

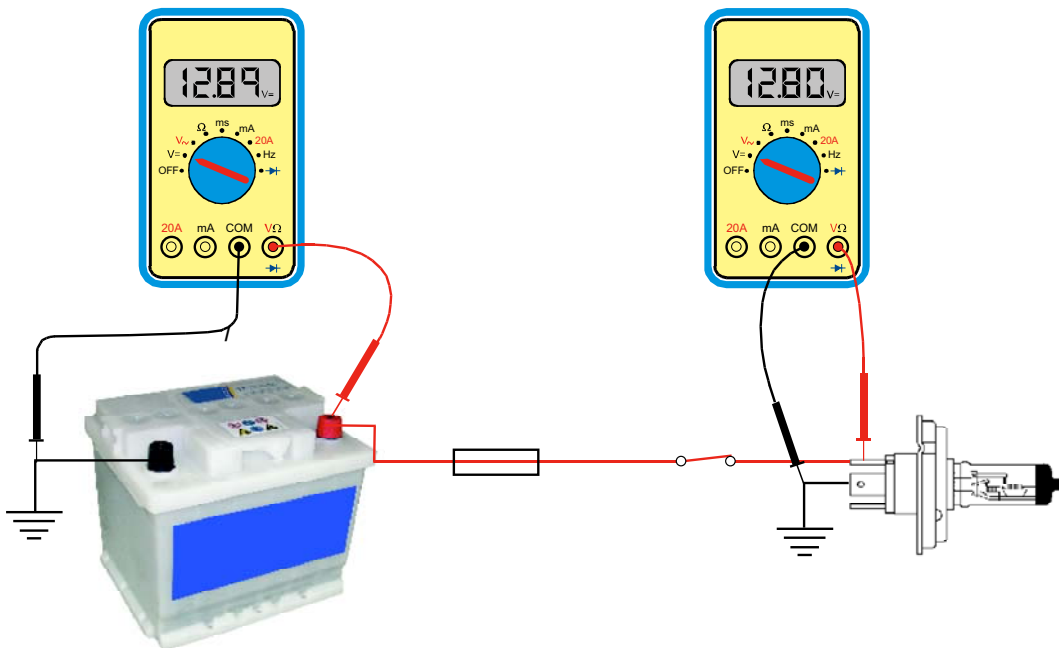
Página	Concepto
1	Electricidad
1	Principios eléctricos básicos
5	Magnitudes eléctricas (tensión o voltaje)
8	Magnitudes eléctricas (intensidad)
10	Magnitudes eléctricas (resistencia)
12	Tipos de corriente disponible en los vehículos
13	Ley de Ohm
15	Conductores eléctricos
16	Potencia eléctrica (vatio W)
17	Combinaciones de la ley de Ohm y la potencia
18	Agrupación de resistencias
22	Agrupaciones mixtas
24	Electricidad estática
25	Cuestionario
25	Electricidad
27	Magnetismo
27	Imanes
28	Aplicaciones prácticas
29	Electroimanes
30	Aplicaciones prácticas
31	Autoinducción e inducción mutua
32	Aplicaciones prácticas
33	Electrónica
33	Materiales conductores, aislantes y semiconductores
34	Resistencias fijas
35	Resistencias variables
37	Diodos
41	Transistores
44	Circuitos integrados (unidades de control electrónico)
45	Cuestionario
45	Magnetismo y electrónica
47	Osciloscopio
47	Osciloscopio para diagnóstico del automóvil
48	Osciloscopio Fluke aurorango
49	Osciloscopio Berton de pantalla táctil
50	Funciones básicas
53	Términos genéricos
55	Medidas con osciloscopio
56	Esquemas para diagnóstico

Página	Concepto
57	Sensores
57	Generalidades, tipos de sensores
58	Magnéticos: generador inductivo de r.p.m.
59	Magnéticos: generador inductivo de velocidad de ruedas
60	Magnéticos: sensor de alzada de aguja
61	Magnéticos: de posición del regulador de caudal
62	De efecto Hall, principio de funcionamiento
63	Hall: de r.p.m. del motor en el distribuidor
64	Hall: de r.p.m. del motor en el cigüeñal
65	Hall: de reconocimiento de cilindros
66	Sensor activo de velocidad de ruedas para ABS
67	Termoeléctricos, principio de funcionamiento
68	Termoeléctricos: NTC de temperatura de refrigerante
69	Termoeléctricos: medidor de masa de aire
70	Fotoeléctricos, fotosensor, células solares, infrarrojos
71	Fotoeléctricos: sensor doble de radiación solar
72	Piezoeléctricos, principio de funcionamiento
73	Piezoeléctricos: MAP de presión del colector de admisión
74	Piezoeléctricos: sensor MAP de alta presión de AC
75	Piezoeléctricos: sensor de picado
76	Por conductividad eléctrica, principio de funcionamiento
77	Por conductividad eléctrica: sondas Lambda
79	Por conductividad eléctrica: potenciómetro de mariposa
80	Por ultrasonidos, principio de funcionamiento
81	Por ultrasonidos: volumétrico de alarma
82	Por radiofrecuencia, equipos de audio, mando a distancia
83	Interruptores y conmutadores, principio de funcionamiento
84	Interruptores y conmutadores: interruptor doble de freno
85	Can-Bus de datos
86	Can-Bus: sensor combinado para el ESP
87	Cuestionario
87	Osciloscopio y sensores
89	Actuadores
89	Generalidades, tipos de actuadores
90	Electromagnéticos, principio de funcionamiento
91	Electromagnéticos: inyectores de gasolina
92	Electromagnéticos: inyectores Diesel
93	Electromagnéticos: electroválvula del cánister
94	Electromagnéticos: bobina de encendido
95	Electromagnéticos: anomalías en la bobina de encendido
96	Electromagnéticos: alternador
97	Calefactores, bujías, luneta térmica, calefacción adicional
98	Calefactores: bujías de incandescencia Diesel
99	Electromotores, motores paso a paso

MAGNITUDES ELÉCTRICAS (VOLTAJE)

POLÍMETRO DE ESCALAS MANUALES APAPTADO PARA UTILIZACIÓN EN AUTOMÓVIL

ELECTRICIDAD

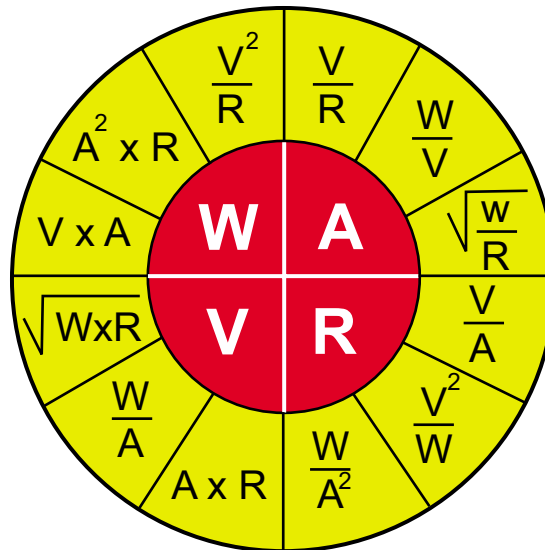


En este ejemplo podemos observar la forma de conectar el voltímetro para medir tensión en diferentes puntos de un circuito. La conexión es en paralelo, es decir, el cable positivo al punto de tensión y el negativo a masa. Sin necesidad de desconectar nada.

COMBINACIONES DE LA LEY DE OHM Y LA POTENCIA

Teniendo en cuenta que los conceptos con los que trabajamos son los mismos. Es evidente que podemos hacer combinaciones con la fórmula de la Ley de Ohm y la de la potencia.

La rueda expuesta a continuación es un formulario completo de las unidades eléctricas. Conociendo dos magnitudes podemos determinar la incógnita que nos falte.



La potencia eléctrica en vatios (W) tiene correspondencia con la potencia mecánica en caballos (CV) de forma que:

$$1 \text{ CV equivale a } 736 \text{ W}$$

O dicho de otra manera:

$$1 \text{ KW equivale a } 1,358 \text{ CV}$$

Ejercicios resueltos.

¿Qué resistencia tiene una lámpara de 12V/40W?

Primero calculamos la intensidad $I = \frac{W}{V} = \frac{40}{12} = 3,33 \text{ A}$

A continuación, la resistencia $R = \frac{V}{I} = \frac{12}{3,33} = 3,6 \Omega$

También podemos aplicar la fórmula directa de la rueda $R = \frac{V^2}{W} = \frac{144}{40} = 3,6 \Omega$

¿Qué potencia mecánica en CV desarrolla un motor Diesel que según el fabricante da 81 KW?

$$P \text{ (CV)} = 1,358 \times \text{KW} \quad P = 1,358 \times 81 = 109,99 \text{ CV} \approx 110 \text{ CV}$$

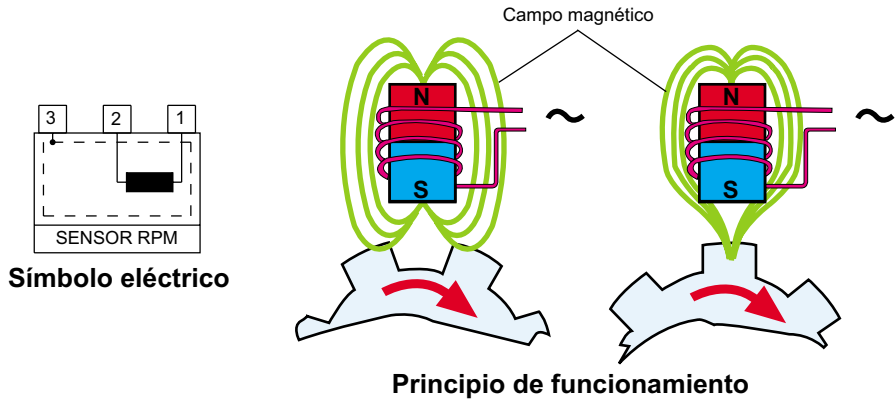
¿Qué fusible hemos de colocar para proteger un circuito de faros adicionales con dos lámparas de 12V/100W?

$$I = \frac{W}{V} = \frac{200}{12} = 16,6 \text{ A} \quad \text{Colocaremos el fusible comercial inmediato superior, es decir, 20A. Como norma general al menos un 10\% superior a la intensidad nominal.}$$

APLICACIONES PRÁCTICAS

En los automóviles tenemos diversas aplicaciones de magnetismo y electromagnetismo que asumen diferentes funciones necesarias para el funcionamiento del automóvil.

GENERADOR INDUCTIVO PARA MEDIDA DE REVOLUCIONES.



FUNCIONAMIENTO

Se basa en el fenómeno electromagnético, es decir, en la relación que existe entre magnetismo y electricidad. Los elementos necesarios son: un imán permanente, un cable arrollado en el imán formando una bobina y una rueda dentada de material ferromagnético.

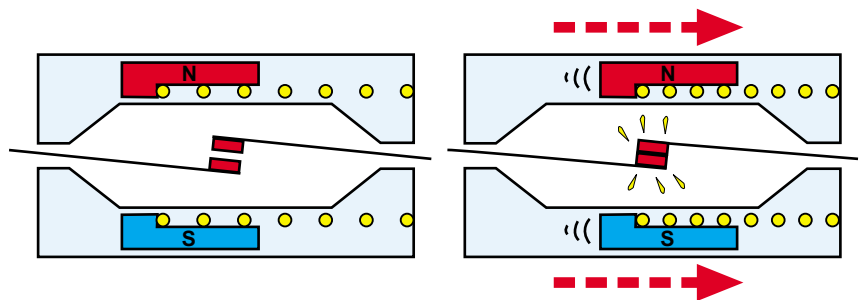
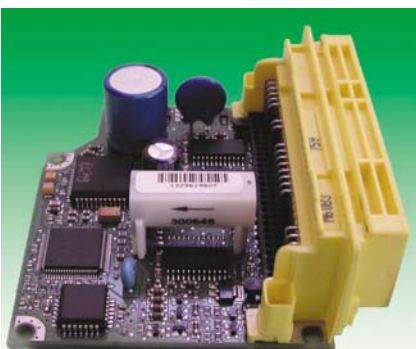
Si hacemos girar la rueda dentada, se produce una distorsión del campo magnético. Cuando una bobina es sometida a la variación de un campo magnético, se produce en ella una corriente eléctrica alterna por efecto de la inducción magnética.

Cuando la rueda dentada gira, los dientes pasan cerca del generador formado por el imán y la bobina. El recorrido que efectúa el campo magnético entre el imán y la bobina varía y esta variación provoca en la bobina la aparición de una tensión inducida.

La frecuencia de la corriente inducida es proporcional a las revoluciones de giro de la corona dentada. De esta forma se pueden calcular con precisión las revoluciones de la corona.

Este tipo de generadores se utilizan para medir las revoluciones del motor, las de las ruedas en los sistemas ABS, las revoluciones de las diferentes coronas en las cajas de cambio automáticas, etc.

INTERRUPTOR DE CONTACTO "REED"

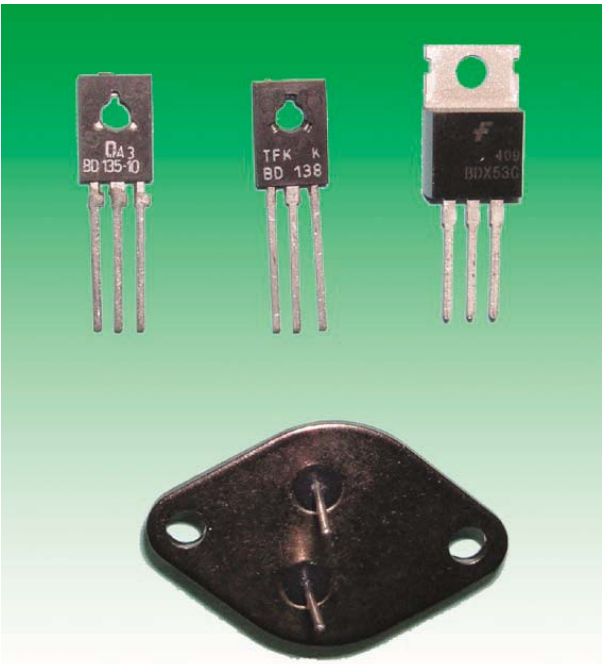


FUNCIONAMIENTO

Consiste en una ampolla de cristal que dispone de unos contactos metálicos separados en su interior y un cilindro imantado que puede desplazarse. Cuando se desplaza el cilindro, la fuerza magnética hace que los contactos se cierren.

Este tipo de sensor es utilizado como interruptor de seguridad en las unidades de control de airbag y como transmisor de nivel del depósito de líquido de frenos.

TRANSISTORES



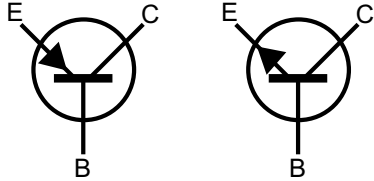
TRANSISTOR

Es un elemento semiconductor que nos permite gobernar a voluntad la intensidad de corriente que circula entre dos de sus terminales, mediante el control de una corriente muy pequeña aplicada al tercer terminal. Los terminales reciben el nombre de Emisor, Colector y Base. La corriente principal siempre circula entre el Emisor y el Colector. La Base es el terminal de excitación. Es decir, aplicando corriente a la Base se controla la corriente entre Emisor y Colector.

Es utilizado en numerosos circuitos electrónicos como interruptor o como amplificador.

Utilización como interruptor, es comparable a un relé, con una corriente de excitación pequeña, controlamos un actuador de gran consumo. Con una ventaja importante respecto a los relés, no dispone de contactos que puedan quemarse o deteriorarse y es aproximadamente un millón de veces más rápido de actuación. Un ejemplo de utilización es la etapa final de activación de los inyectores.

Utilización como amplificador, la corriente entre Emisor y Colector puede ser entre 50 y 200 veces superior a la corriente de Base. Esto nos permite por ejemplo controlar la corriente del primario de una bobina de encendido con una leve señal emitida por un generador Hall.

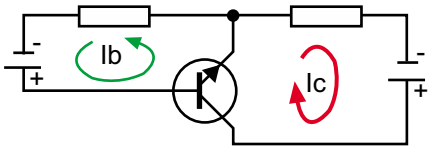
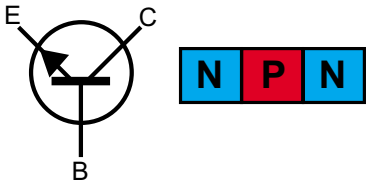
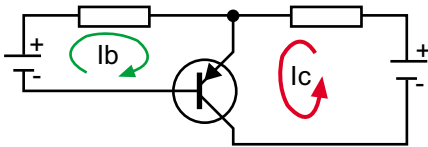
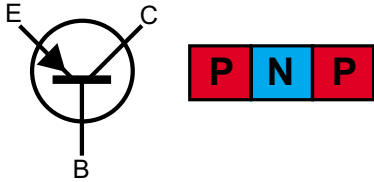


Existen dos tipos de transistores.

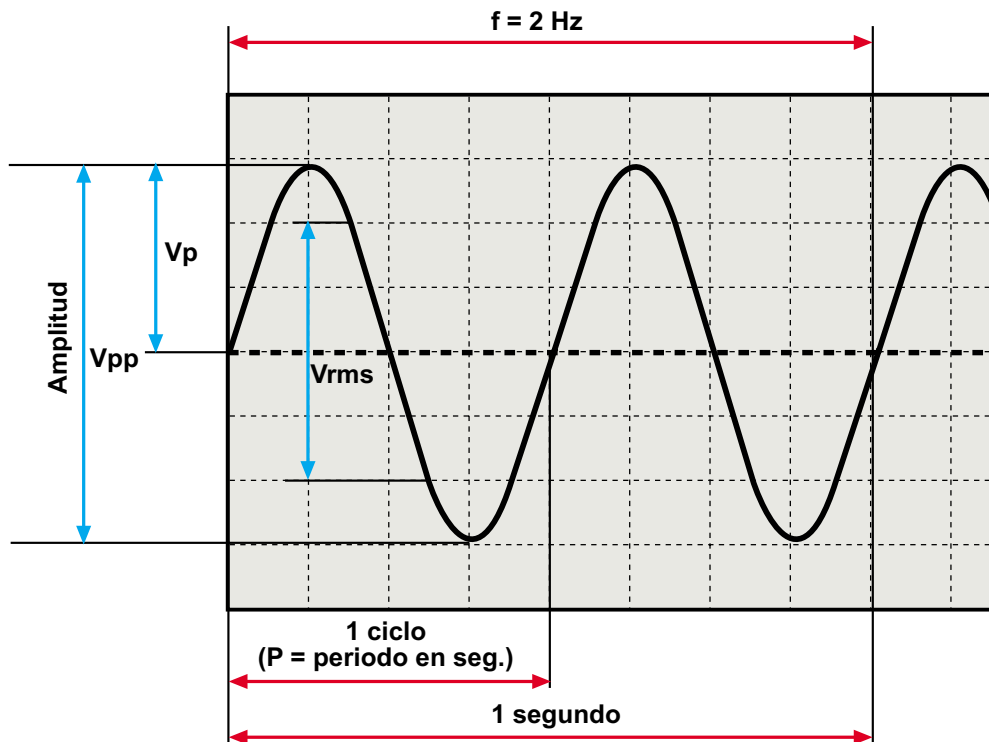
PNP. La Base es negativa y si se establece una pequeña circulación de corriente entre Emisor y Base, se establece la conducción principal entre Emisor y Colector.

NPN. En este tipo la Base es positiva, hay que crear una pequeña corriente entre Base y Emisor para que se establezca la corriente principal entre Colector y Emisor.

En los símbolos, la flecha indica el sentido de la corriente.



TÉRMINOS GENÉRICOS



f = frecuencia, unidad hercios (Hz)

V_p = tensión de pico

V_{rms} = tensión eficaz

p = periodo, unidad el segundo o el milisegundo

V_{pp} = tensión de pico a pico

DEFINICIÓN DE FORMAS DE ONDA Y CARACTERÍSTICAS DE LAS ONDAS SENOIDALES

La corriente alterna o continua pero con variación de impulsos, se caracteriza por el cambio periódico de forma. Pueden ser de diseños diferentes y realizarse de modo muy lento o muy rápido, pero siempre hay una serie de términos comunes que define cualquier tipo o forma de onda.

Onda, es el término genérico que se utiliza para definir una señal que se repite a lo largo del tiempo (similar a las ondas de radio o de sonido).

Ciclo, es la parte de la onda que se repite. Para determinar el ciclo nos tenemos que fijar en un punto de la onda, de manera que el ciclo estará comprendido desde ese punto hasta que se vuelva a repetir.

La forma de onda es la representación gráfica de una señal que muestra el tiempo en el eje horizontal y el valor de tensión en el eje vertical.

Periodo, es el tiempo que tarda una onda en realizar un ciclo completo. El periodo puede medirse directamente en pantalla. Si contamos el número de divisiones que contiene el ciclo y lo multiplicamos por la base de tiempo, tendremos la duración del periodo en segundos.

Ejemplo: si el ciclo ocupa 4 cuadrados y la base de tiempo es 125 μ s/d. El periodo será a $4 \times 125 = 500 \mu$ s, o lo que es lo mismo 0,5 milisegundos.

Frecuencia, es la definición del número de ciclos que se repiten en un segundo. La unidad de frecuencia es el hercio (Hz) que equivale a un ciclo por segundo (1 c/s). Existe una relación entre el periodo y la frecuencia, de modo que la frecuencia es la inversa al tiempo que tarda un ciclo. Expresado matemáticamente es:

F = 1/p o **P = 1/f** siendo F = frecuencia y P = periodo.

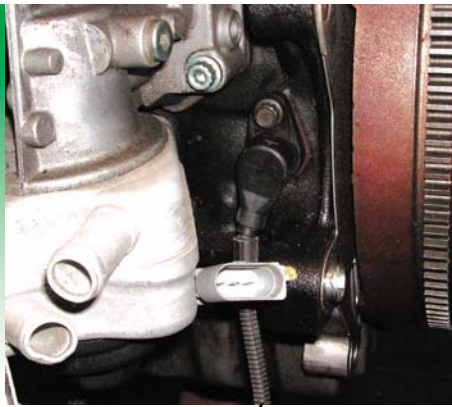
Ejemplo: todos tenemos presente que la frecuencia de la red doméstica es 50 Hz. Si queremos saber el tiempo que dura un ciclo:

P = 1/f = 1/50 = 0,020 segundos o si tenemos el periodo, la frecuencia, sera: **F = 1/p = 1/0.020 = 50 Hz.**

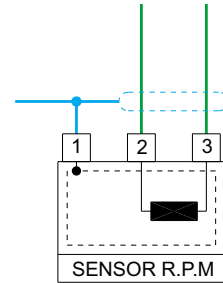
MAGNÉTICOS: GENERADOR INDUCTIVO DE R.P.M.



ELEMENTO



UBICACIÓN



SÍMBOLO

Es el elemento encargado de informar de las revoluciones momentáneas del motor. Detecta el giro de una corona dentada y genera una corriente alterna en relación directa con el paso de los dientes de la corona. Su ubicación en el motor es diversa, lo podemos encontrar en el volante de inercia, en la polea del cigüeñal o directamente en el bloque motor.

Puede tener dos o tres terminales, los activos son dos que están conectados a una bobina. Si existe un tercero, éste es de una malla antiparasitaria que protege la señal.

Es una información primordial para el funcionamiento del motor. En caso de avería, normalmente el motor se para.

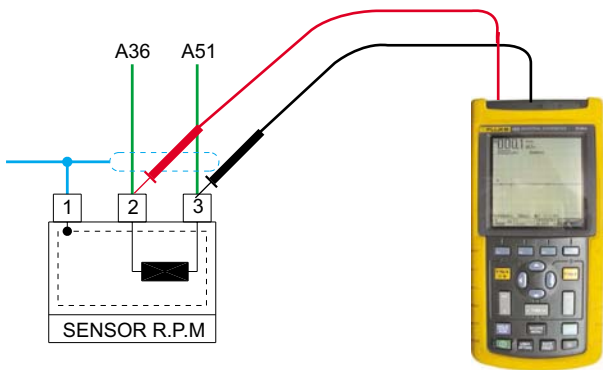
COMPROBACIONES

Antes de analizar la señal es necesario verificar la resistencia de la bobina del sensor, la continuidad del cableado, el aislamiento a masa y la distancia entre sensor y corona (entrehierro).

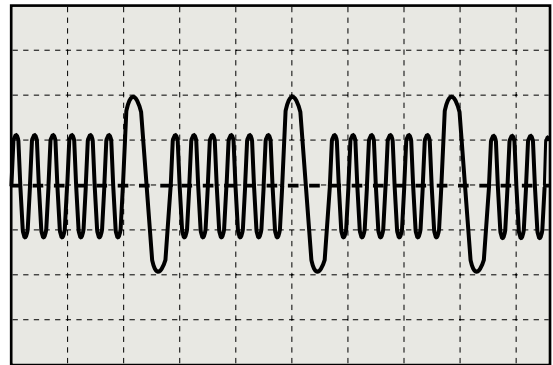
A continuación conectamos el osciloscopio y accionando el motor de arranque o con el motor en marcha nos tiene que aparecer una señal alterna que indique el paso de los dientes de la corona y normalmente un punto más alto que indica el paso del punto muerto superior de los cilindros.

Al aumentar el régimen del motor deben aparecer más señales en el mismo tiempo (aumento de frecuencia) y también tiene que subir el voltaje (aumento de amplitud).

Si existe distorsión en la imagen, es indicativo de que existe suciedad o defecto en algún diente de la corona o que el sensor o la corona no están firmemente sujetos.

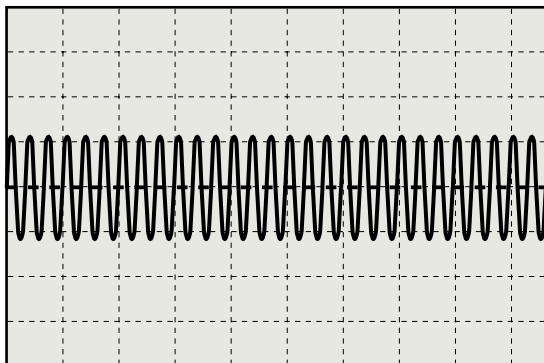


CON DIENTE MAESTRO



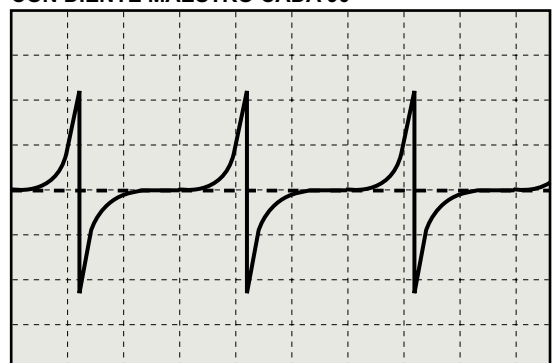
5 V/d 5 ms/d

SIN DIENTE MAESTRO



5 V/d 5 ms/d

CON DIENTE MAESTRO CADA 90 °

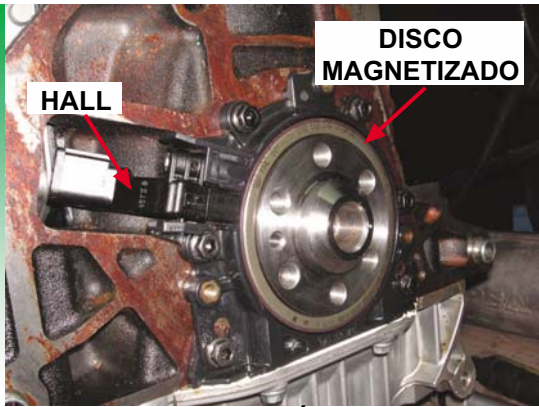


5 V/d 5 ms/d

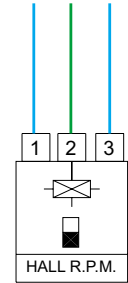
HALL: DE R.P.M. DEL MOTOR EN EL CIGÜEÑAL



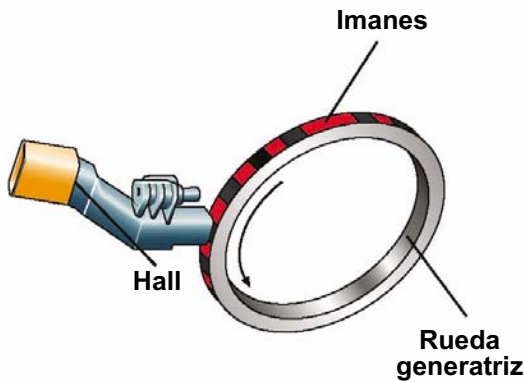
ELEMENTO



UBICACIÓN



SÍMBOLO



Cortesía de Seat

Detecta el régimen del motor y la posición de PMS de los cilindros. La diferencia respecto al generador inductivo radica en que la señal emitida es cuadrada y por tanto, de más fácil interpretación por la UCE del motor.

Suele estar ubicado en la tapa del retén del cigüeñal del lado del volante de inercia, y detecta el paso de una rueda generatriz imantada solidaria con el cigüeñal.

La rueda generatriz suele tener 56 imanes, 54 normales y 2 de doble tamaño para identificar los PMS de los cilindros.

Es una de las informaciones más importantes para el funcionamiento del motor. En caso de avería, el motor se para o funciona de forma limitada con la información del Hall de reconocimiento de cilindros.

Mediante esta señal es posible reconocer posibles fallos de combustión de los cilindros.

COMPROBACIONES

Antes de analizar la señal es conveniente verificar la continuidad del cableado, su aislamiento y el estado de los conectores.

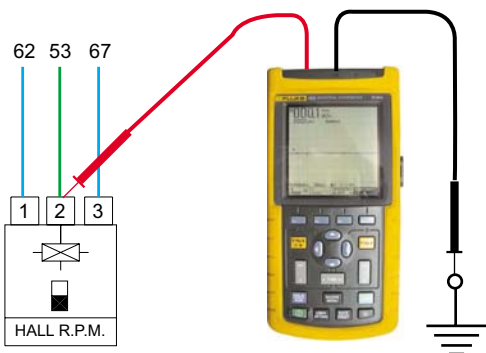
A continuación conectamos el osciloscopio a los terminales de alimentación y verificamos la existencia de tensión, normalmente 5 voltios.

Seguidamente cambiamos las puntas de prueba del osciloscopio al terminal de salida de señal y masa.

Accionando el motor de arranque o con el motor en ralentí, nos tiene que aparecer una señal cuadrada que indique el paso de los imanes de la corona generatriz, dos de las señales han de ser más largas, coincidiendo con el paso de los imanes anchos.

Al aumentar las revoluciones del motor deben aparecer más señales en el mismo tiempo (aumento de frecuencia) pero el voltaje siempre ha de ser el mismo.

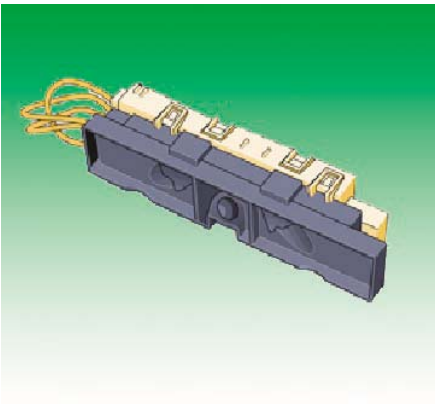
Si existe distorsión en la imagen, puede ser debido a que el sensor o la corona no estén firmemente sujetos. Recordemos que este sensor es alimentado por la UCE del motor. Si no llega alimentación puede ser defecto del cableado o de la propia UCE.



SEÑAL, NORMALMENTE 5 VOLTIOS



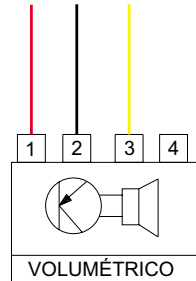
POR ULTRASONIDOS: VOLUMÉTRICO DE ALARMA



ELEMENTO



UBICACIÓN

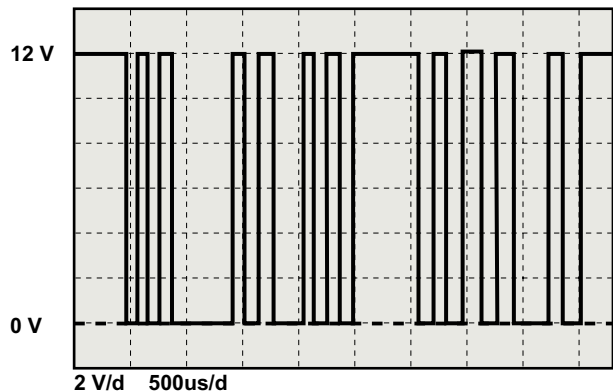
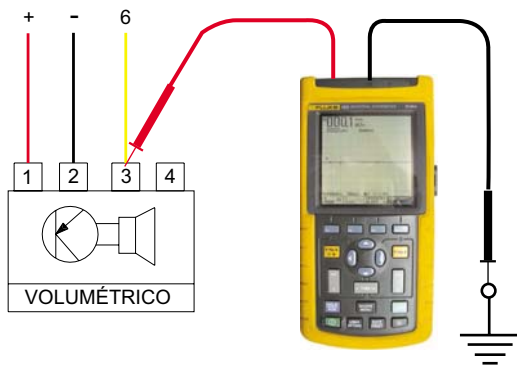


SÍMBOLO

Es un sensor que se utiliza para la vigilancia del habitáculo. Al conectar la alarma dispone de unos 30 segundos para medir el volumen del interior del vehículo. Transcurrido este tiempo, si se producen variaciones de volumen en el interior del habitáculo envía una señal a la UCE de confort para que active la alarma antirrobo. La ubicación depende de cada vehículo, pero como norma general suele estar en el techo o en los montantes que bajan del techo. Puede haber uno o varios y montados en conjunto o individualmente. Normalmente se ha utilizado un emisor y un receptor de ultrasonidos, de forma que si las frecuencias son diferentes, la UCE de alarma activa el sistema. En la actualidad, el sensor de protección de habitáculo suele ser emisor y receptor al mismo tiempo. Dispone de un circuito electrónico integrado que envía una señal digital a la UCE mediante un sistema similar al CAN-Bus pero con un solo cable. Algunas marcas lo denominan LIN-Bus y la señal es digital de 12 voltios. **En caso de avería de este sensor, queda desactivada la protección volumétrica del habitáculo.**

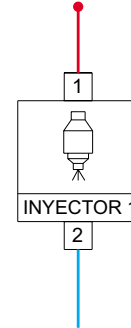
COMPROBACIONES

Antes de analizar la señal es conveniente verificar la continuidad del cableado, su aislamiento, el estado de los conectores y la alimentación del sensor (en el ejemplo terminal 1 y 2). A continuación conectamos el osciloscopio al terminal de salida de señal y masa. **Conectamos la alarma** y debemos apreciar una señal digital de 12 voltios. Si no aparece, introducir la mano por una ventana y verificar que la alarma se activa. Normalmente, el sistema dispone de un interruptor para desconectar la protección volumétrica, si es así, verificar el estado del interruptor.



Si el sensor funciona pero la alarma no se dispara, hemos de comprobar la alimentación y masa de la UCE de confort o alarma, la continuidad del cableado entre el sensor y la UCE y la llegada de la señal del sensor.

ELECTROMAGNÉTICOS: INYECTORES DE GASOLINA



ELEMENTO

Los inyectores o electroválvulas de inyección son los encargados de dosificar el combustible necesario para cada fase de funcionamiento del motor. Su principio de funcionamiento está explicado en la página anterior. Existen dos tipos claramente diferenciados en función de que el sistema sea de inyección directa o indirecta. Los de inyección indirecta están ubicados en el colector de admisión, los de inyección directa están montados en la culata de forma que inyectan el combustible en el interior del cilindro.

UBICACIÓN

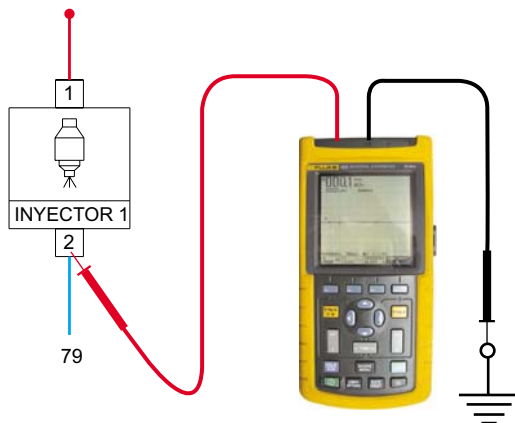
SÍMBOLO

En caso de avería, el cilindro correspondiente se queda sin combustible y no funciona. También puede pasar, aunque es poco probable, que el inyector se quede abierto. En este caso se producirán graves averías mecánicas. Cuando falla un inyector, la UCE aumenta la activación de los demás para mantener el régimen de ralentí

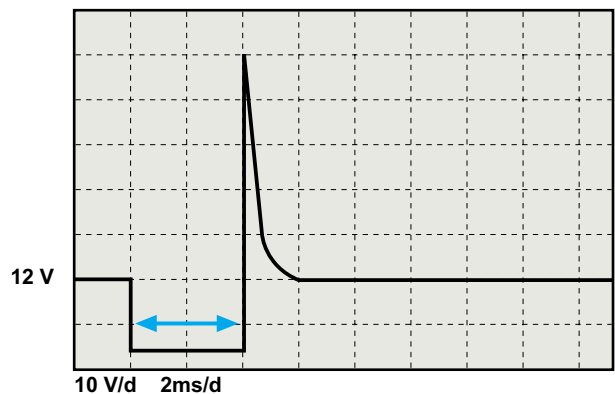
COMPROBACIONES

Antes de analizar la señal es necesario verificar la resistencia de la bobina del inyector, la alimentación, la continuidad del cableado y el aislamiento a masa.

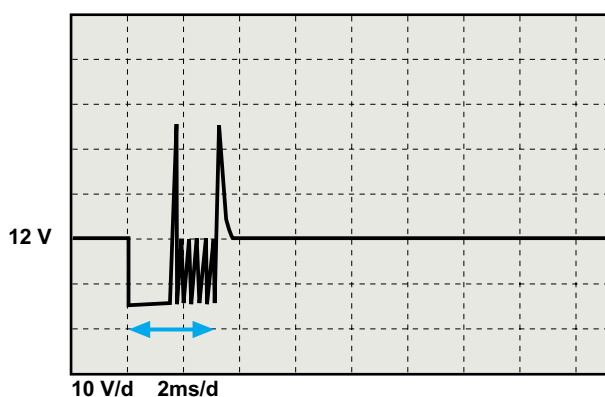
A continuación conectamos el osciloscopio entre en terminal de activación y masa. **Con el motor en marcha** hemos de apreciar el tiempo de activación del inyector. Al acelerar, tiene que aumentar el tiempo y al soltar el acelerador de golpe, tiene que desaparecer la activación, señal de que funciona el corte en marcha por inercia. Los inyectores pueden ser activados con un impulso único, con tren de impulsos o con doble impulso.



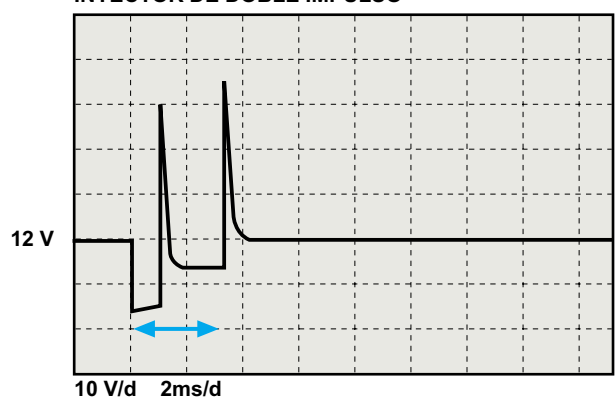
INYECTOR DE IMPULSO ÚNICO SECUENCIAL



INYECTOR DE TREN DE IMPULSOS



INYECTOR DE DOBLE IMPULSO



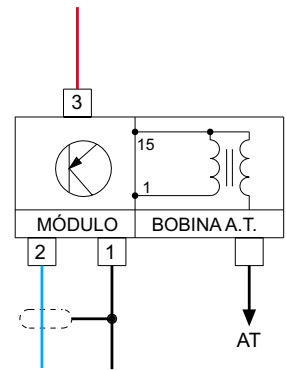
ELECTROMAGNÉTICOS: BOBINA DE ENCENDIDO



ELEMENTO



UBICACIÓN



SÍMBOLO

Es el transformador utilizado para generar la alta tensión necesaria para el salto de chispa en las bujías. Existen varios tipos de bobinas. La clásica que entrega la alta tensión al distribuidor y de allí se reparte a todos los cilindros. La DIS que genera dos chispas simultáneas de alta tensión y se elimina el distribuidor. Y la bobina individual, que genera la chispa para una sola bujía eliminando incluso los cables de alta. La ubicación dependerá del tipo de bobina. La clásica en un lateral del compartimento motor, la DIS normalmente en la culata y la directa encima de la bujía. El símbolo eléctrico también es diferente para cada bobina.

En caso de avería, dejarán de funcionar los cilindros afectados.

COMPROBACIONES

Antes de analizar la señal y siempre dependiendo de la accesibilidad a los circuitos de la bobina (en muchos casos están integradas al módulo electrónico de control y no se tiene acceso a la bobina) tendremos que comprobar la resistencia del primario, la del secundario y el aislamiento a masa. En la página 11 hay unas imágenes descriptivas de estas comprobaciones.

Para analizar la imagen del primario, conectamos el osciloscopio al negativo (1) de bobina y a masa. Para el secundario hemos de utilizar una pinza inductiva que abrace el cable de alta tensión que va hacia el distribuidor o mirar cilindro a cilindro según nos interese.

No conectar nunca el osciloscopio directamente a la alta tensión. Destruiríamos el instrumento.

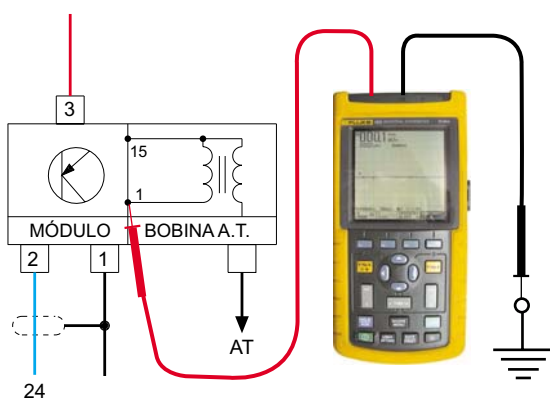


IMAGEN DE PRIMARIO

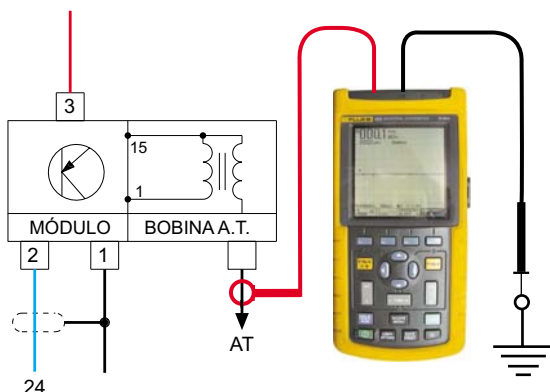
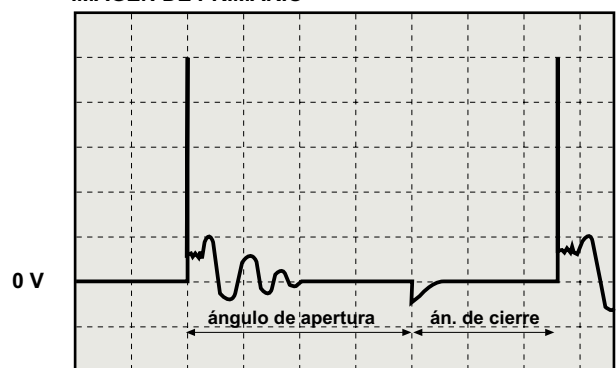
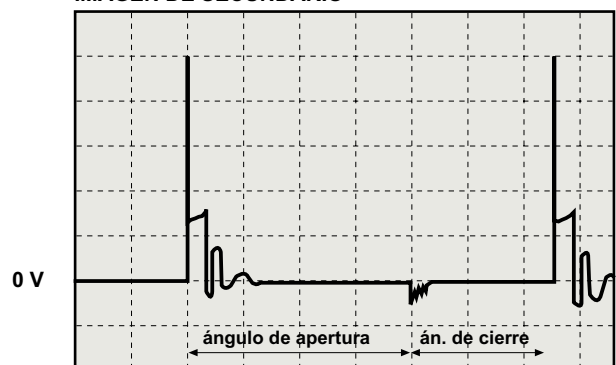
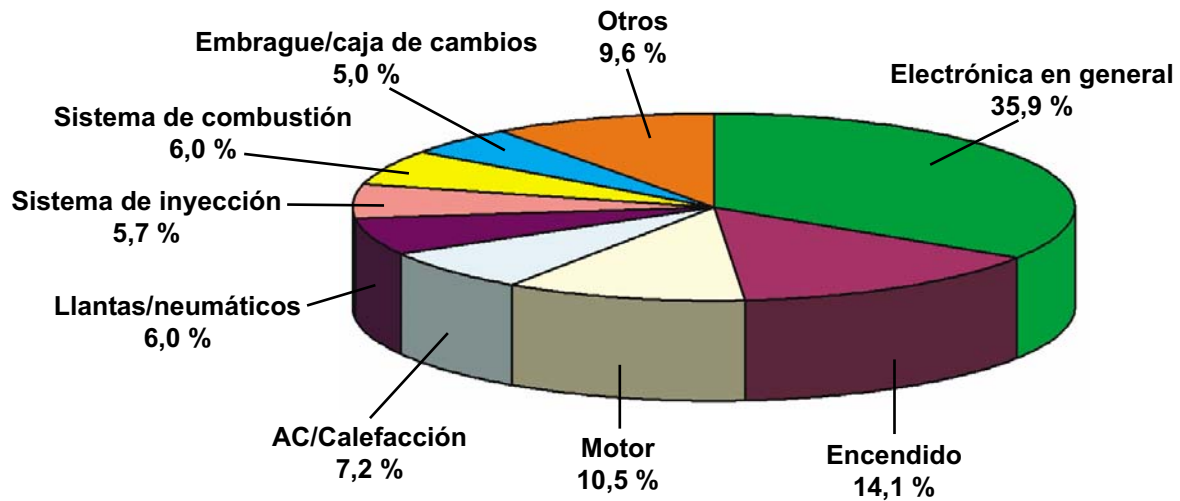


IMAGEN DE SECUNDARIO



ESTADÍSTICA DE AVERÍAS

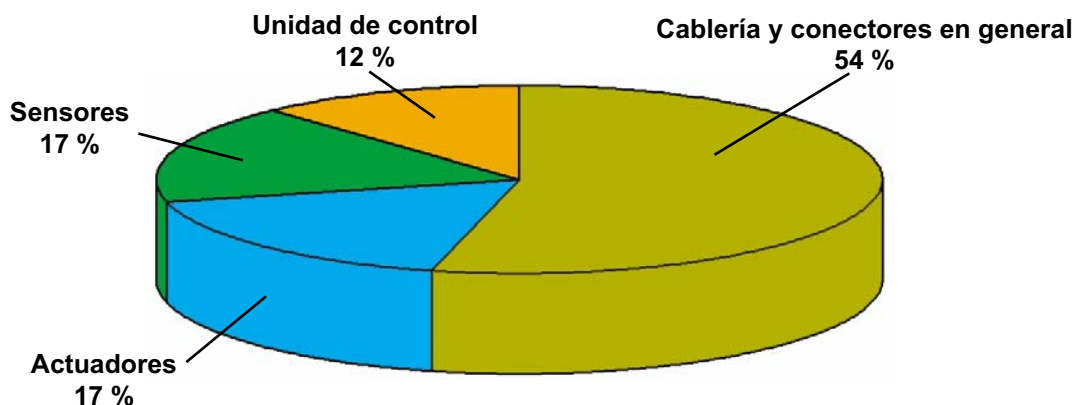


El gráfico muestra los resultados de un estudio realizado por el Automóvil Club Alemán, ADAC, de las averías localizadas en las intervenciones de los servicios de asistencia en carretera el año 2002 y sobre vehículos matriculados en 1997, 1998 y 1999.

La primera causa de averías de este estudio, corresponde a la electrónica general del vehículo. En la mayoría de los casos debido a fallos de la batería. En los puestos dos y tres del balance: defectos en el sistema de encendido y daños graves en el motor.

Si nos centramos en las averías referentes a la electricidad y electrónica del automóvil, hay otros estudios que sacan conclusiones interesantes para un correcto diagnóstico.

Las gráficas siguientes corresponden a un estudio realizado por el grupo VAG sobre la causa de averías en los sistemas electrónicos detectadas en sus vehículos.



ANÁLISIS DE CAMPO SOBRE LAS CAUSA DE AVERÍAS EN SISTEMAS ELECTRÓNICOS

El estudio determina que más de la mitad de los problemas, son debidos a defectos de la cablería. Estos defectos se producen por: roce, proximidad a elementos móviles, falta de grapado, proximidad a focos de calor, falta de aislamiento, corrosión y conectores sueltos o defectuosos.

De aquí, podemos sacar una conclusión importante. **Antes de sustituir cualquier componente electrónico hemos de realizar una verificación exhaustiva de su cablería asociada.**

En diversos estudios también se ha constatado que, en caso de que la batería presente un nivel de carga insuficiente, puede producirse la desprogramación de algunos componentes electrónicos del vehículo. Ello da lugar a indicaciones incorrectas del sistema de diagnóstico.

Por ello, antes de la comprobación o intento de reparación de cualquier elemento electrónico, debe verificarse el correcto estado de carga de la batería.

VERIFICACIÓN DE FUGAS DE COMPRESIÓN

A título de ejemplo, se expone una tabla con valores genéricos de presiones en motores de gasolina y Diesel. Si no se dispone de los datos del fabricante del motor, se pueden tomar éstos como valores medios. Los valores de la tabla corresponden a motor caliente o apagado no hace más de 20 minutos.

Lecturas de presiones superiores a las indicadas en la tabla o por el fabricante se deben atribuir a un exceso de suciedad por acumulación de carbonilla.

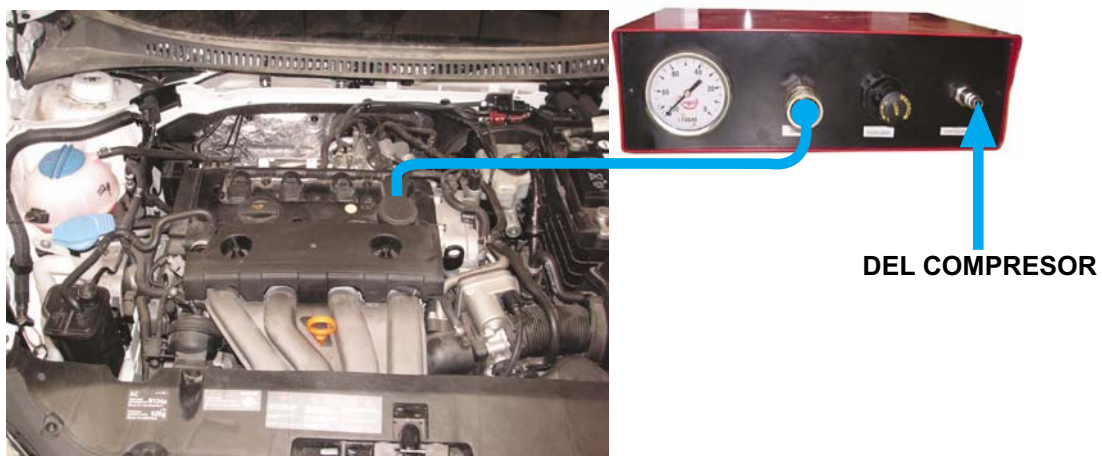
Lectura de presiones inferiores a los valores teóricos serán debidos a defecto de estanqueidad de aros, válvulas o culata. Los defectos de estanqueidad debidos a los aros desaparecen transitoriamente al introducir aceite en el cilindro. Los debidos a las válvulas persisten al hacer esta prueba. Antes de introducir aceite hay que desmontar el catalizador, para evitar su deterioro.

Para hacer una evaluación global, es necesario que todos los cilindros del motor den aproximadamente la misma presión.

Variaciones de presión superiores a 2 bar en motores de gasolina o 5 bar en Diesel, indican fallos de compresión que afectarán al funcionamiento regular del motor.

MOTORES DE GASOLINA		
RELACIÓN DE COMPRESIÓN	PRESIÓN MÍNIMA	PRESIÓN MÁXIMA
9	11	13
10	14	16
11	15	17
MOTORES DIESEL		
13	15	19,5
14	16,5	21,5
15	18	23,5
16	19,2	25,2
17	20,7	27
18	22,2	29
19	23,6	30,6
20	25	32,5
21	24,6	34,3
22	27,8	36
23	29,2	38
24	30,7	39,8

UTILIZACIÓN DEL COMPROBADOR DE FUGAS DE COMPRESIÓN



Mediante el comprobador de fugas, introducimos aire a presión en el cilindro por el orificio de la bujía y observamos por dónde sale en aire inyectado.

Para realizar la prueba correctamente, hemos de colocar el pistón del cilindro a comprobar en punto muerto superior y en tiempo de compresión. Es decir, con las dos válvulas cerradas.

El motor ha de estar caliente y bloqueado, con una velocidad puesta y el freno pisado, para que no se mueva del PMS. En la página siguiente se explica el diagnóstico en función de los resultados de la prueba.