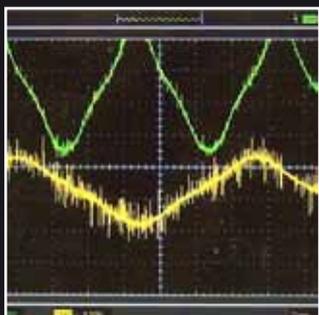
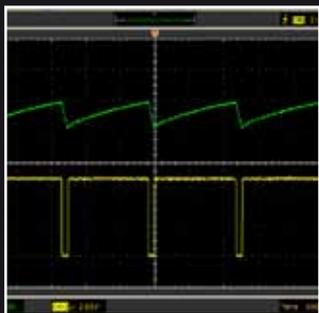




# Tu Taller Mecánico

## Diagnóstico y reparaciones automotrices con osciloscopio



- \* Los controles del osciloscopio
- \* Cómo interpretar los oscilogramas
- \* Pruebas a sensores y actuadores
- \* Mediciones en el bus CAN
- \* Identificación de fallas con osciloscopio

Ing. Leopoldo Parra Reynada,  
en colaboración con  
Ing. Enrique Fragoso Martínez

Incluye  
guía de formas  
de onda

En los videos se incluyen  
procedimientos en vivo

Clave: TM8

No. 8



MANUAL  
COMBO





## IMPORTANTE:



El presente manual requiere la consulta de una serie de videos que se van citando a medida que avanzan los temas. A su vez, los videos están alojados en nuestros servidores, y para acceder a ellos se necesita la misma clave de acceso con la que abrió este archivo PDF. Por supuesto, es necesario estar conectado a Internet.

A medida que avance la lectura, se le pedirá que vea algún video que complementa las explicaciones o que muestra alguna demostración práctica. Haga clic en la ventana respectiva y acepte que se despliegue la página de videos en su navegador, e ingrese la clave. Es muy sencillo.



Tome en cuenta que su clave es única e intransferible. No puede ser utilizada por dos usuarios, porque el sistema automático de rastreo de claves puede bloquearla, y su reactivación tiene un costo adicional.

Usted puede ver los videos cuantas veces lo requiera, y también puede imprimir este manual si lo desea para facilitar su lectura.

# Tu Taller Mecánico

## Diagnóstico y reparaciones automotrices con osciloscopio

Clave: TM8

### Manual combo

Este manual se complementa con una serie de videoclips que se pueden consultar en DVD o en línea, en el sitio



## CRÉDITOS

**Dirección general del proyecto:**  
Felipe Orozco Cuautle

**Autores:**  
Ing. Leopoldo Parra Reynada  
Ing. Enrique Fragoso Martínez

**Asesoría técnica:**  
Téc. Enrique Fragoso Salinas

**Coordinación editorial:**  
Susana Islas Robles

**Realización y edición de video:**  
Susana Islas Robles

**Locución:**  
Francisco Orozco Aponte

**Diseño gráfico:**  
Susana Silva Cortés

**Preprensa:**  
Norma Sandoval Rivero

**Corrección de estilo:**  
Eduardo Mondragón Muñoz  
Felipe Orozco Cuautle

**Captura y apoyos editoriales:**  
Guadalupe Islas Robles

Todas las marcas y nombres registrados que se citan en esta obra, son propiedad de sus respectivas compañías. Aquí sólo se citan con fines didácticos y sin ningún propósito comercial de los nombres y marcas como tales.

Los editores de esta obra no se responsabilizan por posibles daños en algún equipo o vehículo, derivados de la aplicación de la información aquí suministrada. El lector es responsable de la manera en que usa esta información.

© Derechos registrados. Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra, por cualquier medio, sea informático, impreso o cualquier otro sistema.

1ª edición. Octubre de 2013

Una obra editada por:  
CRED, Tecnología para el Trabajo Profesional, S.A. de C.V.  
Joaquín Amaro No. 3, Ozumbilla  
Tecámac, Estado de México 55760  
Tel. (0155) 36 12 04 74  
ventas@tutallermecanico.com.mx  
www.ttmautomotriz.com.mx

Agradecemos el apoyo especial de:



Servicio Automotriz Fragoso  
[www.serviciofragoso.mx](http://www.serviciofragoso.mx)

# Índice

## APLICACIÓN DEL OSCILOSCOPIO EN LA REPARACIÓN AUTOMOTRIZ

### Capítulo 1

#### El osciloscopio y las formas de onda

¿Qué es y para que nos sirve el osciloscopio?.....	5
Tipos de osciloscopios.....	7
Prestaciones de un osciloscopio.....	8
¿Qué es una forma de onda?.....	9
Oscilogramas en el automóvil.....	12

### Capítulo 2

#### Los controles del osciloscopio

Un osciloscopio y una señal de referencia.....	14
Controles relevantes de la sección vertical.....	18
Controles relevantes de la sección horizontal.....	21
La sección de disparo de señal.....	22
Comparación entre un osciloscopio de escritorio y uno de interfaz.....	25
Mediciones automáticas.....	26
Ciclo de trabajo (Duty cycle).....	30
Otros controles.....	31

### Capítulo 3

#### Pruebas a sensores con osciloscopio

Sobre los sensores en el vehículo.....	32
Sensor de flujo de aire.....	32
Sensor de posición del árbol de levas.....	35
Sensores del cuerpo de aceleración.....	35
Pedal del acelerador.....	38
Sensor ABS.....	40

### Capítulo 4

#### Prueba de actuadores con osciloscopio

Tipos de actuadores en un automóvil.....	44
Prueba de los pulsos de ignición.....	44
Prueba de los pulsos de inyectores.....	45
Prueba de la válvula IAC.....	47
Otras mediciones.....	49

### Capítulo 5

#### Prueba del CAN-Bus con osciloscopio

El bus de comunicación CAN.....	51
La necesidad de una comunicación en red.....	51
El funcionamiento general del bus CAN.....	53
La forma de onda del bus CAN.....	53

### Capítulo 6

#### El osciloscopio en la práctica

El multímetro, el escáner y el osciloscopio.....	57
Algunos ejemplos de formas de onda.....	58
Otras opciones del osciloscopio.....	58

Glosario de términos.....	62
---------------------------	----

# Introducción

Un osciloscopio es un instrumento que nos permite realizar diagnósticos más rápidos y certeros, pero su uso requiere dedicación, práctica y hasta una buena dosis de paciencia; sobre todo porque implica un buen manejo de los conceptos básicos de electrónica y del funcionamiento de los diferentes sistemas de un vehículo, destacando, por supuesto, el motor de ciclo Otto de 4 tiempos. En otras palabras, se requieren sólidas bases en Autotrónica.

Con este manual, pretendemos llevarlo paso a paso hacia la comprensión cabal de este poderoso instrumento. Para ello, haremos un reconocimiento general de qué es un osciloscopio, para qué nos sirve, cuáles son los tipos de osciloscopios que hay en el mercado, qué son los oscilogramas y otros temas.

También estudiaremos en detalle sus controles y realizaremos pruebas en sensores, actuadores y en el CAN-Bus. Y al respecto, es importante que vaya consultando los videos a los que van remitiendo los temas, pues son indispensables para la comprensión de las explicaciones. De hecho, no se pueden omitir.

Los principales temas de este manual combo son:

- ¿Qué es y para que nos sirve el osciloscopio?
- ¿Qué es una forma de onda?
- Oscilogramas en el automóvil
- Manejo de los controles del osciloscopio
- Pruebas en sensores, actuadores y en el CAN-Bus
- Prestaciones adicionales del osciloscopio

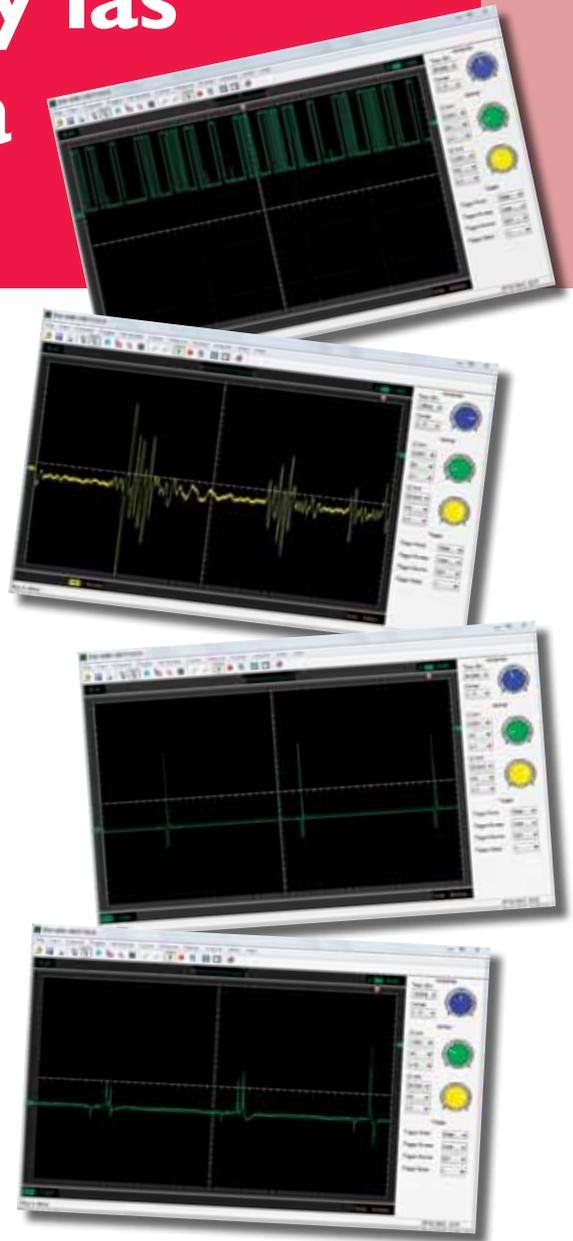
Conforme usted avance, se irá convenciendo de las grandes ventajas de este instrumento en el diagnóstico automotriz. Si usted lo usa y lo aplica bien, tendrá grandes beneficios y se distinguirá como un especialista automotriz muy competente, con todo lo que esto conlleva.

# El osciloscopio y las formas de onda

Un osciloscopio ofrece amplias posibilidades en el diagnóstico, pero su manejo y aplicación representa al técnico automotriz un esfuerzo, pues implica aprender conceptos del medio electrónico, interpretar parámetros y, en general, tener que razonar de una manera distinta a como está acostumbrado.

Justamente, con este manual pretendemos llevarlo paso a paso hacia la comprensión cabal de este poderoso instrumento. Específicamente, en el capítulo 1 haremos un reconocimiento general de qué es un osciloscopio, para qué nos sirve, cuáles son los tipos de osciloscopios que hay en el mercado, que son los oscilogramas y otros temas que sentarán la base para los capítulos posteriores.

Conforme usted avance, se irá convenciendo las grandes ventajas de este instrumento en el diagnóstico automotriz.



## ■ ¿Qué es y para que nos sirve el osciloscopio?

El osciloscopio es un instrumento que permite observar en una pantalla el comportamiento de una señal eléctrica en el tiempo.

Los sensores y actuadores trabajan con señales que varían en el tiempo y, en diversos casos, cambian a tal velocidad que es casi imposible medirlas con multímetro digital. Un ejemplo típico son los pulsos de los inyectores.

En este caso, se tiene una señal normalmente cercana a 12V o a 15V (rangos de operación de la batería o del alternador); y cada vez que un inyector se activa, dicha señal toma un nivel bajo, cercano a 0V. Pero este pulso dura apenas unos cuantos milisegundos, y un multímetro no puede reaccionar con la velocidad suficiente como para mostrarlo en pantalla; y aunque pudiera hacerlo, sería tan rápido que no lo percibiríamos.

Precisamente, el osciloscopio nos permite observar cambios en señales que duran apenas unas fracciones de

**Figura 1.1**

En la práctica el multímetro y el osciloscopio son instrumentos complementarios, cada uno con sus aplicaciones específicas. Pero el hecho es que no le podemos pedir al multímetro lo que ofrece el osciloscopio.

- : Un multímetro nos permite conocer si hay voltaje o no
- : en un componente y cuál es su valor; qué corriente
- : circula por un cierto circuito; la resistencia de algún
- : dispositivo; la impedancia entre dos puntos, etc.



**Multímetro**

**Vs.**

**Osciloscopio**



Característica	Multímetro	Osciloscopio
Medición de voltaje (AC-DC)	*	*
Medición de corriente (AC-DC)	*	
Medición de resistencia	*	
Medición de frecuencia	Algunos	*
Otras mediciones (diodos, Hfe, temperatura, etc.)	*	
Medición de ciclo de trabajo		*
Medición de polaridad DC		*
Medición de rizo en líneas de alimentación		*
Medición de voltaje pico a pico		*
Visualización de formas de onda		*
Posibilidad de estudiar fenómenos transitorios		*
Comparación de dos señales simultáneas		Casi todos
Almacenamiento de mediciones	Algunos	Algunos
Análisis de señales digitales		*
Portabilidad	Muy alta	Depende del modelo
Precio	Bajo y medio, dependiendo de las prestaciones	Medio y alto, dependiendo de las prestaciones

segundo, con el propósito de realizar un diagnóstico al dispositivo o al circuito asociado a dichas señales. Figura 1.1.

Y aunque un osciloscopio permite medir cualquier señal eléctrica del vehículo, su uso se justifica principalmente en señales complejas y que cambian rápidamente, como ya mencionamos. Pero como los automóviles cada vez incluyen circuitos de control electrónicos más avanzados, que producen señales complejas, el osciloscopio ya es indispensable en el taller mecánico.

Y precisamente, a la representación gráfica de una señal se le denomina “forma de onda” u “oscilograma”. Figura 1.2.

### Tipos de osciloscopios

Son varios tipos de osciloscopios que se pueden adquirir, dependiendo de las necesidades del taller y del presupuesto (figura 1.3). Los principales son:

- Osciloscopios de mano. Son instrumentos de alta portabilidad; hay aparatos con prestaciones limitadas y también con funciones avanzadas.
- Osciloscopios para PC (interfaces). Se conectan a la computadora a través del puerto USB y requieren que

Figura 1.2



### La representación gráfica de una señal eléctrica

Así como el electrocardiograma es una representación gráfica de la actividad eléctrica del corazón, un oscilograma es la representación gráfica de las fluctuaciones de una señal eléctrica.

Figura 1.3

### Algunos tipos de osciloscopios



Osciloscopio automatizado

Multímetro con osciloscopio

Osciloscopio portátil

PortaScope 22, mini osciloscopio portátil

TTM Scope 2, osciloscopio para PC (interface)

se cargue un programa. No cuentan con pantalla propia pero ofrecen prestaciones avanzadas, gracias al poder de procesamiento de la computadora. Suelen ser baratos.

- **Osciloscopio-generador de señales.** Estos aparatos incluyen en su programación las principales señales de los sensores y actuadores de una gran cantidad de autos; por lo que no es necesario tener la referencia de la forma de onda normal del dispositivo a diagnosticar. Es decir, incorporan grandes “librerías” de formas de onda.

Son equipos dedicados para el taller automotriz; son más costosos que las interfaces y no son tan pequeños como los osciloscopios de mano.

También hay otro tipo de osciloscopios que vale la pena mencionar: de escritorio (como los que se usan en los laboratorios de reparación de computadoras automotrices) y combinados (por ejemplo, multímetro con osciloscopio o escáner con osciloscopio).

## ■ Prestaciones de un osciloscopio

Hasta hace algunos años, se fabricaban osciloscopios analógicos y osciloscopios digitales. Ahora los digitales han desbancado a los analógicos, por ser más económicos y flexibles; por lo tanto, todas las explicaciones subsecuentes se referirán a osciloscopios de tipo digital.

### **Opción de autoajuste**

Los osciloscopios digitales pueden realizar mediciones de forma automática. Esto le facilita el trabajo al usuario; si, por ejemplo, no comprende bien la cuestión de las divisiones y las escalas en pantalla, simplemente puede colocar un par de cursores en los puntos entre los que desea hacer la medición y en la pantalla se indicará el voltaje, la fre-

cuencia o el valor que desea medir. De hecho, la opción de autoajuste es fundamental.

### **Ancho de banda**

Es la frecuencia máxima de señal que el aparato puede manejar; normalmente, está dada en millones de ciclos por segundo (megahertz o MHz).

Cuanto mayor es este valor, más son las señales que pueden analizarse. Sin embargo, en el taller automotriz pocas veces se requiere medir una frecuencia de más de 1 MHz; aunque siempre es preferible no estar limitados por el ancho de banda.

### **Frecuencia de muestreo**

Es un factor estrechamente relacionado con el anterior. Para digitalizar adecuadamente una señal, se requiere que su frecuencia de muestreo sea de poco más del doble de la frecuencia máxima que puede manejar.

Entonces, si un osciloscopio tiene una “frecuencia de muestreo de 50MSa/s”, significa que el ancho de banda que maneja está en el rango de los 20 MHz.

### **Resolución**

Se mide en bits por muestra. Cuantos más bits se empleen para digitalizar una señal, más parecida o fiel será con respecto a la señal original. Figura 1.4.

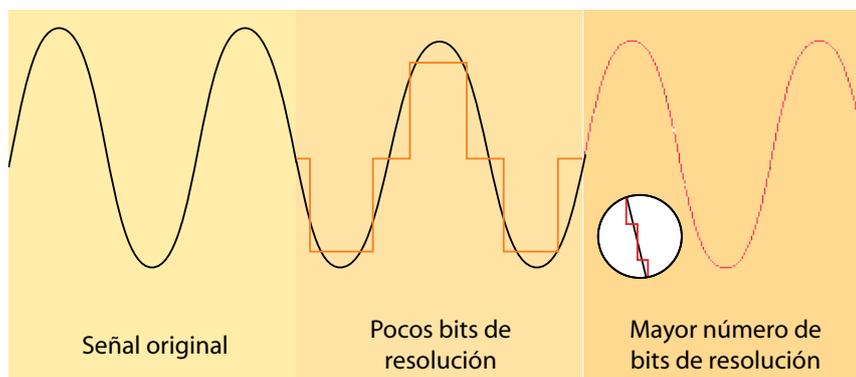
Normalmente, encontramos osciloscopios de 8 o de 12 bits; pero también hay de mayor resolución. El rango de 8 bits suele ser suficiente para visualizar adecuadamente a la mayoría de las señales.

### **Número de canales**

Es la cantidad de señales que pueden verse al mismo tiempo en la pantalla del aparato. Existen osciloscopios de 1

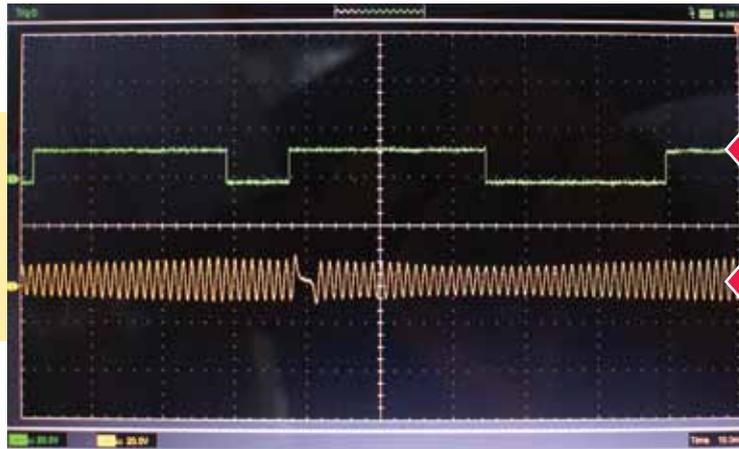
**Figura 1.4**

Cantidad de bits por muestra



**Figura 1.5**

Pantalla de osciloscopio de dos canales; puede mostrar dos señales, en este caso de dos sensores.



Señal del sensor de árbol de levas (de tipo Hall)

Señal del sensor de cigüeñal (de tipo magnético)

canal, de 2 canales (que son los más comunes), de 4, 8 y hasta más. Figura 1.5.

Cuanto más entradas tenga el aparato, mayor cantidad de mediciones podrá realizar simultáneamente. Se recomienda que sea de por lo menos dos canales; aunque incluso un equipo de un solo canal es bastante útil.

### Rangos de medición

En este caso, se está hablando de las señales mínimas y máximas que puede manejar el equipo, tanto en voltaje como en tiempo.

Se recomienda que estos rangos sean lo más amplios posibles, para darle mayor versatilidad al equipo. Se podría considerar como un rango adecuado de 20 volts/div (menos sensible) a 5mV/div (más sensible).

### Cursores de medición

Normalmente, los osciloscopios digitales cuentan con cursores que facilitan la medición de las señales. Y lo único que tiene que hacer el usuario, es colocar esos cursores en ciertos puntos de la señal; con esto, de modo automático, el aparato indicará los valores de voltaje, frecuencia, periodo, etc.

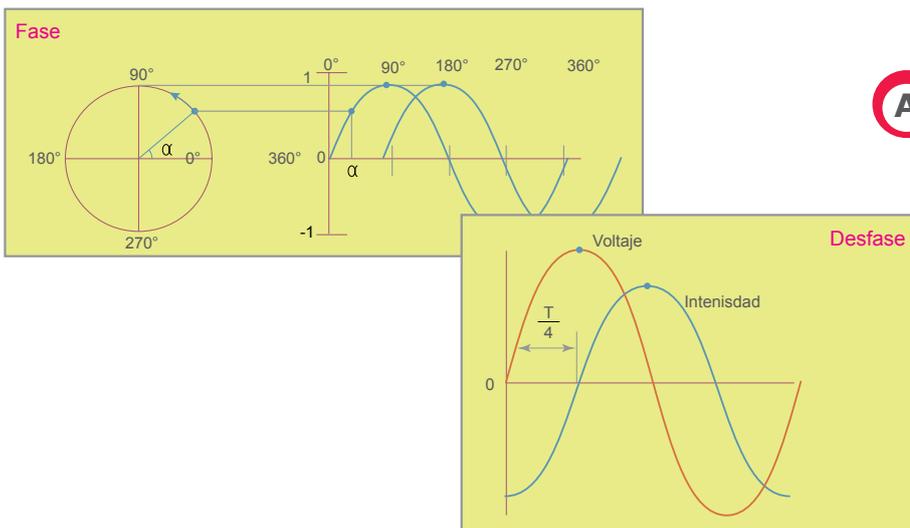
### ■ ¿Qué es una forma de onda?

#### Definición

Un oscilograma o forma de onda es una representación gráfica (mediante un esquema de coordenadas) del comportamiento de una señal en el tiempo. Su duración es graficada en el eje horizontal (X), y su amplitud en el eje vertical (Y).

**Figura 1.6**

### Parámetros de una forma de onda

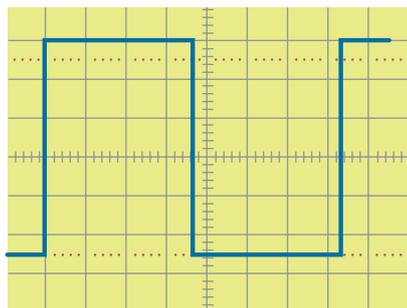


### A Fase

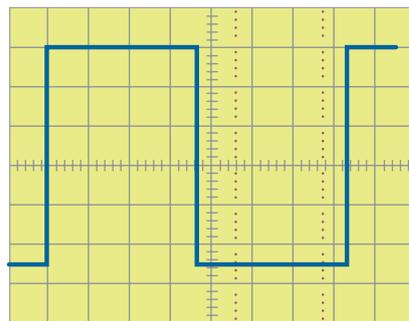
Cuando se comparan entre sí dos señales senoidales de la misma frecuencia, puede ocurrir que no estén en fase; es decir, que no coincidan en el tiempo los puntos equivalentes de ambas señales. Y entonces, se dice que están desfasadas o que hay un retraso entre una señal y otra.

Figura 1.6

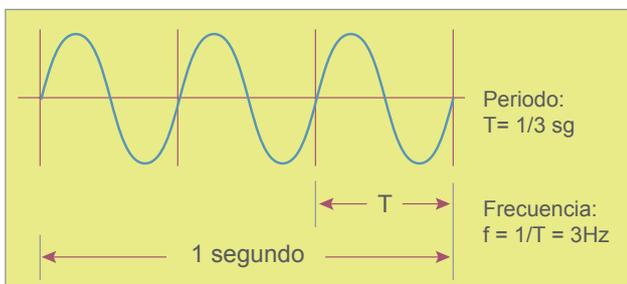
## Parámetros de una forma de onda



Se utilizan líneas verticales para ubicar la amplitud de una onda



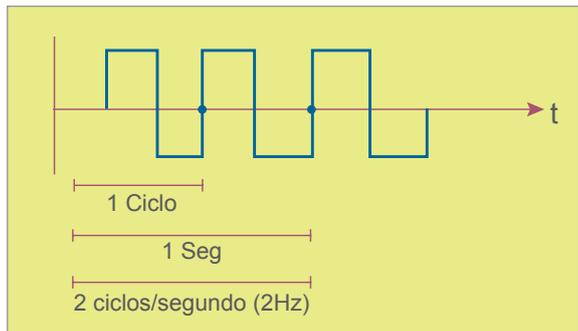
Se utilizan líneas verticales para ubicar el inicio y el fin del ciclo de onda



Señal de 3 Hz (ciclos por segundo)

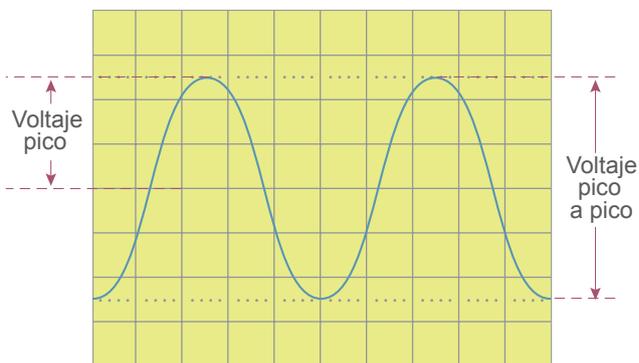
### B Frecuencia

Es el número de veces por segundo que una onda pasa por un determinado punto. Se trata, entonces, del número de ciclos completos por unidad de tiempo de cualquier señal eléctrica. La frecuencia se mide en Hertz o Hercios ( $\text{Hz} = \text{ciclos por segundo}$ ). Un KHz equivale a 1,000 (mil) ciclos por segundo; y un MHz, a 1,000,000 (un millón) de ciclos por segundo.



### C Periodo

Es el tiempo en que una señal eléctrica completa un ciclo o una oscilación: milisegundos (milésimas de segundo) o microsegundos (millonésimas de segundo).



### D Amplitud (o voltaje)

La amplitud representa el valor más grande que una onda puede alcanzar. Es lo que se conoce como voltaje pico a pico ( $V_{pp}$ ), o sea, la suma de los dos valores pico de una corriente: el valor del sentido ascendente o positivo, y el valor descendente o negativo.

Estas formas de onda proporcionan valiosa información sobre la señal eléctrica, porque en cualquier momento podemos verificar su altura y anchura, y determinar entonces si el dispositivo o circuito asociado están trabajando adecuadamente.

De hecho, podemos establecer una comparación entre un oscilograma y un encefalograma o un electrocardiograma.

### Parámetros de una forma de onda

¿En qué debemos fijarnos para determinar si la señal es correcta o si está indicando que hay algún problema?

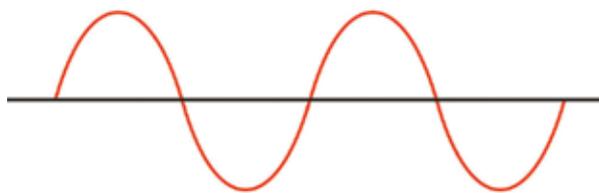
En sentido estricto, un osciloscopio puede medir solamente dos valores básicos: **voltaje** y **tiempo**. Pero a partir de ellos, podemos conocer otros parámetros de una señal: frecuencia, periodo, amplitud y fase. De hecho, estos cuatro parámetros son los que deben considerarse para la interpretación y análisis de señales. Figura 1.6.

### Medición de parámetros

Supongamos una señal sencilla, como la que se muestra en la figura 1.7. ¿Qué nos interesa saber de dicha señal? Diversos parámetros, como los que mencionaremos en-

Figura 1.7

### Señal senoidal típica



seguida; tome en cuenta las señales correspondientes de la figura 1.8:

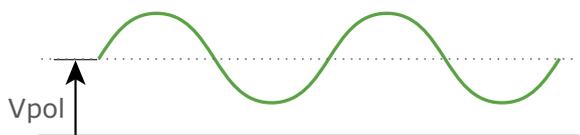
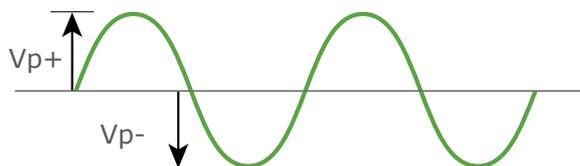
- A) Quizá, su voltaje en la porción positiva o en la porción negativa ( $V_p$ ).
- B) El voltaje total de la señal desde su punto mínimo hasta su punto máximo ( $V_{pp}$ ).
- C) También podríamos estar interesados en conocer si la señal está montada sobre un voltaje de corriente directa ( $V_{pol}$ ).

Figura 1.8

### Medición de parámetros de una forma de onda

#### Voltaje pico ( $V_p$ )

Es el valor máximo que alcanza la señal, y puede ser un voltaje positivo ( $V_{p+}$ ) o negativo ( $V_{p-}$ ).



#### Componente de CD o de polarización ( $V_{pol}$ )

Hay ocasiones en que una señal está "montada" sobre un voltaje de DC; en tal caso, se puede medir este valor de DC por medio del osciloscopio, midiendo el voltaje entre la línea de referencia y el punto medio de la señal.

#### Voltaje pico a pico ( $V_{pp}$ )

Es la suma del valor pico positivo y el negativo; esto es, es el voltaje que hay entre el punto más alto y el más bajo de la señal.

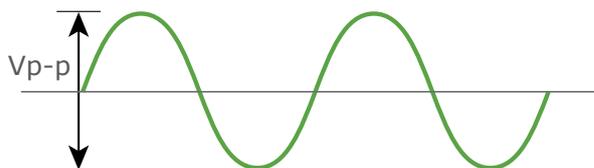
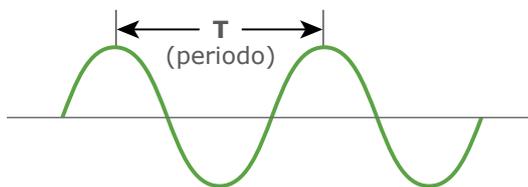


Figura 1.8

## Parámetros de una forma de onda



### Periodo (T)

Es el tiempo transcurrido entre dos puntos idénticos de la señal. Con este valor se puede calcular la frecuencia de dicha señal, simplemente haciendo la operación  $1/T$ .

### Ciclo de trabajo

En señales cuadradas, es la relación entre el tiempo que la señal está en nivel alto y el tiempo total del periodo de la señal, y se mide en porcentaje.

Por ejemplo, en esta figura se muestran dos señales con distinto ciclo de trabajo; vea que en la primera el pulso en "alto" es delgado, mientras que en la segunda este pulso es mucho más ancho, pero la frecuencia de la señal es la misma en ambas. Evidentemente, la segunda tendrá un ciclo de trabajo mayor que la primera.

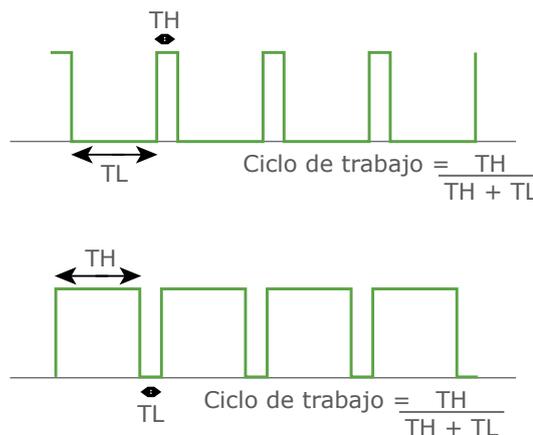
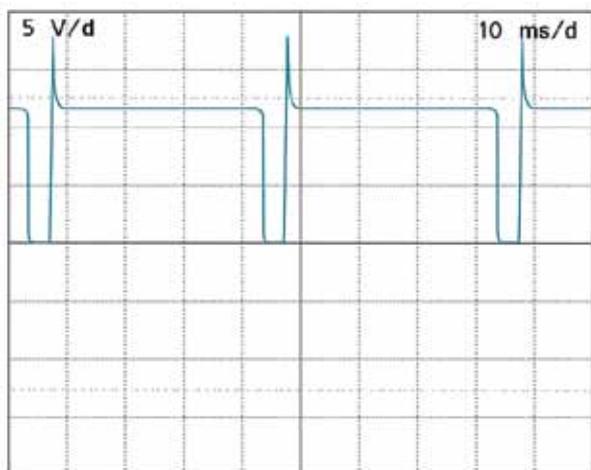


Figura 1.9

## Señal en la pantalla del osciloscopio



D) Si hablamos de tiempos, se puede medir el periodo de la señal, es decir, el tiempo que tarda en repetirse un ciclo (**T**). Y a partir de éste, puede deducirse la frecuencia de dicha señal.

E) También podría interesarnos el lapso en que una señal pulsante se mantiene en su valor máximo contra el tiempo total del periodo (**ciclo de trabajo**).

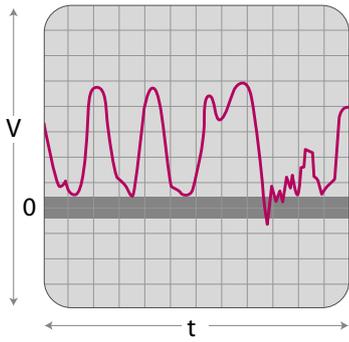
Para hacer estas mediciones, el osciloscopio tiene una cuadrícula que permite contar las divisiones que mide de alto una señal, o las divisiones que hay entre puntos idénticos de la misma. Y si este número de divisiones se combina con la escala de medición empleada, pueden obtenerse los valores de voltaje y de tiempo requeridos. Figura 1.9.

### ■ Oscilogramas en el automóvil

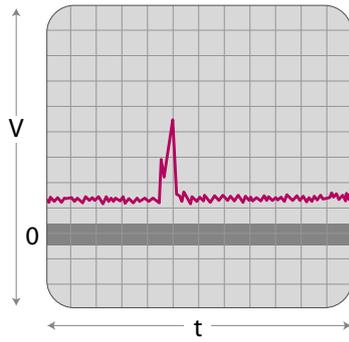
Por último, en la figura 1.10 se muestran algunas formas de onda típicas de varios sensores y actuadores.

Figura 1.10

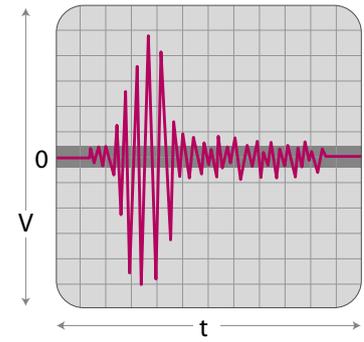
Algunas formas de onda de la autotrónica de un vehículo



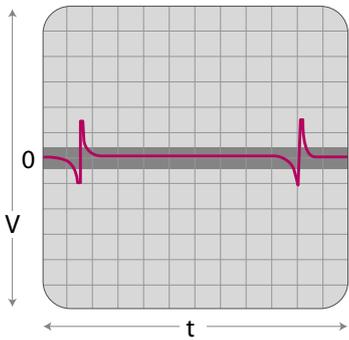
Sensor de oxígeno (ya caliente)



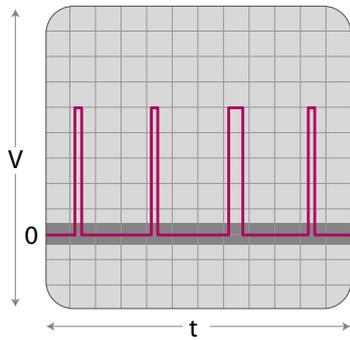
Sensor de flujo de masa de aire



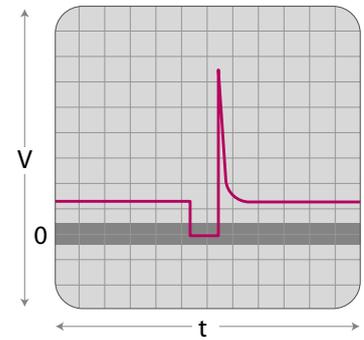
Sensor de detonación



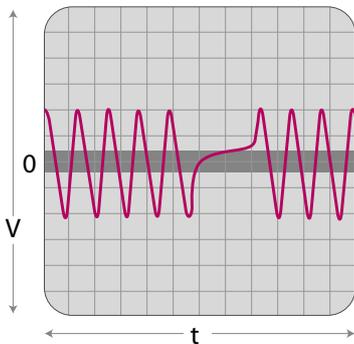
Sensor de posición del árbol de levas (de tipo inductivo)



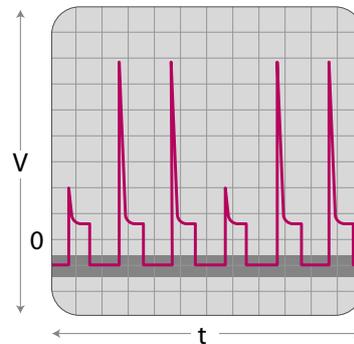
Sensores de velocidad y posición (efecto Hall)



Inyectores

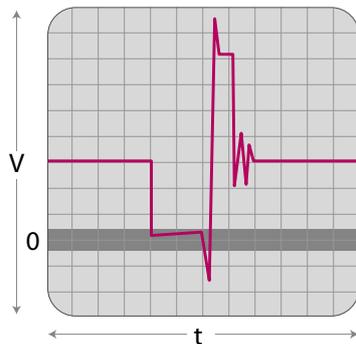


Sensor de posición del cigüeñal (de tipo inductivo)

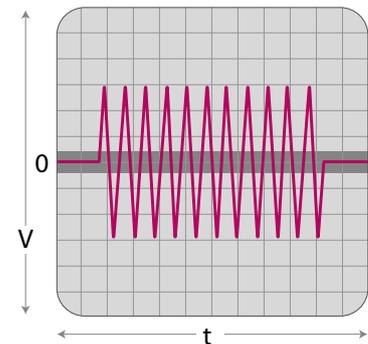


Válvula de control de emisiones por evaporación

Circuitos primarios de la bobina de encendido



Sensor de velocidad



## Los controles del osciloscopio

Aunque el aspecto de un osciloscopio puede parecer complejo a primera vista, una vez que se conoce la función de sus controles principales y la forma como afectan el despliegue de una señal en pantalla, su uso comienza a ser muy intuitivo. De hecho, no exageramos al decir que basta con dedicarle unas cuantas horas a la exploración de este instrumento, para llegar a dominar su funcionamiento básico.

Pero quizás, la dificultad principal no radica tanto en comprender la función de los controles, sino en los conocimientos de electrónica básica asociados a las distintas mediciones y parámetros, pues no debemos perder de vista que, finalmente, estamos tratando con señales electrónicas.

Y es por eso que le recomendamos que haga una lectura cuidadosa del Capítulo 1, y que si lo considera necesario haga un repaso de las unidades de medida de las señales eléctricas.



**Ver  
video 1**

Controles del  
osciloscopio

### ■ Un osciloscopio y una señal de referencia

Para comenzar a familiarizarnos con el osciloscopio, tomaremos como referencia un equipo básico de escritorio de tipo analógico. Como se puede ver en la figura 2.1, sus controles están divididos en cuatro secciones:

1. Vertical.
2. Horizontal.
3. Disparo (*trigger*).
4. Uso general.

También mostramos una vista simplificada de la carátula de un osciloscopio sencillo; ésta nos servirá de base para las explicaciones posteriores.

Y como señal de referencia, tomaremos el voltaje de un sensor ABS. Este dispositivo se basa en principios magnéticos para detectar el giro de los neu-

# Video 1

## Controles del osciloscopio

Duración: 22 minutos



Para consultar este video debe estar conectado a Internet. Al hacer clic se desplegará una página en su navegador, y se le solicitará la clave de acceso que se le entregó al adquirir este manual. Todos los videos se despliegan en línea.

Figura 2.1

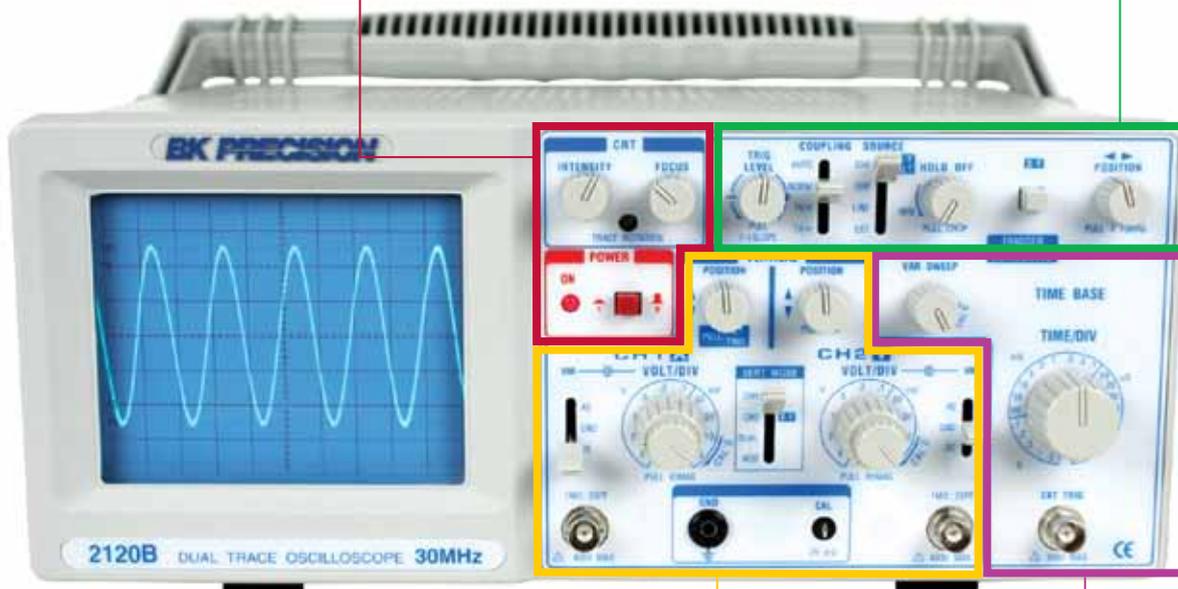
## Secciones de un osciloscopio

### Control de uso general

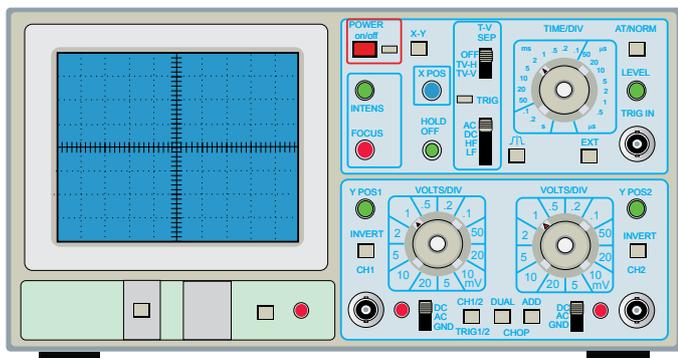
Los controles de encendido, brillo, intensidad, etc. son de uso general. Modifican el funcionamiento de todos los demás.

### Disparo (trigger)

Estabiliza la señal desplegada en pantalla, tomando un punto de referencia de la misma señal y utilizándolo como punto de inicio de despliegue, lo que se traduce en una señal claramente visible en la pantalla.



Carátula de un osciloscopio sencillo



### Horizontal

Controla el despliegue de la señal en sentido horizontal, manejando la velocidad a la que se despliega la señal, su posición horizontal, etc.

### Vertical

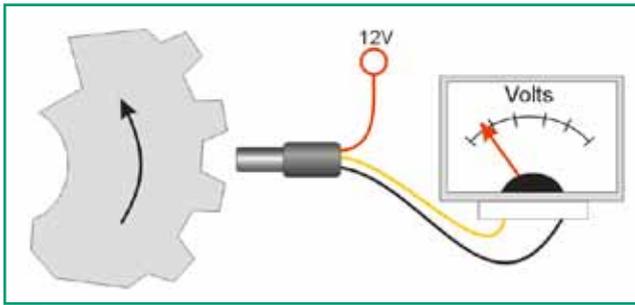
Controla el despliegue de la señal en el sentido vertical, manejando su amplitud, su posición, etc.

máticos; y mide las variaciones en el campo magnético, dependiendo de la cercanía de un material ferroso (una rueda dentada). Precisamente, en la figura 2.2 se muestra una secuencia del voltaje de salida de este sensor, dependiendo de la posición de los dientes de la rueda frente a él.

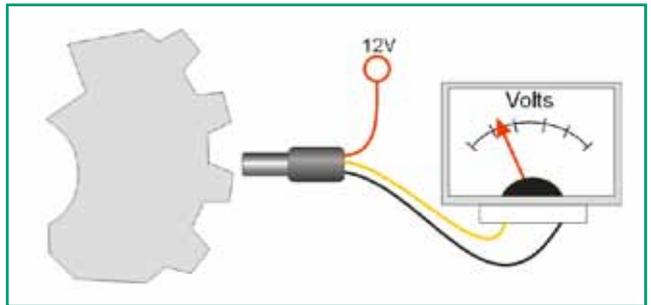
Y ya que esta señal es bastante representativa de las que encontramos en un auto, la tomaremos como base para explicar el funcionamiento de los controles principales de un osciloscopio.

Figura 2.2

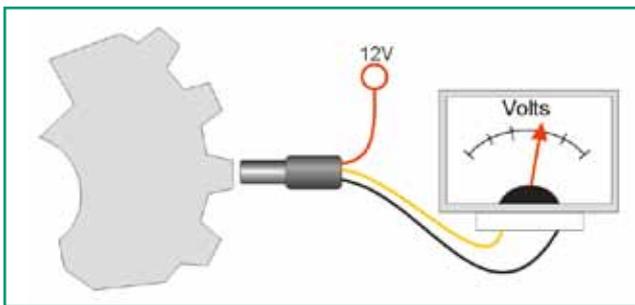
### Funcionamiento del sensor de ABS



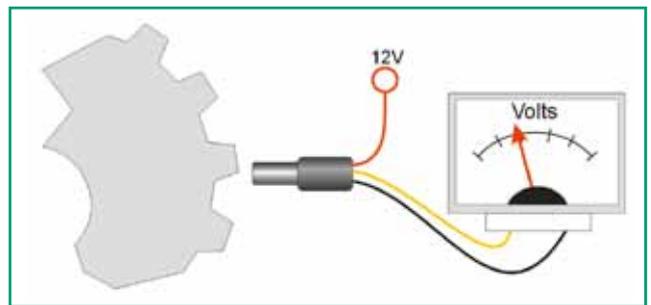
**A** Inducción mínima, voltaje mínimo



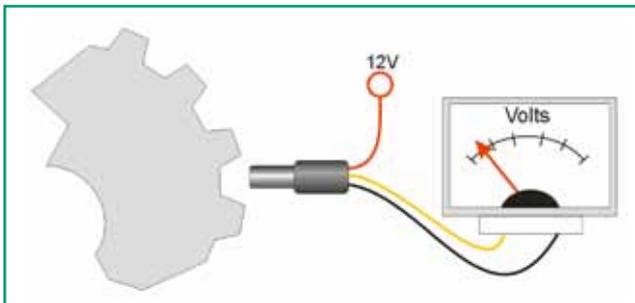
**B** Aumenta la inducción, aumenta el voltaje



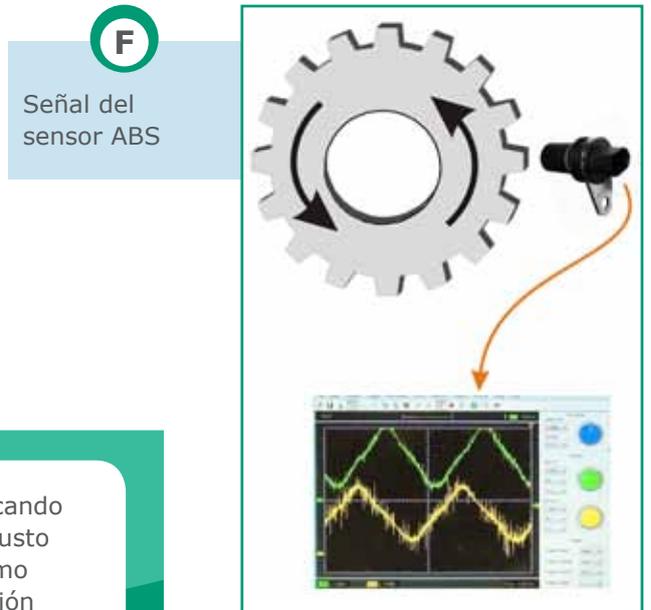
**C** Inducción máxima, voltaje máximo



**D** Disminuye la inducción, disminuye el voltaje



**E** Inducción mínima, voltaje mínimo



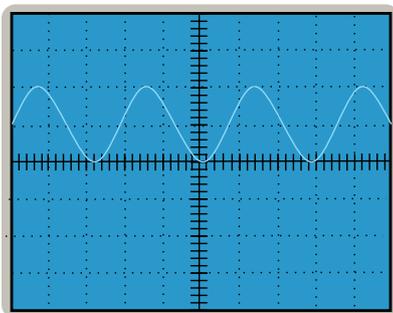
**F** Señal del sensor ABS

Conforme la rueda gira, cada diente se va acercando al sensor; llega un momento en que se coloca justo enfrente y luego se aleja, para repetirse el mismo efecto con el diente posterior. Y así, por inducción magnética, se produce en la salida del sensor un voltaje que va oscilando entre un nivel bajo y un nivel alto, formándose una señal como la que se muestra.

Figura 2.3

### Control de escala vertical

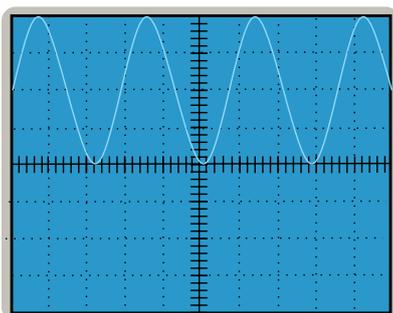
Escala 2V/div



2 divisiones x 2V/div = 4 volts de amplitud

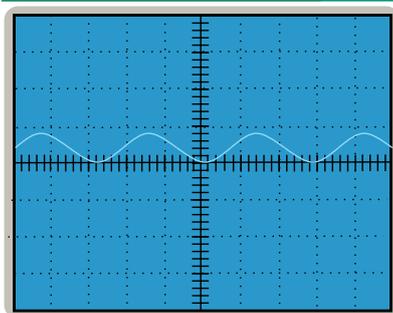
2 divisiones x 2V/div = 4 volts de amplitud

Escala 1V/div



4 divisiones x 1V/div = 4 volts de amplitud

Escala 5V/div



0.8 divisiones x 5V/div = 4 volts de amplitud

Si cambiamos la amplitud de la señal desplegada con el control de escala vertical, aunque en pantalla ésta se haga más grande o más pequeña, en realidad sus parámetros no cambian.

### ■ Controles relevantes de la sección vertical

Veamos la señal desplegada en el osciloscopio y el efecto que tiene la perilla principal de la sección vertical en el despliegue.

#### Control de escala vertical

En la primera imagen de la figura 2.3 se muestra la señal proveniente del sensor ABS claramente visible en la pantalla del osciloscopio. Se puede ver que la perilla de escala vertical está en 2V/div; y si consideramos que la señal mide 2 divisiones verticales de alto, tenemos que:

Esta es la forma como se mide la amplitud de una señal en el osciloscopio: se verifica cuántas divisiones tiene el despliegue en el sentido vertical, desde su punto más bajo hasta el más alto, y luego se multiplica por la escala vertical empleada.

Pero al mover la perilla de escala el aspecto de la señal cambia, aunque sus valores no; por ejemplo, en la segunda imagen se ve la misma señal, pero ahora con una escala vertical de 1V/div. Se puede ver que la señal se hace “más grande”, aunque al medir la cantidad de divisiones tenemos que entre el punto más bajo y el más alto hay 4 divisiones que, al multiplicarlas por 1 V/div, da por resultado los 4 volts que habíamos obtenido antes.

Finalmente, en la tercera imagen se tiene la misma señal, pero ahora con una escala de 5V/div. Se puede apreciar que en este caso la señal mide aproximadamente 0.8 de división de alto, que al multiplicarlo por 5, da como resultado los 4 volts de la señal original.

#### Otros controles

Veamos para qué sirven otros controles de la sección vertical, y para ello tomaremos como referencia la misma señal con la que comenzamos nuestras explicaciones. Vea la figura 2.4:

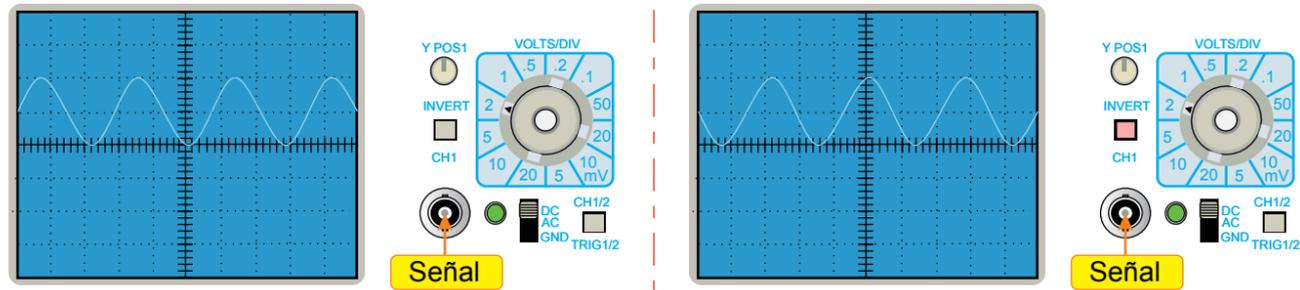
- **Botón INVERT:** Sirve para invertir verticalmente la señal.
- **Control Y POS o perilla de posición Y:** Sirve para desplazar verticalmente toda la señal.
- **Interruptor DC-AC-GND:** Sirve para cambiar la forma de despliegue.

Figura 2.4

Otros controles de la sección vertical

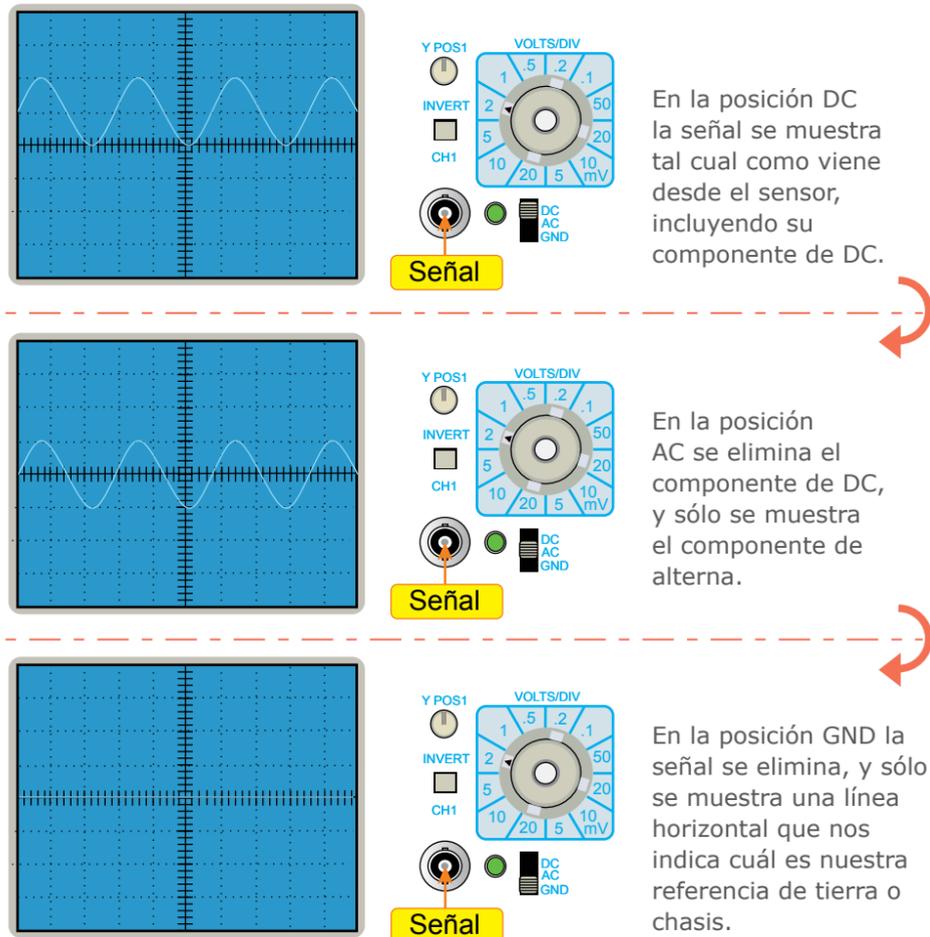
**Botón INVERT**

Invierte verticalmente la señal



**Interruptor DC-AC-GND**

Este interruptor sirve para cambiar la forma de despliegue, según la elección de la posición DC, AC o GND.



En la posición DC la señal se muestra tal cual como viene desde el sensor, incluyendo su componente de DC.

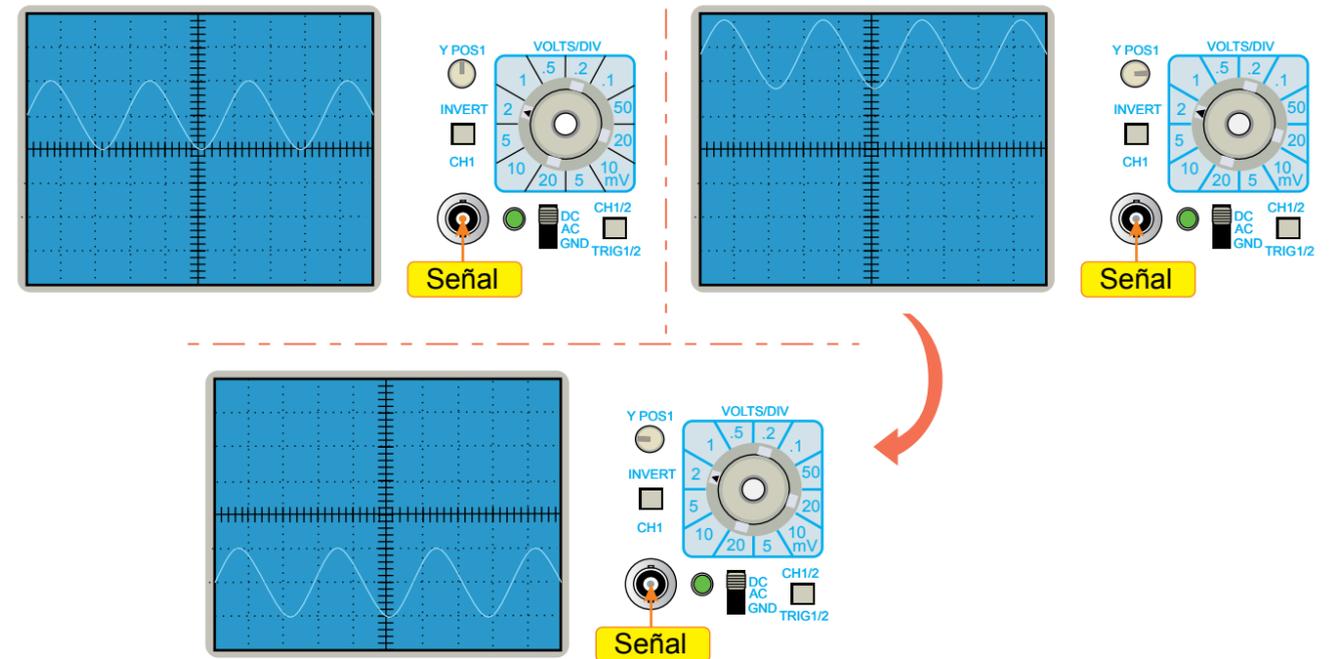
En la posición AC se elimina el componente de DC, y sólo se muestra el componente de alterna.

En la posición GND la señal se elimina, y sólo se muestra una línea horizontal que nos indica cuál es nuestra referencia de tierra o chasis.

Para casi todas las mediciones, lo mejor es usar este interruptor en la posición DC, y sólo para ciertos casos especiales conviene usarla en modo AC. De hecho, muchos osciloscopios ya sólo traen la posición DC como predeterminada, y no se puede cambiar. La posición GND sirve para que fijemos nuestra línea de referencia, y la podemos colocar donde queramos usando la perilla de posición Y.

**Y POS: Perilla de posición Y**

Permite desplazar verticalmente toda la señal



**Canales independientes**

La mayoría de los osciloscopios poseen por lo menos dos canales independientes, lo que permite ver simultáneamente dos señales distintas.

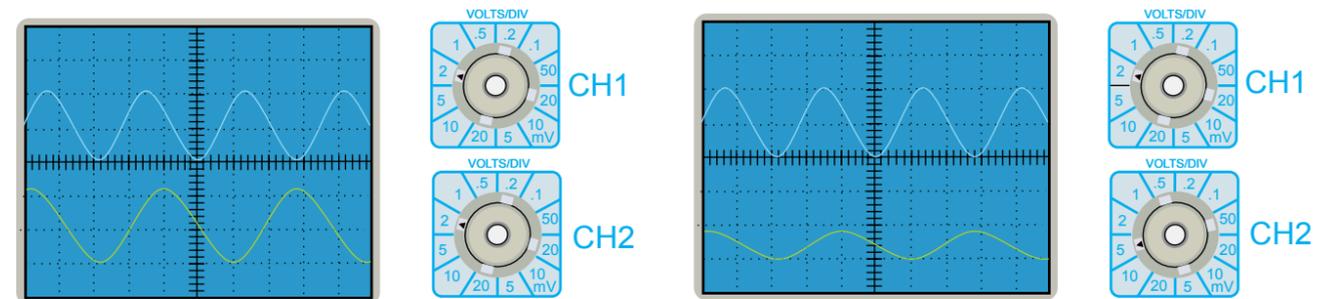
En este caso, se tendría un despliegue como el de la figura 2.5. Se trata de dos señales muy parecidas en forma y amplitud, aunque no necesariamente en frecuencia (la

señal inferior es más “amplia”). Esto se debe a que no forzosamente las dos ruedas deben girar a la misma velocidad, por lo que si hay alguna diferencia en la velocidad de giro entre ambas, eso se reflejará en una señal con una frecuencia ligeramente distinta.

Las dos señales no necesitan estar en la misma escala vertical. Observe que en la segunda señal se ha cambiado

Figura 2.5

**Canales independientes**



➤ Dos señales de distinta frecuencia, con la misma escala vertical.

➤ Se ha modificado la escala vertical de la segunda señal.

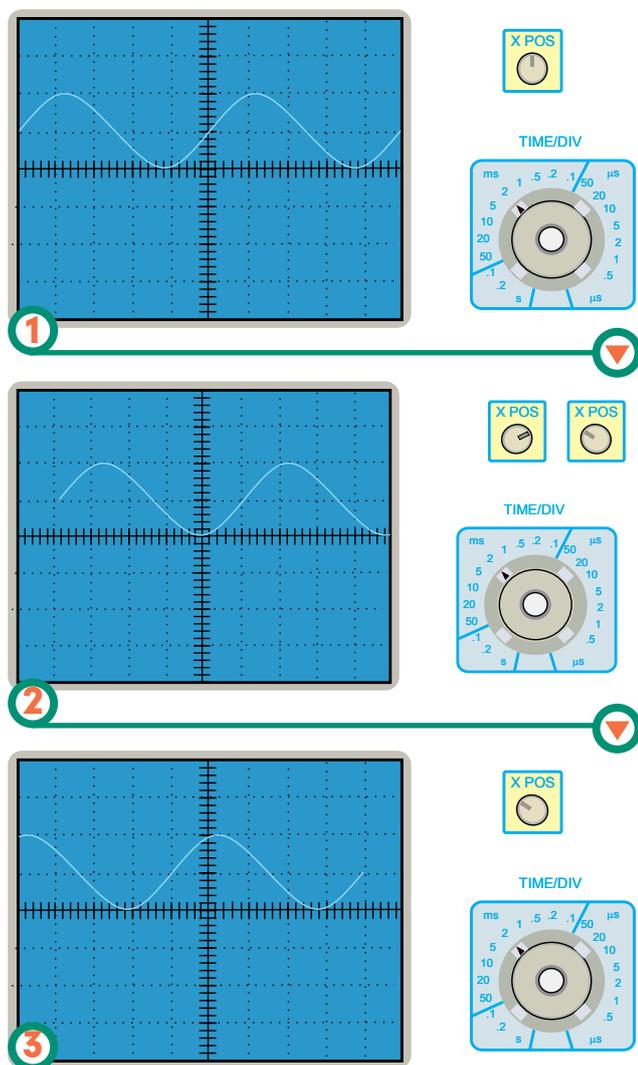
la escala vertical del canal 2 a 5 V/div; haciendo que sea más “pequeña”. Como ya se mencionó, este cambio de escala sólo modifica el despliegue, pero la señal original sigue siendo la misma; y esto se hace para que la señal se expida como al usuario le sea más cómodo realizar sus mediciones y pruebas.

Normalmente también hay un botón que nos permite elegir si queremos ver sólo el canal 1, sólo el canal 2 o los dos al mismo tiempo; e incluso podemos hacer operaciones entre ellos, como sumarlos o restarlos. Pero su aplicación es muy especializada, y en raras ocasiones se llegan a emplear estas operaciones.

**Figura 2.6**

### Control de posición X

Con este control es posible desplazar horizontalmente una señal.



## ■ Controles relevantes de la sección horizontal

Al igual que con la sección vertical, los controles horizontales nos permiten modificar el aspecto de una señal, de modo que nos facilite las mediciones necesarias. De hecho, la sección horizontal suele ser mucho más sencilla que la vertical, ya que lo normal es encontrar tan sólo dos controles típicos: uno de posición X y otro de escala de tiempo por división.

### Control de posición X

Como podrá suponer, el control de posición X sirve para desplazar horizontalmente la señal, tal como se muestra en la figura 2.6.

Esto puede servirnos para ubicar algún punto específico de la señal, de modo que coincida con una de las líneas de la cuadrícula de pantalla para que sirva como punto de referencia que permita contar el número de divisiones que tiene un ciclo, y así poder determinar el periodo y la frecuencia de dicha señal.

### Control de barrido horizontal

Por su parte, el control de barrido horizontal nos permite fijar la velocidad a la que se estará desplegando una señal en pantalla, de modo que mientras menos tiempo por división se seleccione, la señal abarcará más espacio horizontal en pantalla (parecerá que la señal se “expande” en sentido horizontal); y mientras mayor sea el tiempo por división, la señal parecerá “encogerse” y podrán verse más ciclos en un momento dado (figura 2.7).

Entonces, combinando las posiciones de las perillas de escala vertical y horizontal, podemos controlar cómo se despliega una señal, para facilitar la toma de mediciones y la obtención de los valores principales de dicha señal. En aparatos digitales modernos, normalmente se incluyen cursores auxiliares que ayudan al usuario a hacer las mediciones más comunes de una señal eléctrica, pero esto se verá más adelante.

Hay otra sección que resulta fundamental para que el despliegue sea estable, permitiéndonos analizar mejor la forma de onda que estamos estudiando; se trata de la sección de disparo o *trigger*, de la que hablaremos enseguida.

## ■ La sección de disparo de señal

Desde que se diseñaron los primeros osciloscopios, se encontró que resultaba muy difícil hacer coincidir la forma de onda con el barrido horizontal, lo que ocasionaba que la señal pareciera estarse desplazando en ese sentido (no se quedaba “quieta” para hacer mediciones adecuadas).

Se tuvo que diseñar, entonces, un circuito especial que “sincronizara” la señal entrante con el barrido horizontal, para tener una señal estable en la que fuera muy fácil realizar mediciones y observaciones. A este circuito se le llamó “trigger” o disparo, y es parte fundamental de todo osciloscopio moderno.

El circuito de disparo es una especie de comparador, que toma como punto de referencia un punto de la señal, y lo usa para que el barrido horizontal comience siempre en ese punto.

En su versión más sencilla, la etapa de barrido consta únicamente de un par de controles: uno que indica si se tomará como referencia el flanco ascendente o el descendente (cuando la señal va de “subida” o de “bajada”), y una perilla con la que se selecciona el punto de dicho flanco en el que iniciará el despliegue de la forma de onda. Aunque a veces encontramos algunos adicionales, como veremos enseguida.

### **Botón de referencia de flanco y perilla de LEVEL**

En figura 2.8 se muestra la sección de disparo del osciloscopio; note que incluye un botón con el que se indica si se tomará como referencia el flanco “hacia arriba” o el flanco “hacia abajo” (la posición predeterminada es la primera), y una perilla de LEVEL para determinar en qué punto del flanco iniciará el despliegue de la señal.

**Figura 2.7**

### Control de barrido horizontal

Esta señal estable mide 5 divisiones horizontales entre sus puntos más altos (las cimas de la señal); al multiplicar por la escala de 2ms/div, nos da un periodo de 10 milisegundos. Luego, al aplicar la fórmula para obtener frecuencia ( $Frec = 1/\text{periodo}$ ), nos da por resultado una señal de 100 Hz.

Moviendo la escala horizontal y pasando la perilla hacia la posición de 5ms/div, la señal parece comprimirse, de modo que ahora un ciclo completo mide apenas 2 divisiones; pero al hacer la operación de  $(2 \text{ divisiones}) \times (5 \text{ ms/div})$  obtenemos el mismo valor de 10 ms y la misma frecuencia de 100Hz.

Finalmente, si movemos la escala H a la posición de 10ms/div, la señal se ve bastante apretada horizontalmente; y un ciclo completo apenas abarca una división; pero al hacer la operación, encontramos que ni el periodo ni la frecuencia han variado, sólo la forma como la estamos viendo.

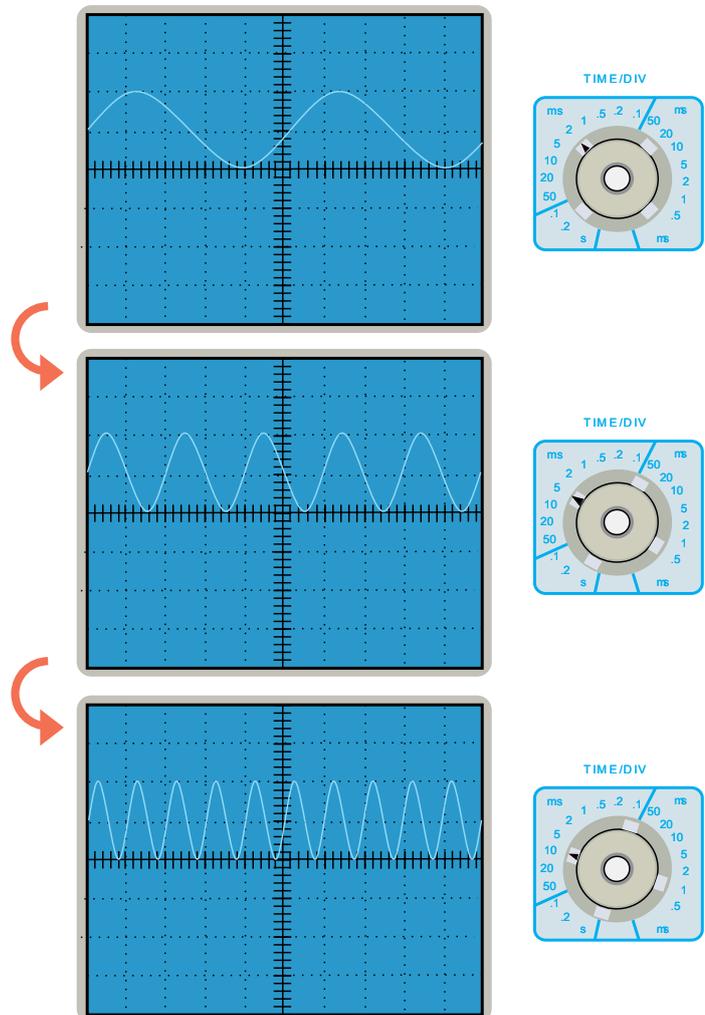
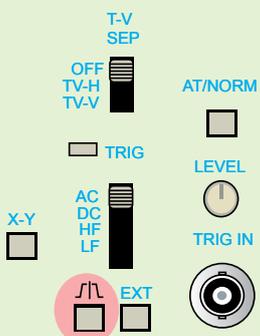
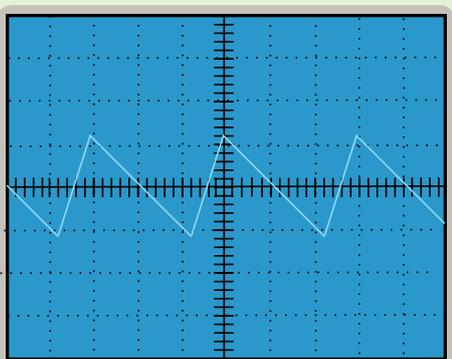
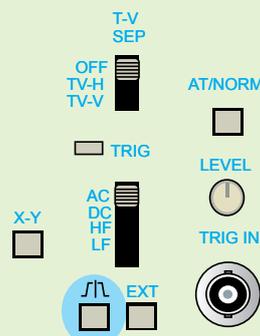
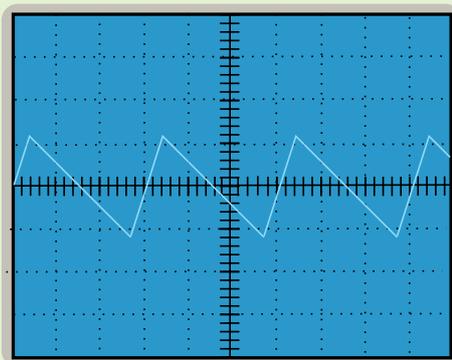
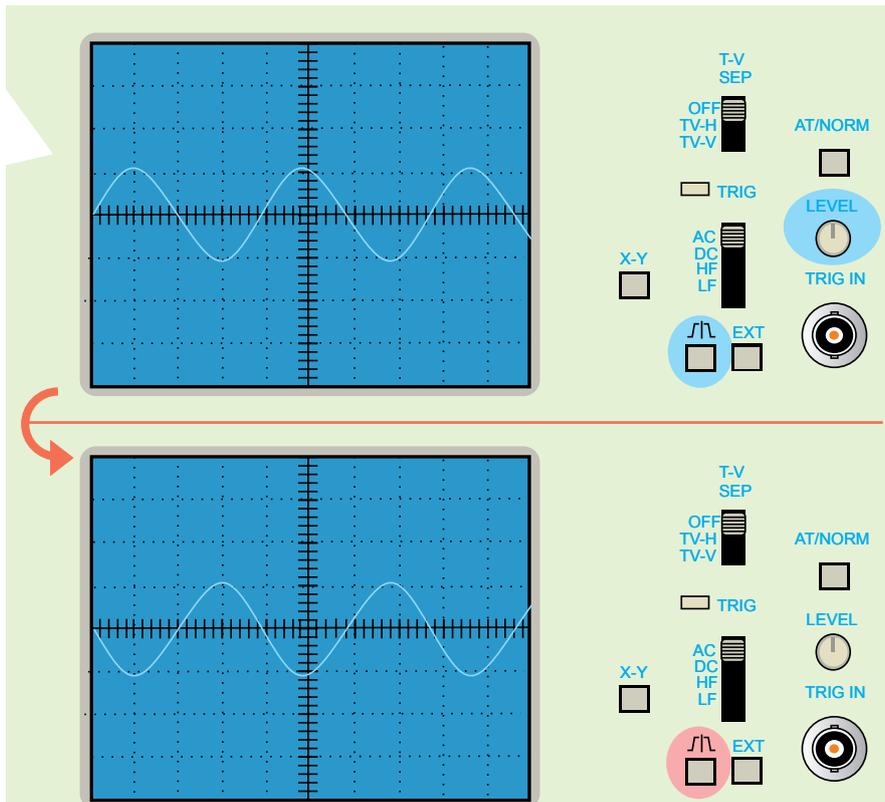


Figura 2.8

### Botón de referencia de flanco y perilla de LEVEL

Aquí se muestra lo que sucede con la señal desplegada en caso de activarse el botón de flanco (marcado como /|\).

Puede ver que en la posición normal "hacia arriba", la señal inicia justo en la parte media del flanco ascendente de la forma de onda; mientras que al presionarlo, parece que la señal se invierte, pero en realidad sólo está tomando como referencia el flanco negativo.



La anterior se aprecia mejor en esta figura, donde se hace la misma operación, pero en una señal de diente de sierra. Note que en la posición (/) el disparo se hace con el flanco de subida de la forma de onda, mientras que en la posición (\) la señal inicia en el flanco de bajada; sin embargo, la onda no se invierte, sino únicamente cambia el punto de inicio del despliegue de la señal.

Vamos a colocar este botón nuevamente en la posición (/); y ahora vamos a mover la perilla de LEVEL. Figura 2.9.

### Otros controles

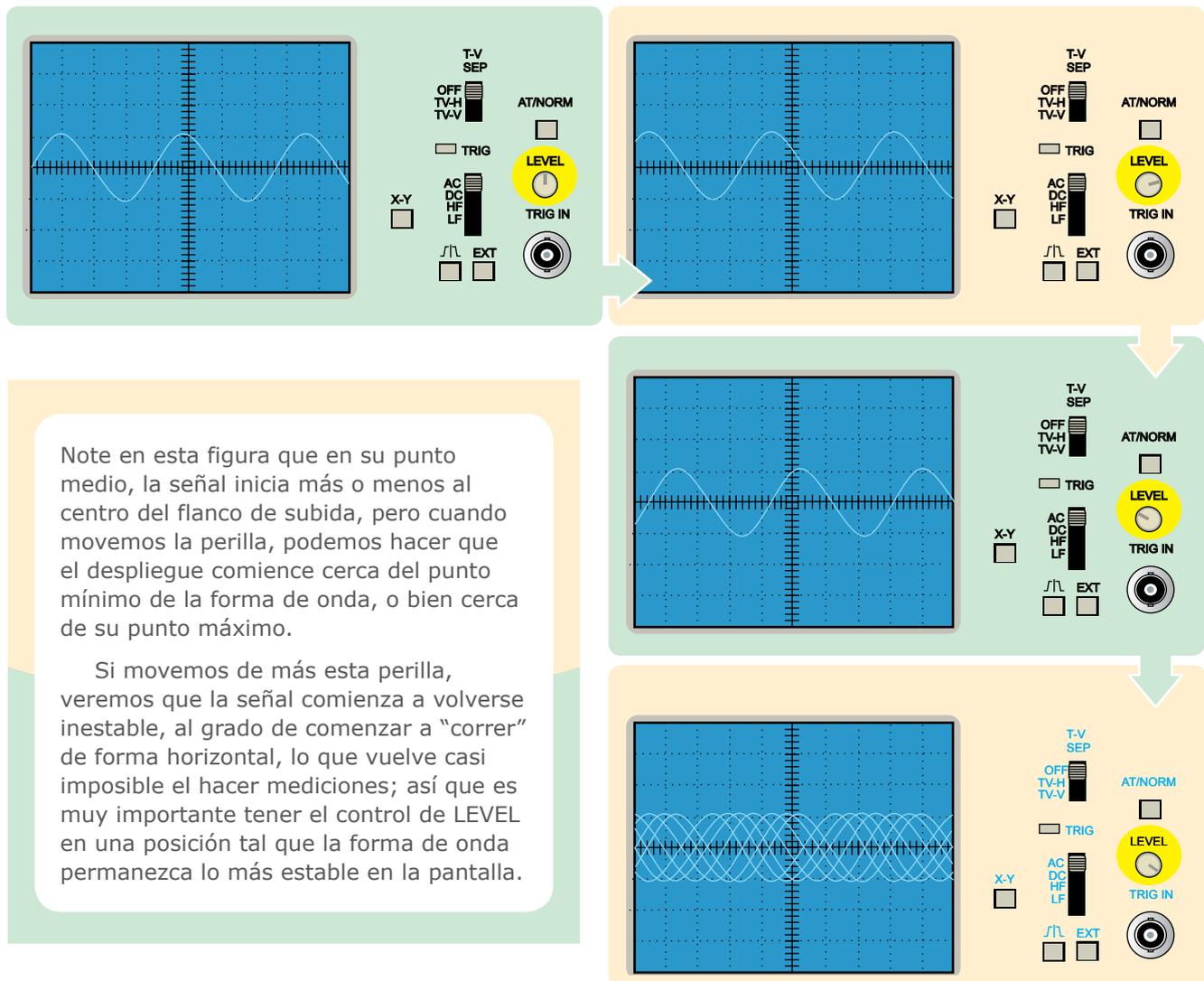
Veamos ahora los otros controles de esta sección en un osciloscopio básico (vea nuevamente la figura 2.1).

- **Botón AT/NORM:** Sirve para indicar al osciloscopio si queremos un despliegue continuo (AT) o si sólo queremos un barrido horizontal (NORM); lo común es usarlo en posición AT, pero para el análisis de señales muy lentas, la posición NORM puede ser muy útil.
- **Botón EXT:** Sirve para inyectar, a través de una terminal especial, un pulso de disparo externo. Esta función puede ser muy útil para ciertas mediciones, pero en realidad se utiliza en muy contadas ocasiones.

- **Interruptor de TV-SEP:** Sirve para visualizar señales en equipos de video, como televisores o reproductores de DVD. En el taller automotriz no tiene ninguna aplicación, así que siempre se debe mantener en posición OFF.
- **Control AC-DC-HF-LF:** Sirve para determinar ciertas modalidades en el disparo, dependiendo de si la señal es de alta o baja frecuencia, o si viene montada o no en una polarización de DC. Los modernos osciloscopios casi nunca incluyen este control, ya que fijan automáticamente sus parámetros dependiendo de la forma de onda que se esté visualizando.
- **Botón X-Y:** Este control sirve para comparar dos señales alimentadas en las dos entradas del osciloscopio, pero de modo que una de ellas tome el eje X y la otra el eje Y; esto es, la dirección horizontal ya no representará tiempo, sino también un voltaje. Esta posición se usa

Figura 2.9

### Movimiento de la perilla de LEVEL



para diagnósticos electrónicos avanzados, y casi no tiene aplicación en el taller automotriz.

### ■ Comparación entre un osciloscopio de escritorio y uno de interfaz

Las tres secciones mencionadas (vertical, horizontal y disparo) son obligadas en todo osciloscopio, desde los más sencillos hasta los más complejos, aunque puede haber diferencias en el modo de operación entre un aparato de escritorio digital y un osciloscopio USB para computadora.

En la figura 2.10 puede observar que tanto uno como otro incluyen los mismos controles básicos, por lo que resulta obvio que sin importar si su osciloscopio es tradicional, digital o de tipo USB para PC, los controles básicos serán los mismos, así que sabiendo utilizar bien uno, podrá utilizar cualquier otro equipo.

Pero en este caso, además de las diferencias mostradas en la figura 2.10, cabe señalar que en el osciloscopio de interfaz no existe perilla de nivel de disparo; sólo algunos cuadros de diálogo para elegir distintas modalidades (de disparo). Para fijar el nivel, hay que desplazar hacia arriba

o hacia abajo con el puntero una pequeña flecha que se alcanza a ver a la derecha de la pantalla (marcada con una T).

Y ya que se mencionan las flechas en pantalla, las que se encuentran en la izquierda sirven como referencia GND de la señal (nivel de chasis o tierra); lo normal es que dichas flechas coincidan con la línea central de la pantalla, pero podemos moverlas para que una señal esté en la parte superior de la pantalla y la otra en la parte inferior, y poder apreciar ambas sin que se interfieran entre sí.

### ■ Mediciones automáticas

Una gran ventaja de los osciloscopios digitales, es la posibilidad de hacer mediciones a la señal desplegada, lo que representa una ayuda invaluable, sobre todo para quien apenas comienza a utilizar este aparato. Si bien hacer mediciones con un osciloscopio no es difícil, un poco de apoyo por parte de los circuitos del instrumento no está de más.

Figura 2.10

Algunas diferencias entre osciloscopios de escritorio y las interfaces USB

En estos equipos las perillas de voltaje/división y tiempo/división no tienen las escalas marcadas, sino que están completamente en blanco.

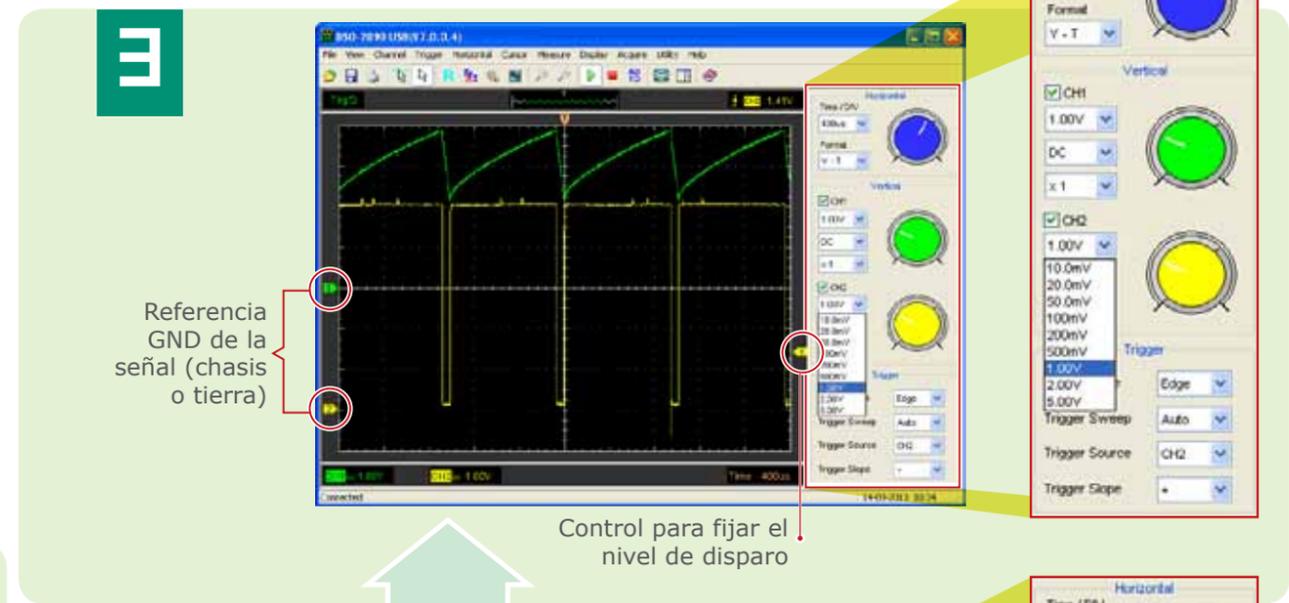
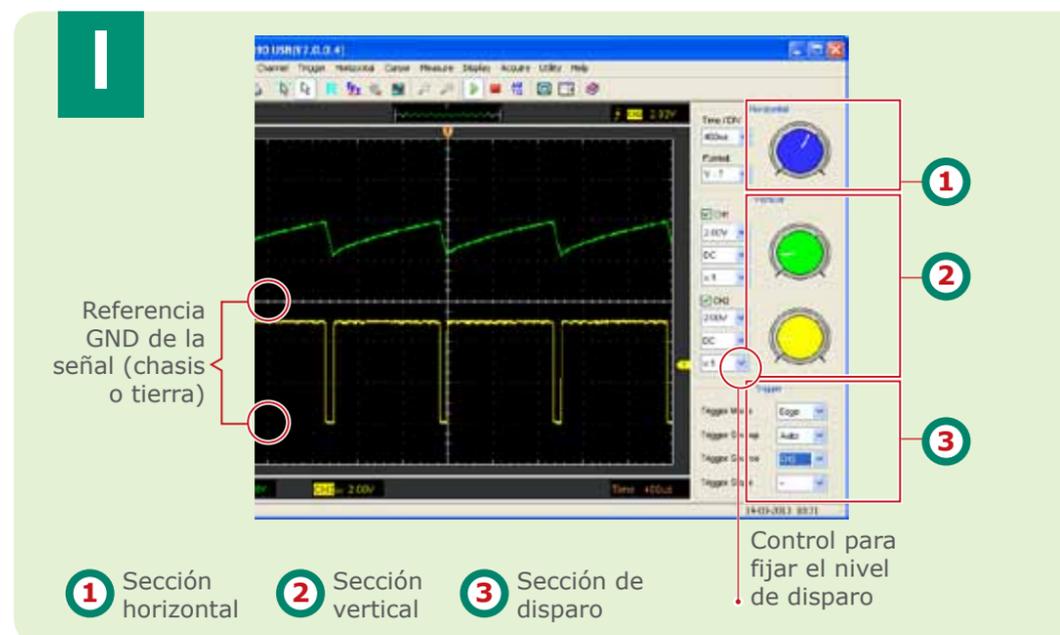
Esto es así porque al mover estas perillas, la escala utilizada se despliega en la pantalla, de modo que el usuario siempre tenga a la vista la referencia que debe usar en sus mediciones.



En esta interfaz de un osciloscopio USB para PC típico, se tienen las tres secciones mencionadas, pero al igual que en el caso anterior, las perillas no tienen escalas.

Podemos tener dos situaciones: puede funcionar igual que un aparato de escritorio (que la escala aparezca en la pantalla). O bien, y lo más común, es que en una ventana anexa a la perilla respectiva se pueda ver la escala empleada.

Si se despliega la ventana se pueden ver todas las escalas disponibles, y pasar de una a otra de forma fácil y rápida.



**Mediciones a partir de las escalas y de la cuadrícula**  
 Vea en figura 2.11 un par de formas de onda típica: una de diente de sierra en la parte superior y una pulsante en la parte inferior.

Vamos a determinar los valores de estas señales usando únicamente las escalas y la cuadrícula de la pantalla; y

luego emplearemos la función de medición interna del aparato, para comprobar si nuestros resultados son correctos.

**Señal 1**

Comencemos por la señal superior, correspondiente al canal 1. Observe que está en una escala de 2V/div, mientras que la escala horizontal está en 400us/div.

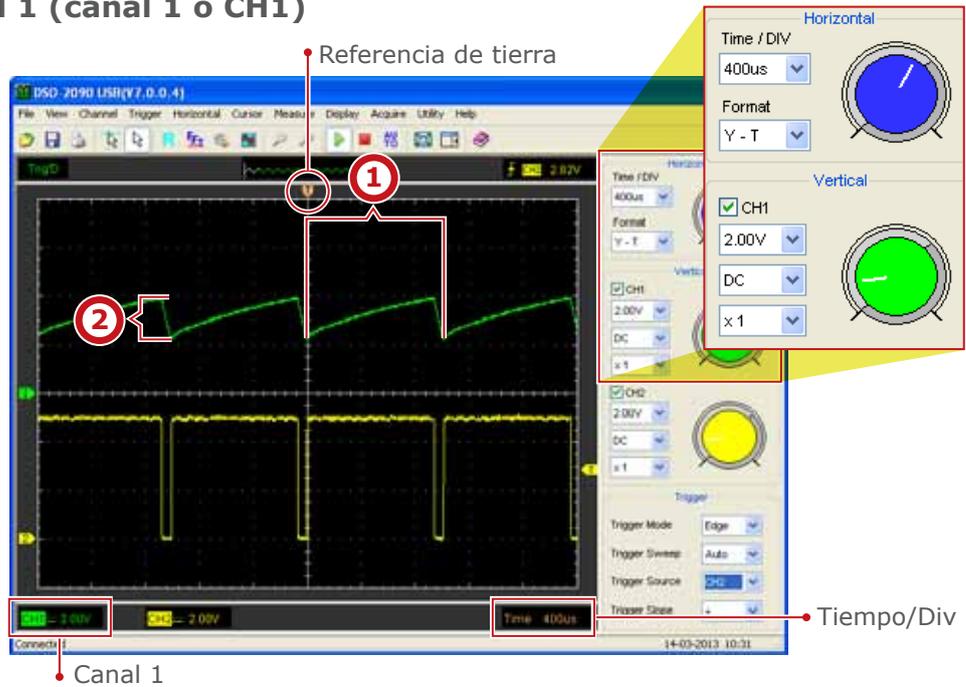
**Figura 2.11**

**Análisis de la señal 1 (canal 1 o CH1)**

La señal del canal 1 mide 1.9 Vpp y tiene una frecuencia de 1 KHz.

1 El periodo de la señal (el tiempo entre dos picos) es de aproximadamente 2.5 cuadros.

2 La señal ocupa poco menos de una división de altura.

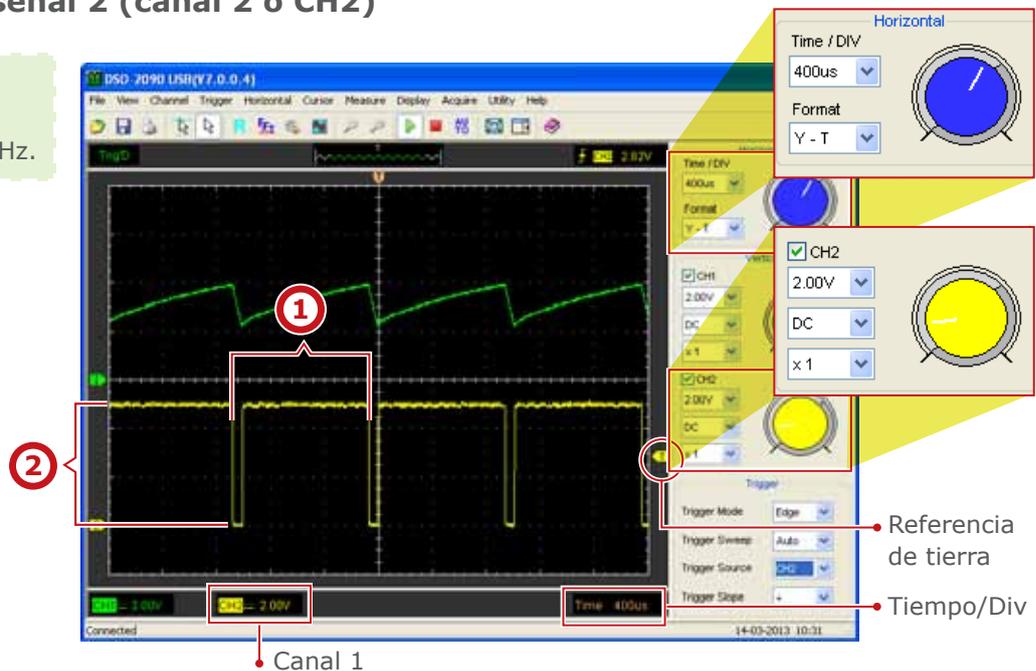


**Análisis de la señal 2 (canal 2 o CH2)**

La señal del canal 2 mide 5.0 Vpp y tiene una frecuencia de 1 KHz.

1 Aproximadamente 2.5 cuadros de amplitud.

2 La señal ocupa 2.5 divisiones de altura.



Note también que la línea de referencia de tierra del canal 1 coincide con la línea central de la pantalla. Con estos datos, podemos comenzar a hacer mediciones.

Por ejemplo, si queremos conocer el **voltaje pico a pico** de la señal (cuánto mide desde su parte inferior a la superior), podemos apreciar que la señal ocupa poco menos de una división, por lo que su valor de  $V_{pp}$  será de alrededor de 1.9V.

Por su parte, el **periodo** de la señal (el tiempo entre dos “picos”) es de aproximadamente 2.5 cuadros, que al multiplicarlos por 400us/div nos da alrededor de 1 milisegundo, lo cual corresponde a una frecuencia de aproximadamente 1KHz.

### Señal 2

Respecto a la señal del canal 2, se puede ver que su referencia de tierra está en la línea del primer cuadro inferior (flecha amarilla, al costado izquierdo de la pantalla); y que los pulsos tienen una amplitud de aproximadamente 2.5 cuadros, que multiplicados por la escala de 2V/div nos da una amplitud de aproximadamente 5Vpp. Es evidente que la frecuencia es la misma que la de la señal anterior, de alrededor de 1kHz.

Sin embargo, en señales de pulsos hay algunas mediciones adicionales que podemos hacer; por ejemplo, el **ciclo de trabajo**; o sea, el porcentaje de la señal que está en “alto” en comparación con el total.

Para esto tendríamos que medir el tiempo en que la señal está en su nivel superior, el tiempo total de un ciclo, y luego dividir la primera cifra entre la segunda, el resultado se multiplica por 100 y se obtiene el porcentaje de

tiempo que la señal está en “alto”, o lo que es lo mismo, el ciclo de trabajo:

$$\frac{TH}{TH + TL}$$

En este caso, se puede ver que la señal permanece en “bajo” apenas algo así como una subdivisión de un cuadro, lo que equivale a unos 80us. Al hacer la operación indicada, nos da como resultado un ciclo de trabajo de alrededor de 92%.

### Mediciones automáticas

En la interfaz de usuario del osciloscopio que hemos tomado como referencia, se puede apreciar la existencia de un menú MEASURE o Medición; al desplegarlo podemos elegir en qué canal se harán las mediciones, qué mediciones se harán en sentido vertical y cuáles en sentido horizontal. Figura 2.12.

### Vertical

Vamos a tomar la señal de canal 1 ampliada (se cambia la escala V a 1V/div), y vamos a pedirle inicialmente el **voltaje máximo de la señal**, esto es, cuántos voltios hay desde la referencia de tierra (marcada con un cursor horizontal) y el punto más alto de la señal. Figura 2.13.

Se puede apreciar que es poco menos de 4 cuadros, lo que implica un poco menos de 4V; y si solicitamos la medición de voltaje máximo, en pantalla aparece un valor de 3.86V, exactamente lo que habíamos deducido anteriormente (B).

Figura 2.12

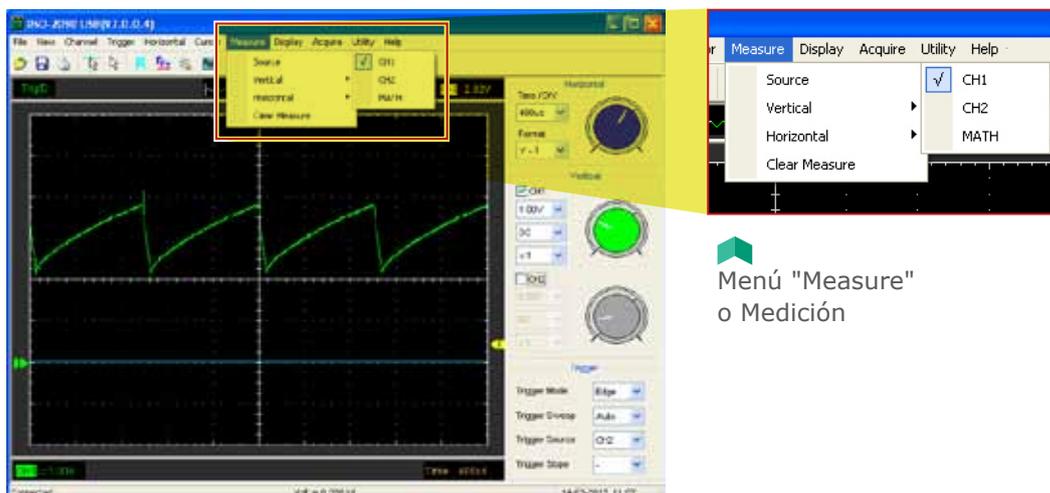
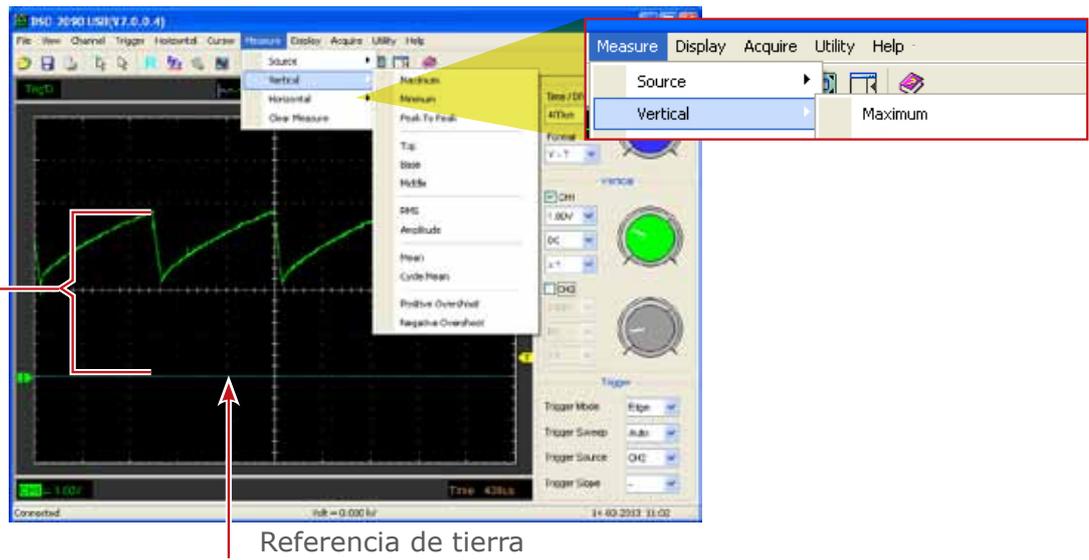


Figura 2.13

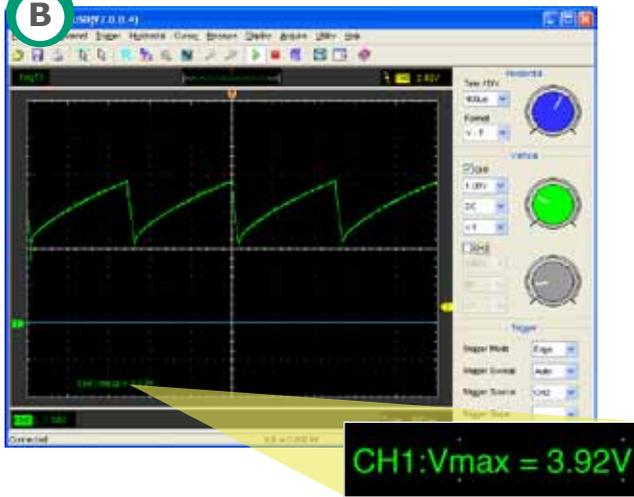
## Mediciones automáticas en el sentido vertical

A

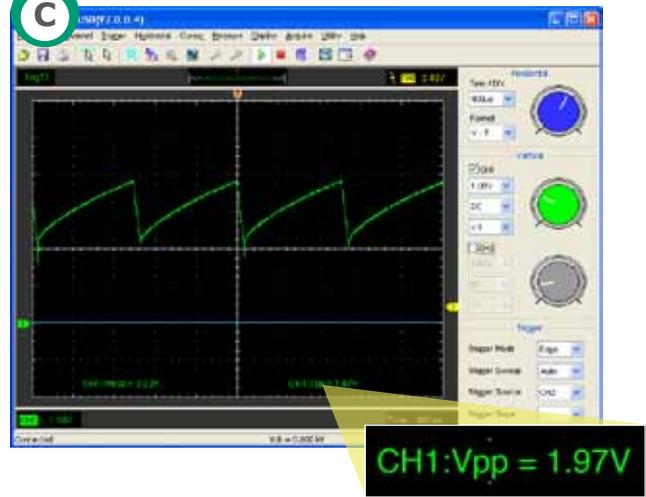
Poco menos de 4 cuadros respecto a la referencia de tierra



B

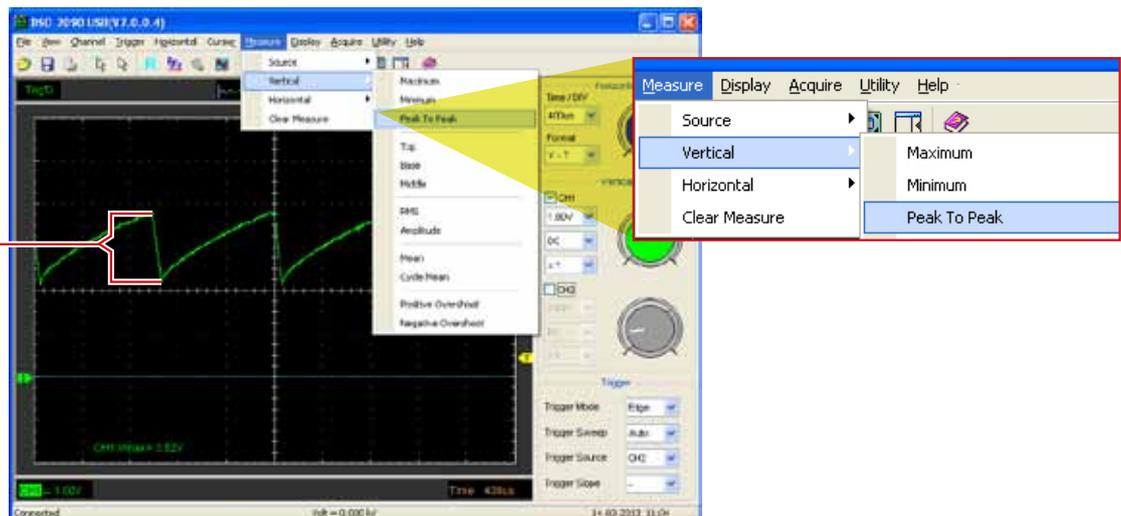


C



D

La señal abarca poco menos de 2 cuadros



Midamos ahora el **voltaje pico a pico**; al ver la cuadrícula, encontramos que la señal abarca poco menos de 2 cuadros, esto es, unos 1.9V; pero si vamos al menú de mediciones y solicitamos que nos muestre el valor pico a pico (C), nos dará un valor de 1.97V; casi idéntico al que habíamos encontrado (D).

Viendo el menú, se aprecia que todavía hay muchas mediciones adicionales que podemos hacer en el sentido vertical.

### Horizontal

Pasemos ahora al sentido horizontal. Se puede ver en A de la figura 2.14 que las dos primeras opciones son medición del periodo (cuánto tiempo tarda en darse un ciclo completo) y de frecuencia.

Vamos a pedir el **periodo**. Se puede ver que se tiene un valor muy cercano a 1ms, que es lo que habíamos determinado para esta señal (B). Al solicitar la **frecuencia**

se obtiene un valor muy cercano a 1,000 Hz, que es lo que habíamos calculado antes (C).

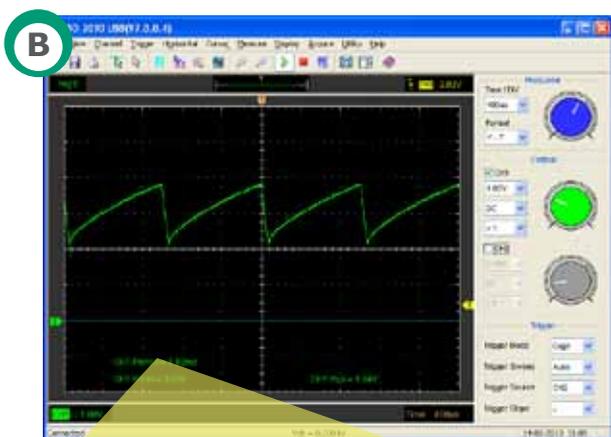
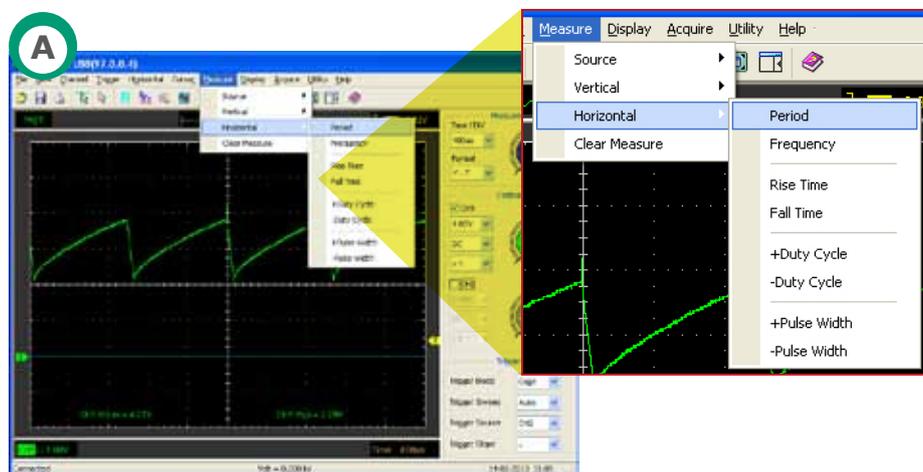
Esto demuestra que, a pesar de que las mediciones internas definitivamente le facilitan el trabajo usuario, incluso si su osciloscopio no posee esta prestación, se pueden determinar los mismos valores usando las escalas y la cuadrícula de la pantalla. Todo es cuestión de medir cuidadosamente el número de divisiones y multiplicarlo por la escala empleada.

### ■ Ciclo de trabajo (Duty cycle)

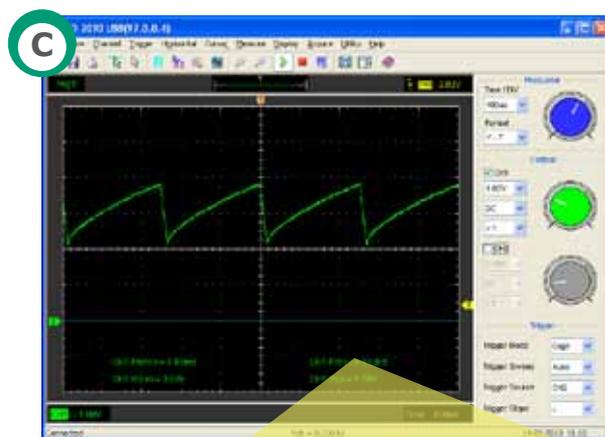
Para finalizar, veamos la medición del **ciclo de trabajo o Duty cycle**; pero como ésta sólo funciona en señales cuadradas, utilizaremos la señal del canal 2. Antes de solicitar la medición, no olvide seleccionar la señal de canal 2, para no obtener resultados inválidos.

Figura 2.14

### Mediciones automáticas en el sentido horizontal



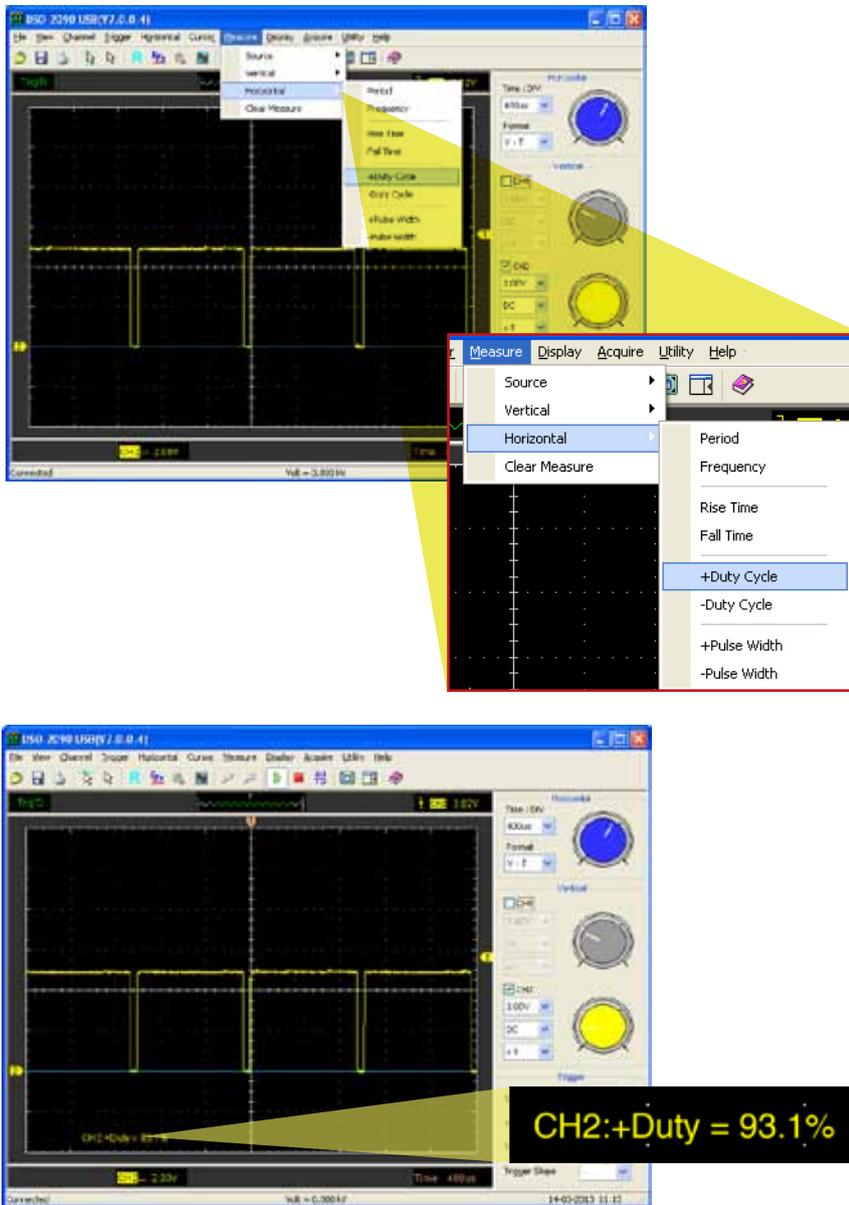
CH1:Period = 1.02ms



CH1:Frequ = 992Hz

Figura 2.15

### Ciclo de trabajo (Duty cycle)



En este caso, y una vez que hemos borrado las mediciones anteriores, se puede ver que el ciclo de trabajo de la señal es de 93%, muy parecido al 92% que habíamos calculado anteriormente. Figura 2.15.

Entonces, si usted adquiere un osciloscopio digital, puede utilizar las mediciones automáticas en distintos tipos de señal; aunque a pesar de ello, le recomendamos que practique el uso de la cuadrícula y las escalas; verá que pronto podrá conocer el estado de una señal de un simple vistazo.

### ■ Otros controles

Los osciloscopios modernos pueden incorporar prestaciones adicionales, como la posibilidad de guardar en memoria una señal y posteriormente cargarla nuevamente en pantalla, para su análisis detallado.

También hay aparatos que permiten agrandar partes específicas de una señal para estudiar algún comportamiento específico; en algunos otros usted puede manipular y combinar las señales de formas muy avanzadas; hay los que tienen filtros paso bajas o paso altas, etc. Sin embargo, los controles más usuales son los que ya hemos visto.

# Pruebas a sensores con osciloscopio

En este capítulo, entraremos directamente a la aplicación del osciloscopio en el diagnóstico automotriz; concretamente, en la prueba de sensores. Y precisamente por ello, usted comenzará a tomarle el gusto a este valioso instrumento.

Las explicaciones de los capítulos anteriores son muy importantes, para que usted pueda aplicar el osciloscopio de manera certera. Si necesita recordar algún concepto, no hay prisa, regrese a los capítulos anteriores y haga un repaso.

Al finalizar la lectura, usted habrá encontrado mayor sentido al uso de este equipo. Y para aumentar su destreza, le invitamos a que haga prácticas por usted mismo. No se limite a los sensores que se incluyen aquí.

## ■ Sobre los sensores en el vehículo

Básicamente, podemos decir que existen tres tipos de sensores en un automóvil: resistivos, magnéticos y piezoeléctricos. A su vez se subdividen en diversas clases dependiendo de cómo captan el fenómeno sujeto a medición: rotación, temperatura, flujo de aire, humedad, concentración de partículas de oxígeno, presión, etc.

Por supuesto, no vamos a ahondar en el tema, pues suponemos que usted



ya tiene los conocimientos suficientes al respecto; en todo caso, le sugerimos que consulte el manual combo *Los sensores automotrices en la práctica*, editado por esta casa editorial.

Veamos entonces la aplicación del osciloscopio en el diagnóstico de sensores.

## ■ Sensor de flujo de aire

Como sabemos, es un sensor con tres terminales: dos para la alimentación y tierra, y una más para la salida del

voltaje que va hacia la computadora. Por lo tanto, hay que conectar la punta del osciloscopio entre el chasis (tierra) y la señal de salida del sensor.

Debido a que los cambios en el voltaje no son muy rápidos, lo mejor es utilizar una escala de barrido horizontal relativamente lenta (unos 20ms/div), mientras que una escala vertical de 1V/div suele ser la adecuada para revisar su comportamiento.

Con el motor en marcha se obtiene una forma de onda como la que se muestra en la imagen A de la figura 3.1. Note que la referencia de chasis está en la línea central de la pantalla (flecha verde a la izquierda), y que se tiene una señal oscilante de poco menos de 1V de pico. Este voltaje no es fijo, porque refleja la acción de absorción de aire de los pistones.

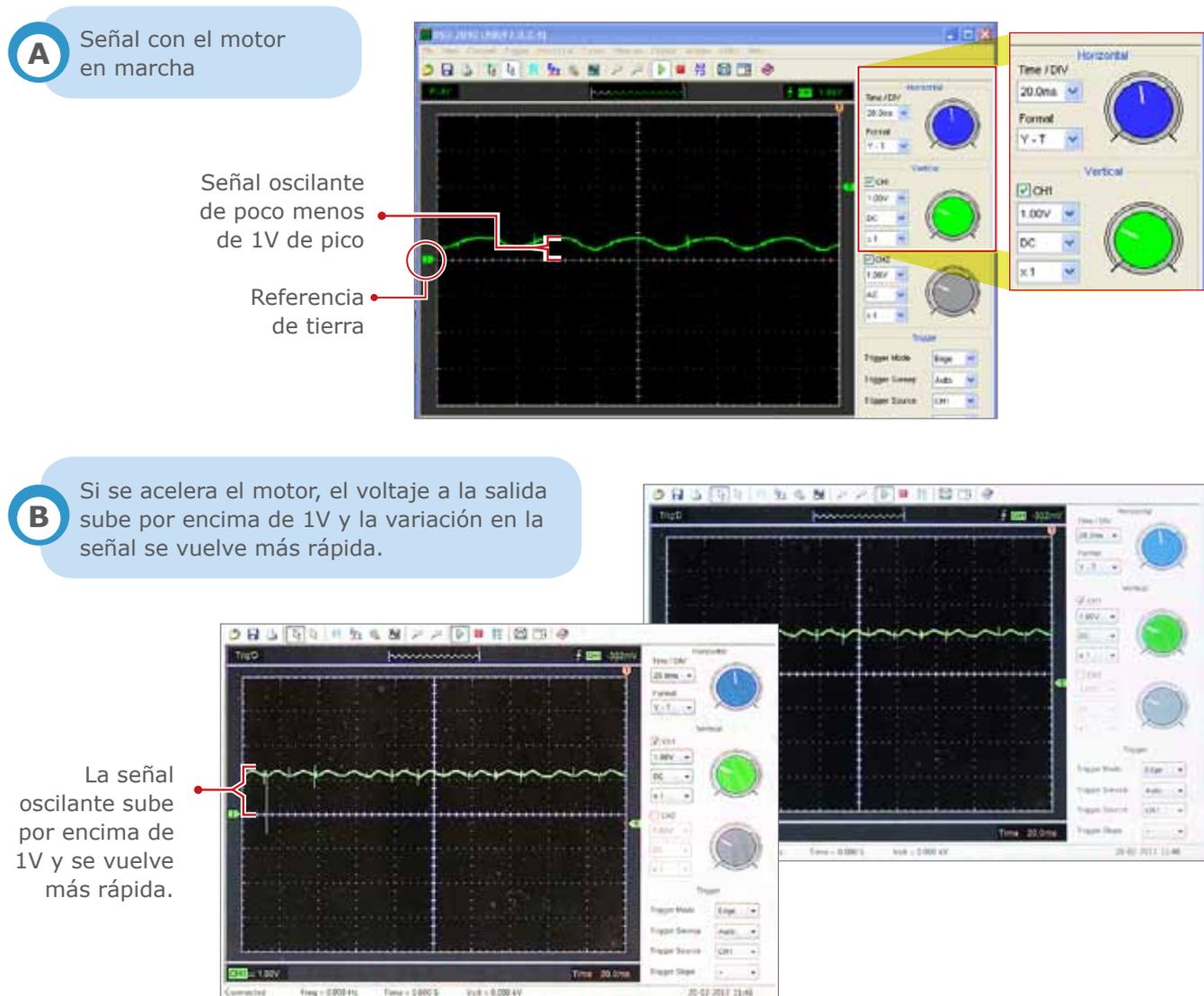
Si se acelera el motor, de inmediato el voltaje a la salida sube por encima de 1V, y que la variación en la señal se vuelve más rápida (el motor aspira aire de forma más continua).

Si en las pruebas que usted haga con su osciloscopio se tiene un comportamiento similar, entonces el sensor MAF en prueba estará trabajando adecuadamente.



**Figura 3.1**

**Sensor de flujo de aire**



# Video 2

## Sensor de flujo de masa de aire

Duración: 3 minutos



Para consultar este video debe estar conectado a Internet. Al hacer clic se desplegará una página en su navegador, y se le solicitará la clave de acceso que se le entregó al adquirir este manual. Todos los videos se despliegan en línea.

## ● Sensor de posición del árbol de levas

Es un sensor de tipo magnético de efecto Hall; por lo que podríamos esperar una señal cuadrada de aproximadamente 5Vpp, y con una frecuencia que reflejará el régimen de trabajo del motor. Por lo tanto, para apreciar de manera adecuada esta señal, lo mejor es usar una escala de 2V/div en sentido vertical, y de 40ms/div en la escala horizontal.

En la imagen A de la figura 3.2 se tiene la señal de salida de este sensor con el motor en ralentí; y en B la misma señal pero cuando se ha acelerado el motor. Es evidente que el aumento de la frecuencia en el segundo caso, pues la señal se ve más “apretada”; esto nos está indicando algo que nos resulta obvio: que al acelerar el motor el árbol de levas gira más rápidamente.



## ● Sensores del cuerpo de aceleración

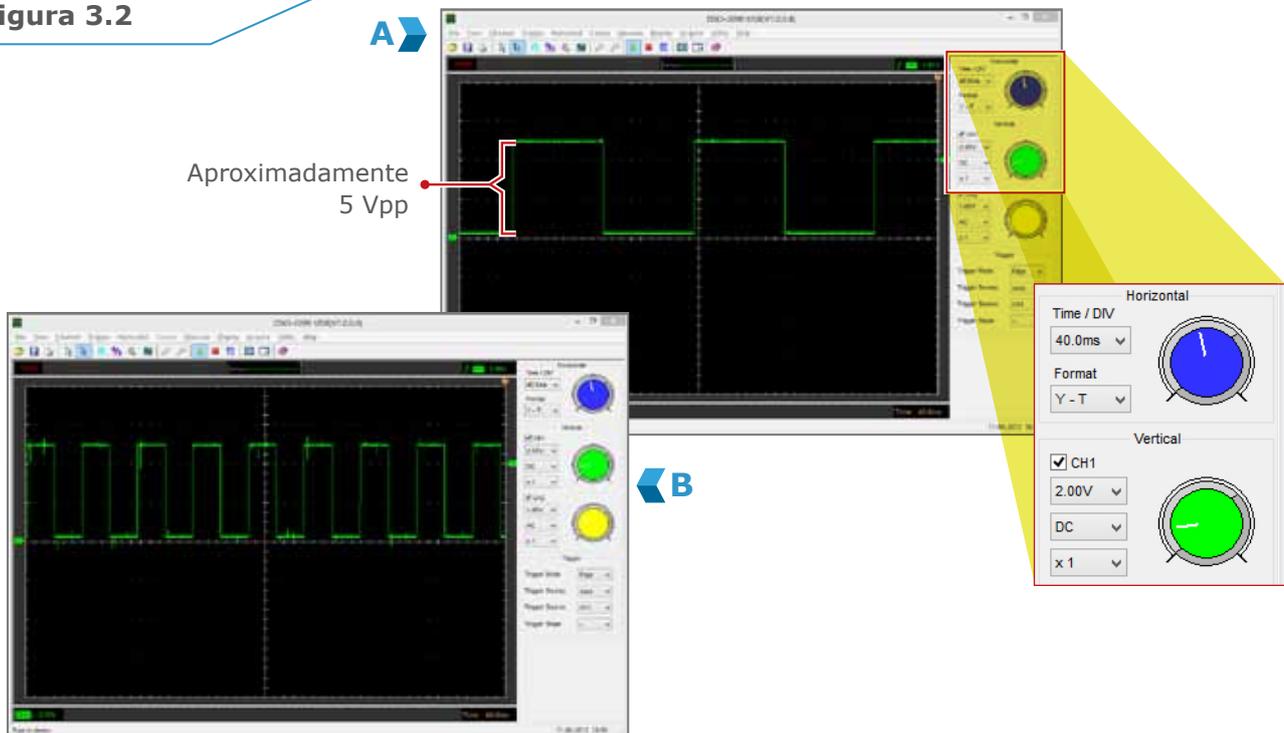
Para que la computadora disponga de una referencia sobre la posición de la mariposa en el cuerpo de aceleración, se utiliza un par de resistencias variables: una cuyo voltaje a la salida aumenta al abrirse esta válvula y otra cuyo voltaje disminuye. A estos sensores se les conoce con los acrónimos de TPS1 y TPS2, por *Throttle Position Sensor*.

Se utiliza un sensor doble por motivos de seguridad. Ambos voltajes llegan a la computadora, y si el procesador detecta que un voltaje se mueve pero el otro no, asume que hay un problema en el cuerpo de aceleración y coloca al auto en un modo de operación de emergencia, en el que no se puede acelerar considerablemente; sólo lo suficiente para llevar el auto al taller.

En la imagen A de la figura 3.3 se muestra la señal de los dos sensores mencionados; la línea verde corresponde al sensor cuyo voltaje sube al acelerar el auto (TPS1), y la amarilla a la que baja en la misma situación (TPS2). Note que la línea verde tiene como referencia de tierra la línea central de la pantalla, mientras que la amarilla tiene su referencia de tierra en la parte inferior de la misma (flechas en la parte izquierda); aún así, la línea amarilla está por encima de la verde, estando el auto en ralentí.

Cuando se acelera el automóvil, se produce una señal como la que se muestra en B: la línea verde comienza a

Figura 3.2



# Video 3

## Sensor de posición del árbol de levas

Duración: 2 minutos



Para consultar este video debe estar conectado a Internet. Al hacer clic se desplegará una página en su navegador, y se le solicitará la clave de acceso que se le entregó al adquirir este manual. Todos los videos se despliegan en línea.

Figura 3.3

### Sensores del cuerpo de aceleración

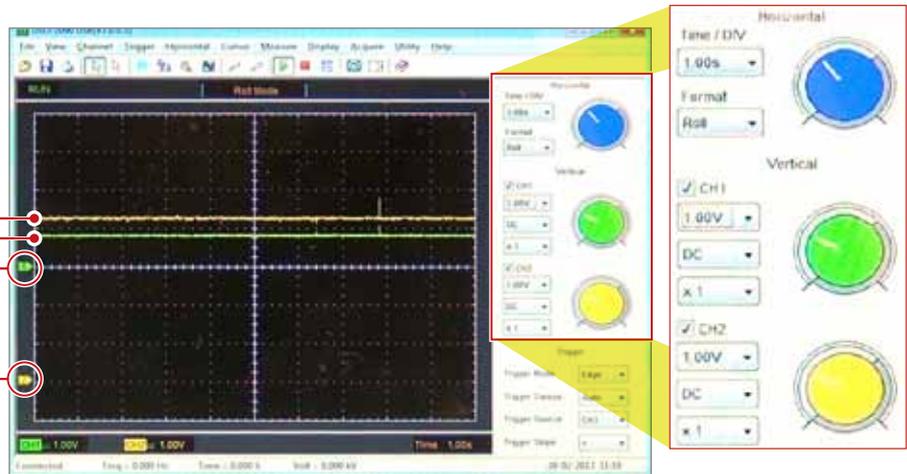
**A** Señal con el motor en marcha

Señal del TPS2  
(en el canal 2)

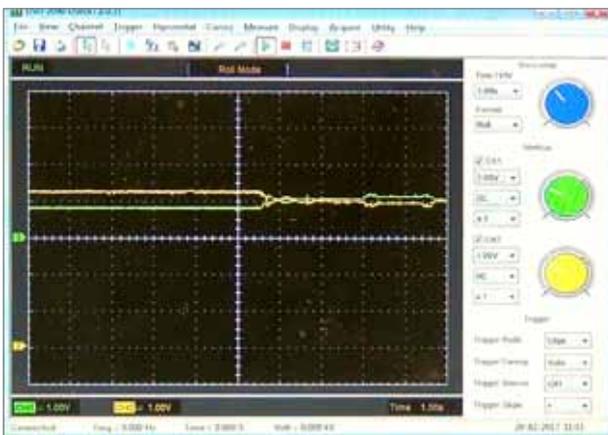
Señal del TPS1  
(en el canal 1)

Referencia de tierra de  
la señal del canal 1

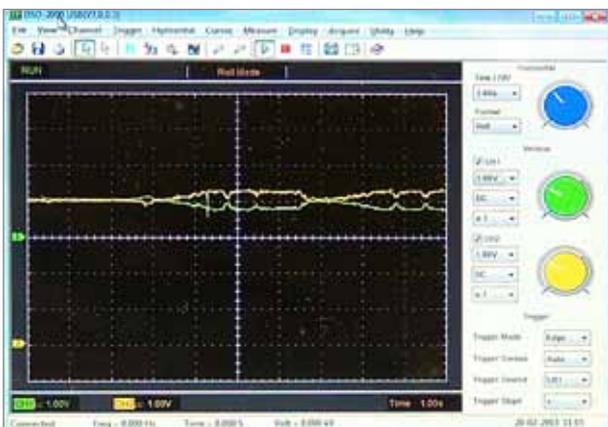
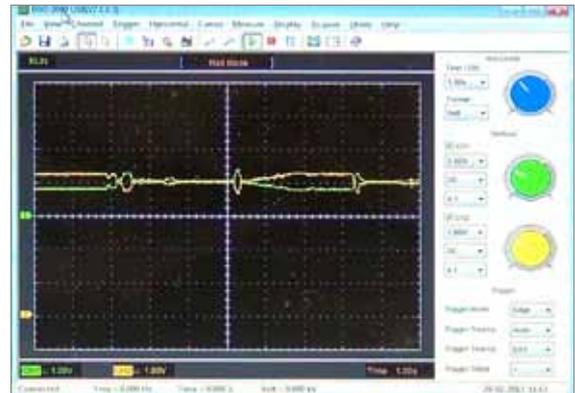
Referencia de tierra de  
la señal del canal 2



**B** Si se acelera el motor la señal del TPS1 comienza a subir y la del TPS2 comienza a bajar. Se pueden superponer o incluso la señal del TPS1 superar a la del TPS2.



**C** Con un acelerón fuerte y rápido se despliega un par de picos en las señales; uno hacia arriba de la señal verde y uno hacia debajo de la amarilla.



**D** Síntoma típico de una falla en el sensor MAF, que afecta el comportamiento de la computadora, la cual trata de compensar esta falla acelerando y frenando el motor.

subir y la amarilla a bajar, al grado de que pueden llegar a superponerse o incluso la verde superar a la amarilla.

Si se da un acelerón fuerte y rápido, se puede ver un par de picos en las señales; uno hacia arriba de la señal verde y uno hacia debajo de la amarilla (en las imágenes C se observan varios de estos picos, con uno muy pronunciado cerca de la parte media de la pantalla); sin embargo, al soltar el acelerador, la señal regresa a su posición normal (parte derecha de la pantalla).

Existe un síntoma muy interesante que se presenta cuando el motor está en ralentí, y aún así se escucha que el motor pareciera acelerarse y frenarse solo; al ver la señal de los sensores, se ve algo como lo que se muestra en la imagen D. Este es un síntoma típico de una falla en el sensor MAF, que afecta el comportamiento de la computadora, la cual trata de compensar esta falla acelerando y frenando el motor.

Entonces, cuando la señal de los sensores del cuerpo de aceleración tengan un aspecto como éste, hay que revisar el sensor MAF.

Por último, queremos recomendarle al lector el manual combo *Diagnóstico y fallas en el sistema de aceleración electrónica (cuerpo y pedal)*, también editado por esta casa editorial. Este manual, junto con el de sensores han sido los exitosos de la serie combo.



## ■ Pedal del acelerador

Como sabemos, en vehículos antiguos la mariposa del carburador se accionaba mecánicamente por medio de un cable Bowden (o “chicote”, como también se le conoce) conectado directamente en el pedal del acelerador. Y en la mayoría de vehículos actuales sin pedal electrónico aún se sigue utilizando este cable, aunque el accionamiento de la mariposa se realiza de manera electromecánica.

Pero en vehículos con pedal electrónico ya no se utiliza el “chicote”, sino que directamente la computadora envía señales a un motor eléctrico para que éste, a su vez, abra o cierre dicha válvula.

Los pedales electrónicos envían hacia la ECU dos señales independientes, una principal y otra de respaldo; el detalle es que no son iguales, sino que la segunda tiene aproximadamente la mitad del valor de la primera.

Esto se hace por cuestiones de seguridad; si en algún momento fallara la resistencia variable principal del pedal, y se acelerara el motor de forma incontrolada, la computadora tendría la referencia de que la señal de respaldo no coincide con la principal, y entonces colocará al auto en modo de emergencia, suficiente para llevarlo al taller, mas no para su uso normal.

Para observar cómo se comporta un pedal electrónico, hay que localizar las dos líneas por las que envía sus voltajes hacia la ECU, y colocar ahí las puntas del osciloscopio. Para observar que una señal tiene un valor de la mitad que la otra, hay que colocar ambos canales con la misma referencia de tierra y con la misma escala vertical (en este caso, usamos una escala V de 1V/div).

Como los movimientos del pedal son lentos, se escoge una escala horizontal igualmente lenta (aproximadamente 0.4s/div); y con el acelerador en ralentí se obtiene un oscilograma como el que se muestra en la imagen A de la figura en figura 3.4. Note que claramente la línea amarilla está en un valor



# Video 4

## Cuerpo de aceleración

Duración: 3 minutos



Para consultar este video debe estar conectado a Internet. Al hacer clic se desplegará una página en su navegador, y se le solicitará la clave de acceso que se le entregó al adquirir este manual. Todos los videos se despliegan en línea.

que es casi el doble que la línea verde, lo cual es el comportamiento normal.

Si se comienza a acelerar poco a poco el motor, las líneas comienzan a subir, pero la amarilla lo hará más rápidamente que la verde (B); al dar un acelerón, se presentará un pico en ambas señales ©.

Esta es la forma de onda de los sensores del pedal de acelerador. Tómela como referencia; si el pedal que está probando exhibe una señal de este tipo, entonces el problema se encuentra en otro lado.



**Ver video 5**  
Pedal del acelerador

## ■ Sensor ABS

Es un sensor de tipo magnético, que detecta el paso de los “dientes” de una rueda tipo engrane colocada en el eje de giro de las llantas (imagen A de la figura 3.5). Por lo tanto, a su salida se obtiene una señal de tipo casi senoidal, cuya frecuencia y amplitud dependerán de la velocidad de giro de las llantas.

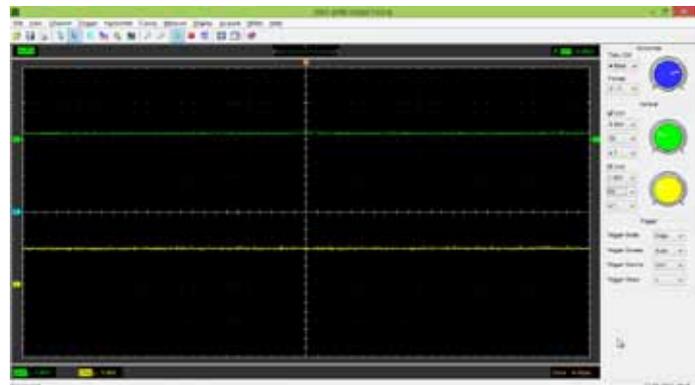
En B se muestran las salidas típicas de un par de estos sensores; en este caso, el osciloscopio está conectado a la salida de los sensores de las ruedas delanteras de un auto con giro libre, y se mantiene el motor en su posición de ralentí (de este modo, las llantas giran a una velocidad lenta).

Se han utilizado las escalas de 4ms/div y de 1V/div. Note que no es forzoso que ambas señales tengan la misma frecuencia: es posible que una llanta gire un poco más rápido que la otra, pero debe haber señal en ambas.

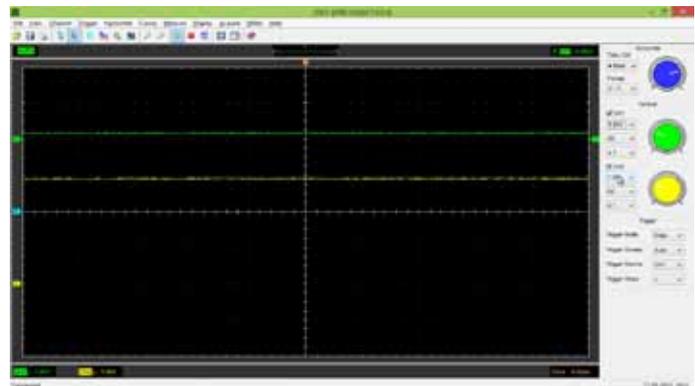
En C se muestra lo que sucede si se detiene el giro de una de las ruedas: una de las señales se acelera, mientras que la otra se pierde por completo. Es lo mismo que pasaría si la llanta siguiera girando, pero hubiera una falla en el sensor ABS. Cuando la computadora deja de percibir la señal de alguna de las llantas, asume que está bloqueada, y se pone en

**Figura 3.4**

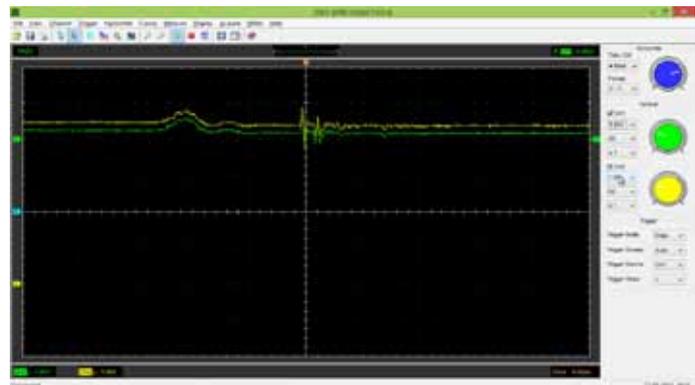
### Formas de onda del pedal del acelerador



**A** La línea amarilla está en un valor que es casi el doble que la línea verde; esto es normal.



**B** Si se acelera poco a poco el motor, ambas líneas comienzan a subir, pero la amarilla sube más rápidamente.



**C** Al dar un acelerón, se presentará un pico en ambas señales.

# Video 5

## Pedal del acelerador

Duración: 3 minutos



Para consultar este video debe estar conectado a Internet. Al hacer clic se desplegará una página en su navegador, y se le solicitará la clave de acceso que se le entregó al adquirir este manual. Todos los videos se despliegan en línea.

un modo de protección que le permite al usuario llevar el auto al taller, pero no usarlo normalmente.

## ■ En conclusión

Estas son algunas de las mediciones que puede hacer con el osciloscopio para probar el estado de los sensores dentro de un automóvil. El secreto está en localizar la línea por la cual el sensor envía su señal de control hacia la ECU, conectar ahí el osciloscopio y visualizar en pantalla el comportamiento del dispositivo, tanto con el auto en ralentí como al momento de acelerarlo.

En realidad, lo único que hay que cuidar es el uso de las escalas de visualización correctas, para observar las señales con el mayor detalle posible. Podrá ver que con un poco de práctica, bastará un vistazo para determinar si un sensor está en buenas condiciones o ya requiere ser reemplazado.



Ver video 6

Sensores del sistema ABS

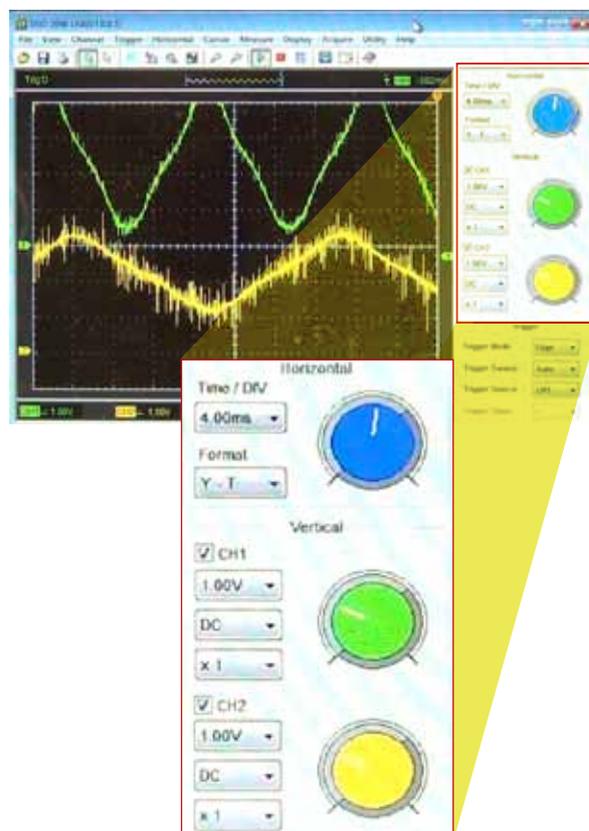
Figura 3.5

### Sensor ABS

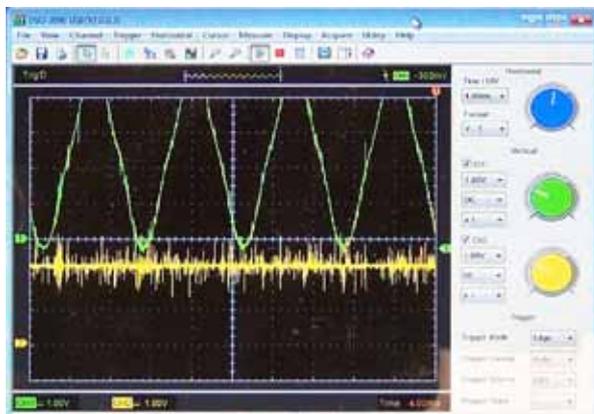
**A** Sensor ABS



**B** Salidas típicas de un par de sensores ABS



**C** Si se detiene el giro de una de las ruedas, una de las señales se acelera, mientras que la otra se pierde por completo



# Video 6

## Sensores del sistema ABS

Duración: 2 minutos



Para consultar este video debe estar conectado a Internet. Al hacer clic se desplegará una página en su navegador, y se le solicitará la clave de acceso que se le entregó al adquirir este manual. Todos los videos se despliegan en línea.

# Prueba de actuadores con osciloscopio

El osciloscopio no sólo sirve para probar si los sensores repartidos en todo el vehículo están trabajando correctamente; dependiendo de las señales que dan estos sensores, la ECU envía órdenes para que ciertos actuadores realicen diversas tareas, que pueden ir desde simplemente subir y bajar las ventanillas, hasta controlar la entrada de aire al motor, disparar los inyectores de gasolina, provocar la chispa de ignición, etc.

Esto quiere decir que para comprobar el buen estado de un auto no basta con revisar si sus sensores están trabajando adecuadamente; también hay que probar que la ECU envíe las órdenes hacia los actuadores, y que éstos respondan adecuadamente. En esto también nos puede ayudar mucho el osciloscopio.

## ■ Tipos de actuadores en un automóvil

Podemos decir que casi todos los actuadores de un automóvil son de tipo inductivo, aunque puede haber algunas variantes: los encontramos de tipo solenoide (inyectores), de tipo embobinado simple (bobinas de ignición), motores simples de DC y motores de pasos. Y claro, cada uno maneja un tipo específico de señal, que puede ser visualizada y analizada con el osciloscopio.

Y como hemos insistido, a veces es prácticamente imposible determinar con el multímetro si una señal que proviene de la computadora es correcta, ya que se trata de pulsos muy delgados que no se alcanzan a reflejar en el valor desplegado. En cambio, con el osciloscopio podemos visualizar claramente los pulsos que se van produciendo, para verificar que tenga la forma adecuada, y que por lo tanto la señal que recibe el actuador es correcta.

Así, podemos concluir que si un dispositivo recibe las órdenes adecuadas, y aún así no trabaja o no lo hace adecuadamente, lo más probable es que esté dañado.

## ■ Prueba de los pulsos de ignición

Comencemos probando, precisamente, los pulsos que se aplican a las bobinas de ignición. Como sabemos, son las que producen la chispa que enciende la mezcla de aire-combustible en los cilindros.

Recordará que en vehículos antiguos, sólo había una bobina general que era excitada por los platinos, y cuyos pulsos se repartían gracias al distribuidor. Pero en los vehículos actuales, cada bujía posee una bobina independiente propia; así que se pueden revisar los pulsos que llegan precisamente a la entrada de dichas bobinas para comprobar que la computadora sí esté enviando las señales de ignición.

Veamos el caso típico de un auto que utiliza un conjunto de cuatro bobinas. A este conjunto le llegan cinco cables: uno para el voltaje de 12-15V y los otros cuatro para cada una de las bobinas. Por lo tanto, si conectamos el osciloscopio entre tierra y cualquiera de las entradas de las bobinas, se mostrará en la pantalla del osciloscopio una forma de onda como la de la figura 4.1.

Y si bien analizar una sola de las señales nos ofrece información para el diagnóstico, es mejor observarlas de dos en dos, como en la figura anterior, para que se aprecie el desfase que hay entre el encendido en los cilindros.

En motores de cuatro cilindros, podemos encontrar casos con encendido pareado (esto es, se encienden de dos en dos a la vez), o de encendido secuencial, en el cual se van encendiendo uno detrás de otro a intervalos regulares; es el caso del motor del que hemos extraído estas señales.



### Ver video 7

Bobinas de encendido

Si alguno de estos pulsos no está presente, deberá revisar el cableado para detectar cortos o daños; o puede tratar de ver estas mismas señales, pero saliendo directamente del conector de la computadora. Si en este punto sí hay pulsos, entonces es un problema del arnés; pero si no salen pulsos, entonces habrá fallado alguno de los excitadores internos de la unidad de control.

Y si todos los pulsos salen, pero aún así no hay una ignición adecuada, entonces probablemente tiene un problema de bobinas o de bujías.

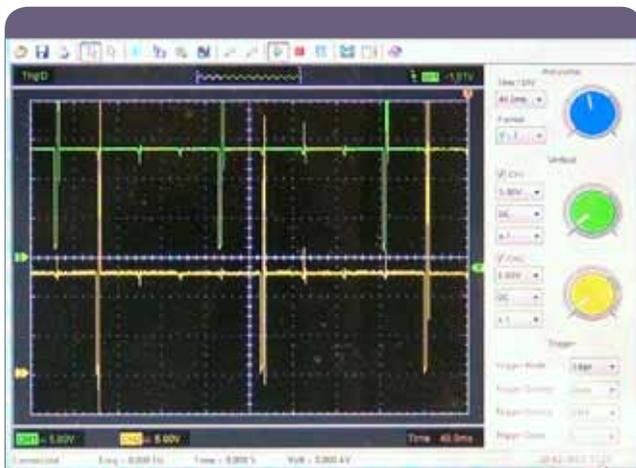
### ● Prueba de los pulsos de inyectores

Esta prueba es muy similar a la anterior, ya que los inyectores poseen una bobina que activa a un émbolo, que es el encargado de expulsar el combustible hacia los pistones. Como sabemos, hay un inyector por cada cilindro, y a cada uno le llegan dos cables, uno de alimentación (12-15V) y otro por donde se reciben los pulsos de activación de los inyectores.

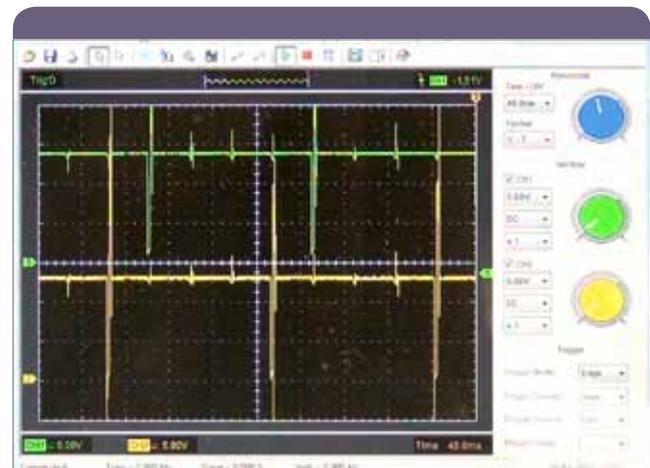
En figura 4.2 se muestra una señal típica de activación de inyectores; puede ver que es muy parecida a la de las bobinas: se mantiene en un nivel alto la mayor parte del tiempo, pero se pueden ver delgados pulsos de activación.

Figura 4.1

### Prueba de los pulsos de ignición



Observe que la mayor parte del tiempo la señal se mantiene en un nivel alto, equivalente al de alimentación; sin embargo, también aparecen delgados pulsos en bajo, que es precisamente cuando circula por la bobina una corriente y produce el alto voltaje para la chispa de ignición.



Aquí se muestra un oscilograma donde se ha mantenido fija la punta del canal 1 y se ha movido la del canal 2 hacia otra de las entradas de señal; se puede ver que el pulso amarillo se va alejando del verde.

# Video 7

## Bobinas de encendido

Duración: 3 minutos



Para consultar este video debe estar conectado a Internet. Al hacer clic se desplegará una página en su navegador, y se le solicitará la clave de acceso que se le entregó al adquirir este manual. Todos los videos se despliegan en línea.

Nuevamente, en caso de que a la entrada de uno de los inyectores no se tenga el pulso correspondiente, hay que revisar el cableado y la salida de la computadora; pero si los pulsos sí están presentes y aún así el motor no funciona adecuadamente, es momento de revisar los inyectores.

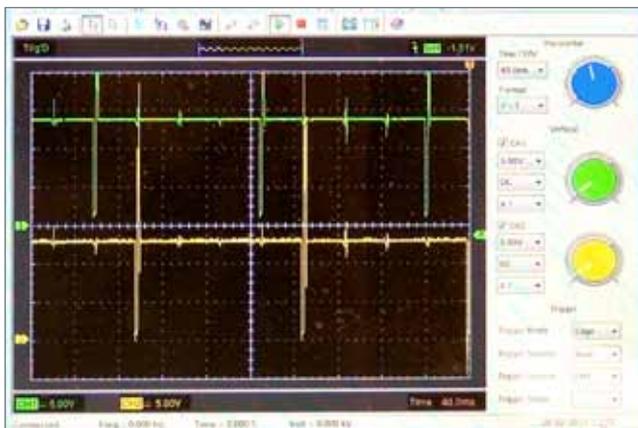


## Ver video 8

Pulsos de los inyectores

Figura 4.2

### Prueba de los pulsos de inyectores



Señal típica de activación de inyectores



Si se acelera el motor, los pulsos aumentan de frecuencia (se "acercan" entre sí), y al regresar a la posición en reposo, la señal recupera su frecuencia original.

## Prueba de la válvula IAC

La válvula que controla la entrada de aire en ralentí, normalmente posee 4 o 6 terminales en su arnés, indicando que se trata de un motor de pasos. Estos motores se activan con una serie secuencial de pulsos; sin embargo, la forma de medirlos con osciloscopio es ligeramente distinta a los casos anteriores.

En todas las mediciones realizadas hasta ahora, la referencia GND del osciloscopio se conectaba a chasis y la punta a la señal correspondiente. Sin embargo, para probar las válvulas IAC, sobre todo las de conector de 4 terminales (las más comunes), lo mejor es conectar la referencia de chasis de uno de los extremos de una bobina y la punta de prueba en el otro (en este caso, hay que cuidar mucho que no haya ningún otro posible retorno a chasis desde el osciloscopio, ya que se podría dañar la computadora). La señal resultante sería como la que se muestra en la figura 4.3.

Note que ahora se tiene un pulso en sentido positivo, pero también uno en sentido negativo; esto significa que la corriente fluye en las bobinas de la válvula, tanto en un sentido como en el otro. Dicha prueba hay que hacerla bobina por bobina (no conviene tratar de probar las dos al mismo tiempo usando los dos canales del aparato), ya que se podría provocar un corto que dañe la computadora.

Las válvulas de 6 conectores no tienen este problema, y se pueden probar las entradas de dos de las bobinas sin el menor riesgo; aunque aquí sí hay que conectar la referencia GND a chasis y las puntas de prueba a las entradas de las bobinas, obteniéndose la forma de onda que se muestra en la figura anterior.

Nuevamente, si los pulsos están presentes con esta forma, y aún así la válvula no funciona adecuadamente, es señal de que este dispositivo necesita mantenimiento o reemplazo. Pero si alguno de los pulsos no llegan bien al dispositivo, entonces hay que diagnosticar el arnés de conexión o la computadora.

Hay casos especiales de válvulas IAC que sólo cuentan con dos conectores en su arnés; en tales válvulas, normalmente la computadora envía ya sea un voltaje de control (el cual se puede medir fácilmente con multímetro) o una señal con ancho de pulso variable, la cual es mejor visualizarla con osciloscopio.

Esta última es una señal cuadrada que, dependiendo del grado de apertura que requiera la computadora para la válvula, varía el ancho del pulso en nivel alto, haciendo que

# Video 8

## Pulsos de los inyectores

Duración: 4 minutos



Para consultar este video debe estar conectado a Internet. Al hacer clic se desplegará una página en su navegador, y se le solicitará la clave de acceso que se le entregó al adquirir este manual. Todos los videos se despliegan en línea.

sea más ancho o más delgado, pero sin variar su frecuencia. Al revisar la señal en el osciloscopio se tendría un despliegue como el que se también se muestra en la figura anterior.

### ■ Otras mediciones

Estos son sólo algunos ejemplos de cómo aplicar el osciloscopio en el diagnóstico de los actuadores. Por supuesto que no son los únicos, pero sí los más representativos. Después de todo, recuerde que casi todos los actuadores en un automóvil son de tipo inductivo, así que hay dos opciones para su accionamiento:

- Reciben una serie de pulsos.
- O reciben un voltaje continuo.

Y en ambos casos el osciloscopio puede ser de gran ayuda para el diagnóstico.

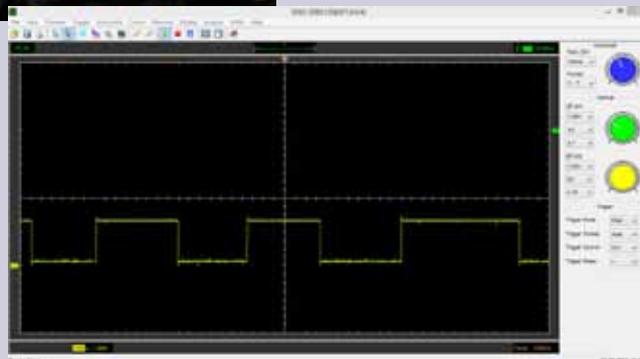
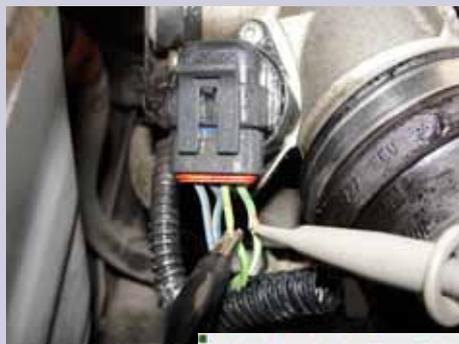


**Ver video 9**

Prueba de una válvula IAC

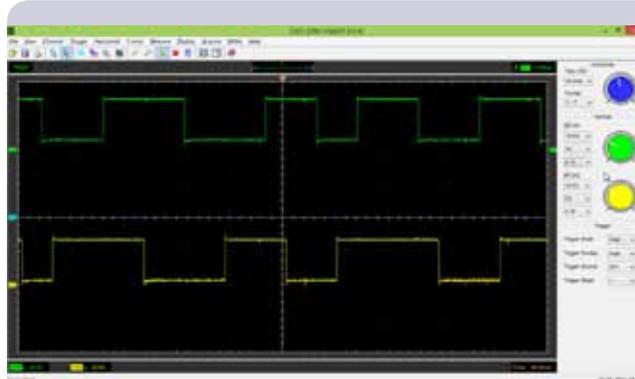
Figura 4.3

### Prueba de la válvula IAC



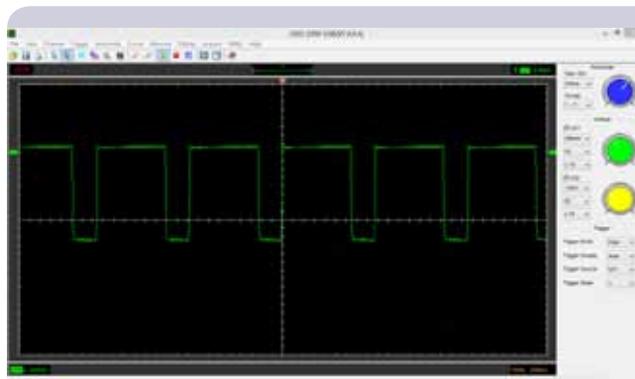
**A**

En válvulas de 4 terminales, se conecta la referencia de chasis en uno de los extremos de una bobina y la punta de prueba en el otro. Se obtiene la señal mostrada.



**B**

Forma de onda de una válvula de 6 terminales



**C**

Forma de onda de una válvula con 2 terminales

# Video 9

## Prueba de una válvula IAC

Duración: 2 minutos



Para consultar este video debe estar conectado a Internet. Al hacer clic se desplegará una página en su navegador, y se le solicitará la clave de acceso que se le entregó al adquirir este manual. Todos los videos se despliegan en línea.

# Prueba del CAN-Bus con osciloscopio

El CAN-Bus fue una solución bastante ingeniosa diseñada por Bosch para ahorrar cableado y optimizar la comunicación entre diferentes unidades de control, a medida que se desarrollaba la gestión electrónica en los diferentes sistemas del vehículo.

Este protocolo funciona a partir de una unidad de control central que delega la carga de comunicaciones a los sistemas periféricos, por lo que dispone de mayor tiempo para ejecutar tareas propias. Y como es una red que combina la información de dos canales en un solo medio de transmisión (es decir, es una red multiplexada), reduce considerablemente tanto el cableado como las conexiones necesarias.

Además, es un protocolo estandarizado, y por lo tanto permite simplificar y economizar la comunicación entre distintos sistemas de diferentes fabricantes sobre una red común (bus). Aquí revisaremos su forma de onda.

## ■ El bus de comunicación CAN

En los vehículos actuales, hay un tipo de señales que si bien no están involucradas directamente con la operación del motor, sí son indispensables en el funcionamiento de todo el conjunto de sistemas. Estamos hablando, específicamente, de las redes multiplexadas, de las cuales la más utilizada es el bus de comunicaciones CAN (siglas en inglés de “red de área de control”, *Control Area Network*).

Este bus se utiliza para intercambiar instrucciones e información entre la unidad de control central de la red y las unidades de control periféricas del vehículo (figura 5.1). Aunque, precisamente por ser una red, toda la información de un sistema está disponible para cualquier otro sistema, según sus requerimientos de funcionamiento.

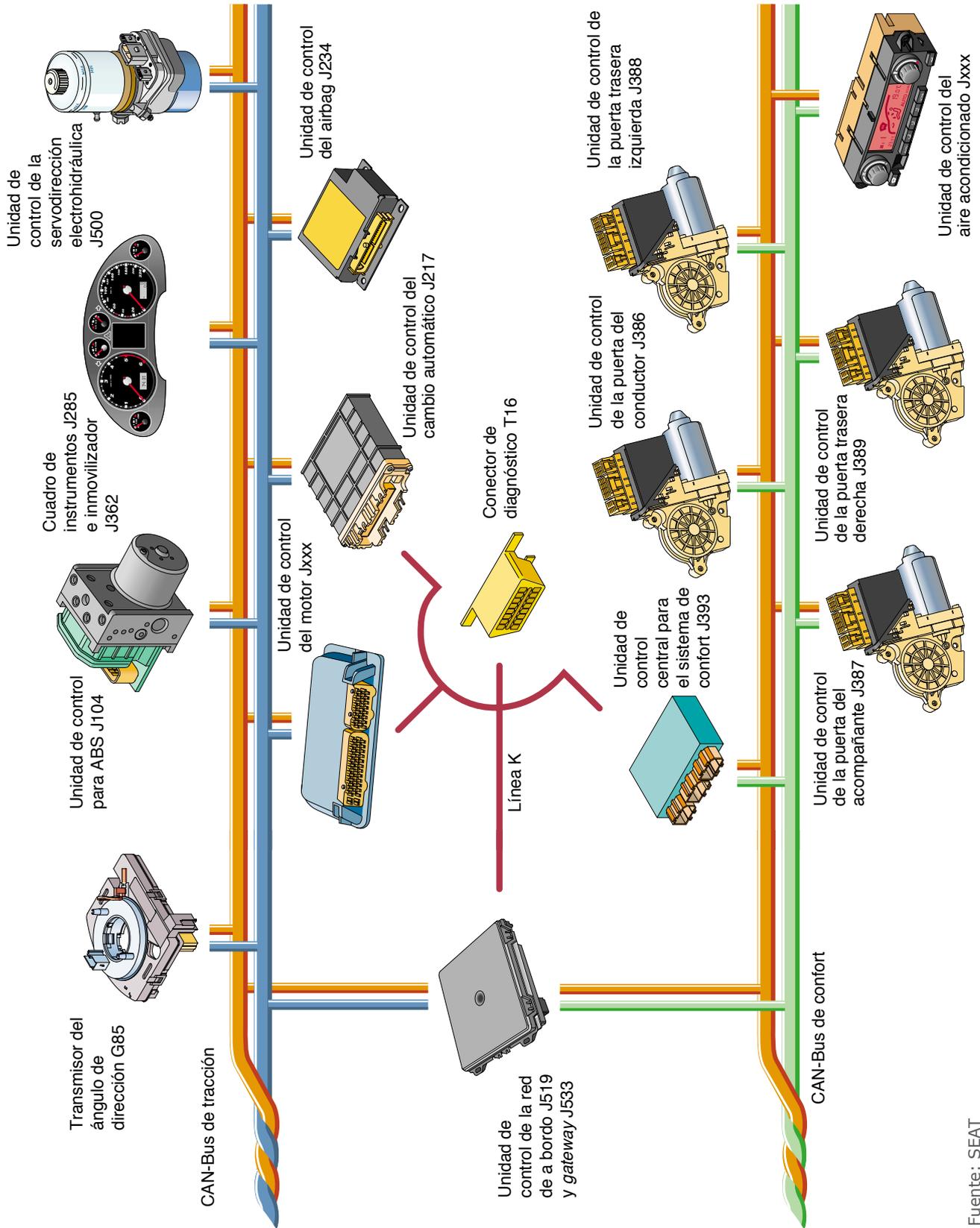
## ■ La necesidad de una comunicación en red

Cuando comenzaron a aumentar los sistemas de control electrónicos en un automóvil, se vio la conveniencia de establecer una especie de “control central”, donde se concentraran todas las instrucciones que solicita el conductor al accionar los sistemas durante el manejo, se evaluaran y enviaran los comandos correspondientes para que se ejecutaran tales instrucciones.

El problema es que muchos de estos comandos van a circuitos muy alejados entre sí, y si a cada circuito se le enviara sus órdenes respectivas mediante un cable exclusivo, serían inmanejables la cantidad de cables y el tamaño de los conectores necesarios para alojarlos. Figura 5.2.

Figura 5.1

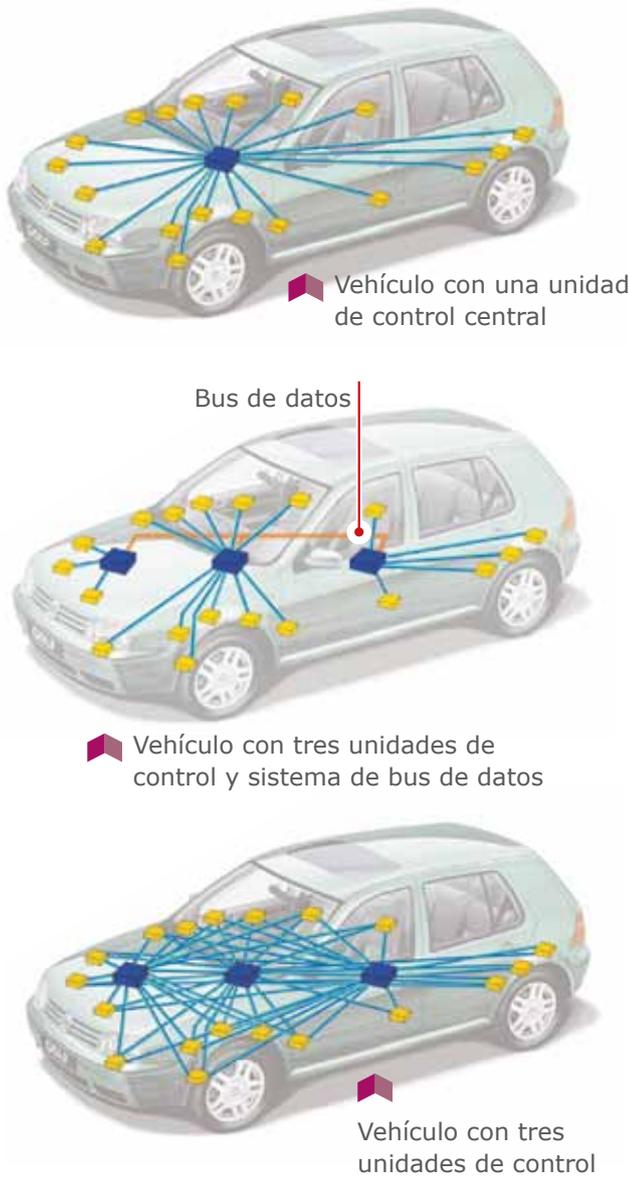
### Unidades de control interconectadas por un bus de comunicación CAN



Fuente: SEAT

**Figura 5.2**

### Ejemplos con el cableado tradicional y con el bus CAN



**Figura 5.3**

Representación gráfica del cableado del bus CAN



Precisamente, para solucionar este inconveniente, se estableció una comunicación de tipo bus, con la cual se tiene únicamente un par de cables llegando hasta todos los circuitos que requieran enviar o recibir información desde la computadora. Y a través de estos cables se distribuyen las instrucciones para todos los periféricos asociados. Físicamente, un auto con bus CAN (o CAN-Bus, como también se le conoce), tendría un cableado como el que se muestra en la figura 5.3.

### ■ El funcionamiento general del bus CAN

En el CAN-Bus se utiliza un protocolo de comunicación que permite determinar si cierta orden va hacia la unidad de control X o hacia la unidad de control Y, para que éstas recojan los comandos y se encarguen de su ejecución.

Resulta obvio, entonces, que esta comunicación es muy delicada, ya que cualquier falla podría desembocar en problemas mayores. Es por ello que el bus CAN utiliza dos líneas de enlace (con su respectivo retorno de tierra); y por esta doble vía circulan tanto las órdenes que van de la unidad de control principal a las unidades de control periféricas, como la información que éstas deben enviar a aquélla. Figura 5.4.

Es decir, se utilizan dos líneas para que los datos circulen por el bus de forma redundante; esto es, para que por las dos líneas viaje la misma información, de modo que en el extremo receptor se recojan ambas y se comparen; y si no hay diferencias entre ellas, se asume que la transmisión fue exitosa y se procede entonces a cumplir con las instrucciones.

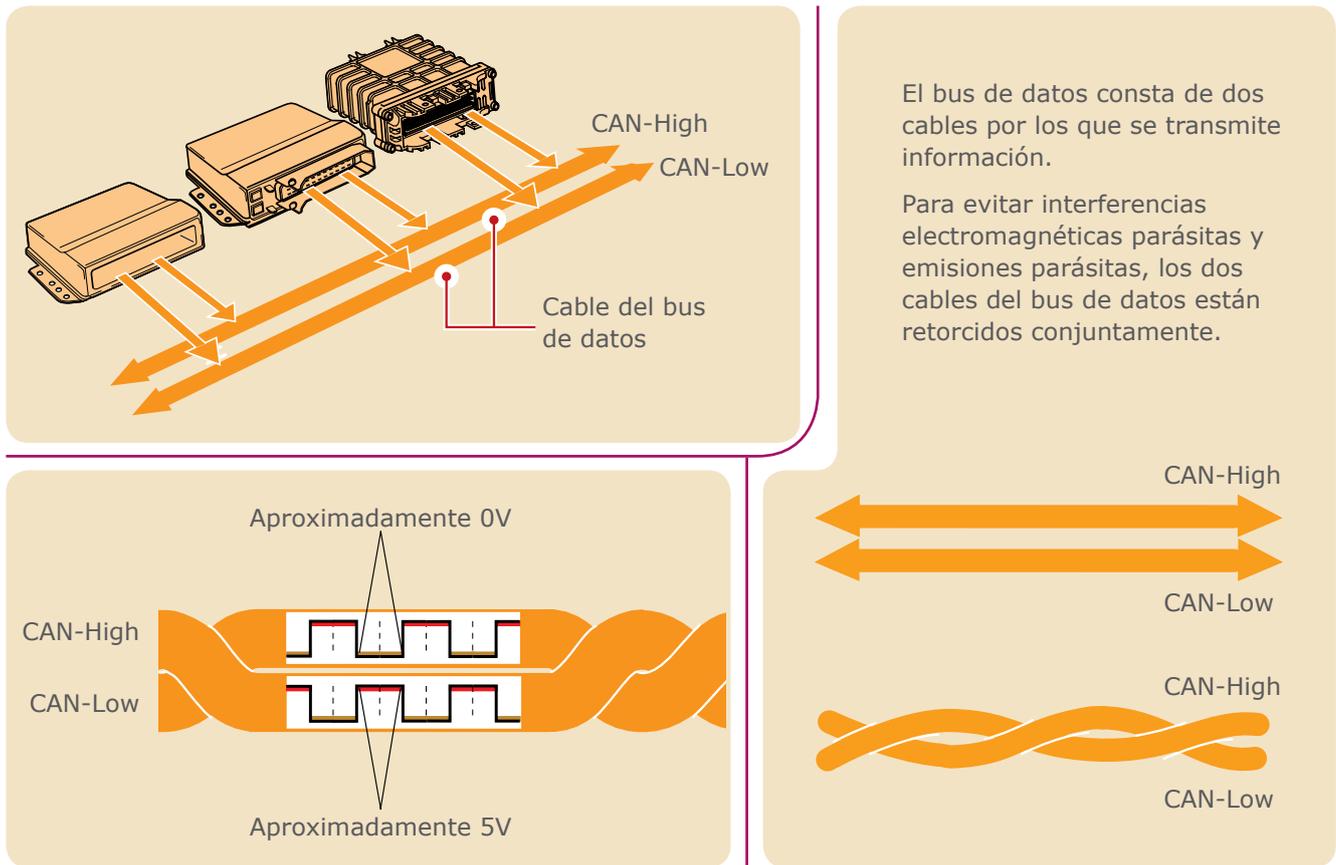
Ahora bien, para ofrecer aún mayores condiciones de seguridad en el flujo de la información, el bus CAN envía los mismos datos por los dos cables, pero envía uno en lógica positiva (CAN-High) y el otro en lógica negativa (CAN-Low). Por lo tanto, si tratamos de ver los pulsos CAN en el osciloscopio, veremos que ambas señales son iguales, pero una aparece invertida con respecto a la otra.

### ■ La forma de onda del bus CAN

En la figura 5.5 se muestra el oscilograma de la señal de este bus. Note que los pulsos CAN son de alta velocidad, así que necesitamos un barrido horizontal relativamente rápido (unos 10 $\mu$ s/div); si reducimos esta velocidad, los pulsos comienzan a “apretarse”, hasta que se muestra una especie de ruido continuo. Por lo tanto, la mejor forma

Figura 5.4

## Funcionamiento general del CAN-Bus



de analizar tales pulsos es con un barrido horizontal bastante rápido.

Resulta obvio que las dos señales son casi idénticas entre sí, pero al compararlas se puede ver que cuando en la señal superior hay un 1 en la inferior hay un 0, y viceversa; como si la segunda señal fuera igual a la primera, pero invertida o en espejo.

Esta es, precisamente, la forma como viajan las instrucciones a través del bus CAN; y si a alguno de los periféricos sólo le llegara una de ellas, aunque fuera correcta la unidad de control central marcará un error, indicando la presencia de un problema (normalmente, un cable dañado o roto).

También hay un problema cuando alguna de las señales se atenúa mucho, de modo que el extremo receptor ya no es capaz de reconocerla como el inverso de la segunda señal (suele deberse a cables con fugas o que han envejecido). En todo caso, la forma correcta de verificar si el bus CAN está funcionando adecuadamente es la siguiente:

- Vea en el osciloscopio las salidas CAN-H y CAN-L de la computadora y revise que estén en buenas condiciones.
- Si son correctas las señales, mídalas a la entrada del sistema o unidad de control periférica que esté reportando problemas.

Si en ambos casos la señal tiene el mismo aspecto y nivel de voltaje, el problema estará entonces en la unidad en cuestión; pero si alguna de las señales se atenúa o desaparece, entonces hay que revisar cuidadosamente el cableado desde la computadora hasta el circuito de interés.



### Ver video 10

Interpretación de los oscilogramas de la señal del CAN-Bus

# Video 10

Interpretación de los oscilogramas de la señal del CAN-Bus

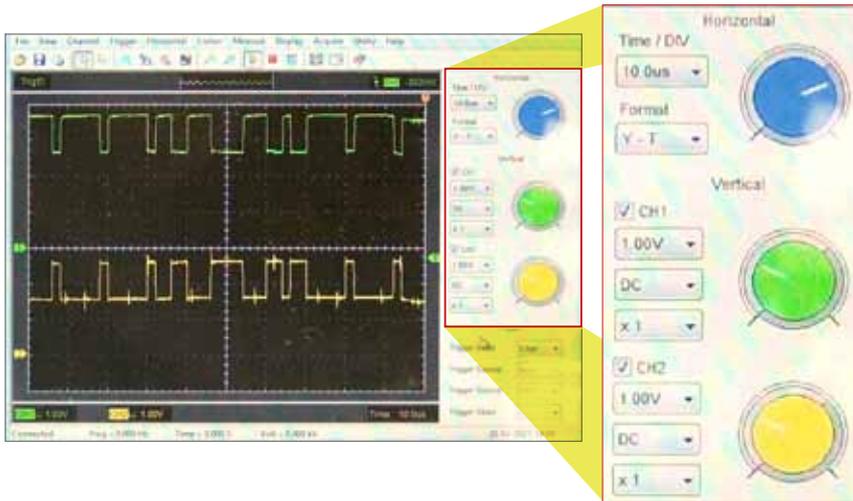
Duración: 3 minutos



Para consultar este video debe estar conectado a Internet. Al hacer clic se desplegará una página en su navegador, y se le solicitará la clave de acceso que se le entregó al adquirir este manual. Todos los videos se despliegan en línea.

Figura 5.5

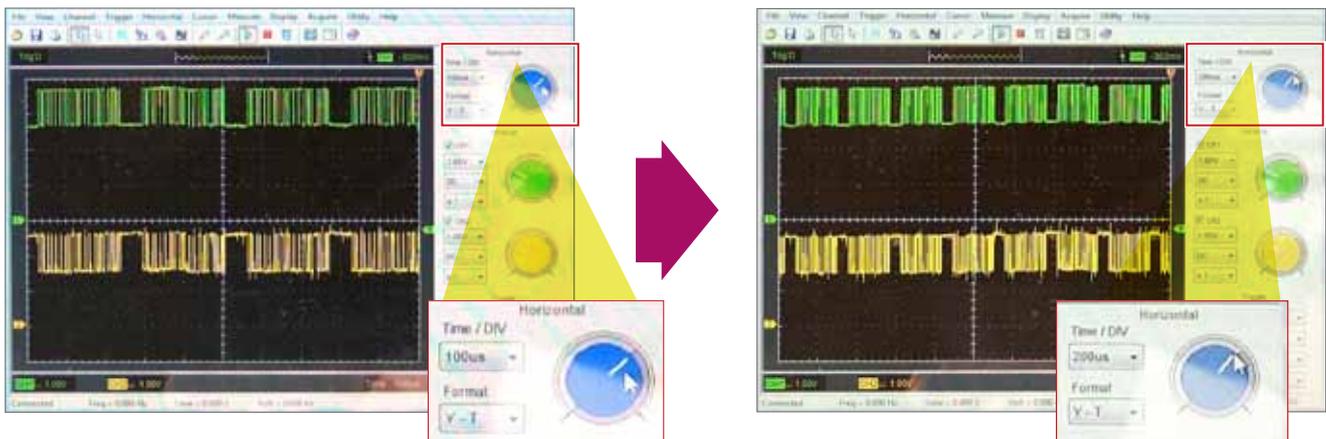
## El oscilograma del CAN-Bus



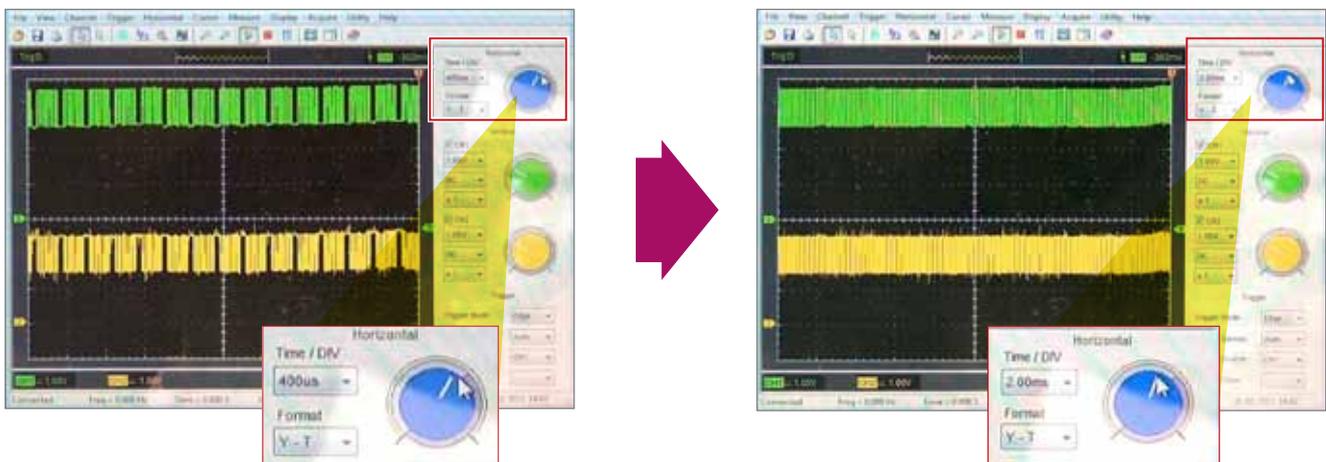
Los pulsos son de alta velocidad, por lo que se precisa de un barrido horizontal relativamente rápido.



Al reducir el barrido horizontal los pulsos comienzan a apretarse.



Reduciendo aún más el barrido horizontal, se observa como una especie de ruido continuo.



# El osciloscopio en la práctica

A estas alturas, ya debemos tener bien claro que el osciloscopio es un instrumento que nos permite realizar diagnósticos más rápidos y certeros, pero que requiere dedicación, práctica y hasta una buena dosis de paciencia; sobre todo porque su uso implica un buen manejo de los conceptos básicos de electrónica y del funcionamiento de los diferentes sistemas de un vehículo, incluido, por supuesto el motor de ciclo Otto de 4 tiempos.

Pero además, si usted se inclina por un osciloscopio de interfaz para PC, es de suponerse que maneja la computadora y el sistema operativo Windows. Así que el manejo y aplicación del osciloscopio, definitivamente no es una tarea sencilla para quien no tiene las bases suficientes.

Podemos decir, entonces, que el osciloscopio es un instrumento integral por todo lo que abarca, pero quien lo use bien, tendrá grandes ventajas y se distinguirá como un especialista automotriz muy competente, con todo lo que esto conlleva.

En este capítulo, ofreceremos dos casos de servicio en los que el osciloscopio resultó fundamental para el diagnóstico, así como la interpretación de algunas señales de ejemplo y diversas funciones importantes del osciloscopio de interfaz con el que hemos trabajado.

## ■ El multímetro, el escáner y el osciloscopio

El multímetro y el escáner automotriz, miden las señales eléctricas asociadas a los diferentes dispositivos de un vehículo, tomando muestras de ellas varias veces por segundo. Sin embargo, existen fallas intermitentes que ocurren en el control electrónico, que podrían no ser detectadas si se llegan a presentar entre muestra y muestra.

El osciloscopio, en cambio, toma una mayor cantidad de muestras por segundo de las señales y traza su forma de onda (su oscilograma), tomando como base el voltaje de la

señal en el tiempo. El voltaje es medido en el eje vertical y el tiempo en el eje horizontal, como hemos explicado.

Por lo tanto, el osciloscopio es un equipo que complementa las funciones de diagnóstico del multímetro y del escáner, pues cada uno tiene una función específica en el taller, y lo mejor es aplicarlos de manera pertinente, según vaya requiriendo la falla en cuestión un diagnóstico más refinado.

Precisamente, en los dos casos de taller siguientes, se muestra cómo el osciloscopio es el complemento ideal del multímetro y del escáner.



**Ver video 11**  
Localización de fallas en el sistema de frenos ABS



**Ver video 12**  
Localización de fallas en el sistema de aceleración electrónico

### Algunos ejemplos de formas de onda

En la figura 6.1 se muestran algunos ejemplos de oscilogramas, pero solamente para ilustrar diferentes despliegues. El propósito es que le sirvan como ejercicio de interpretación de las señales con las que usted tendrá que trabajar en la práctica.

### Otras opciones del osciloscopio

En todo osciloscopio de interfaz para PC, existen menús desplegables que contienen opciones y prestaciones diversas. En el ámbito automotriz no todas son relevantes, y es por ello que no hemos entrado más a fondo; pero sí hay algunas opciones que pueden complementar el trabajo de diagnóstico del especialista. Y son las que enseguida presentamos.

Cabe mencionar que varias de las funciones que se encuentran en los accesos directos y en las perillas, también

se encuentran en los menús. Le recomendamos que haga una exploración más detallada de su interfaz.

#### Menú Archivo:

- **Opción Save CSV.** Esta opción guarda un archivo en Excel con valores numéricos que arrojan las señales.
- **Opción Load CSV.** Se abre desde el software y muestra la imagen congelada del archivo Excel que se guardó
- **Opción Save Image.** Captura la imagen de la señal en formato \*.jpg o \*.bmp.
- **Opción Save Waveform.** Guarda un archivo de texto en Word con los valores numéricos que arrojan las señales.
- **Opción Print.** Imprime un reporte de la señal para hacer anotaciones.

#### Accesos directos:

- **Opción Record and Play Back.** Opción para grabación y reproducción de oscilogramas. Esta función puede grabar la forma de onda del canal CH1 o del CH2. La longitud máxima de registro es de 1,000 cuadros. Posteriormente

puede reproducirse para su análisis, sin necesidad de tener la interfaz conectada.

- **Opción Play-Stop.** Controles de reproducción y alto de la señal.
- **Opción Autotest.** Configuración automática. Una vez que se presiona el botón AUTOSET, se obtiene una forma de onda estable. Se calibran automáticamente la escala vertical, la escala horizontal y los ajustes de disparo.
- **Opción Full Screen.** Esta función hace que la pantalla central, donde se visualizan los oscilogramas, ocupen la pantalla completa y se tenga una mejor apreciación de la señal. se encuentran en los menús. Le recomendamos que haga una exploración más detallada de su interfaz.



**Ver video 13**

Algunos ejemplos de formas de onda

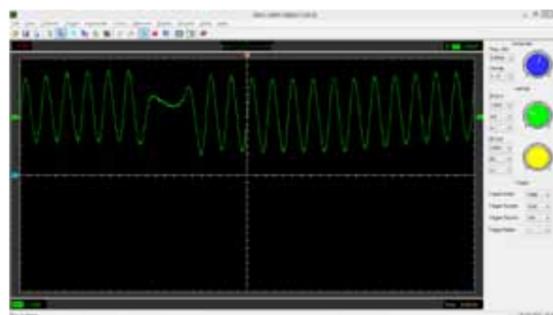
**Ver video 14**

Otras opciones del osciloscopio

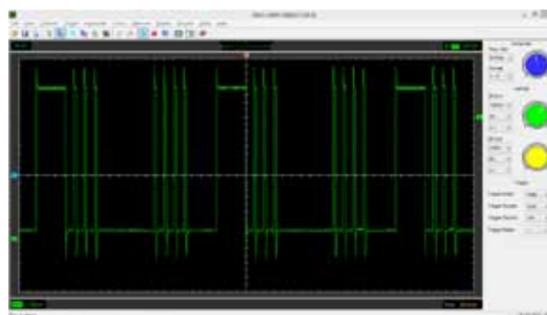
Figura 6.1

Estos oscilogramas se presentan solamente para ilustrar diferentes despliegues. El propósito es que le sirvan como ejercicio de interpretación de las señales con las que usted tendrá que trabajar en la práctica.

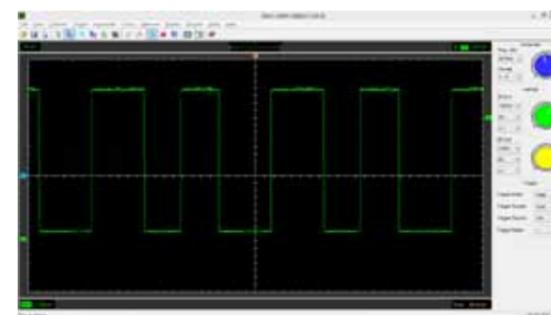
## ALGUNOS EJEMPLOS DE FORMAS DE ONDA



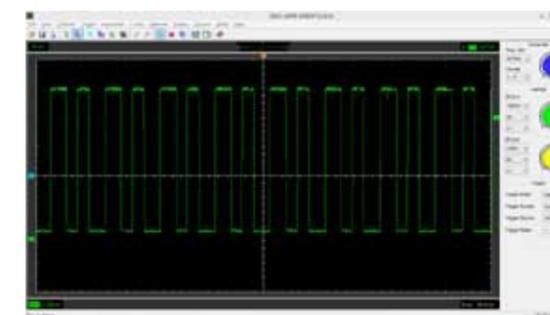
Oscilograma del CKP de un vehículo Corsa



Oscilograma del CKP con desajuste de punta de un auto Dodge Stratus

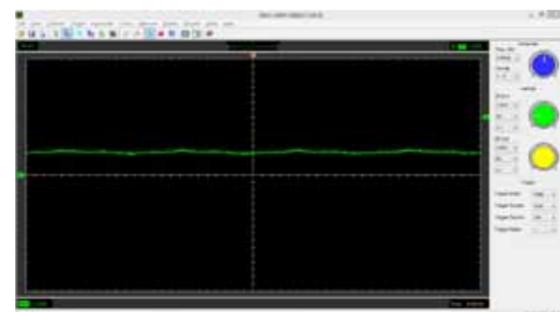


Oscilograma del CMP en ralentí de un auto Dodge Stratus

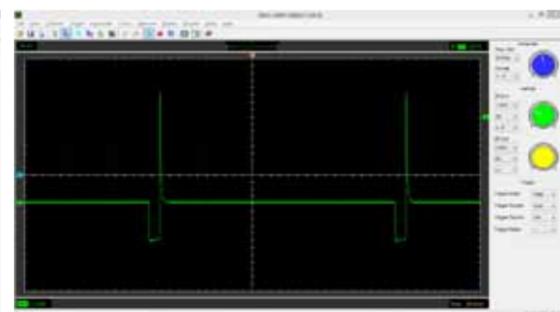


Oscilograma del CMP acelerado de un auto Dodge Stratus

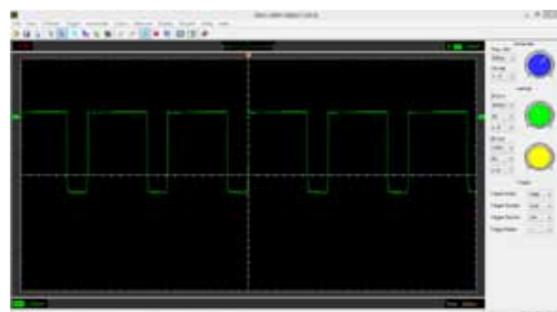
Señal del MAP de un auto Dodge Stratus



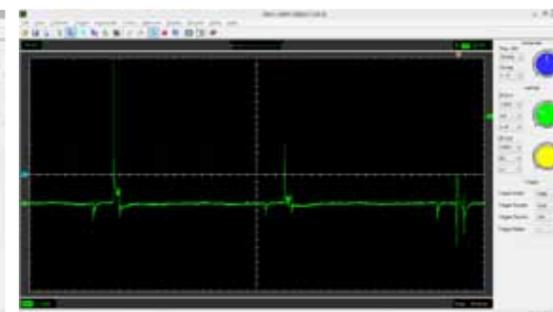
Oscilograma de inyector de un vehículo Ford Fiesta



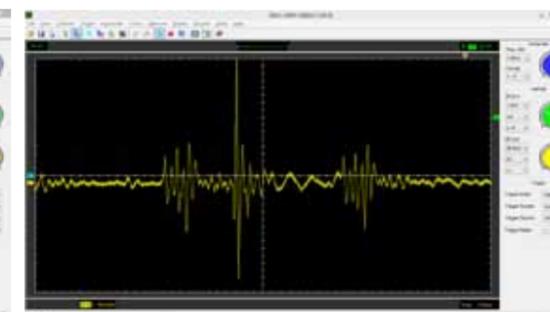
Oscilograma de una válvula IAC de un auto Ford Fiesta



Oscilograma de una bobina de un auto VW



Oscilograma del sensor de detonación de un auto VW





## Video 11

Localización de fallas en el sistema de frenos ABS

Duración: 3 minutos



## Video 12

Localización de fallas en el sistema de aceleración electrónico

Duración: 7 minutos

Para consultar este video debe estar conectado a Internet. Al hacer clic se desplegará una página en su navegador, y se le solicitará la clave de acceso que se le entregó al adquirir este manual. Todos los videos se despliegan en línea.

## Video 13

Algunos ejemplos de formas de onda

Duración: 7 minutos



## Video 14

Otras opciones del osciloscopio

Duración: 7 minutos



Para consultar este video debe estar conectado a Internet. Al hacer clic se desplegará una página en su navegador, y se le solicitará la clave de acceso que se le entregó al adquirir este manual. Todos los videos se despliegan en línea.

# GLOSARIO DE TÉRMINOS

- ACT – ACTS** – *Air Charge Temperature Sensor*: Sensor de temperatura del aire de carga (también se utiliza para referirse al sensor de temperatura del anticongelante).
- ACTUADOR** – Dispositivo que recibe una señal eléctrica de un control y lo traduce en una acción, que puede ser movimiento, aplicación de un campo eléctrico o magnético, generar calor, etc.
- AMPLITUD** – Magnitud de una señal desde su punto más bajo hasta su punto más alto, eliminando los picos transitorios.
- APP** – *Accelerator Pedal Position*: Posición del pedal de acelerador.
- Bowden (cable)** – Cable de alambre flexible, utilizado para la transmisión mecánica de movimientos por tracción.
- CAN** – *Controller Area Networks*: Controlador de red local (opera mediante un bus común).
- CICLO DE TRABAJO** – Proporción de tiempo que una señal cuadrada permanece en nivel alto, comparándola con el periodo total de la señal. Se mide en porcentaje.
- CKP** – *Crankshaft Position*: Sensor de posición del cigüeñal.
- CMP** – *Camschaft Position*: Sensor de posición del árbol de levas.
- CTS** – *Coolant Temperature*: Sensor de temperatura del refrigerante.
- DPFE** – *Differential Pressure Feedback EGR*: Sensor de retroalimentación de presión diferencial de la válvula EGR.
- ECT** – *Engine Coolant Temperature*: Sensor de temperatura del refrigerante del motor.
- ECU** – *Electronic Control Unit*: Unidad de control electrónico.
- EGR** – *Exhaust Gas Recirculation*: Recirculación de gases de escape.
- EPC** – *Electronic Power Control*: Control electrónico de potencia (es el testigo de avería del acelerador electrónico en autos VW).
- EVP** – *EGR Valve Position*: Sensor de posición de la válvula EGR.
- FASE** – Cuando se tienen dos o más señales periódicas de la misma frecuencia, se puede determinar si están en fase o no. Se dice que están en fase si los cambios de nivel en ambas ocurren al mismo tiempo, pero si una de ellas presenta un atraso o un adelanto, se dice que están fuera de fase.
- FRECUENCIA** – Número de veces que una señal periódica se repite en un segundo; se mide en Hertz o hercios.
- IAC** – *Idle Air Control*: Válvula de control de aire.
- IAT** – *Intake Air Temperature*: Sensor de temperatura del aire de admisión.
- KS** – *Knock Sensor*: Sensor de detonación.
- LED** – *Light Emitting Diode*: Diodo emisor de luz.
- MAF** – *Mass Airflow*: Sensor de masa de flujo de aire.
- MAP** – *Manifold Absolute Pressure*: Sensor de presión absoluta del múltiple (o sensor de presión del colector).
- MAT** – *Manifold Air Temperature*: Sensor de temperatura del aire del colector.
- MIL** – *Malfunction Indicator Lamp*: Lámpara indicadora de fallas.
- OBD** – *Onboard Diagnostics*: Diagnóstico a bordo.
- PCM** – *Powertrain Control Module*: Módulo de control del tren motriz.
- PERIODO** – Tiempo que transcurre entre dos puntos idénticos de una señal periódica (que se repite en el tiempo).
- PFE** – *Pressure Feedback EGR*: Sensor de retroalimentación de presión de la válvula EGR.
- SENSOR** – Dispositivo que mide algún parámetro operativo y lo convierte en una señal eléctrica, para su posterior manejo por un circuito de control.
- SEÑAL ELÉCTRICA** – Se llama así a la representación mediante un voltaje variable en el tiempo, de algún fenómeno de interés; por ejemplo, la velocidad de giro de un objeto, la cantidad de flujo de un gas, la temperatura de un cuerpo o líquido, etc.
- TPS** – *Throttle Position Sensor*: Sensor de posición del acelerador (de la mariposa).
- VOLTAJE DE POLARIZACIÓN** – Se dice del voltaje de DC sobre el que va montada una señal variable. En ocasiones puede despreciarse, pero en otras sí hay que tomarla en cuenta.
- VOLTAJE PICO A PICO** – Magnitud de una señal, desde su punto más bajo hasta su punto más alto, considerando los picos transitorios.
- VSS** – *Vehicle Speed Sensor*: Sensor de velocidad del vehículo.

# Probadores y simuladores



ECU-22	Simulador de sensores análogos y actuadores
CKP-22	Simulador universal de sensores CKP y CMP
Prob-22	Probador de bobinas económico
Bobi-22	Probador digital de bobinas e aplicación universal
Sens-22	Probador de sensores de tipo transistorizado
Sens-23	Probador multifuncional de sensores
TTM-ECU	Probador de computadoras automotrices
IAC-22	Probador de válvulas IAC económico
IAC-23	Probador de válvulas IAC y By Pass
Pulsar-22	Generador de pulsos para 4 inyectores, 12 VCD

Los equipos y herramientas que necesitas en el taller, de acuerdo a tu presupuesto y a tus necesidades.

## ¿Sabías que...

- Con el osciloscopio puedes ver las señales que entran y salen de la computadora, y encontrar rápidamente fallas en sensores, actuadores o en la misma ECU, que incluso el escáner no logra detectar.
- Puedes detectar fácilmente fallas en el CAN-Bus?



Descarga información gratuita de nuestro sitio en Internet:

[www.tutallermecanico.com.mx](http://www.tutallermecanico.com.mx)

Escribe a:

[ventas@tutallermecanico.com.mx](mailto:ventas@tutallermecanico.com.mx)

Informes:

**(01 55) 36 12 04 74**

**Lada sin costo: 01 800 837 58 23**

# Escáneres y osciloscopios

MF950B	Multímetro digital automotriz
PortaScope 22	Osciloscopio portátil, 1 canal, 1 MHz
TTM Scope 22	Osciloscopio para PC, 2 canales, 40 MHz
TTM Scope 33	Osciloscopio para PC, 8 canales, 1 MHz
TTM Scope 44	Osciloscopio para PC, 4 canales, 60 MHz
TTM-Logic	Punta lógica automotriz
Scanator-1	Scanator PC - Sistema de diagnóstico basado en computadora
Scanator-2	Scanator Android, escáner para celulares y tablets
3857OTC	Osciloscopio de 2 canales marca OTC, 10 MHz
VAG-COM	Escáner de interfaz VAG-COM
DS708	Escáner MaxiDAS DS708



Encuentra en nuestro sitio web otros equipos o solicita el que necesitas

# Libros de texto para escuelas técnicas y bachilleratos tecnológicos



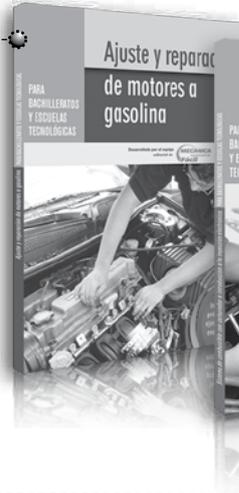
**ESCUELAS  
TÉCNICAS**



**Clave: 4001**  
Desensamble y diagnóstico de motores



**Reparación del sistema de carga y arranque**  
**Clave: 4002**



**Ajuste y reparación de motores a gasolina**  
**Clave: 4003**



**Clave: 4004**  
Sistema de combustible con carburador e introducción a la inyección electrónica



**Clave: 4005**  
Motores con sistema de inyección electrónica y control de emisiones



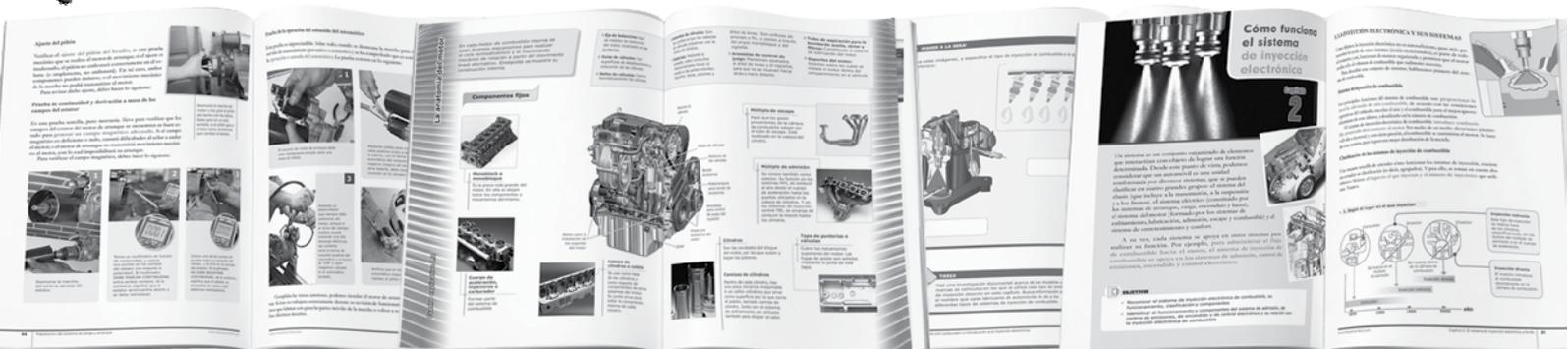
**Clave: 4006**  
Sistema de encendido electrónico



**Reparación del sistema de frenos convencionales y del ABS**  
**Clave: 4007**



**Clave: 4008**  
Reparación del sistema de dirección, suspensión y transmisión



(0155) 36 12 04 74 y 01 800 837 58 23



ventas@tutallermecanico.com.mx

**www.tutallermecanico.com.mx**

# Manuales, videos y cursos virtuales

## Manuales de soluciones prácticas



Cómo reemplazar la banda y sincronizar la distribución (incluye DVD)



Lavado de inyectores (incluye afinación completa)



Inyección y encendido electrónico en VW Bora (motor 2.5 litros)



El sistema de inyección electrónica diesel TDI (motor 1.9 litros: Eurovan, Jetta A4 y Bora A5) Incluye DVD



Los sensores automotrices en la práctica. Incluye DVD



Diagnóstico y fallas en computadoras automotrices (incluye DVD)



Diagnóstico y fallas en el sistema de aceleración electrónico (cuerpo y pedal) (incluye DVD)



Diagnóstico y reparaciones automotrices con osciloscopio (incluye DVD)

## Videos

- 22002 Fuel Injection en VW (4 videos)
- 22003 Transmisiones automáticas (4 videos)
- VD-14 Mediciones prácticas con el multímetro automotriz
- CV-01 El diagnóstico y reparación de ECUs en la práctica. Parte 1
- CV-02 El diagnóstico y reparación de ECUs en la práctica. Parte 2
- CV-03 El cuerpo de aceleración y el pedal electrónico
- CV-04 Análisis de los oscilogramas automotrices
- CV-05 Pruebas en los sensores APP del pedal de aceleración
- CV-06 ¿Qué es el turbo y cómo funciona?
- 9017 Curso virtual de computadoras automotrices
- 9020 Curso virtual de reparación de computadoras Ford
- 9011 Curso virtual de reparación y mantenimiento de motocicletas
- 9022 Curso virtual de manejo del osciloscopio automotriz



### Nuevos cursos virtuales:

- Inyección y encendido electrónico en Chrysler
- Inyección y encendido electrónico en VW
- Inyección y encendido electrónico en Ford

Adquiere también los manuales de computadoras y módulos automotrices. Consulta los títulos.



Descarga información gratuita de nuestro sitio en Internet:

[www.tutallermecanico.com.mx](http://www.tutallermecanico.com.mx)

[ventas@tutallermecanico.com.mx](mailto:ventas@tutallermecanico.com.mx)

(01 55) 36 12 04 74