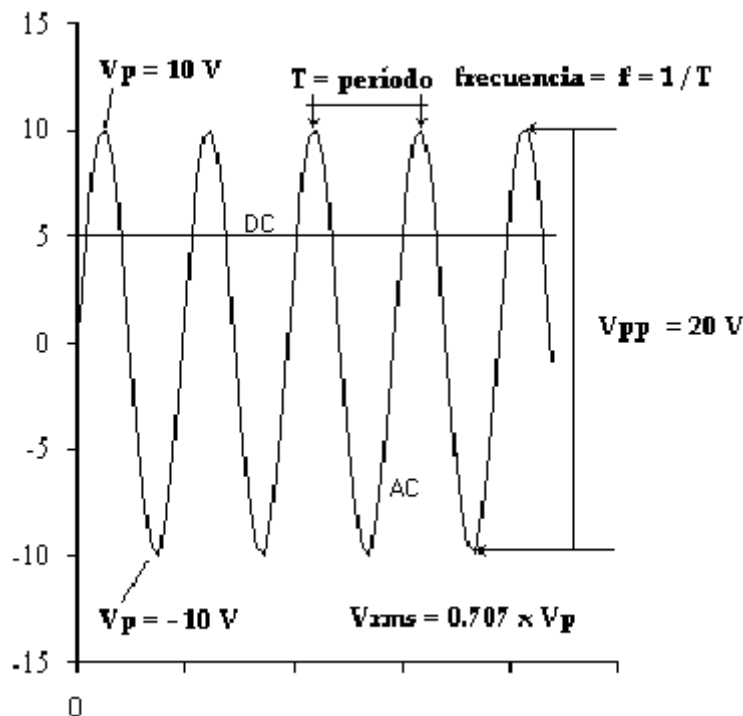


Corriente Alterna

La diferencia con la corriente continua, que circula solo en un sentido, es que la corriente alterna (como su nombre lo indica) tiene una corriente que circula durante un tiempo en un sentido y después en sentido opuesto, volviéndose a repetir el mismo proceso en forma constante.

Este tipo de corriente es la que nos llega a nuestras casas porque se distribuye con menos pérdidas que la continua, aunque para alimentar la TV, el equipo de sonido, la lavadora, la refrigeradora, etc, necesitamos transformarla en continua.

Si vemos el siguiente gráfico quedará más claro:



Observamos en el gráfico la representación de una tensión alterna senoidal,

Este voltaje varía continuamente, y para saber que tensión tenemos en un momento específico, utilizamos la fórmula:

$$e = V_p * \text{sen}(wt + \theta)$$

donde V_p (V pico) (*ver gráfico*) es el valor máximo que obtiene la onda y $(wt + \theta)$ es el valor de un ángulo en un instante de tiempo determinado, se mide en grados.

Las señales alternas se pueden clasificar en:

Periódicas.- Se repiten continuamente a lo largo del tiempo (*ver gráfico*).

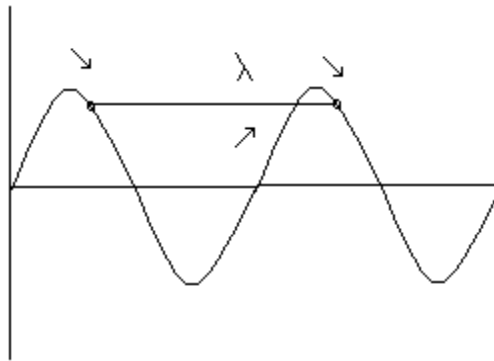
No periódicas.- Son aquellas señales alternas que varían continuamente de valor pero estos valores de tensión no se repiten cíclicamente en el tiempo.

Magnitudes periódicas de una señal alterna

FRECUENCIA: (f) Es el número de ciclos que se producen en un segundo, se miden en ciclos/segundo (c/s) o Hertzios (Hz).

PERIODO: (T) El tiempo necesario para que un ciclo de la señal se produzca, se llama período (T) y tiene la fórmula: $T = 1/f$, o sea el período (T) es el inverso de la frecuencia. (f), se mide en segundos (s).

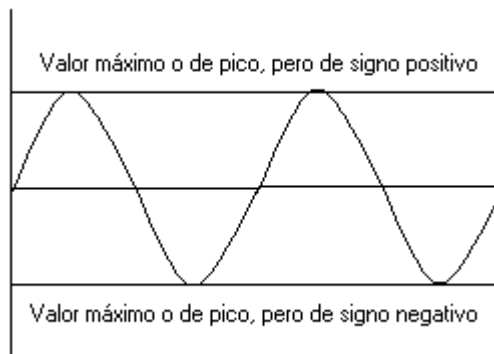
CICLO: (λ) Intervalo de la señal comprendida entre dos puntos de la onda del mismo potencial y con igual tendencia.



VALOR INSTANTÁNEO: Valor de la tensión a cada instante de tiempo, viene definido por la expresión:

$$e = V_p * \text{sen}(wt + \theta)$$

VALOR MÁXIMO O VALOR DE PICO (V_p): En Voltios, el valor máximo, ya sea negativo o positivo, que puede llegar a alcanzar el voltaje



VALOR PICO-PICO:(V_{pp}) Analizando el gráfico se ve que hay un voltaje máximo y un voltaje mínimo también llamado tensión de valle. La diferencia entre estos dos voltajes es el llamado voltaje pico-pico (V_{pp}) y es igual al doble del Voltaje Pico (V_p) (ver gráfico).

$$V_{pp} = 2V_p$$

VOLTAJE EFICAZ: (V_{Ef}): Se puede obtener el voltaje equivalente en corriente continua (V_{rms}) de esta tensión alterna con ayuda de la fórmula:

$$V_{Ef} = \frac{V_p}{\sqrt{2}} \qquad V_{pp} = 2V_p \qquad V_{Ef} = \frac{V_{pp}}{2\sqrt{2}}$$

Este valor de voltaje es el que obtenemos cuando utilizamos un voltímetro.

VALOR MEDIO: (V_{Md}) Medida aritmética de valores instantáneos de un semiperiodo.

$$V_{Md} = \frac{2V_p}{\pi} \qquad V_{Md} = \frac{2\sqrt{2}V_{Ef}}{\pi}$$

Potencia eléctrica

Se define la potencia como el producto de tensión por intensidad, se mide en vatios.

$$P_{ef} = V_{ef} * I_{ef} \quad P_{ef} = \frac{V_p * I_p}{2} \quad P_{ef} = \frac{V_{pp} * I_{pp}}{8} \qquad \text{También } P = \frac{V^2}{R} \text{ ó } P = I^2 * R$$

En corriente alterna el producto de voltios eficaces por amperios eficaces dará vatios eficaces, por lo tanto, no es posible multiplicar tensiones eficaces con corrientes pico a pico o de pico y viceversa.

En el anexo I, se muestran los múltiplos y submúltiplos que se utilizan habitualmente cuando las unidades eléctricas empleadas no son “cómodas”.

Anexo I

Prefijo	Abreviatura	Multiplicador
Tera	T	10^{12}
Giga	G	10^9
Mega	M	10^6
Kilo	K	10^3
Unidad Fundamental: voltio, amperio, vatio, ohmio, faradio, henrio, segundo...		
Mili	m	10^{-3}
Micro	μ	10^{-6}
Nano	n	10^{-9}
Pico	p	10^{-12}

Medidores Eléctricos

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.

Posibilidades de un osciloscopio

Básicamente:

- 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.

Tipos de osciloscopios

Se dividen en dos tipos: *Analógicos* y *Digitales*

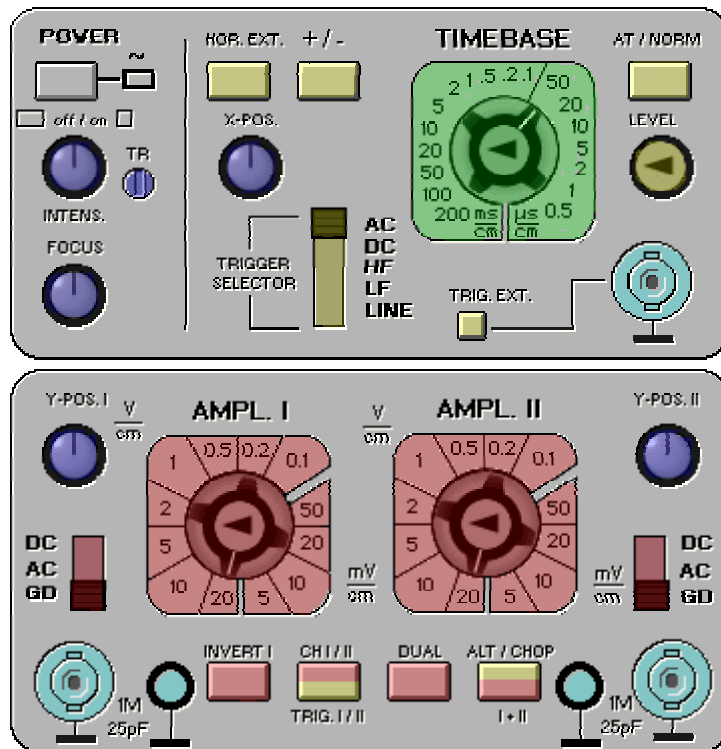
Ambos tipos tienen sus ventajas e inconvenientes. Los analógicos son preferibles cuando es prioritario visualizar variaciones rápidas de la señal de entrada en tiempo real. Los osciloscopios digitales se utilizan cuando se desea visualizar y estudiar eventos no repetitivos (picos de tensión que se producen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

Controles de 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:

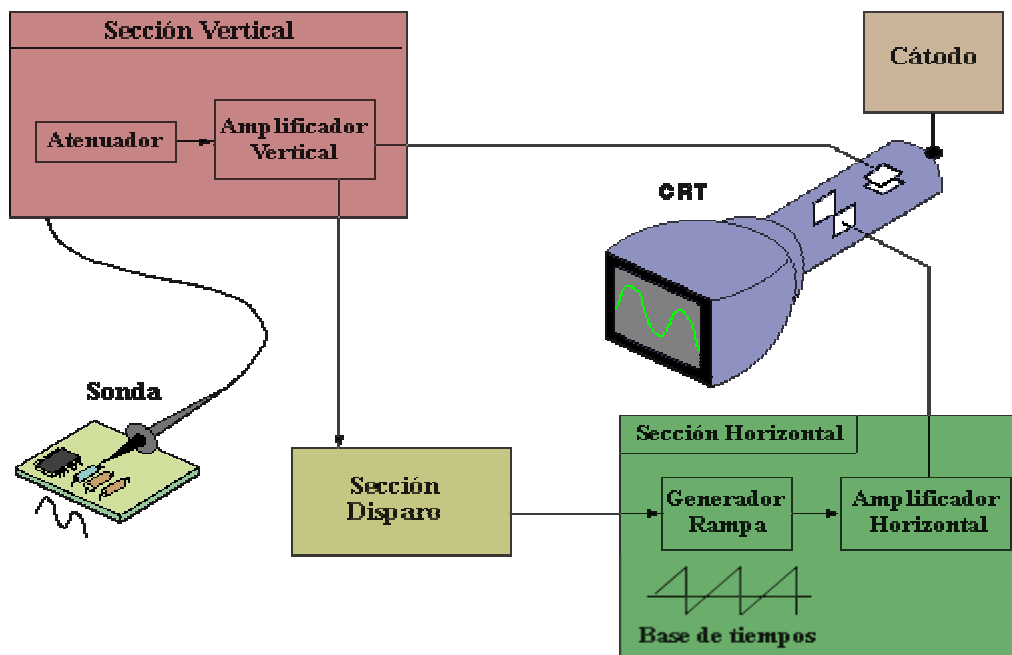
- Vertical
- Horizontal
- Disparo
- Control de la visualización
- Conectores



Funcionamiento de 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).

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.

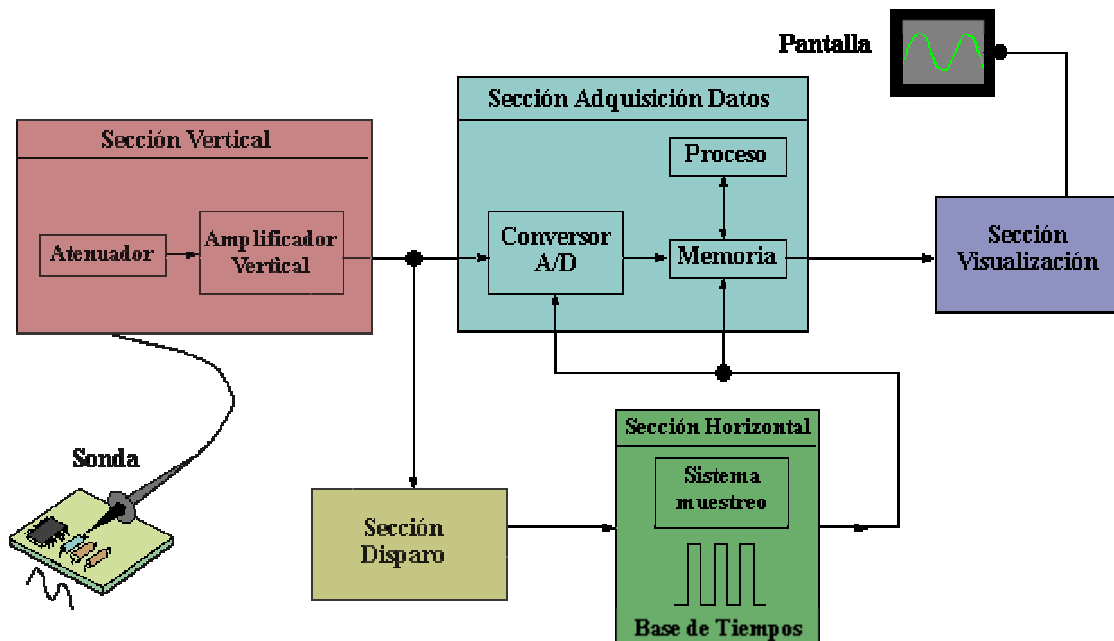
Por supuesto, también deben ajustarse los controles que afectan a la visualización: FOCUS (enfoque), INTENS. (Intensidad) nunca excesiva, Y-POS (posición vertical del haz) y X-POS (posición horizontal del haz).

Osciloscopios digitales:

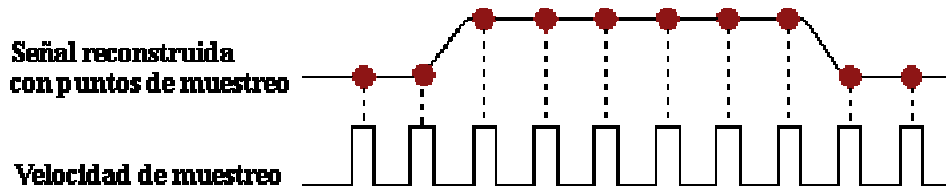
Los osciloscopios digitales poseen además de las secciones explicadas anteriormente un sistema adicional de proceso de datos que permite almacenar y visualizar.

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 hacia 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.



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.

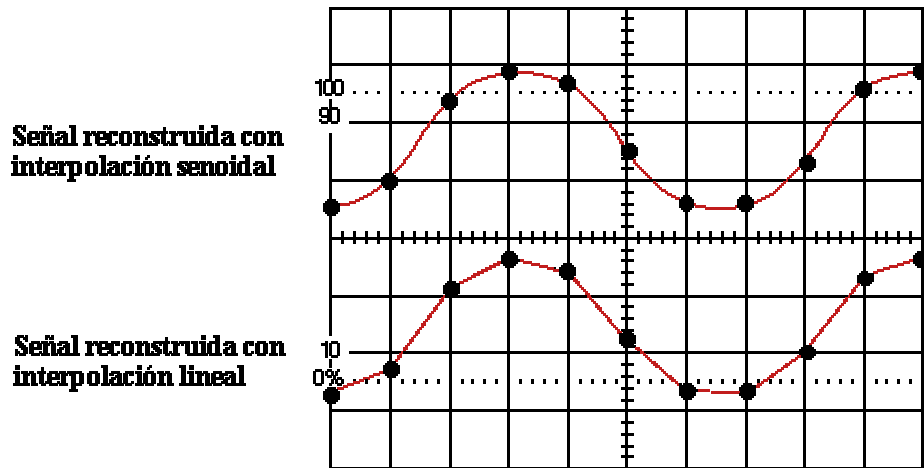
Muestreo en tiempo real con Interpolación

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:

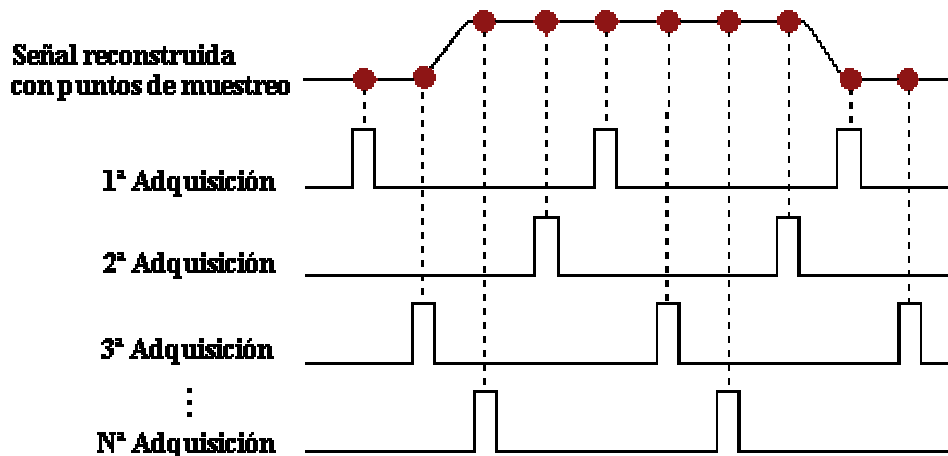
Lineal: Simplemente conecta los puntos muestreados con líneas.
Senoidal: Conecta los puntos muestreados con curvas según un proceso matemático, de esta forma los puntos intermedios se calculan para rellenar los espacios entre puntos reales de muestreo.

Usando este proceso es posible visualizar señales con gran precisión disponiendo de relativamente pocos puntos de muestreo.



1. 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



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.

Tipos de ondas

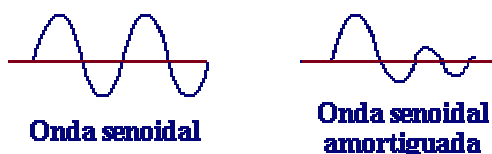
Se pueden clasificar las ondas en los cuatro tipos siguientes:

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

1. 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 fenómeno de oscilación, pero que no se mantienen en el tiempo.



2. Ondas cuadradas y rectangulares

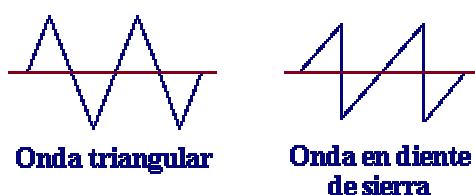
Las ondas cuadradas son básicamente ondas que pasan de un estado a otro de tensión, a intervalos regulares, en un tiempo muy reducido. Son utilizadas usualmente para probar amplificadores (esto es debido a que este tipo de señales contienen en si mismas todas las frecuencias). La televisión, la radio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

3. Ondas triangulares y en diente de sierra

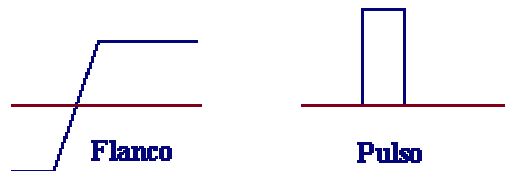
Se producen en circuitos diseñados para controlar voltajes linealmente, como pueden ser, por ejemplo, el barrido horizontal de un osciloscopio analógico ó el barrido tanto horizontal como vertical de una televisión. Las transiciones entre el nivel mínimo y máximo de la señal cambian a un ritmo constante.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



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.



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.

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 atenúa 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 convertor A/D). En los osciloscopios de calidad se llega a velocidades de muestreo de Mega muestras/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 convertor 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.

Generador de Baja Frecuencia

Es un aparato que como su nombre indica, sirve para generar señales, podemos variar el formato de dichas señales en cuanto a forma, amplitud, frecuencia y tensión continua de salida.

Opciones del generador de señales

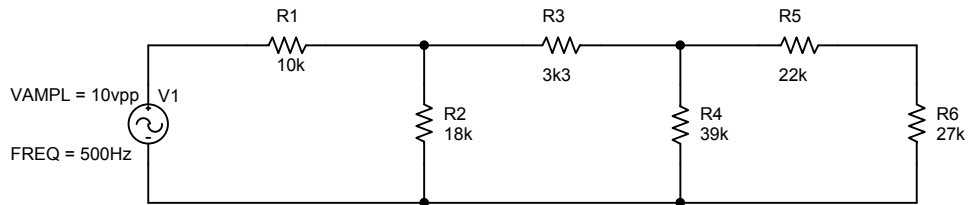
- Consta de selector de tipo de señal:
 - Senoidales
 - Cuadradas: con una opción especial, en algunos casos: TTL, usadas en electrónica digital, y que suponen una Amplitud de 5V pico a pico.
 - Y en algunos casos triangulares.
- Selector de frecuencia, que oscilará entre 20 Hz, y los 200 Khz.
- También podemos variar el voltaje de la onda, mediante el potenciómetro de amplitud.
- DC Offset, sobre la tensión alterna, ajustamos tensión continua.

NOTA: es importante tener en cuenta que la resistencia interna del generador de funciones es de 600 ohmios, por lo que la señal de salida se verá afectada cuando conectemos circuitos de baja resistencia.

CORRIENTE ALTERNA

MAGNITUDES ELÉCTRICAS, LEY DE OHM E INSTRUMENTACIÓN

1º.- Montar el circuito de la figura.



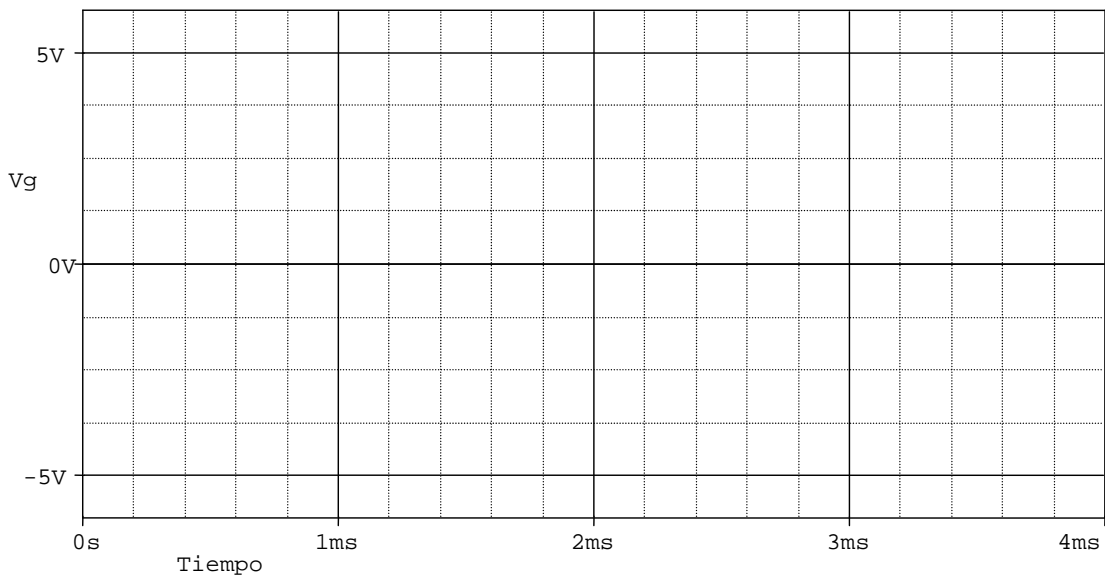
2º.- Dibujar la forma de onda que suministra el generador, indicando periodo, así como su valor eficaz, valor medio y valor de pico.

$$T = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$V_{ef} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$V_{med} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$V_p = \underline{\hspace{2cm}}$$



3°.- Determinar la caída de tensión en todas las resistencias, anotar los resultados en la **tabla 1**.

	Calculado	Medido - Polímetro	Medido - Osciloscopio	Workbench
V_{R1}		*	*	
V_{R2}				
V_{R3}		*	*	
V_{R4}				
V_{R5}		*	*	
V_{R6}				

Tabla 1

* Las medidas de tensión de las resistencias 1, 3 y 5 no se pueden realizar porque provocamos cortocircuitos con las masas de los instrumentos de medida.

4°.- Medir con el polímetro las tensiones que aparecen en cada resistencia y anotar el valor de la medida en la **tabla 1**, indicando en que valor están expresados.

5°.- Medir con el osciloscopio y repetir en apartado 4.

6°.- Verificar si se cumple la relación entre valor eficaz (medido con el polímetro) y valor pico a pico (medido con el osciloscopio).

$$V_{R2} = \text{_____} \quad V_{ef} = \text{_____} \quad V_{pp}$$

$$V_{R4} = \text{_____} \quad V_{ef} = \text{_____} \quad V_{pp}$$

$$V_{R6} = \text{_____} \quad V_{ef} = \text{_____} \quad V_{pp}$$

7°.- Indicar que potencia eficaz disipa R4.

8°.- Implementar el esquema propuesto en Workbench y completar la columna correspondiente de la **tabla 1**.