

# Mediciones Eléctricas en Corriente Alterna

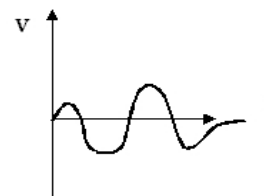
La necesidad de medir una señal de tensión en corriente alterna (c.a.), tiene por objeto caracterizar de la manera más sencilla su desarrollo en el tiempo, es decir la forma de las funciones del tiempo que representan su amplitud.

A diferencia de lo que sucede en corriente continua (c.c.), las tensiones y corrientes alternas invierten periódicamente su polaridad y su amplitud instantánea no es constante entre estas inversiones de polaridad. Por consiguiente cuando las formas de onda varían en el tiempo ya no es suficiente medir el valor de la magnitud solamente en un instante en el tiempo.

En esta edición de *La Guía MetAs*, hablaremos de algunas definiciones y factores que deben de tomarse en consideración cuando se miden señales eléctricas que varían en el tiempo.

## FORMA DE ONDA

Representación gráfica en el tiempo de los valores instantáneos de las amplitudes de señales eléctricas variables en el tiempo.



La forma de onda revela factores importantes acerca de una señal eléctrica variable. Estas son medidas y analizadas para aplicaciones en sistemas eléctricos y electrónicos.

El caso más importante de corriente alterna son las llamadas *corrientes alternas periódicas*; que son aquellos valores que se repiten cada cierto tiempo. El tiempo que tarda en repetirse un valor se le llama *período*, se expresa en unidades de tiempo y se representa por la letra *T*. En las figuras se muestran varios tipos de corrientes alternas periódicas. Si en el eje horizontal

## Somos su Relevo a la Calidad

*La Guía MetAs*, es el boletín periódico de MetAs & Metrologos Asociados.

En *La Guía MetAs* se presentan noticias de la metrología, artículos e información técnica seleccionada por los colaboradores de MetAs & Metrologos Asociados, que deseamos compartir con nuestros colegas, usuarios, clientes, amigos y con todos aquellos relacionados con la metrología técnica e industrial.

Calle: Jalisco # 313. Colonia: Centro  
49 000, Cd. Guzmán, Zapotlán El Grande, Jalisco, México  
Teléfono & Fax: 01 (341) 4 13 61 23 & 4 13 16 91  
E-mail: metas@metas.com.mx. Web: www.metas.com.mx

### Servicios Metroológicos:

#### Laboratorio de Calibración:

Presión, Alto Vacío, Temperatura, Humedad, Eléctrica, Vibraciones

#### Ingeniería:

Venta de Instrumentos, Desarrollo de Sistemas de Medición, Reparación y Mantenimiento

#### Gestión Metroológica:

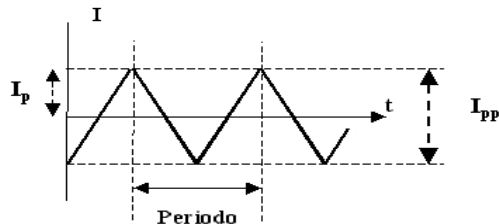
Subcontratación de Servicios, Selección y Evaluación de Proveedores

#### Consultoría:

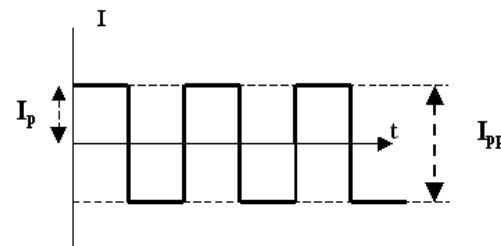
Capacitación, Entrenamiento y Asesoría en Metrología y su Relación con Sistemas de Calidad

El empleo de cables coaxiales es indispensable para limitar las pérdidas en mediciones de tensión en corriente alterna

se ha representado el tiempo, el período es el intervalo que hay entre dos puntos consecutivos del mismo valor.

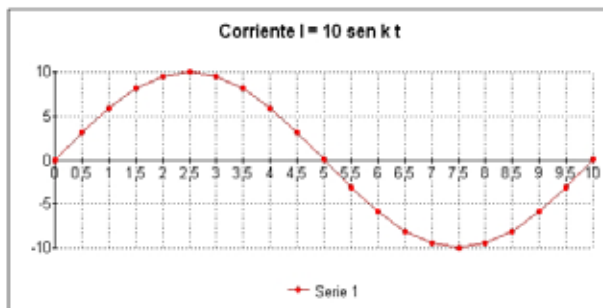


Corriente triangular



Corriente rectangular

Al máximo valor, se le llama precisamente, **VALOR MÁXIMO**, o **VALOR DE PICO** o **VALOR DE CRESTA**, o **AMPLITUD**.



La más importante de las corrientes alternas periódicas es la llamada corriente sinusoidal o senoidal, es la única capaz de pasar a través de resistencias, bobinas y condensadores sin deformarse. Puede demostrarse que cualquier otra forma de onda se puede construir a partir de una suma de ondas sinusoidales de determinadas frecuencias.

Se llama sinusoidal porque sigue la forma de la función matemática SE-NO. Que es la representada en la figura.

Esta función es (si se trata de tensión) :  $V_i = V_p \text{ sen } kt$

donde:

- $V_i$  es el valor instantáneo de la tensión, es decir, el valor en un determinado instante  $t$ ,
- $V_p$  es el valor de pico de la tensión, también llamado amplitud de la tensión,
- $k$  es una constante propia de la corriente de que se trate, relacionada con la frecuencia,
- $t$  es el tiempo expresado en segundos (para cada instante  $t$  la tensión tendrá un valor),

**VALOR PICO**

Un valor descriptivo de una señal de c.a. muy utilizado es el *Valor pico* o *Valor de cresta*, ya que éste representa el valor máximo instantáneo que puede alcanzar la señal.

**VALOR MEDIO**

En estricto sentido, se puede conocer el valor medio dividiendo el área bajo la curva de la forma de onda en un período.  $\frac{1}{T} \int_0^T f(t) dt$

¿Qué debemos conocer de un cable coaxial?

Impedancia Característica (ohm)

Impedancia de Transferencia (mΩ/m)

Capacidad (pF/m)

**Impedancia Característica ( $\Omega$ )**

Es la relación tensión aplicada/corriente absorbida por un cable coaxial de longitud infinita.

Los valores nominales para cables coaxiales son:

50, 75 y 93  $\Omega$ .

**VALOR EFICAZ**

Se llama valor *eficaz* de una corriente alterna, al valor que tendría una corriente continua *que produjera la misma potencia* que dicha corriente alterna, al aplicarla sobre una misma resistencia. Es decir, se conoce el valor máximo de una corriente alterna ( $I_0$ ). Se aplica ésta sobre una cierta resistencia y se mide la potencia producida sobre ella. A continuación, se busca un valor de corriente continua que produzca la misma potencia sobre esa misma resistencia. A este último valor, se le llama valor eficaz de la primera corriente (la alterna).

Para una señal sinusoidal, el valor eficaz de la tensión es:  $V_{ef} = \frac{V_0}{\sqrt{2}}$

y del mismo modo para la corriente:  $I_{ef} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$

La potencia eficaz resultará ser:  $P_{ef} = V_{ef} \cdot I_{ef} = \frac{V_0 \cdot I_0}{\sqrt{2} \cdot \sqrt{2}} = \frac{V_0 \cdot I_0}{2}$

Es decir que es la mitad de la potencia máxima (o potencia de pico)

La tensión o la potencia eficaz, se nombran muchas veces por las letras rms, o sea, al decir 10 V rms ó 15 W rms significarán 10 volts eficaces ó 15 watts eficaces, respectivamente.

El valor rms de una forma de onda es una determinación de la distribución de amplitud de la forma de onda. Todas las señales eléctricas sin importar su forma de onda tienen un valor rms.

**PRINCIPIO DE MEDICIÓN EN C.A.**

Para medición de señales en c.a. ha sido convencional hacer uso del fenómeno en el cual la respuesta a un estímulo es teóricamente la misma para ambos c.c. y c.a.. A través del tiempo, 100 años, solamente 3 fenómenos han sido reconocidos y disponibles, y son:

1. La *reacción electrostática* entre dos placas conductoras cuando es aplicada una diferencia de potencial entre ellas.
2. La *reacción magnetostática* entre dos conductores fluyendo corriente.
3. El *calor generado* cuando una corriente circula a través de un resistor.

Debe señalarse que cada uno de estos fenómenos siguen una reacción de ley cuadrática.

Como el valor eficaz es el único que es una función de la ley cuadrática, este es el que se utiliza cuando se considera la reacción de equivalencia a efectos de:

Configuración interna de un capacitor a tres terminales, mostrando las capacitancias inherentes entre sus terminales.

Calentamiento y reacciones electrostáticas o magnetostáticas, y como consecuencia ha llegado a ser la formulación preferida.

Este principio de equivalencia entre señales de tensión y corriente de c.a. y c.c. es el fundamento de la metrología de c.a.-c.c.

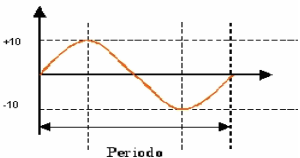
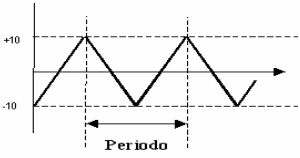
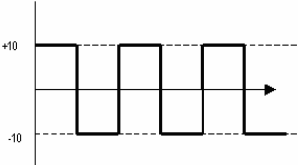
**Impedancia de Transferencia (mΩ/m)**  
Define la eficiencia del blindaje del conductor externo

**TIPOS DE MEDIDORES DE C.A.**

Junto con los tres tipos diferentes de formas de onda se han diseñado tres principales tipos de instrumentos de medición, cada uno diseñado para responder a cada uno de tipos de formas de onda; estos son:

1. Medidores de lectura pico (tales como los voltímetros rf con detectores de diodo),
2. Medidores con respuesta al promedio,
3. Medidores rms (electrónicos o térmicos).

Es interesante ver cómo cada tipo de medidor, habiendo sido calibrado con el valor rms de una onda seno, responde a otras formas de onda. En la siguiente tabla se compara las lecturas para tres diferentes tipos de forma de onda.

Forma de onda	Lectura Respuesta rms	Lectura Respuesta pico	Lectura Respuesta promedio
	7,07 V (correcto)	7,07 V (correcto)	7,07 V (correcto)
	5,74 V (correcto)	7,07 V (23 % mayor)	5,55 V (3,3 % menor)
	10,00 V (correcto)	7,07 V (30 % menor)	1,1 V (11 % mayor)

**Capacidad (pF/m)**  
Es el valor de la capacidad eléctrica, medida entre el conductor central y el conductor externo, dividida por la longitud del cable.  
Varía con el tipo de material aislante y con la geometría del cable.

**FUENTES DE ERROR EN MEDICIONES DE C.A.**

Al realizar mediciones en c.a. es necesario considerar las siguientes magnitudes de influencia:

- ✓ Distorsión de armónica,
- ✓ Factor de cresta,
- ✓ Ancho de banda,
- ✓ Rapidez de cambio (slew rate),
- ✓ Efecto de carga,
- ✓ Tensión de carga (burden voltage),
- ✓ Ruido de línea.

**REFERENCIAS**

Dunn, A. (1988). The science of measurement. Measurement International Limited. Canada.

Fluke. (1989). Metrology solutions. John Fluke Mfg. Co. Inc.

Fluye. (1994). Calibration: Philosophy in Practice. Second Edition.

Velasco, N. et al (1997). Metrología eléctrica básica. División de Mediciones Electromagnéticas. CENAM, Centro Nacional de Metrología. Los Cués, Querétaro, México.

Velasco, N. (2001). Curso: Metrología eléctrica. MetAs & Metrólogos Asociados.