



## :: INTRODUCCIÓN [10.1]

Si en un circuito, es de interés medir una variable eléctrica del tipo; caída de tensión, intensidad de corriente  $I$  u otra desde los terminales o a través de un elemento tal como una resistencia eléctrica  $R$ , inductancia  $L$  o capacitancia  $C$ , solo se requiere un multímetro análogo ó digital para medir voltaje y corriente en una señal constante en el tiempo (corriente directa), y podemos medir valores promedio de una señal que varíe con el tiempo (corriente alterna). Sin embargo, si queremos conocer ó analizar la forma de una señal que varíe con el tiempo, se debe usar un instrumento de medida llamado **osciloscopio**, así se dispondrá de información adicional importante asociada con el oscilograma indicando si es una señal periódica sinusoidal, triangular (diente de sierra), cuadrada o de alguna otra forma compleja.

A continuación se ilustra un oscilograma típico que representa una senoide o señal alterna en el tiempo figura 10.1.

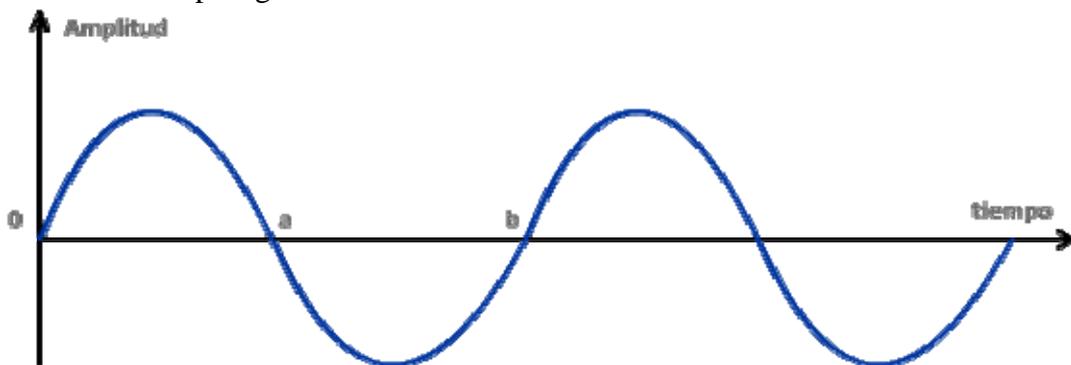


Figura 10.1

La gráfica muestra una función seno y en el eje vertical se ilustra la amplitud de la señal a la vez que en el eje horizontal se indica el intervalo de tiempo que requiere la reproducción completa de la senoide o a b y se denomina período  $T$  siendo este con la frecuencia  $f$  magnitudes inversas entre sí, como se indica  $f = \frac{1}{T}$ , la frecuencia se expresa en hertz ( $Hz$ ) y el período en segundos ( $s$ ).

Una señal de frecuencia nula se asociará con un período infinito y una señal que no sufre modificaciones significa que permanece constante en el tiempo, por ello la corriente directa DC puede ser considerada como una señal variable de frecuencia cero.

Algunas equivalencias frecuentes entre frecuencia y período:

Frecuencia de una señal periódica $f$		Período asociado $T$	
(Hz)		(s)	
0	0	$\infty$	
50	50 Hz	20 milisegundos	20 (ms)
1 000	1 kHz	1 milisegundos	1 (ms)
500 000	500 kHz	2 microsegundos	2 ( $\mu$ s)
1 000 000	1 MHz	1 microsegundos	1 ( $\mu$ s)
10 000 000	10 MHz	0,1 microsegundos	0,1 ( $\mu$ s)

**Tabla 10.1**

### :: OBJETIVOS [10.2]

- Adquirir los conceptos físicos básicos involucrados en el funcionamiento de un osciloscopio.
- Ganar habilidad y manejo apropiado de los controles de un osciloscopio.
- Manejar con propiedad el generador de señales.
- Interpretar señales periódicas en el tiempo partiendo del oscilograma que presenta el osciloscopio.

### :: PREINFORME [10.3]

- Ilustrar y describir el movimiento de una partícula cargada eléctricamente dentro de un campo eléctrico uniforme ó moviéndose en un campo magnético.
- Consultar la frecuencia de la señal de corriente alterna en su casa (domiciliaria).
- ¿Cuál es el voltaje pico a pico y el valor medio  $V_{rms}$  del voltaje que entra a su casa?
- Explique en forma resumida el principio básico de funcionamiento de la pantalla de un televisor o el monitor de un microcomputador (excepto los de cristal líquido).

### :: MATERIALES [10.4]

- Osciloscopio de doble canal.
- Generador de ondas (señales periódicas).
- Puntas de prueba y sonda.
- Multímetro digital.

## :: MARCO TEORICO [10.5]

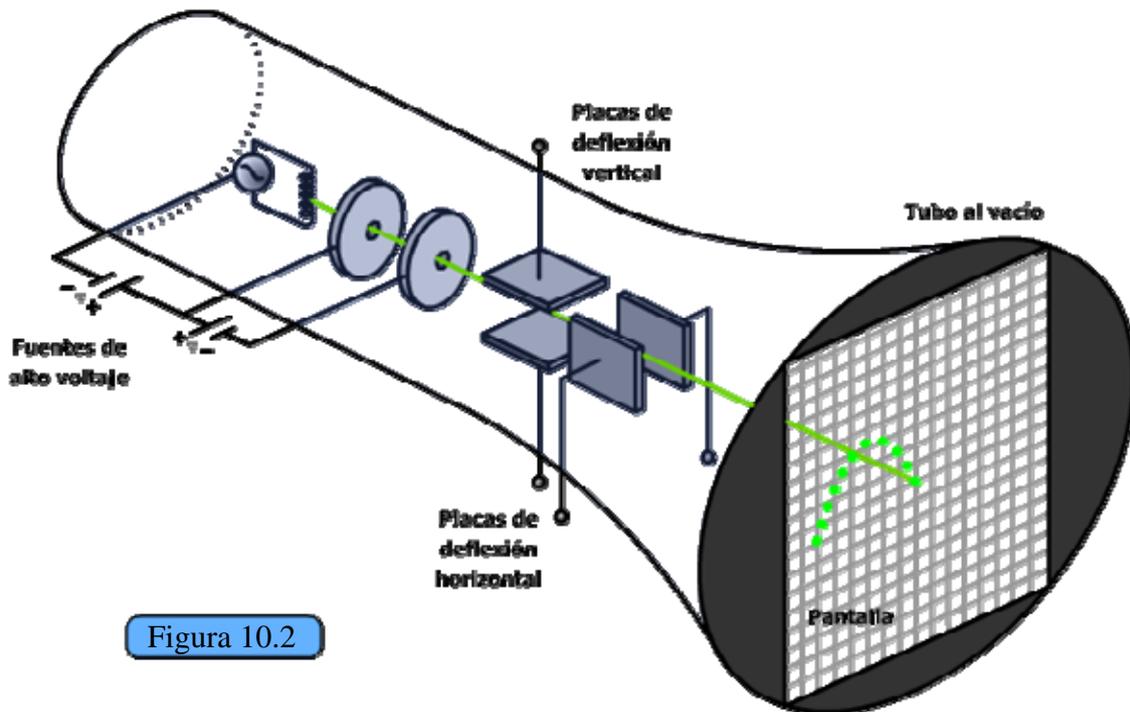


Figura 10.2

### Esquema de un tubo de rayos catódicos

El principio básico de funcionamiento de un osciloscopio se puede esquematizar como en la figura 10.2 y es el siguiente: la mayor parte de los elementos que nos interesan aquí, se encuentran alojados dentro de una botella de vidrio o **tubo al vacío**, llamado **tubo de rayos catódicos (TRC)**. En él se muestra en su parte izquierda como por medio de una fuente de corriente alterna se hace pasar una corriente por el **filamento** para calentarlo y liberar electrones; esto convierte el filamento en un **cátodo**, es decir, en un electrodo negativo. Los electrones son acelerados por una diferencia de potencial alta que se establece entre el cátodo y el **ánodo**, es decir, un electrodo positivo, el cual se encuentra perforado en su centro para que aquellos electrones que tienen suficiente velocidad puedan continuar su viaje a lo largo del TRC. El haz de electrones se enfoca usando campos eléctricos por medio de placas paralelas o campos magnéticos (estos últimos no se muestran en la figura) y se hacen incidir contra el fondo de la botella, el cual es una **pantalla** recubierta con un material fosforescente. Un observador al frente de la pantalla verá la luz emitida por ésta cuando los electrones chocan sobre ella y excitan los átomos del recubrimiento interno. En su camino hacia la pantalla, los electrones pueden pasar entre un par de placas a las cuales se les aplique una diferencia de potencial, y en consecuencia se verán desviados. Si las placas son horizontales y paralelas entre sí, la desviación de los electrones será vertical (**placas de deflexión vertical**). Si la diferencia de potencial aplicada varía con el tiempo con un período menor que 0,5 s, veremos en la pantalla una línea vertical. La línea se ve debido a que

los átomos excitados toman alrededor de  $0,5 \text{ s}$  en dejar de emitir radiación visible y se estima para los seres humanos, que la información proveniente del medio externo (entorno), a través del ojo requiere  $125 \mu\text{s}$  para que el cerebro perciba tal información. Al colocar otro par de placas verticales y paralelas, éstas desviarán el haz de electrones en la dirección horizontal (**placas de deflexión horizontal**).

Por último: si llevamos una señal que varía con el tiempo,  $V(t)$ , a las placas verticales, y aplicamos una diferencia de potencial sobre las placas horizontales, podremos tener una imagen de la señal  $V(t)$ . Una señal típica interna que se aplica a las placas horizontales es de tipo diente de sierra o triangular. Para este tipo de potencial, el desplazamiento vertical es directamente proporcional al voltaje y en el eje horizontal es directamente proporcional al tiempo durante un intervalo que se llama el **tiempo de barrido**. A continuación el voltaje regresa en un tiempo prácticamente nulo a un voltaje negativo y realiza el mismo barrido anterior, y así sucesivamente. Los osciloscopios disponen de un generador de señales diente de sierra para realizar el barrido horizontal, aunque también se puede hacer barrido con una señal externa.

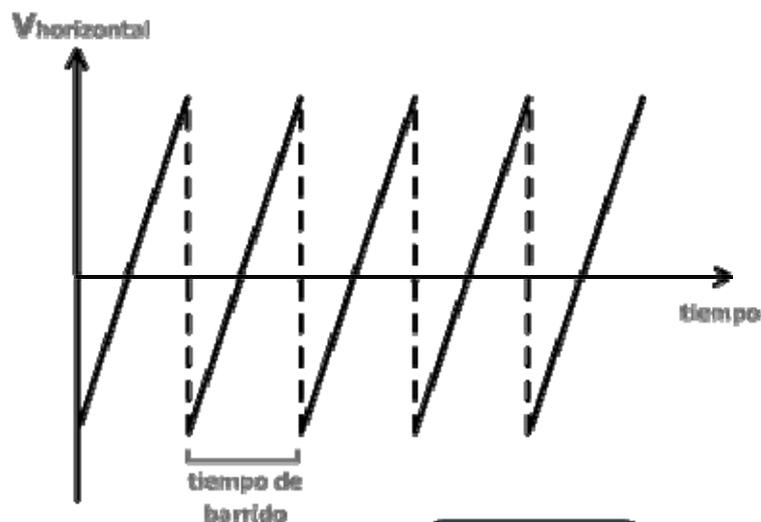


Figura 10.3

Voltaje diente de sierra

## :: PROCEDIMIENTO [10.6]

### Identificación del equipo [10.6.1]:

Para el osciloscopio que se le suministre, anote la marca y modelo \_\_\_\_\_.

Identifique los siguientes controles del panel frontal del osciloscopio y describa al frente cuál es su función:

1. On-off \_\_\_\_\_
2. Intensidad \_\_\_\_\_
3. Foco \_\_\_\_\_
4. Posición X \_\_\_\_\_
5. Posición Y \_\_\_\_\_
6. Entrada canal 1 ó X \_\_\_\_\_
7. Entrada canal 2 ó Y \_\_\_\_\_
8. Tierra \_\_\_\_\_
9. Escala de ganancia vertical (Volt/div) \_\_\_\_\_
10. Escala de barrido (tiempo/div) \_\_\_\_\_
11. Modo \_\_\_\_\_
12. Barrido externo \_\_\_\_\_
13. Calibración (Cal) \_\_\_\_\_
14. Disparo (Trigger) \_\_\_\_\_
15. DC-AC \_\_\_\_\_

En su cuaderno de laboratorio anote la marca y modelo de su generador de ondas

\_\_\_\_\_

Identifique los siguientes controles y describa al lado la función de cada uno.

1. Atenuación \_\_\_\_\_
2. Tipo de señal \_\_\_\_\_
3. Multiplicador de frecuencia \_\_\_\_\_
4. Selector de frecuencia \_\_\_\_\_

**Uso y manejo del osciloscopio [10.6.2]:.**

**Nota: Antes de encender el osciloscopio asegure que las perillas de control y foco se encuentren en sus posiciones mínimas, para proteger la pantalla del osciloscopio.**

- a. Acople las puntas de prueba del osciloscopio y la sonda del generador adecuadamente respetando la polaridad.
- b. Encienda el osciloscopio y el generador de señales, tome una señal cuadrada de baja frecuencia del generador y llévela al osciloscopio por uno de los canales y varíe la frecuencia de barrido, explique por qué observa a veces dos puntos sobre la pantalla, por qué observa una raya vertical y por qué observa un solo punto.
- c. Desde la perilla correspondiente, seleccione un tiempo de barrido de  $0,2 \text{ s}$  en el osciloscopio y registre cuánto tarda el chorro de electrones en recorrer  $10 \text{ cm}$  sobre la pantalla en dirección horizontal, cambie tres veces la frecuencia de la señal del generador sin variar el tiempo de barrido en el osciloscopio y observe cuánto tarda el chorro de electrones en recorrer  $10 \text{ cm}$  a lo largo del eje horizontal y con estos datos calcule la velocidad en  $\frac{\text{cm}}{\text{s}}$ ; en cada caso escriba la frecuencia, el tiempo de barrido y la velocidad.
- d. Use otro tiempo de barrido mayor y mida el tiempo que tarda el haz de electrones en recorrer  $10 \text{ cm}$  a lo largo del eje horizontal. Anote la frecuencia de la señal externa y el tiempo de barrido.
- e. Tome una señal sinusoidal del generador de ondas y varíe el tiempo de barrido en el osciloscopio hasta obtener una oscilación completa en la pantalla. Varíe la ganancia vertical hasta desplegar la señal cómodamente sobre la pantalla.
- f. Para la señal sinusoidal anterior mida su frecuencia (el inverso del período); además mida en la pantalla del osciloscopio el voltaje pico a pico  $V_{pp}$  de la señal sinusoidal como se observa en la gráfica 10.4. Para ello debe calibrar el osciloscopio, medir el número de divisiones verticales que cubre la señal y anotar la escala de ganancia usada  $\frac{\text{volt}}{\text{div}}$ . Además, debe considerar la posible atenuación de la señal por la punta de prueba del osciloscopio. Para obtener una línea vertical puede eliminar el barrido horizontal.
- g. Con el multímetro mida el voltaje  $V_{rms}$  de la señal y halle  $\frac{V_{rms}}{V_0}$ . Ver gráfica 10.4 donde se ilustra  $V_0$ . El valor medio del voltaje de una señal sinusoidal  $V_{rms}$  (root mean square) está relacionado con  $V_0$  así:

$$V_{rms} = \frac{V_0}{\sqrt{2}} \quad 10.1$$

- i. Tome una señal cuadrada de su generador y mida con el osciloscopio  $V_0$ . Mida también con el multímetro (en AC) el valor  $V_{rms}$  de la misma señal y compare los dos valores medidos.

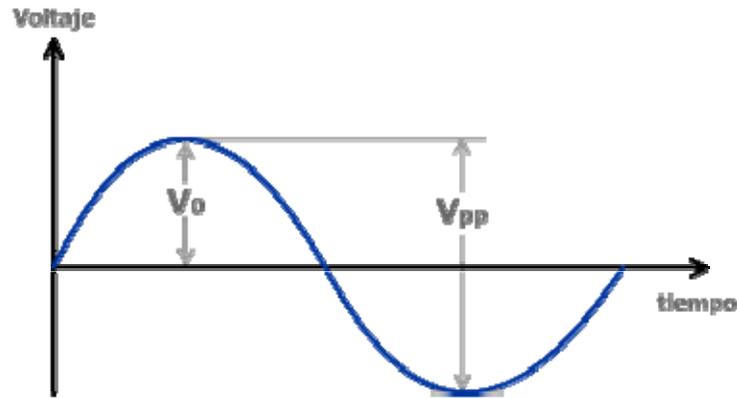


Figura 10.4

### :: PREGUNTAS [10.7]

- ¿Cuál es el período mínimo que puede medir con su osciloscopio?
- Consulte ¿Qué ocurrirá si colocamos un imán cerca al cañón de electrones o a la pantalla?
- Dibuje el oscilograma de la instrucción 10.6.2 literal e, con sus valores respectivos de amplitud y período.
- Consulte ¿Qué figura obtendremos en la pantalla del osciloscopio si a las placas horizontales y verticales llevamos dos señales idénticas (asumiendo que la diferencia de fase es cero)? Se asume que al osciloscopio se le ha alimentado con señales tanto por el canal 1 como por el canal 2.
- ¿Cómo mediría con un osciloscopio la frecuencia del voltaje en cualquier toma del laboratorio? ¿Qué precauciones debe tomar? No lo intente sin la supervisión del profesor.
- ¿Cuál es el error porcentual entre el voltaje eficaz  $V_{rms}$ , calculado con la ecuación 10.1 y el medido con el multímetro Fluke, considerando para este ejercicio éste último valor como referencia ó patrón?
- Para una señal cuadrada, ¿se cumple que el valor eficaz  $V_{rms} = V_0$ ? Evalúe la instrucción 10.6.2 literal i.