

TEMA

6

Circuitos de corriente alterna



Resultado de aprendizaje: *Discute el comportamiento de los circuitos de corriente alterna mediante el análisis de sus componentes, leyes y respuestas en el tiempo con el fin de comprender su funcionamiento y aplicaciones en sistemas eléctricos*

Fuentes de corriente alterna

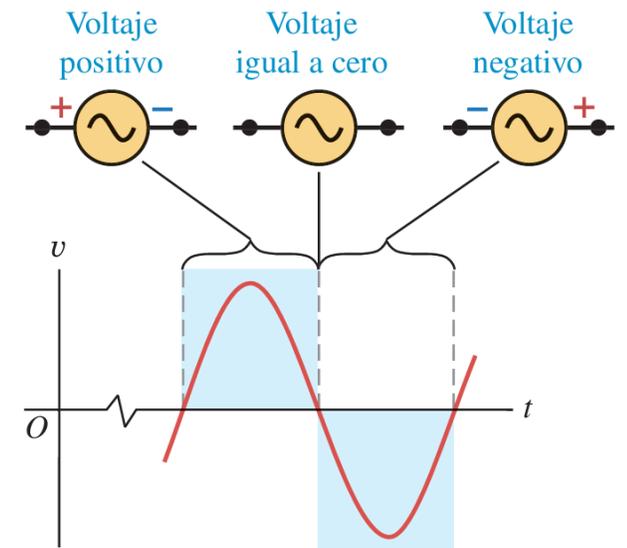
Un circuito de corriente alterna (ca) está conformado por elementos de circuito y una fuente de energía que proporciona un voltaje alterno Δv . Este voltaje, que varía con el tiempo de acuerdo con la fuente, está descrito por:

$$\Delta v = \Delta V_{max} \cdot \text{sen}(\omega t)$$

donde ΔV_{max} es el **máximo voltaje** de salida de la fuente de ca o **voltaje pico**.

Se aplica el término **fuentes de ca** a cualquier dispositivo que suministre un voltaje (diferencia de potencial) v o una corriente i que varían en forma sinusoidal. El voltaje pico representa la amplitud de las oscilaciones de voltaje.

El símbolo habitual de una fuente de ca en los diagramas de circuito es:



Resistores en un circuito de ca

Considere un circuito ca simple formado por un resistor y una fuente de ca, como se ilustra en la figura.

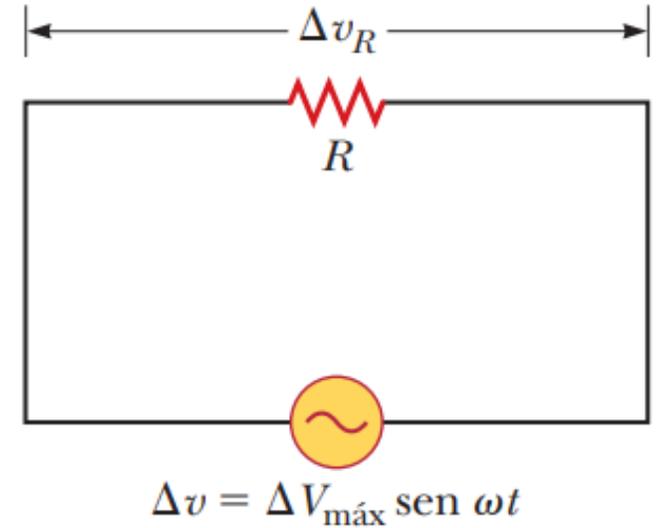
En cualquier instante, la suma algebraica de los voltajes alrededor de una espira cerrada en un circuito debe ser cero (regla de la espira de Kirchhoff). Por lo tanto $\Delta v + \Delta v_R = 0$ y, aplicando ley de Ohm, se obtiene:

$$\Delta v - i_R R = 0$$

Al reagrupar esta expresión y sustituir $\Delta V_{\text{máx}} \text{sen}(\omega t)$ por Δv , la corriente instantánea en el resistor es:

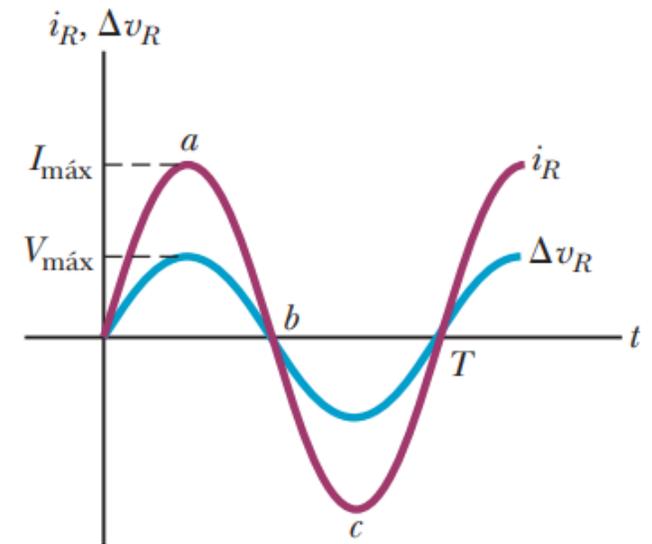
$$i_R = \frac{\Delta v}{R} = \frac{\Delta V_{\text{máx}}}{R} \text{sen}(\omega t) = I_{\text{máx}} \text{sen}(\omega t)$$

Donde $I_{\text{máx}}$ se conoce como **corriente máxima** o **corriente pico**.



En la figura siguiente, se muestra una gráfica del voltaje y la corriente en función del tiempo para este circuito.

- En el punto *a*, la corriente tiene un valor máximo en una dirección, denominada de manera arbitraria dirección positiva.
- Entre los puntos *a* y *b*, la corriente decrece en magnitud, pero aún está en la dirección positiva.
- En *b*, la corriente es por el momento cero; por lo tanto, empieza a aumentar en la dirección negativa entre los puntos *b* y *c*.
- En *c*, la corriente ha llegado a su valor máximo en la dirección negativa.



La corriente y el voltaje están sincronizados entre sí porque varían de manera idéntica con el tiempo.

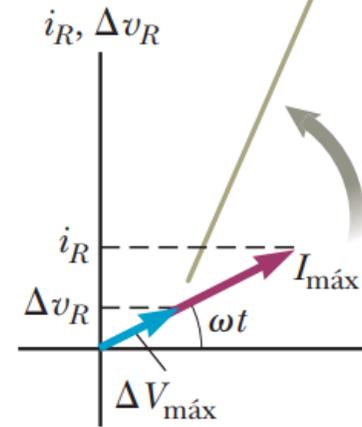
Como i_R y Δv_R varían ambos como $\text{sen}(\omega t)$ y alcanzan sus valores máximos al mismo tiempo, se dice que están **en fase**: la corriente es cero cuando el voltaje es cero, máxima cuando el voltaje es máximo, y mínima cuando el voltaje es mínimo.

Para simplificar el análisis de circuitos que contienen dos o más elementos, se usa una representación gráfica denominada **diagramas de fasores**.

Un **fasor** es un vector cuyo módulo es el valor máximo de la variable que representa y cuya dirección es igual a la frecuencia angular asociada a la variable.

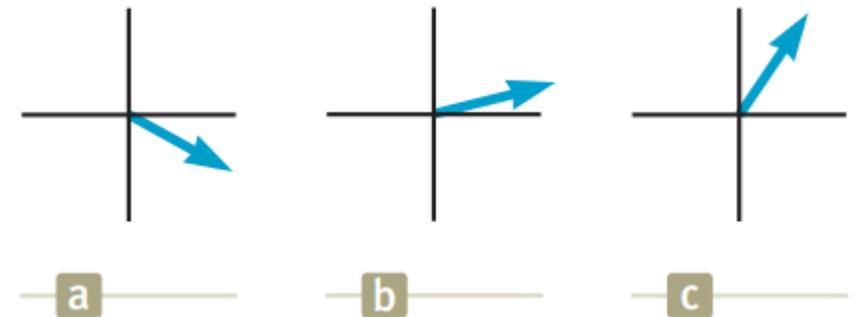
La ventaja de este planteamiento es que las correspondencias de fase entre corrientes y voltajes se representan como sumas vectoriales de fasores.

Los fasores de corriente y voltaje están en la misma dirección debido a que la corriente está en fase con el voltaje.

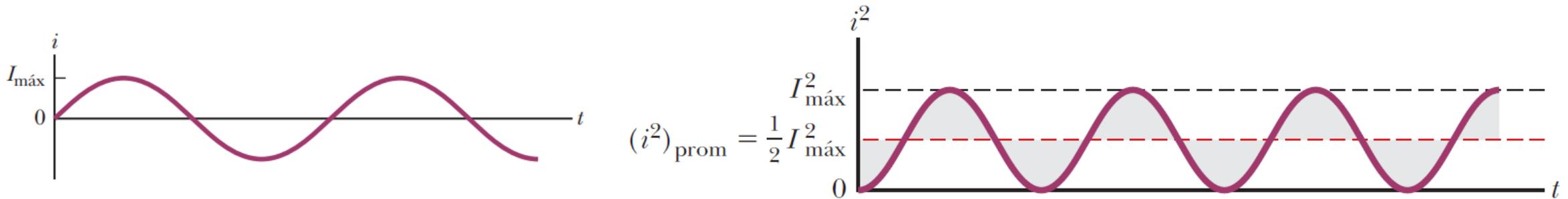


PUNTO DE CONTROL:

Considere el fasor de voltaje de la figura, que se ilustra en tres instantes. ¿En cuál momento (a), (b) o (c) el valor instantáneo del voltaje tiene la magnitud máxima? ¿En cuál momento el voltaje tiene magnitud mínima?



La forma más útil de describir una cantidad que puede ser positiva o negativa es el *valor cuadrático medio* (rms, por root mean square), conocido también como **valor eficaz**.



En este sentido, lo que es de importancia en un circuito de ca es el valor promedio de corriente, que se conoce como **corriente rms** (I_{rms}). En este caso se trata de la raíz cuadrada del valor medio (promedio) del cuadrado de la corriente: $I_{rms} = \sqrt{(i^2)_{\text{prom}}}$.

Dado que i^2 varía con $\text{sen}^2 \omega t$ y como el valor promedio de i^2 es $\frac{1}{2} I_{\text{máx}}^2$, como se muestra en la figura anterior, entonces la corriente rms es:

Valor rms de una corriente sinusoidal $\rightarrow I_{rms} = \frac{I_{\text{máx}}}{\sqrt{2}} = 0,707 I_{\text{máx}}$

Amplitud de la corriente

La potencia promedio entregada a un resistor que lleva una corriente alterna es:

$$P_{prom} = I_{rms}^2 \cdot R$$

El voltaje alterno también se explica mejor en términos del voltaje rms, y la correspondencia es idéntica a la de la corriente:

Valor rms de un voltaje sinusoidal $V_{rms} = \frac{V_{m\acute{a}x}}{\sqrt{2}} = 0,707 V_{m\acute{a}x}$ Amplitud del voltaje

Con frecuencia un argumento para utilizar valores rms cuando se analiza corrientes alternas es que los amperímetros y los voltímetros de CA están diseñados para leer valores rms, no el promedio máximo o rectificado.

Además, con valores rms, muchas de las ecuaciones tienen la misma forma que las de corriente directa. Los voltajes y las corrientes en los sistemas de distribución de energía siempre se describen en términos de sus valores rms.

Ejemplo 6.1

La placa en la parte posterior de una computadora personal indica que toma 2,7 A de una línea de 120 V y 60 Hz. Para tal computadora, ¿cuáles son los valores de (a) la corriente media, (b) la media del cuadrado de la corriente y (c) la amplitud de la corriente?

Ejemplo 6.2

Una lámpara tiene una bombilla de 60 [W], y se conecta a un contacto de 120 V. (a) ¿Cuáles son las corrientes rms y pico que pasan por la lámpara? (b) ¿Cuál es la resistencia de la bombilla en estas condiciones?

Ejemplo 6.3

El voltaje de salida de una fuente CA se conoce por la expresión $\Delta v = (200\text{ V})\text{sen } \omega t$. Encuentre la corriente rms en el circuito cuando esta fuente se conecta a un resistor de $100\ \Omega$.

Actividades en clase

1. Cuando una fuente de CA está conectada a través de un resistor de 12Ω , la corriente rms en la resistencia es de 8 A. Determine (a) el voltaje rms a través del resistor, (b) el pico de voltaje de la fuente, (c) la corriente máxima en el resistor y (d) la potencia media entregada al resistor. **R.: (a) 96 V; (b) 136 V; (c) 11,3 A; (d) 768 [W]**

2. ¿Cuál es la resistencia de una lámpara que usa una potencia promedio de 75 [W] cuando está conectada a una fuente de 60 Hz que tiene un voltaje máximo de 170 V? ¿Cuál es la resistencia de una lámpara de 100 [W]? **R.: (a) 193 Ω ; (b) 144 Ω**

3. Un amplificador de audio, representado por una fuente de CA y un resistor en la figura, entrega un voltaje alterno al altavoz a frecuencias de audio. Si el voltaje de la fuente tiene una amplitud de 15 V, $R = 8,20 \Omega$ y el altavoz es equivalente a una resistencia de $10,4 \Omega$, ¿cuál es la potencia promedio en el tiempo transferida a ésta? **R.: 3,38 [W]**

