

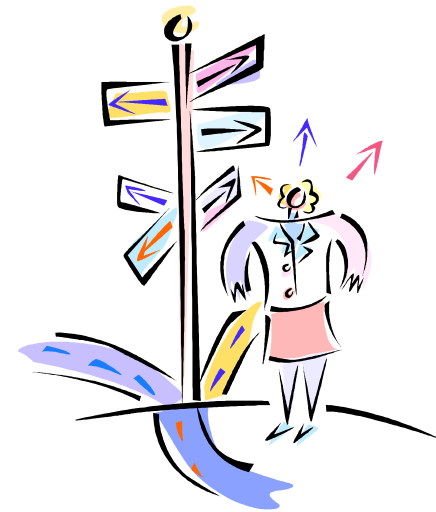
Fundamentos del osciloscopio

Tecnología Electrónica de Computadores

Agenda

- ¿Qué es un osciloscopio?
- Conceptos básicos de la sonda (modelo de baja frecuencia)
- Medidas básicas de tensión y periodo
- Escalado de formas de onda
- Especificaciones del osciloscopio
- Ejemplo práctico: Laboratorio 1

Page 2



¿Qué es un osciloscopio?



- Un osciloscopio permite la representación gráfica de una señal eléctrica.
- Los osciloscopios representan las señales eléctricas en dos dimensiones: típicamente representan una señal de tensión vs. tiempo.
- Los osciloscopios son utilizados por ingenieros y técnicos para probar, verificar y depurar diseños electrónicos.
- Utilizará el osciloscopio para visualizar señales eléctricas en varias prácticas de laboratorio de TEC.

OSCILLOSCOPES IN THE LAB

VERTICAL CONTROLS



Scale (larger knob): Control height of waveform in units of volts/division.
Position (smaller knob): Control up and down position of waveform. Multiplexed knobs: Select channel to control and toggle.

TRIGGER CONTROLS



Define a trigger event to synchronize waveform capture.
Source: Select which channel to trigger on.
Slope: Select rising or falling edge to trigger on.
Level (knob): Set the voltage value on the waveform for triggering.

Auto Mode: Capture waveforms with or without a trigger event occurring.
Normal Mode: Capture waveforms only when a trigger event occurs.

SAVE/RECALL



Save and recall setups, waveforms and bitmap images to a USB memory stick.

MEASURE



Cursors: Perform voltage and timing measurements using manually controlled cursors.
Automatic Measurements: Perform automatic measurements, such as voltage peak-peak, rise time, pulse width, etc.

QUICK SETUP TIPS

- 1 Connect oscilloscope probes to device under test (DUT)
- 2 Turn on all channels that have input signals
- 3 Adjust Vertical Scale and Position to observe all channels
- 4 Make appropriate measurements using the measure button
- 5 Press Trigger Level knob to set triggering at the 50% level
- 6 Adjust Horizontal Scale to view a few cycles of the waveform



Waveform display area shows waveforms graphically, typically in volts (vertical axis) versus time (horizontal axis). The display area is divided into "divisions" using vertical and horizontal grid lines

USB port

Use the built-in function generator to simulate a variety of electrical signals like AM and FSK modulation

Input up to 2 signals using oscilloscope probes or BNC cables, with higher end models having up to 4 channels

HORIZONTAL CONTROLS



Scale (larger knob): Control width of waveforms in units of seconds/division.
Position (smaller knob): Control left and right position of waveform.
Zoom : Show expanded view of waveforms.

RUN CONTROLS



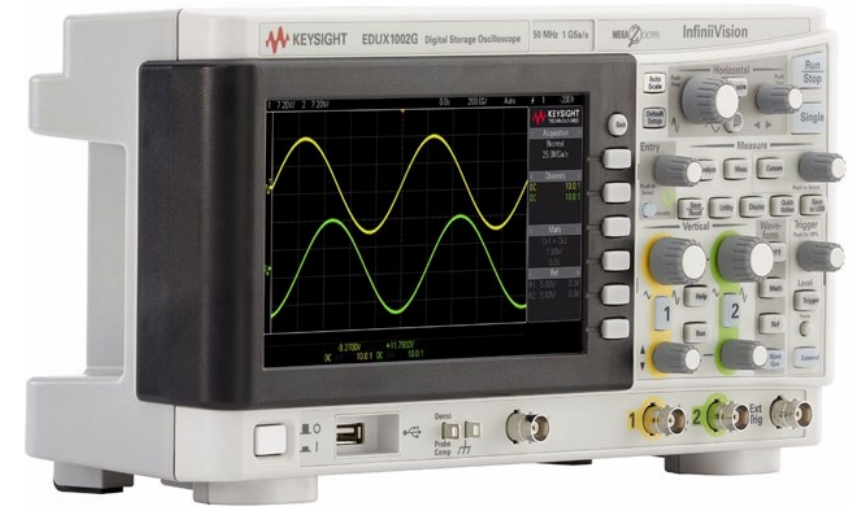
Run: Capture waveforms continuously.
Stop: Display last captured waveform.
Single: Perform a single acquisition when the next trigger event occurs.
Default Setup: Reset scope to a default configuration. (Good practice: Begin new measurements with a Default Setup.)
Auto Scale: Automatically set up vertical & horizontal scale and triggering.

BUILT-IN QUICK HELP

Press and hold in any key for instant help for that function/feature.

Denominaciones habituales del osciloscopio

- Scope (Osciloscopio)– Terminología más utilizada
- DSO – Digital Storage Oscilloscope
- Digital Scope
- Digitizing Scope
- Analog Scope – Osciloscopio de tecnología más antigua, pero todavía en uso hoy en día.
- CRO – Cathode Ray Oscilloscope. A pesar de que la mayoría de los osciloscopio ya no utilizan tubos de rayos catódicos para mostrar formas de onda,
- MSO – Mixed Signal Oscilloscope (incluye un analizador lógico)



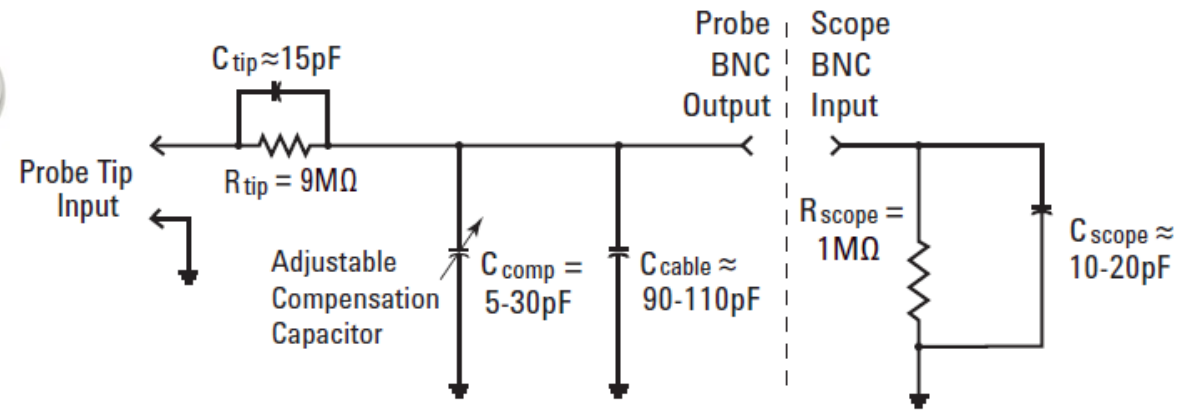
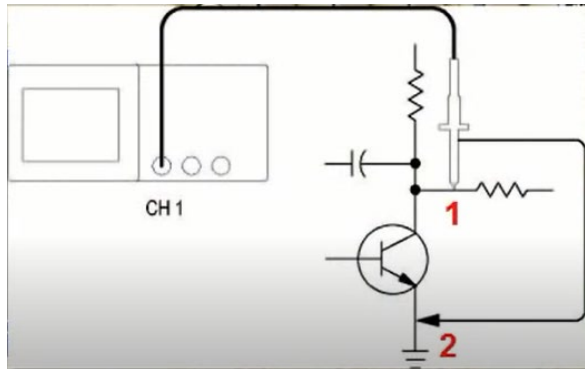
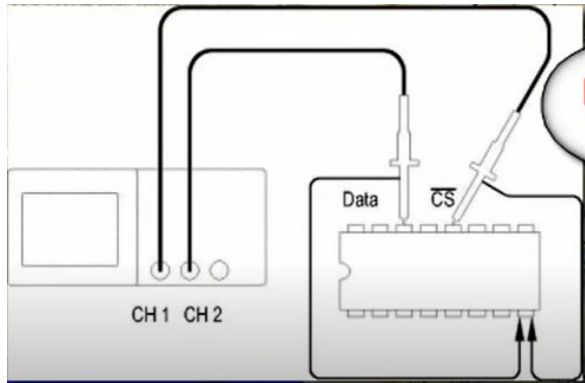
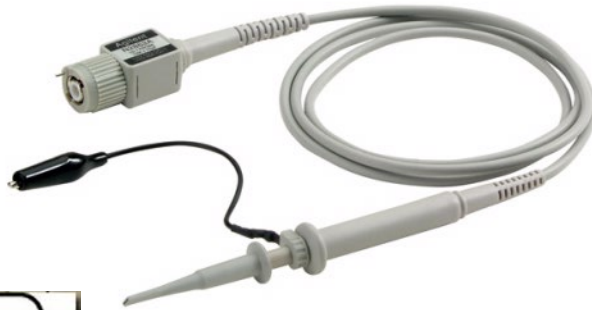
Sondas del osciloscopio

- Las sondas se utilizan para conectar la señal del dispositivo bajo prueba a la entrada del osciloscopio.
- Hay muchos tipos de sondas: alta frecuencia, alta tensión, corriente, diferenciales, etc.
- El tipo más común de sonda se llama:

"Sonda divisora de tensión pasiva 10: 1".



Sonda pasiva divisora de tensión 10:1



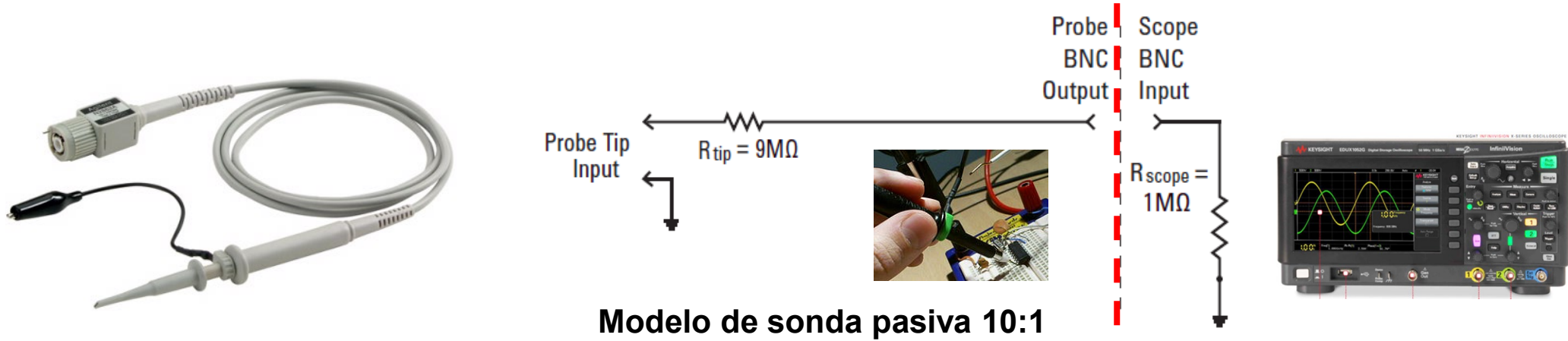
Modelo de sonda pasiva 10:1

Pasiva: No incluye elementos activos como transistores o amplificadores.

10-to-1: Reduce la amplitud de la señal a la entrada del osciloscopio en un factor de 10. También aumenta la impedancia de entrada en 10X.

Nota: ¡Todas las mediciones deben realizarse respecto a tierra!

Modelo de continua de la sonda (DC) o de baja frecuencia



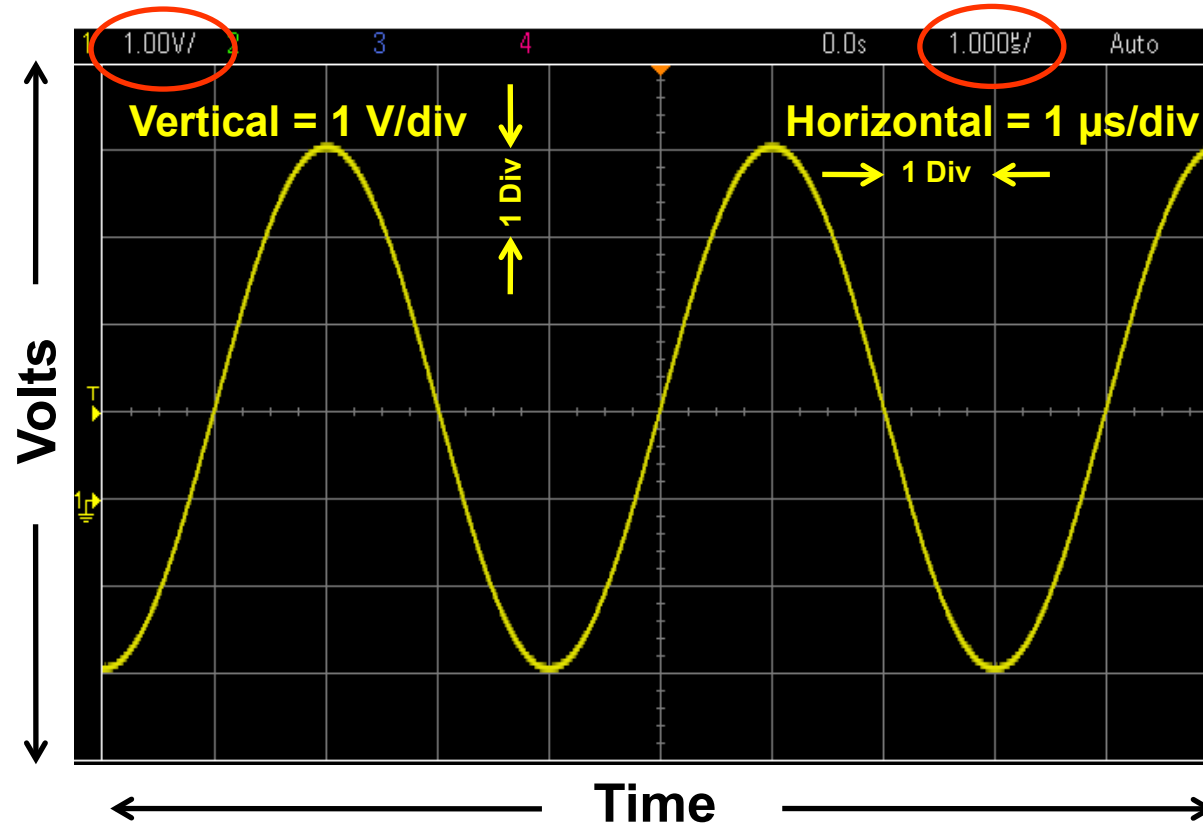
Modelo Baja frecuencia/DC : una resistencia de $9\text{ M}\Omega$ en serie con la impedancia de entrada de $1\text{ M}\Omega$ del osciloscopio

$$V_{scope} = V_{tip} \times 1M\Omega / (1M\Omega + 9M\Omega) = V_{tip} / 10 \quad \text{divide por 10 la señal de entrada.}$$

La pantalla del osciloscopio:



Controles horizontales
Base de tiempos
Segundos/división

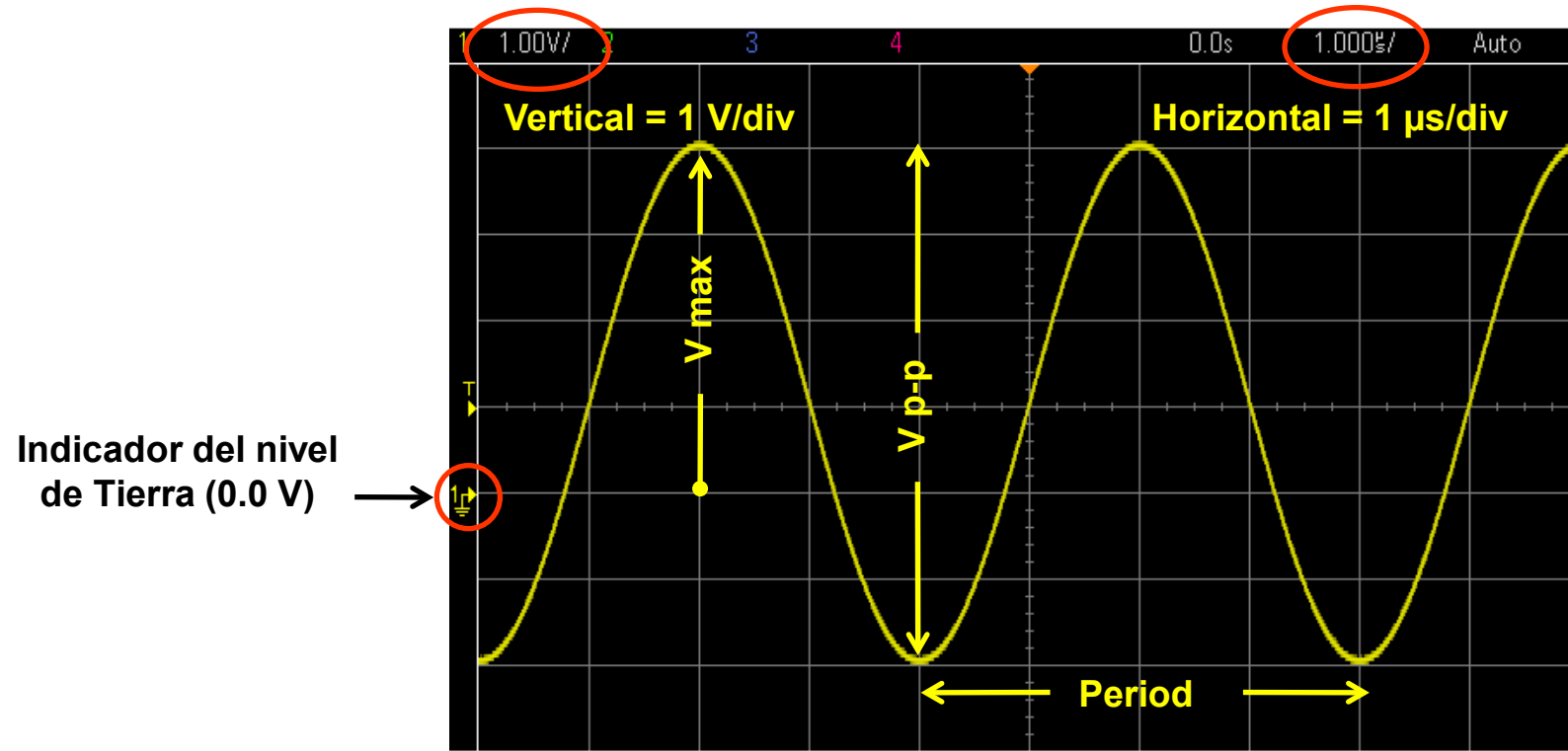


Controles verticales
Voltios/división

- La forma de onda se muestra en la pantalla sobre una cuadrícula formada por divisiones horizontales y verticales.
- Al espacio entre dos líneas verticales se denomina **una división vertical**. El valor de tensión asociado a una división vertical se cambia con el control **voltios/división**.
- Al espacio entre dos líneas horizontales se denomina **una división horizontal**. El tiempo asociado a una división horizontal se modifica con el control de **la base de tiempos** segundos/división

Realizando medidas

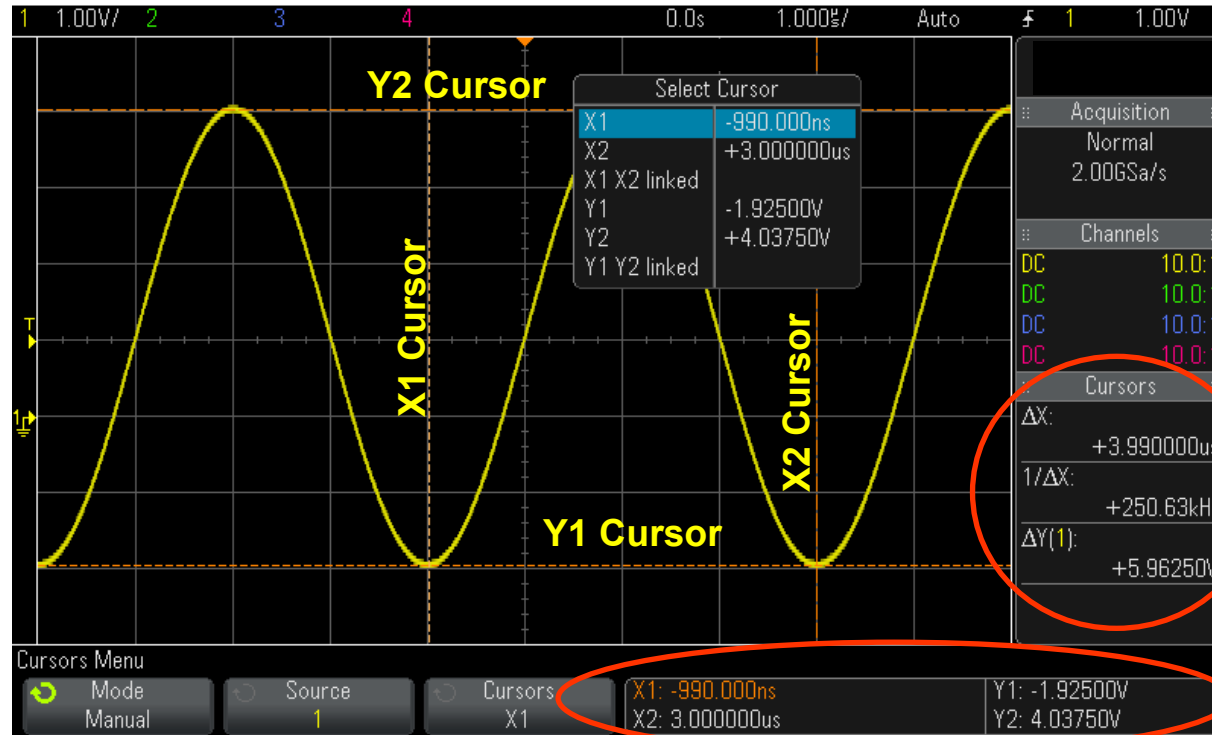
Estimación visual– La técnica de medida más común.



- Period (T) = 4 divisiones x 1 μ s/div = 4 μ s, Freq = 1/T = 250 kHz.
- V p-p = 6 divisions x 1 V/div = 6 V p-p
- V max = +4 divisions x 1 V/div = +4 V ¿Cuánto vale V min = ?

Realizando medidas

Usando cursores



MEASURE



Cursor Controls

Δ incremento entre cursores

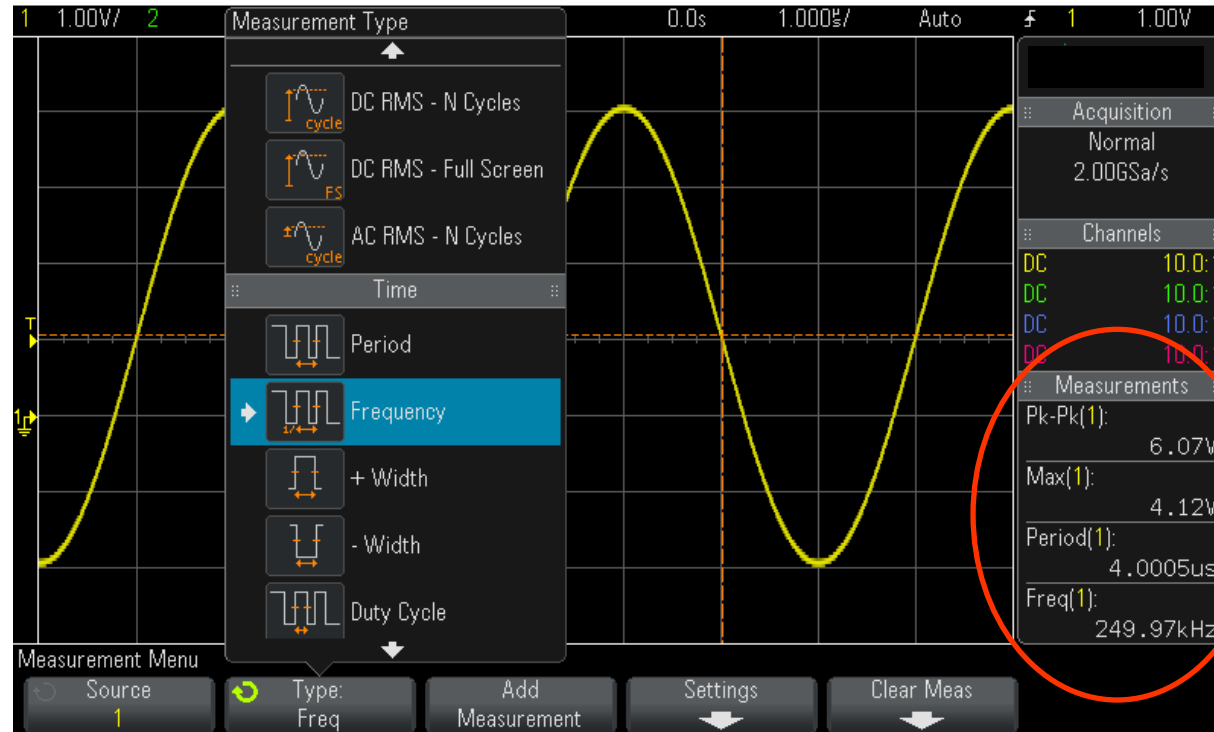
Lectura absoluta de tensión & periodo

- Coloque manualmente los cursores X e Y sobre los puntos de la curva que desea medir.
- El osciloscopio calcula el tiempo y la tensión de la posición del cursor y la diferencia entre cursores para medidas de periodo y de frecuencia.

Realizando medidas

También se pueden realizar medidas específicas

MEASURE



← Lecturas

- Seleccione hasta 4 medidas. Lectura actualizada.

Escalado de la forma de onda



posición vertical



s/div



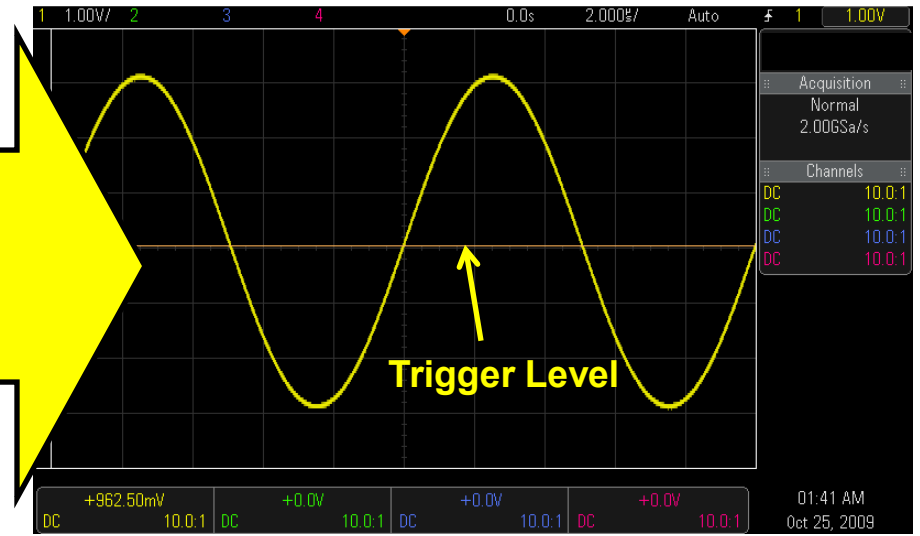
V/div



nivel de disparo



Configuración inicial (ejemplo)



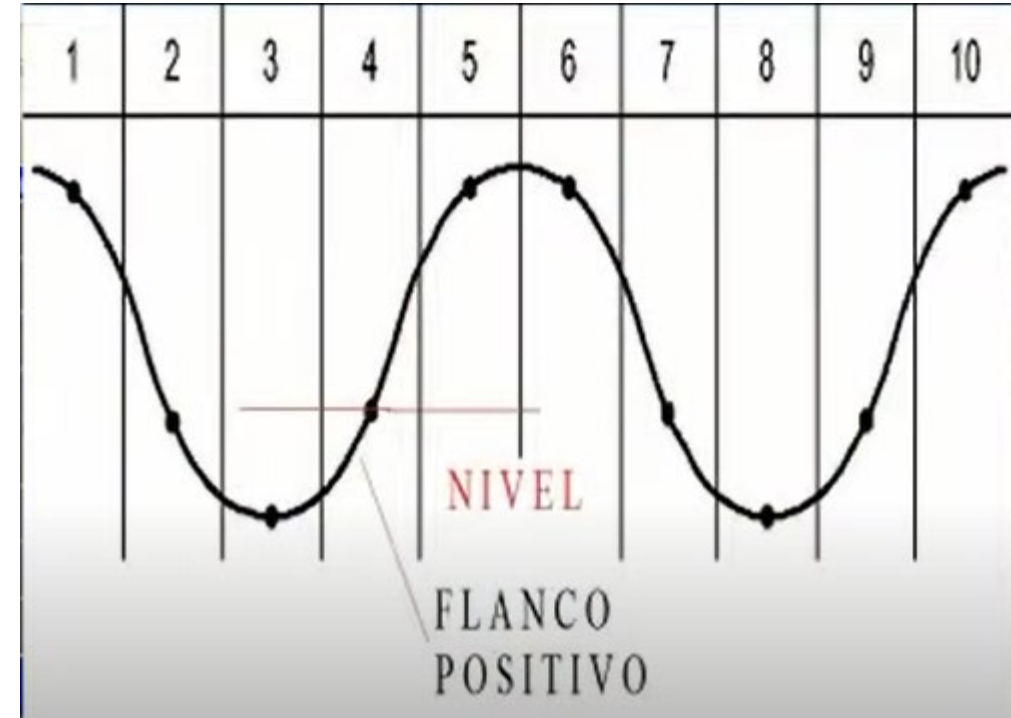
Representación óptima

- Ajuste el mando **V/div** hasta que la forma de onda llene la mayor parte de la pantalla.
- Ajuste el mando de **posición vertical** hasta que la forma de onda esté centrada verticalmente.
- Ajuste el mando **s/div** hasta que solo se muestren unos pocos ciclos.
- Ajuste el mando de **nivel de disparo** hasta que el nivel se establezca cerca de la mitad vertical de la forma de onda.

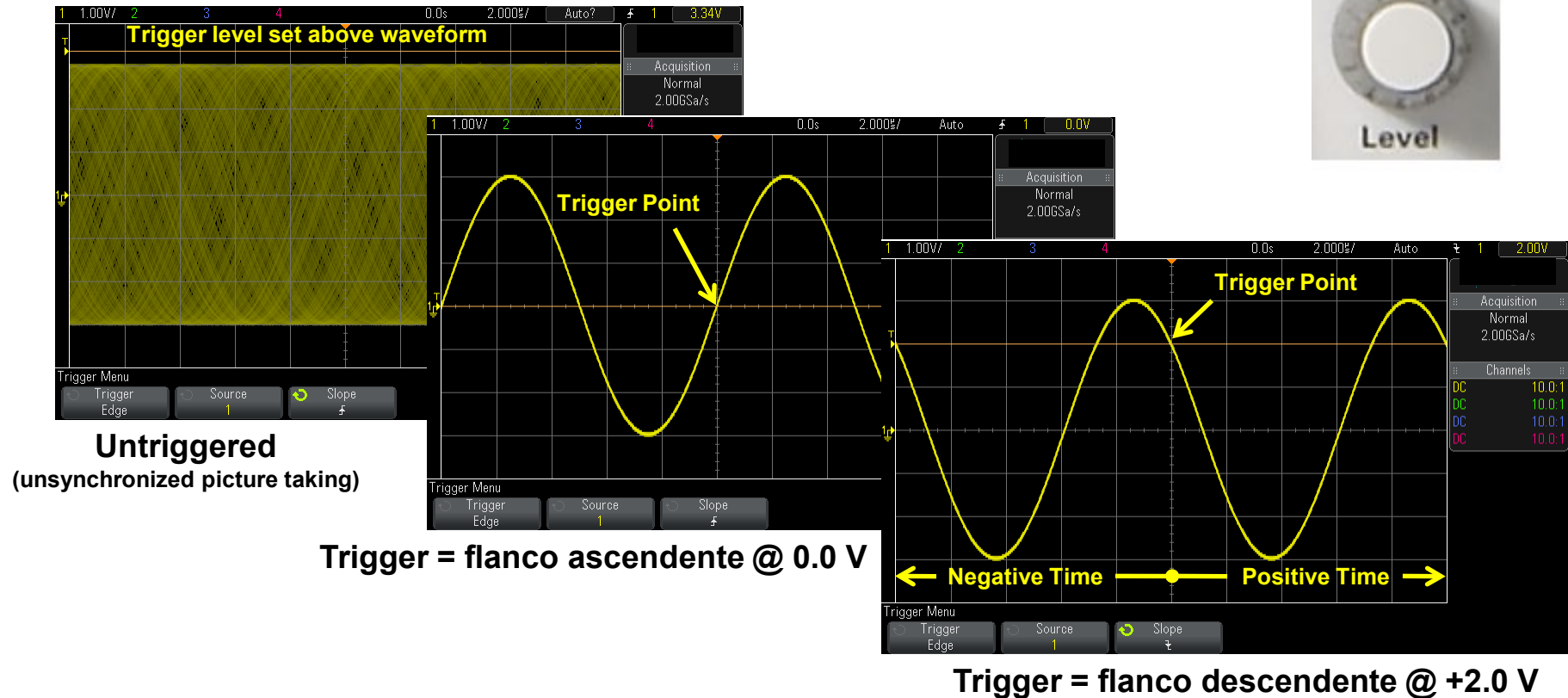
La configuración de la escala de la forma de onda es un proceso iterativo de ajuste hasta que se muestre la "imagen" deseada en la pantalla.

El disparo del osciloscopio

- El osciloscopio realiza adquisiciones repetidas (toma de imágenes repetidas) para mostrar una imagen "en vivo" de la señal de entrada.
- Esta toma de imágenes repetidas del osciloscopio debe sincronizarse con un punto único de la señal de entrada (punto de disparo) para mostrar una **forma de onda estable** sobre la pantalla.
- El tipo más común de disparo es activarlo cuando la señal de entrada cruza un nivel de tensión particular (level) en una dirección, positiva o negativa. A esto lo llamamos "disparo por flanco" (edge trigger).



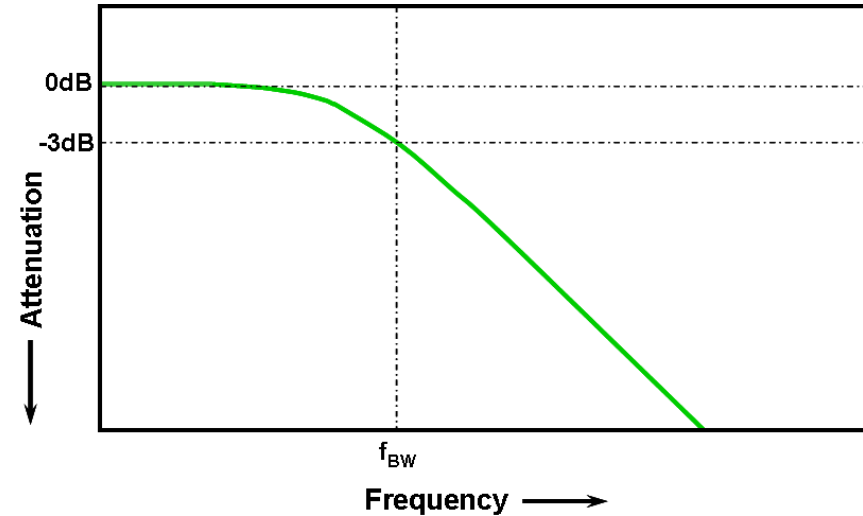
Ejemplos de disparo (Triggering)



- Ubicación predeterminada del disparo (tiempo cero) = centro de la pantalla (horizontal)

Especificaciones del osciloscopio

“El Ancho de banda” es la especificación de osciloscopio más importante

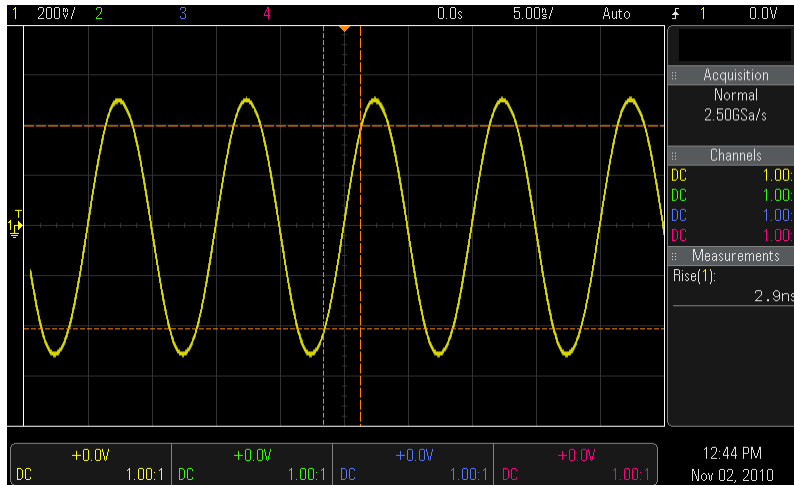


Respuesta en frecuencia del osciloscopio

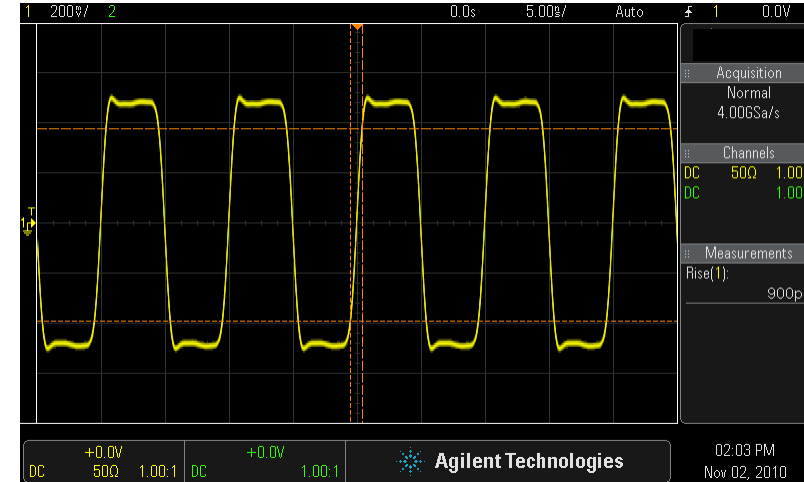
- Todos los osciloscopios exhiben una respuesta en frecuencia de tipo paso bajo.
- La frecuencia en la que una onda sinusoidal de entrada se atenúa en 3 dB, define el ancho de banda del osciloscopio.
- -3 dB equivale a $\sim -30\%$ de error de amplitud ($-3 \text{ dB} = 20 \text{ Log } \frac{V_o}{V_i}$).

Selección del ancho de banda adecuado

Input = 100-MHz Digital Clock



**Respuesta con un osciloscopio de
100 MHz de BW**

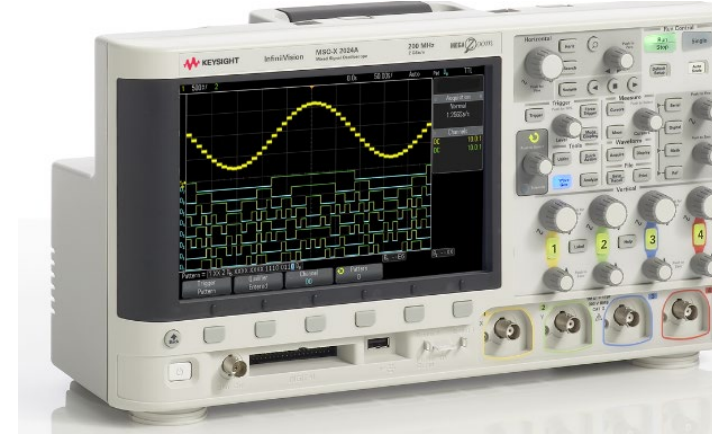


**Respuesta con un osciloscopio de 500
MHz de BW**

- BW requerido para aplicaciones analógicas: $\geq 3X$ frecuencia de onda sinusoidal de mayor frecuencia.
- BW requerido para aplicaciones digitales: $5X \geq$ velocidad de reloj digital más alta.

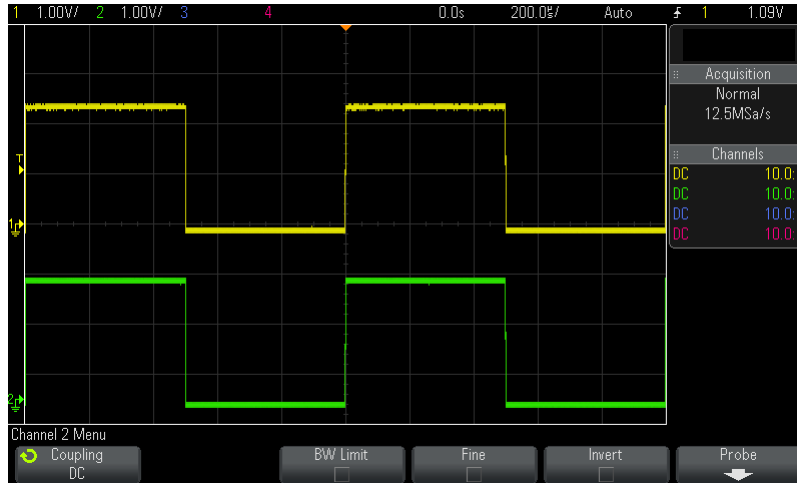
Otras especificaciones importantes del osciloscopio

- Sample Rate (in samples/sec) – Debería ser $\geq 4X$ BW
- Memory Depth – Determina la mayor longitud de forma de onda que puede capturarse a la frecuencia de muestreo máxima.
- Numero de canales – Típicamente 2 or 4 canals. Modelos MSO disponen de 8 a 32 canales de adquisición digital con resolución de 1 bit (alta o baja).

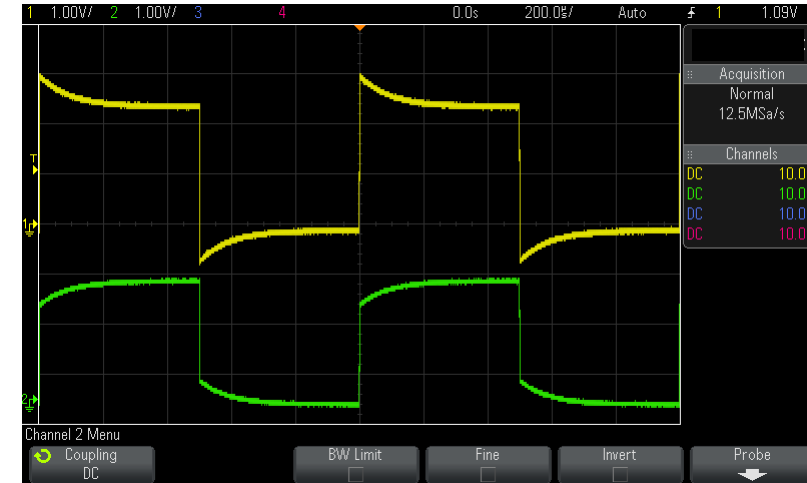


Compensación de las sondas

Para que la atenuación de la sonda se mantenga constante a distintas frecuencias.



Compensación correcta



**Channel-1 (yellow) = Over compensated
Channel-2 (green) = Under compensated**

Tornillo de ajuste en el conector BNC de la sonda



PASOS PARA COMPENSACIÓN DE LA Sonda

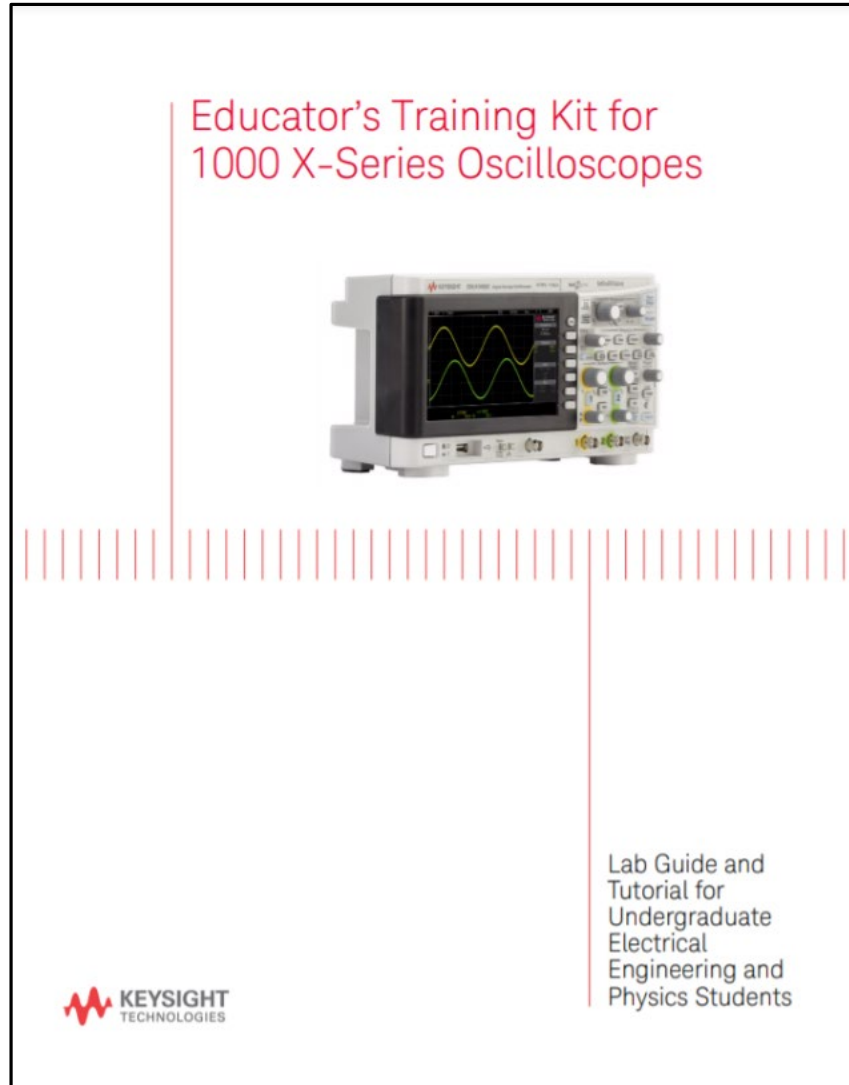
- Conecte las sondas Channel-1 y Channel-2 al terminal "Probe Comp" .
- Ajuste V/div y s/div para representar las formas de onda en la pantalla.
- Usando un pequeño destornillador de hoja plana, ajuste el condensador de compensación de sonda variable (Ccomp) en ambas sondas para una respuesta plana (cuadrada).

Preguntas y respuestas

Q & A



Laboratorio de osciloscopios



**Oscilloscope Lab Guide and Tutorial
Download @
www.keysight.com/find/EDK**

Uso de la Guía y tutorial del laboratorio de osciloscopios

Tarea – Lea las siguientes secciones antes de su 1ª sesión de laboratorio de osciloscopio:

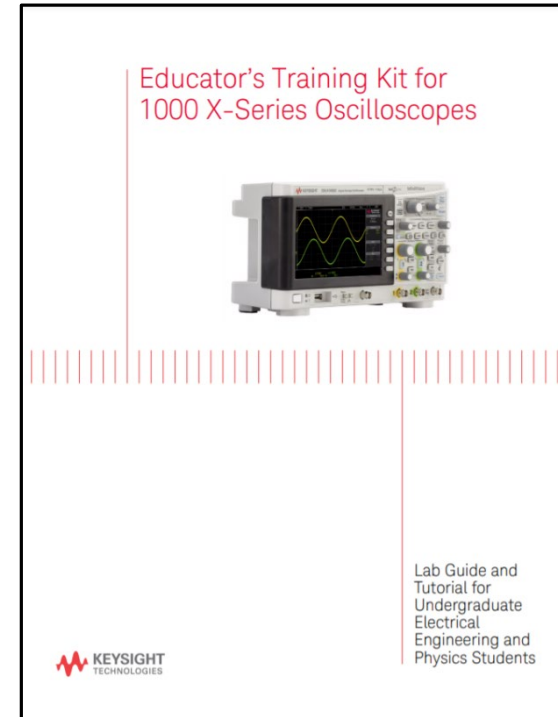
Section 1 – Getting Started

- ✓ Oscilloscope Probing
- ✓ Getting Acquainted with the Front Panel

Prácticas de laboratorio

Section 2 – Laboratorios básicos de medición de osciloscopios y WaveGen

(6 laboratorios individuales)



Oscilloscope Lab Guide and Tutorial
Download @
www.keysight.com/find/EDK

Sugerencias sobre cómo seguir las instrucciones de la guía de laboratorio

Palabras en negrita entre paréntesis, como **[Help]**, se refiere a una tecla del panel frontal.



Softkey Labels



“Softkeys” son las 6 teclas/botones del lateral de la pantalla. La función de estas teclas cambia dependiendo del menú seleccionado.

Softkeys (teclas programables)

Una tecla programable etiquetada con la flecha verde girada (↻) indica que el mando “Entry Knob” controla esa selección o variable.

Entry Knob





Lab #1

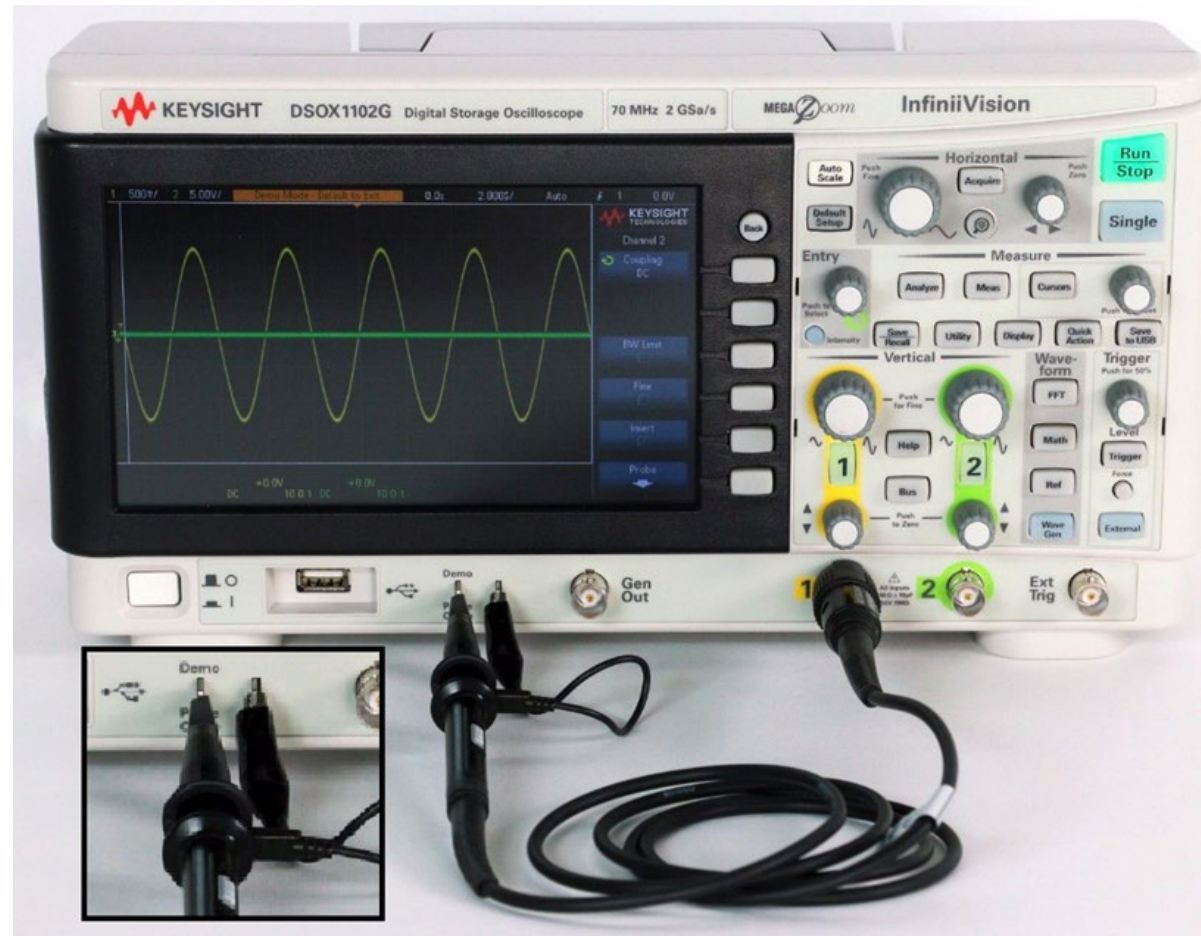
Representación y medida de ondas senoidales

En este 1er laboratorio aprenderá a usar los controles de la escala horizontal y vertical del osciloscopio para para mostrar una onda senoidal. Además, aprenderá cómo hacer algunas medidas de tensión y de tiempo sobre esta señal.

Pasos

1

Conecte la sonda del del canal 1 del osciloscopio al terminal de salida etiquetado como "Demo". Conecte la pinza de cocodrilo de la sonda al terminal central (tierra).



Pasos

2

Pulse el botón **[Default Setup]**

***Default Setup** colocará el osciloscopio en una configuración preestablecida de fábrica. Esto no solo establecerá los factores de escala X e Y del osciloscopio a valores preestablecidos, sino que también desactivará cualquier modo especial de operación que uno de sus compañeros pueda haber utilizado.*

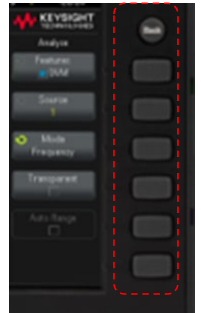
3

Pulse **[Help]**



4

Pulse sobre la opción **Training Signals** del menu de teclas programables (softkeys)



5

Navegue sobre las opciones de **Training Signals** usando el mando **Entry**, y seleccione **Sine**.

Después marque **Output** para enviar la señal a la salida del puerto DEMO



Debería ver una onda sinusoidal, pero aún no es reconocible con las escalas predeterminadas del osciloscopio. Ahora ajustaremos la configuración vertical y horizontal para expandir y centrar esta forma de onda sobre la pantalla.

Lab #1: Representación y Medida en ondas sinusoidales

6

Gire el mando V/div del canal 1 en el sentido de las agujas del reloj hasta que la forma de onda mostrada cubra más de la mitad de la pantalla.



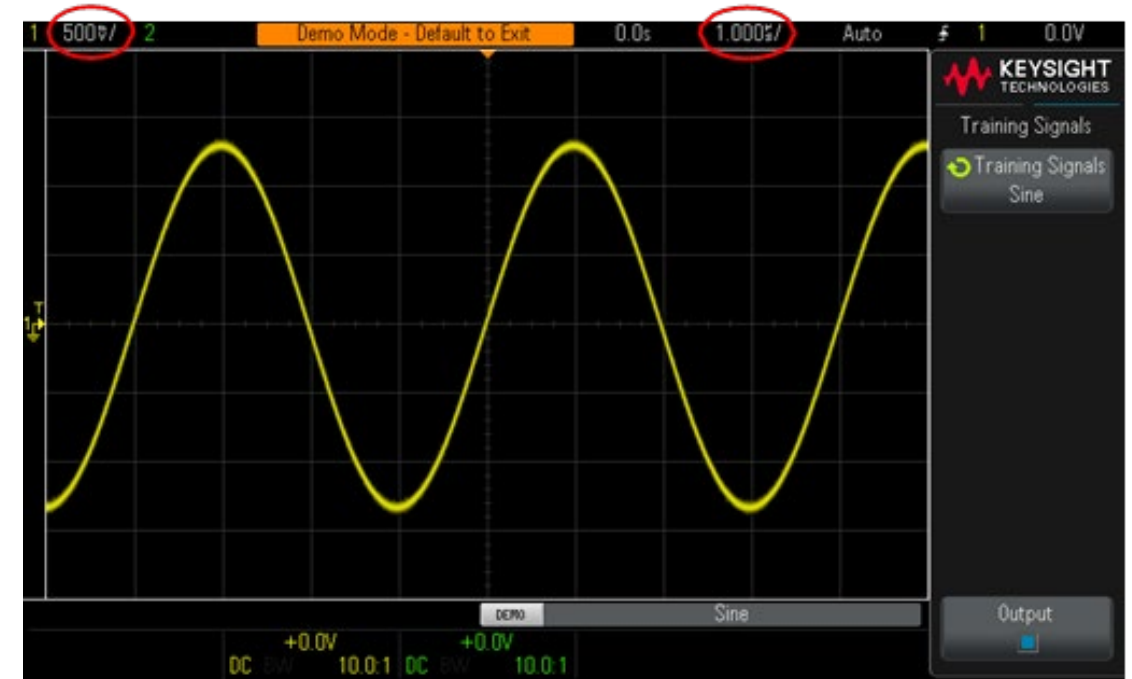
La configuración correcta debe ser 500 mV / div, que se muestra como "500mV / " cerca del lado superior izquierdo de la pantalla.

7

Gire el mando s/div o base de tiempos en el sentido de las agujas del reloj hasta que observe más de dos períodos de la onda sinusoidal sobre la pantalla.



La configuración correcta debe ser 1.000 µs/div, que se muestra como "1.000µs/" sobre la mitad de la parte superior de la pantalla.



Lab #1: Representación y Medida en ondas sinusoidales

8

Gire el mando de posición horizontal para mover la forma de onda hacia la izquierda y hacia la derecha.



9

Presione el mando de posición horizontal para volver a ponerlo a cero (0,0 segundos en la pantalla central).

10

Gire el mando de posición vertical del canal 1 para mover la forma de onda hacia arriba y hacia abajo.

Observe que el indicador de tierra a la izquierda también se mueve hacia arriba y hacia abajo y nos dice dónde se encuentra la referencia de 0 Voltios (tierra) de la forma de onda.



11

Presione el mando de posición vertical del canal 1 para volver a colocar la referencia de (0,0 V) en la parte central de la pantalla.

Lab #1: Representación y Medida en ondas sinusoidales

Hagamos ahora algunas mediciones sobre esta onda sinusoidal. Observe que la pantalla del osciloscopio es básicamente un gráfico X versus Y.

En nuestro eje X (horizontal) podemos medir el tiempo, y en nuestro eje Y (vertical) podemos medir la tensión.

En muchas de sus tareas de clase probablemente haya calculado y dibujado señales eléctricas en un formato similar, pero sobre el papel, o tal vez haya utilizado varias aplicaciones para dibujar sus formas de onda. En un osciloscopio, podemos observar gráficos dinámicos (actualizados continuamente) de nuestra forma de onda.

En este caso, cada división principal horizontal representa 1 microsegundo de tiempo, suponiendo que la base de tiempo se encuentre en 1.000 $\mu\text{s}/\text{div}$ como se indicó anteriormente. Dado que hay 10 divisiones en toda la pantalla, el osciloscopio muestra 10 μs de tiempo (1.000 $\mu\text{s} / \text{div} \times 10$ divisiones) desde el lado izquierdo de la pantalla hasta el lado derecho de la pantalla. Observe que sobre cada división del eje horizontal se indican 4 subdivisiones menores. Cada subdivisión menor representaría entonces $1/4 \text{ div} \times 1 \mu\text{s}/\text{div} = 250 \text{ ns}$.

La escala vertical está establecida en 500 mV / div. Con esta configuración, el osciloscopio puede medir señales de hasta 4 Vp-p (500 mV / div \times 8 divisiones). Cada división vertical se divide en 5 subdivisiones menores que representa 100 mV cada una.

12

Estime el período (T) de una de estas ondas sinusoidales contando el número de divisiones (mayores y menores) de un periodo de la señal, por ejemplo, desde el nivel de 0.0 V de un flanco ascendente (pantalla central) hasta el nivel de 0.0 V del siguiente flanco ascendente; luego, multiplique por el ajuste s/div (situado en 1.000 $\mu\text{s}/\text{div}$).

T= _____

13

Estime la frecuencia de la señal senoidal ($F = 1/T$).

F= _____

14

Ahora vamos a medir la tensión pico a pico de la señal. Ajuste el mando de posición vertical del canal 1 hasta que los picos negativos de las ondas sinusoidales crucen con una de las divisiones principales de la cuadrícula.

15

A continuación, ajuste el mando de posición horizontal hasta que uno de los picos positivos de la onda sinusoidal cruce con el eje vertical central que tiene las subdivisiones menores.

16

Ahora, calcule la tensión de pico a pico de esta onda sinusoidal contando el número de divisiones (mayores y menores) desde el pico negativo de la onda sinusoidal hasta el pico positivo; luego, multiplique por la configuración V/div (situada en 500 mV/div).

$V_{p-p} =$ _____

Usemos ahora la función de "cursores" para hacer estas mismas mediciones de tensión y de tiempo, pero sin tener que contar divisiones y luego multiplicar por los factores de escala.

Lab #1: Representación y Medida en ondas sinusoidales

17

Primero, ubique el botón "Cursors" en la sección Medir del panel frontal. Presione el botón **Cursors**; luego gire el mando a su derecha hasta que se resalte "X1"; luego, presione nuevamente para seleccionarlo.



18

Gire el mando de los cursores hasta que el cursor X1 (marcador de tiempo # 1) se cruce con un flanco ascendente de la onda sinusoidal a un nivel de tensión particular.

Sugerencia: Sitúe el cursor en un punto de la forma de onda que cruce sobre una de las líneas de la cuadrícula horizontal.

19

Presione el mando de cursores nuevamente y gire hasta que se resalte "X2". A continuación, pulse de nuevo para seleccionar.

20

Gire el mando de los cursores hasta que el cursor X2 (marcador de tiempo # 2) se cruce con el siguiente flanco ascendente de la onda sinusoidal al mismo nivel de tensión.

21

Presione el mando de cursores nuevamente y gire hasta que se resalte "Y1". A continuación, pulse de nuevo para seleccionar.

Lab #1: Representación y Medida en ondas sinusoidales

22 Gire el mando de los cursores hasta que el cursor Y1 se cruce con los picos negativos de la onda sinusoidal.

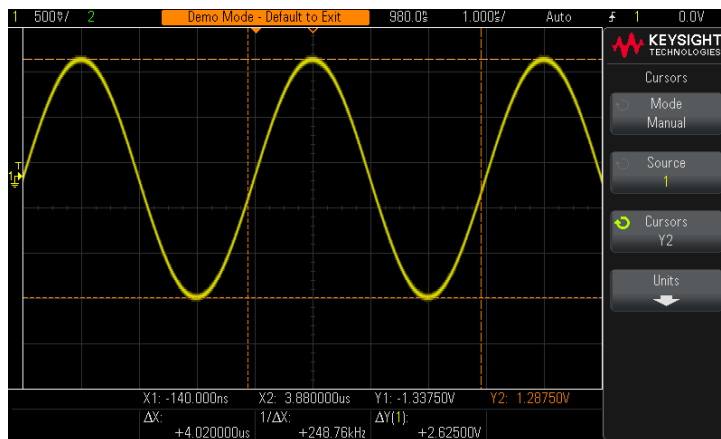
23 Presione el mando de cursores nuevamente y gire hasta que se resalte "Y2". A continuación, pulse de nuevo para seleccionar.

24 Gire el mando de los cursores hasta que el cursor Y2 se cruce con los picos positivos de la onda sinusoidal.

25

¿Cuál es el período, la frecuencia y la tensión de de pico a pico de la señal?

la lectura de los cursores está en la parte inferior de la pantalla



ΔX =

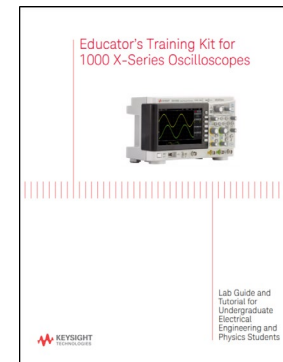
$1/\Delta X$ =

$\Delta Y(1)$ =



FIN Lab #1

Para continuar con el Lab #2 diríjase al documento



del Campus Virtual