

Osciloscopio

(Por Agustín Borrego Colomer)

Este trabajo pertenece a Agustin Borrego Colomer, el cual ha confeccionado un trabajo de una importante labor didáctica y educativa en la disciplina que a nosotros nos interesa que es la ELECTRONICA.

Es mi intención homenajear la realización de Agustin y difundir esta línea de acción, como es: poner a disposición de todos, materiales tan explicativos que hacen "sencillo lo difícil". Este accionar nos permitirá llevar el amor por la electrónica a la mayor cantidad de gente posible ya que a lo que uno ama desea que todos lo conozcan. Como decían mis padres: "este chico tiene necesidad de desarmar todo para verlo por dentro.." y es mi intención que esta pasión, valga la redundancia, llegue a todos los amantes de la ELECTRONICA en este espacio tan rico en propuestas como lo es Internet.

El presente trabajo es una guía completa y muy interesante que explica el funcionamiento de las etapas de un ORC (osciloscopio de rayos catódicos), mediante gráficas y explicaciones que sorprenden por la sencillez y la claridad con que se encara un tema que a veces es muy difícil de comprender.

Con respecto a la dificultad, yo la interpreto como un término muy relativo, y es de mi gusto recordar las palabras de un querido profesor de Física de la Universidad Nacional de Rosario, que me manifestó un convencimiento suyo el cual hice mío y me ha ayudado en todos estos años a afrontar las vicisitudes de la facultad y del estudio propio de mi labor profesional (informática, electrónica e internet), a superar los bajones y a afrontar con digamos ... "optimismo" las pruebas y a no renunciar ante las dificultades. Sus palabras fueron: "...NO EXISTEN LAS COSAS DIFICILES O FACILES, SOLO EXISTEN COSAS QUE EN ESTE MOMENTO NO SE ENTIENDEN O LAS QUE SI SE ENTIENDEN...".

Esta sencilla observación me permitió darme cuenta que ese sentimiento (que es tan común en muchos estudiantes) de que "... A MI ME CUESTA PORQUE NO SOY INTELIGENTE, NO SE SI ME VOY A RECIBIR..." no es más que una mentira, si una mentira, ya que, para lograr el éxito en lo que uno se propone, no es necesario ser inteligente, solo es necesario ser constante en los esfuerzos, tener decisión.

OSCILOSCOPIO DE RAYOS CATODICOS (ORC)

- Introducción
- Términos Técnicos
- Puesta en funcionamiento
- Visualización
- Etapa Vertical
- Etapa Horizontal
- Etapa de Disparo
- Técnicas de Medición
- Sistema Holdoff

EL OSCILOSCOPIO

Introducción

¿Qué es un osciloscopio?

El osciloscopio es básicamente un dispositivo de visualización gráfica que muestra señales eléctricas variables en el tiempo. El eje vertical, a partir de ahora denominado Y, representa el voltaje; mientras que el eje horizontal, denominado X, representa el tiempo.

¿Qué podemos hacer con un osciloscopio?.

Básicamente esto:

- Determinar directamente el periodo y el voltaje de una señal.
- Determinar indirectamente la frecuencia de una señal.
- Determinar que parte de la señal es DC y cual AC.
- Localizar averías en un circuito.
- Medir la fase entre dos señales.
- Determinar que parte de la señal es ruido y como varia este en el tiempo.

Los osciloscopios son de los instrumentos más versátiles que existen y lo utilizan desde técnicos de reparación de televisores a médicos. Un osciloscopio puede medir un gran número de fenómenos, provisto del transductor adecuado (un elemento que convierte una magnitud física en señal eléctrica) será capaz de darnos el valor de una presión, ritmo cardíaco, potencia de sonido, nivel de vibraciones en un coche, etc.

¿Qué tipos de osciloscopios existen?

Los equipos electrónicos se dividen en dos tipos: *Analógicos* y *Digitales*. Los primeros trabajan con variables continuas mientras que los segundos lo hacen con variables discretas. Por ejemplo un tocadiscos es un equipo analógico y un Compact Disc es un equipo digital.

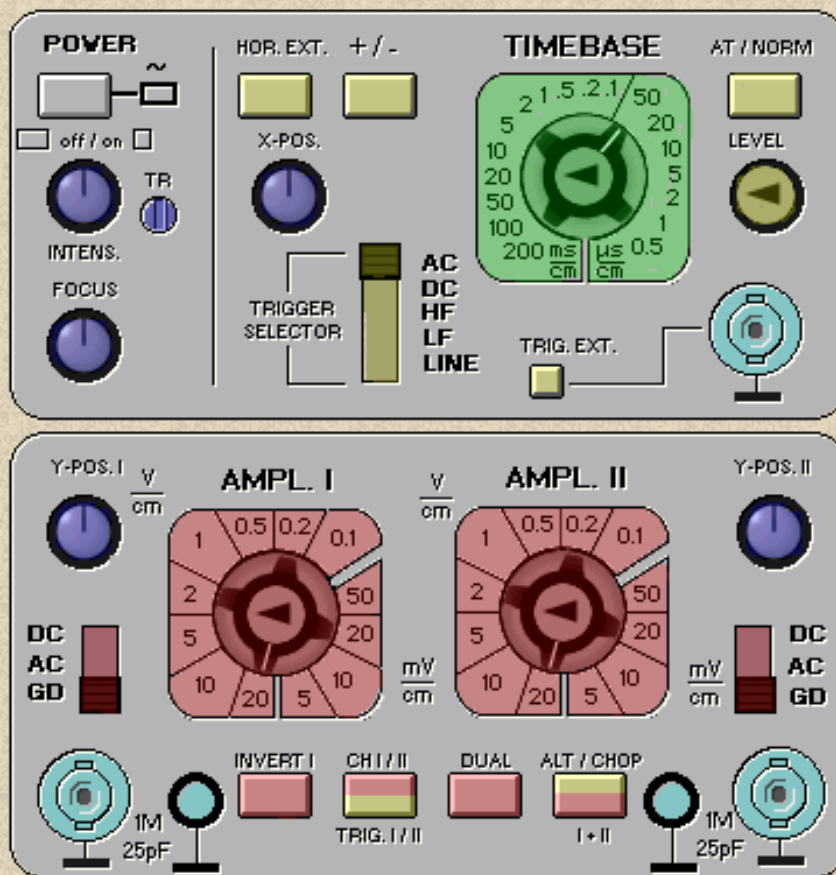
Los Osciloscopios también pueden ser analógicos ó digitales. Los primeros trabajan directamente con la señal aplicada, está una vez amplificada desvía un haz de electrones en sentido vertical proporcionalmente a su valor. En contraste los osciloscopios digitales utilizan previamente un conversor analógico-digital (A/D) para almacenar digitalmente la señal de entrada, reconstruyendo posteriormente esta información en la pantalla.

Ambos tipos tienen sus ventajas e inconvenientes. Los analógicos son preferibles cuando es prioritario visualizar variaciones rápidas de la señal de entrada en tiempo real. Los osciloscopios digitales se utilizan cuando se desea visualizar y estudiar eventos no repetitivos (picos de tensión que se producen aleatoriamente).

¿Qué controles posee un osciloscopio típico?

A primera vista un osciloscopio se parece a una pequeña televisión portátil, salvo una rejilla que ocupa la pantalla y el mayor número de controles que posee.

En la siguiente figura se representan estos controles distribuidos en cinco secciones:

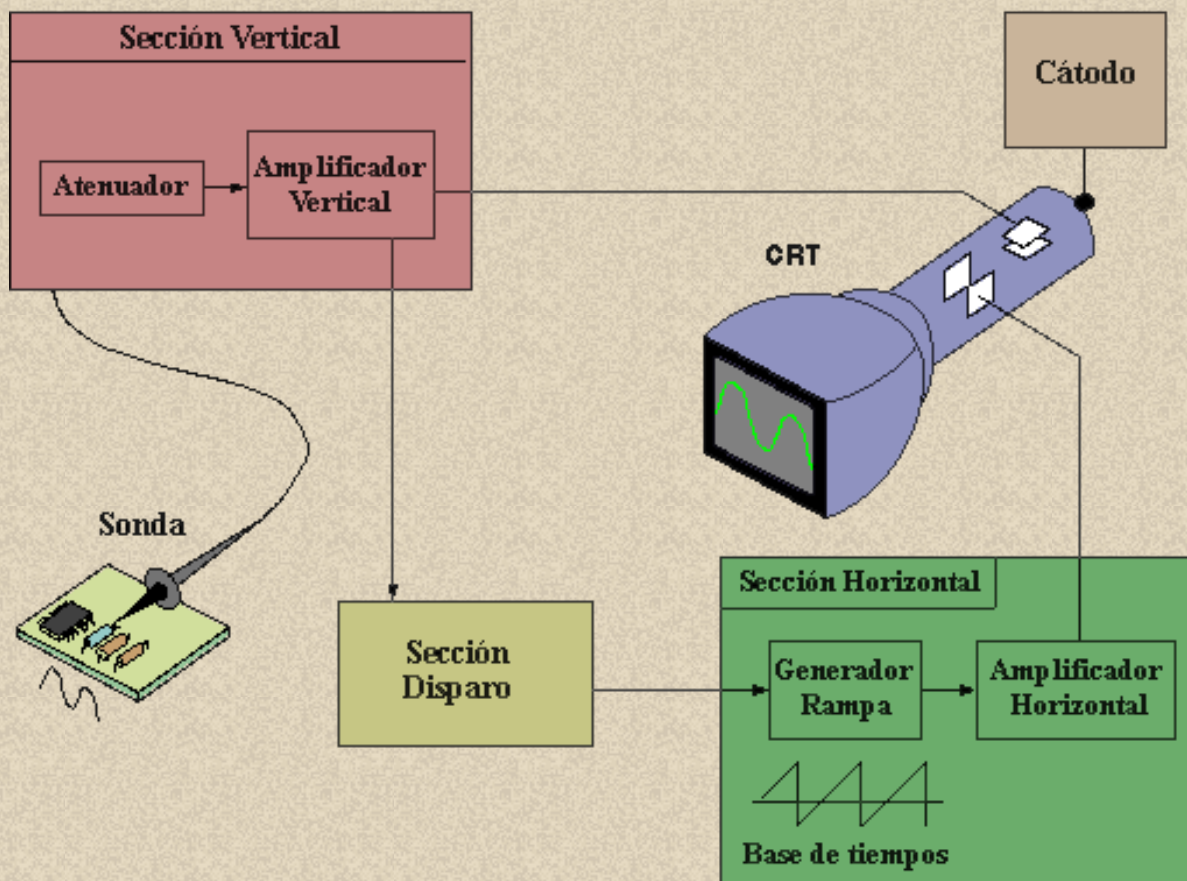


** Vertical. ** Horizontal. ** Disparo. ** Control de la visualización ** Conectores.

¿Como funciona un osciloscopio?

Para entender el funcionamiento de los controles que posee un osciloscopio es necesario detenerse un poco en los procesos internos llevados a cabo por este aparato. Empezaremos por el tipo analógico ya que es el más sencillo.

Osciloscopios analógicos

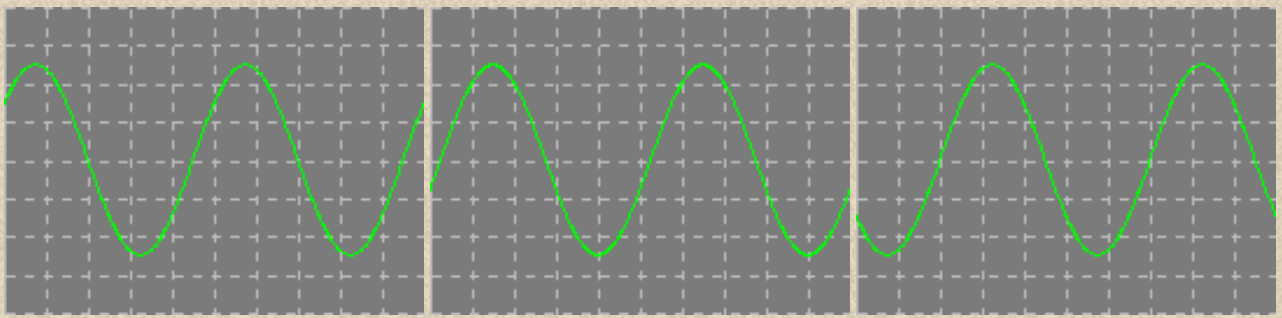


Cuando se conecta la sonda a un circuito, la señal atraviesa esta última y se dirige a la sección vertical. Dependiendo de donde situemos el mando del amplificador vertical atenuaremos la señal ó la amplificaremos. En la salida de este bloque ya se dispone de la suficiente señal para atacar las placas de deflexión verticales (que naturalmente están en posición horizontal) y que son las encargadas de desviar el haz de electrones, que surge del cátodo e impacta en la capa fluorescente del interior de la pantalla, en sentido vertical. Hacia arriba si la tensión es positiva con respecto al punto de referencia (GND) ó hacia abajo si es negativa.

La señal también atraviesa la sección de disparo para de esta forma iniciar el barrido horizontal (este es el encargado de mover el haz de electrones desde la parte izquierda de la pantalla a la parte derecha en un determinado tiempo). El trazado (recorrido de izquierda a derecha) se consigue aplicando la parte ascendente de un diente de sierra a las placas de deflexión horizontal (las que están en posición vertical), y puede ser regulable en tiempo actuando sobre el mando TIME-BASE. El retrazado (recorrido de derecha a izquierda) se realiza de forma mucho más rápida con la parte descendente del mismo diente de sierra.

De esta forma la acción combinada del trazado horizontal y de la deflexión vertical traza la gráfica de la señal en la pantalla. La sección de disparo es necesaria para estabilizar las señales repetitivas (se asegura que el trazado comience en el mismo punto de la señal repetitiva).

En la siguiente figura puede observarse la misma señal en tres ajustes de disparo diferentes: en el primero disparada en flanco ascendente, en el segundo sin disparo y en el tercero disparada en flanco descendente.



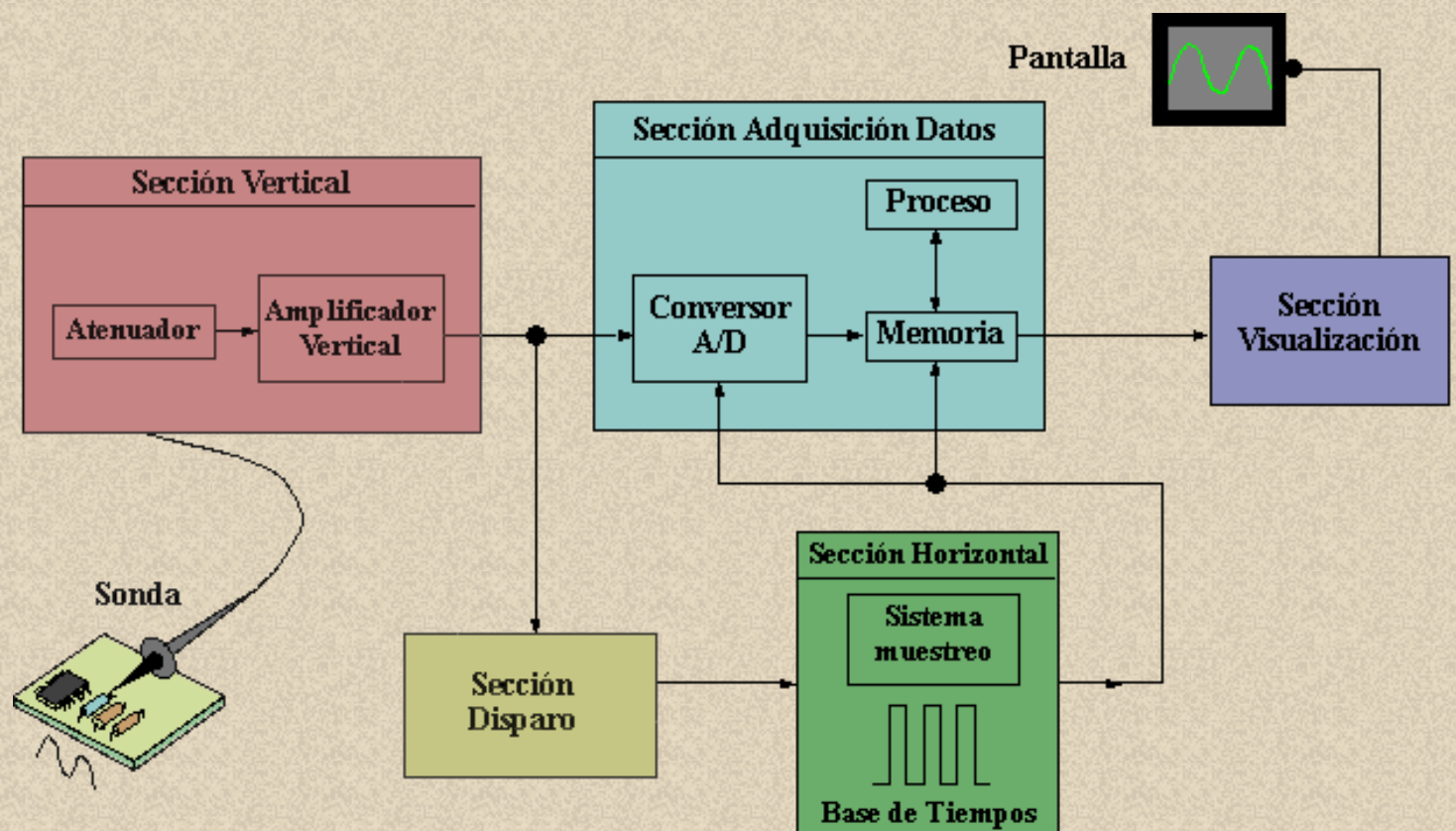
Como conclusión para utilizar de forma correcta un osciloscopio analógico necesitamos realizar tres ajuste básicos:

- La atenuación ó amplificación que necesita la señal. Utilizar el mando AMPL. para ajustar la amplitud de la señal antes de que sea aplicada a las placas de deflexión vertical. Conviene que la señal ocupe una parte importante de la pantalla sin llegar a sobrepasar los límites.
- La base de tiempos. Utilizar el mando TIMEBASE para ajustar lo que representa en tiempo una división en horizontal de la pantalla. Para señales repetitivas es conveniente que en la pantalla se puedan observar aproximadamente un par de ciclos.
- Disparo de la señal. Utilizar los mandos TRIGGER LEVEL (nivel de disparo) y TRIGGER SELECTOR (tipo de disparo) para estabilizar lo mejor posible señales repetitivas.

Por supuesto, también deben ajustarse los controles que afectan a la visualización: FOCUS (enfoque), INTENS. (intensidad) nunca excesiva, Y-POS (posición vertical del haz) y X-POS (posición horizontal del haz).

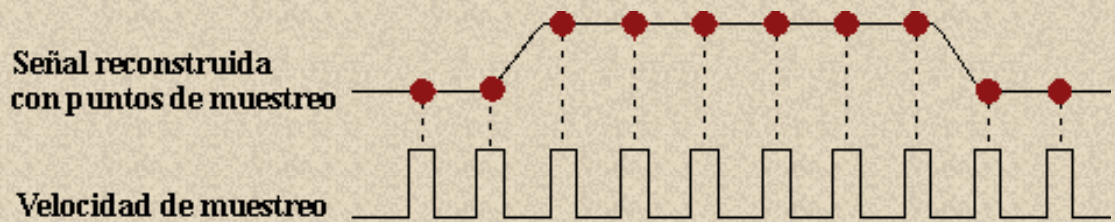
Osciloscopios digitales

Los osciloscopios digitales poseen además de las secciones explicadas anteriormente un sistema adicional de proceso de datos que permite almacenar y visualizar la señal.



Cuando se conecta la sonda de un osciloscopio digital a un circuito, la sección vertical ajusta la amplitud de la señal de la misma forma que lo hacía el osciloscopio analógico.

El conversor analógico-digital del sistema de adquisición de datos muestrea la señal a intervalos de tiempo determinados y convierte la señal de voltaje continua en una serie de valores digitales llamados *muestras*. En la sección horizontal una señal de reloj determina cuando el conversor A/D toma una muestra. La velocidad de este reloj se denomina velocidad de muestreo y se mide en muestras por segundo.



Los valores digitales muestreados se almacenan en una memoria como puntos de señal. El número de los puntos de señal utilizados para reconstruir la señal en pantalla se denomina registro. La sección de disparo determina el comienzo y el final de los puntos de señal en el registro. La sección de visualización recibe estos puntos del registro, una vez almacenados en la memoria, para presentar en pantalla la señal.

Dependiendo de las capacidades del osciloscopio se pueden tener procesos adicionales sobre los puntos muestreados, incluso se puede disponer de un predisparo, para observar procesos que tengan lugar antes del disparo.

Fundamentalmente, un osciloscopio digital se maneja de una forma similar a uno analógico, para poder tomar las medidas se necesita ajustar el mando AMPL., el mando TIMEBASE así como los mandos que intervienen en el disparo.

Métodos de muestreo

Se trata de explicar como se las arreglan los osciloscopios digitales para reunir los puntos de muestreo. Para señales de lenta variación, los osciloscopios digitales pueden perfectamente reunir más puntos de los necesarios para reconstruir posteriormente la señal en la pantalla. No obstante, para señales rápidas (como de rápidas dependerá de la máxima velocidad de muestreo de nuestro aparato) el osciloscopio no puede recoger muestras suficientes y debe recurrir a una de estas dos técnicas:

- Interpolación, es decir, estimar un punto intermedio de la señal basándose en el punto anterior y posterior.
- Muestreo en tiempo equivalente. Si la señal es repetitiva es posible muestrear durante unos cuantos ciclos en diferentes partes de la señal para después reconstruir la señal completa.

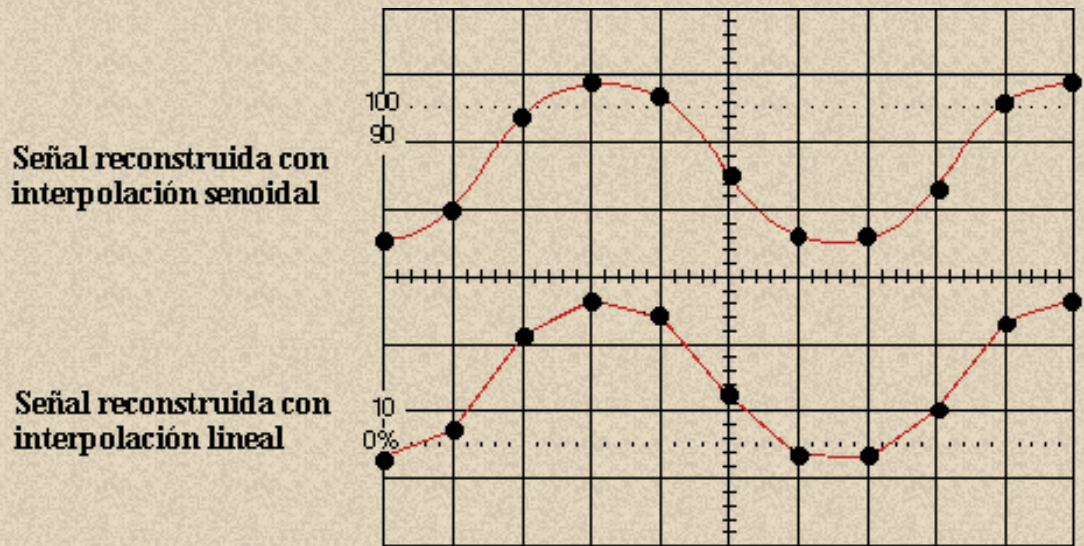
Muestreo en tiempo real con Interpolación

El método standard de muestreo en los osciloscopios digitales es el muestreo en tiempo real: el osciloscopio reúne los suficientes puntos como para reconstruir la señal. Para señales no repetitivas ó la parte transitoria de una señal es el único método válido de muestreo.

Los osciloscopios utilizan la interpolación para poder visualizar señales que son más rápidas que su velocidad de muestreo. Existen básicamente dos tipos de interpolación:

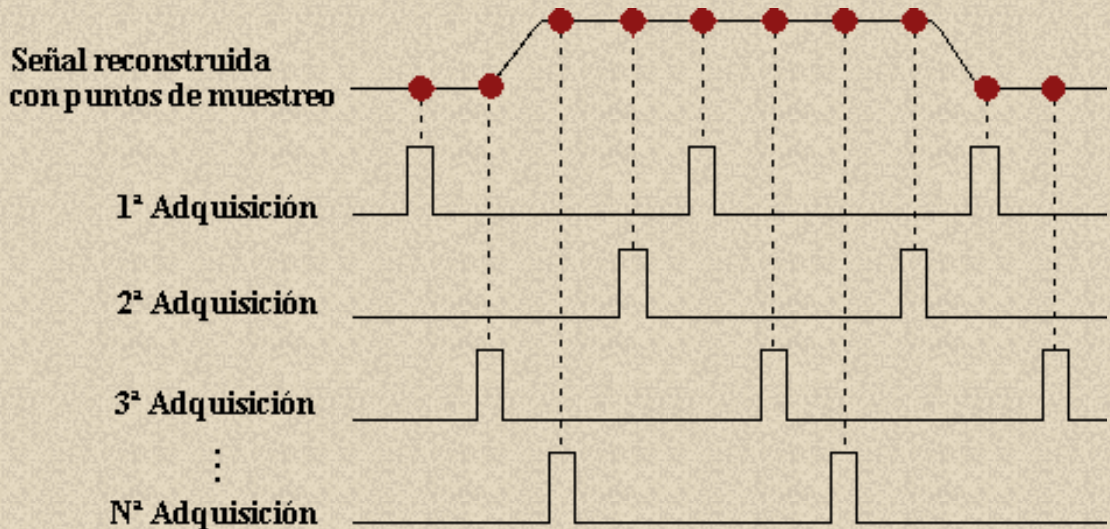
Lineal: Simplemente conecta los puntos muestreados con líneas.

Senoidal: Conecta los puntos muestreados con curvas según un proceso matemático, de esta forma los puntos intermedios se calculan para rellenar los espacios entre puntos reales de muestreo. Usando este proceso es posible visualizar señales con gran precisión disponiendo de relativamente pocos puntos de muestreo.



Muestreo en tiempo equivalente

Algunos osciloscopios digitales utilizan este tipo de muestreo. Se trata de reconstruir una señal repetitiva capturando una pequeña parte de la señal en cada ciclo. Existen dos tipos básicos: Muestreo secuencial- Los puntos aparecen de izquierda a derecha en secuencia para conformar la señal. Muestreo aleatorio- Los puntos aparecen aleatoriamente para formar la señal



Envía tus mensajes, problemas y sugerencias a mi dirección de E-MAIL: agusbo@iponet.es

EL OSCILOSCOPIO

Terminología

Estudiar sobre un tema implica conocer nuevos términos técnicos. Este capítulo se dedica a explicar los términos más utilizados en relación al estudio de los osciloscopios.

Términos utilizados al medir

Existe un término general para describir un patrón que se repite en el tiempo: **onda**. Existen ondas de sonido, ondas oceanicas, ondas cerebrales y por supuesto, ondas de tensión. Un osciloscopio mide estas últimas. Un **ciclo** es la mínima parte de la onda que se repite en el tiempo. Una **forma de onda** es la representación gráfica de una onda. Una forma de onda de tensión siempre se presentará con el tiempo en el eje horizontal (X) y la amplitud en el eje vertical (Y).

La forma de onda nos proporciona una valiosa información sobre la señal. En cualquier momento podemos visualizar la altura que alcanza y, por lo tanto, saber si el voltaje ha cambiado en el tiempo (si observamos, por ejemplo, una línea horizontal podremos concluir que en ese intervalo de tiempo la señal es constante). Con la pendiente de las líneas diagonales, tanto en flanco de subida como en flanco de bajada, podremos conocer la velocidad en el paso de un nivel a otro, pueden observarse también cambios repentinos de la señal (ángulos muy agudos) generalmente debidos a procesos transitorios.

Tipos de ondas

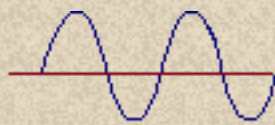
Se pueden clasificar las ondas en los cuatro tipos siguientes:

- Ondas senoidales
- Ondas cuadradas y rectangulares
- Ondas triangulares y en diente de sierra.
- Pulsos y flancos ó escalones.

Ondas senoidales

Son las ondas fundamentales y eso por varias razones: Poseen unas propiedades matemáticas muy interesantes (por ejemplo con combinaciones de señales senoidales de diferente amplitud y frecuencia se puede reconstruir cualquier forma de onda), la señal que se obtiene de las tomas de corriente de cualquier casa tienen esta forma, las señales de test producidas por los circuitos osciladores de un generador de señal son también senoidales, la mayoría de las fuentes de potencia en AC (corriente alterna) producen señales senoidales.

La señal senoidal amortiguada es un caso especial de este tipo de ondas y se producen en fenomenos de oscilación, pero que no se mantienen en el tiempo.



Onda senoidal

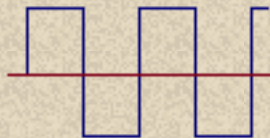


Onda senoidal amortiguada

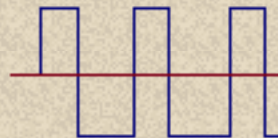
Ondas cuadradas y rectangulares

Las ondas cuadradas son básicamente ondas que pasan de un estado a otro de tensión, a intervalos regulares, en un tiempo muy reducido. Son utilizadas usualmente para probar amplificadores (esto es debido a que este tipo de señales contienen en si mismas todas las frecuencias). La televisión, la radio y los ordenadores utilizan mucho este tipo de señales, fundamentalmente como relojes y temporizadores.

Las ondas rectangulares se diferencian de las cuadradas en no tener iguales los intervalos en los que la tensión permanece a nivel alto y bajo. Son particularmente importantes para analizar circuitos digitales.



Onda cuadrada

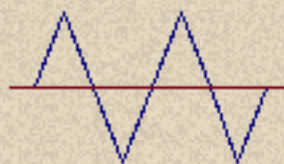


Onda rectangular

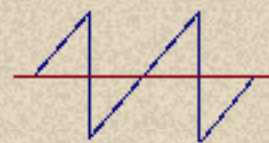
Ondas triangulares y en diente de sierra

Se producen en circuitos diseñados para controlar voltajes linealmente, como pueden ser, por ejemplo, el barrido horizontal de un osciloscopio analógico ó el barrido tanto horizontal como vertical de una televisión. Las transiciones entre el nivel mínimo y máximo de la señal cambian a un ritmo constante. Estas transiciones se denominan *rampas*.

La onda en diente de sierra es un caso especial de señal triangular con una rampa descendente de mucha más pendiente que la rampa ascendente.



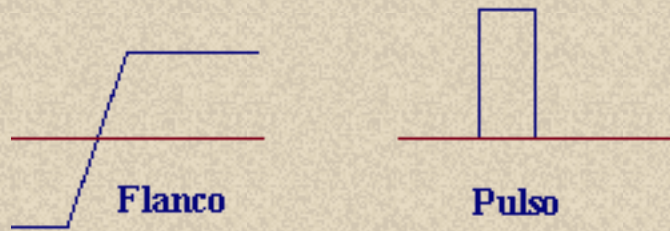
Onda triangular



Onda en diente de sierra

Pulsos y flancos ó escalones

Señales, como los flancos y los pulsos, que solo se presentan una sola vez, se denominan señales *transitorias*. Un flanco ó escalón indica un cambio repentino en el voltaje, por ejemplo cuando se conecta un interruptor de alimentación. El pulso indicaría, en este mismo ejemplo, que se ha conectado el interruptor y en un determinado tiempo se ha desconectado. Generalmente el pulso representa un bit de información atravesando un circuito de un ordenador digital ó también un pequeño defecto en un circuito (por ejemplo un falso contacto momentáneo). Es común encontrar señales de este tipo en ordenadores, equipos de rayos X y de comunicaciones.



Medidas en las formas de onda

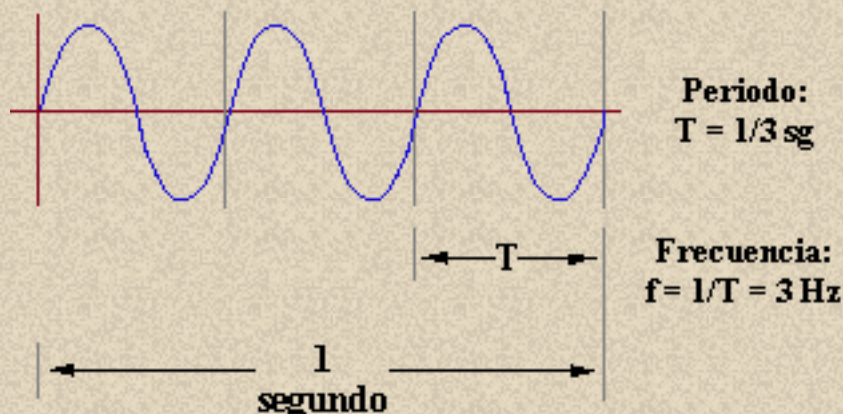
En esta sección describimos las medidas más corrientes para describir una forma de onda.

Periodo y Frecuencia

Si una señal se repite en el tiempo, posee una frecuencia (f). La frecuencia se mide en Hertz (Hz) y es igual al número de veces que la señal se repite en un segundo, es decir, 1Hz equivale a 1 ciclo por segundo.

Una señal repetitiva también posee otro parámetro: el periodo, definiéndose como el tiempo que tarda la señal en completar un ciclo.

Periodo y frecuencia son recíprocos el uno del otro:

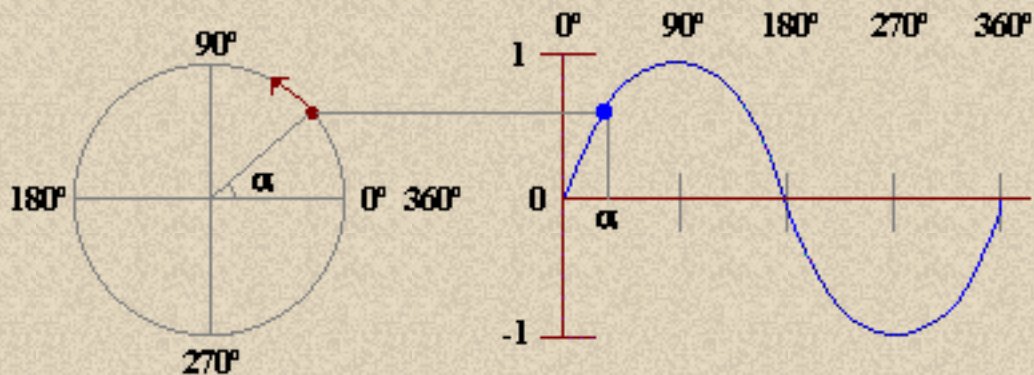


Voltaje

Voltaje es la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos de un circuito. Normalmente uno de esos puntos suele ser masa (GND, 0v), pero no siempre, por ejemplo se puede medir el voltaje pico a pico de una señal (V_{pp}) como la diferencia entre el valor máximo y mínimo de esta. La palabra *amplitud* significa generalmente la diferencia entre el valor máximo de una señal y masa.

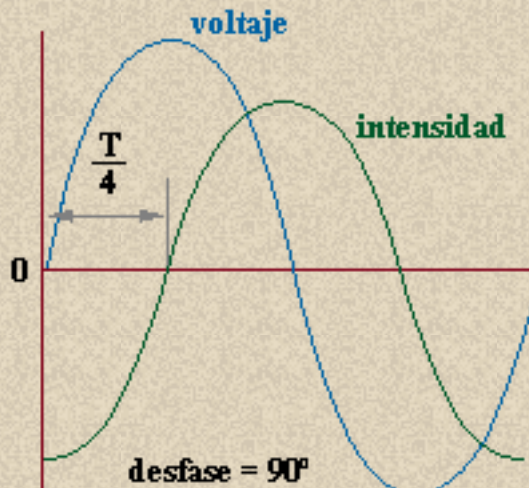
Fase

La fase se puede explicar mucho mejor si consideramos la forma de onda senoidal. La onda senoidal se puede extraer de la circulación de un punto sobre un círculo de 360° . Un ciclo de la señal senoidal abarca los 360° .



Cuando se comparan dos señales senoidales de la misma frecuencia puede ocurrir que ambas no estén en fase, o sea, que no coincidan en el tiempo los pasos por puntos equivalentes de ambas señales. En este caso se dice que ambas señales están desfasadas, pudiéndose medir el desfase con una simple regla de tres:

Siendo t el tiempo de retraso entre una señal y otra.



¿Qué parámetros influyen en la calidad de un osciloscopio

Los términos definidos en esta sección nos permitirán comparar diferentes modelos de osciloscopio disponibles en el mercado.

Ancho de Banda

Especifica el rango de frecuencias en las que el osciloscopio puede medir con precisión. Por convenio el ancho de banda se calcula desde 0Hz (continua) hasta la frecuencia a la cual una señal de tipo senoidal se visualiza a un 70.7% del valor aplicado a la entrada (lo que corresponde a una atenuación de 3dB).

Tiempo de subida

Es otro de los parámetros que nos dará, junto con el anterior, la máxima frecuencia de utilización del osciloscopio. Es un parámetro muy importante si se desea medir con fiabilidad pulsos y flancos (recordar que este tipo de señales poseen transiciones entre niveles de tensión muy rápidas). Un osciloscopio no puede visualizar pulsos con tiempos de subida más rápidos que el suyo propio.

Sensibilidad vertical

Indica la facilidad del osciloscopio para amplificar señales débiles. Se suele proporcionar en mV por división vertical, normalmente es del orden de 5 mV/div (llegando hasta 2 mV/div).

Velocidad

Para osciloscopios analógicos esta especificación indica la velocidad máxima del barrido horizontal, lo que nos permitirá observar sucesos más rápidos. Suele ser del orden de nanosegundos por división horizontal.

Exactitud en la ganancia

Indica la precisión con la cual el sistema vertical del osciloscopio amplifica ó atenua la señal. Se proporciona normalmente en porcentaje máximo de error.

Exactitud de la base de tiempos

Indica la precisión en la base de tiempos del sistema horizontal del osciloscopio para visualizar el tiempo. También se suele dar en porcentaje de error máximo.

Velocidad de muestreo

En los osciloscopios digitales indica cuantas muestras por segundo es capaz de tomar el sistema de adquisición de datos (específicamente el conversor A/D). En los osciloscopios de calidad se

llega a velocidades de muestreo de Megamuestras/sg. Una velocidad de muestreo grande es importante para poder visualizar pequeños periodos de tiempo. En el otro extremo de la escala, también se necesita velocidades de muestreo bajas para poder observar señales de variación lenta. Generalmente la velocidad de muestreo cambia al actuar sobre el mando TIMEBASE para mantener constante el número de puntos que se almacenaran para representar la forma de onda.

Resolución vertical

Se mide en bits y es un parámetro que nos da la resolución del conversor A/D del osciloscopio digital. Nos indica con que precisión se convierten las señales de entrada en valores digitales almacenados en la memoria. Técnicas de cálculo pueden aumentar la resolución efectiva del osciloscopio.

Longitud del registro

Indica cuantos puntos se memorizan en un registro para la reconstrucción de la forma de onda. Algunos osciloscopios permiten variar, dentro de ciertos límites, este parámetro. La máxima longitud del registro depende del tamaño de la memoria de que disponga el osciloscopio. Una longitud del registro grande permite realizar zooms sobre detalles en la forma de onda de forma muy rápida (los datos ya han sido almacenados), sin embargo esta ventaja es a costa de consumir más tiempo en muestrear la señal completa.



Envia tus mensajes, problemas y sugerencias a mi dirección de E-MAIL: agusbo@iponet.es

(C) Copyright Agustin Borrego Colomer - Junio 1997

EL OSCILOSCOPIO

Puesta en funcionamiento

Este capítulo describe los primeros pasos para el correcto manejo del osciloscopio.

Poner a tierra

Una buena conexión a tierra es muy importante para realizar medidas con un osciloscopio.

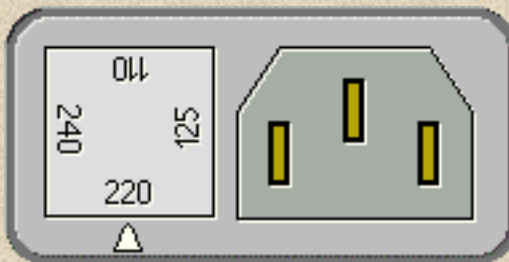
Colocar a tierra el Osciloscopio

Por seguridad es obligatorio colocar a tierra el osciloscopio. Si se produce un contacto entre un alto voltaje y la carcasa de un osciloscopio no puesto a tierra, cualquier parte de la carcasa, incluidos los mandos, puede producirle un peligroso shock. Mientras que un osciloscopio bien colocado a tierra, la corriente, que en el anterior caso te atravesaría, se desvía a la conexión de tierra.

Para conectar a tierra un osciloscopio se necesita unir el chasis del osciloscopio con el punto de referencia neutro de tensión (comunmente llamado tierra). Esto se consigue empleando cables de alimentación con tres conductores (dos para la alimentación y uno para la toma de tierra).

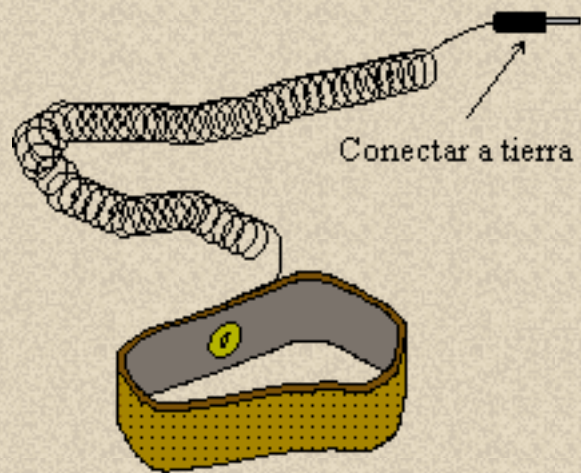
El osciloscopio necesita, por otra parte, compartir la misma masa con todos los circuitos bajo prueba a los que se conecta.

Algunos osciloscopios pueden funcionar a difentes tensiones de red y es muy importante asegurarse que esta ajustado a la misma de la que disponemos en las tomas de tensión.



Ponerse a tierra uno mismo

Si se trabaja en circuitos integrados (ICs), especialmente del tipo CMOS, es necesario colocarse a tierra uno mismo. Esto es debido a que ciertas partes de estos circuitos integrados son susceptibles de estropearse con la tensión estática que almacena nuestro propio cuerpo. Para resolver este problema se puede emplear una correa conductora que se conectará debidamente a tierra, descargando la electricidad estática que posea su cuerpo.



Ajuste inicial de los controles

Después de conectar el osciloscopio a la toma de red y de alimentarlo pulsando en el interruptor de encendido:



Es necesario familiarizarse con el panel frontal del osciloscopio. Todos los osciloscopios disponen de tres secciones básicas que llamaremos: *Vertical*, *Horizontal*, y *Disparo*. Dependiendo del tipo de osciloscopio empleado en particular, podemos disponer de otras secciones.

Existen unos conectores BNC, donde se colocan las sondas de medida.



La mayoría de los osciloscopios actuales disponen de dos canales etiquetados normalmente como I y II (ó A y B). El disponer de dos canales nos permite comparar señales de forma muy cómoda.

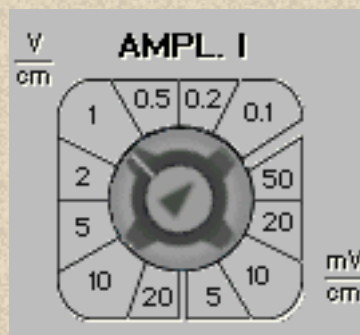
Algunos osciloscopios avanzados poseen un interruptor etiquetado como AUTOSET ó PRESET que ajustan los controles en un solo paso para ajustar perfectamente la señal a la pantalla. Si tu osciloscopio no posee esta característica, es importante ajustar los diferentes controles del aparato a su posición standar antes de proceder a medir.

Estos son los pasos más recomendables:

- Ajustar el osciloscopio para visualizar el canal I. (al mismo tiempo se colocará como canal de disparo el I).



- Ajustar a una posición intermedia la escala voltios/división del canal I (por ejemplo 1v/cm).



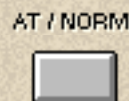
- Colocar en posición calibrada el mando variable de voltios/división (potenciómetro central).



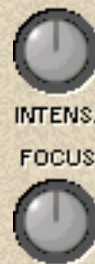
- Desactivar cualquier tipo de multiplicadores verticales.
- Colocar el conmutador de entrada para el canal I en acoplamiento DC.



- Colocar el modo de disparo en automático.



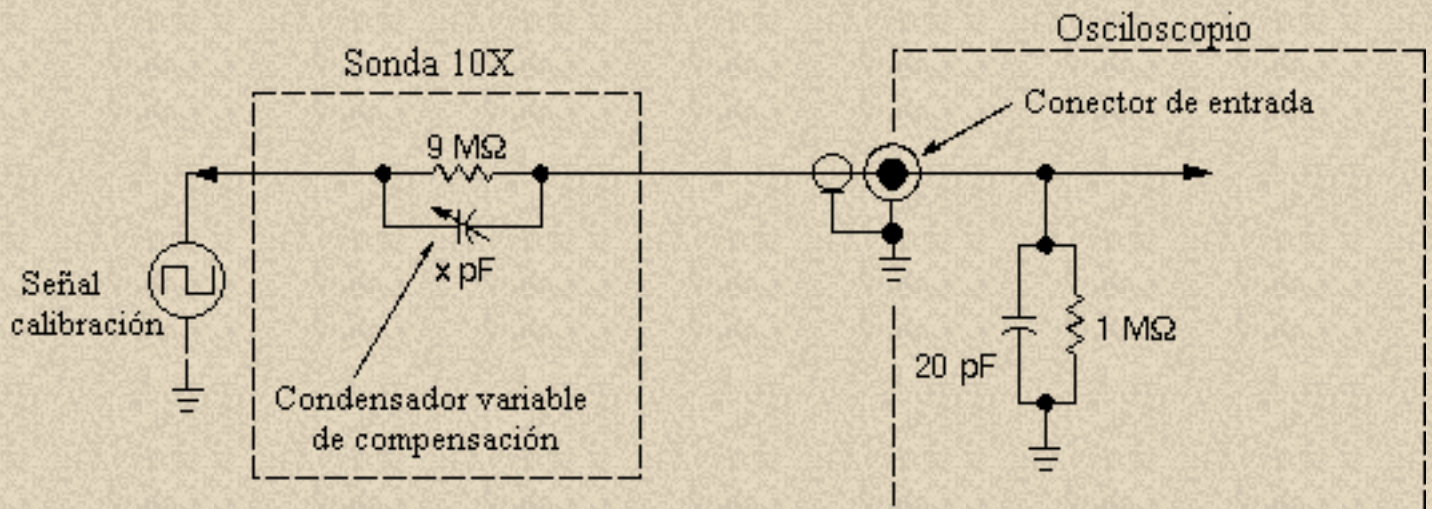
- Desactivar el disparo retardado al mínimo ó desactivado.
- Situar el control de intensidad al mínimo que permita apreciar el trazo en la pantalla, y el trazo de focus ajustado para una visualización lo más nítida posible (generalmente los mandos quedaran con la señalización cercana a la posición vertical).



Sondas de medida

Con los pasos detallados anteriormente, ya estas en condiciones de conectar la sonda de medida al conector de entrada del canal I. Es muy importante utilizar las sondas diseñadas para trabajar específicamente con el osciloscopio. Una sonda no es, ni mucho menos, un cable con una pinza, sino que es un conector específicamente diseñado para evitar ruidos que puedan perturbar la medida.

Además, las sondas se construyen para que tengan un efecto mínimo sobre el circuito de medida. Esta facultad de las sondas recibe el nombre de efecto de carga, para minimizarla se utiliza un atenuador pasivo, generalmente de x10.

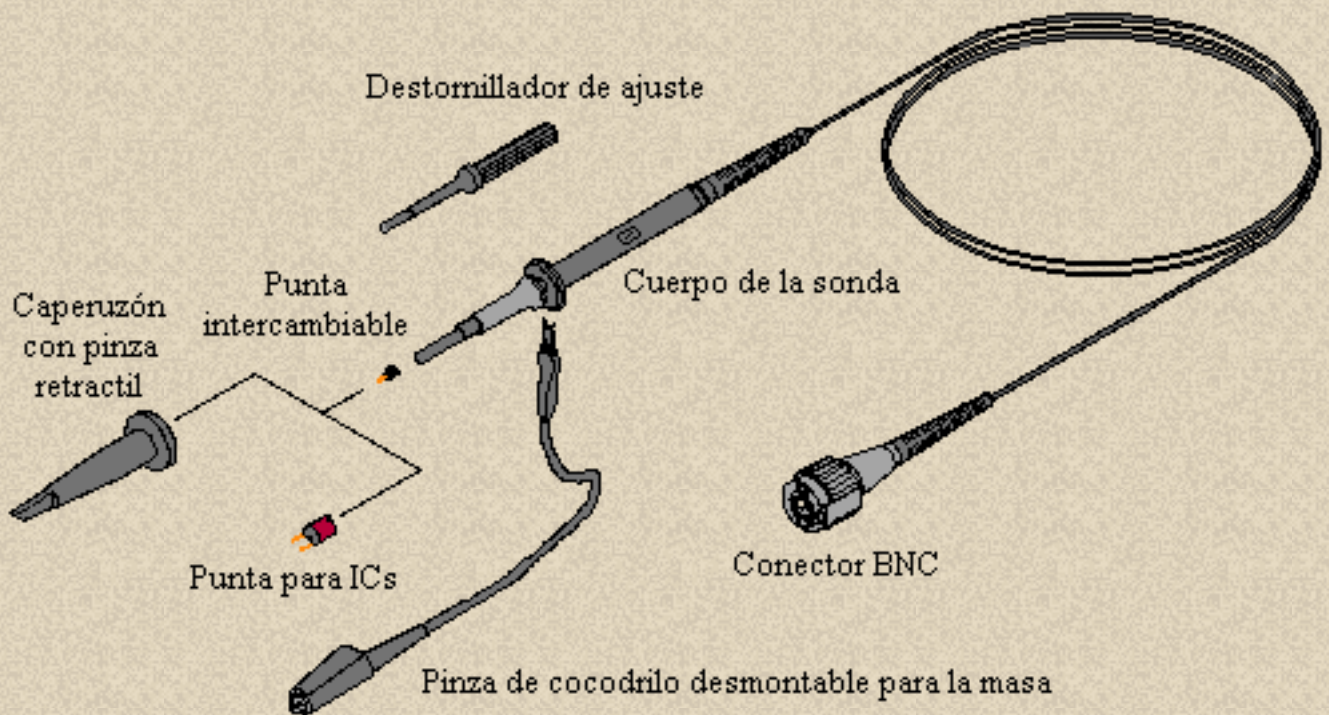


Este tipo de sonda se proporciona generalmente con el osciloscopio y es una excelente sonda de utilización general. Para otros tipos de medidas se utilizan sondas especiales, como pueden ser las sondas de corriente ó las activas.

Sondas pasivas

La mayoría de las sondas pasivas están marcadas con un factor de atenuación, normalmente 10X ó 100X. Por convenio los factores de atenuación aparecen con el signo X detrás del factor de división. En contraste los factores de amplificación aparecen con el signo X delante (X10 ó X100).

La sonda más utilizada posiblemente sea la 10X, reduciendo la amplitud de la señal en un factor de 10. Su utilización se extiende a partir de frecuencias superiores a 5 kHz y con niveles de señal superiores a 10 mV. La sonda 1X es similar a la anterior pero introduce más carga en el circuito de prueba, pero puede medir señales con menor nivel. Por comodidad de uso se han introducido sondas especiales con un conmutador que permite una utilización 1X ó 10X. Cuando se utilicen este tipo de sondas hay que asegurarse de la posición de este conmutador antes de realizar una medida.



Compensación de la sonda

Antes de utilizar una sonda atenuadora 10X es necesario realizar un ajuste en frecuencia para el osciloscopio en particular sobre el que se vaya a trabajar. Este ajuste se denomina compensación de la sonda y consta de los siguientes pasos.

- Conectar la sonda a la entrada del canal I.
- Conectar la punta de la sonda al punto de señal de compensación (La mayoría de los osciloscopios disponen de una toma para ajustar las sondas, en caso contrario será necesario utilizar un generador de onda cuadrada).

CAL.



0.2v

- Conectar la pinza de cocodrilo de la sonda a masa.
- Observar la señal cuadrada de referencia en la pantalla.
- Con el destornillador de ajuste, actuar sobre el condensador de ajuste hasta observar una señal cuadrada perfecta.



Sondas activas

Proporcionan una amplificación antes de aplicar la señal a la entrada del osciloscopio. Pueden ser necesarias en circuitos con una cargabilidad de salida muy baja. Este tipo de sondas necesitan para operar una fuente de alimentación.

Sondas de corriente

Posibilitan la medida directa de las corrientes en un circuito. Las hay para medida de corriente alterna y continua. Poseen una pinza que abarca el cable a través del cual se desea medir la corriente. Al no situarse en serie con el circuito causan muy poca interferencia en él.

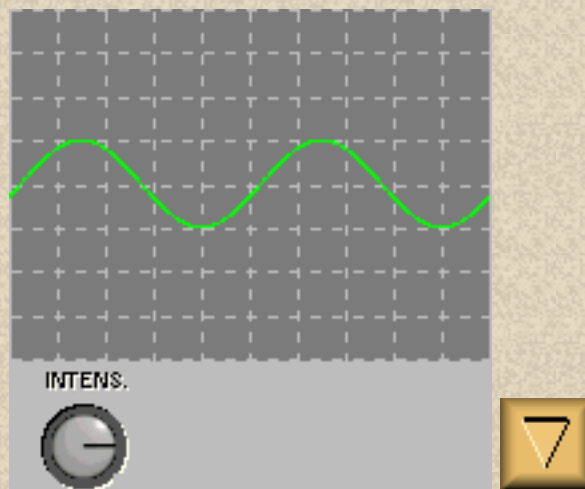


Envía tus mensajes, problemas y sugerencias a mi dirección de E-MAIL: agusbo@iponet.es

Sistema de visualización: *Intensidad*

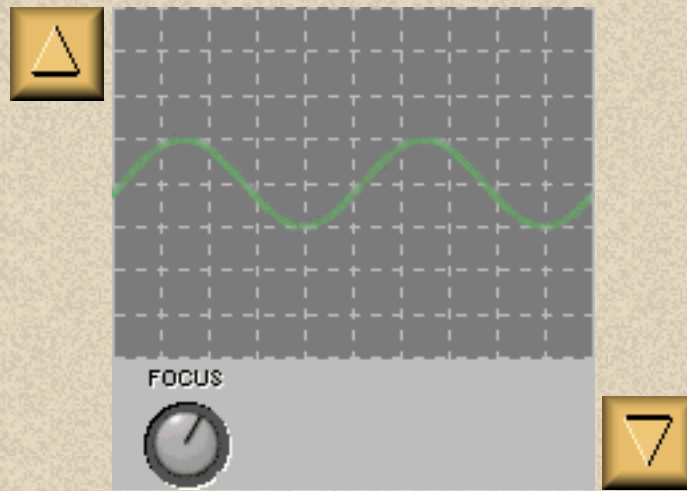
Se trata de un potenciómetro que ajusta el brillo de la señal en la pantalla. Este mando actúa sobre la rejilla más cercana al cátodo del CRT (G1), controlando el número de electrones emitidos por este.

En un osciloscopio analógico si se aumenta la velocidad de barrido es necesario aumentar el nivel de intensidad. Por otra parte, si se desconecta el barrido horizontal es necesario reducir la intensidad del haz al mínimo (para evitar que el bombardeo concentrado de electrones sobre la parte interior de la pantalla deteriore la capa fluorescente que la recubre).



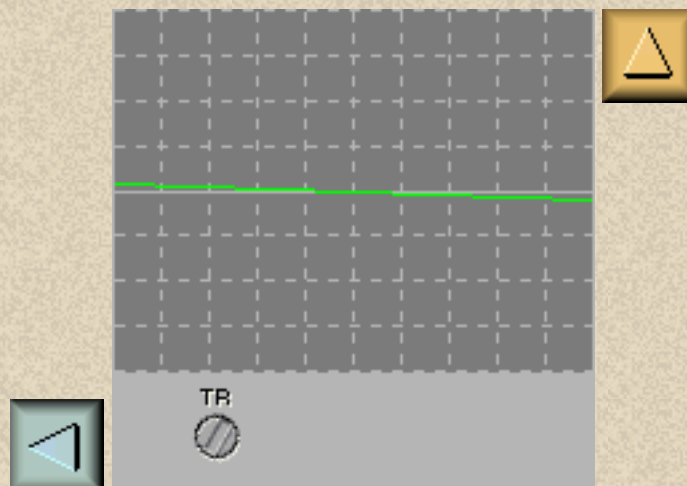
Sistema de visualización: *Enfoque*

Se trata de un potenciómetro que ajusta la nitidez del haz sobre la pantalla. Este mando actúa sobre las rejillas intermedias del CRT (G2 y G4) controlando la finura del haz de electrones. Se retocará dicho mando para una visualización lo más precisa posible. Los osciloscopios digitales no necesitan este control.



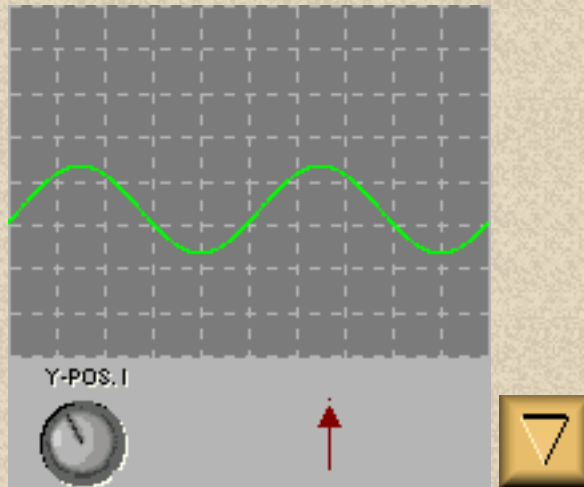
Sistema de visualización: *Rotación del haz*

Resistencia ajustable actuando sobre una bobina y que nos permite alinear el haz con el eje horizontal de la pantalla. Campos magnéticos intensos cercanos al osciloscopio pueden afectar a la orientación del haz. La posición del osciloscopio con respecto al campo magnético terrestre también puede afectar. Los osciloscopios digitales no necesitan de este control. Se ajustará dicha resistencia, con el mando de acoplamiento de la señal de entrada en posición GND, hasta conseguir que el haz esté perfectamente horizontal.



Sistema vertical: *Posición*

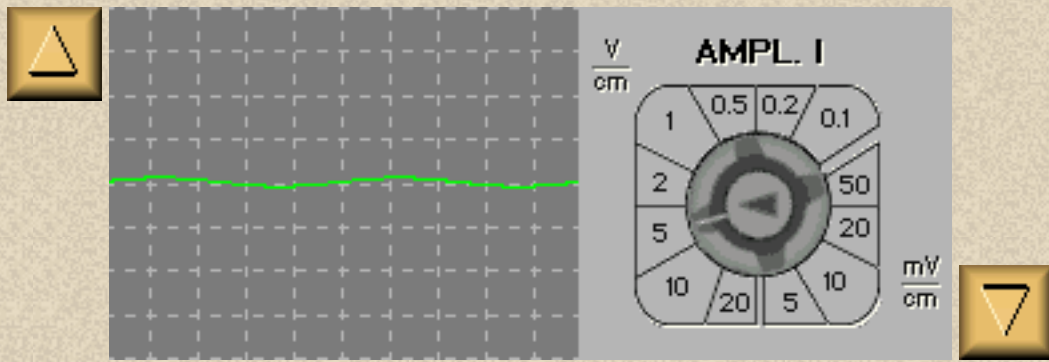
Este control consta de un potenciómetro que permite mover verticalmente la forma de onda hasta el punto exacto que se desee. Cuando se está trabajando con una sola señal el punto normalmente elegido suele ser el centro de la pantalla.



Sistema vertical: *Conmutador*

Se trata de un conmutador con un gran número de posiciones, cada una de las cuales, representa el factor de escala empleado por el sistema vertical. Por ejemplo si el mando esta en la posición 2 voltios/div significa que cada una de las divisiones verticales de la pantalla (aproximadamente de un 1 cm.) representan 2 voltios. Las divisiones más pequeñas representaran una quinta parte de este valor, o sea, 0.4 voltios.

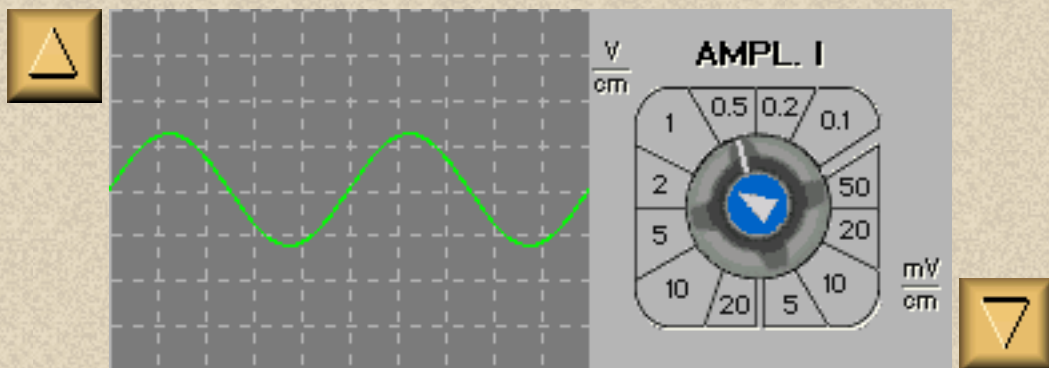
La máxima tensión que se puede visualizar con el osciloscopio presentado y con una sonda de 10X será entonces: 10 (factor de división de la sonda) \times 20 voltios/div (máxima escala) \times 8 divisiones verticales = 1600 voltios. En la pantalla se representa una señal de $1V_{pp}$ tal como la veriamos en diferentes posiciones del conmutador.



Sistema vertical: *Mando Variable*

Se trata de un potenciómetro situado de forma concéntrica al conmutador del amplificador vertical y podemos considerarlo como una especie de lupa del sistema vertical.

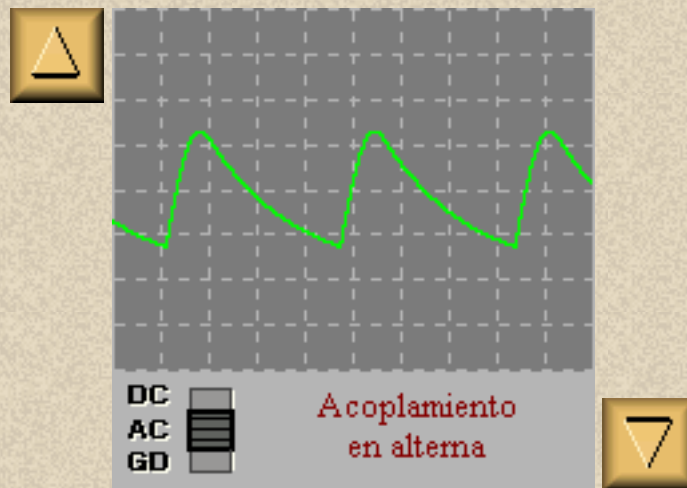
Para realizar medidas es necesario colocarlo en su posición calibrada.



Sistema vertical: *Acoplamiento de la entrada*

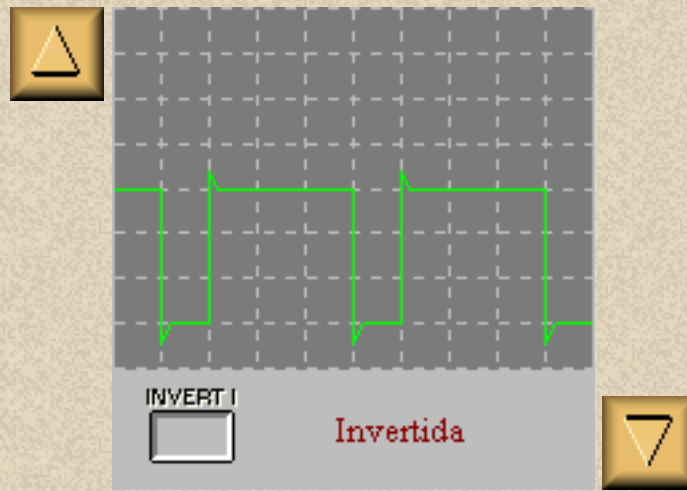
Se trata de un conmutador de tres posiciones que conecta electricamente a la entrada del osciloscopio la señal exterior.

El acoplamiento **DC** deja pasar la señal tal como viene del circuito exterior (es la señal real). El acoplamiento **AC** bloquea mediante un condensador la componente continua que posea la señal exterior. El acoplamiento **GND** desconecta la señal de entrada del sistema vertical y lo conecta a masa, permitiendonos situar el punto de referencia en cualquier parte de la pantalla (generalmente el centro de la pantalla cuando se trabaja con una sola señal).



Sistema vertical: *Inversión*

Es un conmutador de dos posiciones en forma de botón que permite en una de sus posiciones invertir la señal de entrada en el canal I (existen otros osciloscopios que invierten el canal II).



Sistema vertical: *Modo alternado / chopeado*

Es un conmutador de dos posiciones, en forma de botón, que permite, cuando nos encontramos en modo DUAL, seleccionar el modo de trazado de las señales en pantalla.

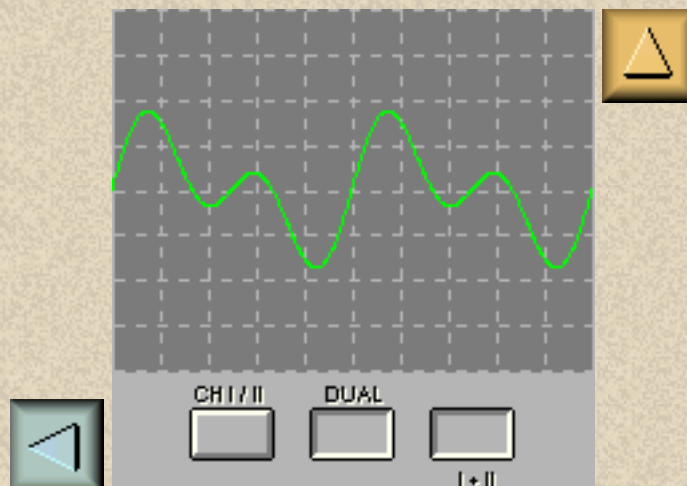
En el modo **alternado** se traza completamente la señal del canal I y después la del canal II y así sucesivamente. Se utiliza para señales de media y alta frecuencia (generalmente cuando el mando TIMEBASE está situado en una escala de 0.5 msg. ó inferior). En el modo **chopeado** el osciloscopio traza una pequeña parte del canal I después otra pequeña parte del canal II, hasta completar un trazado completo y empezar de nuevo. Se utiliza para señales de baja frecuencia (con el mando TIMEBASE en posición de 1 msg. ó superior).



Sistema vertical: *Modo simple / dual / suma*

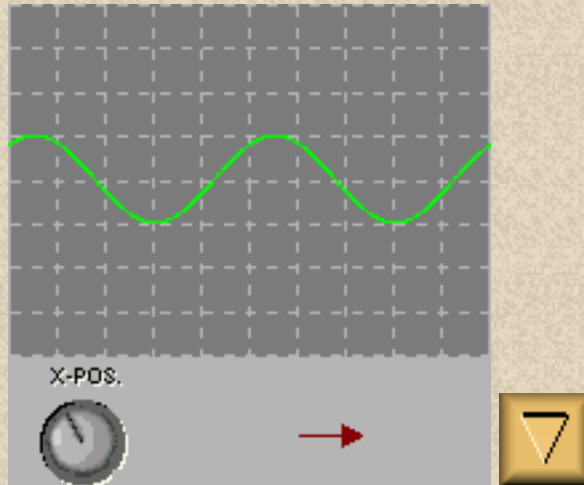
Es un control formado por tres conmutadores de dos posiciones, en forma de botón, que permite seleccionar entre tres modos de funcionamiento: simple, dual y suma.

En el modo **simple** actuamos tan solo sobre el conmutador etiquetado como CH I/II. Si no está pulsado visualizaremos la señal que entra por el canal I y si lo está la señal del canal II. El modo **dual** se selecciona con el conmutador etiquetado DUAL. Si no está pulsado visualizaremos un solo canal (cual, dependerá del estado del conmutador CH I/II) y si lo está visualizaremos simultáneamente ambos canales. El modo **suma** se selecciona pulsando el conmutador etiquetado I+II (si también lo está el etiquetado como DUAL) y nos permite visualizar la suma de ambas señales en pantalla.



Sistema horizontal: *Posición*

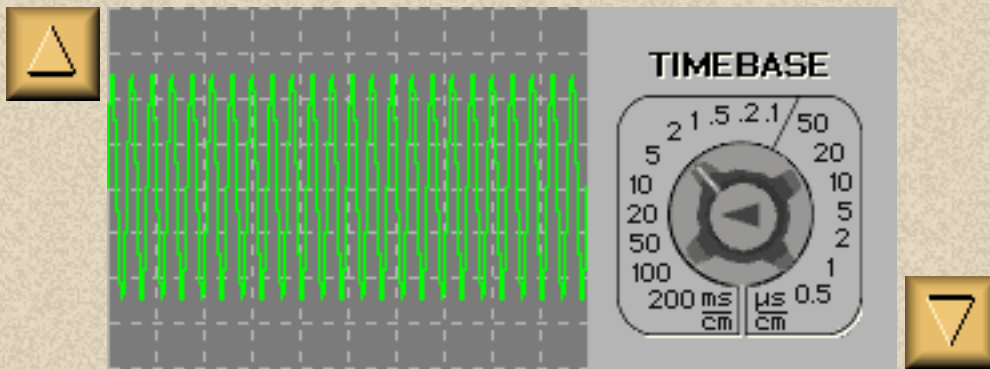
Este control consta de un potenciómetro que permite mover horizontalmente la forma de onda hasta el punto exacto que se desee. Cuando se está trabajando con una sola señal el punto normalmente elegido suele ser el centro de la pantalla. (Para observar mejor el punto de disparo se suele mover la traza un poco hacia la derecha).



Sistema horizontal: *Conmutador*

Se trata de un conmutador con un gran número de posiciones, cada una de las cuales, representa el factor de escala empleado por el sistema de barrido horizontal. Por ejemplo si el mando esta en la posición 1 msg/div significa que cada una de las divisiones horizontales de la pantalla (aproximadamente de un 1 cm.) representan 1 milisegundo. Las divisiones más pequeñas representarían una quinta parte de este valor, o sea, 200 μ sg.

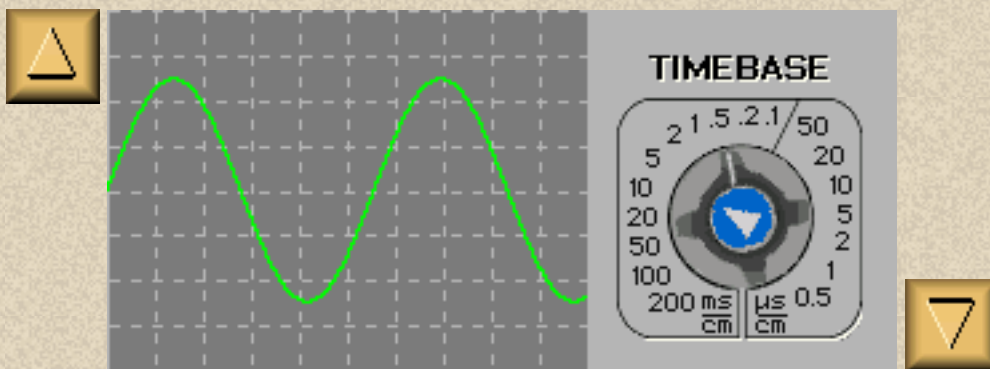
El osciloscopio presentado puede visualizar un máximo de 2 sg en pantalla (200 msg x 10 divisiones) y un mínimo de 100 nsg por división, si empleamos la [Amplificación](#) (0.5 μ sg / 5).



Sistema horizontal: *Mando variable*

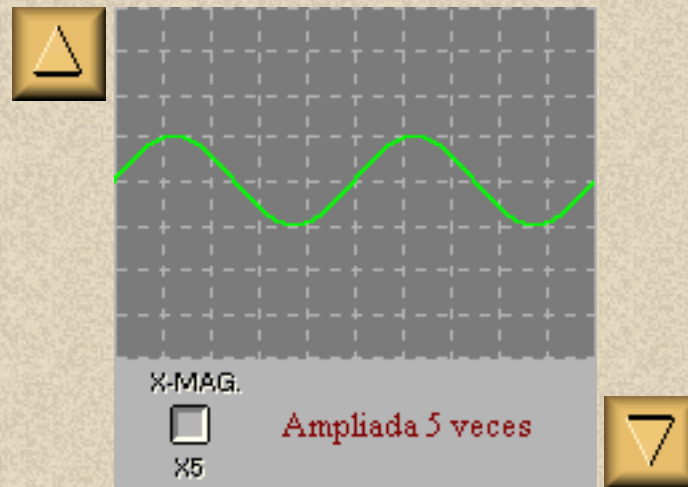
Se trata de un potenciómetro situado de forma concéntrica al conmutador de la base de tiempos y podemos considerarlo como una especie de lupa del sistema horizontal.

Para realizar medidas es necesario colocarlo en su posición calibrada.



Sistema horizontal: *Amplificación*

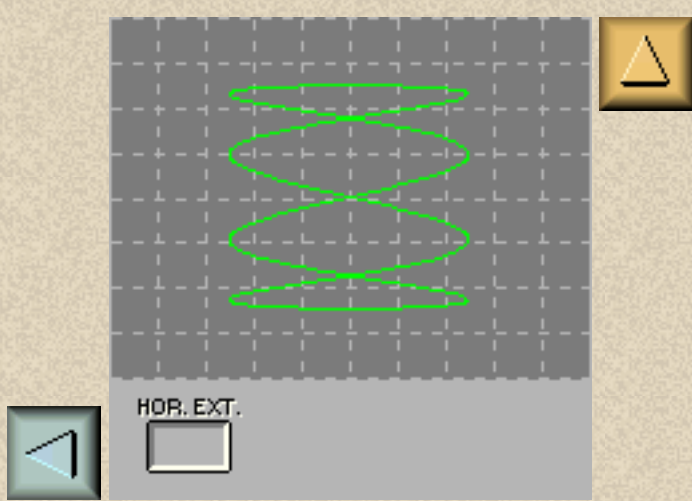
Este control consta de un pequeño conmutador en forma de botón que permite amplificar la señal en horizontal por un factor constante (normalmente x5 ó x10). Se utiliza para visualizar señales de muy alta frecuencia (cuando el conmutador TIMEBASE no permite hacerlo). Hay que tenerle en cuenta a la hora de realizar medidas cuantitativas (habrá que dividir la medida realizada en pantalla por el factor indicado).



Sistema horizontal: *XY*

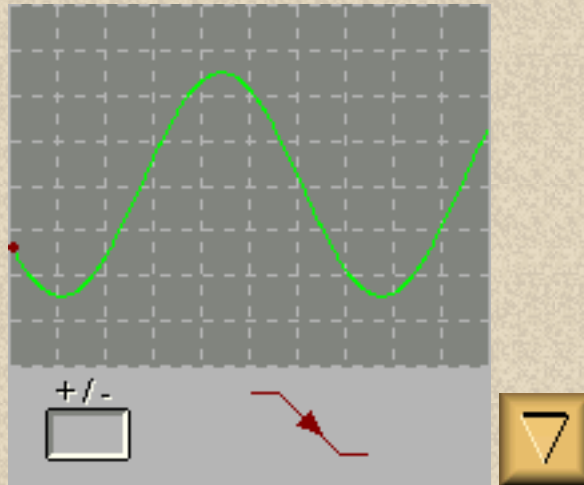
Este control consta de un pequeño conmutador en forma de botón que permite desconectar el sistema de barrido interno del osciloscopio, haciendo estas funciones uno de los canales verticales (generalmente el canal II).

Como veremos en el capítulo dedicado a las medidas esto nos permite visualizar curvas de respuesta ó las famosas figuras de Lissajous, utiles tanto para la medida de fase como de frecuencia.



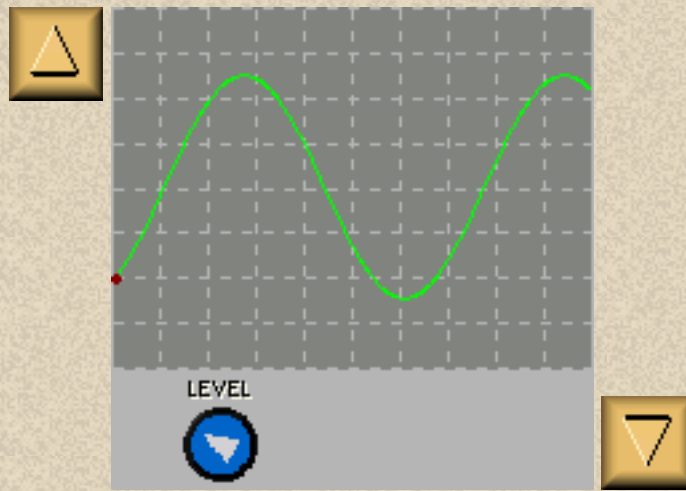
Sistema de disparo: *Sentido*

Este control consta de un conmutador en forma de botón que permite invertir el sentido del disparo. Si está sin pulsar la señal se dispara subiendo (flanco positivo +) y si lo pulsamos se disparará bajando (flanco negativo -). Es conveniente disparar la señal en el flanco de transición más rápida.



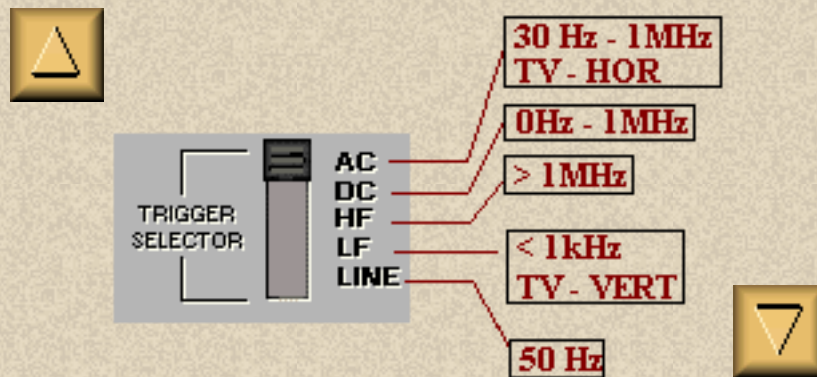
Sistema de disparo: *Nivel*

Se trata de un potenciómetro que permite en el modo de disparo manual, ajustar el nivel de señal a partir del cual, el sistema de barrido empieza a actuar. Este ajuste no es operativo en modo de disparo automático.



Sistema de disparo: *Acoplamiento*

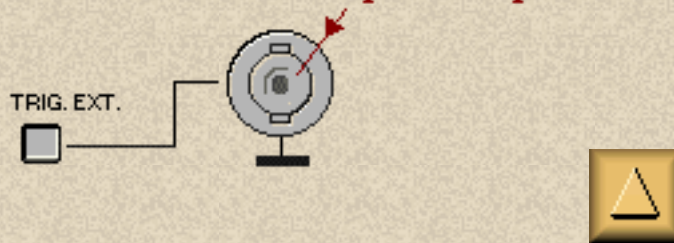
Debido a las muy diferentes señales que se pueden presentar en electrónica, el osciloscopio presenta un conmutador con el que podemos conseguir el disparo estable de la señal en diferentes situaciones. La gama de frecuencias ó tipos de señales que abarca cada posición del conmutador depende del tipo de osciloscopio (es posible incluso que el osciloscopio tenga otras posiciones, especialmente para tratar las señales de televisión). En la siguiente figura se especifica los datos para un osciloscopio en particular. Para tu osciloscopio deberas consultar la información suministrada por el fabricante, para actualizar esta tabla.



Sistema de disparo: *Exterior*

La situación normal es que se permita al osciloscopio quien internamente dispare la señal de entrada. Esto permite sincronizar casi todas las señales periodicas siempre que la altura de la imagen supere un cierto valor (generalmente muy pequeño, del orden de media división). Para algunas señales complicadas, es necesario dispararlas con otra señal procedente del mismo circuito de prueba. Esto puede hacerse introduciendo esta última señal por el conector etiquetado TRIG. EXT. y pulsando también el botón que le acompaña.

Señal exterior utilizada para el disparo



EL OSCILOSCOPIO

Técnicas de medida

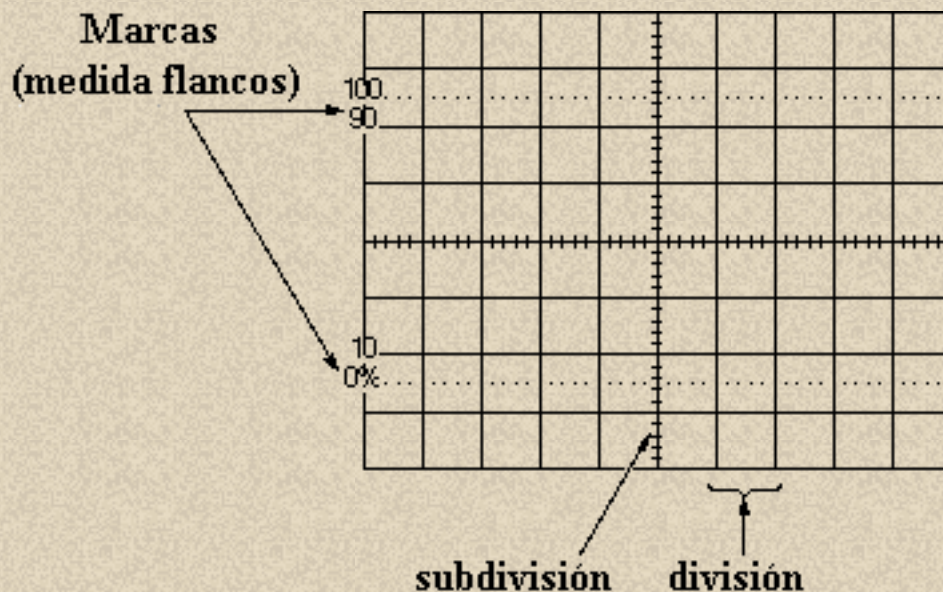
Introducción

Esta sección explica las técnicas de medida básicas con un osciloscopio. Las dos medidas más básicas que se pueden realizar con un osciloscopio son el voltaje y el tiempo, al ser medidas directas.

Esta sección describe como realizar medidas visualmente en la pantalla del osciloscopio. Algunos osciloscopios digitales poseen un software interno que permite realizar las medidas de forma automática. Sin embargo, si aprendemos a realizar medidas de forma manual, estaremos también capacitados para chequear las medidas automáticas que realiza un osciloscopio digital.

La pantalla

Fijate en la siguiente figura que representa la pantalla de un osciloscopio. Deberás notar que existen unas marcas en la pantalla que la dividen tanto en vertical como en horizontal, forman lo que se denomina retícula ó rejilla. La separación entre dos líneas consecutivas de la rejilla constituye lo que se denomina una división. Normalmente la rejilla posee 10 divisiones horizontales por 8 verticales del mismo tamaño (cercano al cm), lo que forma una pantalla más ancha que alta. En la líneas centrales, tanto en horizontal como en vertical, cada división ó cuadro posee unas marcas que la dividen en 5 partes iguales (utilizadas como veremos más tarde para afinar las medidas)

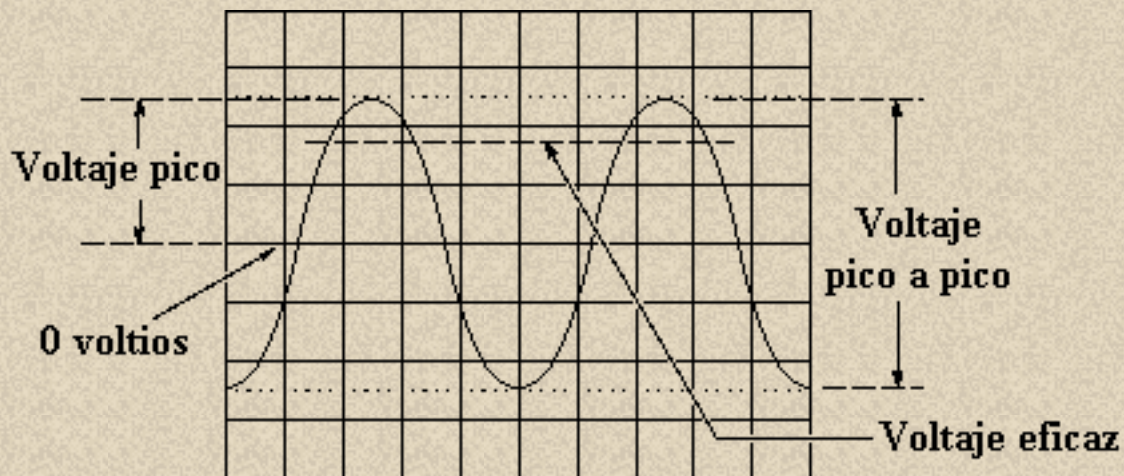


Algunos osciloscopios poseen marcas horizontales de 0%, 10%, 90% y 100% para facilitar la medida de tiempos de subida y bajada en los flancos (se mide entre el 10% y el 90% de la amplitud de pico a pico). Algunos osciloscopios también visualizan en su pantalla cuantos voltios representa cada división vertical y cuantos segundos representa cada división horizontal.

Medida de voltajes

Generalmente cuando hablamos de voltaje queremos realmente expresar la diferencia de potencial eléctrico, expresado en voltios, entre dos puntos de un circuito. Pero normalmente uno de los puntos está conectado a masa (0 voltios) y entonces simplificamos hablando del voltaje en el punto A (cuando en realidad es la diferencia de potencial entre el punto A y GND). Los voltajes pueden también medirse de pico a pico (entre el valor máximo y mínimo de la señal). Es muy importante que especifiquemos al realizar una medida que tipo de voltaje estamos midiendo.

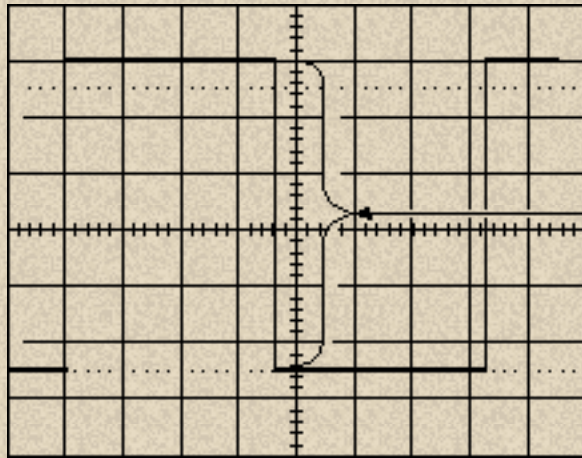
El osciloscopio es un dispositivo para medir el voltaje de forma directa. Otras medidas se pueden realizar a partir de esta por simple cálculo (por ejemplo, la de la intensidad ó la potencia). Los cálculos para señales CA pueden ser complicados, pero siempre el primer paso para medir otras magnitudes es empezar por el voltaje.



En la figura anterior se ha señalado el valor de pico V_p , el valor de pico a pico V_{pp} , normalmente el doble de V_p y el valor eficaz V_{ef} ó V_{RMS} (root-mean-square, es decir la raíz de la media de los valores instantáneos elevados al cuadrado) utilizada para calcular la potencia de la señal CA.

Realizar la medida de voltajes con un osciloscopio es fácil, simplemente se trata de contar el número de divisiones verticales que ocupa la señal en la pantalla. Ajustando la señal con el mando de [posicionamiento horizontal](#) podemos utilizar las subdivisiones de la rejilla para realizar una medida más precisa. (recordar que una subdivisión equivale generalmente a 1/5 de lo que represente una división completa). Es importante que la señal ocupe el máximo espacio de la pantalla para realizar medidas fiables, para ello actuaremos sobre el [conmutador del amplificador](#)

vertical.

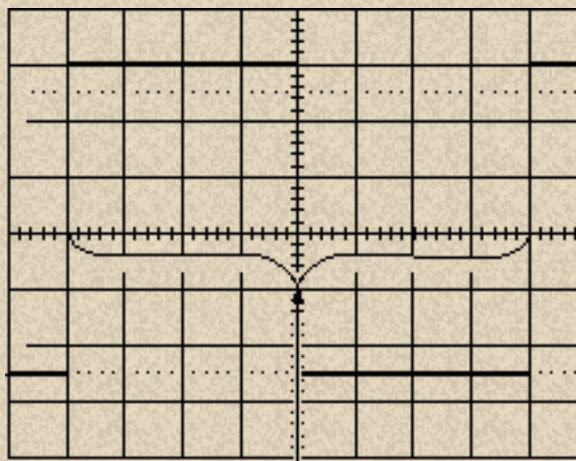


**Utiliza la línea
vertical central
para obtener
precisión**

Algunos osciloscopios poseen en la pantalla un cursor que permite tomar las medidas de tensión sin contar el número de divisiones que ocupa la señal. Basicamente el cursor son dos líneas horizontales para la medida de voltajes y dos líneas verticales para la medida de tiempos que podemos desplazar individualmente por la pantalla. La medida se visualiza de forma automática en la pantalla del osciloscopio.

Medida de tiempo y frecuencia

Para realizar medidas de tiempo se utiliza la escala horizontal del osciloscopio. Esto incluye la medida de periodos, anchura de impulsos y tiempo de subida y bajada de impulsos. La frecuencia es una medida indirecta y se realiza calculando la inversa del periodo. Al igual que ocurría con los voltajes, la medida de tiempos será más precisa si el tiempo a objeto de medida ocupa la mayor parte de la pantalla, para ello actuaremos sobre el [conmutador de la base de tiempos](#). Si centramos la señal utilizando el mando de [posicionamiento vertical](#) podemos utilizar las subdivisiones para realizar una medida más precisa.



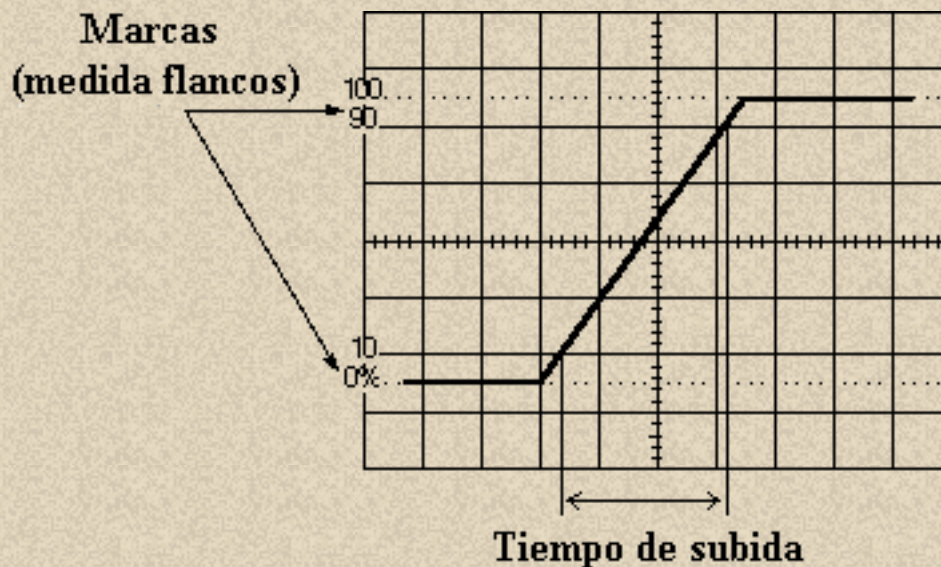
**Utiliza la línea horizontal central
para obtener precisión**

Medida de tiempos de subida y bajada en los flancos

En muchas aplicaciones es importante conocer los detalles de un pulso, en particular los tiempos de subida ó bajada de estos.

Las medidas estandar en un pulso son su anchura y los tiempos de subida y bajada. El tiempo de subida de un pulso es la transición del nivel bajo al nivel alto de voltaje. Por convenio, se mide el tiempo entre el momento que el pulso alcanza el 10% de la tensión total hasta que llega al 90%. Esto elimina las irregularidades en las bordes del impulso. Esto explica las marcas que se observan en algunos osciloscopios (algunas veces simplemente unas líneas punteadas).

La medida en los pulsos requiere un fino ajuste en los mandos de disparo. Para convertirse en un experto en la captura de pulsos es importante conocer el uso de los mandos de disparo que posea nuestro osciloscopio. Una vez capturado el pulso, el proceso de medida es el siguiente: se ajusta actuando sobre el [conmutador del amplificador vertical](#) y el y el [mando variable](#) asociado hasta que la amplitud pico a pico del pulso coincida con las líneas punteadas (ó las señaladas como 0% y 100%). Se mide el intervalo de tiempo que existe entre que el impulso corta a la línea señalada como 10% y el 90%, ajustando el [conmutador de la base de tiempos](#) para que dicho tiempo ocupe el máximo de la pantalla del osciloscopio.

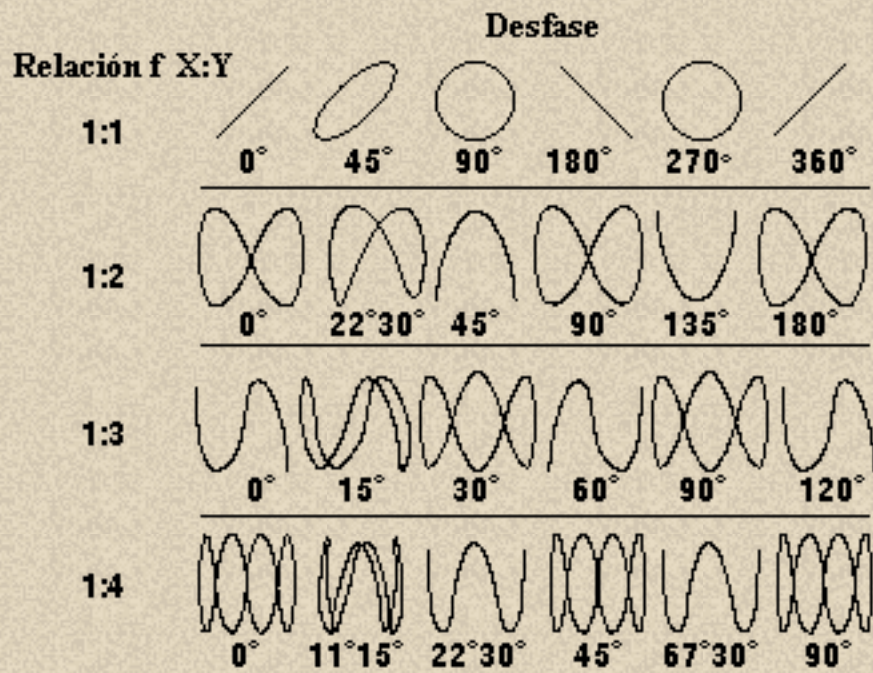


Medida del desfase entre señales

La sección horizontal del osciloscopio posee un control etiquetado como X-Y, que nos va a introducir en una de las técnicas de medida de desfase (la única que podemos utilizar cuando solo disponemos de un canal vertical en nuestro osciloscopio).

El periodo de una señal se corresponde con una fase de 360° . El desfase indica el ángulo de atraso ó adelanto que posee una señal con respecto a otra (tomada como referencia) si poseen ambas el mismo periodo. Ya que el osciloscopio solo puede medir directamente los tiempos, la medida del desfase será indirecta.

Uno de los métodos para medir el desfase es utilizar el modo X-Y. Esto implica introducir una señal por el canal vertical (generalmente el I) y la otra por el canal horizontal (el II). (este método solo funciona de forma correcta si ambas señales son senoidales). La forma de onda resultante en pantalla se denomina figura de Lissajous (debido al físico francés denominado Jules Antoine Lissajous). Se puede deducir la fase entre las dos señales, así como su relación de frecuencias observando la siguiente figura

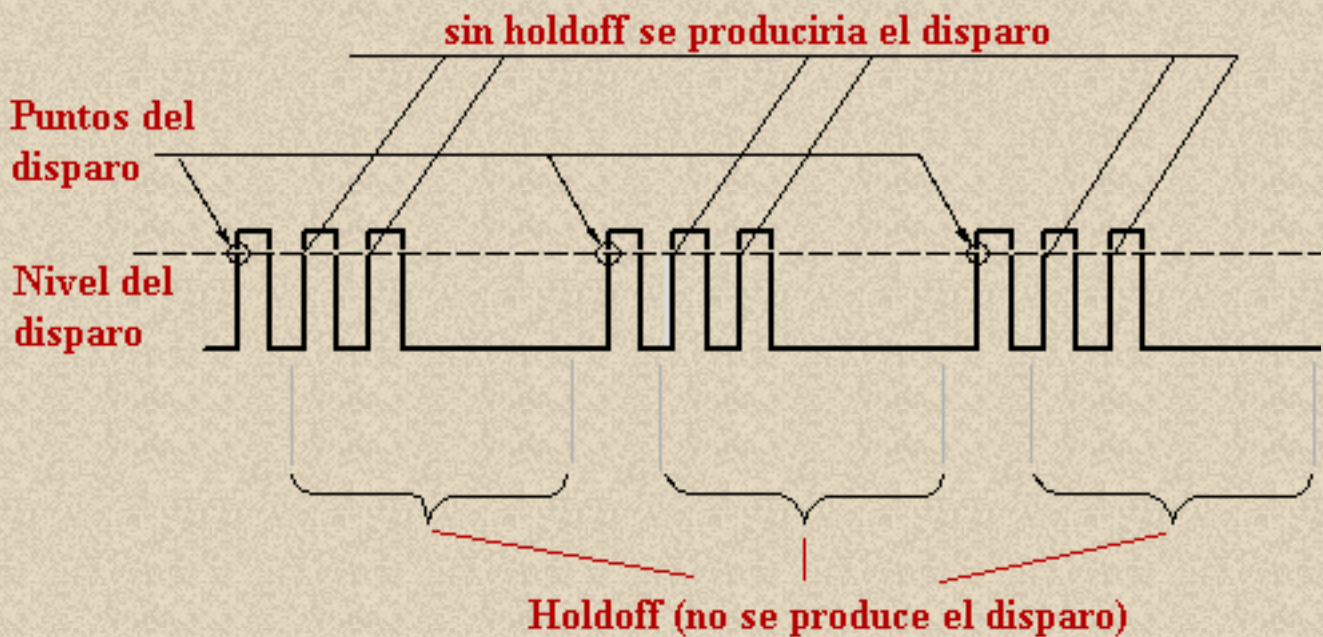


Envia tus mensajes, problemas y sugerencias a mi dirección de E-MAIL: agusbo@iponet.es

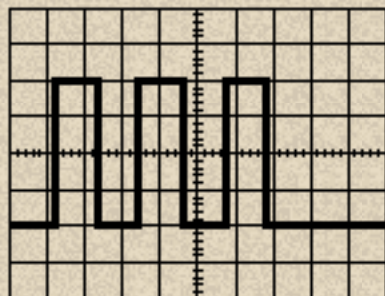
(C) Copyright Agustin Borrego Colomer - Febrero 1998

Otros: *Holdoff*

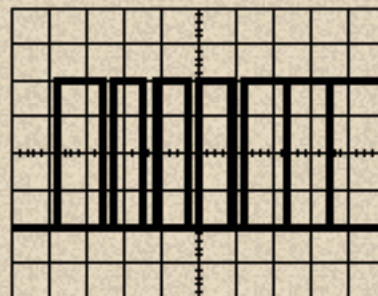
Podría traducirse como mantener (*hold*) desconectado (*off*). Este control no está incluido en los osciloscopios de nivel bajo ó medio. Se utiliza cuando deseamos sincronizar en la pantalla del osciloscopio señales formadas por trenes de impulsos espaciados en el tiempo. Se pretende que el osciloscopio se dispare cuando el primer impulso del que consta el tren alcance el nivel de tensión fijado para el disparo, pero que exista una zona de sombra para el disparo que cubra los impulsos siguientes, el osciloscopio no debe dispararse hasta que llegue el primer impulso del siguiente tren. Consta generalmente de un mando asociado con un interruptor, este último pone en funcionamiento el sistema holdoff y el mando variable ajusta el tiempo de sombra para el disparo. En la siguiente figura se observará mejor el funcionamiento.



con holdoff

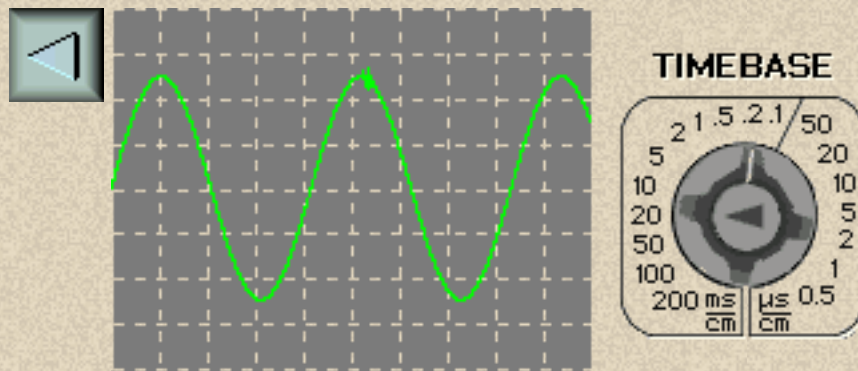


sin holdoff



Otros *Linea de retardo*

Tampoco es habitual encontrar dicho mando en los osciloscopios de gama media, baja. Sin embargo cuando deseamos amplificar un detalle que no se encuentra cercano al momento del disparo, necesitamos de alguna manera retardar este último un determinado tiempo para con el [mando de la base de tiempos](#) poderlo amplificar. Esto es precisamente lo que realiza este mando. Consta de un conmutador de varias posiciones que nos proporciona el tiempo que el osciloscopio retarda la presentación desde el momento que la señal se dispara, este tiempo puede variar, dependiendo del osciloscopio, desde algunas fracciones de μs a algunos centenares de ms ; posee también, y generalmente concéntrico con el anterior, un mando variable para ajustar de forma más precisa el tiempo anterior. Y por último, un conmutador que en una posición etiquetada como *search* indica al osciloscopio que busque el punto a partir del cual deseamos que se presente la señal y otra posición etiquetada como *delay* que fija la anterior posición y permite el uso de la base de tiempos para amplificar el detalle deseado.



En este ejemplo si desearamos amplificar el pequeño impulso que aparece en el segundo semiciclo positivo deberiamos ajustar el tiempo de retardo a:

$$.2 \times 5 = 1 \text{ msg}$$

