Capítulo 32. Circuitos CA

Prof. Isabel Orozco C.

Física III

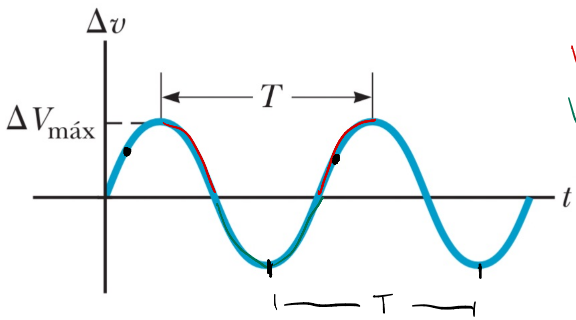
Sede Atlántico

I 2021

Fuentes de CA

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

↳ amplitud de voltaje



Voltaje + → $T/2$

Voltaje − → $T/2$

Figura 32.1 El voltaje suministrado por una fuente de CA es sinusoidal con un periodo *T*.

$$\omega = 2\pi f \quad \rightarrow Hz$$

$$i = i_{max}\, sen(\omega t)$$

En Costa Rica, $f = 60\ Hz$

$$\omega = 2\pi f = 377\ rad/s$$

La CA es la que se usa en todos los toma corriente.

Resistores en circuito CA

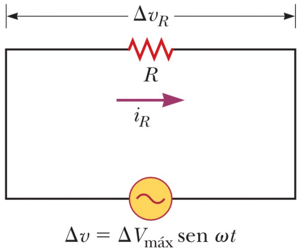


Figura 32.2 Un circuito formado por un resistor de resistencia R conectado a una fuente de CA, designada por el símbolo —(~)—. En el momento representado en la figura, la corriente está a la derecha en la resistencia.

$$\Delta v + \Delta v_R = 0 \quad \text{(Kirchoff)}$$

$$\Delta v_R = -i_R R$$

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

$$i_R = \frac{\Delta v}{R} = \underbrace{\frac{\Delta V_{max}}{R}}_{I_{max}} \text{sen}\, \omega t$$

$$i_R(t) = I_{max}\, \text{sen}(\omega t)$$

$$\Rightarrow \quad \Delta v_R = i_R R = I_{max} \cdot R\, \text{sen}(\omega t) = \Delta V_{max}\, \text{sen}(\omega t)$$

(igual a la de la fuente)

Diferencia de voltaje en terminales de un resistor

Ambos $i_R(t)$ y v_R varían con sen(ωt). Por tanto, se dice que están **en fase.**

Cuando uno aumenta, el otro también, y viceversa.

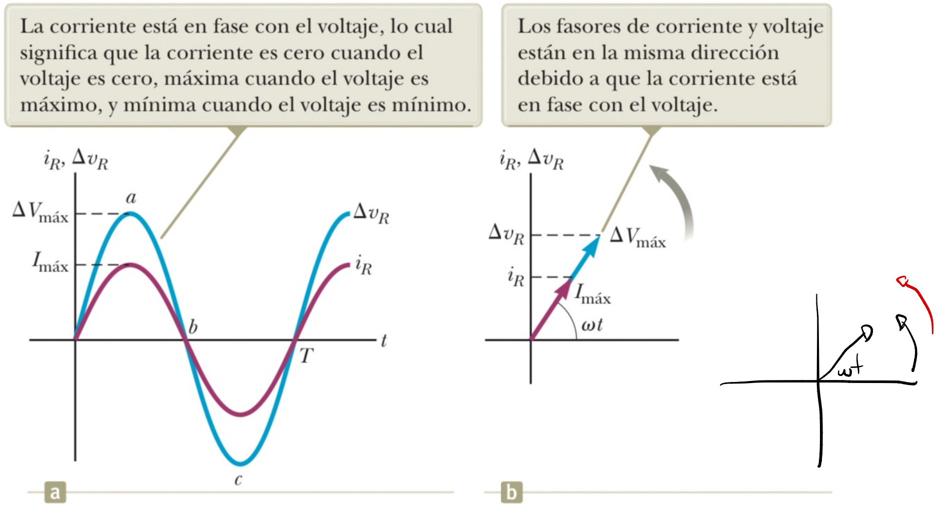
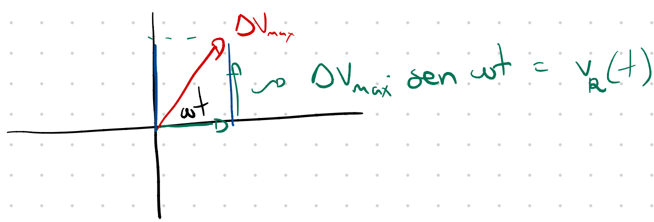


Figura 32.3 (a) Gráficas de la corriente instantánea i_R y el voltaje instantáneo Δv_R en las terminales de un resistor como funciones del tiempo. En el tiempo $t = T$, se ha completado un ciclo del voltaje y la corriente que varían con el tiempo. (b) Diagrama de fasores para el circuito resistivo que muestra cómo la corriente está en fase con el voltaje.

Fasor: Vector cuyo tamaño es proporcional al valor máximo de la variable que representa, y gira en sentido contrario a las manecillas del reloj, con velocidad angular igual a la frecuencia angular de la variable.

La proyección en eje vertical del fasor nos da la ecuación que representa a la variable.



EXAMEN RÁPIDO 32.1 Considere el fasor de voltaje de la figura 32.4, que se ilustra en tres instantes de tiempo. **(i)** Seleccione la parte de la figura (a), (b) o (c), que representa el instante de tiempo en que el valor instantáneo del voltaje tiene la mayor magnitud máxima. **(ii)** Seleccione la parte de la figura que representa el instante de tiempo en que el valor instantáneo del voltaje tiene la magnitud más pequeña.

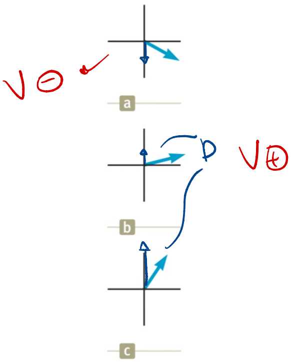
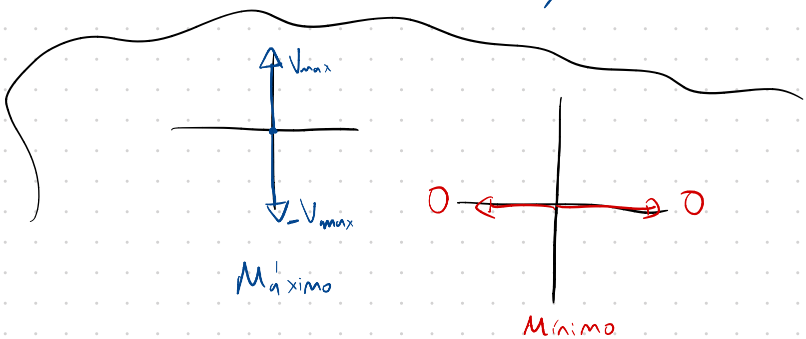


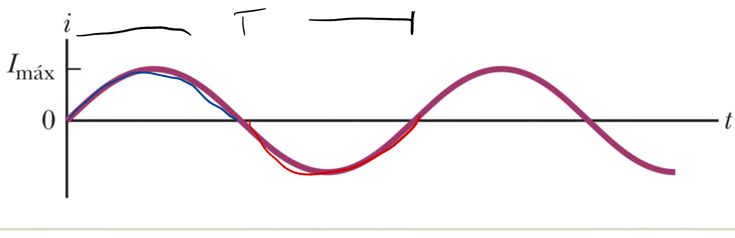
Figura 32.4 (Examen rápido 32.1) Fasor de voltaje en tres instantes de tiempo, (a), (b) y (c).

(V_R)

i) V instantáneo máximo → c

ii) V instantáneo mínimo → b



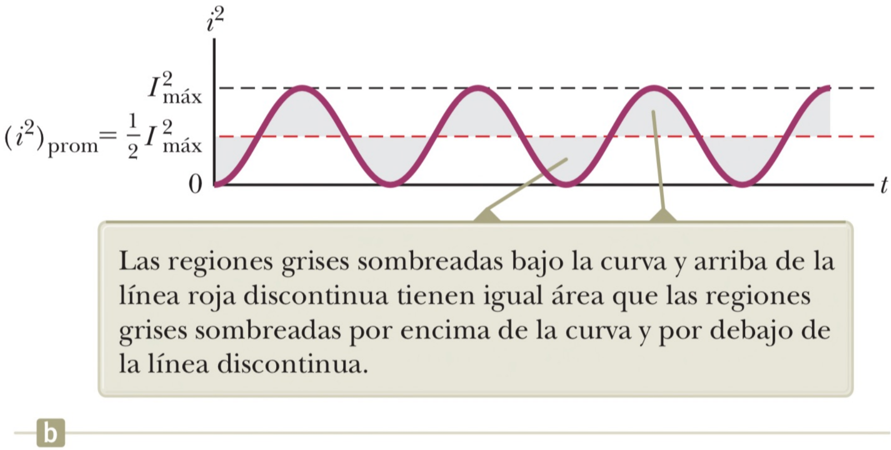


¿Cuál es el valor promedio de la corriente en un ciclo?

$$I_{prom} = 0$$

I_{prom} no nos da mucha información. El valor de importancia en circuito CA es la corriente rms.

$$I_{rms} = \sqrt{(i^2)_{prom}}$$



$$i^2_{prom} = \frac{1}{2} I^2_{max}$$

$$\Rightarrow I_{rms} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} = 0{,}707\, I_{max}$$

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

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

Análogamente, para el voltaje $\qquad V_{rms} = \sqrt{(V^2)_{prom}}$

$$\Delta V_{rms} = \frac{\Delta V_{max}}{\sqrt{2}} = 0{,}707\ \Delta V_{max}$$

Si ingreso un multímetro en un toma corriente y este indica 120V, ¿este es el voltaje máximo o el rms?

R/ rms.

Ejemplo

¿Cuál es el voltaje máximo proporcionado por un toma corriente en el que $V_{rms} = 120V$?

$$120 = \frac{V_{max}}{\sqrt{2}} \rightarrow V_{max} = 170V$$

4. La figura P32.4 muestra tres lámparas conectadas a un voltaje de CA doméstico de 120 V CA (rms). Las lámparas 1 y 2 tienen una potencia de 150 W, y la lámpara 3 tiene una potencia de 100 W. Hallar (a) la corriente rms y (b) la resistencia de cada lámpara. (c) ¿Cuáles la resistencia total de la combinación de las tres lámparas?

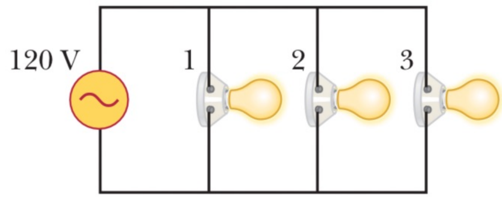


Figura P32.4

$\Delta V_{rms} = 120\ V$ para todas las lámparas (paralelo)

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

$$\Rightarrow I_{rms} = \frac{P_{prom}}{\Delta V_{rms}} \quad y \quad R = \frac{\Delta V_{rms}}{I_{rms}}$$

a)

Para 1 y 2 $\quad P_{prom} = 150\ W$

$$I_{rms} = \frac{150\ W}{120\ V} = 1{,}25\ A$$

Para 3 $\quad P_{prom} = 100\ W$

$$I_{rms} = \frac{100}{120} = 0{,}833\ A$$

b) $$R_1 = R_2 = \frac{\Delta V_{rms}}{I_{rms}} = \frac{120V}{1{,}25A} = 96\,\Omega$$

$$R_3 = \frac{\Delta V_{rms}}{I_{rms}} = \frac{120\,V}{0{,}833A} = 144\,\Omega$$

c) $$R_p = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)^{-1}$$

$$= \left(\frac{1}{96} + \frac{1}{96} + \frac{1}{144}\right)^{-1} = 36\,\Omega$$

5. En el circuito de CA simple que se muestra en la figura 32.3, $R = 70.0\ \Omega$ y el voltaje de salida de la fuente de CA es $\Delta V_{\text{máx}}$ sen ωt. (a) Si $\Delta V_R = 0.250\ \Delta V_{\text{máx}}$ por primera vez en $t = 0.010\ 0$ s, ¿cuál es la frecuencia angular de la fuente? (b) ¿Cuál es el siguiente valor de t para el cual $\Delta V_R = 0.250\ \Delta V_{\text{máx}}$?

R

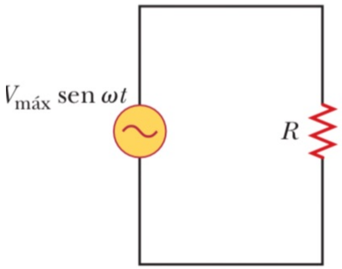


Figura P32.3
Problemas 3 y 5.

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

En $t = 0{,}01\,s$

$$\Delta V_R = 0{,}25\ \Delta V_{max}$$

$$= \Delta V_{max}\ \text{sen}(\omega \cdot 0{,}01)$$

$R = 70\ \Omega$

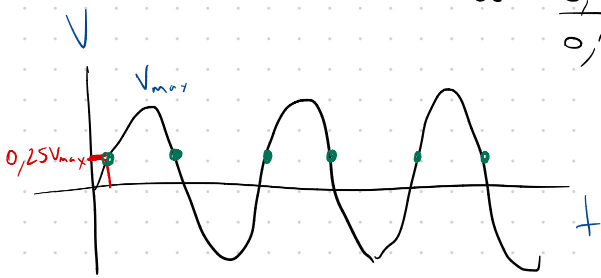
$$0{,}25\ \cancel{\Delta V}_{max} = \cancel{\Delta V}_{max}\ \text{sen}(\omega \cdot 0{,}01)$$

$$\text{sen}(\omega \cdot 0{,}01) = 0{,}25$$

$$\omega \cdot 0{,}01 = \text{sen}^{-1}(0{,}25)$$

$$\omega \cdot 0{,}01 = 0{,}253\ \text{rad}$$

$$\omega = \frac{0{,}253}{0{,}01} = 25{,}3\ \text{rad/s}$$



$$\text{sen}^{-1} x \begin{cases} \theta \to 0{,}253 \\ \pi - \theta \to 2{,}89\ \text{rad} \end{cases}$$

$$\omega \cdot t = \text{sen}^{-1}(0{,}25)$$

$$25{,}3 \cdot t = 2{,}89$$

$t = \frac{2,89}{25,3} = 0,114\,s$

Segundo
tiempo
donde

$v = 0,25\,\Delta v_{max}$

Inductores en circuito CA

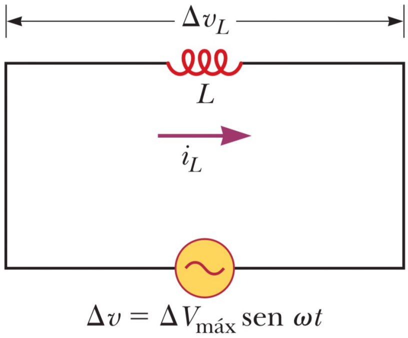


Figura 32.6 Circuito formado por un inductor de inductancia L conectado a una fuente de CA.

i_L : Corriente por el inductor

$$\Delta V_L = -L \frac{di_L}{dt}$$

Kirchoff: $\sum V = 0$

$$\Delta v + -L\frac{di_L}{dt} = 0$$

$$\Delta v = L \frac{di_L}{dt}$$

$$\Delta V_{max} \operatorname{sen} \omega t = L \frac{di_L}{dt}$$

$$di_L = \frac{\Delta V_{max}}{L} \operatorname{sen}(\omega t)\, dt$$

$$i_L = \frac{\Delta V_{max}}{L} \int \operatorname{sen}(\omega t)\, dt$$

$$i_L = -\frac{\Delta V_{max}}{\omega L} \cos(\omega t)$$

Pero $\cos(\omega t) = -\operatorname{sen}\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$

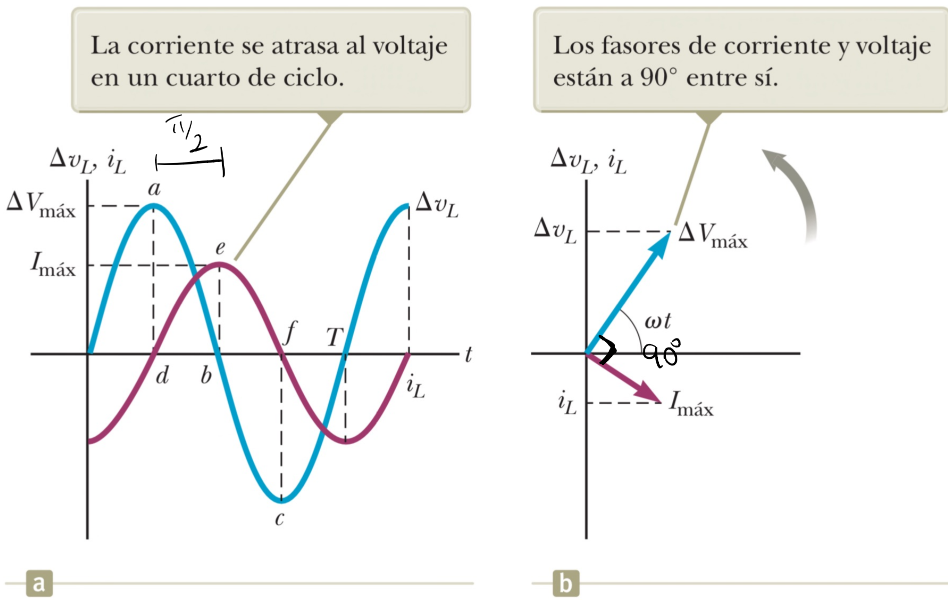
Entonces

$$i_L = \underbrace{\frac{\Delta V_{max}}{\omega L}}_{I_{max}} \operatorname{sen}\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

Por lo tanto

ΔV_L	i_L
$\Delta V_{max} \operatorname{sen}(\omega t)$	$\frac{\Delta V_{max}}{\omega L} \operatorname{sen}\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$

están fuera de fase $90°$ $\left(\frac{\pi}{2}\right)$. i está retrasado respecto a ΔV_L



Note que

$$I_{max} = \frac{\Delta V_{max}}{\omega L}$$

Similar a

$$I_{max} = \frac{\Delta V_R}{R}$$

(para resistor)

$\Rightarrow$ $X_L = \omega L$ se denomina

reactancia inductiva.

OJO: aumentar ω aumenta reactancia inductiva

$$\Rightarrow I_{max} = \frac{\Delta V_{max}}{X_L}$$

$$I_{rms} = \frac{\Delta V_{rms}}{X_L}$$

Cambiar max por rms deja ecuación igual.

La diferencia de voltaje en terminales del inductor es

$$\Delta V_L = \Delta V_{max} \operatorname{sen}(\omega t) = I_{max} X_L \operatorname{sen}(\omega t)$$

EXAMEN RÁPIDO 32.2 Considere el circuito de CA de la figura 32.8. La frecuencia de la fuente de CA se ajusta mientras su amplitud de voltaje se mantiene constante. La lámpara brillará con más intensidad **(a)** a altas frecuencias, **(b)** a bajas frecuencias, o **(c)** el brillo será igual en todas las frecuencias.

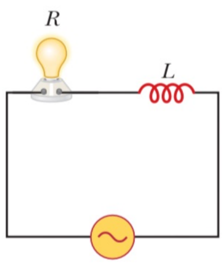


Figura 32.8 (Examen rápido 32.2) ¿En qué frecuencias brilla más la lámpara?

$$I_{max} = \frac{\Delta V_{max}}{\omega L}$$

ω baja $\to I$ aumenta

A menores ω (frecuencias)

3:06pm

8. Un inductor de 20.0 mH se conecta a una salida eléctrica estándar (V_{rms} = 120 V; f = 60.0 Hz). Determine la energía almacenada en el inductor a t = (1/180) s, suponiendo que esta energía es cero a t = 0.

Figura P32.6
Problemas 6 y 7.

$t = 0\,s \qquad U_B = 0 \qquad U_B = \frac{1}{2} L i_L^2 \qquad i_L = 0 \quad t = 0\,s$

$$i(t) = I_{max} \operatorname{sen}(\omega t + \phi)$$

$t = 0$

$\omega = 2\pi f$
$= 2\pi \cdot 60$
$\omega \approx 120\pi$

$\phi = 0$

$$i(0) = I_{max} \underbrace{\operatorname{sen}(0 + \phi)}_{0}$$

$$\rightarrow \quad i(t) = I_{max} \operatorname{sen}(\omega t)$$

$$I_{rms} = \frac{\Delta V_{rms}}{X_L} = \frac{\Delta V_{rms}}{\omega L} = \frac{120}{20 \times 10^{-3} \cdot 120\pi} = 15{,}9\,A$$

$$I_{max} = \sqrt{2} \cdot I_{rms} = \sqrt{2} \cdot 15{,}9 = 22{,}5\,A$$

$$i_L(t) = 22{,}5 \operatorname{sen}(120\pi \cdot t)$$

Cuando $t = \frac{1}{180}\,s$

$$i_L = 22{,}5 \operatorname{sen}\left(120\pi \cdot \frac{1}{180}\right) = 19{,}5\,A$$

Entonces

$$U_B = \frac{1}{2} L i^2$$

$$U_B = \frac{1}{2} \cdot 20 \times 10^{-3} \cdot 19{,}5^2 = 3{,}8 \text{ J}$$

Capacitores en circuito CA

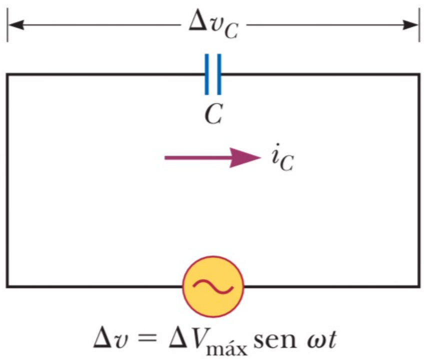


Figura 32.9 Circuito formado por un capacitor de capacitancia C conectado a una fuente de CA.

$\Sigma v = 0$ (Kirchoff)

$$\Delta v_c = -\frac{q}{C}$$

$$\Delta v + -\frac{q}{C} = 0$$

$$q = C\Delta v$$

$$q = C \cdot \Delta V_{max} \,\text{sen}\, \omega t$$

q y Δv están en fase

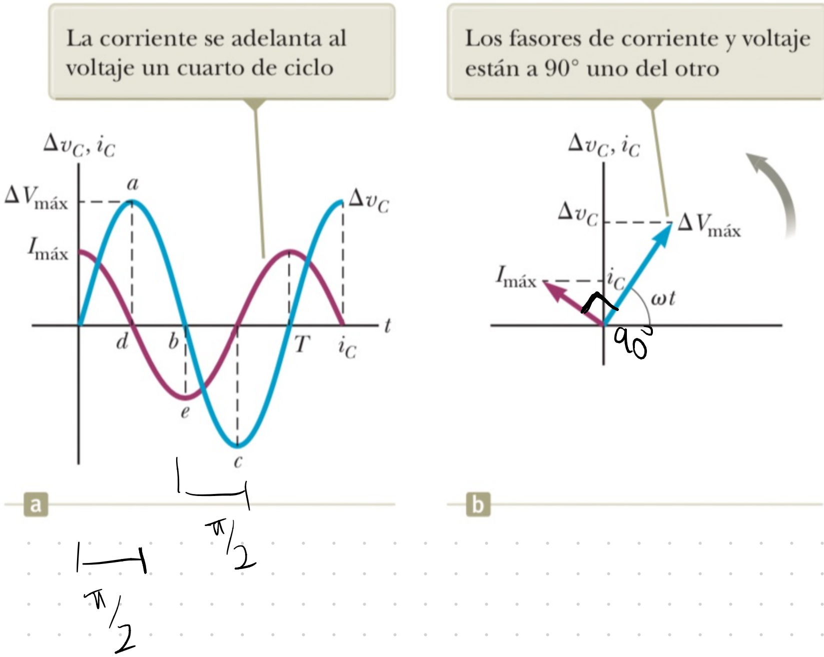
La corriente en el circuito es

$$i_c = \frac{dq}{dt} = C\omega \Delta V_{max} \underbrace{\cos \omega t}_{\text{sen}(\omega t + \pi/2)}$$

$$i_c = \underbrace{C\omega\Delta V_{max}}_{I_{max}} \,\text{sen}(\omega t + \pi/2)$$

$\Rightarrow$ i_c y Δv están fuera de fase. $90°$

i_c está adelantado $90°$ respecto a Δv_c



$$i_c = \underbrace{C\omega \Delta V_{max}}_{I_{max}} \operatorname{sen}(\omega t + \pi/2)$$

$$I_{max} = C\omega \Delta V_{max}$$

$$I_{max} = \frac{\Delta V_{max}}{1/\omega C} \rightarrow X_c$$

$$I = \frac{V}{R}$$

$$X_c = \frac{1}{\omega C} \rightarrow \text{Reactancia capacitiva.}$$

Y la diferencia de voltaje en terminales del capacitor es

$$\Delta V_C = \Delta V_{max} \operatorname{sen}(\omega t) = I_{max} X_C \operatorname{sen}(\omega t)$$

Observaciones:

- Si aumenta ω, disminuye X_C (menor resistencia)

EXAMEN RÁPIDO 32.3 Considere el circuito de CA de la figura 32.11. La frecuencia de la fuente de CA se ajusta en tanto la amplitud de su voltaje se mantiene constante. La lámpara tendrá un brillo máximo **(a)** a altas frecuencias, **(b)** a bajas frecuencias, o **(c)** el brillo será igual a cualquier frecuencia.

◀ Voltaje en las terminales de un capacitor

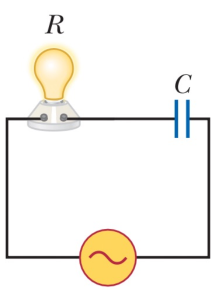


Figura 32.11 (Examen rápido 32.3)

Si aumenta $\omega \rightarrow X_C \downarrow$

$$I_{max} = \frac{\Delta V_{max}}{X_C}$$

Aumento f para aumentar I.

11. Un capacitor de 1.00 mF se conecta a una toma de corriente estándar ($\Delta V_{rms} = 120$ V; $f = 60.0$ Hz). Determine la corriente en los alambres a $t = \frac{1}{180}$ s, suponiendo que cuando $t = 0$ la energía almacenada en el condensador es cero.

$C = 1\times10^{-3}$ F

$\Delta V_{rms} = 120$V

$f = 60$Hz

$U_E = \dfrac{q^2}{2C} = 0$ cuando $t = 0$

$q = 0 \rightarrow \Delta V_c = 0$ (porque q y ΔV_c están en fase)

$$\Delta V_c = \Delta V_{max} \operatorname{sen}(\omega t)$$

$$i_c = I_{max} \operatorname{sen}(\omega t + \pi/2) = \frac{\Delta V_{max}}{X_c} \operatorname{sen}(\omega t + \pi/2)$$

$\omega = 2\pi f$

$$X_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi \cdot 60 \cdot 1\times10^{-3}} = 2{,}65\ \Omega$$

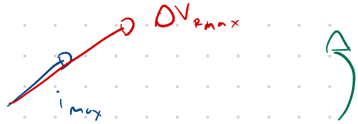
$$\Delta V_{max} = \sqrt{2}\,\Delta V_{rms} = \sqrt{2}\cdot 120 = 170\ V$$

$$i_c = \frac{170}{2{,}65} \operatorname{sen}(2\pi \cdot 60 t + \pi/2)$$

$$i_c\left(t = \frac{1}{180}\right) = \frac{170}{2{,}65} \operatorname{sen}\left(2\pi \cdot 60 \cdot \frac{1}{180} + \pi/2\right) = -32\ A$$

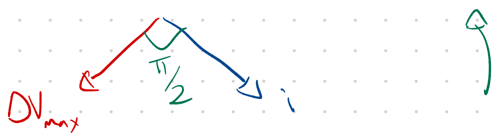
Resumen

Resistor i y ΔV_R están en fase



Inductor i está retrasado $\pi/2$ respecto a ΔV_L

Capacitor i está adelantado $\pi/2$ respecto a ΔV_C



Valores máximos

$$\Delta V_R = I_{max} \cdot R$$

$$\Delta V_L = I_{max} \cdot X_L$$

$$\Delta V_C = I_{max} \cdot X_C$$

Circuito RLC en serie

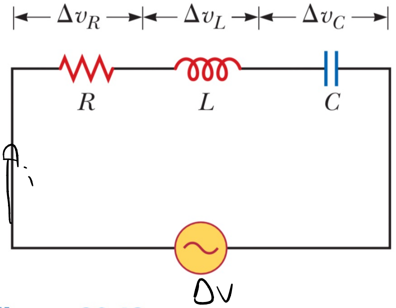


Figura 32.13 (a) Circuito en serie formado por un resistor, un inductor y un capacitor conectados a una fuente de CA. (b).

Supongamos nuevamente

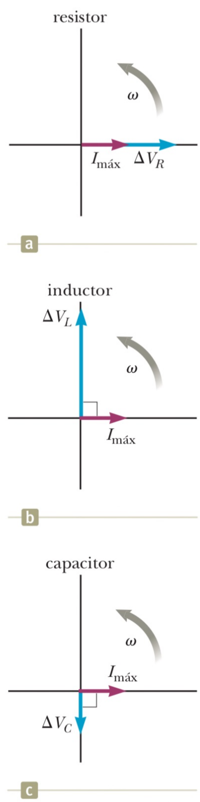
$$\Delta v = \Delta V_{max} \operatorname{sen}(\omega t)$$

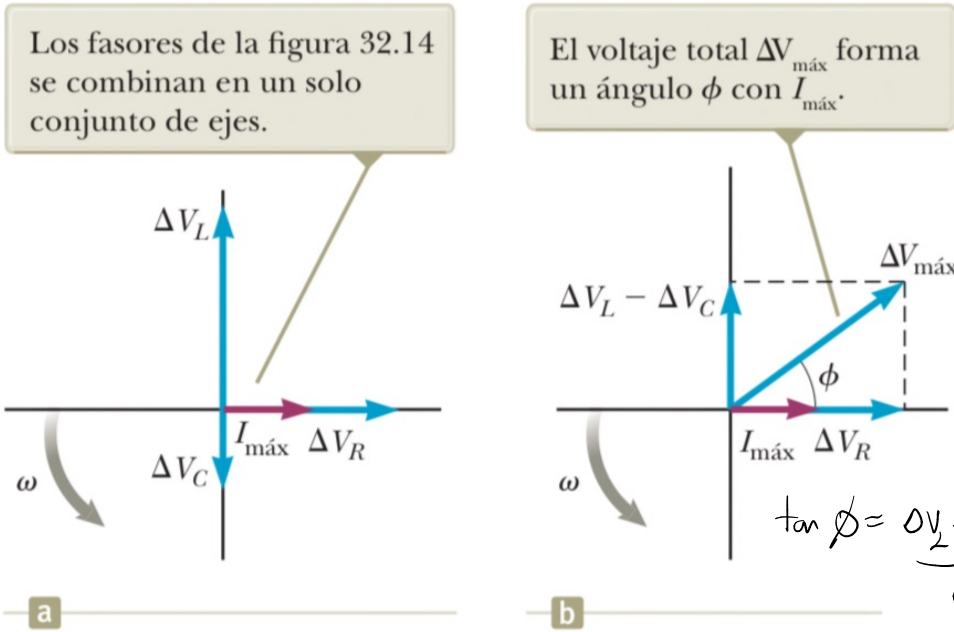
Escribimos la corriente resultante de manera general como

$$i = I_{max} \operatorname{sen}(\omega t - \phi)$$

↳ ángulo de fase entre i y Δv aplicado.

La misma corriente pasa por ellos porque están en serie. En algún momento particular, donde i_{max} vaya en x, tenemos el siguiente comportamiento:





$$\tan \phi = \frac{\Delta V_L - \Delta V_C}{\Delta V_R}$$

$$\Delta V_{max} = \sqrt{\Delta V_R^2 + (\Delta V_L - \Delta V_C)^2}$$

$$\Delta V_{max} = \sqrt{(I_{max} \cdot R)^2 + (I_{max} X_L - I_{max} X_C)^2}$$

$$\Delta V_{max} = I_{max} \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$i = \frac{V}{R}$$

$$I_{max} = \frac{\Delta V_{max}}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}}$$ → se comporta como resistencia

$$Z \equiv \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$ Impedancia

Z del circuito

Del diagrama, vemos que el ángulo de fase entre la corriente y el voltaje del circuito es

$$\phi = \tan^{-1}\left(\frac{\Delta V_L - \Delta V_C}{\Delta V_R}\right)$$

$$\phi = \tan^{-1}\left(\frac{\cancel{I_{max}} X_L - \cancel{I_{max}} X_C}{\cancel{I_{max}} X_R}\right)$$

$$\phi = \tan^{-1}\left(\frac{X_L - X_C}{R}\right)$$

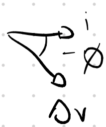
Casos

- Si $X_L > X_C$ $\quad \phi \rightarrow +$ (Circuito es más inductivo que capacitivo)

ΔV adelanta i

(i se atrasa respecto a ΔV aplicado)

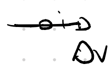
- Si $X_L < X_C$ $\quad \phi \rightarrow -$



i adelanta ΔV

(circuito es más capacitivo que inductivo)

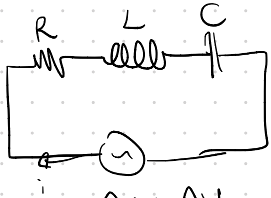
- Si $X_L = X_C$



Circuito es completamente resistivo

Potencia en circuito CA

RLC



$$\Delta v = \Delta V_{max} \operatorname{sen} \omega t$$

$$i = I_{max} \operatorname{sen}(\omega t - \phi)$$

Potencia instantánea

$$P(t) = i\Delta v = I_{max} \Delta V_{max} \operatorname{sen}(\omega t) \operatorname{sen}(\omega t - \phi)$$

$$\operatorname{sen}(\omega t - \phi) = \operatorname{sen} \omega t \cos\phi - \cos\omega t \operatorname{sen}\phi$$

Potencia promedio

$$P_{prom} = \int_0^T P(t)\,dt$$

(1 ciclo)

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$P_{prom} = \int_0^T I_{max} \Delta V_{max} \operatorname{sen}(\omega t) [\operatorname{sen}\omega t \cos\phi - \cos\omega t \operatorname{sen}\phi]\,dt$$

$$P_{prom} = \int_0^T I_{max} \Delta V_{max} \operatorname{sen}^2 \omega t \cos\phi \,dt - \int_0^T I_{max} \Delta V_{max} \operatorname{sen}\omega t \cos\omega t \operatorname{sen}\phi \,dt$$

$$P_{prom} = I_{max} \Delta V_{max} \cos\phi \int_0^T \operatorname{sen}^2 \omega t \,dt - I_{max} \Delta V_{max} \operatorname{sen}\phi \int_0^T \operatorname{sen}(\omega t) \cos(\omega t)\,dt$$

Pero $\int_0^T \operatorname{sen}^2(\omega t) = \frac{1}{2}$ $\qquad T = \frac{2\pi}{\omega}$

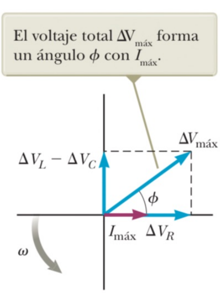
$$\int_0^T \operatorname{sen}(\omega t)\cos(\omega t) = 0$$

$$\Rightarrow P_{prom} = \frac{1}{2} \cdot I_{max}\,\Delta V_{max} \underbrace{\cos\phi}_{\text{Factor de potencia}}$$

Recuerde que $\quad I_{rms} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} \qquad V_{rms} = \frac{\Delta V_{max}}{\sqrt{2}}$

$$\Rightarrow I_{max} = \sqrt{2}\, I_{rms} \qquad \Delta V_{max} = \sqrt{2}\, V_{rms}$$

$$\Rightarrow \boxed{P_{prom} = I_{rms} \cdot V_{rms} \cos\phi}$$



$$\cos\phi = \frac{\Delta V_R}{\Delta V_{max}} = \frac{I_{max} R}{\Delta V_{max}}$$

Pero $Z = \frac{\Delta V_{max}}{I_{max}}$

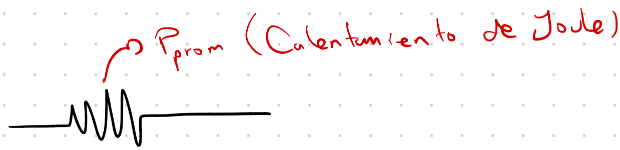
Entonces

$$\cos\phi = \frac{R}{Z}$$

y, con algunas sustituciones

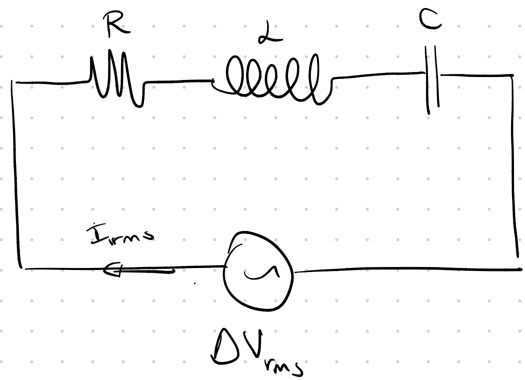
$$P_{prom} = I_{rms}^2 \cdot R$$

La potencia que entrega la fuente al circuito se convierte en energía interna en el resistor, como en circuito CD.



Resonancia en circuito RLC

Resonancia: Fenómeno en el cual un sistema se somete a una frecuencia igual a su frecuencia natural de oscilación, causando aumento en su amplitud. Para circuitos eléctricos esto se da cuando obtenemos corriente I_{rms} máxima



$$I_{rms} = \frac{\Delta V_{rms}}{Z}$$

I_{rms} máximo

$$I_{rms} = \frac{\Delta V_{rms}}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}}$$

→ Si Z es mínimo, I máximo

Si $X_L - X_C = 0$

$X_L = \omega_0 L$

$X_C = \dfrac{1}{\omega_0 C}$

$$\omega_0 L = \frac{1}{\omega_0 C}$$

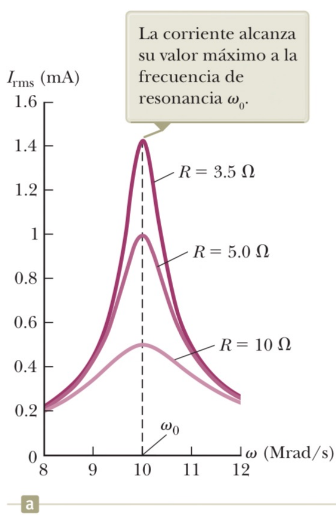
$$\omega_0^2 = \frac{1}{LC} \rightarrow \boxed{\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}}$$

Frecuencia "natural" de oscilación de circuito RLC y LC.

Entonces, si aplico un voltaje CA con esta frecuencia ω_0,

$$\Delta v = \Delta V_{max} \operatorname{sen}(\omega_0 t)$$

obtendré la mayor corriente posible.



OJO también!

a menor R, mayor I!

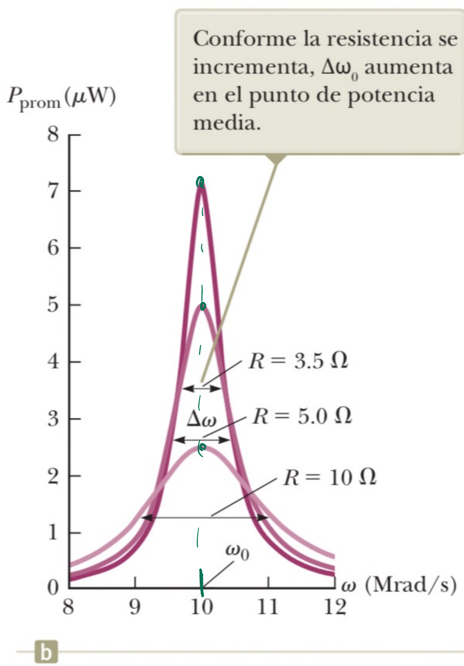
La potencia promedio para cualquier frecuencia es

$$P_{prom} = \frac{(\Delta V_{rms})^2 R\omega^2}{R^2 \omega^2 + L^2(\omega^2 - \omega_0{}^2)^2}$$

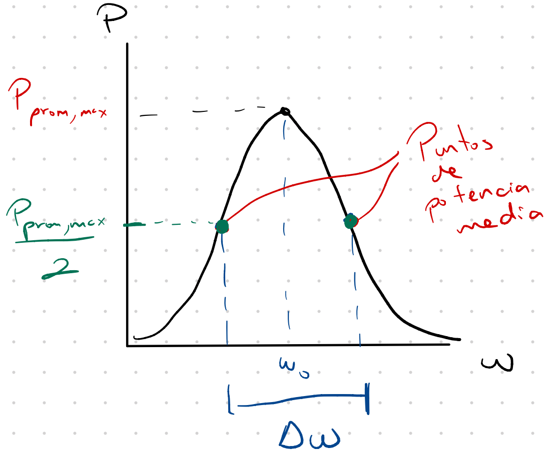
$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

Note que acá también, esta P es máxima si $\omega = \omega_0$

$$P_{prom} = \frac{(\Delta V_{rms})^2 R \omega_0^2}{R^2 \omega_0^2} = \frac{(\Delta V_{rms})^2}{R}$$



Note que la curva se hace más ancha a mayores resistencias



Factor de calidad

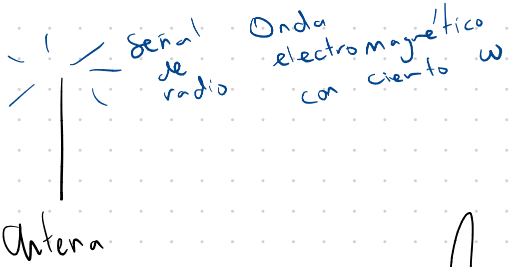
$$Q = \frac{\omega_0}{\Delta\omega}$$

$$\Delta\omega = \frac{R}{L}$$

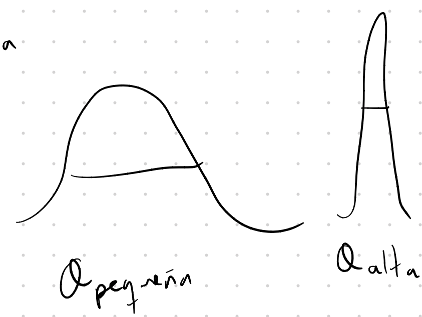
$$\boxed{Q = \frac{L\omega_0}{R}}$$

Si queremos que la curva sea más angosta "delgada", necesitamos $\Delta\omega$ pequeño, Q grande.

Aplicación: Radio



Radio



Para sintonizar, se cambia la capacitancia, y esto altera el ω_0 del circuito. Cuando ω de onda es igual a ω_0, hay resonancia y se amplifica esa onda en altavoz.

Buen radio $\rightarrow$ Q elevada.

El transformador y la transmisión de energía

La potencia eléctrica entregada por un cable en el cual fluye corriente I a un voltaje ΔV es

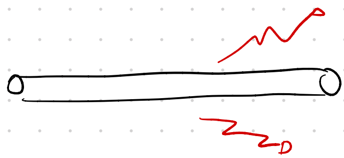
$$P = I_{rms} \cdot \Delta V_{rms}$$

Puede transportar la misma cantidad

$I \uparrow \quad \Delta V \downarrow$

$I \downarrow \quad \Delta V \uparrow$

¿Cuál elijo?



→ Cables de grandes distancias. Tienen una resistencia "inherente"

$P_R = I^2 R$

→ Pérdida de energía

Para minimizar esa pérdida de energía en los cables, es preferible transportar pequeñas corrientes. ⇒ Voltajes altos

Son comunes V de 365kV y hasta 765kV.

En el extremo receptor de esas líneas, se necesitan bajos voltajes (por seguridad y eficiencia)

© Cengage

Figura 32.18 El transformador en este poste de potencia baja la tensión de CA de 4 000 V a 240 V para su distribución a residencias individuales.

Cable $\to$ 365 kV

$\downarrow$

Subestación de distribución $\sim$ 20 kV

$\downarrow$

Transf. en áreas residenciales $\sim$ 2000 V

$\downarrow$

Sitio del consumido 120 V y 240 V

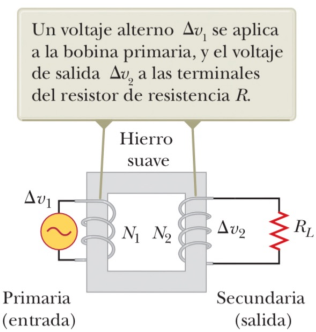


Figura 32.19 Un transformador ideal está formado por dos bobinas enrolladas en el mismo núcleo de hierro.

$$\Delta v_1 = -N_1 \frac{d\Phi_B}{dt} \qquad \frac{d\Phi_B}{dt} = \frac{-\Delta v_1}{N_1}$$

$$\Delta v_2 = -N_2 \frac{d\Phi_B}{dt} \qquad \frac{d\Phi_B}{dt} = \frac{-\Delta v_2}{N_2}$$

$$\frac{\Delta v_1}{N_1} = \frac{\Delta v_2}{N_2} \to \Delta v_2 = \frac{N_2}{N_1} \Delta v_1$$

Si $N_2 >> N_1$

$\Delta V_2 > \Delta V_1$

(Transformador elevador)

Si $N_1 >> N_2$

$\Delta V_2 < \Delta V_1$

(Transformador reductor)

Diagrama circuito

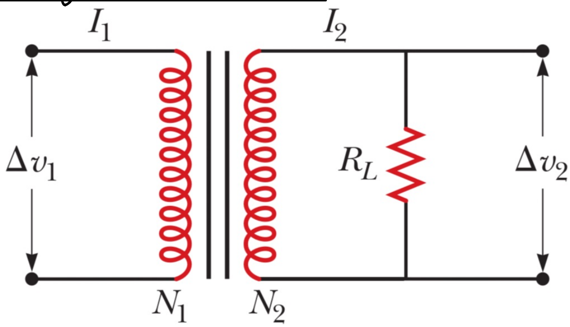


Figura 32.20 Diagrama de circuito para un transformador

I_1 — Induce I_2

Si el transformador es "perfecto"

$$I_1 \Delta V_1 = I_2 \Delta V_2$$

Pero $I_2 = \dfrac{\Delta V_2}{R_L}$

$I_1 = \dfrac{\Delta V_1}{R_{eq}}$

$$\Rightarrow R_{eq} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 R_L$$

$$I_1 \Delta V_1 = e I_2 \Delta V_2$$

$0{,}9 < e < 0{,}99$

en transf. típicos.