

## Utilización del Osciloscopio para electromecánicos

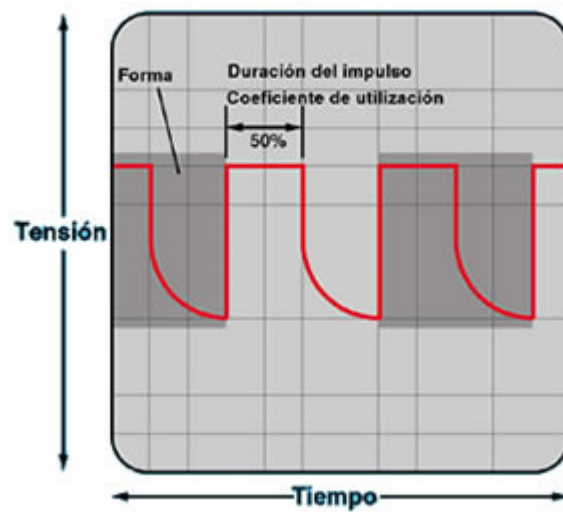
- Los multímetros digitales son un instrumento totalmente eficaz para la comprobación estática de circuitos y para casos en que los cambios de valores se producen de forma gradual, pero para las comprobaciones dinámicas y para la diagnosis de averías intermitentes, el osciloscopio es una herramienta muy poderosa.
- A diferencia de los osciloscopios analógicos utilizados para realizar pruebas de alta tensión del encendido, los osciloscopios digitales modernos incluyen una escala de tensión variable que permite visualizar tensiones bajas (normalmente de 0-5 V o de 0-12 V), así como una escala de tiempo graduable que permite mostrar cualquier forma de onda de manera óptima.
- La mayoría de los osciloscopios diseñados para uso en automoción son portátiles, por lo que resultan ideales para su uso en el taller. También se pueden utilizar en el interior del vehículo, durante la conducción, para capturar datos dinámicos.
- Normalmente, es posible almacenar las formas de onda y los datos relacionados en una memoria interna e imprimirlos o descargarlos posteriormente en un ordenador, para poder así estudiar en detalle todo el abanico de patrones de forma de onda.
- En la pantalla del osciloscopio se visualizan la amplitud, frecuencia, anchura de los impulsos, forma y patrón de la señal recibida mediante un gráfico de tensión (vertical) y de tiempo (horizontal).
- Es fácil de conectar (normalmente con sólo dos cables) y la velocidad de muestreo supera con creces al mejor de los multímetros digitales.
- Este tiempo de respuesta rápido permite la diagnosis de fallos intermitentes, al mismo tiempo que la observación del efecto de piezas que producen alteraciones en el sistema. Cuando es preciso, el tiempo de respuesta puede ser suficientemente lento como para mostrar señales tales como las emitidas por el sensor de posición del acelerador.
- Una vez diagnosticada y rectificada la causa de una anomalía, es posible verificar la reparación realizando una nueva prueba con el osciloscopio.
- También se puede utilizar el osciloscopio para comprobar el estado general de un sistema de gestión del motor equipado con un catalizador mediante la supervisión de la actividad del sensor de oxígeno.
- Los complejos sistemas electrónicos de gestión del motor incorporados en vehículos con catalizador están diseñados para mantener el nivel de la mezcla entre límites de tolerancia muy precisos de modo que el sensor de oxígeno pueda reaccionar ante pequeños cambios en el nivel de oxígeno del sistema de escape y enviar esta información al módulo de control del motor en forma de señal de tensión. Mediante la observación de la señal emitida por el sensor de oxígeno con un osciloscopio se puede detectar cualquier irregularidad en el funcionamiento general del sistema. La obtención de una forma de onda deseada es una indicación fiable de que todo el sistema funciona correctamente.
- Los osciloscopios disponibles en la actualidad son fáciles de conectar y utilizar, y permiten visualizar una traza en pantalla sin necesidad de contar con experiencia y conocimientos especializados. Para interpretar dicha traza puede servir de gran ayuda tomar como referencia las formas de onda típicas ilustradas en este capítulo.

### Formas de onda

Cada forma de onda del osciloscopio tiene uno o más de los siguientes parámetros:

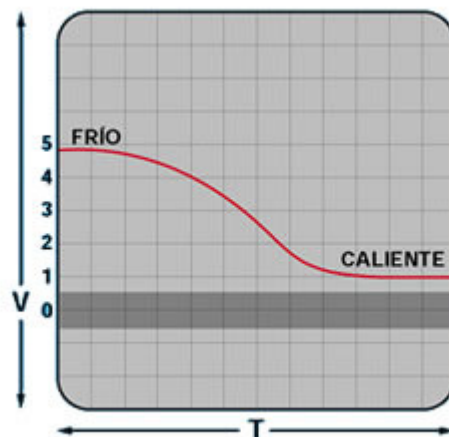
- Amplitud - tensión (V) La tensión de la señal en un determinado momento
- Frecuencia - ciclos por segundo (Hz)  
El tiempo entre puntos de la señal
- Anchura del impulso - coeficiente de utilización (%)  
El periodo de actividad de la señal - expresado como porcentaje (%) del total
- Forma - pico afilado, curva, dientes de sierra etc.  
La "imagen" general de la señal
- Patrón - formas repetidas  
El modelo de repetición de la forma general de la señal
- El osciloscopio mostrará todos estos parámetros en una pantalla y mediante la comparación de los oscilogramas del vehículo que se está comprobando con los ilustrados, se podrá establecer una valoración del estado de cada circuito y sus componentes.
- El oscilograma de un circuito o componente defectuosos normalmente tendrá una apariencia muy distinta a la de uno satisfactorio, simplificando de este modo la identificación.
- Los cinco parámetros anteriormente mencionados se pueden categorizar como sigue:

Parámetros de la forma de onda

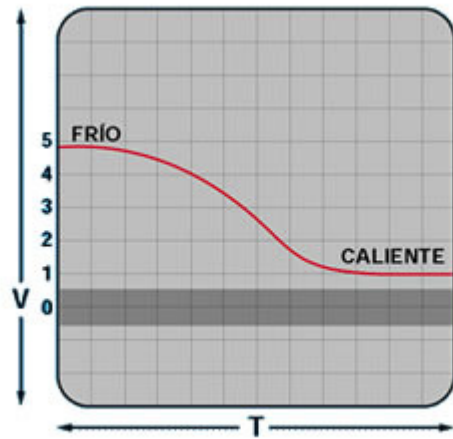


Señales de tensión de corriente continua (CC) - sólo amplitud  
Señales de tensión analógicas de componentes tales como:

- Sensor de temperatura del refrigerante del motor



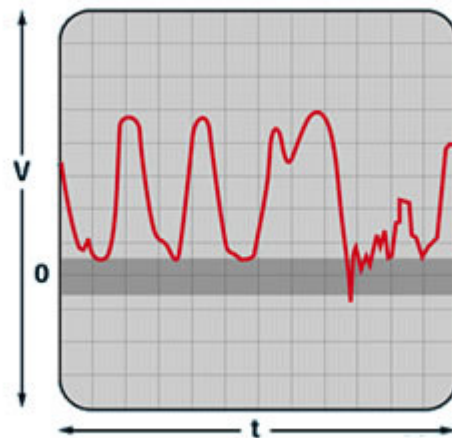
- Sensor de temperatura de aire de admisión



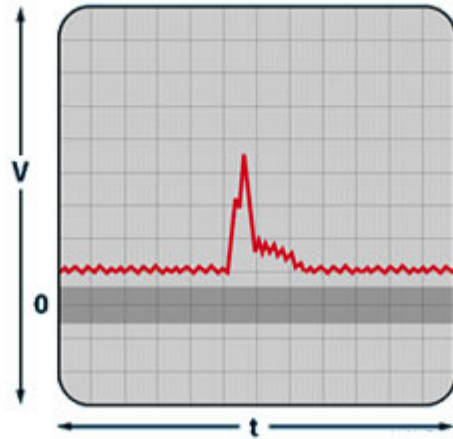
- Sensor de posición de la mariposa



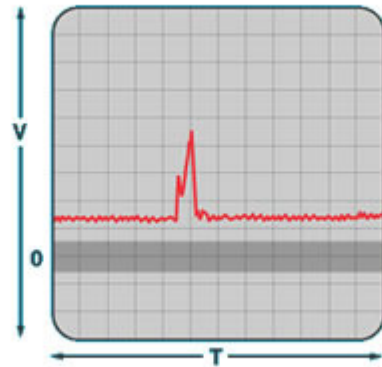
- Sensor calentado de oxígeno



- Sensor de flujo del volumen de aire



- Sensor de flujo de la masa de aire

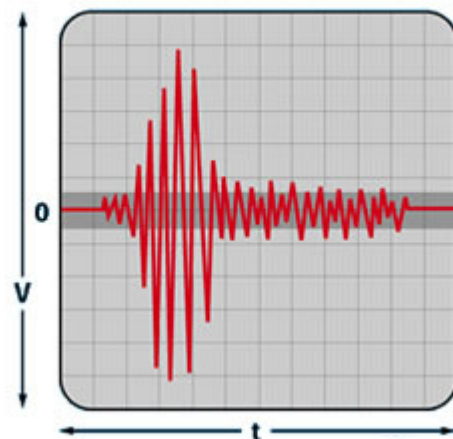


---

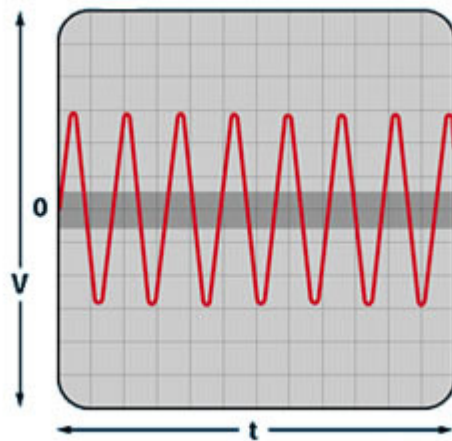
### Señales de tensión de corriente alterna (CA) - amplitud, frecuencia y forma

Las señales de tensión de corriente alterna son generadas por componentes como:

- Sensor de detonación



- Sensor de régimen del motor - tipo inductivo

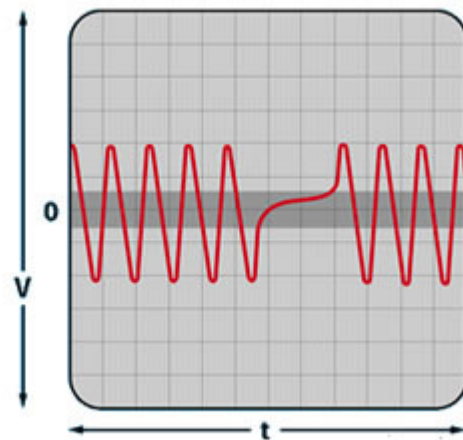


---

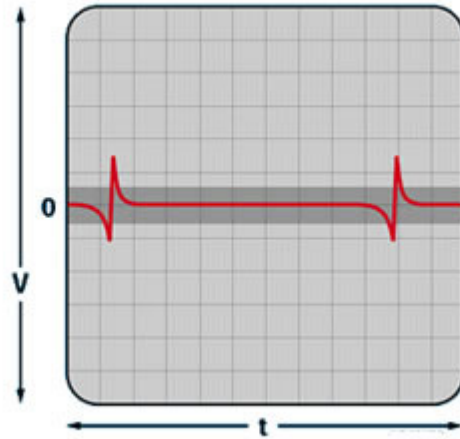
### Señales moduladas por frecuencia - amplitud, frecuencia, forma y anchura del impulso

Las señales moduladas por frecuencia son generadas por componentes como:

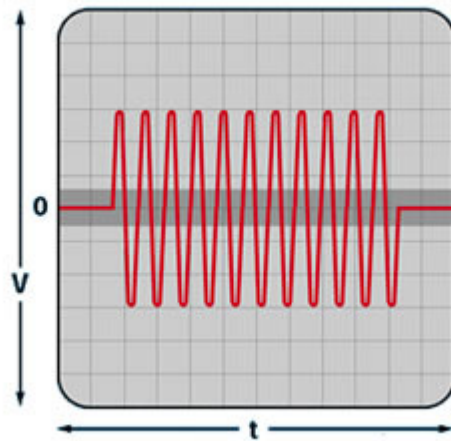
- Sensor de posición del cigüeñal - tipo inductivo



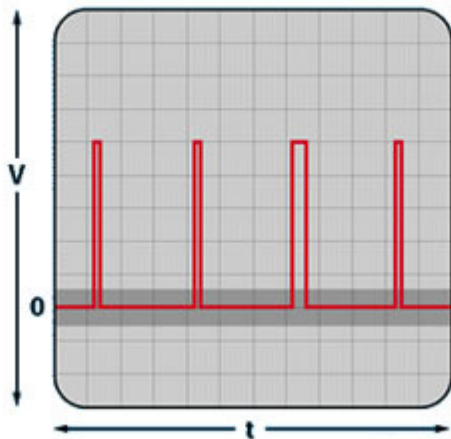
- Sensor de posición del árbol de levas - tipo inductivo



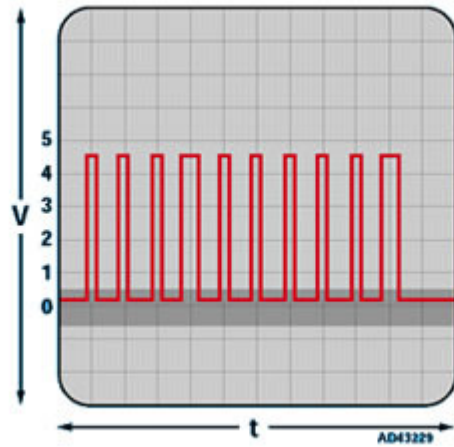
- Sensor de velocidad del vehículo - tipo inductivo



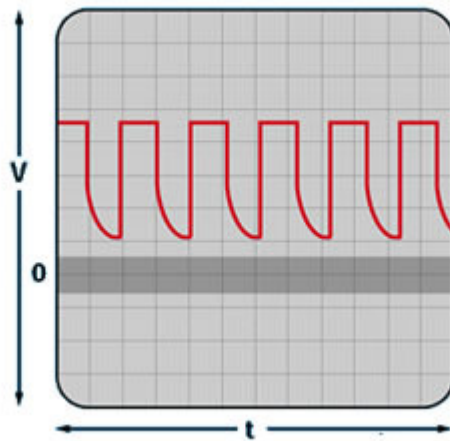
- Sensores de velocidad y posición de efecto Hall



- Sensores ópticos de velocidad y posición



- Sensores de flujo de masa de aire y presión absoluta del colector - tipo digital

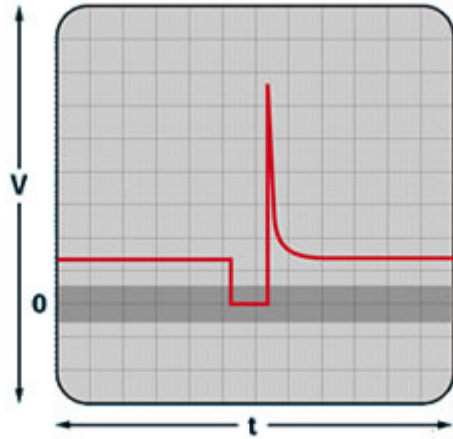


---

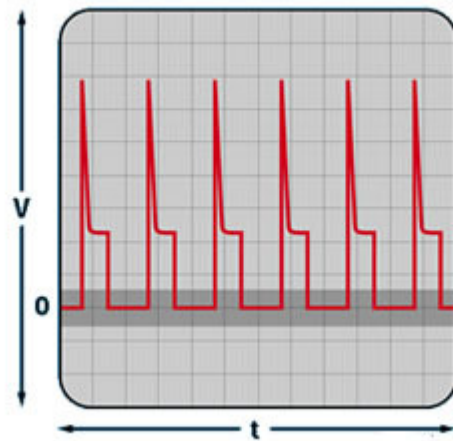
### Señales moduladas por anchura de impulso - amplitud, frecuencia, forma, anchura del impulso

Las señales moduladas por anchura del impulso provienen de componentes tales como:

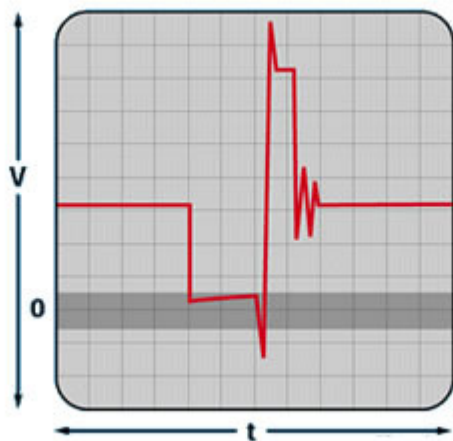
- Inyectores



- Dispositivos de control del aire de ralentí

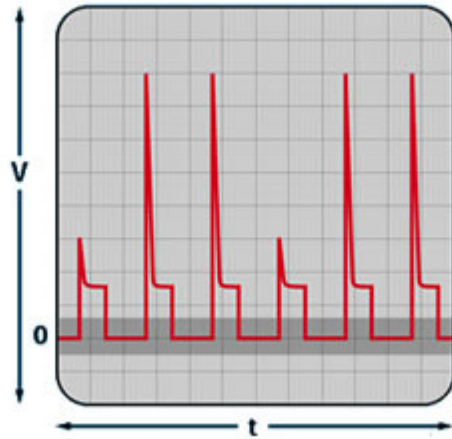


- Circuitos primarios de la bobina de encendido

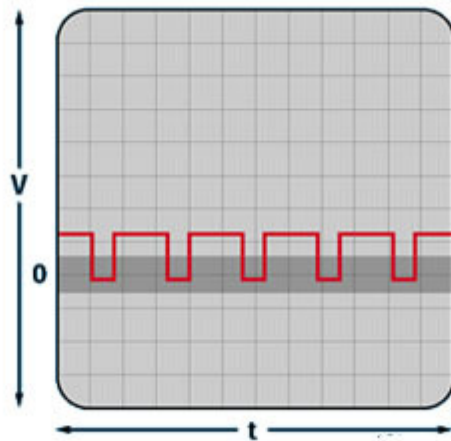


- Válvula de control de emisiones por evaporación





- Válvulas de recirculación de gases de escape

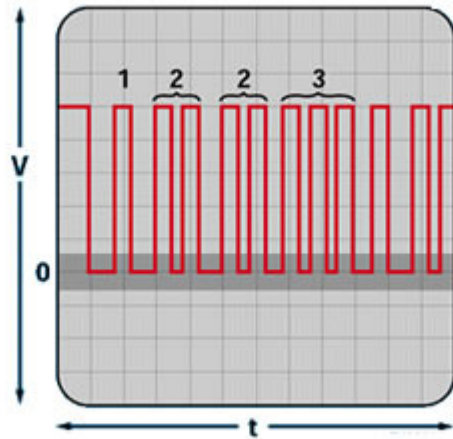



---

### Datos en serie - amplitud, frecuencia, forma, anchura del impulso y patrón

- Las señales de datos en serie se generan en el módulo de control del motor, si este dispone de la función de autodiagnóstico - Fig 21.
- La observación de la anchura del impulso, el patrón y la frecuencia permite contar los impulsos cortos en grupos e interpretarlos como un código de averías, en este caso el 1223.
- La amplitud y la forma son constantes, el patrón se repite hasta que se haya borrado el código de avería.

Forma de onda de los códigos de avería

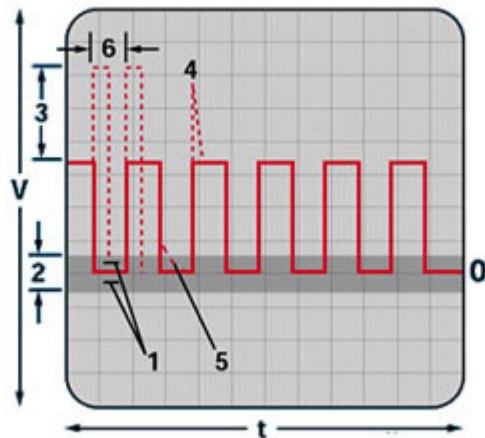


## Interpretación de las formas de onda

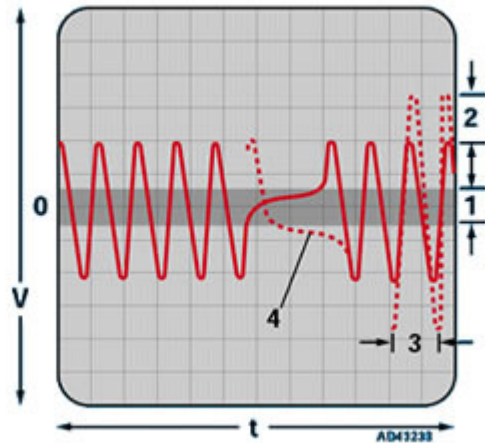
### Formas de onda típicas

- Los modelos de las formas de onda del osciloscopio pueden variar enormemente y dependen de muchos factores. Por lo tanto, antes de realizar una diagnosis o de cambiar un componente, se deben tener en cuenta los siguientes puntos cuando la forma de onda obtenida no parezca ser correcta en comparación con la forma de onda "típica".

### Forma de onda digital



### Forma de onda analógica



## Tensión

- Las formas de onda típicas indican la posición aproximada de la forma de onda en relación al valor de "rejilla nula", pero puede variar (Fig. "forma de onda digital" [1]) dependiendo del sistema bajo prueba y puede colocarse en cualquier posición dentro del "rango nulo" aproximado (Fig. "forma de onda digital" [2]) y (Fig "forma de onda analógica" [1]).
- La amplitud o altura total del modelo (la tensión) (Fig. "forma de onda digital" [3]) y (Fig. "forma de onda analógica" [1] [2]), dependerá de la tensión de funcionamiento del circuito.
- Para circuitos de corriente continua (CC) dependerá de la tensión conmutada, por ejemplo la tensión del dispositivo de control de ralentí será constante y no variará al cambiar el régimen del motor.
- Para circuitos de corriente alterna (CA) dependerá de la velocidad del generador de la señal, por ejemplo, la tensión de salida del sensor de posición del cigüeñal de tipo inductivo aumentará al incrementar el régimen del motor.
- Por lo tanto, si el oscilograma es demasiado alto (o si falta la parte superior), aumente la escala de tensión para obtener la imagen gráfica requerida. Si queda demasiado bajo, disminuya la escala de tensión.  
Algunos componentes de circuitos de accionamiento por solenoide, por ejemplo, los dispositivos de control de ralentí pueden mostrar picos transitorios de tensión (Fig. "forma de onda digital"[4]) al apagar el circuito. Esta tensión es generada por el componente y normalmente puede ignorarse.
- Algunos circuitos que tienen un tipo de onda cuadrada como forma de onda típica pueden mostrar un debilitamiento gradual de la tensión al final del periodo de conmutación (Fig. "forma de onda digital" [5]). Se trata de una característica de algunos sistemas y puede ignorarse normalmente, ya que no indica ningún fallo en sí.

## Frecuencia

- La anchura total del patrón (frecuencia) dependerá de la velocidad de funcionamiento del circuito.
- Las formas de onda típicas que se ilustran muestran la forma de onda vista con la escala de tiempo del osciloscopio, ajustada de forma que permita una observación detallada.
- En los circuitos de corriente continua (CC), la escala temporal dependerá de la velocidad a la que se conmuta el circuito (Fig. "forma de onda digital" [6]), por ejemplo, la frecuencia de un dispositivo de control de ralentí variará de acuerdo con la carga del motor.
- En circuitos de corriente alterna (CA) la escala temporal dependerá de la velocidad del generador de la señal (Fig. "forma de onda analógica" [3]), por ejemplo, la frecuencia de un sensor de posición del cigüeñal de tipo inductivo aumentará paralelamente al régimen del motor.
- Si el oscilograma aparece demasiado comprimido, disminuya la escala de tiempo para obtener la imagen requerida. Si es demasiado ancho, aumente la escala de tiempo.
- Si el oscilograma está invertido (Fig "forma de onda analógica" [4]), indica que el sistema bajo prueba tiene el componente conectado en la polaridad opuesta a la forma de onda típica que se muestra, por lo que puede ignorarse, ya que no indica un fallo en sí.

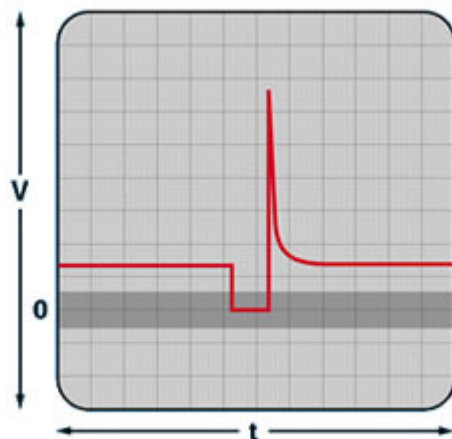
## Comprobación de componentes

- Se pueden mostrar formas de onda para una gran variedad de componentes. A continuación, se describen algunos de los más comunes.
- La mayoría de los osciloscopios modernos sólo llevan dos cables de prueba, que se pueden utilizar con una gran variedad de sondas intercambiables. El cable rojo es el positivo y normalmente es el que se conecta al terminal del módulo de control del motor. El cable negro es el negativo y normalmente está conectado a una buena masa.
- Si los cables se conectan por error con la polaridad errónea, normalmente la única consecuencia es que la forma de onda aparecerá invertida.

## Inyectores

- Todos los sistemas de inyección intermitente de control electrónico funcionan adaptando el tiempo de apertura de los inyectores a la cantidad de combustible suministrada en las distintas condiciones de funcionamiento del motor.
- La duración de los impulsos eléctricos del módulo de control del motor se mide en milisegundos (ms) y normalmente oscila entre 1 y 14. El osciloscopio de la mayoría de los comprobadores del motor se puede utilizar para mostrar el impulso del inyector, lo que permite medir la duración.
- Se muestra un oscilograma típico en la figura inferior ("forma de onda del inyector").
- Pueden aparecer una serie de impulsos menores, que mantienen el inyector abierto tras el impulso negativo inicial, y un pico transitorio de tensión positiva al cerrarse el inyector.
- Por lo tanto, es posible comprobar si la unidad de control funciona correctamente mediante la observación de los cambios producidos en los tiempos de apertura del inyector durante distintas condiciones de funcionamiento del motor.
- La duración del impulso durante el arranque y el ralentí frío será mayor que al ralentí caliente del motor, pero irá aumentando a medida que se incremente la carga del motor.
- Este efecto será especialmente evidente si pisa y se suelta el acelerador rápidamente varias veces seguidas.

Forma de onda del inyector



## Impulso del inyector

- Con una sonda fina, conecte la sonda de pruebas del osciloscopio al terminal del inyector del módulo de control del motor y una segunda sonda de pruebas a masa.
- Arranque el motor y compruebe la forma de onda.
- Ponga el motor en marcha y observe la forma de onda al ralentí.
- Abra la mariposa rápidamente para aumentar el régimen del motor a unas 3000 r.p.m.
- La medida de duración del impulso deberá aumentar durante la aceleración y después estabilizarse a un valor igual o ligeramente inferior al de ralentí.
- Cierre la mariposa rápidamente; el oscilograma deberá transformarse en una línea recta sin impulso,

lo que indica que se ha cortado la inyección (para sistemas con corte de inyección al sobrepasar una velocidad límite).

- Al arrancar el motor en frío, aumenta la cantidad requerida de combustible por lo que la duración del impulso o tiempo de parada será mayor.
- Durante el calentamiento, el periodo de inyección debe disminuir progresivamente hasta que el motor alcance la temperatura normal de funcionamiento.
- Los sistemas que no incorporan un inyector de arranque en frío, normalmente producen impulsos de inyector adicionales durante el arranque en frío, quedando reflejados en el oscilograma en forma de impulsos largos y cortos.

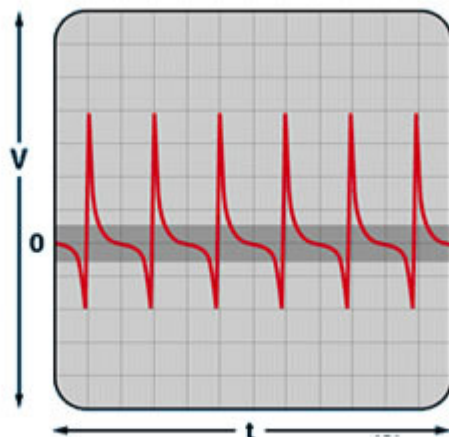
Duración típica de los periodos del inyector

<b>Estado</b>	<b>Duración</b>
2000-3000 r.p.m	1-6 ms
Ralentí	1-6 ms
Mariposa a plena carga	6-35 ms

### Sensores inductivos

- El procedimiento general es el siguiente:
- Seleccione el terminal del sensor de la tabla de datos de los terminales con la forma de onda de referencia.
- Conecte una sonda del osciloscopio al terminal del módulo de control del motor y la otra sonda a masa.
- Arranque el motor y observe las condiciones de la prueba.
- Compare el oscilograma con la forma de onda de referencia.
- Aumente el régimen del motor y observe el aumento de la tensión en pantalla (amplitud).

Forma de onda del sensor inductivo



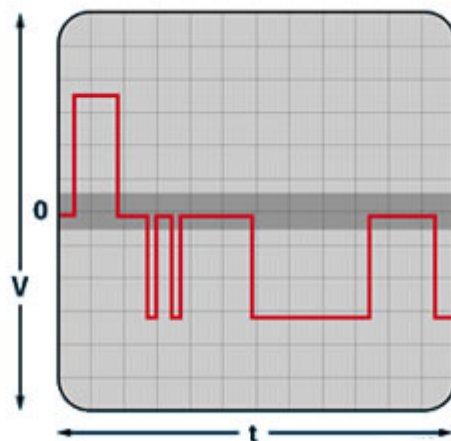
### Válvula de control del aire de ralentí

- Existen diferentes tipos de válvulas de control del aire de ralentí, cada uno con una forma de onda distinta.
- En cada caso, el coeficiente de utilización (o tiempo de funcionamiento) de la válvula debería aumentar cuando cualquier carga adicional del motor empiece a reducir el número de revoluciones al ralentí.
- Si varía el coeficiente de utilización, pero no se mantiene el régimen al ralentí bajo carga, existe una

válvula defectuosa.

- Si la forma de onda muestra una línea recta alrededor de la marca cero, o si la línea es constante al nivel de 5 ó 12 V, indica un fallo en el circuito de la válvula de control del aire de ralentí o en la señal de salida del módulo de control del motor.
- A continuación se describe el comúnmente utilizado motor paso a paso de 4 terminales. Las válvulas de control del aire de ralentí con dos y tres terminales se pueden probar de forma similar, pero obviamente, generarán formas de onda muy distintas.
- El motor paso a paso responde a una señal oscilante emitida desde el módulo de control del motor, lo que permite realizar pequeños ajustes en el número de revoluciones al ralentí, en respuesta a las variaciones de carga y temperatura de funcionamiento.
- Para comprobar esta señal de tensión, conecte la sonda de pruebas del osciloscopio a cada uno de los cuatro terminales del módulo de control del motor paso a paso, sucesivamente.
- Compruebe que el motor esté a la temperatura normal de funcionamiento.
- Arranque el motor y deje que se establezca el régimen al ralentí.
- Aumente la carga del motor encendiendo los faros, el aire acondicionado o girando el volante (sólo vehículos con dirección asistida).
- El número de revoluciones al ralentí deberá descender momentáneamente para estabilizarse, posteriormente, por la actividad de la válvula de control del aire de ralentí.
- Compare el oscilograma con la forma de onda de referencia (figura inferior).

Forma de onda de la válvula de control del aire de ralentí

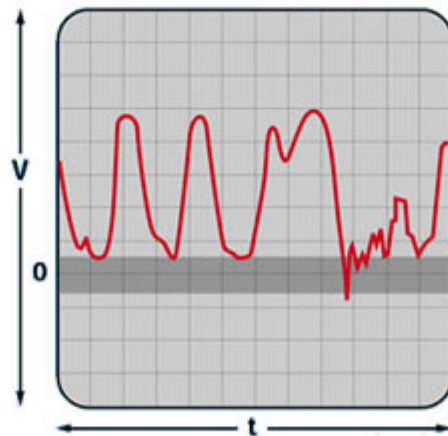


### Sensor de oxígeno

- Conecte las sondas de prueba del osciloscopio entre el terminal del módulo de control del motor del sensor de oxígeno y masa.
- Compruebe que el motor esté a la temperatura normal de funcionamiento.
- Compare el oscilograma con la forma de onda de referencia (ver fig inferior).
- Si el oscilograma no muestra una forma de onda sino una línea recta, normalmente significa que la mezcla es pobre si la tensión es de 0-0,15 V aproximadamente, o una mezcla rica si la tensión es de unos 0,6-1 V - consulte los manuales de Inyección gasolina/Gestión del motor de Autodata o el CD2 para más información sobre las posibles causas de esta condición.
- Si la forma de onda es satisfactoria al ralentí, abra la mariposa brevemente varias veces seguidas.
- La forma de onda debe mostrar la tensión de la señal 'oscilando' entre 0-1 V aproximadamente.
- El aumento de la tensión corresponde al aumento del régimen del motor y la disminución de la tensión a la disminución del régimen del motor.

NOTA: las siguientes cifras de tensión se refieren al sensor de oxígeno de tipo circonio utilizado casi de forma universal, sin referencia de control de 0,5 V. Algunos modelos recientes llevan un sensor de titanio que tiene una gama de funcionamiento de 0-5 voltios y muestra una señal de alta tensión con una mezcla pobre y una señal de baja tensión con una mezcla rica.

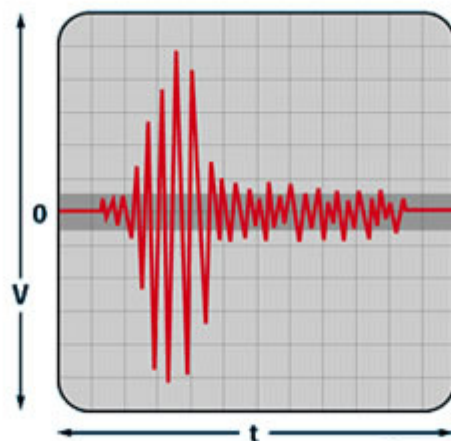
Forma de onda del sensor de oxígeno



### Sensor de detonación

- Conecte las sondas de prueba del osciloscopio entre el terminal del módulo de control del motor del sensor de detonación y masa.
- Compruebe que el motor esté a la temperatura normal de funcionamiento.
- Abra la mariposa brevemente.
- La forma de onda debe mostrar una señal de corriente alterna con un aumento de amplitud considerable (ver fig inferior).
- Si esta señal no aparece de forma clara, golpee ligeramente el bloque motor en la zona del sensor.
- Si la señal sigue sin ser satisfactoria, significa que existe un fallo del sensor o del circuito correspondiente.

Forma de onda del sensor de detonación



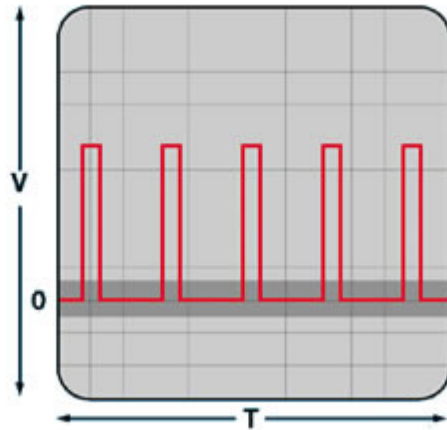
### Amplificador del encendido

- Conecte las sondas de prueba del osciloscopio entre el terminal del módulo de control del motor del amplificador del encendido y masa.
- Compruebe que el motor esté a la temperatura normal de funcionamiento.
- Arranque el motor y déjelo al ralentí.
- La señal debe mostrar un impulso de tensión de corriente continua digital.
- Compare el oscilograma con la forma de onda de referencia (ver fig inferior).
- Si la señal es satisfactoria, la tensión, frecuencia y forma de cada impulso deben corresponderse en

gran medida.

- Aumente el régimen del motor y compruebe que la frecuencia de la señal aumenta proporcionalmente a las r.p.m. del motor.

Forma de onda del amplificador del encendido



### Bobina de encendido - primaria

- Conecte las sondas de prueba del osciloscopio entre el terminal del módulo de control de la bobina de encendido y masa.
- Compruebe que el motor esté a la temperatura normal de funcionamiento.
- Arranque el motor y déjelo al ralentí.
- Compare el oscilograma con la forma de onda de referencia (ver fig. inferior).
- Los picos de tensión positiva deben ser de la misma amplitud más o menos.
- Si hay diferencias de amplitud notables, estas pueden indicar una alta resistencia en el circuito secundario o un fallo de la bujía o del cable de alta tensión (si procede).

Forma de onda de la bobina de encendido

