



UNIVERSITAT DE VALÈNCIA

Apuntes del Laboratorio de Instrumentación

Curso 2002-03

Ingeniería Informática

Profesor: Fernando Pardo Carpio
Departamento de Informática

CONTENIDOS

CONTENIDOS.....	ii
1 EL OSCILOSCOPIO: Introducción.....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Funcionamiento del osciloscopio.....	2
2 EL OSCILOSCOPIO: Terminología.....	7
2.1 Términos utilizados al medir.....	7
2.2 Tipos de ondas.....	7
2.3 Medidas en las formas de onda.....	9
2.4 Parámetros que influyen en la calidad de un osciloscopio.....	10
3 EL OSCILOSCOPIO: Puesta en funcionamiento.....	12
3.1 Puesta a tierra.....	12
3.2 Ajuste inicial de los controles.....	12
3.3 Sondas de medida.....	14
4 EL OSCILOSCOPIO: Controles.....	16
4.1 Sistema de Visualización.....	16
4.2 Sistema Vertical.....	17
4.3 Sistema horizontal.....	19
4.4 Sistema de disparo.....	21
4.5 Otros.....	23
5 EL OSCILOSCOPIO: Técnicas de medida.....	25
5.1 Introducción.....	25
5.2 La pantalla.....	25
5.3 Medida de voltajes.....	26
5.4 Medida de tiempo y frecuencia.....	27
5.5 Medida de tiempos de subida y bajada en los flancos.....	27
5.6 Medida del desfase entre señales.....	28
6 FUENTES DE ALIMENTACIÓN.....	29
7 DISPOSITIVOS GENERADORES DE SEÑAL.....	31
8 MULTÍMETROS GENÉRICOS.....	32
8.1 Multímetro digital genérico.....	32
8.2 Entradas para el multímetro.....	33
9 SENSORES DE TEMPERATURA.....	34
9.1 Termistores.....	34
9.2 Termopares.....	35
BIBLIOGRAFÍA.....	36

1 EL OSCILOSCOPIO: Introducción

1.1 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 Disk es un equipo digital.

Los Osciloscopios también pueden ser analógicos o 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 por 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:

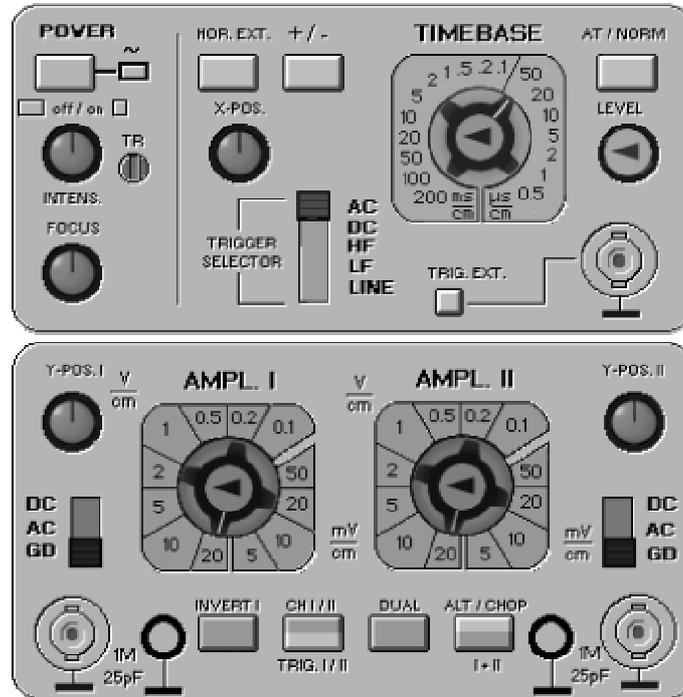


Fig. 1: Vista Frontal osciloscopio Hameg HM-407

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

1.2 Funcionamiento del 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

En la figura 2 se muestran los componentes básicos de un osciloscopio analógico. 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 retrazo (recorrido de derecha a izquierda) se realiza de forma mucho más rápida con la parte descendente del mismo diente de sierra.

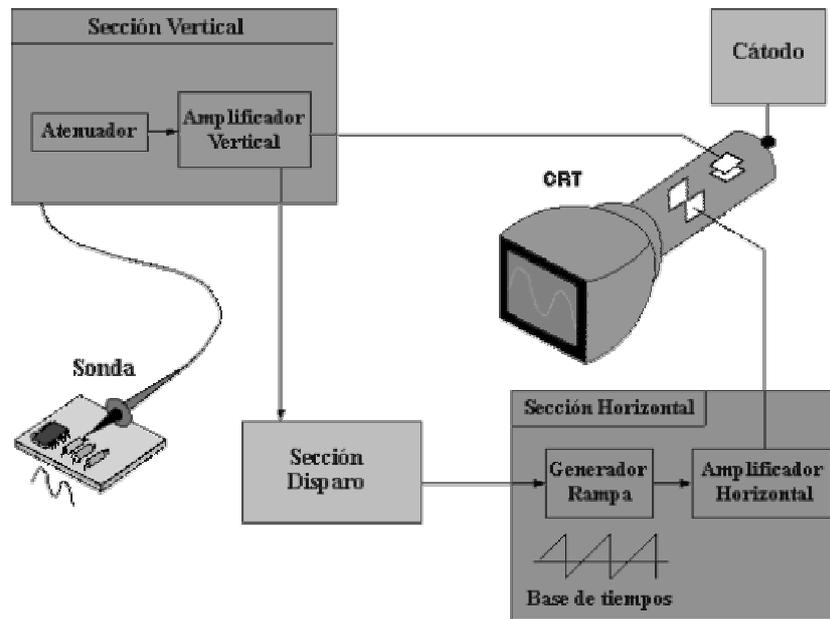


Fig. 2: Componentes básicos de un osciloscopio analógico

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.

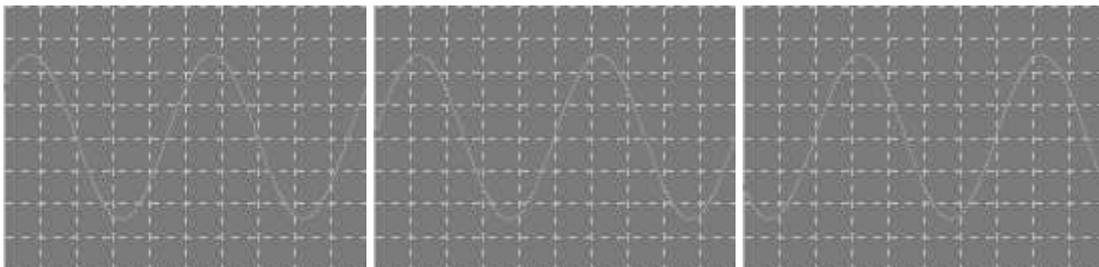


Fig. 3: Diferentes ajustes en el disparo para una señal (subida, sin disparo, bajada)

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.

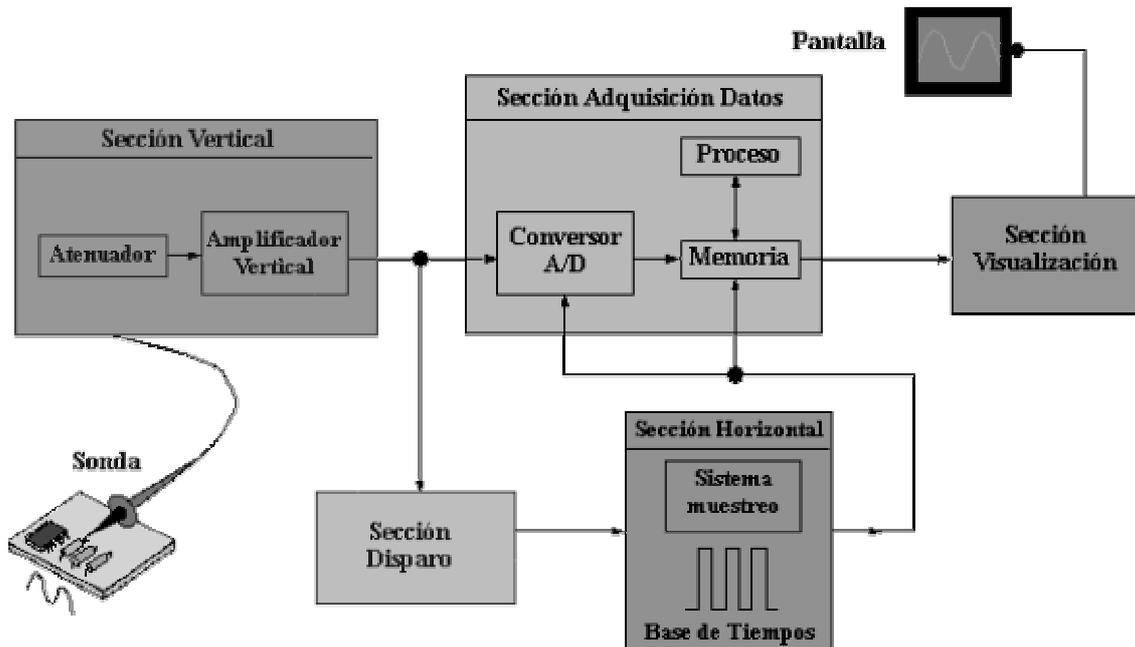


Fig. 4: Componentes básicos de un osciloscopio digital

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 convertor 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 convertor A/D toma una muestra. La velocidad de este reloj se denomina velocidad de muestreo y se mide en muestras por segundo.

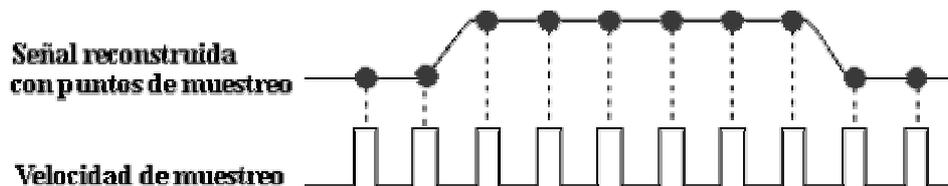


Fig. 5: Visualización reconstrucción de una señal

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 disparo, 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.

1.2.1 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 estándar 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.

Sinusoidal: 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.

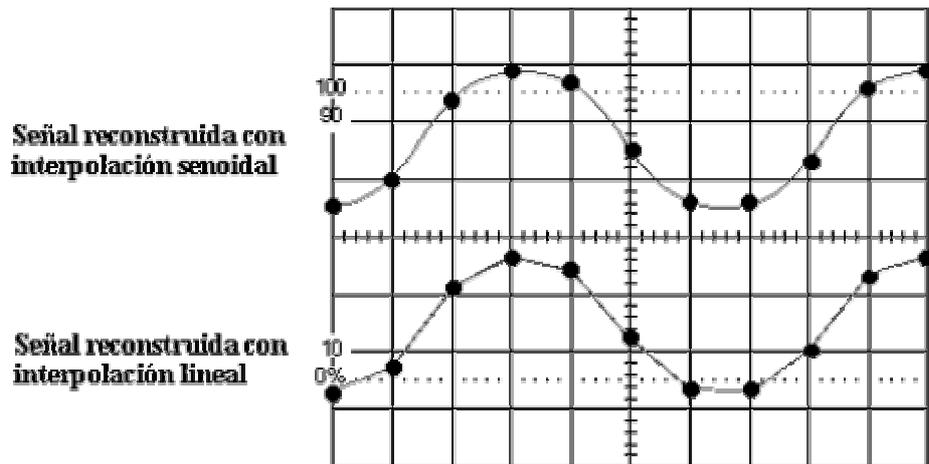


Fig. 6: Interpolación lineal y sinusoidal para la reconstrucción de una señal

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.

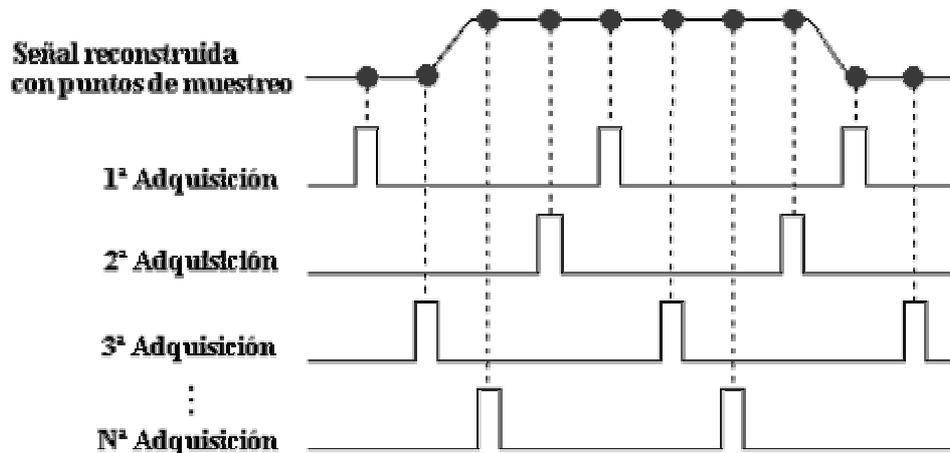


Fig. 7: Muestreo en tiempo equivalente

2 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.

2.1 Términos utilizados al medir

Existe un término general para describir un patrón que se repite en el tiempo: **onda**. Existen ondas de sonido, ondas oceánicas, 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.

2.2 Tipos de ondas

Se pueden clasificar las ondas en los cuatro tipos siguientes:

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

2.2.1 Ondas sinusoidales

Son las ondas fundamentales y eso por varias razones: Poseen unas propiedades matemáticas muy interesantes (por ejemplo con combinaciones de señales sinusoidales 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 sinusoidales, la mayoría de las fuentes de potencia en AC (corriente alterna) producen señales sinusoidales.

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

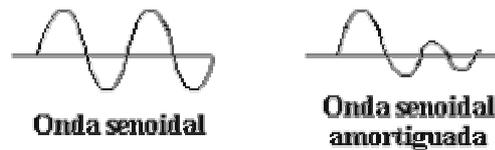


Fig. 8: Ondas sinusoidales

2.2.2 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.

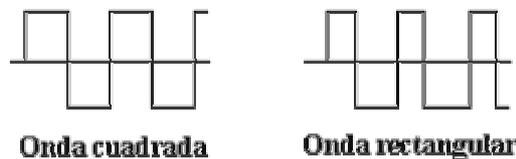


Fig. 9: Ondas cuadradas

2.2.3 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.

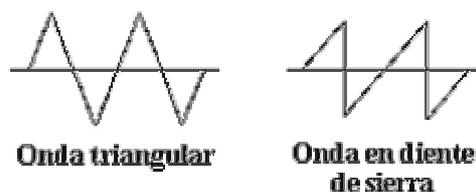


Fig. 10: Ondas triangulares

2.2.4 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.



Fig. 11: Flancos y pulsos

2.3 Medidas en las formas de onda

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

2.3.1 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:

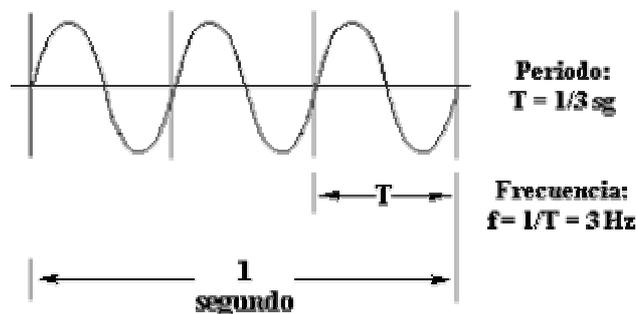


Fig. 12: Medidas del periodo y la frecuencia

2.3.2 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.

2.3.3 Fase

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

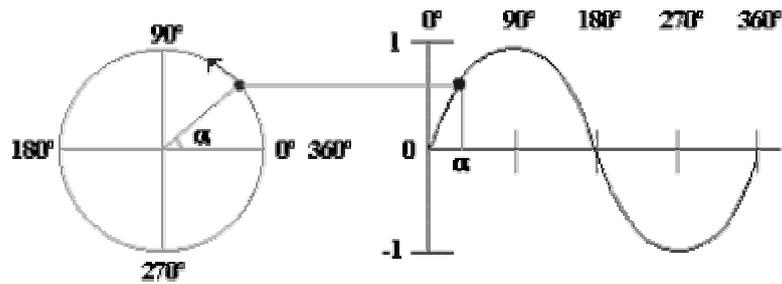


Fig. 13: Medida de la fase de una onda

Cuando se comparan dos señales sinusoidales de la misma frecuencia puede ocurrir que ambas no estén en fase, es decir, 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:

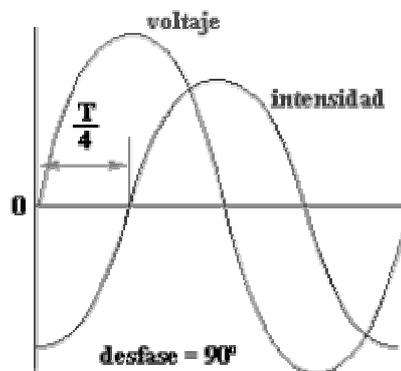


Fig. 14: Medida del desfase entre dos ondas sinusoidales

2.4 Parámetros que influyen en la calidad de un osciloscopio

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

2.4.1 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 sinusoidal se visualiza a un 70.7% del valor aplicado a la entrada (lo que corresponde a una atenuación de 3dB).

2.4.2 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.

2.4.3 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).

2.4.4 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.

2.4.5 Exactitud en la ganancia

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

2.4.6 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.

2.4.7 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/s. 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.

2.4.8 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.

2.4.9 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.

3 EL OSCILOSCOPIO: Puesta en funcionamiento

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

3.1 Puesta a tierra

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

3.1.1 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 (comúnmente 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.

3.1.2 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.

3.2 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.

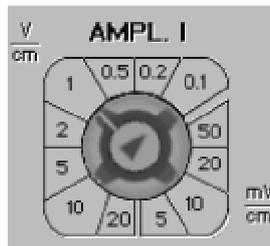
Algunos osciloscopios avanzados poseen un interruptor etiquetado como AUTOSET ó PRESET que ajustan los controles en un solo paso para ajustar perfectamente la señal a la pantalla. Si tu osciloscopio no posee esta característica, es importante ajustar los diferentes controles del aparato a su posición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

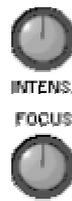


- Colocar el modo de disparo en automático.



- 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).



3.3 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 la sondas recibe el nombre de efecto de carga, para minimizarla se utiliza un atenuador pasivo, generalmente de x10.

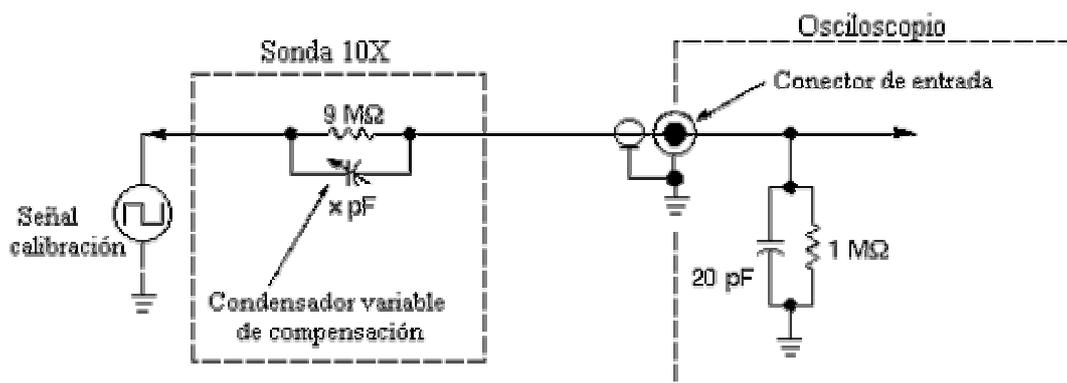


Fig. 15: Compensación de la sonda

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.

3.3.1 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.

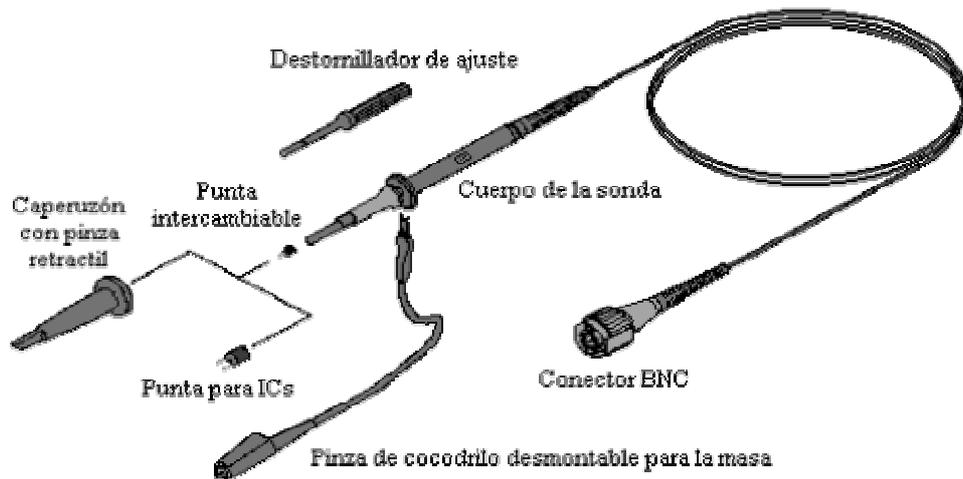


Fig. 16: Esquema sonda para osciloscopio

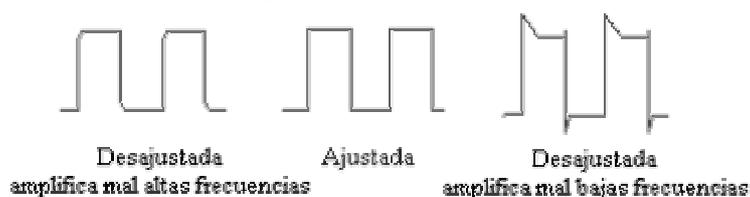
3.3.2 Compensación de la sonda

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.)



- 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.



3.3.3 Sondas activas

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

3.3.4 Sondas de corriente

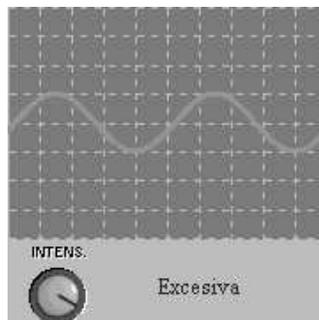
Posibilitan la medida directa de las corrientes en un circuito. Las hay para medida de corriente alterna y continua. Poseen una pinza que abarca el cable a través del cual se desea medir la corriente. Al no situarse en serie con el circuito causan muy poca interferencia en él.

4 EL OSCILOSCOPIO: Controles

4.1 Sistema de Visualización

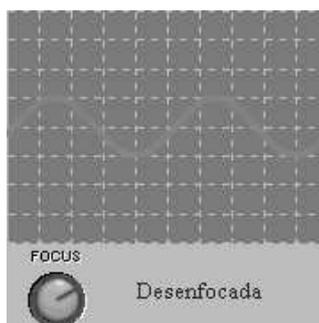
4.1.1 Intensidad

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).



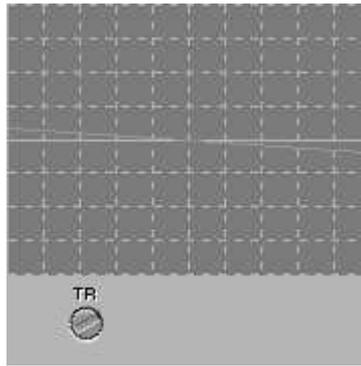
4.1.2 Enfoque

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.



4.1.3 Rotación del haz

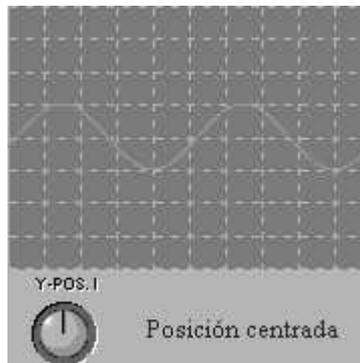
Resistencia ajustable actuando sobre una bobina y que nos permite alinear el haz con el eje horizontal de la pantalla. Campos magnéticos intensos cercanos al osciloscopio pueden afectar a la orientación del haz. La posición del osciloscopio con respecto al campo magnético terrestre también puede afectar. 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.



4.2 Sistema Vertical

4.2.1 Posición

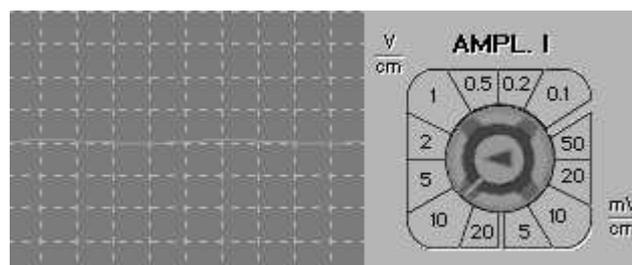
Este control consta de un potenciómetro que permite mover verticalmente la forma de onda hasta el punto exacto que se desee. Cuando se está trabajando con una sola señal el punto normalmente elegido suele ser el centro de la pantalla.



4.2.2 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 representarían una quinta parte de este valor, o sea, 0.4 voltios.

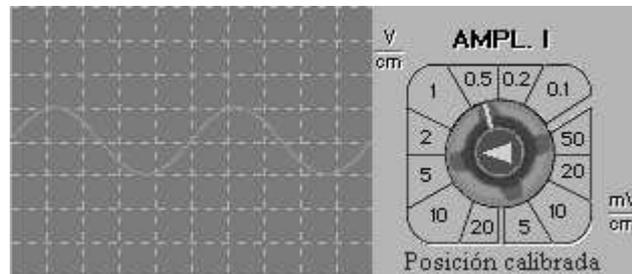
La máxima tensión que se puede visualizar con el osciloscopio presentado y con una sonda de 10X será entonces: 10 (factor de división de la sonda) x 20 voltios/div (máxima escala) x 8 divisiones verticales = 1600 voltios. En la pantalla se representa una señal de 1Vpp tal como la veríamos en diferentes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



4.2.3 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.



4.2.4 Acoplamiento de la entrada

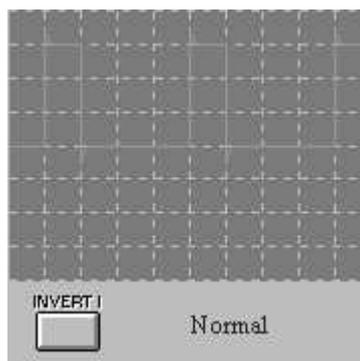
Se trata de un conmutador de tres posiciones que conecta eléctricamente a la entrada del osciloscopio la señal exterior.

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 posee la señal exterior. El acoplamiento GND desconecta la señal de entrada del sistema vertical y lo conecta a masa, permitiéndonos situar el punto de referencia en cualquier parte de la pantalla (generalmente el centro de la pantalla cuando se trabaja con una sola señal).



4.2.5 Inversión

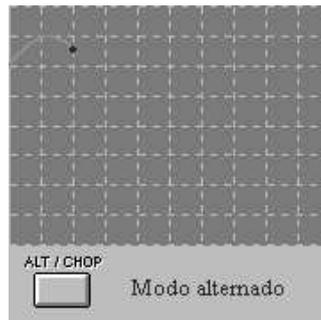
Es un conmutador de dos posiciones en forma de botón que permite en una de sus posiciones invertir la señal de entrada en el canal I (existen otros osciloscopios que invierten el canal II).



4.2.6 Troceado o *chopped*

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.

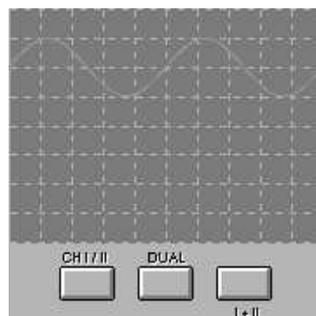
En el modo alternado se traza completamente la señal del canal I y después la del canal II y así sucesivamente. Se utiliza para señales de media y alta frecuencia (generalmente cuando el mando TIMEBASE está situado en una escala de 0.5 ms. o inferior). En el modo chopeado el osciloscopio traza una pequeña 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 ms. o superior).



4.2.7 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.

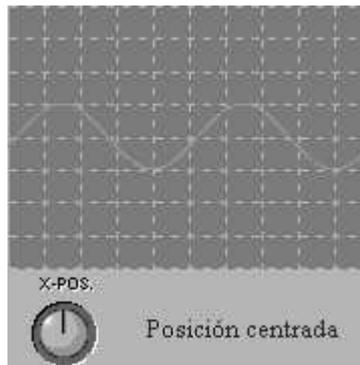
En el modo simple actuamos tan solo sobre el conmutador etiquetado como CH I/II. Si no está pulsado visualizaremos la señal que entra por el canal I y si lo está la señal del canal II. El modo dual se selecciona con el conmutador etiquetado DUAL. Si no está pulsado visualizaremos un solo canal (cual, 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.



4.3 Sistema horizontal

4.3.1 Posición

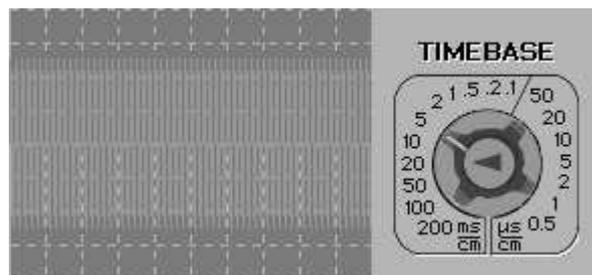
Este control consta de un potenciómetro que permite mover horizontalmente la forma de onda hasta el punto exacto que se desee. Cuando se está trabajando con una sola señal el punto normalmente elegido suele ser el centro de la pantalla. (Para observar mejor el punto de disparo se suele mover la traza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



4.3.2 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 ms/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, es decir, 200 μ s.

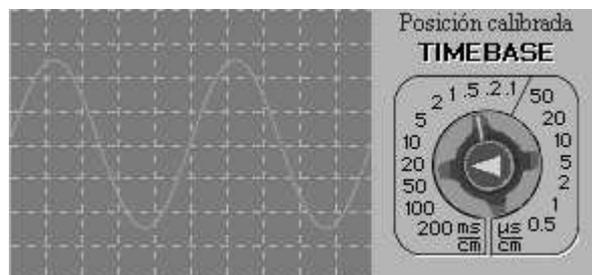
El osciloscopio presentado puede visualizar un máximo de 2 sg en pantalla (200 ms x 10 divisiones) y un mínimo de 100 ns por división, si empleamos la Amplificación (0.5 μ sg/5).



4.3.3 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.

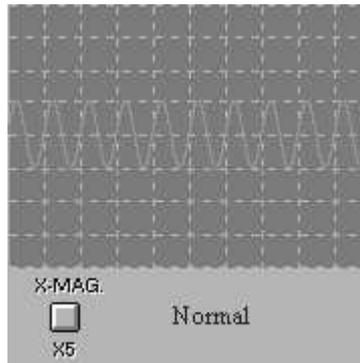
Para realizar medidas es necesario colocarlo en su posición calibrada.



4.3.4 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

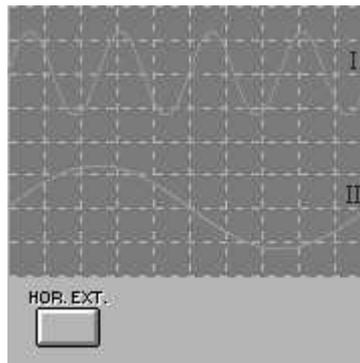
medidas cuantitativas (habrá que dividir la medida realizada en pantalla por el factor indicado).



4.3.5 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).

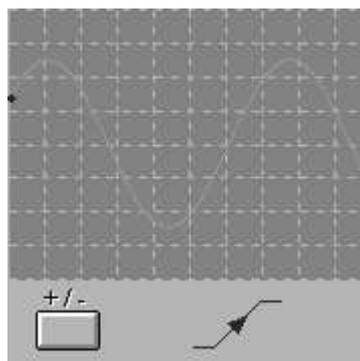
Como veremos en el capítulo dedicado a las medidas esto nos permite visualizar curvas de respuesta ó las famosas figuras de *Lissajous*, útiles tanto para la medida de fase como de frecuencia.



4.4 Sistema de disparo

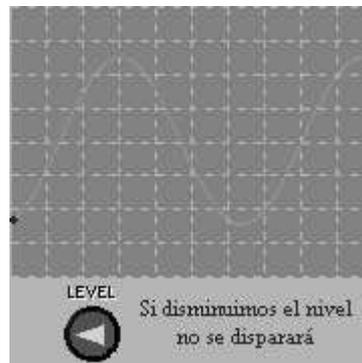
4.4.1 Sentido

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.



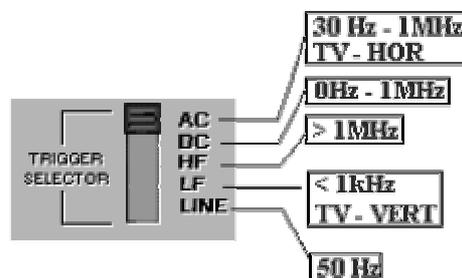
4.4.2 Nivel

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.



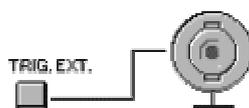
4.4.3 Acoplamiento

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.



4.4.4 Exterior

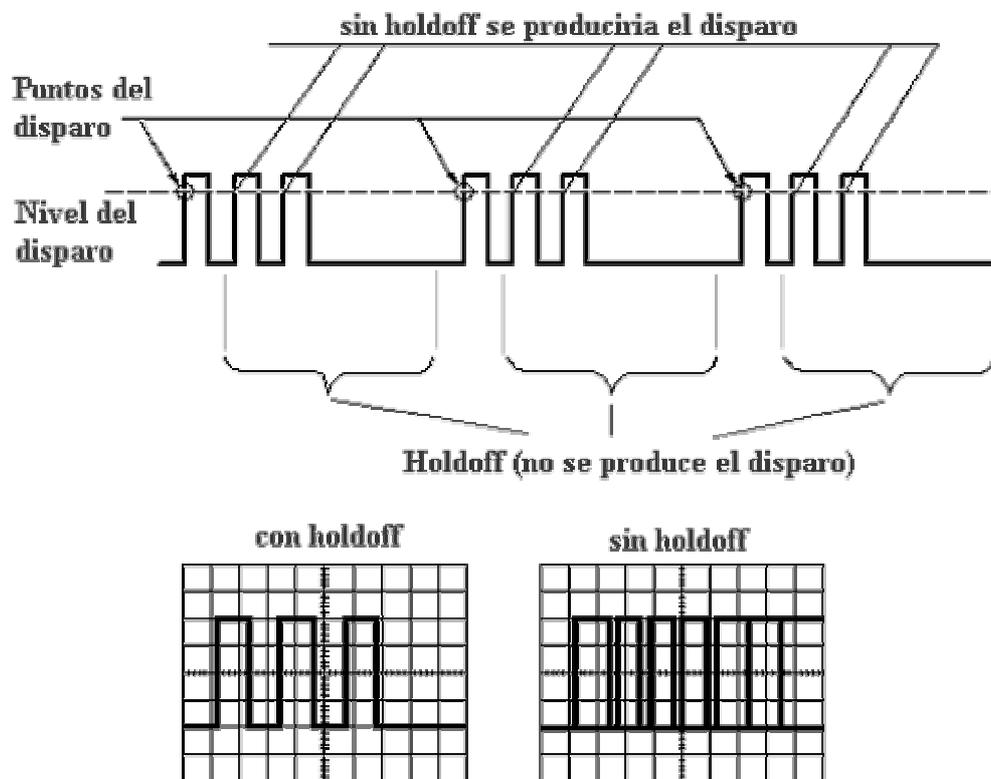
La situación normal es que se permita al osciloscopio quien internamente dispare la señal de entrada. Esto permite sincronizar casi todas las señales periódicas siempre que la altura de la imagen supere un cierto valor (generalmente muy pequeño, del orden de media división). Para algunas señales complicadas, 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.



4.5 Otros

4.5.1 Holdoff

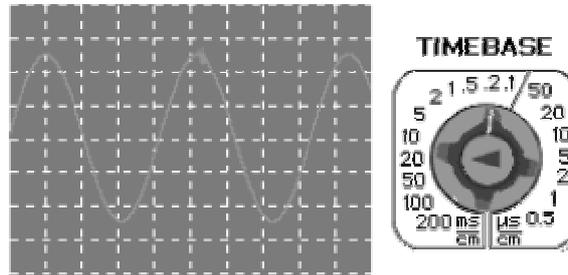
Podría traducirse como mantener (*hold*) desconectado (*off*). Este control no está incluido en los osciloscopios de nivel bajo ó medio. Se utiliza cuando deseamos sincronizar en la pantalla del osciloscopio señales formadas por trenes de impulsos espaciados en el tiempo. Se pretende que el osciloscopio 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.



4.5.2 Línea 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:

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

5 EL OSCILOSCOPIO: Técnicas de medida

5.1 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.

5.2 La pantalla

Fíjate 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 las líneas centrales, tanto en horizontal como en vertical, cada división o cuadro posee unas marcas que la dividen en 5 partes iguales (utilizadas como veremos más tarde para afinar las medidas).

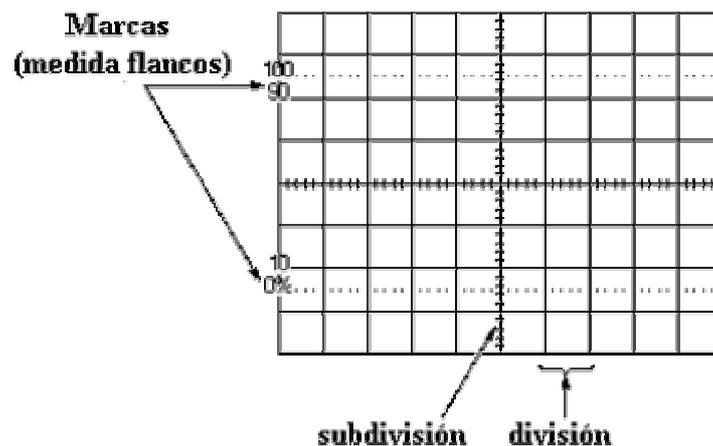


Fig. 17: Divisiones y subdivisiones en pantalla

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.

5.3 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.

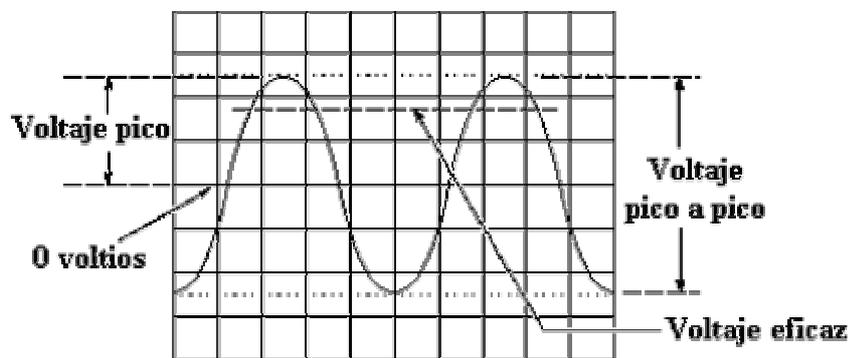
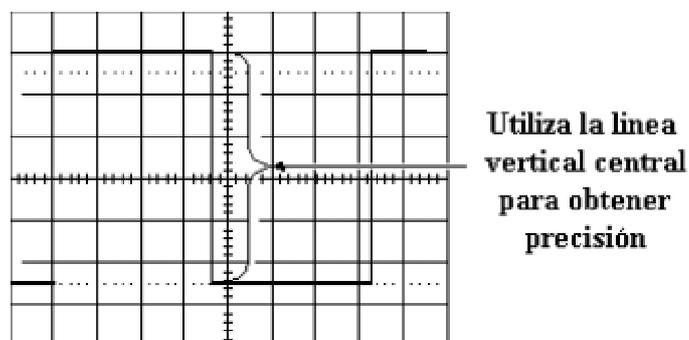


Fig. 18: Representación voltajes: pico, pico a pico, eficaz

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.

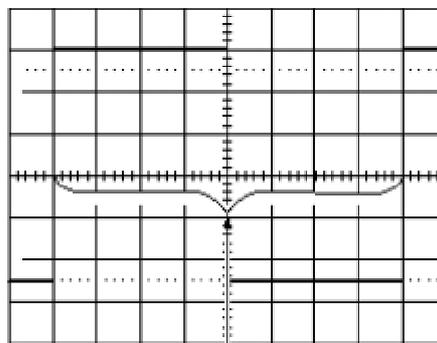


Algunos osciloscopios poseen en la pantalla un cursor que permite tomar las medidas de tensión sin contar el número de divisiones que ocupa la señal. Básicamente el cursor son

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.

5.4 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 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.



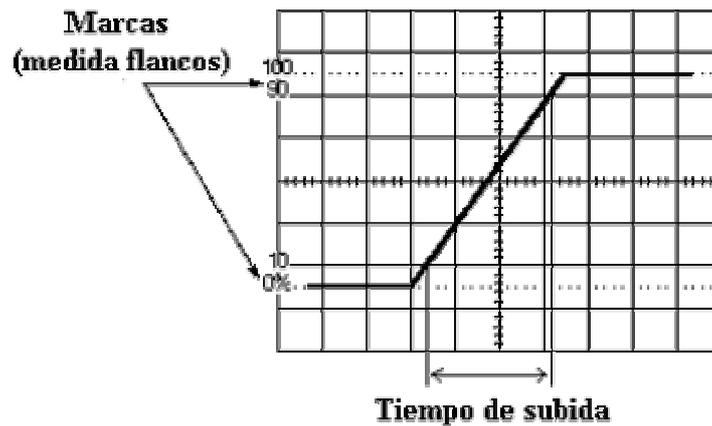
**Utiliza la línea horizontal central
para obtener precisión**

5.5 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 estándar 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.



5.6 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 sinusoidales.) 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

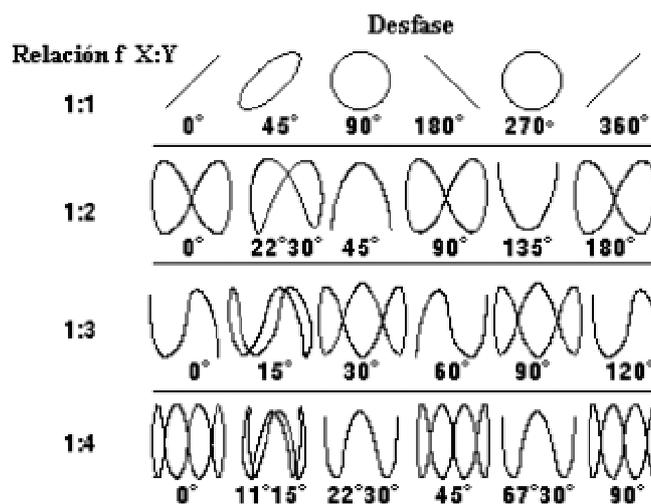
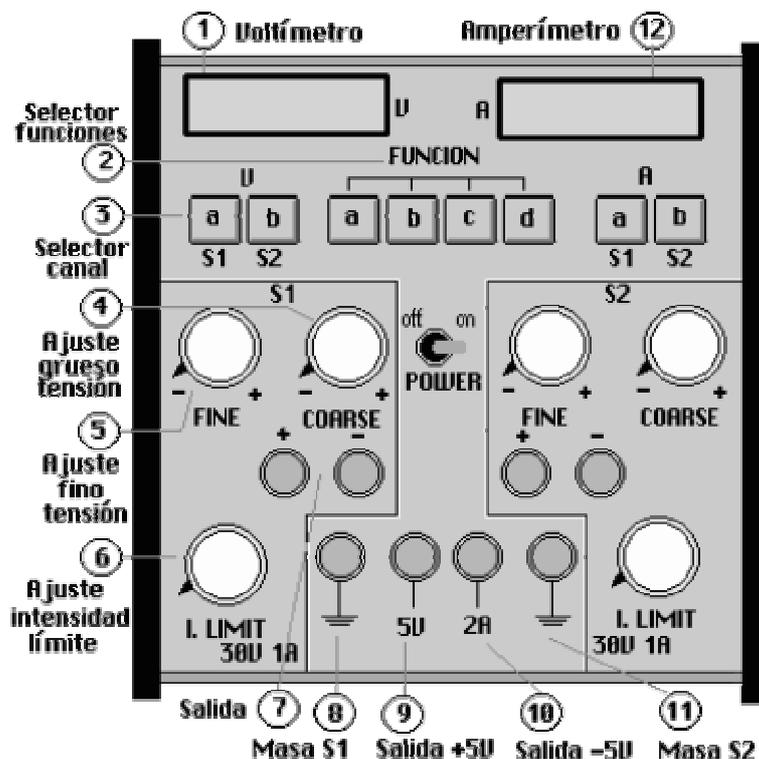


Fig. 19: Figuras para modo XY en equipos con doble sonda

6 FUENTES DE ALIMENTACIÓN

Presentamos dos fuentes de alimentación tipo y cual puede ser su modo de operación de una forma genérica. A partir de estas podemos obtener una base sobre el manejo de las distintas fuentes de alimentación.



1. Voltímetro: En este *display* leemos la tensión entregada por la fuente para cada uno de los dos canales (S1 o S2 según esté pulsado el selector de canal).

2. Selector de funciones: Por medio de este selector elegimos el modo de funcionamiento de la fuente: independiente, simétrico, serie y paralelo (modos de operación con el selector de funciones).

3. Selector de canal: Con la función independiente disponemos de dos fuentes en las que podemos regular la tensión e intensidad por cada una de ellas.

4-5. Ajuste de tensión: Por medio de los controles grueso y fino (los de la izquierda para S1, fuente 1, y los de la derecha para S2, fuente 2) regulamos la tensión de salida que aparecerá constantemente en el voltímetro (*display*).

6. Ajuste de la intensidad límite: Cortocircuitando la salida de la fuente a usar, regulamos la corriente máxima por medio de este control (el de la izquierda para S1 y el de la derecha para S2). El amperímetro (*display*) indicará constantemente el valor de la corriente de salida.

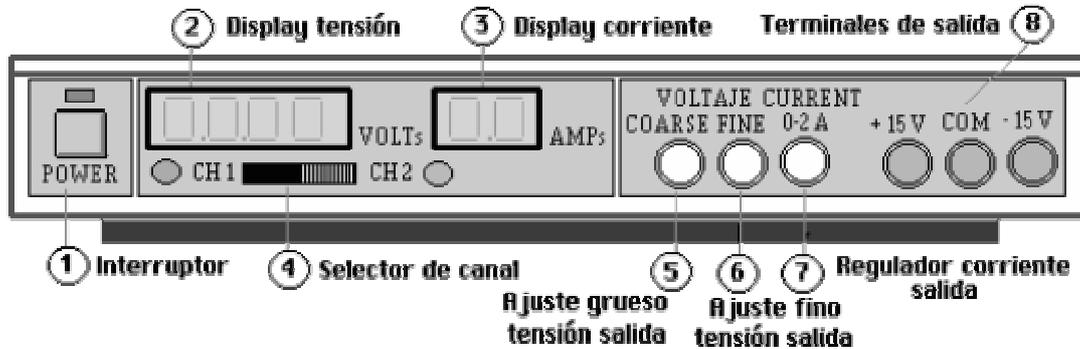
7. Salidas.

8. Masa de canal 1.

9-10. Salida de +5 V, -5 V: Aquí disponemos de una salida de 5 V, 2 A independiente de los demás controles para la aplicación principalmente en montajes digitales con tecnología TTL.

11. Masa de canal 2.

12. Amperímetro: En este *display* leemos la intensidad entregada por la fuente para cada uno de los canales (S1 o S2 según esté pulsado el selector de canal).



En términos generales, con esta fuente se seguirá el mismo procedimiento que con la anterior, sin embargo podemos comentar diversas peculiaridades:

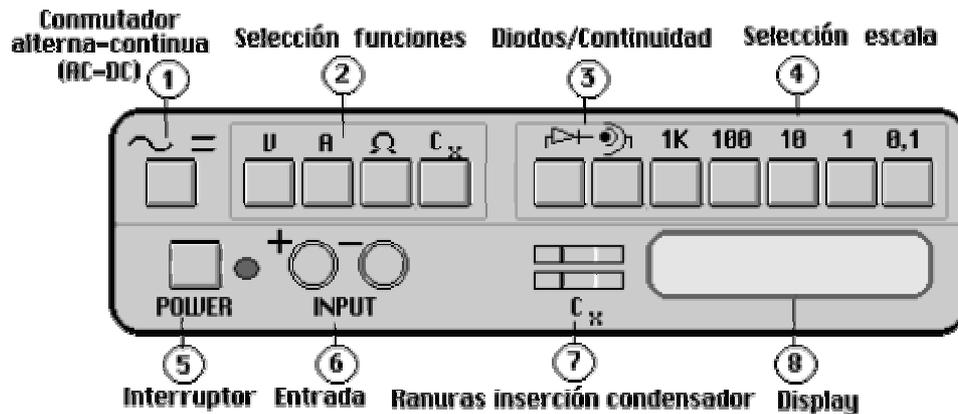
Disponemos de salidas simétricas que van de 0 a +/- 15 V, y una regulación de intensidad de 0 a 2 A. La existencia de dos canales, CH1 y CH2, nos permite seleccionar el tipo de fuente que vayamos a utilizar, pues estos canales están conectados internamente entre sí, pero con polaridad inversa, de tal forma que cualquier tensión positiva o negativa seleccionada previamente puede cambiar de polaridad a través del interruptor 4 (selector de canal).

Para una correcta obtención de tensión actuaremos sobre los ajustes grueso y fino de la tensión de salida y sobre los terminales de salida. Dependiendo de la salida que deseemos obtener así será la conexión de estos terminales: para una salida simétrica se actúa sobre los conectores +15 V y -15 V; para una salida negativa lo haremos sobre el común (COM) y -15 V, etc. Entre el terminal +15 y -15, sin usar el común, podemos obtener hasta 30 V.

La regulación de intensidad límite se hace igual que en el caso de la fuente anterior.

7 DISPOSITIVOS GENERADORES DE SEÑAL

A continuación se muestra un generador de señal típico:



1. Conmutador alterna-continua: se seleccionará una u otra opción dependiendo de la tensión (continua o alterna).

2. Selección de funciones: determinamos que medida vamos a realizar; medida de resistencia (ohmios), de capacidad (condensadores), de tensión, o de corriente.

3. Diodos y continuidad: para la comprobación de diodos (obtenemos tensión de codo), y comprobación de continuidad (el circuito no está abierto).

4. Selección de escala: utilizaremos una escala superior al valor de la medida que vayamos a realizar. Si esta es desconocida, empezaremos por la escala mayor e iremos bajando sucesivamente hasta obtener el resultado de nuestra medida. Si la medida sobrepasa el valor de fondo de escala seleccionada, algunos polímetros suelen indicarlo mediante el parpadeo de las cifras que aparecen en el display.

5. Interruptor.

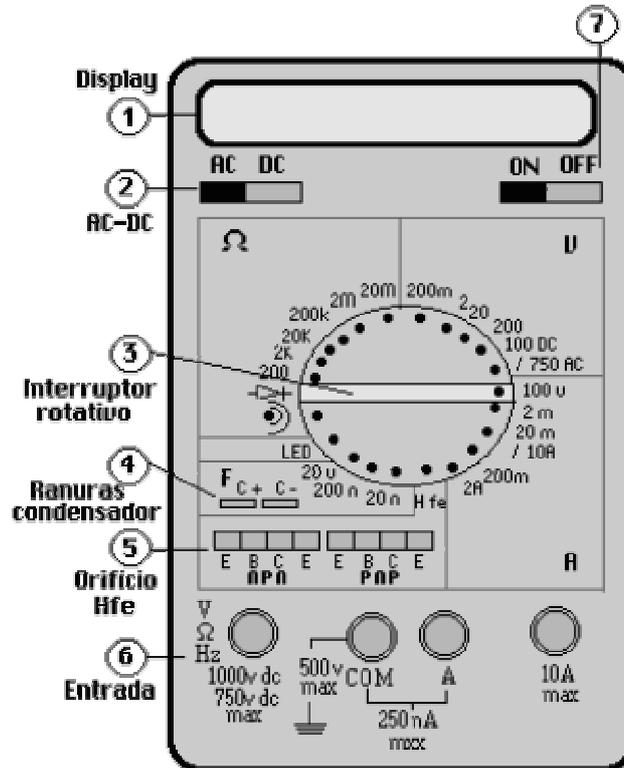
6. Entrada: en ella se conectan las puntas de medida (Ejemplos de distintas entradas y forma de conectar).

7. Ranuras de inserción del condensador: aquí insertamos el condensador cuya capacidad vamos a medir.

8. Pantalla o *display*.

8 MULTÍMETROS GENÉRICOS

8.1 Multímetro digital genérico



1. Display.

2. Conmutador alterna-continua (AC/DC): se seleccionará una u otra opción dependiendo de la tensión (continua o alterna).

3. Interruptor rotativo: Selección de funciones y escalas: rotando el cursor conseguimos seleccionar la magnitud (tensión, intensidad, etc.) y el valor de escala (siempre mayor a la medida en cuestión).

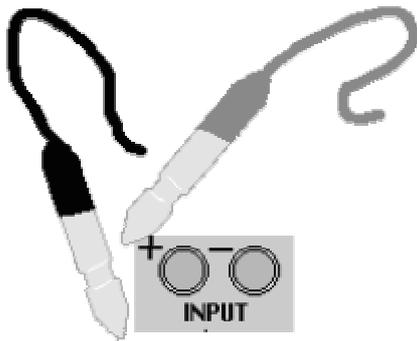
4. Ranuras de inserción de condensadores: aquí insertamos el condensador cuya capacidad vamos a medir.

5. Orificio para la Hfe de los transistores: aquí insertamos el transistor cuya ganancia vamos a medir.

6. Entradas: en ellas se conectan las puntas de medida (Ejemplos de distintas entradas y forma de conectar).

7. Interruptor.

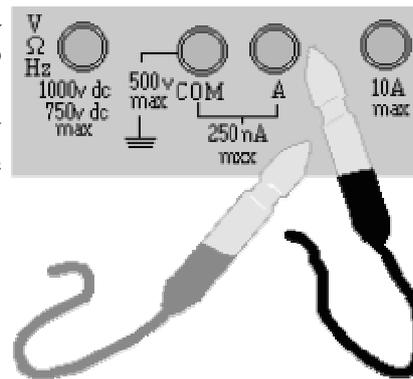
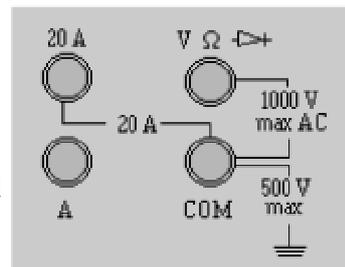
8.2 Entradas para el multímetro



Si solamente se dispone de dos bornes para las entradas conectamos el terminal negro a masa (negativo) y el rojo al positivo.

Cuando existen más de dos bornes el procedimiento es el siguiente:

El terminal negro siempre estará conectado a la masa o común (COM). Dependiendo de la magnitud a medir el otro terminal lo insertaremos en la opción de tensión (V), intensidad (A), resistencias (Ohmios), etc., y siempre en la escala superior a la medida que vayamos a realizar.



9 SENSORES DE TEMPERATURA

9.1 Termistores

Los termistores, o resistores térmicos, son dispositivos semiconductores que se comportan como resistencias con un coeficiente de temperatura de resistencia alto y, generalmente negativo. En algunos casos, la resistencia de un termistor a temperatura ambiente puede disminuir hasta un 6% por cada 1°C que se eleve la temperatura. Dada esta alta sensibilidad al cambio de temperatura hacen al termistor muy conveniente para mediciones, control y compensar con precisión la temperatura.

El uso de termistores está muy difundido en tales aplicaciones, en especial en el rango más bajo de temperatura de -100°C a 300°C.

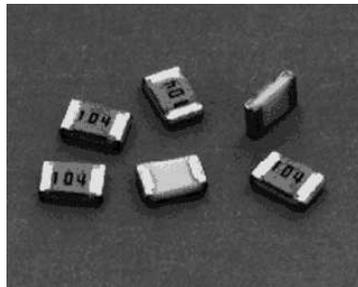


Fig. 20: Detalle integrado termistor

Los termistores se componen de una mezcla sintética de óxidos de metales, como manganeso, níquel, cobalto, cobre, hierro y uranio. Su rango de resistencia va de 0.5 ohms. a 75 ohms y están disponibles en una amplia gama de formas y tamaños. Los más pequeños son cuentas con un diámetro de 0.15 mm a 1.25 mm. Las cuentas se pueden colocar dentro de una barra de vidrio para formar sondas que son más fáciles de montar que las cuentas. Se hacen disco y arandelas presionando el material termistor en condiciones de alta presión en formas cilíndrica y plana con diámetros de 2.5 mm a 25 mm. Las arandelas se pueden apilar y conectar en serie o paralelo con el fin de incrementar la disipación de potencia.

Tres **características** importantes del termistor lo hacen extremadamente útil en aplicaciones de medición y control:

- a) Resistencia-temperatura
- b) Voltaje-corriente
- c) Corriente-tiempo

Las características resistencia-temperatura de la figura muestran que un termistor tiene coeficiente de temperatura de resistencia muy elevado y negativo, lo cual lo convierte en un TRANSDUCTOR DE TEMPERATURA IDEAL.

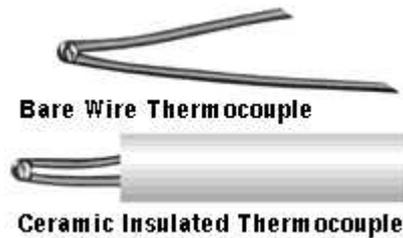
En la característica voltaje-corriente de la figura se observa que la caída de voltaje a través de un termistor aumenta con el incremento de corriente hasta que alcanza un valor pico, más allá del cual la caída de voltaje decrece con el incremento de la corriente.

El constantano es una aleación de 55% de cobre y 45% de níquel.

Cromel = Aleación de Cromo y Níquel

Alumel = Aleación de aluminio, manganeso y níquel.

9.2 Termopares



Un **termopar** es un dispositivo de estado sólido que se utiliza para convertir la energía en voltaje. Consta de dos metales diferentes empalmados en una junta.

Pueden utilizarse como materiales para la fabricación de termopares, tales como: hierro y constantano, cobre y constantano o antimonio y bismuto.

Los termopares se emplean como sensores de temperatura e instrumentos semejantes a los termómetros denominados pirómetros. En un pirómetro, el voltaje producido por un termopar origina que una corriente circule a través de un medidor eléctrico, el cual se calibra para indicar directamente el valor de la temperatura. Un termopar puede colocarse en un horno; cuando aumenta la temperatura en el horno, también aumenta el voltaje que se genera en el termopar. En consecuencia pasa más corriente por el medidor. En tal caso, el medidor indica el aumento de corriente como una temperatura mayor. Con los pirómetros se puede medir con mucha precisión, temperaturas que van desde 2700 hasta 10,800°F (1,500 a 6,000°C).

Los termopares comerciales se designan por letras (T,E,J,K,R) que identifican los materiales que contienen, se especifican generalmente por su sensibilidad o coeficiente térmico MV/°C.

BIBLIOGRAFÍA

- Pallás Areny, R. "Instruments electrònics bàsics". Col·lecció Aula. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona 1992.
- Rateau, R. "Osciloscopios. Funcionamiento y utilización". Paraninfo, Madrid 1999.
- Benet Gilabert. "Ejercicios de Instrumentación", 2ª Ed. Servicio de Publicaciones UPV. 90-174, 1990.
- Benlloch y A. Valera Fernández. "Experiencias Prácticas de Instrumentación". Servicio de Publicaciones UPV. 93-690, 1993.
- Helfrick A.D., Cooper W.D. "Modern Electronic Instrumentation and Measurement Techniques", Prentice-Hall. New Jersey 1990
- Buchla D., McLachlan, W. "Applied Electronic Instrumentation and Measurement". Maxwell McMillan Intern. Edit. New York 1992.
- Jones and A.F. Chin. "Electronic Instruments and Measurements", 2nd Ed., Prentice Hall, 1991.
- Tran Tien Lang. "Computerized Instrumentation". John Wiley & Sons, 1991.
- Craig Marven, Gillian Ewers. "A simple approach to digital processing". Texas Instruments, 1994.