



Física Experimental 2



Práctica 3 - Osciloscopio: funcionamiento básico

1. Objetivos

- Aprender el funcionamiento del osciloscopio, instrumento muy importante para realizar medidas eléctricas.
- En el marco de la práctica, a través de un simulador, se utilizará el osciloscopio para analizar cualitativamente el comportamiento de un circuito RC en régimen transitorio.

2. Osciloscopio

Este material es complementario al video que se encuentra disponible en la página del curso.

2.1. Descripción general

El osciloscopio es un instrumento que permite realizar medidas y análisis de voltajes eléctricos en función del tiempo. Los osciloscopios pueden ser analógicos o digitales. Por motivos didácticos abordaremos los fundamentos del osciloscopio analógico, que es además el osciloscopio que usarán en el laboratorio.

En un osciloscopio analógico se tiene un tubo de rayos catódicos que emite electrones. El haz de electrones generado por el cátodo y acelerado por el ánodo pasa por un sistema de deflexión y llega a una pantalla de fósforos que se ilumina por el impacto de los electrones. Si se aplica una diferencia de potencial a cualquiera de las dos parejas de placas de desviación, tiene lugar una desviación del haz de electrones debido al campo eléctrico creado por la tensión aplicada. La tensión a medir se aplica a las placas de desviación vertical. La desviación del punto luminoso en la pantalla será entonces proporcional a la tensión que se quiere medir.

En la figura 1 se presentan los elementos fundamentales que lo componen:

- Tubo de rayos catódicos: emite los electrones que luego son proyectados sobre la pantalla.
- Sistema de desviación vertical: consiste en dos placas paralelas horizontales y es gobernado por la señal de entrada que se quiere analizar (que puede ser amplificada). A través de las placas de desviación se deflecta el haz de electrones que se proyecta sobre la pantalla en la dirección vertical.

- Sistema de desviación horizontal: formado por un par de placas paralelas verticales, las cuales deflectan el haz horizontalmente mediante una señal (interna) diente de sierra, correspondiente a la escala temporal que se desea analizar. Esto se explica con más detalle en la próxima sección.

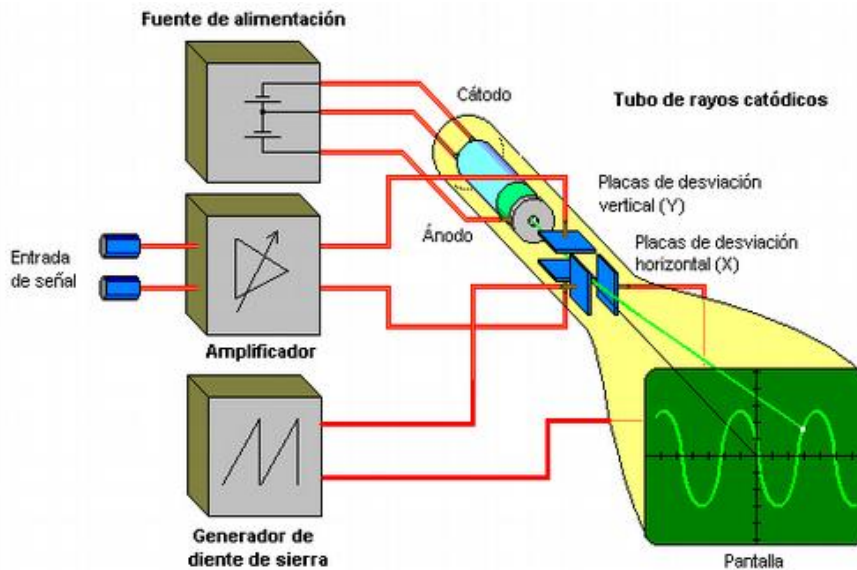


Figura 1: Esquema básico para explicar el funcionamiento de un osciloscopio. Figura de <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Osciloscopio.png> CC

2.2. Observaciones en la pantalla y funcionamiento básico

El panel que se describe en la figura 2 es de un Osciloscopio GWINSTEK GOS-620 pero todos los osciloscopios presentan un panel de características similares.

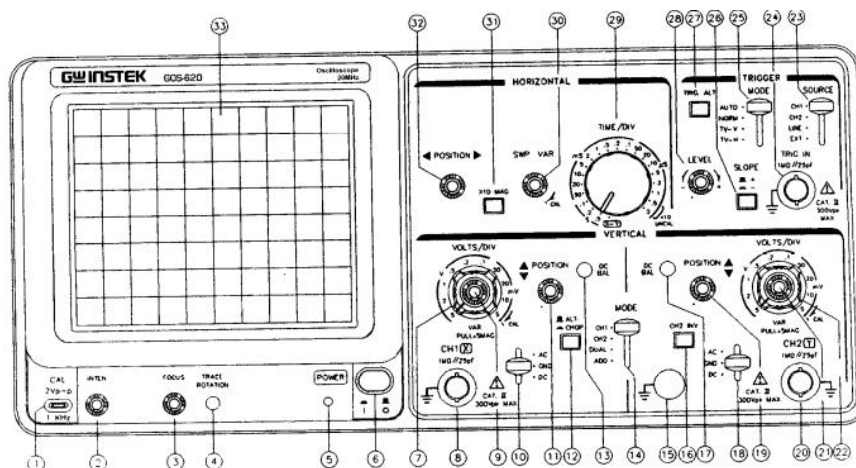


Figura 2: Panel delantero del osciloscopio.

Introduzcamos una señal $V(t)$ entre las placas de deflexión vertical del tubo de rayos catódicos y mantengamos las placas de deflexión horizontal cortocircuitadas a tierra.

El haz se moverá solamente en sentido vertical. Supongamos que la señal introducida es de la forma $V(t) = V_0$, constante en el tiempo. Si $V_0 = 0$, observaremos un único punto en el centro de la pantalla. Si V_0 es ahora diferente de cero, se observará un punto en la pantalla, pero éste estará por encima o por debajo del centro de la misma. La distancia deflectada es proporcional al voltaje V_0 . Si la señal $V(t)$ es periódica pero variable en el tiempo, por ejemplo sinusoidal de la forma $V(t) = V_0 \cdot \sin \omega t$, en la pantalla el haz dibujará una recta vertical, o se verá un punto que se mueve verticalmente hacia arriba y hacia abajo, si la señal es lo suficientemente lenta. El largo de ese recorrido vertical es proporcional al voltaje pico a pico V_{pp} de la señal $V(t)$, o sea proporcional a $2 \cdot V_0$.

Introduzcamos ahora una señal *diente de sierra* o rampa (Figura 3 b) entre las placas de deflexión horizontal del tubo de rayos catódicos, y mantengamos las placas verticales cortocircuitadas a tierra. Esta señal vertical provocará un movimiento horizontal del haz sobre la pantalla que se traducirá en un punto que se mueve de izquierda a derecha si la señal es lo suficientemente lenta, o en una recta horizontal si la frecuencia de la señal es alta. En este caso el punto también tiene un movimiento de izquierda a derecha, pero como este es muy rápido, nuestro ojo solo capta una recta. El tamaño de esa recta es proporcional al voltaje pico a pico de la onda diente de sierra, por lo tanto como deseamos que el haz recorra horizontalmente toda la pantalla, habrá que elegir adecuadamente su amplitud.

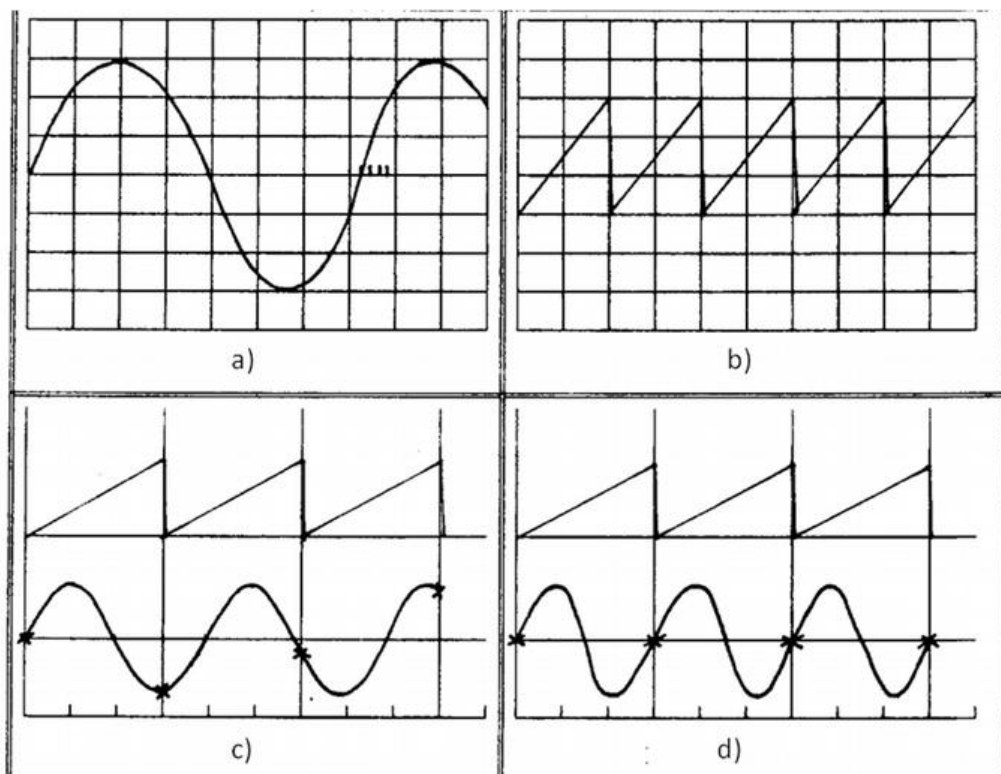


Figura 3: a) señal a medir, b) señal diente de sierra, c) el período de la señal diente de sierra no es un múltiplo de la señal a medir, d) el período de la señal diente de sierra es un múltiplo de la señal a medir.

Trabajemos ahora con un voltaje sinusoidal entre las placas verticales y uno diente de sierra entre las placas horizontales. El haz recorrerá la pantalla, influenciado por los dos campos eléctricos (el de las placas verticales y el de las placas horizontales), los cuales

varían con el tiempo del mismo modo que varían las señales introducidas. Deseamos que se pueda observar la señal $V(t) = V_0 \sin \omega t$, tal cual aparece en la figura 3a. Para eso es necesario sincronizar la frecuencia de la onda sinusoidal con la frecuencia de la rampa, de modo tal que el período de la onda "diente de sierra" sea un múltiplo del periodo de la onda sinusoidal. Así el punto donde se comienza a desviar el haz a la izquierda de la pantalla será siempre el mismo y cuando el haz recorra sucesivas veces la pantalla lo hará por el mismo lugar provocando un mismo dibujo que parecerá fijo en el tiempo (fig.3d). El sistema de sincronización o disparo (*Trigger*) permite realizar un ajuste de la sincronía entre la señal a ser analizada y la señal (diente de sierra) de barrido horizontal, para la visualización estable en la pantalla.

Existen osciloscopios que tienen un solo canal, que sirven para observar solamente una señal $V(t)$. Existen también osciloscopios de dos canales que tienen dos haces independientes para poder observar dos señales $V_1(t)$ y $V_2(t)$. En nuestro laboratorio disponemos de osciloscopios que con un solo haz son capaces de dibujar las dos señales $V_1(t)$ y $V_2(t)$. A estos osciloscopios se les llama osciloscopios de doble trazo y aunque tienen dos sistemas verticales (uno para cada señal) tienen una sola base de tiempo, o sea un circuito horizontal. En el osciloscopio encontraremos dos entradas (INPUT) para conectar cada uno de los canales, representados por X e Y, o CH1 y CH2. La impedancia de entrada del osciloscopio es de $1 \text{ M } \Omega$ en paralelo con una capacitancia de 20 pF .

2.3. Puntas de prueba

Una punta de prueba es un cable de cobre forrado y rodeado de una malla de metal (cable coaxial). En una de las puntas del cable se suelda un conector B.N.C., que servirá para conectarlo a la entrada del osciloscopio. En la otra punta se conectan dos terminales: uno al cable de cobre llamado *vivo* o terminal positiva y otro a la malla de metal, que oficiará de tierra y efectivamente será conectado a la tierra del osciloscopio a través del BNC. Aquí es importante resaltar que todas las terminales externas de los conectores BNC del osciloscopio están conectados a la carcasa metálica de dicho equipo, y esta a su vez a la tierra de la red eléctrica.



Figura 4: Punta de prueba

Algunas puntas de prueba tienen un circuito interno con una llave para elegir si se desea que la señal entre con el mismo voltaje que tiene (1x), no entre (GND), o entre atenuada con un voltaje 10 veces menor que el voltaje real (10x).