



Introducción

El osciloscopio es una herramienta esencial si su proyecto es diseñar o reparar equipamiento electrónico. Este instrumento le permite “ver” señales eléctricas.

Energía, vibración de partículas, y otras fuerzas invisibles están en todos lados, en nuestro universo físico. Los transductores pueden convertir éstas fuerzas en señales eléctricas que puede observar y estudiar con un osciloscopio. El osciloscopio permite “ver” eventos que ocurren en fracciones de segundo.

¿Porqué leer éste manual?

Si Usted es un científico, ingeniero, técnico o hobbista electrónico, sabrá como usar un osciloscopio. Los conceptos presentados aquí proporcionan un buen punto de arranque.

Si está usando un osciloscopio por primera vez, leer este manual le dará una sólida comprensión de los temas fundamentales de un osciloscopio. Luego, lea el manual suministrado con su osciloscopio para enterarse de la información específica a cerca de cómo usarlo en su trabajo. Después de la lectura del manual será capaz de:

- Describir como trabaja el osciloscopio
- Describir la diferencia entre osciloscopios analógicos, digitales de almacenamiento y digitales de fósforo.
- Describir y clasificar tipos de formas de onda.
- Entender las funciones de los controles
- Realizar mediciones simples.

Si no está familiarizado con los términos de éste manual, revise el glosario en la parte para definirlos.

Este manual sirve como una clase útil de ayuda- En ella se incluye vocabulario y múltiples selecciones de ejercicios sobre teoría y control de osciloscopios. No es necesario ningún conocimiento de matemática o electrónica. Este manual enfatiza la enseñanza acerca de osciloscopios y sobre como trabajan ellos; como elegir correctamente uno y como él realiza el trabajo por usted.

Tabla de contenidos

- ❑ Introducción
- ❑ ¿Por qué leer éste manual
- ❑ El osciloscopio
- ❑ ¿Qué puede hacer con un osciloscopio
- ❑ Osciloscopios analógicos
- ❑ Osciloscopios digitales de almacenamiento
- ❑ Osciloscopios digitales de fósforo
- ❑ Métodos de muestreo
- ❑ Muestreos en tiempo real con interpolación
- ❑ Terminología en osciloscopios
- ❑ Vocablos en mediciones
- ❑ Clasificación de ondas
 - ✓ Onda seno
 - ✓ Ondas cuadradas y rectangulares
 - ✓ Ondas diente de sierra y triangular
 - ✓ Escalón y pulso
 - ✓ Ondas complejas
- ❑ Mediciones en formas de onda
 - ✓ Frecuencia y período
 - ✓ Tensión
 - ✓ Fase
- ❑ Interpretación de los términos
 - ✓ Ancho de banda
 - ✓ Respuesta en frecuencia
 - ✓ Tiempo de subida
 - ✓ Bits efectivos
 - ✓ Sensibilidad vertical
 - ✓ Velocidad de barrido
 - ✓ Exactitud de ganancia
 - ✓ Base tiempo y exactitud horizontal
 - ✓ Velocidad de muestreo
 - ✓ Resolución ADC (resolución vertical)
 - ✓ Longitud de registro
 - ✓ Velocidad de captura de formas de onda
- ❑ Establecimiento
- ❑ Puesta a tierra
 - ✓ Tierra del osciloscopio
 - ✓ Su tierra
 - ✓ Establecimiento de los controles
- ❑ Puntas de prueba
 - ✓ Punta de prueba “inteligente” (interface)
 - ✓ Usando puntas de prueba

-
- ✓ Usando puntas de prueba activas
 - ✓ Usando puntas de prueba de corriente
 - ✓ En que lugar conectar el clip de tierra

 - Compensando la punta de prueba

 - Los controles
 - Presentación de los controles
 - Controles verticales
 - ✓ Posición y volts por división
 - ✓ Acoplamiento de entrada
 - ✓ Límite del ancho de banda
 - ✓ Exhibición “Alternate” y “Chop”
 - ✓ Operaciones matemáticas.

 - Controles Horizontales
 - ✓ Posición y time por división
 - ✓ Selección de la base de tiempo
 - ✓ Posición de disparo
 - ✓ Zoom
 - ✓ Modo XY
 - ✓ El eje Z
 - ✓ Modo XYZ

 - Controles de disparo
 - ✓ Nivel y pendiente de disparo
 - ✓ Fuente de disparo
 - ✓ Modo de disparo
 - ✓ Acoplamiento de disparo
 - ✓ Disparo de “Holdoff”
 - ✓ Disparos en osciloscopios digitales

 - Controles de adquisición para osciloscopios digitales
 - ✓ Modos de adquisición
 - ✓ Parada y arranque del sistema de adquisición
 - ✓ Métodos de muestreo

 - Otros controles
 - Técnicas de medición
 - El display
 - Medición de tensiones
 - Mediciones de tiempo y frecuencia
 - Mediciones de pulsos y tiempos de subida
 - Mediciones con osciloscopios digitales
 - ¿Qué es lo siguiente?
 - Apuntes sobre ejercicios
 - Respuesta de los ejercicios
 - Glosario
-

Glosario

AC

(Corriente alternada). Una señal en la cuál la corriente y la tensión varían con un “patrón” y lo hacen repetidamente en el tiempo.

ADC

(Convertor Analógico a Digital). Un componente electrónico digital que convierte una señal eléctrica en valores binarios discretos.

Modo Alternado (Alternate)

Un modo de funcionamiento y exhibición en el cual el osciloscopio rastrea un canal antes de comenzar a rastrear el otro canal

Amplitud

La magnitud de una cantidad o fuerza de una señal. En electrónica, el término amplitud se emplea tanto para tensiones como para potencia.

Osciloscopio analógico

Es una de las tres arquitecturas prevaeciente de osciloscopios (las otras dos son DSOs y DPOs, ver las definiciones más abajo). Es un instrumento que compone una forma de onda en el display por aplicación de señales de entrada (acondicionadas y amplificadas) para mover haz de electrones a través de TRC (tubo de rayos catódicos).

Un TRC revestido de una capa de fósforo químico crea una traza iluminada allí donde haz electrónico golpea

Atenuación

Es un decrecimiento de una señal de tensión durante su transmisión de un punto a otro.

Promediar

Es una técnica de procedimiento usada por los osciloscopios digitales para eliminar el “ruido” en una señal

Ancho de banda

Es un rango o intervalo de frecuencias.

TRC

(Tubo de rayos catódicos). Es un tubo en el cuál el haz de electrones puede ser enfocado sobre una pantalla luminescente y variar su posición e intensidad para producir un “patrón” visible. Un tubo de televisión es un TRC.

Modo Chop

Es un modo de funcionamiento en el cuál una pequeña parte de cada canal es trazada, de modo que aparecen formas de onda sobre la pantalla simultáneamente

Cargando el circuito

Es una interacción accidental del conjunto punta de prueba y osciloscopio con el circuito que está siendo testeado, distorsionando la señal.

Compensación

Es el ajuste de una punta de prueba 10X que equilibra la capacitancia de la punta con la capacitancia del osciloscopio.

Acoplamiento

Es el procedimiento de vincular dos circuitos a la vez. Los circuitos conectados con un conductor son acoplados directamente; los circuitos conectados a través de un capacitor o transformador son indirectamente (acoplamiento AC)

Cursor

Es una marca sobre la pantalla que puede alinearse con un modelo de onda para tomar una medición exacta.

DC (Direct Current)

Es una señal de tensión o corriente constante.

Osciloscopio Digital de Fósforo (Digital Phosphor Oscilloscope DPO)

Es un osciloscopio que simula detenidamente la exhibición de las características de un osciloscopio analógico mientras que provee los beneficios de un osciloscopio digital (almacenamiento de formas de onda, mediciones automáticas, etc.). El DPO usa un tratamiento paralelo de arquitecturas para pasar la señal a la pantalla. Provee intensidad gradual para la observación de las características.

Osciloscopio de Almacenamiento Digital (Digital Storage Oscilloscope DSO)

Es un osciloscopio que adquiere señales por medio de la toma de muestras (usando un conversor Analógico a Digital). Ellos usan una arquitectura en serie que emplea un simple procesador para: controlar la adquisición, emplear interfaces y exhibir en la pantalla.

División

Marcas de medición sobre la grátícula del tubo del osciloscopio

Puesta a tierra

Es un conductor que disipará grandes corrientes a tierra.

Envolvente

Es el contorno de una señal entre los puntos altos y bajos adquiridos, sobre un gran número de repeticiones

Muestreo en tiempo equivalente

Es un modo de muestreo en el cual el osciloscopio construye una representación de una señal repetitiva capturando en un corto espacio de tiempo bits de información a partir de cada repetición.

Focus

Control del osciloscopio que ajusta la finura o agudeza del haz de electrones sobre la pantalla.

Frecuencia

Es el número de veces que la señal se repite en un segundo, se mide en Hertz (ciclos por segundo). La frecuencia es igual a la inversa del período.

Gigahertz (GHz)

1.000.000.000 Hertz; es una unidad de frecuencia.

Glitch (Falla imprevista)

Es un error intermitente en un circuito

Grátícula

Es la cuadrícula de líneas sobre la pantalla del osciloscopio para realizar la medición de las señales.

Ground (Puesta a Tierra)

Es una conexión por medio de la cual un circuito eléctrico o equipamiento es conectado a la tierra firme para establecer y mantener un nivel de tensión de referencia.

Es el punto de referencia de tensión en un circuito.

Hertz (Hz)

Es la unidad de frecuencia y corresponde a 1 ciclo por segundo

Kilohertz (kHz)

1000 Hertz; es una unidad de frecuencia

Interpolación

Es una técnica de procesamiento de “conexión de puntos” para estimar rápidamente la apariencia de la forma de onda, basada solamente en unos pocos puntos muestreados.

Megahertz (MHz)

1.000.000 Hertz; es una unidad de frecuencia.

Megasamples por segundo (MS/s)

Es la velocidad de muestreo y equivale a un millón de muestras por segundo.

Microsegundo (μ s)

Es una unidad de tiempo equivalente a 0.000001 segundos

Milisegundo (ms)

Es una unidad de tiempo equivalente a 0.001

Nanosegundo (ns)

Es una unidad equivalente a 0.000000001 segundos

Ruido (Noise)

Es una tensión o corriente no deseada en un circuito eléctrico.

Osciloscopio

Es un instrumento usado para hacer visible los cambios de tensión en el tiempo. La palabra osciloscopio proviene de “oscilar” y desde entonces los osciloscopios son frecuentemente usados para medir las oscilaciones de las tensiones.

Pico (Peak Vp)

Es el máximo nivel de tensión medido desde el punto de referencia cero

Pico a Pico (Peak-to-peak Vp-p)

Es la tensión medida desde el punto máximo de una señal hasta el punto mínimo, usualmente es el doble del nivel de Vp

Detección de pico (Peak Detection)

Es un modo de adquisición para los osciloscopios digitales que le permite ver los extremos de una señal

Período

Es la cantidad de tiempo requerido por una onda para completar un ciclo. El período es la inversa de la frecuencia.

Fase

Es la cantidad de tiempo que transcurre desde el comienzo de un ciclo hasta el inicio del ciclo siguiente, medido en grados.

Punta de prueba (Probe)

Es un dispositivo de entrada, la mayoría de las veces tiene una punta de bastón (tip) puntiaguda de metal para hacer contacto eléctrico con los elementos del circuito y un cable flexible para transmitir la señal al osciloscopio.

Pulso

Es una forma de onda que tiene un borde de subida muy rápido, un ancho, y un borde de descenso muy veloz.

RMS

Valor eficaz

Tiempo real de muestreo (Real-time Sampling)

Es un modo de muestreo en el cual el osciloscopio recolecta algunas muestras como él pueda, a medida que la señal ocurre.

Longitud de registro (Record Length)

Es el número de puntos de la forma de onda, usado para crear un registro de una señal.

Tiempo de subida (Rise Time)

Es el tiempo requerido por el borde de subida de un pulso para ascender desde su mínimo hasta su máximo valor (típicamente medido desde 10% hasta el 90% de este valor)

Puntos de muestreo (Sample Point)

Son los datos en bruto de un conversor A/D usados para calcular los puntos de la forma de onda.

Pantalla (Screen)

Es la superficie del TRC sobre la cual se visualiza el patrón producido, es el área de exhibición.

Generador de señal

Es un dispositivo de experimentación para inyectar una señal en la entrada de un circuito, la salida del circuito es entonces leída en un osciloscopio.

Onda seno

Es una onda de forma curvada que es definida matemáticamente.

Disparo simple (Single Shot)

Es una señal medida por un osciloscopio que solo ocurre una vez (también es llamada evento transitorio)

Barrido simple (Single Sweep)

Es un modo de disparo para una exhibición a pantalla completa de una señal y luego se detiene.

Pendiente

Es la relación entre una distancia vertical y una horizontal sobre un gráfico o sobre la pantalla del osciloscopio. Una pendiente positiva se incrementa desde la izquierda hacia la derecha, mientras que una pendiente negativa decrece de izquierda a derecha.

Onda cuadrada

Una onda cuadrada consiste de la repetición de pulsos cuadrados

Barrido (Sweep)

Es una pasada del haz de electrones desde la izquierda hacia la derecha a través de la pantalla de TRC del osciloscopio.

Velocidad de barrido (Sweep Speed)

Es lo mismo que la base de tiempo.

Base de tiempo (Time Base)

Es el sistema de circuitos electrónicos del osciloscopio que cronometra el barrido. La base de tiempo es establecida por el control seconds/división

Trazo (Trace)

Es la forma visible dibujada sobre el TRC por el movimiento del haz de electrones.

Transductor (Transducer)

Es un dispositivo que convierte una cantidad física específica tal como sonido, presión, esfuerzo o intensidad de luz en una señal eléctrica.

Transitorio

Es una señal medida por un osciloscopio que solamente ocurre una vez (también llamada evento único)

Disparo (Trigger)

Es el circuito que inicia un barrido horizontal sobre el osciloscopio y determina el punto de arranque de la forma de onda

Trigger Holdoff

Es un control que inhibe el disparo de un circuito que es observado, esto se hace por medio de un nivel de disparo, especificado por el mismo control, un tiempo después de finalizar la forma de onda.

Nivel de disparo (Trigger Level)

Es el nivel de tensión que la señal de la fuente de disparo debe alcanzar antes que el circuito de disparo inicie un barrido

Volt

Es la unidad de diferencia de potencial eléctrico.

Tensión

Es la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos, expresado en volts

Modelo de onda (Waveform)

Es la representación gráfica de una tensión variando en el tiempo

Punto de una forma de onda (Waveform Point)

Es un valor digital que representa la tensión de una señal en un punto específico en el tiempo. El punto de una forma de onda es calculado a partir de la muestra de un punto y almacenado en la memoria.

Eje Z

Es la señal que en el osciloscopio controla el brillo del haz de electrones y como el trazo es establecido.

El osciloscopio

¿Qué es un osciloscopio, qué puede hacer con él, cómo hace el trabajo? Esta sección responderá a estas cuestiones fundamentales

El osciloscopio es básicamente un exhibidor de gráficos; es decir que dibuja un gráfico de una señal eléctrica. En la mayoría de las aplicaciones la señal cambia en el tiempo y en consecuencia también lo hará el gráfico. El eje vertical (Y) representa la tensión y el horizontal (X) representa el tiempo. La intensidad o brillo de la exhibición es algunas veces llamada eje Z. (Ver figura 1). Este gráfico simple puede decir algunas cosas acerca de la señal.

Aquí hay algunas:

- Puede determinar el tiempo y la tensión de la señal.
- Puede calcular la frecuencia de oscilación de una señal
- Puede ver por partes el “movimiento” de la señal que representa al circuito.
- Puede decir con que frecuencia una porción particular de una señal está sucediendo comparativamente con otra porción.
- Puede decir si el mal funcionamiento de un componente está distorsionando la señal.
- Puede encontrar cuanto de una señal es corriente directa (DC) y cuanto es corriente alternada (AC).
- Puede decir cuanto de la señal es ruido y si el mismo es cambiante en el tiempo.

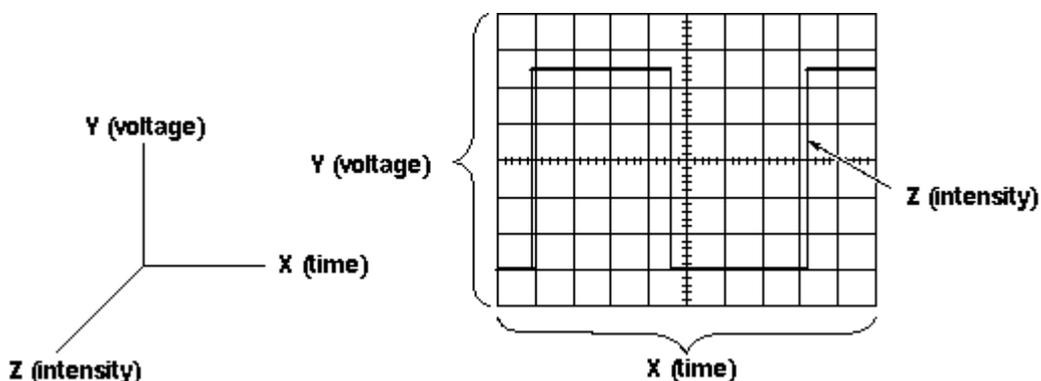


Figura 1: Componentes X, Y y Z de una exhibición de una forma de onda

Los osciloscopios incluyen en el panel frontal una pantalla exhibidora y perillas, botones, llaves e indicadores usados para controlar la adquisición de la señal y su exhibición.

En el frente del panel los controles están normalmente divididos en secciones:

- Vertical
- Horizontal
- Disparo

Desde luego hay controles de exhibición conectores de entrada. Vea si puede ubicar estos controles en las secciones del panel frontal en la figura 2 y 3

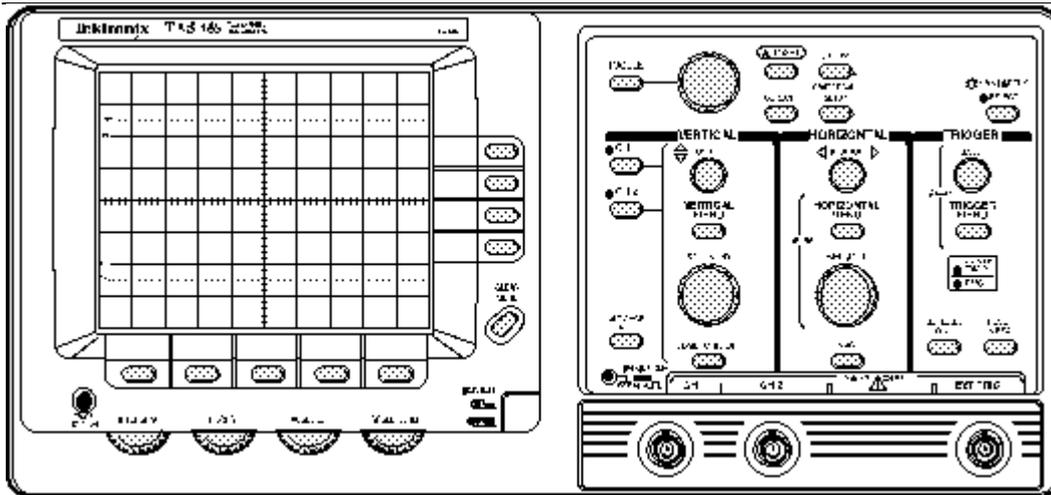


Figura 2: El panel frontal del osciloscopio analógico TAS 465

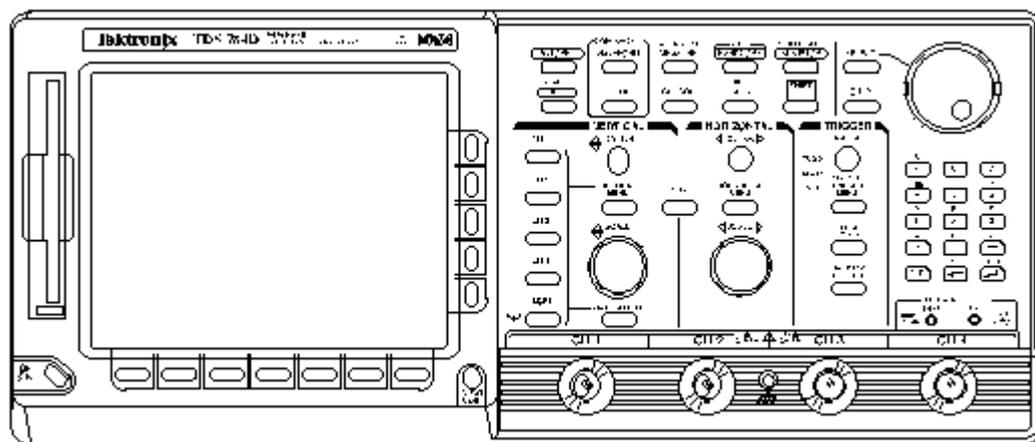


Figura 3: Panel frontal del Osciloscopio de Fósforo Digital (DPO) TDS 784D

¿Qué puede hacer con un osciloscopio?

Los osciloscopios son usados por todo el mundo, desde técnicos en reparaciones de televisión hasta los físicos. Son indispensables para cualquier tipo de diseño o en reparaciones de equipamiento electrónico.

La utilidad de un osciloscopio no está limitada al mundo de la electrónica. Con un transductor apropiado, un osciloscopio puede medir todo tipo de fenómenos. Un transductor es un dispositivo que crea una señal eléctrica en respuesta a un estímulo físico, tales como sonido, esfuerzos mecánicos, presión, luz y calor. Por ejemplo un micrófono es un transductor.

Un diseñador usa un osciloscopio para medir las vibraciones en el motor. Un médico científico usa un osciloscopio para medir las ondas del cerebro. Las posibilidades son interminables.

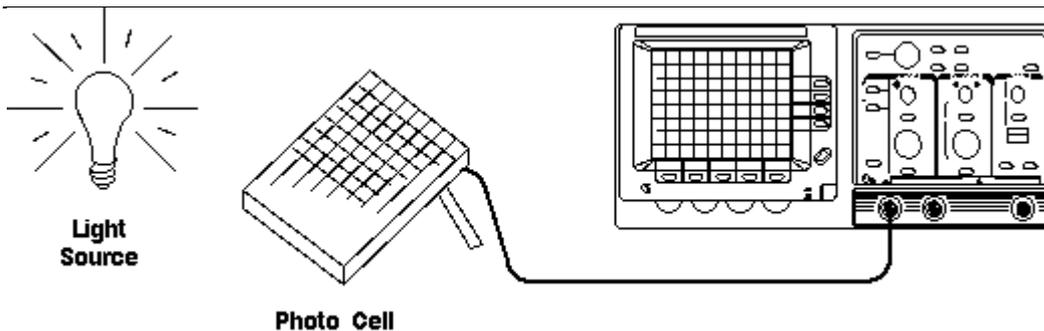


Figura 4: Datos científicos recogidos por un osciloscopio

Osciloscopios: analógico, de almacenamiento digital y fósforo digital

El equipamiento electrónico puede ser dividido en dos categorías: analógicos y digitales. El equipamiento analógico trabaja con tensiones variables cuya variación es continua, mientras que el equipamiento digital trabaja con números binarios discretos que representan una *muestra* de tensión. Por ejemplo, un fonógrafo es un dispositivo analógico, mientras que un reproductor de compact disc es un dispositivo digital.

Básicamente un osciloscopio analógico funciona por aplicación de la señal de tensión a medir directamente sobre un haz de electrones que se mueve a través de la pantalla del osciloscopio (generalmente un tubo de rayos catódicos TRC). La parte posterior de la pantalla es tratada con una delgada capa de fósforo donde golpeará el haz de electrones. La señal de tensión deflecta al haz de electrones desde arriba hacia abajo en forma proporcional, trazando una forma de onda sobre la pantalla.

Cuanto más frecuentemente el haz golpee una zona particular de la pantalla, más brillo y fosforescencia producirá. Esto aporta una figura inmediata de la forma de onda.

El rango de frecuencias que un osciloscopio analógico puede exhibir está limitado por el TRC. En muy bajas frecuencias, la señal aparece poco brillante, el lento movimiento de los puntos dificulta distinguir el modelo de onda. En altas frecuencias, la “velocidad de escritura” define este límite. Cuando la frecuencia de la señal excede la velocidad de escritura del tubo la pantalla comienza a oscurecerse. Un osciloscopio analógico puede exhibir señales cercanas a 1 GHz.

En contraste con el osciloscopio analógico, el osciloscopio digital emplea un conversor analógico-digital (A/D), y convierte la tensión que está siendo medida en una información digital. El osciloscopio digital adquiere la forma de onda como una serie de muestras. Luego, almacena estas muestras hasta acumular un número suficiente de ellas que le permitan describir la forma de onda y entonces poder reconstituirla para visualizarla en la pantalla. El osciloscopio digital convencional de almacenamiento es conocido como DSO. Éstos osciloscopios no confían en el fósforo luminoso y en lugar de ello, usan un raster –type (rectángulo buscador en pantalla).

Recientemente ha emergido una tercera arquitectura de osciloscopios: los Osciloscopios de Fósforo Digital (DPO).

El DPO es un osciloscopio digital que emula fielmente los mejores atributos de un osciloscopio analógico y proporciona los mismos beneficios que uno de adquisición digital. Igual que el DSO, el DPO usa un raster screen. Pero en lugar de fósforo, emplea un procedimiento paralelo con un sistema de circuitos que entregan un trazo preciso de intensidad graduable.

Para ambos (DSOs y DPOs), la metodología digital significa que el osciloscopio puede exhibir cualquier frecuencia dentro de su rango con igual estabilidad, brillo y claridad. El rango de

frecuencia en los osciloscopios digitales está determinado por su velocidad de muestreo, asumiendo que su punta de prueba y sección vertical son las adecuadas para la tarea.

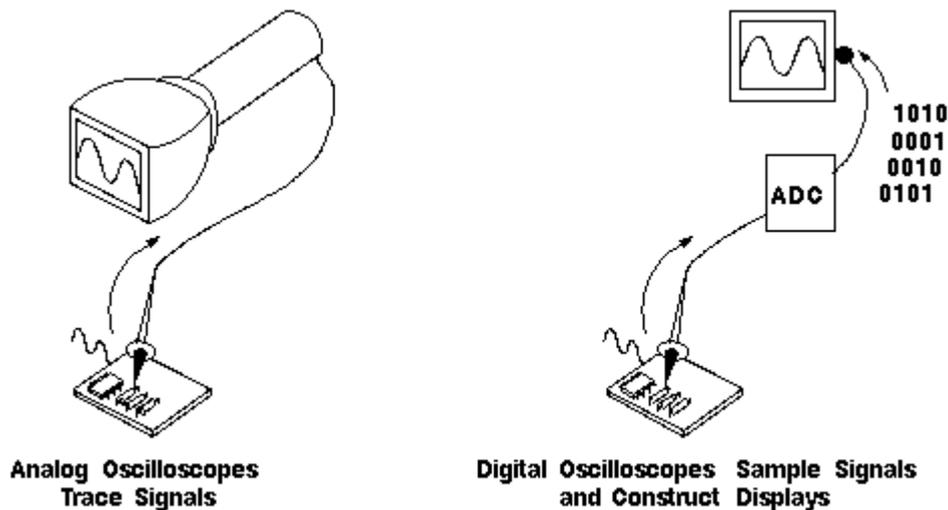


Figura 5: Osciloscopios analógicos y digitales exhiben formas de onda

En muchas aplicaciones cualquiera de los osciloscopios, analógicos o digitales, podrían utilizarse: Sin embargo, cada tipo tiene características únicas que pueden hacerlo más o menos adecuado para tareas específicas.

La gente a menudo prefiere osciloscopios analógicos cuando es importante exhibir rápidas variaciones en “tiempo real” (como en realidad ocurren).

Los osciloscopios analógicos cuya exhibición está basada en el fósforo químico tienen características conocidas como “Intensidad graduada”

Ella hace el trazo más brillante allí donde las características ocurren más frecuentemente. Esto hace más fácil distinguir detalles de la señal, justamente en la observación de los trazos con diferentes niveles de intensidad.

Los osciloscopios de almacenamiento permiten capturar y observar eventos que ocurren solo una vez, se los conoce como “eventos transitorios”. Puesto que la información está en forma digital (es decir en una serie de valores binarios almacenados), ellos pueden ser analizados, archivados, impresos, y por otra parte procesados, dentro del osciloscopio o por una computadora externa. La forma de onda no requiere que sea continua, aún cuando la señal desaparezca, ella puede ser exhibida. Sin embargo, los DSOs no tienen una graduación de la intensidad en tiempo real, por consiguiente no puede expresar las variaciones de los niveles de intensidad en la señal actual.

El osciloscopio de fósforo digital rompe la barrera entre la tecnología analógica y digital de los osciloscopios. Ellos son igualmente apropiados para la observación de señales de altas o bajas frecuencias, transitorios, y variaciones de señales en tiempo real.

Entre los osciloscopios digitales, solo el DPO provee el eje Z (intensidad) que es faltante en los DSOs convencionales.

¿Cómo trabajan los osciloscopios?

Para un mejor entendimiento de los muchos usos del osciloscopio, necesitamos conocer un poco más a cerca de cómo se exhibe una señal. Aunque los osciloscopios trabajan un tanto diferente

que los osciloscopios digitales, algunos sistemas internos son similares. Se describen primero los osciloscopios analógicos conceptualmente simples, a continuación se describen los osciloscopios digitales

Osciloscopios analógicos

Cuando conectamos una punta de prueba de un osciloscopio a un circuito, la señal de tensión viaja a través de la sonda hasta el sistema vertical del osciloscopio. La figura 6 es un diagrama simple de bloques que muestra como un osciloscopio analógico exhibe una señal a medir.

Analog Display

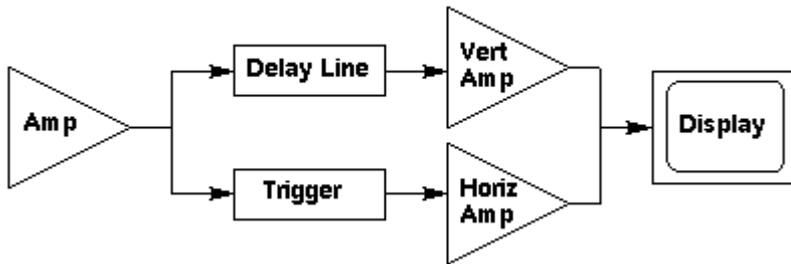


Figura 6: Diagrama de bloques de un osciloscopio analógico

Dependiendo de cómo establezcamos la escala vertical (control volts/div), un atenuador reduce la señal de tensión o un amplificador incrementa la señal de tensión.

A continuación, la señal viaja directamente a las placas de deflexión vertical del tubo de rayos catódicos (TRC). La tensión aplicada a estas placas causa el movimiento de un punto luminoso. (Un haz de electrones golpea sobre el fósforo de TRC creando ese punto). Una tensión positiva hace que el movimiento del punto sea hacia arriba mientras que una negativa da origen a movimiento hacia abajo.

La señal también viaja hacia el sistema de disparo para arrancar o “disparar” el barrido horizontal. Éste último término se refiere a la acción del sistema horizontal que da origen al movimiento horizontal del punto luminoso a través de la pantalla. Disparar el sistema horizontal provoca que la base de tiempo mueva al punto luminoso de izquierda a derecha durante un intervalo específico de tiempo. Un gran número de barridos en una secuencia rápida motiva que el movimiento del punto luminoso se vea como una línea sólida. En velocidades altas el punto puede barre la pantalla hasta 500.000 veces por segundo.

A su vez, las acciones del barrido horizontal y la deflexión vertical trazan un gráfico de la señal sobre la pantalla. El disparo es necesario para estabilizar las señales repetitivas. Ello asegura que el barrido comienza en el mismo punto de la señal repetitiva, resultando una figura clara como la mostrada en la figura 7.

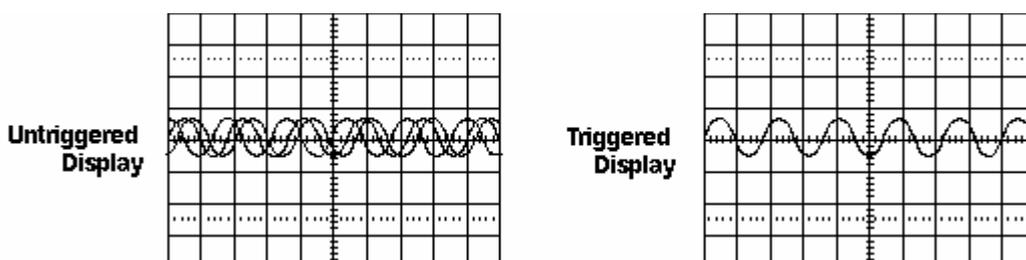


Figura 7: Disparo estabilizado en una forma de onda repetitiva

En síntesis, cuando use un osciloscopio analógico (o cualquier tipo de osciloscopio) necesita ajustar tres elementos básicos para la señal de entrada:

- **La atenuación o amplificación de la señal.** Emplee el control volts/div para ajustar la amplitud de la señal en el rango de medición deseado.
- **La base de tiempo.** Use el control sec/div para establecer la cantidad de tiempo por división representado horizontalmente a través de la pantalla
- **El disparo del osciloscopio.** Emplee el nivel de disparo (trigger level) para estabilizar la señal repetitiva, o para disparar sobre un evento único

Además un osciloscopio analógico tiene controles de foco e intensidad que pueden ser ajustados para crear una exhibición bien definida y legible.

Osciloscopios de almacenamiento digital

Algunos de los sistemas que ajustan a los DSOs son los mismos que en los osciloscopios analógicos, sin embargo, los osciloscopios digitales contienen además un sistema de procesamiento de datos. (Ver Figura 8). Con el agregado de éste sistema, los osciloscopios digitales acumulan datos de la forma de onda total y luego las exhiben.

Serial Processing

**Figura 8:**Diagrama de bloques de un Osciloscopio Digital (Tratamiento serie)

La primera etapa (entrada) de un DSO es un amplificador vertical, semejante a los osciloscopios analógicos. Los controles de atenuación vertical le permiten ajustar el rango de la amplitud de ésta etapa.

A continuación, el conversor analógico-digital A/D toma muestras de la señal en puntos discretos en el tiempo y convierte las señales de tensión en puntos de valor digital llamados **puntos de muestra**. El sistema horizontal de muestreo determina con que frecuencia el conversor A/D toma una muestra. La rapidez con la cual el reloj (Clock) toma la muestra se denomina **velocidad de muestreo** y se expresa en muestras por segundo

Los puntos muestreados del conversor A/D son almacenados en la memoria como puntos de la forma de onda

Más que puntos de muestra, puede construir puntos de una forma de onda.

A la vez, los puntos de la forma de onda constituyen un **registro de forma de onda**. El número de puntos empleados para construir un registro de forma de onda es denominado **longitud de registro**.

El sistema de disparo determina los puntos del principio y final de la longitud de registro. El display recibe estos puntos de registro y luego son almacenados en la memoria.

Dependiendo de la capacidad de su osciloscopio, el tratamiento adicional de los puntos de muestreo puede mejorar la exhibición. Puede estar disponible el **Pretrigger**, permitiéndole ver eventos anteriores al punto de disparo.

Se debe advertir que los DSO's incluyen en el camino de la señal a un microprocesador. La señal medida pasa a través de este dispositivo, en su camino hacia el display. En suma, en el tratamiento de la señal, el microprocesador coordina las actividades de visualización, administra el panel de control y algunas tareas más. Esto es conocido como una arquitectura de "tratamiento serie"

Osciloscopios digitales de Fósforo

El osciloscopio digital de fósforo (DPO) ofrece una nueva estrategia para la arquitectura de los osciloscopios. Es semejante a los osciloscopios analógicos, su primer etapa es un amplificador vertical, similar al DSO, su segunda etapa es un conversor A/D. Pero después de la conversión A/D, el aspecto del DPO difiere completamente del DSO. Ellos tienen características especiales de diseño que le permiten reproducir la graduación de la intensidad del TRC como en un osciloscopio analógico.

Más que confiarse en el fósforo químico como lo hace un osciloscopio analógico, el DPO tiene un Fósforo Digital puramente electrónico que está continuamente actualizando la base de datos. Esta base de datos tiene una celda de información para cada imagen de un único punto (pixel) en la pantalla del osciloscopio. Cada vez que una forma de onda es capturada (en otras palabras, cada vez que el osciloscopio dispara) ella es "mapeada" dentro de la celda de la base de datos del fósforo digital. Cada celda representa una ubicación en la pantalla que es tocada por la forma de onda quedando con información de intensidad; . Otras no lo hacen; de esta manera la información construida está actualizada en las celdas, es decir donde la forma de onda pasa con mayor frecuencia.

Cuando la base de datos del Fósforo Digital alimenta el display del osciloscopio, éste deja ver las áreas de las formas de onda intensificadas, en proporción a la frecuencia de ocurrencia de cada punto de las señales – muy similar a la graduación de las características de intensidad de un osciloscopio analógico (distinto a un osciloscopio analógico, aunque, el DPO permite la variación de niveles expresados en contrastes de colores sí lo desea).

Con un DPO, es fácil ver la diferencia entre una forma de onda que sucede aproximadamente sobre cada disparo y una que ocurre, supongamos, cada centésima de disparo.

Es de tener en consideración que el DPO utiliza una arquitectura de procesamiento en paralelo para lograr todo este tratamiento sin disminuir la velocidad en el proceso de adquisición. Similarmente al DSO, el DPO usa un microprocesador para administrar la visualización, la medición automática y el análisis. Pero los microprocesadores de los DPO's están afuera del camino de la señal adquisición/exhibición. (Ver Figura 9), donde ellos no afectan la velocidad de adquisición

Parallel Processing

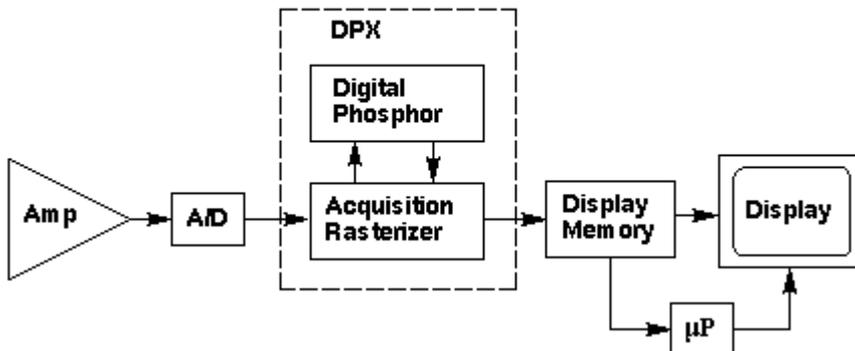


Figura 9: Diagrama de Bloques del Osciloscopio de Fósforo Digital ("Procesamiento paralelo")

Métodos de muestreo

Los osciloscopios digitales, DSO o DPO, pueden ser usados en *tiempo real*, en *tiempo real interpolado* o en *tiempo equivalente de muestreo* recolectando puntos de muestra. El muestreo en tiempo real es ideal para señales cuya frecuencia es menor que la mitad de la máxima velocidad de muestreo del osciloscopio. Aquí, el osciloscopio puede adquirir más que suficientes puntos en un "barrido" de la forma de onda para construir una imagen exacta. (Ver Figura 10). Note que el muestreo en tiempo real es el único camino para capturar señales transitorias con disparos únicos en un osciloscopio digital

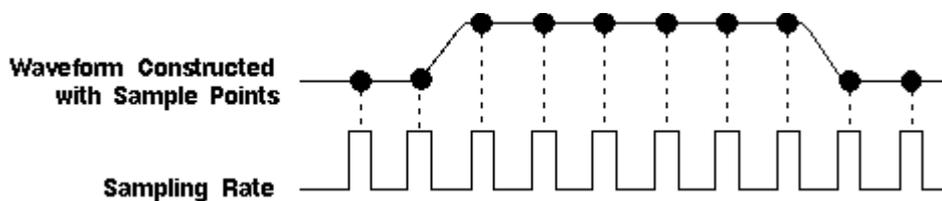


Figura 10: Muestreo en tiempo real.

Cuando medimos señales de alta frecuencia el osciloscopio puede no estar habilitado para coleccionar las suficientes muestras en un barrido. Hay dos soluciones para adquirir señales con precisión cuyas frecuencias exceden la mitad de la velocidad de muestreo:

- Coleccionar unos pocos puntos de la señal en una pasada sola (en modo de tiempo real) y usar la interpolación para rellenar las lagunas o puntos faltantes. La interpolación es una técnica de procedimiento para estimar que aspecto tiene la forma de onda semejante, basada en unos pocos puntos.
- Construir una imagen de la forma de onda por adquisición de muestras en ciclos sucesivos de la forma de onda, asumiendo que la señal se repite a sí misma (modo de muestreo en tiempo equivalente).

Muestreo en tiempo real con interpolación

Los osciloscopios digitales toman muestras discretas de una señal la cual será exhibida. Sin embargo, la señal representada por puntos puede ser difícil de visualizar, especialmente porque allí puede ser solamente unos pocos puntos que representen una porción de la señal de alta

frecuencia. Para ayudar en la visualización de señales, los osciloscopios digitales tienen típicamente modos de exhibición interpolados.

En términos sencillos, la interpolación es la “conexión de puntos”. Usando éste procedimiento, una señal que es muestreada solo unas pocas veces en cada ciclo puede ser exhibida con precisión.

No obstante, para representaciones correctas de la señal, la velocidad de muestreo será por lo menos 4 veces el ancho de banda de la señal.

La interpolación lineal conecta los puntos muestreados con líneas rectas. Esta aproximación está limitada para la reconstrucción de señales de borde rectos semejantes a la onda cuadrada.

La interpolación senoidal es la más versátil, conecta los puntos muestreados con curvas. (Ver Figura 11). La interpolación senoidal es un procedimiento matemático en el cuál los puntos para rellenar son calculados en el tiempo entre las muestras reales.

Esta forma de interpolación presta a sí misma curvas y formas irregulares de señales las cuales son distantes de las más comunes en el mundo real de inalteradas ondas cuadradas y pulsos. En consecuencia, la interpolación senoidal es el método preferido para la mayoría de las aplicaciones.

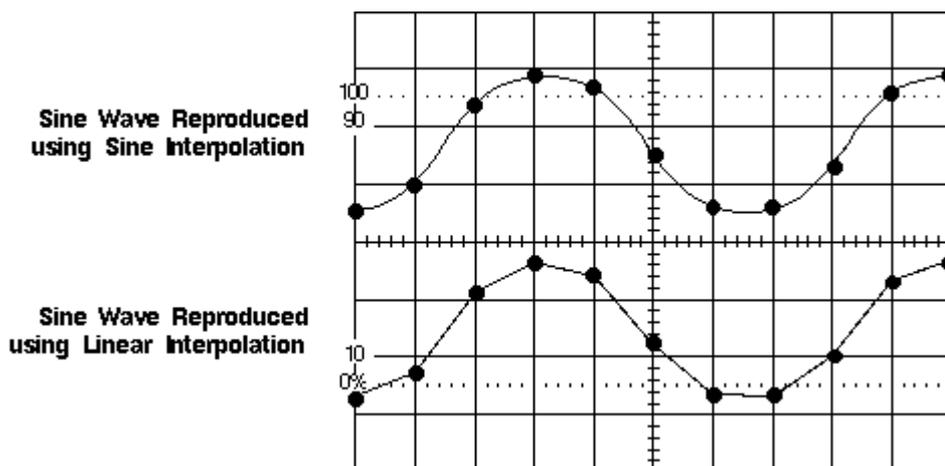


Figura 11: Interpolación lineal y senoidal

Algunos osciloscopios digitales pueden usar muestreo en tiempo equivalente para capturar señales repetitivas muy rápidas. El muestreo en tiempo equivalente construye una imagen de una señal repetitiva pero capturando un pequeño bit de información en cada repetición. (Ver Figura 12). La forma de onda lentamente construida es parecida a serie de luces que se encienden una por una. Con un muestreo secuencial los puntos aparecen de izquierda a derecha en secuencia; con un muestreo aleatorio los puntos aparecen aleatoriamente a lo largo de la forma de onda.

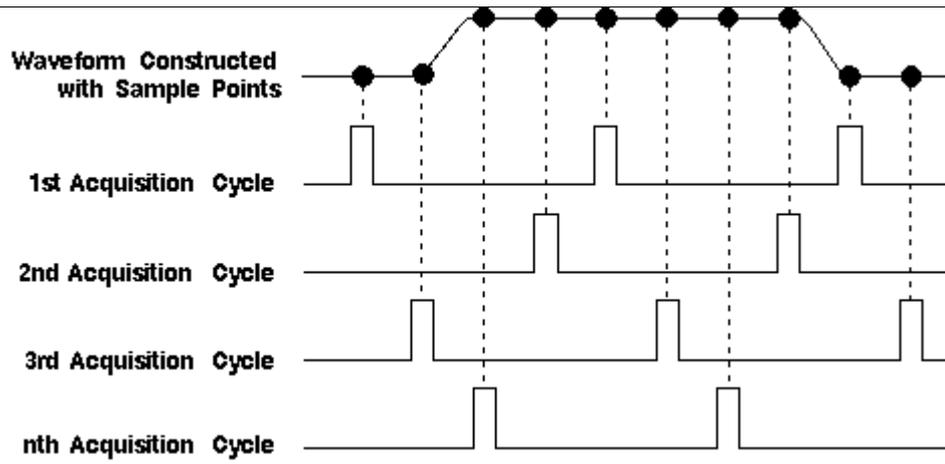


Figura 12: Muestreo en tiempo equivalente

Terminología del osciloscopio

Aprender nuevas habilidades con frecuencia implica aprender un vocabulario nuevo. Esta idea se mantiene verdaderamente para aprender como usar un osciloscopio. Esta sección reporta en alguna medida términos útiles sobre el funcionamiento del osciloscopio.

Términos de medición

El término onda se refiere a un patrón genérico que se repite en el tiempo. Por ejemplo: ondas de sonido, ondas cerebrales, ondas del océano y ondas de tensión son todos patrones repetitivos. Un osciloscopio mide ondas de tensión. Un ciclo de una onda es la porción de la misma que se repite. Una forma de onda es la representación gráfica de una onda. Una forma de onda de tensión exhibe el tiempo sobre el eje horizontal y la tensión sobre el eje vertical.

Un modelo de forma de onda dice una gran cantidad de cosas acerca de una señal. Al mismo tiempo si se ven cambios en la altura de la forma de onda, se sabrá que la tensión está cambiando. De igual manera, una línea horizontal nos dice que no hay cambios de tensión en ese intervalo de tiempo. Una línea recta diagonal significa un cambio lineal, significa subida o caída de la tensión en estudio. Ángulos agudos en una forma de onda significan cambios abruptos. La Figura 13 muestra formas de onda comunes y la Figura 14 muestra algunas fuentes de formas de onda comunes.

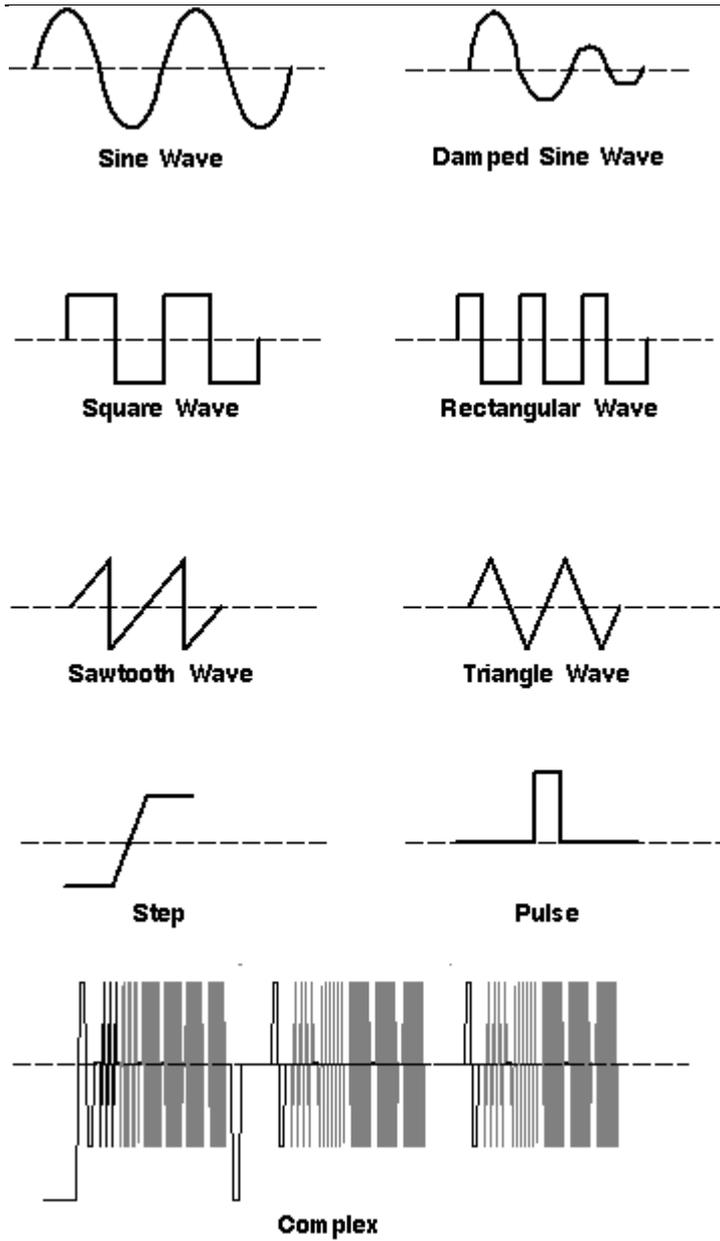


Figura 13: Formas de onda comunes

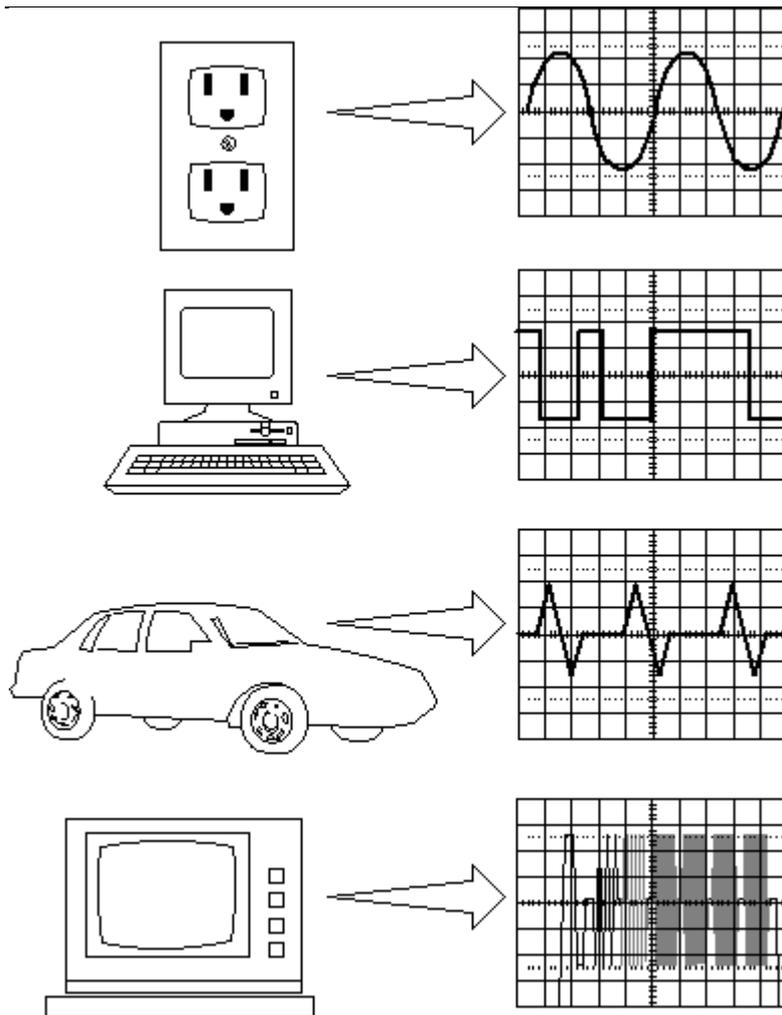


Figura 14: Fuentes de formas de onda comunes

Tipos de onda

Podemos clasificar la mayoría de las formas de onda de esta manera:

- Ondas senoidales
- Ondas cuadradas y rectangulares
- Ondas triangulares y diente de sierra
- Escalón y pulsos
- Ondas complejas

Ondas senoidales

La onda senoidal es la forma de onda fundamental por varias razones, tiene propiedades matemáticas armónicas, y se trata de la misma forma de onda seno que se estudió en la escuela secundaria en las clases de trigonometría. La tensión en el enchufe de la pared varía como lo hace una onda senoidal. Las señales experimentales producidas por un circuito oscilador de un generador de señales son con frecuencia ondas senoidales. La gran mayoría de las fuentes de energía de AC producen ondas senoidales. (La corriente alternada se designa con AC, a pesar que también se designa así a la tensión alternada. La corriente continua o directa se denomina DC lo cual significa corriente y tensión constante, tal como lo genera una batería.

La onda seno amortiguado es un caso especial que puede observarse en un circuito que oscila en el tiempo.



Figura 15: Muestra ejemplos de onda seno y onda seno amortiguada.

Onda cuadrada y onda rectangular

La onda cuadrada es otra forma de onda común. Básicamente, una onda cuadrada es una tensión que pasa de “on” a “off” (o pasar de alto a bajo) en intervalos regulares. Esta es una onda normalizada para ensayar amplificadores; los buenos amplificadores aumentan la amplitud de una onda cuadrada con una mínima distorsión. Los circuitos de televisión, radio y computadoras usan frecuentemente ondas cuadradas para cronometrar señales.

La onda rectangular es similar a la onda cuadrada excepto que los intervalos de tiempo “alto” y “bajo” no son iguales. Esta es particularmente importante cuando analizamos sistemas de circuitos digitales.



Figura 16: Muestra ejemplos de ondas cuadradas y rectangulares

Onda diente de sierra y onda triangular

Las ondas diente de sierra y triangular resultan de circuitos diseñados para controlar tensiones lineales, tales como el barrido horizontal de un osciloscopio analógico o el explorador de trama (raster scan) de un televisor. La transición entre los niveles de tensión de estas ondas cambia con una rapidez constante. Estas transiciones se denominan rampas.

La Figura 17 muestra ejemplos de ondas diente de sierra y triangulares.



Figura 17: Ondas diente de sierra y triangular

Escalón y Pulso

Señales tales como escalones y pulsos que ocurren una sola vez son llamados disparo simple (Single-shot) o señales transitorias. Un escalón indica un cambio brusco en la tensión, semejante al que se puede observar si ponemos en “on” una llave interruptora. El pulso se vería si la misma llave primero la ponemos en “on” y luego en “off”. El pulso representa un “1” bit de información viajando a través de un circuito de computadora o puede representar un “glitch” (un defecto) en un circuito.

Una colección de pulsos que viajan conjuntamente origina un tren de pulsos. Los componentes digitales en una computadora se comunican unos con otros empleando pulsos. Los pulsos son también comunes en rayos X y en equipos de comunicaciones.

La figura 18 muestra ejemplos de escalones, pulsos y tren de pulsos.

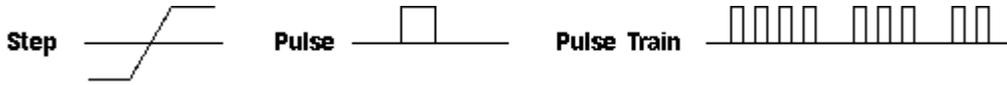


Figura 18: Escalón, Pulso y Tren de Pulsos

Ondas complejas

Algunas formas de onda combinan las características de las ondas senoidales, cuadradas, escalones, pulsos produciendo modelos de formas de onda que confunden a un gran número de osciloscopios.

La información en la señal puede ser incrustada en forma de amplitud, fase y/o variaciones de frecuencia. Por ejemplo, ver la Figura 19, a pesar que ella es un señal compuesta de vídeo, esta hecha de un gran número de ciclos de formas de onda de alta frecuencia incrustadas en una “envolvente” de baja frecuencia. En este ejemplo es usualmente más importante tener en claro los niveles y el cronometraje relativo de los escalones. ¿Que se requiere para visualizar esta señal?, un osciloscopio que capture la envolvente de baja frecuencia y mezclada la onda de alta frecuencia en un modelo de intensidad graduada para ver sus niveles en conjunto.

Los instrumentos analógicos y DPOs son apropiados para visualizar ondas complejas tales como señales de vídeo. Sus exhibidores suministran la graduación de intensidad necesaria. A menudo la información de la frecuencia de ocurrencia que expresa su display es elemental para comprender que la forma de onda se ha realizado correctamente.

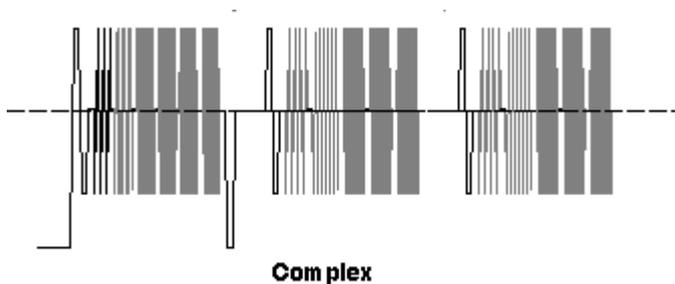


Figura 19: Onda compleja (señal de vídeo compuesta NTSC)

Medición de formas de onda

Para describir los tipos de mediciones que se realizan con los osciloscopios se usan algunos términos. En esta sección se describen algunas de las mediciones y términos más comunes.

Frecuencia y Período

Si la señal se repite significa que tiene una frecuencia. La frecuencia expresada en Hertz (Hz) es igual al número de veces que la señal se repite a sí misma en un segundo (ciclos por segundo). Una señal repetitiva tiene un período que es la cantidad de tiempo que requiere la señal para completar un ciclo. El período y la frecuencia son recíprocos una de otra; de este modo

$$\text{Periodo} = \frac{1}{\text{Frecuencia}}$$

$$\text{Frecuencia} = \frac{1}{\text{Periodo}}$$

Así, por ejemplo, la onda seno en la Figura 20 tiene una frecuencia de 3 Hz y un período de 1/3 de segundo.

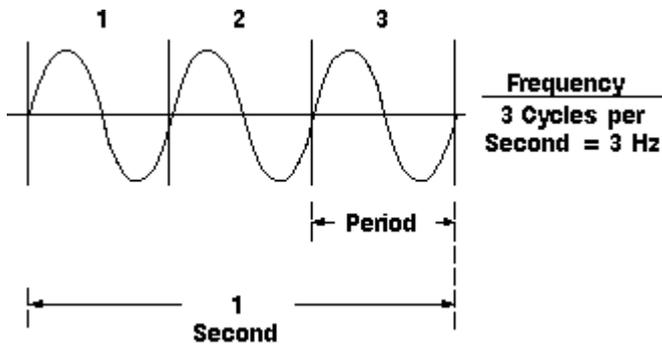


Figura 20: Frecuencia y Período

Tensión

La tensión es una cantidad de potencial eléctrico entre dos puntos de un circuito. Generalmente uno de esos puntos es tierra (cero volts) pero no siempre. Podemos buscar medir la tensión del pico máximo al pico mínimo de una forma de onda, conocida como tensión de pico a pico. La palabra amplitud comúnmente se refiere a la máxima tensión de una señal medida desde cero volts. La forma de onda mostrada en la Figura 21 tiene una amplitud de 1 volt y de 2 volts pico a pico.

Fase

La fase es mejor explicada mirando una onda seno. El nivel de tensión de una onda seno se basa sobre un movimiento circular, y el círculo tiene 360°. Un ciclo de una onda seno tiene 360°, como se muestra en la Figura 21. Usando los grados podemos referir el ángulo de fase de una onda seno cuando queremos describir cuanto de un período tiene transcurrido

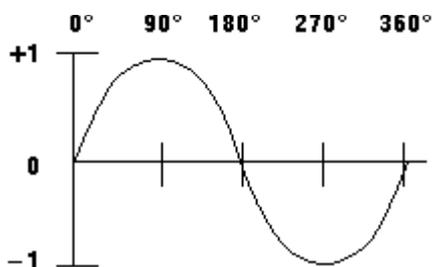


Figura 21: Grados de la onda seno

El desplazamiento de fase describe la diferencia en tiempo entre dos señales similares. En la Figura 22, la forma de onda rotulada "corriente" está expresada 90° fuera de fase con la forma de onda etiquetada como "tensión", puesto que la onda alcanza puntos similares en exactamente su cuarto de ciclo ($360^\circ/4=90^\circ$). Los desplazamientos de fase son comunes en electrónica.

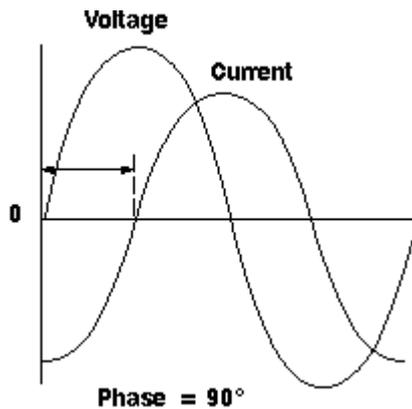


Figura 22: Desplazamiento de fase

Términos de Funcionamiento

Los términos descriptos en esta sección puede surgir en su discusión a cerca del funcionamiento del osciloscopio. Comprender estos términos ayudará para evaluar y comparar su osciloscopio con otros modelos.

Ancho de banda

La especificación del ancho de banda asegura el rango de frecuencia de mediciones exactas con el osciloscopio

Cuando la frecuencia de la señal aumenta, la capacidad de respuesta del osciloscopio disminuye. Por convención, el ancho de banda asegura la frecuencia en la cual la señal exhibida se reduce hasta 70,7% de la señal senoidal aplicada. (Este punto del 70,7% está referido como “el punto de -3dB ”, un término basado en una escala logarítmica).

Respuesta en Frecuencia

El ancho de banda solo no es suficiente para asegurar que un osciloscopio puede capturar exactamente una señal de alta frecuencia.

Tiempo de subida

El tiempo de subida es otro camino más para describir el rango de frecuencia útil de un osciloscopio. El tiempo de subida puede más apropiado cuando tenemos la expectativa de medir pulsos y escalones. Un osciloscopio no puede exhibir pulsos fielmente con tiempos de subida más rápidos que el tiempo de subida especificado del osciloscopio.

Bits Efectivos

Los bits efectivos son una medida de la capacidad de los osciloscopios digitales para reconstruir una señal considerando la calidad de los conversores A/D y amplificadores del osciloscopio. Estas mediciones comparan los errores existentes de los osciloscopios con los de un digital ideal. Puesto que los errores existentes incluyen ruido y distorsión, la frecuencia y amplitud de la señal así como también el ancho de banda del instrumento debe ser especificado

Respuesta en Frecuencia

El ancho de banda completamente solo no es suficiente para asegurar que un osciloscopio puede capturar con exactitud una señal de alta frecuencia. El objetivo del diseñador del osciloscopio es tener en grado máximo envolvente plana en el intervalo de tiempo. Una respuesta en frecuencia de este tipo tiene una excelente fidelidad a los pulsos con un mínimo de sobre impulsos y oscilaciones. Puesto que un osciloscopio digital está conformado por amplificadores, atenuadores, conversores A/D reales, la respuesta en frecuencia plana es una aspiración la cual puede ser solo aproximada. La fidelidad de los pulsos varía considerablemente con el modelo y la fabricación.

Sensibilidad Vertical

La sensibilidad vertical indica cuanto el amplificador vertical puede amplificar a una señal débil. La sensibilidad vertical es habitualmente dada en milivolts (mV) por división. Las pequeñas tensiones detectadas por un osciloscopio de propósitos generales son típicamente de 1 mV por vertical división de la pantalla.

Velocidad de barrido

Para osciloscopios analógicos, esta especificación indica cuán rápido el trazo puede barrer a través de la pantalla, permitiendo ver los detalles finos. La velocidad de barrido más rápido de un osciloscopio es generalmente expresada en nanosegundos/div.

Exactitud de ganancia

La exactitud de la ganancia indica con cuanta exactitud el sistema vertical atenúa o amplifica una señal. Esto generalmente es enumerado como un porcentaje de error.

Exactitud de la base de tiempo u horizontal.

La exactitud de la base de tiempo u horizontal indica con que exactitud el sistema horizontal exhibe el cronometraje de una señal. Este se expresa comúnmente como un porcentaje de error.

Velocidad de muestreo

En un osciloscopio digital, la velocidad de muestreo indica cuantas muestras por segundo el conversor A/D (y en consecuencia el osciloscopio) puede adquirir. La máxima velocidad de muestreo es generalmente dada en megamuestras por segundo (MS/s). La mayor velocidad de muestreo permite al osciloscopio representar con mayor exactitud los detalles más finos de una señal muy rápida. La menor velocidad de muestreo puede ser importante si necesitamos ver pausadamente los cambios de una señal sobre un largos períodos de tiempo. Generalmente, la velocidad de muestreo cambia cuando hacemos el cambio en el control la sensibilidad vertical para mantener constante el número de puntos de una forma de onda en el registro de formas de onda.

Resolución del conversor A/D (o resolución vertical)

La resolución en bits del conversor A/D (y en consecuencia del osciloscopio digital) indica con cuanta exactitud puede convertir una tensión de entrada en valores digitales. Las técnicas de cómputo pueden perfeccionar la resolución efectiva.

Longitud de registro

La longitud de registro de un osciloscopio indica cuantos puntos de la forma de onda el osciloscopio es capaz de adquirir para un registro de la forma de onda. Algunos osciloscopios permiten ajustar la longitud de registro. La máxima longitud de registro depende de la cantidad de memoria de su osciloscopio y en la capacidad de combinar la longitud de memoria no utilizada por los canales. Puesto que el osciloscopio puede almacenar solo un número finito de puntos de la forma de onda, hay un compromiso entre detalles de registro y longitud de registro. Se puede adquirir cualquier figura detallada de una señal por un corto período de tiempo (el osciloscopio “rellena” rápidamente los puntos sobre la forma de onda) o menos detalles de la figura por un período de tiempo más largo. Algunos osciloscopios permiten agregar más memoria para incrementar la longitud de registro para aplicaciones especiales.

Velocidad de captura de formas de onda

La velocidad de captura de formas de onda es la velocidad con la cual el osciloscopio dispara, adquiere y exhibe los formas de onda. En la mayoría los DSOs, la velocidad es de unos pocos centenares de veces por segundo, justamente en lo que tienen una arquitectura de procesamiento serial. Resumiendo, la mayoría de los DSOs muestra alrededor del 1% del total del tiempo que la señal está disponible para ellos. La limitación de esta aproximación es que la actividad de la señal continua aún aunque el osciloscopio no esté muestreando frecuentemente. Y una anomalía (aberración) importante de la forma de onda podría estar ocurriendo durante este lapso. Una nueva arquitectura de los osciloscopios digitales, los DPO aparecen para resolver este problema. Sobre un DPO, la adquisición de la señal es repetida cientos de miles de veces por segundo tan rápido como un osciloscopio analógico

Los DPOs capturan extremadamente rápido una gran cantidad de puntos de la forma de onda (así como también los de tecnología digital de fósforo) hacen posible ver señales erráticas y eventos poco comunes.

Establecimiento

Esta sección describe brevemente como establecer y comenzar a usar específicamente un osciloscopio, como ponerlo a tierra, establecer los controles en sus posiciones normales y compensar la punta de prueba.

Poner a tierra el osciloscopio es un paso importante para el establecimiento de la toma de medidas y trabajos sobre los circuitos. La puesta a tierra nos protege de shock peligrosos y también protege a los circuitos de ser dañados

Puestas a tierra

Puesta a tierra de un osciloscopio

Poner a tierra el osciloscopio es necesario por seguridad. Si una tensión elevada hace contacto con la caja de metal del osciloscopio y el mismo no está puesto a tierra, alguna parte de esta caja, incluyendo perillas que parecen aisladas, ello puede ocasionar un shock eléctrico. No obstante, con una puesta a tierra apropiada, la corriente viaja a través del camino conductor a tierra antes que hacerlo a través de la persona.

Poner a tierra el osciloscopio significa conectarlo eléctricamente a un punto de referencia neutro (tal como la tierra). Ponga a tierra su osciloscopio enchufando el cable de potencia en un toma corriente de tres patas con conexión a tierra.

Poner a tierra su osciloscopio es también necesario para tomar mediciones exactas. El osciloscopio necesita compartir la misma tierra de los circuitos que serán testeados.

Algunos osciloscopios no requieren una conexión separada a tierra. Estos osciloscopios tienen caja metálica y controles aislados, los cuales evitan choques eléctricos provenientes del exterior

Su puesta a tierra

Si usted está trabajando con circuitos integrados (ICs), también necesita (Ud mismo) ponerse a tierra. Los circuitos integrados tienen un pequeñísimo camino de conducción que puede dañarlos por electricidad estática que tenga su cuerpo. Puede arruinar un caro circuito IC simplemente por transitar por una alfombra o tomando un sweater y tocando el borde del IC. Para resolver este problema, ponerse una pulsera a tierra (ver Figura 23). Esta pulsera envía la carga estática de su cuerpo a tierra.

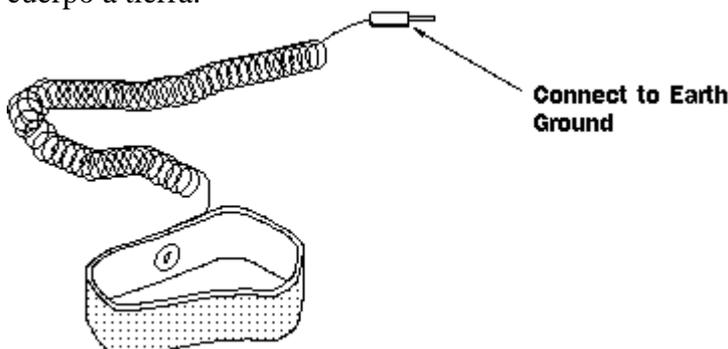
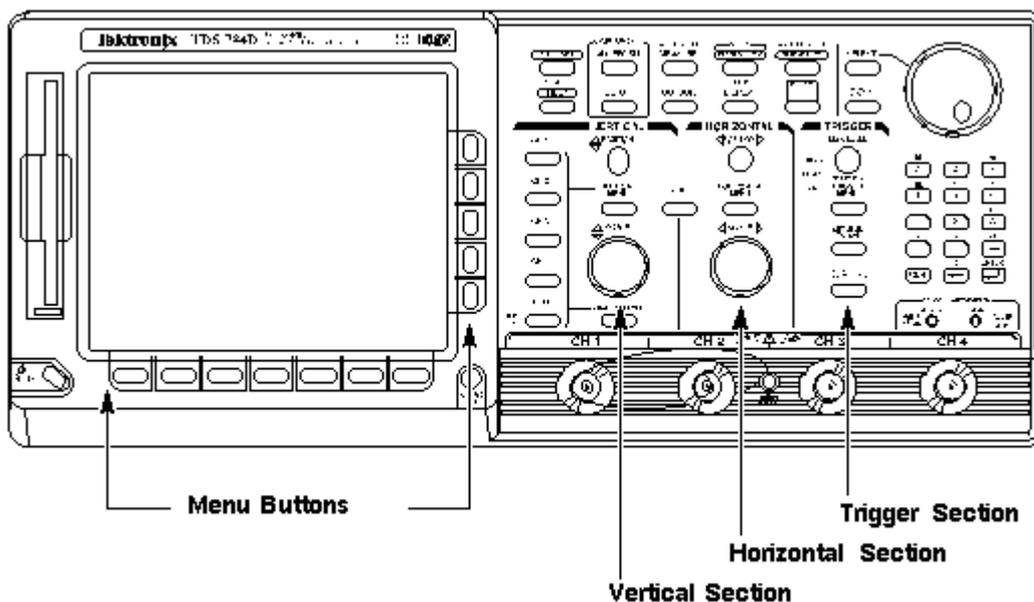


Figura 23: Típica muñequera de puesta a tierra.**Establecimiento de los controles.**

Después de conectar el osciloscopio, debemos ver el frente del panel. El panel frontal está dividido en tres secciones principales denominadas sección vertical, sección horizontal y sección de disparo. Su osciloscopio puede tener otras secciones, dependiendo esto del modelo y tipo de osciloscopio (analógico o digital).

Observe los conectores de entrada de su osciloscopio. Es decir donde conectar la punta de prueba. La mayoría de los osciloscopios tienen como mínimo dos canales de entrada y cada canal puede exhibir una forma de onda sobre la pantalla. Tener múltiples canales favorece la comparación de formas de onda.

**Figura 24:** Panel frontal de controles. Secciones de un osciloscopio.

Algunos osciloscopios tienen un botón AUTOSSET o PRESET que establece los controles en un solo paso para acomodar una señal. Si su osciloscopio no tiene esta característica, es provechoso establecer los controles en las posiciones normales antes de tomar mediciones.

Las posiciones normales comprenden lo siguiente:

- Establecer el osciloscopio para exhibir en el canal 1
- Establecer la escala Volts/div en la mitad del rango
- Poner en off el control variable de Volts/div
- Poner en off todas las magnificaciones
- Establecer el acoplamiento de entrada del canal 1 en DC
- Establecer el modo de disparo (Trigger Mode) en Auto
- Establecer la fuente de disparo (Trigger Source) en el canal 1
- Poner el Trigger Holdoff en el mínimo o en off.
- Establecer el control de intensidad en el nivel nominal de visualización
- Ajustar el control de foco para una exhibición bien definida.

Estas son instrucciones generales para el establecimiento de su osciloscopio. Si no está seguro como hacer algunos de estos pasos, consulte su manual que viene con su osciloscopio. La sección de Controles describe a los mismos con más detalle.

Puntas de prueba

Ahora está listo para conectar la punta de prueba a su osciloscopio. Es importante usar una punta de prueba diseñada para trabajar con su osciloscopio. Una punta de prueba es más que un cable con un clip en su extremo. Es un conector de alta calidad, cuidadosamente diseñado para no recoger ruidos de la línea de potencia o ondas de radio.

Las puntas de prueba son diseñadas para no influenciar el funcionamiento de los circuitos que se están ensayando. No obstante los dispositivos de medida no pueden actuar como un observador perfectamente invisible. La interacción no intencionada de la punta de prueba y el osciloscopio con el circuito que está siendo ensayado se denomina “carga del circuito”. Para minimizar la carga del circuito, probablemente usará puntas de prueba pasivas atenuadoras 10X.

Probablemente su osciloscopio ha llegado con una punta de prueba pasiva como accesorio. Las puntas de prueba pasivas proporcionan una excelente herramienta para propósitos generales de testeo y localización de averías. Para mediciones o ensayos más específicos existen otros tipos de punta de prueba. Dos ejemplos de otros tipos de puntas son las “activas” y las “puntas de corriente”.

La descripción de estas puntas de prueba que siguen con más énfasis es dado por la punta de prueba pasiva puesto que es la punta de prueba típica que permite mayor flexibilidad de uso.

Interface de Punta de prueba “Inteligente”

Algunos modernos osciloscopios suministran algunas características automatizadas especiales construidas dentro de la entrada y apareadas con los conectores de la punta. La acción de conectar la punta de prueba al instrumento alerta al osciloscopio acerca de factor de atenuación, el cual a su vez exhibe la escala a fin de que la lectura de la atenuación figure en la pantalla.

Algunas interfaces de puntas de prueba también reconocen diferentes tipos de punta de prueba, es decir, pasivas, activas, o de corriente. Por último, la interface puede actuar como fuente de energía de DC para la punta de prueba.

La punta de prueba tiene su propio circuito amplificador y separador que requiere potencia de DC.

Usando puntas de prueba pasivas

La mayoría de las puntas pasivas tienen el mismo factor de atenuación, tales como 10X, 100X, etc. Por convención, los factores de atenuación, como la punta atenuadora 10X, tiene la X después del factor. En contraposición, los factores de **magnificación** tienen la X adelante.

La punta de prueba atenuadora 10X minimiza la carga del circuito y es una excelente punta de prueba pasiva para propósitos generales. La carga del circuito se hace más notoria en las altas frecuencias, de esta manera asegúrese de usar este tipo de punta cuando mida señales cercanas a 5 kHz. La punta de prueba 10X mejora la exactitud de sus mediciones, pero esto también reduce la amplitud de la señal que se observa en la pantalla por un factor de 10.

Puesto que esta punta de prueba atenúa la señal, dificulta observar señales menores que 10 milivolts. La punta de prueba 1X es similar a la atenuadora 10X pero carece de circuito de atenuación. Sin este circuito, se introduce más interferencia al circuito que está siendo ensayado. Use la punta de prueba atenuadora 10X como una punta estándar, pero conserve la punta de prueba 1X a mano para la medición de señales débiles. Algunas puntas de prueba tienen la característica de conmutar entre 1X y 10X de atenuación en su extremo. Si su punta de prueba tiene éstas características, asegúrese de estar usando la correcta antes de tomar mediciones.

Algunos osciloscopios pueden detectar tanto si está usando una punta de prueba 1X o 10X, y ajusta su lectura en la pantalla como corresponde. Sin embargo con algunos osciloscopios, debe establecer el tipo de punta de prueba que está usando o leyendo desde la apropiada marca 1X o 10X sobre el control volts/div.

La punta de prueba atenuadora 10X trabaja equilibrando las propiedades eléctricas de la punta con las propiedades eléctricas del osciloscopio. Antes de usar la punta de prueba atenuadora debe ajustarla y balancearla para su osciloscopio en particular. Éste ajuste es llamado compensación de la punta de prueba y es descripta más adelante en éste documento. La Figura 25 muestra un diagrama simple del funcionamiento interno de una punta de prueba, su ajuste, y la entrada de un osciloscopio.

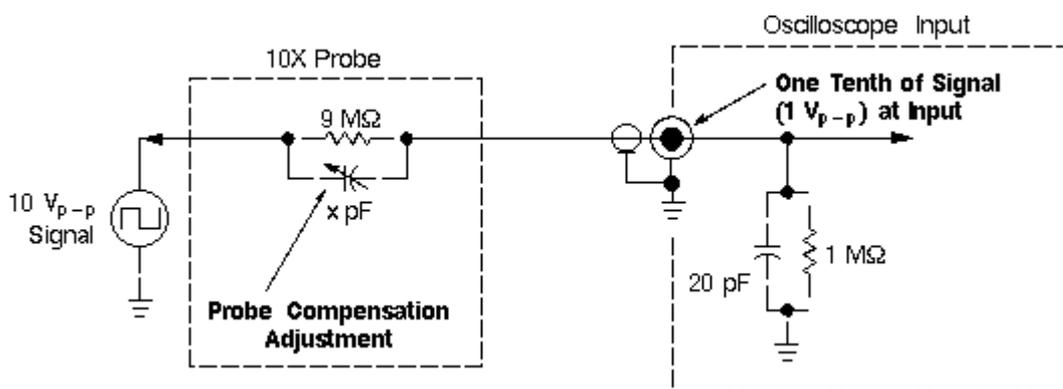


Figura 25: Circuito divisor típico Punta de prueba/Osciloscopio10-a-1.

La Figura 26 muestra una típica punta de prueba pasiva y algunos accesorios que se usan junto a ella.

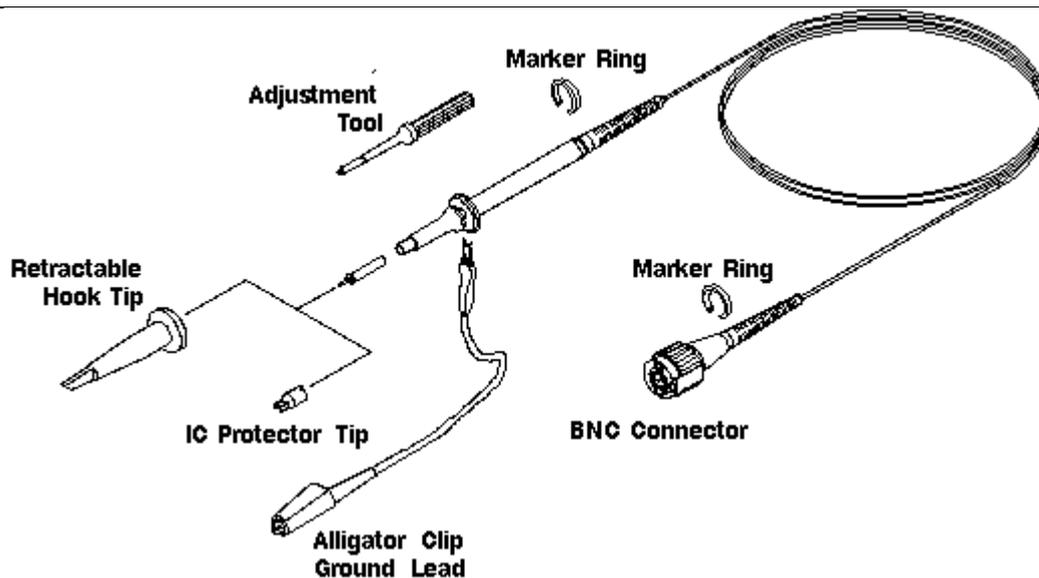


Figura 26: Una punta de prueba típica con sus accesorios.

Punta de prueba activa

Las puntas de prueba activas suministran su propia amplificación o realizan algún otro tipo de operación o proceso de la señal antes de aplicarla al osciloscopio. Estos tipos de puntas de prueba pueden resolver problemas tales como la carga del circuito o ejecutar ensayos sobre señales, enviando los resultados al osciloscopio. Las puntas de prueba activa requieren de una fuente de energía para su funcionamiento.

Usando puntas de prueba de corriente

Las puntas de prueba de corriente permiten directamente observar y medir formas de onda de corriente.

Ellas están disponibles para la medición de ambas corrientes AC y DC. Las puntas de prueba de corriente usan mordazas que se sujetan alrededor del cable que transporta la corriente. Esto las hace únicas puesto que ellas no son conectadas en serie con el circuito, en consecuencia causan una pequeña interferencia o no, en el circuito.

Donde se sujeta el clip de tierra

Para medir una señal se requieren dos conexiones: la conexión del extremo de la punta de prueba y la conexión de tierra. La punta viene con un clip cocodrilo adjunto para poner a tierra la punta de prueba del circuito bajo testeo.

En la práctica, el clip de tierra se sujeta a la tierra del circuito, tal como el chasis de metal de un artefacto que se esté reparando, y luego se toca con el extremo de la punta aquél punto del circuito que se desea testear.

Compensando la punta de prueba

Antes de usar una punta de prueba pasiva, usted debe compensarla, equilibrar sus propiedades eléctricas con las de su osciloscopio. Debería lograr el hábito de compensar la punta de prueba cada vez que enciende su osciloscopio. Un ajuste deficiente de la punta de prueba puede hacer

que su medición tenga poca exactitud. La Figura 27 muestra que acontece con la forma de onda cuando usamos una punta de prueba no apropiadamente compensada.

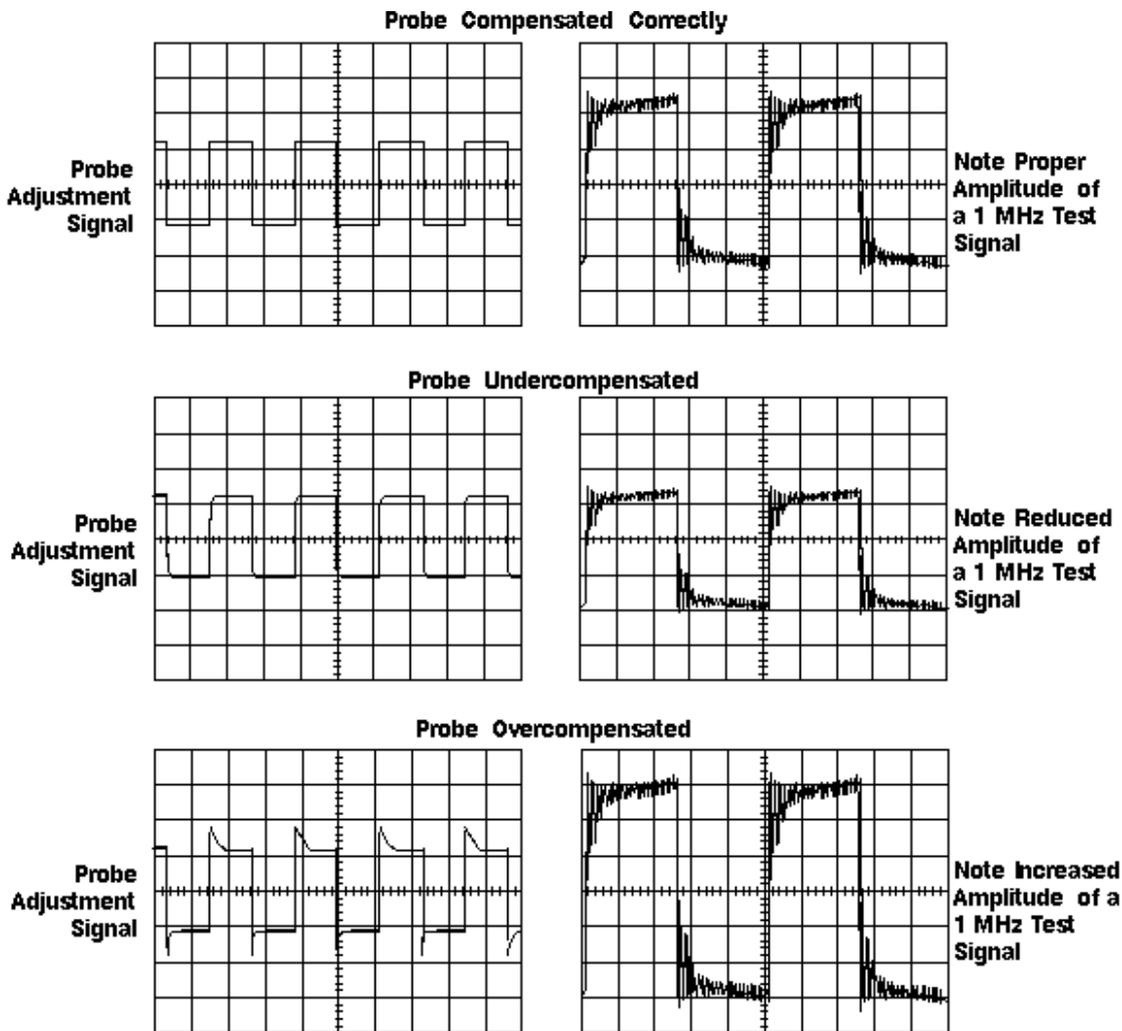


Figura 27: Los efectos de una inapropiada compensación.

La mayoría de los osciloscopios tiene una onda cuadrada disponible como referencia en un terminal del frente del panel para ser usada en la compensación de la punta de prueba. Puede compensar la punta de prueba

- Conectar la punta de prueba en el conector de entrada
- Vincular el extremo de la punta de prueba con la señal de compensación
- Conectar a tierra el clip de tierra de la punta de prueba
- Visualizar la onda cuadrada de la señal de referencia
- Hacer los ajustes apropiados sobre la punta de prueba de modo que las esquinas de la onda cuadrada sean cuadradas.

Cuando compense la punta de prueba, siempre conecte cualquier accesorio a la punta de bastón y conecte la punta de prueba sobre el canal vertical que planea usar. Así, el osciloscopio tiene las mismas características eléctricas como cuando usted toma medidas

Los controles

Esta sección describe brevemente los controles básicos que se encuentran en un osciloscopio analógico o digital. Recuerde que algunos controles difieren entre osciloscopios analógicos y digitales, su osciloscopio probablemente no tiene los controles discutidos aquí.

Exhibición de los controles

Los sistemas de exhibición varían entre los osciloscopios de tipo analógico y los digitales incluyendo los DSOs y los osciloscopios de fósforo digital (DPOs).

Los controles comunes comprenden:

- Un control de intensidad para ajustar el brillo de la forma de onda. Cuando se incrementa la velocidad de barrido de un osciloscopio analógico, es necesario aumentar el nivel de la intensidad.
- Un control de foco para ajustar la agudeza de la forma de onda. Los osciloscopios digitales pueden no tener el control de foco.
- Un control de rotación del trazo (trace rotation) para alinear el trazo de la forma de onda con el eje horizontal de la pantalla. La posición de su osciloscopio en los campos magnéticos de la tierra puede afectar la alineación de la forma de onda. Los osciloscopios digitales pueden no tener un control de rotación del trazo.
- Los DPOs tienen un control de contraste
- En muchos DSOs y en DPOs, tienen un control de paleta de colores para seleccionar el color de los trazos y graduar la intensidad de los colores.
- Otros controles le permiten ajustar la intensidad de la luz de la grátula y activar o no información sobre la pantalla (tales como los menús)

Controles verticales

Los controles verticales se usan para ubicar y cambiar el tamaño vertical de la forma de onda. Su osciloscopio también tiene controles para establecer el acoplamiento de entrada y acondicionamiento de otra señal, descriptos posteriormente en esta sección.

La Figura 28 muestra un frente de panel típico y los menús para los controles verticales.

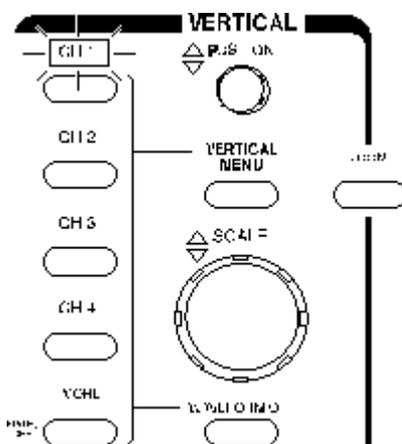


Figure 28: Controles verticales

Posición y Volts por División

El control de posición vertical permite mover la forma de onda hacia arriba o hacia abajo exactamente donde usted quiere.

Los Volts por división (usualmente escritos como Volts/div) ajustan la variación del tamaño de la forma de onda sobre la pantalla. Un buen osciloscopio para propósitos generales puede exhibir exactamente niveles de señal desde aproximadamente 4 milivolts hasta 40 volts.

Los volts/div determinan un factor de escala. Por ejemplo, si los volts/div están establecidos en 5 volts, entonces cada una de las ocho divisiones verticales representa 5 volts y la pantalla entera 40 volts desde la parte inferior hasta la parte superior (asumiendo una grátcula con ocho divisiones mayores). Si está establecido en 0.5 volts/div, en la pantalla podrán exhibirse 4 volts desde la parte inferior hasta la parte superior y así sucesivamente. La máxima tensión que puede exhibirse sobre la pantalla son los volts/div establecidos multiplicado por el número de divisiones verticales. (Recuerde que la punta de prueba que utiliza, 1X o 10X también influencia el factor de escala). Debe dividir los volts/div de la escala por el factor de atenuación de la punta de prueba si el osciloscopio no lo hace por usted.

Frecuentemente la escala de Volts/div tiene o una ganancia variable o un control delicado para escalar la señal exhibida en un cierto número de divisiones. Use este control para tomar mediciones de tiempo de subida.

Acoplamiento de entrada

Acoplar es el medio o método usado para conectar una señal eléctrica desde un circuito a otro. En este caso, el acoplamiento de entrada es la conexión desde su circuito de ensayo hasta el osciloscopio. El acoplamiento puede ser establecido en DC, AC o tierra.

El acoplamiento DC muestra toda la señal de entrada. El acoplamiento de AC bloquea la componente de DC de la señal de modo que usted ve la forma de onda centrada en cero volts. La Figura 29 ilustra esta diferencia. El acoplamiento AC es puesto manualmente cuando la señal entera (componente de alterna más componente de DC) son demasiado grandes para los volts/div establecidos.

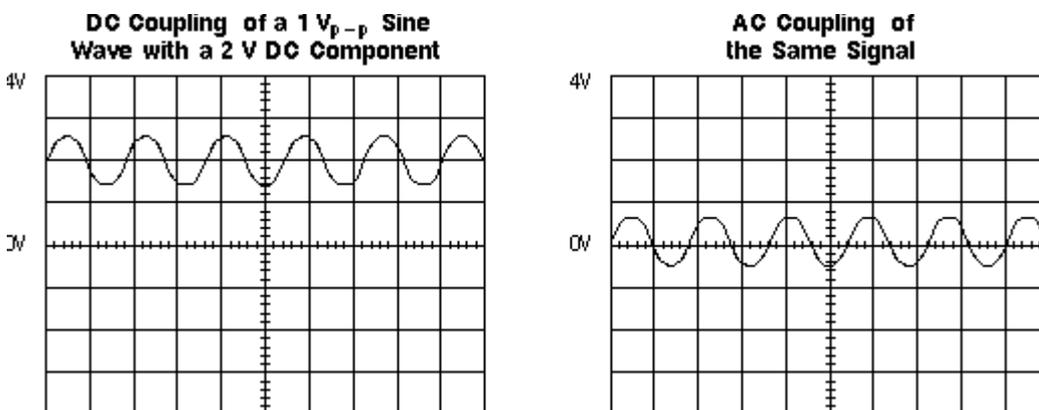


Figura 29: Acoplamiento de entrada AC y DC

El establecimiento de tierra desconecta la señal de entrada del sistema vertical, y permite ver donde está el cero volts sobre la pantalla. Con el acoplamiento de entrada puesta a tierra y el

trigger mode puesto en auto, veremos una línea horizontal sobre la pantalla que representa a cero volts. Conmutando desde DC a tierra (Ground) y retrocediendo otra vez es un camino cómodo para la medición de niveles de tensión de señales con respecto a tierra.

Límite del ancho de banda

La mayoría de los osciloscopios tienen un circuito que limita el ancho de banda de los osciloscopios.

Pero limitando el ancho de banda, reduce el ruido que algunas veces aparece sobre la forma de onda exhibida, suministrando una exhibición de la señal más refinada.

Exhibición alternada (Alternate) y troceada (Chop)

En los osciloscopios analógicos, los múltiples canales son exhibidos usando el modo alternado o el modo troceado. (Los osciloscopios digitales pueden presentar múltiples canales simultáneamente sin la necesidad de estos modos).

El modo alternado traza cada canal alternadamente, el osciloscopio completa un barrido sobre el canal 1, y luego un barrido sobre el canal2; y así sucesivamente. Este modo se usa con señales de media o alta velocidad, cuando la escala sec/div está puesta en 0.5 ms o más rápido.

El modo troceado hace que el osciloscopio dibuje pequeñas partes de cada señal conmutando entre ellas. La velocidad de conmutación es demasiado rápida para que lo notemos, así la forma de onda se ve como una línea continua. Este modo se usa típicamente para señales lentas que requieren una velocidad de barrido cuya velocidad de barrido es menor que 1 ms por división. La Figura 30 muestra la diferencia entre los dos modos. Ellos son frecuentemente usados para observar las señales en ambos caminos, para asegurar la mejor visualización.

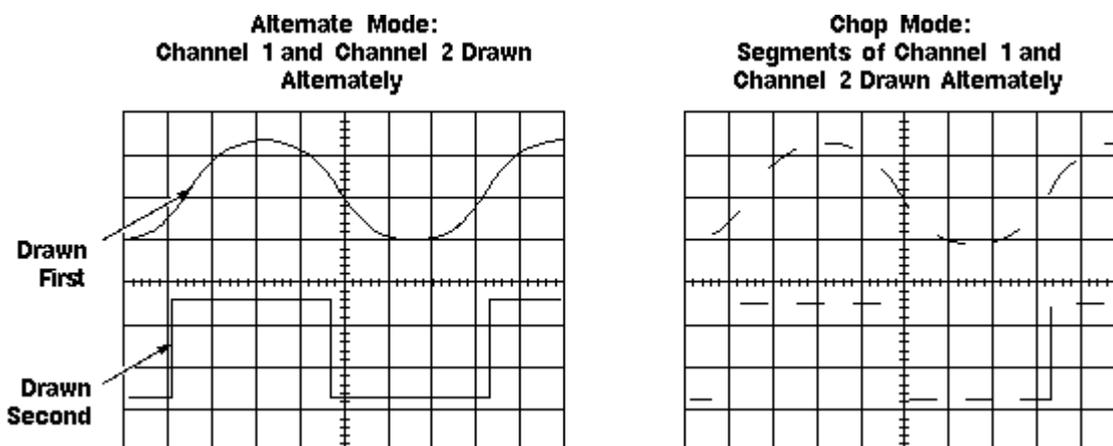


Figura 30: Modos de exhibición multicanales

Operaciones matemáticas.

Su osciloscopio también puede contar con operaciones que permitan sumar conjuntamente formas de onda, creando nuevas exhibiciones de formas de onda. Los osciloscopios analógicos combinan las señales mientras que los osciloscopios digitales crean matemáticamente nuevas formas de onda. La sustracción de las formas de onda es otra operación matemática. La sustracción con osciloscopios analógicos es posible usando la función de inversión en uno de los

canales y entonces realizar la suma de ambos. Los osciloscopios digitales tienen disponible la operación de sustracción. La Figura 31 ilustra una tercera forma de onda creada por la adición conjunta de dos señales diferentes.

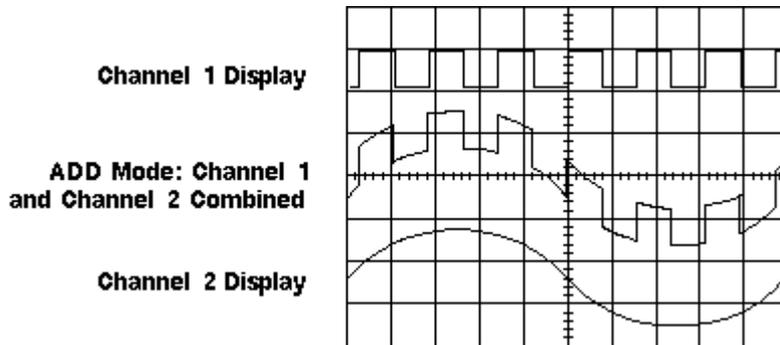


Figura 31: Adición de canales

Controles horizontales

Los controles horizontales permiten posicionar y escalar horizontalmente la forma de onda. La Figura 32 muestra un frente de panel típico y los menús de pantalla para los controles horizontales

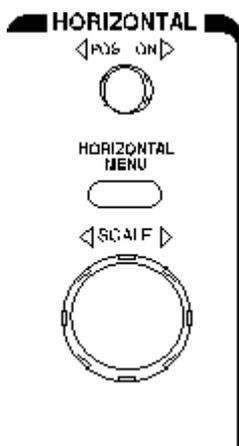


Figura 32: Controles Horizontales

Los osciloscopios digitales, usando la potencia de sus procesadores ofrecen un gran número de operaciones matemáticas avanzadas: multiplicación, división, integración, transformada rápida de Fourier, y más.

Controles de Posición y Segundos por división.

El control de posición horizontal mueve la forma de onda sobre la pantalla de izquierda a derecha exactamente donde quiera.

El establecimiento de los segundos por división (usualmente escritos como sec/div) permiten seleccionar la velocidad a la cual la forma de onda es dibujada a través de la pantalla (también conocida como establecimiento de la base de tiempo o velocidad de barrido). Este establecimiento es un factor de escala. Por ejemplo, si el establecimiento es 1 ms; cada división horizontal representa 1 ms y el ancho total de la pantalla representa 10 ms (diez divisiones).

Cambiando el establecimiento de los sec/div le permite ver intervalos de tiempo más cortos o más largos de la señal de entrada.

Así como en la escala de los volts/div, la escala horizontal puede tener tiempo variable, permitiendo establecer la escala de tiempos horizontal en pasos discretos.

Selección de la base de tiempo

Su osciloscopio tiene una base de tiempo referida como la base principal de tiempo y es probablemente la más usada. Algunos osciloscopios cuentan con una base de barrido de tiempo retardado, o base de tiempo de barrido que arranca un tiempo después que la base de tiempo principal. Este tiempo es predeterminado. Usando una base de barrido de tiempo retardado le permite observar eventos más claramente o aún ver eventos no visibles con la base de tiempo principal sola.

La base de tiempo retardada requiere del establecimiento de un tiempo de retardo y posiblemente del uso del modo de disparo retardado y otros establecimientos no descritos en este manual. Referirse al manual suministrado con su osciloscopio para información sobre como usar estas características.

Posición de disparo (Trigger Position)

El control horizontal de posición de disparo está disponible solamente en los osciloscopios digitales. Este control puede ser ubicado en la sección de los controles horizontales de su osciloscopio. Actualmente representa “la posición horizontal de disparo en el registro de la forma de onda”.

Variando la posición horizontal de disparo permite hacer la captura de una señal antes del evento de disparo (llamada observación de predisparo). De este modo el control determina la longitud visible de una señal, permitiendo ver antes o después del punto de disparo.

Los osciloscopios digitales pueden suministrar la visualización de pretrigger porque ellos procesan constantemente la señal de entrada tanto como un disparo haya sido recibido o no. Un flujo estable de datos fluye a través del osciloscopio, el trigger meramente anuncia al osciloscopio que guarde los datos en la memoria. En contraposición, los osciloscopios analógicos solo exhiben (es decir escriben sobre el TRC) la señal después de recibir el disparo.

La visualización de predisparo es apreciablemente valiosa como ayuda en la localización de averías. Por ejemplo, si un problema ocurre intermitentemente, usted puede disparar sobre el problema, registrar los eventos que conducen hacia él, y posiblemente encontrará la causa.

Zoom

Su osciloscopio puede tener una magnificación horizontal especial que le permitirá exhibir una sección magnificada de la forma de onda sobre la pantalla. En un DSO la acción es ejecutada sobre los datos digitales almacenados.

XY Mode

La mayoría de los osciloscopios tienen la capacidad de exhibir una señal en un segundo canal en adelante eje x (en lugar de tiempo). Esto es conocido como modo X-Y. Este modo es explicado más adelante en la sección de “técnicas de medición” de este documento.

El eje Z.

El eje Z trae la tercera dimensión, la intensidad, para la forma de onda exhibida. Una aplicación del eje Z es suministrar una señal especial de cronometrado dentro de la entrada separada Z para crear una “marca” destacada de puntos en intervalos conocidos de la forma de onda.

Modo XYZ

Los DPOs pueden usar la entrada Z para crear una exhibición XY con intensidad graduable. En este caso, el DPO muestrea los valores de los datos instantáneos de la entrada Z y usa estos valores para intensificar o especificar partes de la forma de onda. Los XYZ son especialmente utilizados para exhibir patrones polares como los comúnmente usados en los ensayos de dispositivos y cales de comunicaciones.

Controles de disparo

Los controles de disparo permiten estabilizar la repetición de las formas de onda y capturar formas de onda monoestables. La Figura 33 muestra un frente de panel típico y sobre la pantalla de menús los controles de disparo.

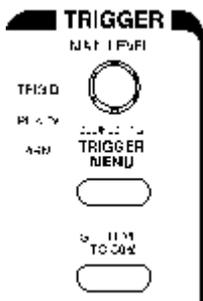


Figura 33: Controles de disparo

Los disparos marcan la repetición de la forma de onda y aparece estática sobre la pantalla del osciloscopio por repetición de exhibiciones de la misma porción de la señal de entrada. Imaginemos la confusión en la pantalla que resultaría si cada barrido comenzara en un punto diferente de la señal. (ver Figura 34)

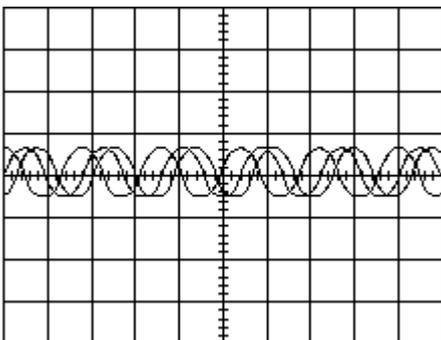


Figura 34: Exhibición sin disparo

Nivel de disparo y pendiente

Su osciloscopio puede tener varios puntos diferentes de disparo, tales como un borde, vídeo, pulso, lógica. El borde de disparo es el tipo más básico y común.

Dado el borde de disparo, los controles de nivel y pendiente de disparo proporcionan la definición del punto.

El circuito de disparo actúa como un comparador. Seleccione la pendiente y el nivel de un lado del comparador. Cuando la señal alcance este valor establecido, el osciloscopio genera un disparo.

- El control de pendiente determina tanto si el punto de disparo se realiza sobre el borde de subida o de bajada de la señal. La pendiente positiva es para un borde ascendente, mientras que la negativa lo es para un borde descendente.
- El control de nivel determina en que parte del borde ocurre el disparo

La Figura 35 muestra como son establecidos la pendiente y el nivel para determinar como será exhibida la forma de onda.

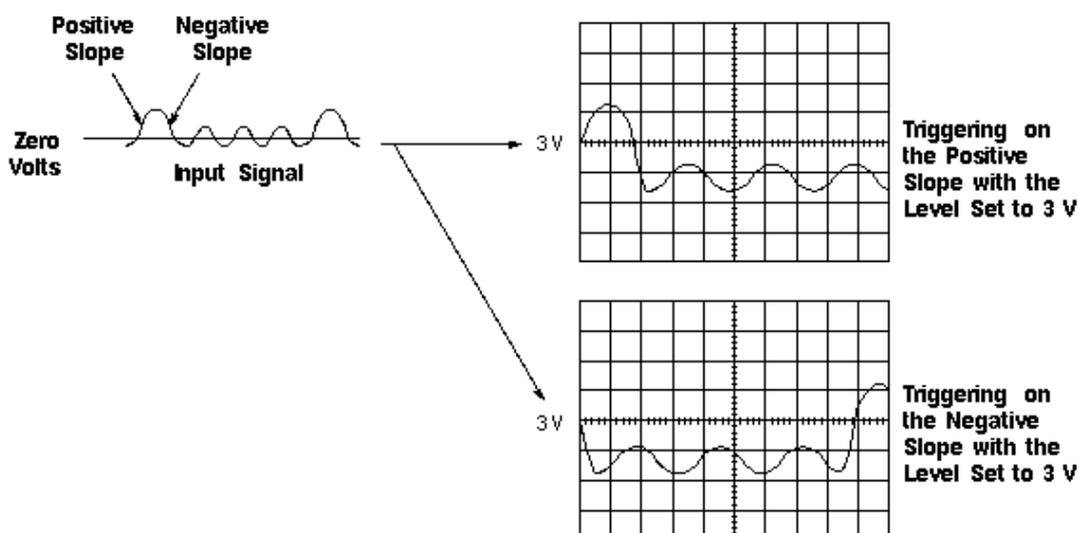


Figura 35: Pendiente de disparo positiva y negativa.

Fuente de disparo.

El osciloscopio no hace necesariamente un disparo sobre la señal que está siendo medida. Diversas fuentes pueden disparar el barrido.

- Cualquier canal de entrada.
- Una fuente externa a la señal que está aplicada a la entrada de un canal.
- Una señal de la fuente de alimentación.
- Una señal generada internamente por el osciloscopio.

La mayoría de las veces puede dejar el osciloscopio establecido para disparar sobre el canal exhibidor. Algunos osciloscopios proveen una salida de disparo que entrega la señal de disparo a otro instrumento.

Observe que los osciloscopios pueden usar una fuente de disparo tanto si exhibe o no. Así podrá ser cuidadoso de no disparar involuntariamente, por ejemplo, el canal mientras está exhibiendo el canal 2.

Modos de disparo

El modo de disparo determina si el osciloscopio dibuja o no una forma de onda cuando el no detecta un disparo. Los modos comunes de disparo incluyen el modo normal y el auto.

En el modo normal el osciloscopio solo dispara si la señal de entrada alcanza el punto de disparo establecido, de otra manera (en un osciloscopio analógico) la pantalla está en blanco (en un osciloscopio digital) totalmente congelado en la última forma de onda adquirida. En el modo normal puede estar desorientado puesto que no puede ver la señal por primera vez si el control de nivel no está ajustado correctamente.

El modo auto provoca que el osciloscopio se dispare, aún sin un disparo. Si no hay señal presente, un cronómetro del osciloscopio dispara el barrido. Esto asegura que la exhibición no desaparecerá si la señal cae a un valor de tensión pequeño. Este es también el mejor modo para usar si está observando muchas señales y no quiere molestarlo estableciéndolo cada vez.

En la práctica, probablemente usará ambos modos: el normal porque le permite seleccionar justamente el área de la señal que quiere ver, y el modo auto porque requiere menos ajustes.

Algunos osciloscopios también incluyen modos especiales para barridos únicos, disparo sobre señales de vídeo, o establecimientos automáticos del nivel de disparo.

Acoplamiento de disparo.

Precisamente como puede seleccionar acoplamiento AC y DC para el sistema vertical, puede cambiar el tipo de acoplamiento para la señal de disparo.

Además del acoplamiento AC y DC, su osciloscopio puede tener también rechazo a las altas frecuencias, y rechazo al ruido del acoplamiento de disparo. Este especial establecimiento es útil para eliminar el ruido de la señal de disparo para prevenir falsos disparos.

Trigger Holdoff

Algunas veces conseguir un osciloscopio para disparar sobre la parte correcta de la señal requiere una gran habilidad. Muchos osciloscopios tienen características especiales para hacer estas tareas fácilmente.

El trigger holdoff es un período ajustable de tiempo durante el cual el osciloscopio no puede disparar. Esta característica es útil cuando está disparando sobre una forma de onda compleja, de este modo el osciloscopio solo dispara sobre el primer punto de disparo elegible. La Figura 36 muestra como usar el trigger holdoff ayudando a crear una exhibición aprovechable.

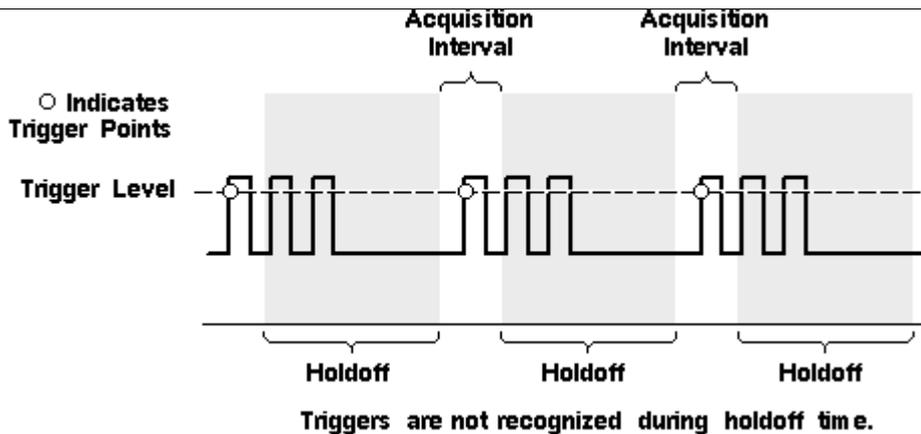


Figura 36: Trigger Holdoff

Disparo en osciloscopios digitales

En suma al usual umbral de disparo, muchos osciloscopios digitales ofrecen un “servidor” de establecimiento de disparos especializados los cuales no tienen un equivalente en los instrumentos analógicos. Estos disparos dan respuesta para condiciones específicas de la señal de entrada, haciendo más fácil su detección, por ejemplo, un pulso más estrecho de lo que podría ser. Semejante condición sería imposible de detectar solo con un umbral de tensión de disparo. Seguidamente damos una lista parcial de los disparos digitales encontrados en avanzados DSOs y DPOs, junto con una breve definición de cada una.

- *Ancho de pulso y fallas imprevistas de disparo*: detecta pulsos que estén dentro o fuera de los anchos especificados
- *Pulsos de disparo enanos*: detecta un pulso que cruza pero que no es más grande que dos niveles de umbral
- Disparos lógicos (Boolean): los osciloscopios de usos múltiples tienen entradas como las binarias que pueden encontrar condiciones lógicas tales como NAND y NOR para producir un disparo.
- *Disparo de datos serie*: detecta combinaciones específicas de datos serie en señales digitales de Telecom.
- Establecimiento y mantenimiento vulneración de disparos: detecta violación de organizaciones digitales y las mantiene un tiempo cuando el reloj y los datos son adquiridos en dos entradas diferentes.

Controles de Adquisición para osciloscopios digitales

Los osciloscopios digitales tienen ajustes que le permiten controlar como el sistema de procesamiento adquiere una señal. Vea sobre las opciones de adquisición en su osciloscopio digital mientras lee esta descripción. La Figura 37 muestra un ejemplo de un menú de una adquisición.

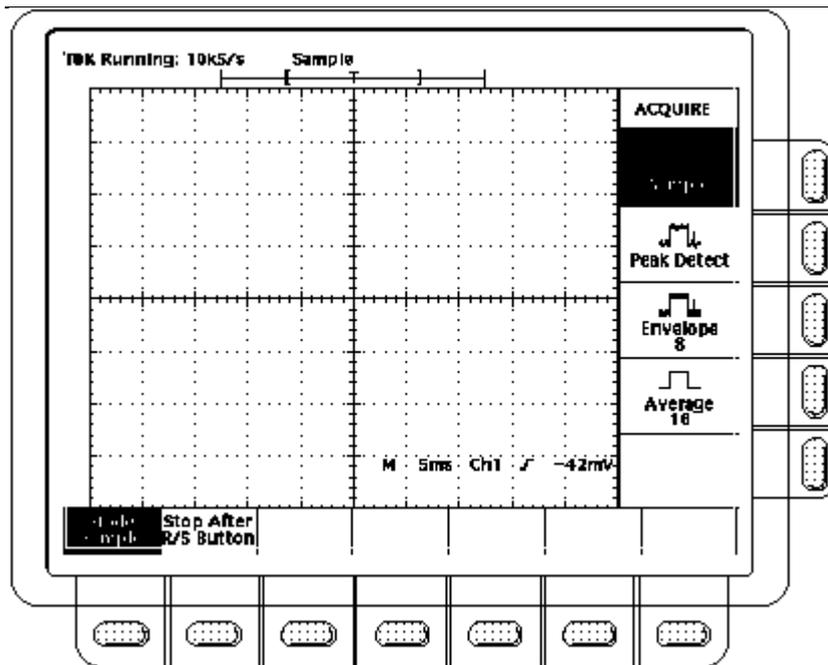


Figura 37: Ejemplo de un menú de adquisición

Modos de Adquisición

Los modos de adquisición controlan como son producidos los puntos de la forma de onda desde una muestra de puntos. Recordemos de la primera sección que una muestra de puntos son los valores digitales que provienen directamente de afuera del convertor analógico digital (ADC). El tiempo entre muestras de puntos se llama intervalo de muestra. Los puntos de la forma de onda son valores digitales que son almacenados en la memoria y exhibidos en la forma de onda. El valor de la diferencia de tiempo entre los puntos de la forma de onda es llamado intervalo de forma de onda. El intervalo de muestra y el intervalo de forma de onda pueden o no ser necesariamente los mismos.

Este factor conduce a la existencia de varios modos diferentes de adquisición en los cuales una forma de onda es realizada a partir de varias adquisiciones secuenciales de puntos. Adicionalmente, los puntos de la forma de onda pueden ser creados a partir de una combinación de muestras de puntos tomados de múltiples adquisiciones, las cuales conducen a otro set de adquisiciones.

Técnicas de medición

Esta sección enseña las técnicas básicas de medición. La mayoría de las mediciones que pueden hacerse son de tensión y de tiempo. Precisamente todas las otras mediciones están fundadas en una de estas dos técnicas fundamentales.

Esta sección aborda métodos para tomar mediciones visualmente con la pantalla del osciloscopio. Esta es una técnica común en los instrumentos analógicos, y también puede ser útil para echar una mirada e interpretar las exhibiciones en los DSO y DPO.

Observe que la mayoría de los osciloscopios digitales incluyen herramientas de medida. Comprender como realizar las mediciones ayudará entender y verificar las mediciones automáticas de los DSOs y DPOs.

Las mediciones automáticas son explicadas posteriormente en esta sección.

La exhibición

Tomemos una mirada del display del osciloscopio. Advierta las marcas sobre la pantalla, éstas marcas dan origen a la grátícula. Cada línea vertical y horizontal constituye una división mayor. La grátícula tiene una extensión de 8 por 9 divisiones patrones. Etiquetando los controles del osciloscopio (tales como volts/div y sec/div) siempre nos referimos a las divisiones mayores. Las marcas sobre las líneas centrales horizontal y vertical de la grátícula son llamadas divisiones menores. Ver figura 38.

Algunos osciloscopios exhiben sobre la pantalla cuantos volts y cuantos segundos por división representa cada división.

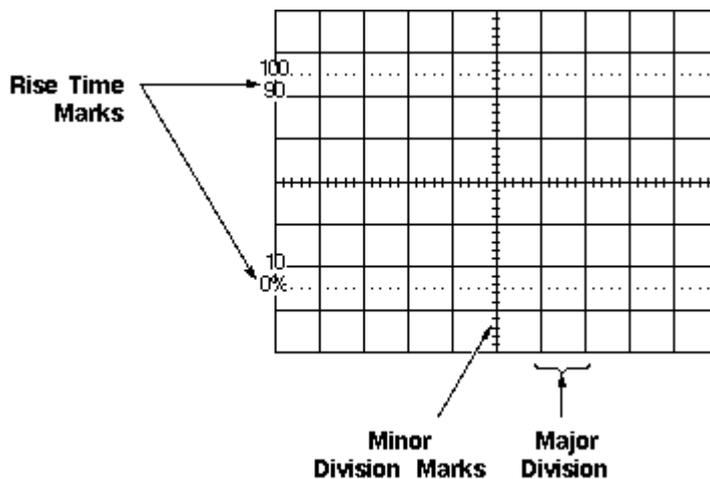


Figura 38: Grátícula de un osciloscopio

Medición de voltajes

Un voltaje es una cantidad de potencial eléctrico entre dos puntos de un circuito expresado en volts. Usualmente uno de éstos puntos es cero (cero volts) pero no siempre. Las tensiones pueden ser medidas pico a pico, desde el punto máximo de la señal hasta el punto mínimo. Debe ser cuidadoso en especificar a cual tensión se refiere.

El osciloscopio es primariamente un dispositivo medidor de tensión. Una vez que dispone de la medida de tensión, cualquier otra cantidad puede ser siempre calculada, Por ejemplo la ley de Ohm dice que la tensión entre dos puntos de un circuito es igual a la corriente por la resistencia. A partir de cualquiera de estas dos cantidades puede calcular la tercera. Otra fórmula es la ley de la potencia: la potencia de una señal de DC es igual al producto de la tensión por la corriente. Los cálculos son más complicados para señales de alterna AC pero el punto es que medir la tensión es el primer paso para calcular otras cantidades.

La figura 39 muestra la tensión de un pico (V_P) y la tensión pico a pico (V_{P-P}), la cuál es usualmente el doble de V_P . Para calcular la potencia en AC debemos usar el valor RMS de la tensión o valor eficaz de la tensión V_{RMS} .

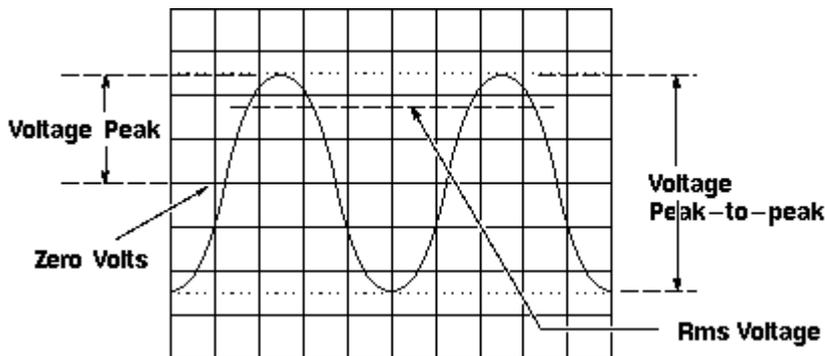


Figura 39: Tensión de pico y tensión pico a pico.

El método básico para tomar medidas de tensión es contar sobre la escala el número de divisiones verticales de la forma de onda. Hay que ajustar la señal para cubrir la mayor parte vertical de la pantalla, luego se debe tomar la medición sobre la línea central de la gráticula considerando las divisiones más pequeñas, sí estamos haciendo la mejor medición de tensión. Usar la mayor área de la pantalla hace que la exactitud de la lectura de la medición de tensión sea mayor.

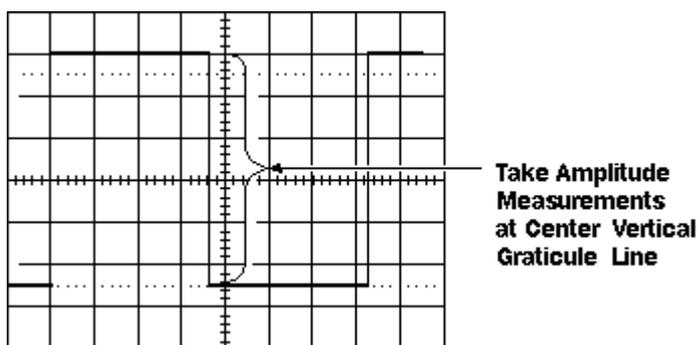


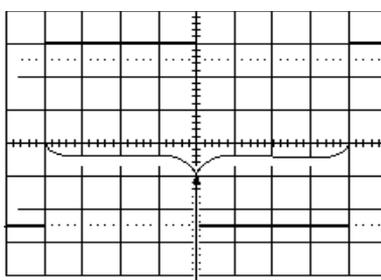
Figura 40: Medición de tensión sobre la línea central de la gráticula

Algunos osciloscopios tienen cursores sobre la pantalla que permiten tomar mediciones de la forma de onda sobre la pantalla, sin tener que contar marcas sobre la gráticula. Un cursor es simplemente una línea que podemos mover a través de la pantalla. Dos líneas de cursor horizontal pueden ser movidas de arriba hacia abajo para estimar el rango de amplitud en la

medición de tensión, y dos líneas verticales se mueven de derecha a izquierda para la medición de los tiempos. Una lectura muestra la tensión o el tiempo de sus posiciones

Medición de tiempo y frecuencia

Podemos tomar mediciones de tiempo usando la escala horizontal del osciloscopio. Las mediciones de tiempo incluyen el período, ancho de pulso, y cronometraje de pulsos. La frecuencia es la recíproca del período, una vez que se conoce el período, la frecuencia es la inversa del período. La medición de tensión se asemeja a la medición de tiempo siendo más exacta cuando ajustemos la porción de la señal a medir de forma tal que cubra la mayor parte de la pantalla. Tomando la medición de tiempo a lo largo de la línea central horizontal de la gráticula, considerando las divisiones menores, hacemos la mejor medición de tiempo. Ver figura 41.



**Take Time Measurements
at Center Horizontal Graticule Line**

Figura 41: Medición de tiempo sobre la línea central horizontal de la gráticula.

Medición de pulsos y tiempo de subida

En muchas aplicaciones, los detalles de la forma de un pulso son importantes. Los pulsos pueden llegar a distorsionarse y causar el mal funcionamiento de un circuito digital, y el cronometraje de un tren de pulsos frecuentemente significativo.

Las mediciones que se hacen en los pulsos estándar son el ancho de pulso y el tiempo de subida. El tiempo de subida es la cantidad de tiempo que un pulso toma para ir desde una tensión baja hasta una tensión alta. Por convención, el tiempo de subida es medida desde el 10% hasta 90% de la tensión total del pulso. Esto suprime cualquier irregularidad en la transición de las esquinas de los pulsos. También explica porqué la mayoría de los osciloscopios tienen marcas de 10% y 90% sobre la pantalla.

La medición de pulsos requiere frecuentemente de una fina calibración del disparo. Para llegar a ser un experto en captura de pulsos, deberá aprender como usar el trigger holdoff y como establecer el osciloscopio digital para capturar datos de predisparo, como los descriptos anteriormente en la sección de Controles. La magnificación horizontal es otra de las características útiles para la medición de pulsos, puesto que permiten ver detalles finos de un pulso rápido.

Los controles de la sección horizontal pueden tener un modo XY que permiten exhibir una señal de entrada en el eje horizontal en vez de exhibir el tiempo. Este modo de funcionamiento abre completamente una nueva área de técnicas de medición de diferencias de fase.

La fase de una onda es la cantidad de tiempo que pasa desde el comienzo de un ciclo hasta el comienzo del ciclo siguiente, medido en grados. La diferencia de fase describe la diferencia cronometrada entre dos señales de idéntico período

Un método para la medición de la diferencia de fase es usar el modo XY. Esto involucra entrar una señal en el sistema vertical como se hace usualmente y la otra señal en el sistema horizontal. (Este método solo trabaja si las dos señales son ondas senoidales). Este establecimiento es llamado medición XY porque ambos ejes X e Y trazan las tensiones. La forma de onda resultante de estos arreglos es llamada patrón de Lissajous. De la forma del patrón de Lissajous puede decir la diferencia de fase entre las dos señales. Puede decir también su relación de frecuencia. La figura 43 muestra el patrón para varias relaciones de frecuencia y desplazamientos de fase.

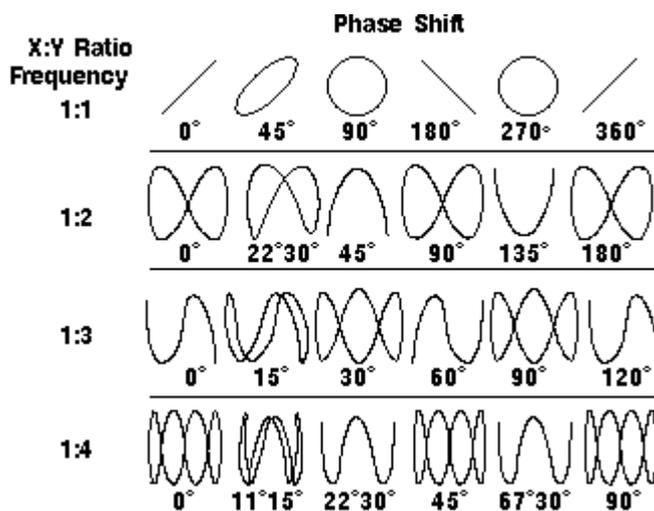


Figura 43: Patrón de Lissajous

La medición en el modo XY originada con un osciloscopio analógico. Debido a su baja densidad relativa de muestras, los DSOs pueden tener dificultades para crear una exhibición en tiempo real. Algunos DSOs crean una imagen XY por acumulación de datos de puntos en el tiempo, luego exhibe la composición. Los osciloscopios de fósforo digital, están habilitados para adquirir y exhibir una imagen genuina en el modo XY en tiempo real, usando un continuo flujo de datos digitalizados. Los DPOs pueden exhibir también una imagen XYZ con áreas intensificadas.

Medición de formas de onda con osciloscopios digitales

Los osciloscopios digitales tienen funciones que realizan mediciones de formas de onda con sencillez. Los modernos DSOs y DPOs tienen un panel frontal de botones sobre la pantalla basado en menús desde los cuales puede seleccionar íntegramente mediciones automáticas. Éstas incluyen amplitud, período, tiempos de subida y bajada, y mucho más. Muchos instrumentos digitales también proveen cálculos de valor medio y RMS, ciclo de trabajo y otras operaciones matemáticas. Las mediciones automáticas aparecen sobre la pantalla como lecturas alfanuméricas. Típicamente estas lecturas son más exactas que las posiblemente obtenidas como interpretación de la gráticula.

La siguiente es una lista completa de mediciones automáticas de formas de onda disponible en la serie de osciloscopios digitales de fósforo TDS 500D/700D.

Period Duty cycle + High Frequency Duty cycle - Low Width + Delay Minimum Width - Phase
Maximum Rise time Burst width Overshoot + Fall time Peak-to-peak Overshoot - Amplitude
Mean RMS Extinction ratio Cycle mean Cycle RMS Mean optical power Cycle area

	<i>1</i>
<i>Introducción</i>	<i>1</i>
<i>Tabla de contenidos</i>	<i>2</i>
<i>Glosario</i>	<i>4</i>
<i>AC</i>	<i>4</i>
<i>ADC</i>	<i>4</i>
<i>Amplitud</i>	<i>4</i>
<i>Osciloscopio analógico</i>	<i>4</i>
<i>Atenuación</i>	<i>4</i>
<i>Promediar</i>	<i>4</i>
<i>Ancho de banda</i>	<i>4</i>
<i>TRC</i>	<i>4</i>
<i>Modo Chop</i>	<i>5</i>
<i>Cargando el circuito</i>	<i>5</i>
<i>Compensación</i>	<i>5</i>
<i>Acoplamiento</i>	<i>5</i>
<i>Cursor</i>	<i>5</i>
<i>División</i>	<i>5</i>
<i>Puesta a tierra</i>	<i>6</i>
<i>Envolvente</i>	<i>6</i>
<i>Muestreo en tiempo equivalente</i>	<i>6</i>
<i>Focus</i>	<i>6</i>
<i>Frecuencia</i>	<i>6</i>
<i>Gratícula</i>	<i>6</i>
<i>Ground (Puesta a Tierra)</i>	<i>6</i>
<i>Interpolación</i>	<i>7</i>
<i>Osciloscopio</i>	<i>7</i>
<i>Período</i>	<i>8</i>
<i>Fase</i>	<i>8</i>
<i>Pulso</i>	<i>8</i>
<i>RMS</i>	<i>8</i>
<i>Generador de señal</i>	<i>9</i>
<i>Onda seno</i>	<i>9</i>

<i>Pendiente</i>	9
<i>Onda cuadrada</i>	9
<i>Transitorio</i>	10
<i>Trigger Holdoff</i>	10
<i>Volt</i>	10
<i>Tensión</i>	10
<i>Eje Z</i>	10
El osciloscopio	11
<i>Osciloscopios: analógico, de almacenamiento digital y fósforo digital</i>	13
<i>Osciloscopios analógicos</i>	15
<i>Osciloscopios de almacenamiento digital</i>	16
<i>Osciloscopios digitales de Fósforo</i>	17
<i>Métodos de muestreo</i>	18
<i>Muestreo en tiempo real con interpolación</i>	18
<i>Terminología del osciloscopio</i>	21
<i>Términos de medición</i>	21
<i>Tipos de onda</i>	23
<i>Ondas senoidales</i>	23
<i>Onda cuadrada y onda rectangular</i>	24
<i>Onda diente de sierra y onda triangular</i>	24
<i>Escalón y Pulso</i>	24
<i>Ondas complejas</i>	25
<i>Medición de formas de onda</i>	25
<i>Frecuencia y Período</i>	25
<i>Tensión</i>	26
<i>Fase</i>	26
<i>Términos de Funcionamiento</i>	27
<i>Ancho de banda</i>	27
<i>Respuesta en Frecuencia</i>	27
<i>Tiempo de subida</i>	27
<i>Bits Efectivos</i>	27
<i>Respuesta en Frecuencia</i>	28
<i>Sensibilidad Vertical</i>	28
<i>Velocidad de barrido</i>	28
<i>Exactitud de ganancia</i>	28

<i>Velocidad de muestreo</i>	28
<i>Longitud de registro</i>	29
<i>Velocidad de captura de formas de onda</i>	29
Establecimiento	30
<i>Su puesta a tierra</i>	30
<i>Puntas de prueba</i>	32
<i>Interface de Punta de prueba “Inteligente”</i>	32
<i>Usando puntas de prueba pasivas</i>	32
<i>Punta de prueba activa</i>	34
<i>Usando puntas de prueba de corriente</i>	34
<i>Donde se sujeta el clip de tierra</i>	34
<i>Compensando la punta de prueba</i>	34
<i>Exhibición de los controles</i>	36
<i>Posición y Volts por División</i>	37
<i>Acoplamiento de entrada</i>	37
<i>Límite del ancho de banda</i>	38
<i>Controles horizontales</i>	39
<i>Selección de la base de tiempo</i>	40
<i>Zoom</i>	40
<i>XY Mode</i>	40
<i>Modo XYZ</i>	41
<i>Controles de disparo</i>	41
<i>Nivel de disparo y pendiente</i>	42
<i>Modos de disparo</i>	43
<i>Trigger Holdoff</i>	43
<i>Disparo en osciloscopios digitales</i>	44
<i>Controles de Adquisición para osciloscopios digitales</i>	44
<i>Modos de Adquisición</i>	45
<i>Técnicas de medición</i>	46
<i>La exhibición</i>	46
<i>Medición de voltajes</i>	46
<i>Medición de tiempo y frecuencia</i>	48
<i>Medición de pulsos y tiempo de subida</i>	48
<i>Medición de formas de onda con osciloscopios digitales</i>	49

