabricantes.

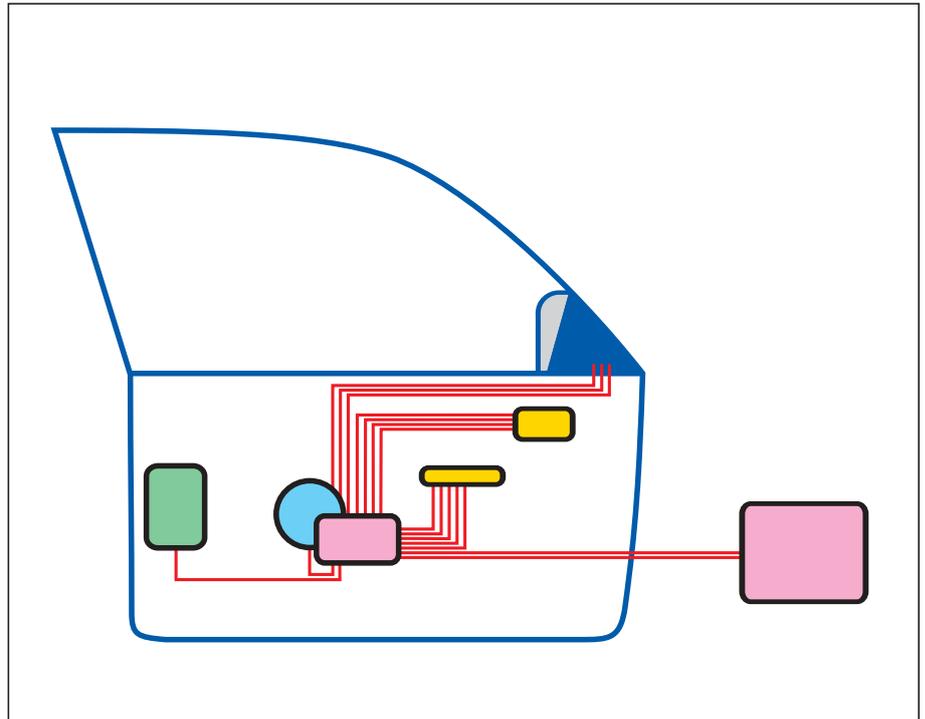
### ¿Qué es un bus de datos CAN?

Un bus CAN puede compararse a un autobús. Así como el autobús puede transportar muchas personas, el bus de datos puede transportar muchas informaciones.



Sin el bus de datos, todas las informaciones deben transmitirse a través de numerosos cables hacia las unidades de control. Esto significa que por cada información debe existir un cable.



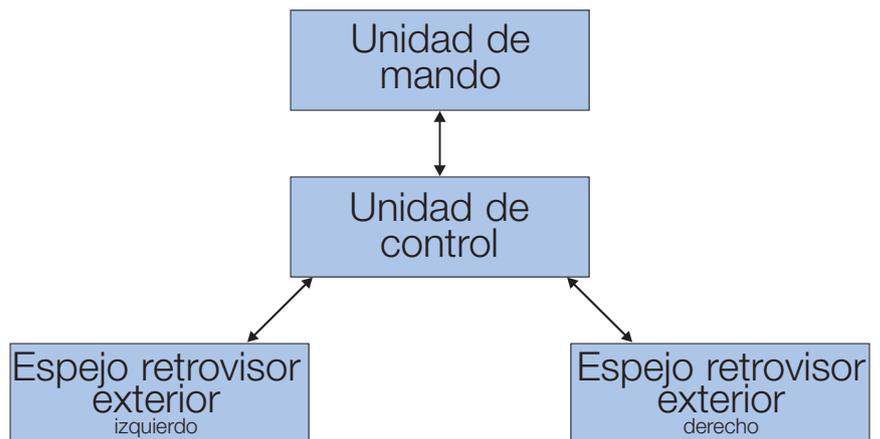


Con el bus de datos se ha reducido claramente la cantidad de cables a usar. Todas las informaciones se transmiten a través de dos cables como máximo entre las unidades de control.

Hay diversas técnicas de interconexión (redes) en el sector del automóvil. A continuación veremos algunas con sus características.

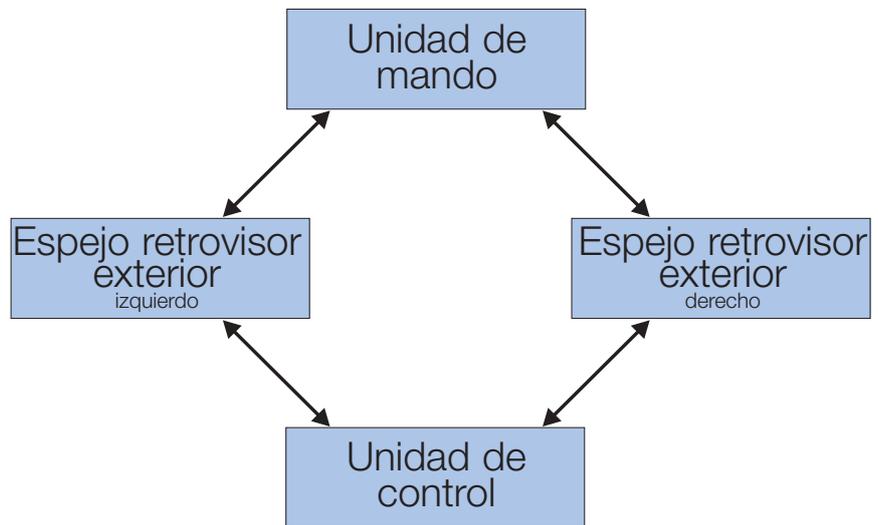
**Estructura de estrella**

- En la estructura de estrella todos los elementos que utilizan el bus están conectados a una central (unidad de control).
- Si la unidad de control falla, la conexión se interrumpe.



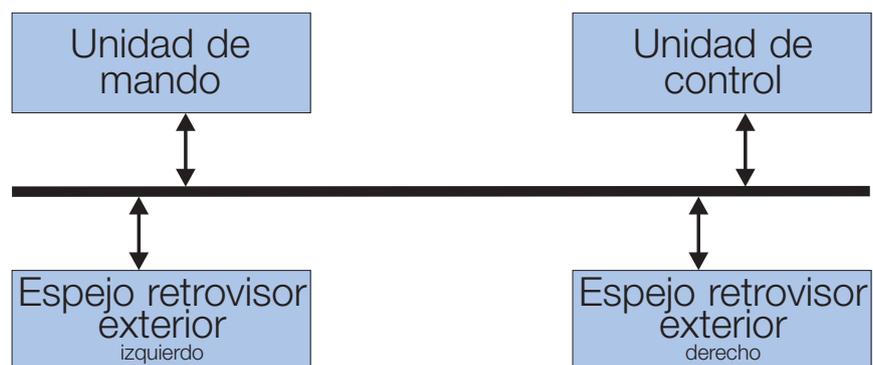
**Estructura de anillo**

- En una estructura de anillo todos los elementos están al mismo nivel.
- Para pasar del aparato A al aparato B, la información normalmente tendrá que pasar por un tercer aparato.
- Si falla uno de los aparatos, falla todo el sistema.
- Las actualizaciones son fáciles de realizar, pero para ello se tienen que desconectar el sistema.



### Estructura lineal

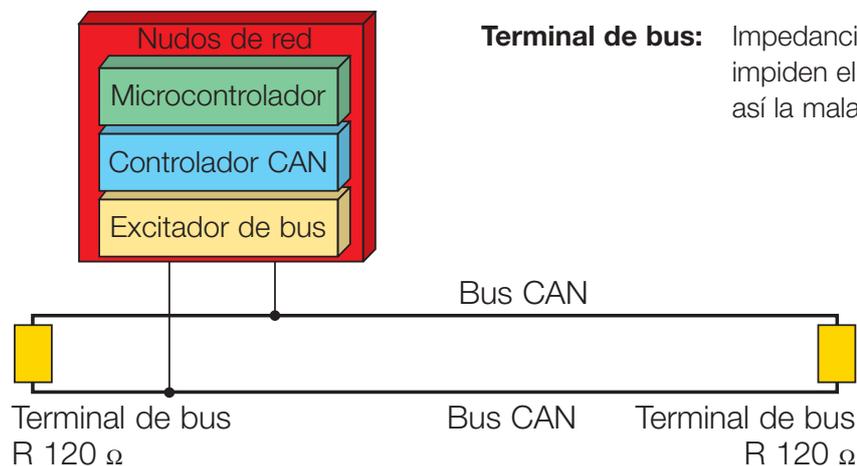
- El emisor envía la señal en línea, en ambas direcciones
- Si un aparato falla, los demás continúan comunicándose entre ellos.



Dado que la estructura lineal es la más utilizada en los automóviles, en este manual le informaremos principalmente sobre esta estructura de bus CAN.

### Montaje del sistema de bus de datos

- Nudos de red:** Éste comprende el microcontrolador, el controlador (Unidad de control) CAN y el excitador de bus.
- Microcontrolador:** Supervisa el controlador CAN y procesa los datos de emisión y recepción.
- Controlador CAN:** Se encarga de controlar la emisión y la recepción.
- Excitador de bus:** Emite y recibe la transmisión del bus.
- Circuito de bus:** Se trata de un circuito bifilar (para dos señales, CAN-High y CAN-Low). Para reducir las perturbaciones electromagnéticas los hilos están torcidos.



**Terminal de bus:** Impedancias de terminación de  $120 \Omega$  cada una, que impiden el “eco” en las emisiones por cable y evitan así la mala interpretación de las señales.

### ¿Cómo funciona un bus de datos?

La transmisión de datos con el bus de datos CAN funciona de forma similar a una conferencia telefónica. Un interlocutor (unidad de control) emite su información (datos) a través de la red de líneas, mientras que el otro interlocutor recibe dicha información. Algunos interlocutores encuentran la información interesante y la aprovechan. Otros simplemente la ignoran.

#### Ejemplo:

Un automóvil se pone en marcha y la puerta del conductor no está bien cerrada. Para que el conductor sea advertido, el módulo Check-Control, por ejemplo, necesita dos informaciones.

- El vehículo se mueve.
- La puerta del conductor está abierta.

El sensor de contacto de la puerta y el sensor de revoluciones de las ruedas perciben y generan la información y la convierten en señales eléctricas. Estas señales a su vez son convertidas en información digital por las respectivas unidades de control y después se envía como código binario a través de la línea de datos para que sea captada por el receptor. En el caso de la señal de revoluciones, ésta es aprovechada también por otras unidades de control, como por ejemplo la unidad de control del ABS. Lo mismo ocurre en los vehículos equipados con tren de rodaje activo. En ese caso, en función de la velocidad se puede variar la distancia con respecto a la calzada para optimizar el comportamiento en marcha. De esta manera, todas las informaciones pasan por el bus de datos para que puedan ser analizadas por cada uno de los interlocutores.

El sistema de bus de datos CAN se ha concebido como un sistema Multi-Master, es decir:

- Todos los nudos de red (unidades de control) funcionan en condiciones equitativas.
- Todos se encargan por igual del acceso al bus, del tratamiento de los fallos y del control de las deficiencias.
- Cada nudo de red tiene la capacidad de acceder a la línea de datos común por sí solo y sin la ayuda de otro nudo de red.
- Si fallara uno de los nudos de red, el resto del sistema seguiría completamente operativo.

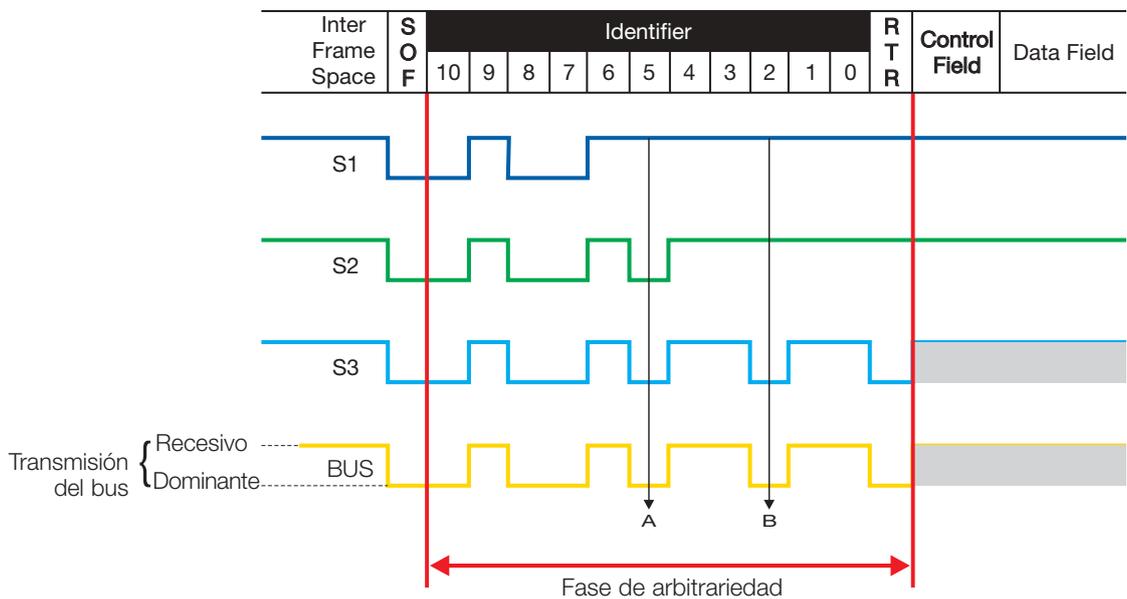
En el caso del sistema Multi-Master, el acceso al bus tiene lugar de forma no controlada, es decir, tan pronto como se libere la línea de datos pueden conectarse más nudos de red. No obstante, si se enviaran todas las informaciones al mismo tiempo a través de la línea, el caso sería perfecto. Se podría producir una “colisión de datos”. De modo que es necesario que exista un orden. Por este motivo, el bus CAN establece una jerarquía clara: quién tiene permiso para enviar primero y quién debe esperar. Durante la programación de los nudos de red se ha establecido la prioridad de cada uno de los datos. Así, una información con alta prioridad se impone a una información con baja prioridad. Cuando un nudo de red emite con alta prioridad, todos los demás nudos se mantienen a la espera como receptores.

### Ejemplo:

Una información procedente de una unidad de control que gestiona las medidas de seguridad, como por ejemplo la unidad de control del ABS, siempre tendrá prioridad superior a la información procedente de una unidad de control que gestione la transmisión.

### ¿Cómo funciona la jerarquía (lógica de bus) en el bus de datos CAN?

En CAN se distinguen las transmisiones de bus entre dominantes y recesivas. El nivel recesivo tiene el valor 1 y el dominante, el valor 0. Si varias unidades de control envían al mismo tiempo niveles de bus dominantes y recesivos, la unidad de control con el nivel dominante es la primera en obtener permiso para emitir su información.



En este ejemplo queda por aclarar cómo se producirá el acceso al bus. En este caso son tres los nudos de red que quieren transmitir su información a través del bus. Durante el proceso de arbitrariedad, la unidad de control S1 interrumpe con anticipación el intento de envío en el punto A, ya que su nivel de bus recesivo es sobrepasado por el nivel de bus dominante de las otras unidades de control S2 y S3. La unidad de control S2 interrumpe el intento de envío en el punto B por la misma razón. De este modo, la unidad de control S3 hace prevalecer su prioridad y puede transmitir su información.

**¿Qué es el protocolo de datos?**

La transmisión de datos tiene lugar por medio de un protocolo de datos en secuencias de tiempo muy cortas. El protocolo consiste en multitud de bits alineados uno junto a otro.

La cantidad de bits depende de la magnitud del campo de datos. Un bit es la unidad de información más pequeña; ocho bits constituyen un byte = un mensaje. Este mensaje es sólo digital y sólo puede tener el valor 0 o 1.

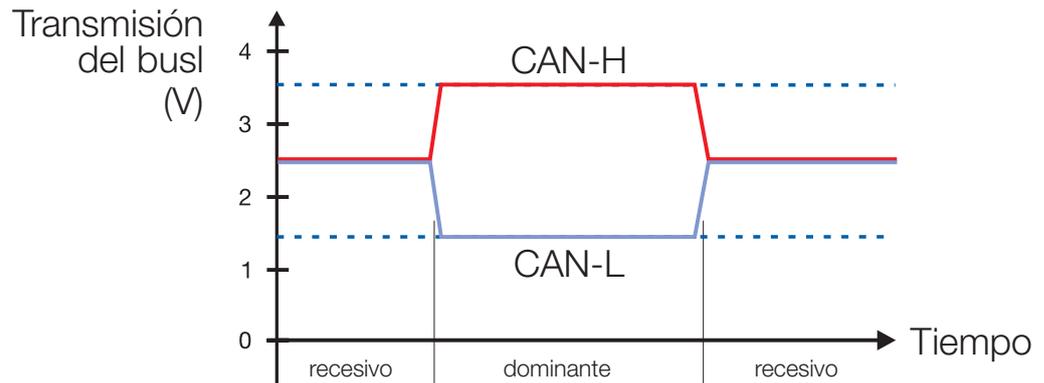
**¿Cómo es una señal CAN?**

**Bit recesivo**

CAN-H 2,5 V

CAN-L 2,5 V

Diferencia 0 V



**Bit dominante**

CAN-H 3,5 V

CAN-L 1,5 V

Diferencia 2 V

Señal de bus de alta velocidad

- En el bus se encuentran las señales CAN-H (high = alta) y CAN-L (low = baja).
- Ambas señales se encuentran una frente a otra de forma invertida.

**Buses de datos CAN en turismos**

Actualmente se usan dos buses CAN en los vehículos modernos.

El bus de alta velocidad (ISO 11898)

- SAE CAN Clase C
- Velocidad de transmisión 125 kBits/s – 1 Mbit/s
- Longitud de bus hasta 40 metros a 1 Mbit/s
- Corriente de salida del emisor > 25 mA
- A prueba de cortocircuitos
- Bajo consumo de corriente
- Hasta 30 nudos

Gracias a su alta velocidad de transmisión (transferencia de información a tiempo real en milisegundos), este bus se usa en la barra de accionamiento, donde se encuentran interconectadas las unidades de control del motor, transmisión, tren de rodaje y frenos.

### El bus de baja velocidad (ISO 11519-2)

- SAE CAN clase B
- Velocidad de transmisión 10 kBit/s - 125 kBit/s
- La longitud máxima de bus depende de la velocidad de transmisión
- Corriente de salida del emisor < 1 mA
- Prueba de cortocircuitos
- Bajo consumo de corriente
- Hasta 30 nudos

Este bus se usa en el habitáculo, donde se encuentran interconectados los componentes de la electrónica de la carrocería y de confort.

### Diagnóstico del bus de datos CAN

#### Fallos posibles en el bus de datos CAN

- Interrupción de los circuitos
- Cortocircuito a masa
- Cortocircuito a batería
- Cortocircuito CAN-High / CAN-Low
- Tensión de alimentación / batería demasiado baja
- Resistencia final insuficiente
- Tensiones parásitas a causa, por ejemplo, de una bobina de encendido defectuosa que puede generar señales no plausibles

#### Localización de averías

- Comprobación del funcionamiento del sistema
- Consulta de la memoria de averías
- Lectura del bloque de valores de medición
- Registro de señal con el osciloscopio
- Comprobación del nivel de tensión
- Medición de la resistencia de los cables
- Medición de las resistencias terminales

## Localización de fallos en el bus de datos

Antes de proceder a la localización de fallos, debe verificarse si en el vehículo afectado se encuentran instalados aparatos adicionales que tengan acceso a las informaciones del sistema del bus de datos. Es posible que, debido a la intervención en el bus de datos, se hayan incorporado fallos en el sistema. La posibilidad de localización de fallos en el bus de datos depende de algunos factores. Las posibilidades que fijan los fabricantes de automóviles a los talleres son las decisivas. Éstas pueden ser la localización de fallos con el equipo de diagnóstico, si se dispone de uno adecuado, o la localización de fallos utilizando "sólo" el osciloscopio y el multímetro. También es muy importante la disponibilidad de los datos específicos del vehículo (esquemas de conexiones, topología de bus de datos, etc.) para desglosar las interconexiones del vehículo.

Durante la localización de fallos, independientemente de si se realiza con el equipo de diagnóstico o con el osciloscopio, deberá actuarse siempre de forma estructurada. Esto significa que, con un simple "ir probando", es posible limitar el fallo para reducir las posteriores mediciones a las estrictamente necesarias. Para poder representar mejor la localización de fallos, tomemos un vehículo como ejemplo. En este caso, el Mercedes Benz Clase E (W210).

### Se ha detectado el siguiente fallo:

El elevallunas del lado del copiloto no funciona.

Prueba de funcionamiento:

#### 1. ¿Es posible accionar el elevallunas desde el lado del conductor?

##### Sí:

En este caso, las unidades de control de ambas puertas, las líneas de los buses de datos CAN y el motor del elevallunas funcionan correctamente. El fallo radica probablemente en el conmutador del elevallunas del lado del copiloto.

##### No:

Pueden realizarse otras operaciones (p. ej. ajuste del espejo)? Si es posible ejecutar otras funciones, debemos partir del hecho de que las unidades de control de la puerta y el bus de datos CAN funcionan correctamente. Las posibles causas de fallo son el conmutador del elevallunas del lado del conductor o el motor del elevallunas del lado del copiloto. Esto puede determinarse mediante una comprobación del funcionamiento desde el lado del copiloto. Si el elevallunas funciona, puede excluirse que la causa radique en el motor del elevallunas. Debe considerarse como causa del fallo el conmutador del lado del conductor.

En caso de que no pueda realizarse ninguna otra función desde el lado del conductor para el lado del copiloto, el fallo posiblemente radica en el bus de datos CAN o en las unidades de control.

**Comparación entre diagnóstico bueno y diagnóstico malo en el osciloscopio**

**Diagnóstico bueno:** Ambas señales, CAN-H y CAN-L, están presentes.



**Diagnóstico malo:** Sólo hay una señal visible.



Para conectar el osciloscopio con el bus de datos CAN, la conexión deberá realizarse en un lugar apropiado. En general, la conexión se realiza en la conexión de enchufe entre la unidad de control y la línea de bus de datos CAN. En el vehículos que hemos tomado como ejemplo, en el lado del copiloto, en la canaleta para cables situada debajo de la regleta para el apoyapies (figura) se encuentra un distribuidor de potencial.



Aquí concurren todas las líneas de bus de datos de las unidades de control. El osciloscopio puede conectarse sin problemas a este distribuidor de potencial.



Si no se detecta ninguna señal en el osciloscopio conectado, el bus de datos está dañado. Para poder determinar en qué zona se encuentra el fallo, puede desconectarse cada una de las conexiones de enchufe. Para ello, deberá observarse el osciloscopio. Si, tras desconectar una de las conexiones de enchufe, se observan señales en el osciloscopio, el bus de datos vuelve a funcionar. El fallo se encuentra en el sistema perteneciente a la conexión de enchufe. Todos los enchufes que se han desconectado antes deberán volver a conectarse de nuevo. El siguiente problema es asignar la conexión de enchufe perteneciente al sistema defectuoso a una unidad de control. Por parte del fabricante del automóvil, no se da ninguna indicación.

Para que la búsqueda sea lo más simple y efectiva posible, deberán encontrarse los sistemas que no funcionan utilizando de nuevo el método de "ir probando". Mediante los datos específicos del vehículo, a través de la interconexión y los lugares de montaje de cada una de las unidades de control, puede encontrarse el sistema defectuoso. Desconectando la conexión de enchufe del bus de datos en la unidad de control y conectando la conexión de enchufe al distribuidor de potencial puede determinarse si el fallo se encuentra en la conexión de cableado o en la unidad de control. Si en el osciloscopio se detectan señales, el bus de datos trabaja y la conexión de cableado funciona correctamente. Si las señales no se detectan después de conectar los bornes de la unidad de control, existe un defecto en la unidad de control. Si se determina que la conexión del cableado es defectuosa, puede determinarse con una medición de la resistencia y de la tensión un contacto a masa o positivo o una conexión entre las líneas.



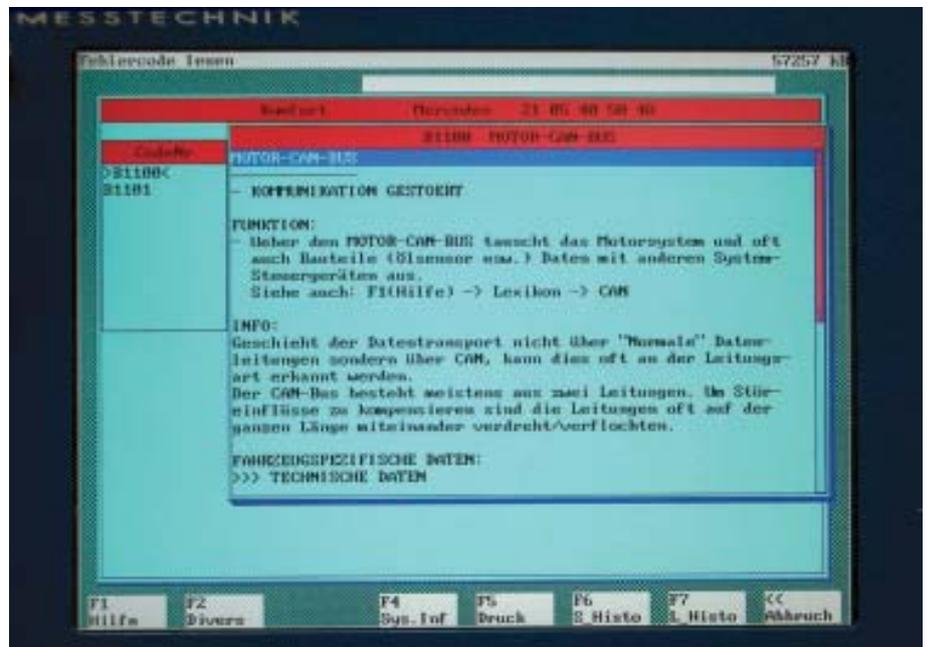
En los vehículos que no disponen de un distribuidor de potencial, la localización de fallos será considerablemente más complicada. El osciloscopio debe conectarse a la línea de bus de datos en un lugar adecuado (p. ej. una conexión de enchufe en la unidad de control). A continuación, deberán desmontarse las unidades de control existentes una a una y las conexiones de enchufe del bus de datos deberán desconectarse directamente en la unidad de control. Para ello son necesarios los datos específicos del vehículo, para determinar qué unidades de control se encuentran montadas en el vehículo y dónde están situadas. Antes y después de desconectar las conexiones de enchufe, deberá volver a observarse el osciloscopio. El procedimiento a seguir no se diferencia más del vehículo que hemos tomado como ejemplo.

Para comprobar las resistencias terminales, el bus de datos debe encontrarse en estado de reposo (modo Sleep). Para la medición, las unidades de control deberán estar conectadas. La resistencia total que se obtiene de las dos resistencias de 120 ohmios conectadas en paralelo es de 60 ohmios. Éste se mide entre las líneas CAN-High y CAN-Low.

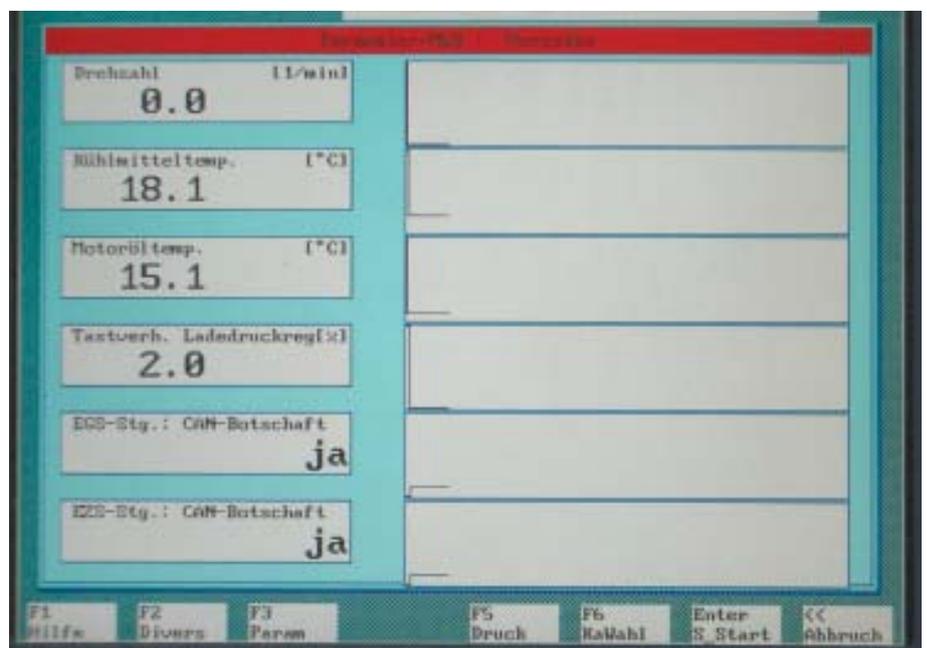
### Localización de fallos con el equipo de diagnóstico

Para la localización de fallos con el equipo de diagnóstico, la profundidad de comprobación es un factor decisivo.

Se debería empezar leyendo la memoria de averías. Si existen fallos en el sistema de bus CAN, aquí pueden encontrarse los primeros puntos de referencia.



Al leer los bloques de valores de medición, pueden comprobarse otras funciones.



Si se detecta un fallo con el equipo de diagnóstico, será necesario volver a realizar comprobaciones con el osciloscopio para continuar limitando el fallo. Un problema que aparece con frecuencia es que las unidades de control no han sido codificadas/adaptadas de nuevo tras ser sustituidas o tras ser desconectada la tensión de alimentación (p. ej. sustitución de la batería).

En este caso, las unidades de control sí están montadas y conectadas al vehículo, pero no realizan ninguna función. En algunos casos, esto también puede provocar fallos en otros sistemas. Para excluir estos fallos, deberá asegurarse de que, tras sustituir la unidad de control o perder la tensión de alimentación, la/s unidad/es de control sea/n correctamente codificada/s y adaptada/s al vehículo.

### Montaje de aparatos adicionales

El montaje de aparatos adicionales que requieren señales procedentes del bus de datos, tales como sistemas de navegación, a veces resulta difícil. Encontrar un lugar adecuado para palpar la señal de velocidad, por ejemplo, resulta muy complicado sin la documentación específica del vehículo.

En Internet hay algunas páginas que dan informaciones y posibilidades acerca de las conexiones y sus lugares de montaje. Estos datos son sin garantía, de manera que el taller asume en cada caso el riesgo sobre la corrección de los datos indicados. El modo más seguro en cada caso es considerar los datos del fabricante del vehículo.

Para conocer todos los sistemas de bus de datos posibles, cómo funcionan la transmisión de datos, la estructura, la función y la localización de fallos y cómo pueden montarse aparatos adicionales, se recomienda asistir a un curso de formación en todos los casos.

## La correcta presión de los neumáticos es muy importante

La presión de los neumáticos es un factor de seguridad esencial en el automóvil. Los daños más habituales en los neumáticos se atribuyen a una pérdida de presión que el conductor del vehículo detecta demasiado tarde. Una presión de los neumáticos demasiado baja provoca un aumento del consumo de combustible y un mal comportamiento de marcha del vehículo. Relacionado con ello, también aumentan la temperatura y el desgaste de los neumáticos. Como consecuencia de una presión de los neumáticos demasiado baja, éstos pueden reventarse de repente, lo que representa un enorme riesgo para la seguridad de todos los ocupantes del vehículo. Por este motivo, cada vez más fabricantes de automóviles ofrecen sistemas de control de la presión de los neumáticos de serie o como accesorio. También los comercios especializados en recambios ofrecen distintos sistemas como reequipamiento. Los sistemas de control de presión de los neumáticos controlan la presión y la temperatura de los neumáticos. Estos sistemas existen desde hace ya unos años y en EE UU su instalación es obligatoria en todos los vehículos nuevos. Por lo tanto, ya es hora de que los talleres se familiaricen con este tema. Porque el sistema de control de presión de los neumáticos puede resultar afectado al realizar el cambio de neumáticos debido a la falta de conocimientos. En el mercado actualmente existen dos diseños básicos distintos de sistemas de control de presión de los neumáticos: sistemas pasivos y sistemas activos.

### Sistemas pasivos

En los sistemas de medición pasivos, el control de la presión se realiza con ayuda de los sensores ABS del lado del vehículo. La unidad de control del ABS detecta la pérdida de presión de un neumático a través del perímetro modificado de rodadura.

Un neumático con poca presión de aire gira más veces que un neumático con la presión de aire correcta. Sin embargo, estos sistemas no funcionan con tanta precisión como los sistemas de medición activos y requieren una pérdida de presión de aprox. el 30% antes de aparecer el aviso. La ventaja reside en un precio relativamente económico, puesto que pueden utilizarse componentes de vehículos ya existentes. Sólo se requiere un software ABS adaptado y una pantalla adicional en el cuadro de instrumentos.

### Sistemas activos

Mucho más precisos, pero también más complejos y, por lo tanto, más caros son los sistemas de medición activos. En estos sistemas, en cada rueda se encuentra un sensor alimentado por batería. Este sensor mide la temperatura y la presión del neumático y transmite los valores de medición por radio a la unidad de control del sistema de control de presión de los neumáticos y a la pantalla. Para la transmisión de la señal de radio, se utilizan una o varias antenas. Los sistemas activos comparan la presión de los neumáticos con un valor de referencia almacenado en la unidad de control del sistema de control de presión de los neumáticos. Esto tiene la ventaja de que también pueden detectarse las pérdidas de presión de varios neumáticos a la vez.

Por ello, puede ser necesario un nuevo ajuste (calibración) o una nueva codificación de los sensores tras realizarse el cambio de neumáticos. Otro inconveniente de los sistemas de medición activos es que las baterías deben sustituirse aprox. cada 5-10 años. Puesto que, dependiendo del fabricante, éstas forman una unidad con los sensores, en muchas ocasiones puede ser necesaria la sustitución completa de la unidad de sensor.

La pantalla indicará puntualmente el cambio de baterías necesario, por lo que no puede producirse una avería repentina de todo el sistema. Al realizar el cambio de los neumáticos de verano a los de invierno, deberá asegurarse de que se coloquen sensores de rueda adicionales o que los existentes sean modificados. Para que no se produzcan daños o averías del funcionamiento al montar los neumáticos, deberán comprobarse algunos puntos importantes.

### ¿Qué es lo que se debe tener en cuenta al montar las ruedas / los neumáticos?

Antes de realizar el cambio de ruedas/neumáticos, deberá comprobarse si el vehículo dispone de un sistema de control de presión de los neumáticos. Esto puede observarse fácilmente, por ejemplo, si existe en una válvula de color, un capuchón de válvula de color, un símbolo en el instrumento combinado o una pantalla adicional (en caso de sistemas de reequipamiento). Al entregar el vehículo, se recomienda preguntar al cliente si dispone de un sistema de control de presión de los neumáticos, así como indicarle las peculiaridades. En los sistemas activos, deberán observarse los siguientes puntos:



- Al desmontar los neumáticos, la pala extractora sólo puede colocarse en el lado opuesto al de la válvula a ambos lados del neumático ❶
- Al extraer el neumático, deberá colocarse el cabezal de montaje aprox. 15 cm por detrás de la válvula ❷
- Evite aplicar fuerza sobre el sensor.
- Para desmontar y montar el neumático, el talón y el cuerno del neumático sólo pueden humedecerse con spray de montaje o con agua jabonosa. La utilización de pasta de montaje puede provocar que la superficie del filtro de la electrónica del sensor se pegue.
- El sensor sólo puede limpiarse con un paño seco y sin pelusa. No pueden utilizarse aire a presión, detergentes ni disolventes.
- Antes de proceder al montaje de un nuevo neumático, deberá comprobarse que la unidad de sensor no está sucia, que no presenta daños y que está bien asentada.
- Sustituir el obús de válvula o la válvula (en función de lo indicado por el fabricante) observando los pares de apriete.
- Tras el montaje, realizar la calibración/nueva codificación con los neumáticos fríos.
- Deben respetarse muy especialmente las indicaciones del fabricante del automóvil o del sistema.

Puesto que en el mercado existe un gran número de sistemas que trabajan de forma distinta de diferentes fabricantes (tabla), deberán observarse las instrucciones de montaje específicas de cada fabricante en la medida de lo posible.

## Los sistemas de control de presión de los neumáticos de un vistazo:

| Sistema              | Fabricante                                | Descripción   | Utilizado por   |
|----------------------|---|---|---|
| <b>TSS</b>           | Beru                                      | Tire Safety System – sistema de control de presión de los neumáticos con medición directa con 4 antenas separadas                                   | Audi, Bentley, BMW, Ferrari, Land Rover, Maserati, Maybach, Mercedes, Porsche, VW, vehículos industriales |
| <b>SMSP</b>          | Schrader, distribución en Alemania: Tecma | Sistema de control de presión de los neumáticos con medición directa con una antena central   | Citroën, Opel Vectra, Peugeot, Renault, Chevrolet, Cadillac   |
| <b>DDS</b>           | Continental Teves                         | Deflection Detection System – sistema de control de presión de los neumáticos con medición indirecta  | BMW M3, Mini, Opel Astra G  |
| <b>TPMS</b>          | Continental Teves                         | Tire Pressure Monitoring System – sistema de control de presión de los neumáticos con medición directa  | Opel Astra G  |
| <b>Warn Air</b>      | Dunlop                                    | Sistema de control de presión de los neumáticos con medición indirecta  | BMW, Mini   |
| <b>Tire Guard</b>    | Siemens VDO                               | Sistema de control de presión de los neumáticos con medición directa en un sensor fijo integrado en los neumáticos y con funcionamiento sin batería | Renault Megane  |
| <b>Smar Tire</b>     | Distribución: Seehase                     | Sistema de control de presión de los neumáticos con medición directa para reequipamiento  | Universal   |
| <b>X-Pressure</b>    | Pirelli                                   | Sistema de control de presión de los neumáticos con medición directa para reequipamiento  | Universal   |
| <b>Road Snoop</b>    | Nokian                                    | Sistema de control de presión de los neumáticos con medición directa para reequipamiento  | Universal   |
| <b>Magic Control</b> | Waeco                                     | Sistema de control de presión de los neumáticos con medición directa para reequipamiento  | Universal   |

Actualización 2005, sin garantías

En este apartado, no es posible describir todas las peculiaridades. A modo de ejemplo se describen dos sistemas.

### 1. Tire Safety System (TSS) Beru

El TSS de Beru se monta de serie en muchos vehículos de distintos fabricantes, pero también se ofrece como accesorio o como reequipamiento. BMW llama al sistema Beru "RDC" (control de presión de neumáticos), mientras que Mercedes y Audi lo llaman "sistema de control de presión de los neumáticos". Está compuesto de cuatro válvulas de aluminio (en caso de control de la rueda de repuesto adicional, cinco), electrónicas de las ruedas (sensores de las ruedas), antenas y una unidad de control. La electrónica de la rueda y la válvula están montadas en las llantas. Los receptores de radio se encuentran en el pasarruedas. En los sistemas montados de serie, la pantalla está integrada en el instrumento combinado.

En los sistemas de reequipamiento, se monta una pantalla a parte. Al desmontar/montar las ruedas o los neumáticos, deberá observarse los puntos antes indicados. La electrónica de las ruedas deberá sustituirse en caso de daños visibles en la carcasa o en caso de que la superficie del filtro esté sucia. Deberá sustituirse la válvula completa si

- la electrónica de la rueda debe cambiarse
- el tornillo (Torx) de fijación autoblocante y/o la tuerca racor de la válvula están flojos (no apretar)
- los puntos de apoyo de la electrónica de la rueda están separados más de un milímetro

La figura 3 muestra cada uno de los componentes del sistema:

- Electrónica de la rueda (1)
- Electrónica de la rueda con válvula del neumático (2)
- Clip de sujeción (3)
- Antena (4)
- Unidad de control (5)





El montaje y la instalación de la electrónica de la rueda y de la válvula del neumático se realizan de forma sencilla con la ayuda de la figura 4:

- Insertar el tornillo de fijación autoblocante (1) a través de la carcasa de la electrónica de la rueda y atornillarlo a la válvula girándolo dos o tres veces.
- Deslizar la válvula (3) en la llanta a través del orificio de la válvula, insertar la arandela distanciadora (4) y apretar la tuerca racor (5).
- Insertar el manguito de montaje (7) en el orificio radial de la válvula y apretar la tuerca racor con un par de giro de 3,5 - 4,5 Nm. Extraer el manguito de montaje, porque, de lo contrario, el neumático resultaría dañado durante el posterior montaje.
- Apretar la electrónica de la rueda en la base profunda de la llanta. Los puntos de apoyo deberán estar colocados planos en la base profunda. A continuación, apretar el tornillo de fijación con un par de apriete de 3,5 - 4,5 Nm.
- Tras el montaje del neumático, apretar el capuchón de válvula (6).

Tras realizar un cambio de ruedas/neumáticos, sustituir las posiciones de las ruedas, sustituir los sensores de la rueda o modificar conscientemente la presión del neumático (p. ej. en caso de que el vehículo esté completamente cargado), TSS adoptará las nuevas presiones. Para ello, primero deben llenarse todos los neumáticos con la presión prescrita o especialmente seleccionada. Presionando la tecla de calibración se almacenarán los valores.

El sistema verifica si las presiones son realistas (p. ej. la presión mínima o las diferencias entre izquierda y derecha). En caso de que las ruedas, p. ej. debido al cambio de ruedas de temporada, se transporten en el maletero del vehículo afectado, se encuentran dentro del alcance de la unidad de control. Si las ruedas que deben sustituirse ya han sido leídas en el sistema, la unidad de control recibirá ocho o nueve señales en vez de las habituales cuatro (cinco, con la rueda de recambio). En este caso, el sistema indicará que "no está disponible".

Lo mismo puede ocurrir si en las proximidades se encuentran ruedas descargadas o ruedas de otro vehículo que también dispongan del sistema de control de presión de los neumáticos. Indique al cliente que, en este caso, el sistema deberá volver a calibrarse de nuevo. La calibración del TSS de serie es específica para cada vehículo.

Encontrará las instrucciones en la página web de Beru.

### Consejo práctico:

Si la rueda de recambio también es controlada por el sistema de control de presión de los neumáticos, tras ser desmontada, deberá volver a montarse en el lugar exacto en el que se encontraba antes. Durante una revisión, en especial, o después de comprobar la presión de aire, hay que asegurarse, por ejemplo en los BMW E60 y E65, de que la válvula del neumático vuelve a estar en la posición de las 9 h una vez montada la rueda de recambio. El receptor reconoce las señales del emisor sólo en esta posición.

Los fabricantes de automóviles franceses utilizan sobre todo el sistema SMSP de Schrader. Este sistema se distingue por el hecho de que sólo dispone de un receptor de radio (antena). La posición de las ruedas se distingue mediante marcas de color de las válvulas:

- Anillo verde = delante a la izquierda
- Anillo amarillo = delante a la derecha
- Anillo rojo = detrás a la izquierda
- Anillo negro = detrás a la derecha

Tras desmontar los neumáticos o tras sustituir un sensor, puede ser necesaria una codificación de los sensores, ya que con sólo una antena no se detecta la diferencia de posición de las ruedas o se interrumpe la conexión por radio. Puesto que la electrónica en este sistema mide la presión sólo cada 15 minutos cuando el vehículo está parado y transmite los valores de medición sólo cada hora a la unidad de control, para la codificación, además del equipo de diagnóstico, se necesita el llamado „excitador de válvula“ (figura 5), que solicita por radio a los sensores de la rueda que transmita los valores de medición a la unidad de control.



| Parameter/TMB : Mercedes  |      | 6 |
|---------------------------|------|---|
| vo/li Soll-Reifendr.[bar] | 2.4  |   |
| vo/re Soll-Reifendr.[bar] | 2.4  |   |
| hi/li Soll-Reifendr.[bar] | 2.4  |   |
| hi/re Soll-Reifendr.[bar] | 2.4  |   |
| vo/li Reifentemp. [°C]    | 41.0 |   |
| vo/re Reifentemp. [°C]    | 39.0 |   |
| hi/li Reifentemp. [°C]    | 38.0 |   |

Los equipos de diagnóstico como, por ejemplo, Gutmann Mega Macs 40, 44 ó 55, son capaces de leer la memoria de averías y los valores reales (figura 6) de los sistemas de control de presión de los neumáticos y de borrar posibles códigos de avería. La codificación se realiza de la siguiente manera:

- Conectar el equipo de diagnóstico al vehículo
- Acceder a la codificación de programa
- Leer los códigos de válvula con ayuda del excitador de válvula

#### Consejo práctico:

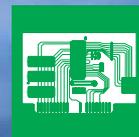
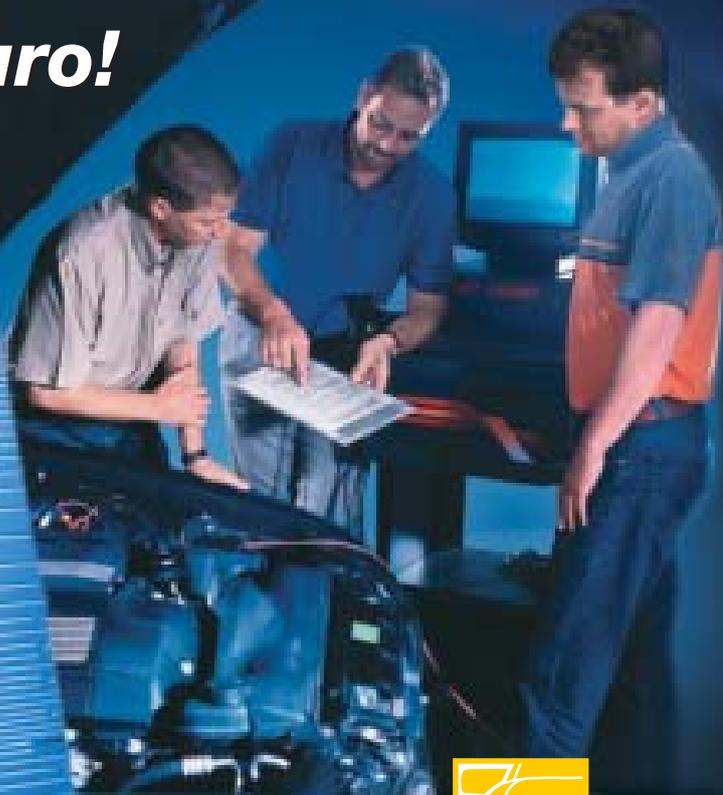
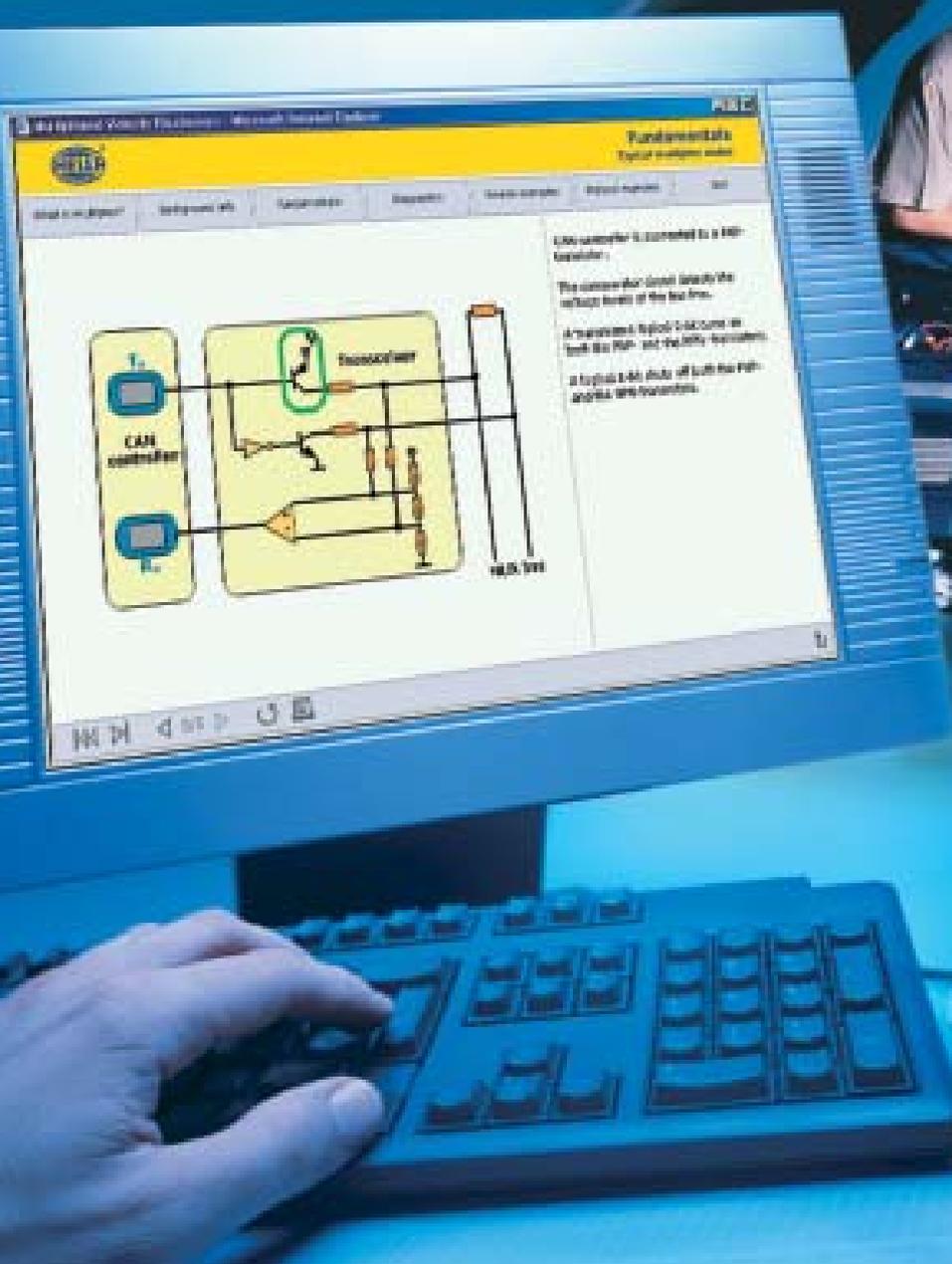
Una vez desmontadas las ruedas (p. ej. al reparar los frenos), éstas deberán volver a montarse en el lugar donde se encontraban originariamente. De lo contrario, pueden producirse indicaciones defectuosas del sistema de control de presión de los neumáticos (p. ej. en el Renault Laguna 2).

En casi todos los sistemas de control de presión de los neumáticos las señales se transmiten en una gama de frecuencias de 433 MHz. Sin embargo, esta gama de frecuencias también es utilizada, por ejemplo, por radiotransmisores, auriculares por radiofrecuencia, sistemas de alarma y accionamientos de puertas de garaje. Téngalo en cuenta en caso de producirse fallos en el sistema de control de presión de los neumáticos. El desarrollo actual tiende hacia sistemas activos pequeños y sin batería (tecnología respondedora) que sólo se pegan a la carcasa o se integran en los neumáticos. Estos sistemas trabajan en una gama de 2,4 GHz no tan susceptible a sufrir perturbaciones y, además de valores de temperatura y presión, también pueden registrar otras informaciones, tales como el estado de la calzada y el desgaste.

Dentro de unos años, los sistemas de control de presión de los neumáticos serán parte del equipamiento de serie de un vehículo, como actualmente lo son el ABS o el aire acondicionado. Por mucho que uno disponga de la tecnología del control, no hay que olvidar algo. Un sistema de control de presión de los neumáticos no corrige automáticamente la presión del aire y tampoco da información sobre la antigüedad o la profundidad de perfil del neumático. Así, en el futuro continuará siendo imprescindible controlar regularmente los neumáticos como un importante punto de unión entre el vehículo y la carretera.



# Formación Online de Hella ¡Invierta en su futuro!



Para seguir el frenético ritmo del progreso tecnológico, no son suficientes los conocimientos adquiridos a través de la experiencia. Dominar y utilizar las tecnologías de futuro es la clave de su éxito.

La Formación Online de Hella le ayuda con la adquisición de conocimientos especializados sobre los productos en las principales áreas de competencia: iluminación, electricidad, electrónica y termocontrol.

Esto es lo que le ofrece la Formación Online de Hella:

- Textos y explicaciones breves y concisos a través de una voz en off
- Gráficos muy ilustrativos e imágenes
- Animaciones para una mejor comprensión de los contenidos y contextos más complejos
- Tareas y ejercicios interactivos

**Pruebe la Formación Online de Hella en [www.hella.es/OnlineTraining](http://www.hella.es/OnlineTraining)**



**Ideas para el  
automóvil del futuro**



Los Servicios Asociados Hella son un concepto de taller a nivel europeo. Apoyo comercial, formación y servicio técnico son las claves para un negocio con éxito.

Los Servicios Asociados son entusiastas del automóvil.

Puede encontrar más información en [www.hella.es](http://www.hella.es)



**Iluminación**



**Electricidad**



**Electrónica**



**Termocontrol**

**HELLA, S.A.**

Avda. de los Artesanos, 24  
28760 Tres Cantos (Madrid)  
Teléfono: 918 061 900  
Telefax: 918 038 130  
marketing@hella.es  
Internet: www.hella.es

**Delegación Canarias:**

C/ Las Adelfas, parcela 168 bis  
Polígono Industrial de Arinaga  
35118 Agüimes  
(Las Palmas de G. C.)  
Teléfono: 928 18 80 64  
Telefax: 928 18 82 30  
palmas@hella.es

C/ Camino la Hornera, 15  
35205 La Laguna  
(S. C. de Tenerife)  
Teléfono: 922 253 054  
Telefax: 922 254 851  
tenerife@hella.es

**Delegación Cataluña**

Pso. San Juan, 80  
08009 Barcelona  
Teléfono: 934 745 563  
Telefax: 934 745 618  
barcelona@hella.es

**Delegación Sur**

Avda. de la Innovación, s/n  
Edificio Arena 2  
41020 Sevilla  
Teléfono: 954 520 577  
Telefax: 954 520 837  
sevilla@hella.es

**Delegación Levante**

Avda. Tres Forques, 116  
46014 Valencia  
Teléfono: 963 501 543  
Telefax: 963 593 150  
valencia@hella.es



**Ideas para el  
automóvil del futuro**