FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO
2017

DUODECIMA
1ra PARTE

CORRIENTE ALTERNA

Década de 1880 en Estados Unidos

Cuál es el mejor método de distribución de energía eléctrica?

Thomas Edison

estaba a favor de la corriente directa (cd)

George Westinghouse

se inclinaba por la corriente alterna (ca)

Una de las grandes ventajas de la ca sobre la cd en **la distribución de energía eléctrica** es que es mucho más fácil subir y bajar los voltajes con la ca que con la cd

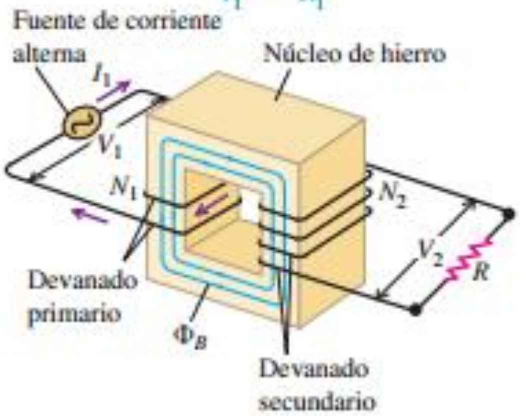
transmisión a grandes distancias

Transformadores

31.21 Diagrama de un transformador elevador idealizado. El devanado primario está conectado a una fuente de ca; el secundario está conectado a un dispositivo con resistencia R.

La fem inducida *por espira* es la misma en las dos bobinas, por lo que podemos ajustar la razón de los voltajes terminales modificando la razón de las espiras:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$$



$$\mathcal{E}_1 = -N_1 \frac{d\Phi_B}{dt} \quad \text{y} \quad \mathcal{E}_2 = -N_2 \frac{d\Phi_B}{dt}$$

$$\frac{\mathcal{E}_2}{\mathcal{E}_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

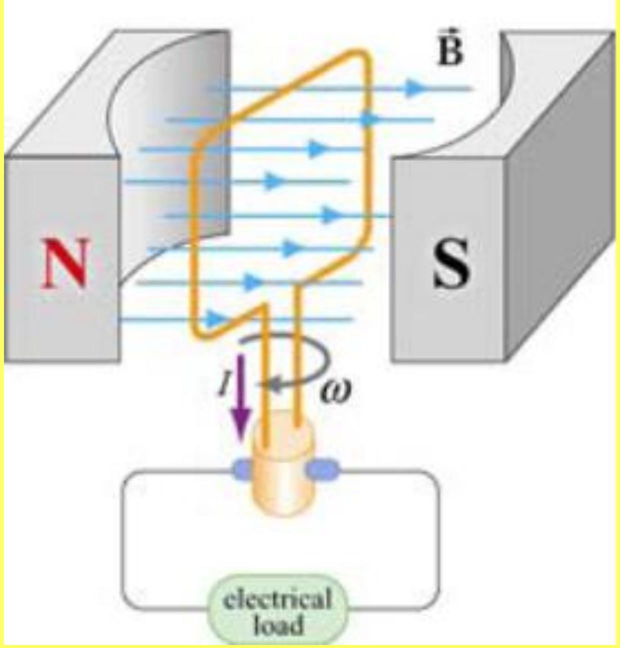
Si los devanados tienen una resistencia de cero, las fem inducidas ε_1 y ε_2 son iguales a los voltajes entre terminales a través del primario y el secundario, respectivamente

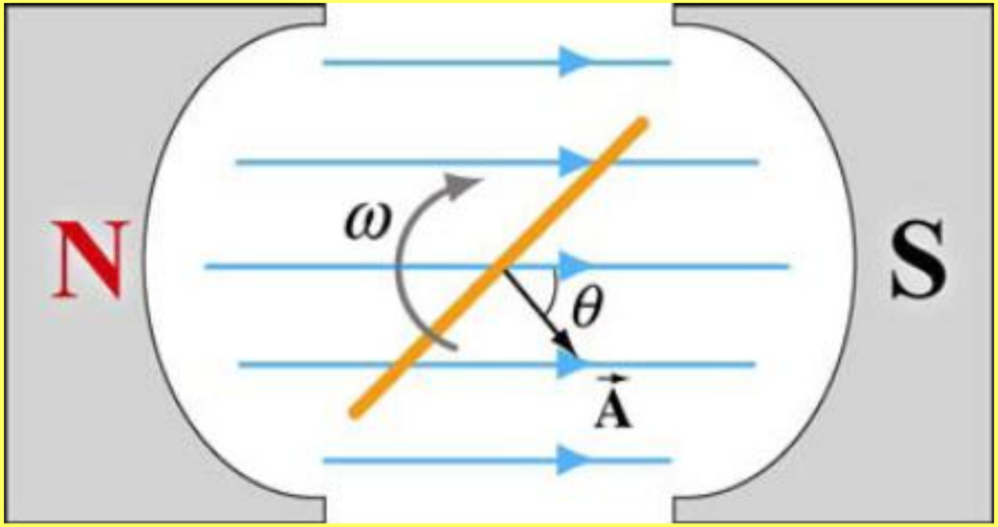
$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1} \qquad \text{(voltajes terminales del transformador primario y secundario)}$$

31.23 Los adaptadores de ca como éste convierten la ca doméstica en una cd de bajo voltaje que puede utilizarse con aparatos electrónicos. Contiene un transformador reductor para bajar el voltaje y diodos para rectificar la corriente de salida (véase la figura 31.3).

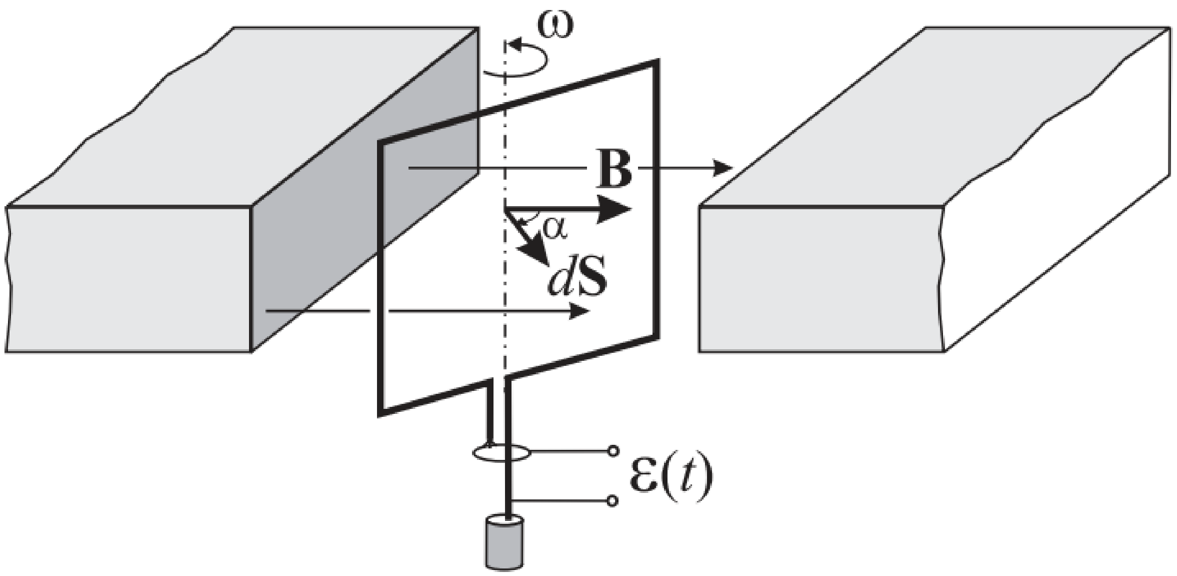
Los transformadores reales siempre tienen algunas pérdidas de energía.

Circuitos de Corriente Alterna





Generadores de fem alterna



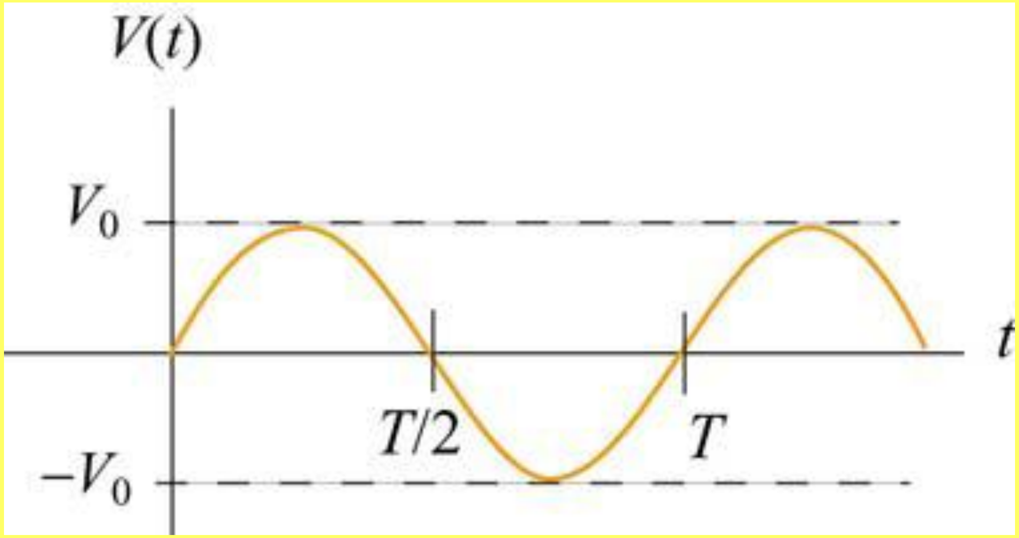
$$\Phi = \int_S \mathbf{B}\cdot d\mathbf{S} = BS\cos\alpha\,, \qquad \Phi(t) = BS\cos(\omega t + \alpha_0)$$

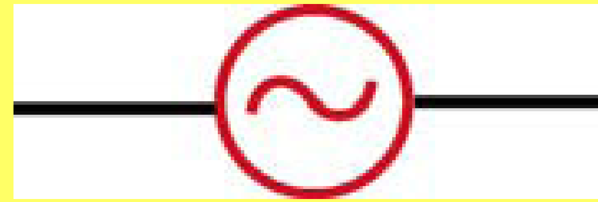
$$\mathscr{E}(t) = -N\frac{d\Phi}{dt} = NBS\omega\,\mathrm{sen}(\omega t + \alpha_0)\,,$$

$$\boxed{\mathscr{E}(t) = \mathscr{E}_0\cos(\omega t + \varphi)\,,}$$

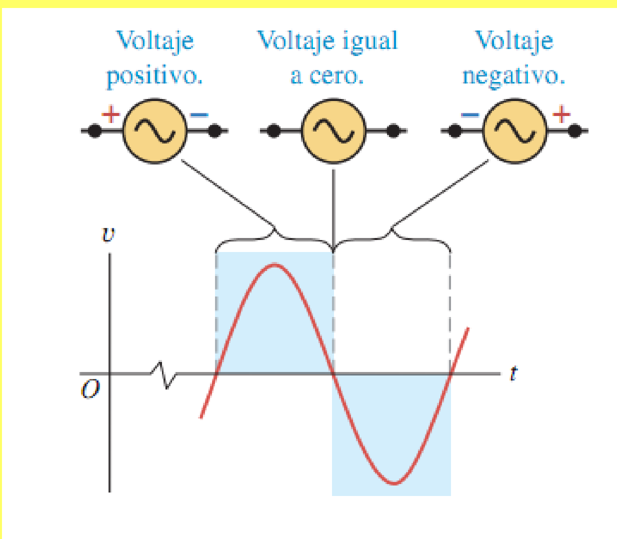
, $\mathscr{E}_0 = NBS\omega$ y $\varphi = \alpha_0 - \pi/2.$

Circuitos corriente alterna



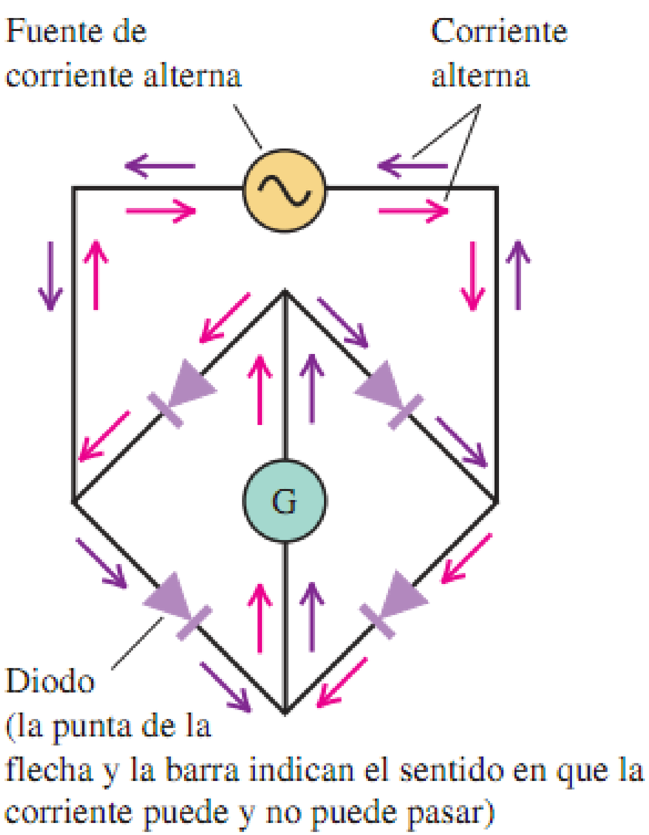


$$V(t) = V_0 \sin \omega t$$



$$I(t) = I_0 \cos(\omega t + \varphi)$$

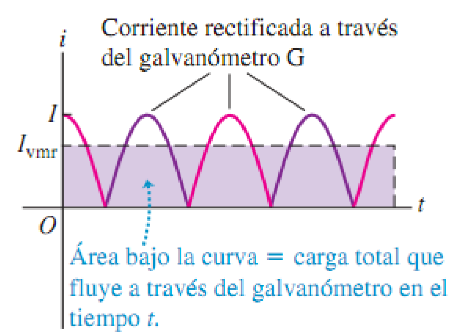
Corriente alterna rectificada



a) Circuito rectificador de onda completa

La **corriente de valor medio rectificada I_{vmr}** se define de manera que, durante cualquier número entero de ciclos, la carga total que fluye es la misma que habría si la corriente fuera constante con un valor igual a I_{vmr}

$$I_{vmr} = \frac{2}{\pi} I = 0.637 I$$



b) Gráfica de la corriente rectificada de onda completa y su valor medio, la corriente de valor medio rectificada I_{vmr}

Valores cuadráticos medios (rms)

Una forma más útil de describir una cantidad positiva o negativa es **el valor eficaz o valor cuadrático medio** (rms, por las siglas de root mean square).

$$i^2 = I^2\cos^2\omega t$$

$$\cos^2 A = \frac{1}{2}(1 + \cos 2A)$$

$$i^2 = I^2\frac{1}{2}(1 + \cos 2\omega t) = \frac{1}{2}I^2 + \frac{1}{2}I^2\cos 2\omega t$$

$$I_{rms} = \frac{I}{\sqrt{2}} \quad \text{(valor cuadrático medio de una corriente sinusoidal)}$$

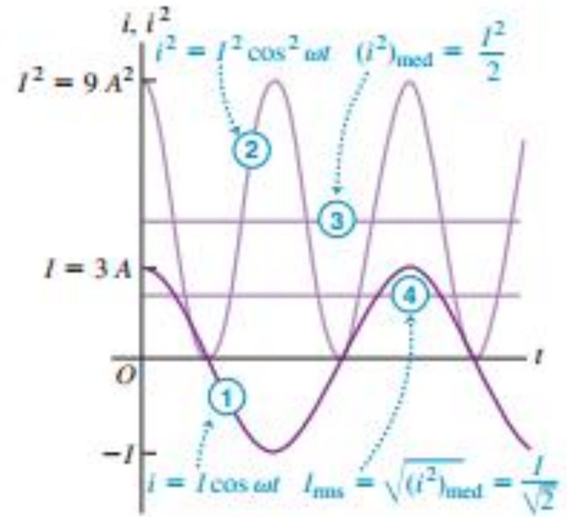
Análogamente

$$V_{rms} = \frac{V}{\sqrt{2}} \quad \text{(valor cuadrático medio de un voltaje sinusoidal)}$$

31.4 Cálculo del valor cuadrático medio (rms) de una corriente alterna.

Significado del valor rms de una cantidad sinusoidal (aquí, una corriente alterna con $I = 3$ A):

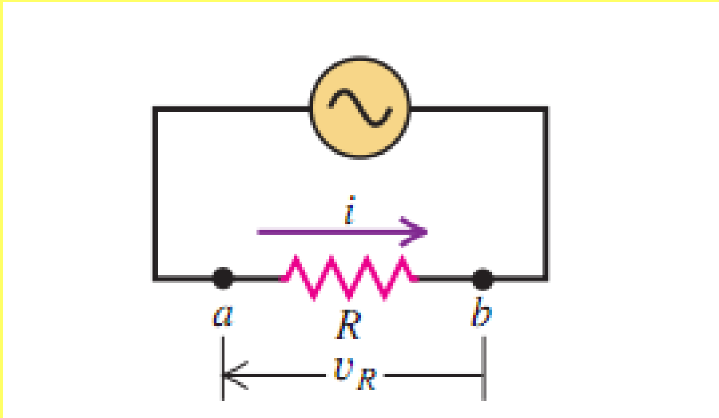
1. Grafique la corriente i contra el tiempo.
2. *Eleve al cuadrado* la corriente instantánea i.
3. Obtenga el valor *promedio* (media) de i^2.
4. Obtenga la *raíz cuadrada* de ese promedio.



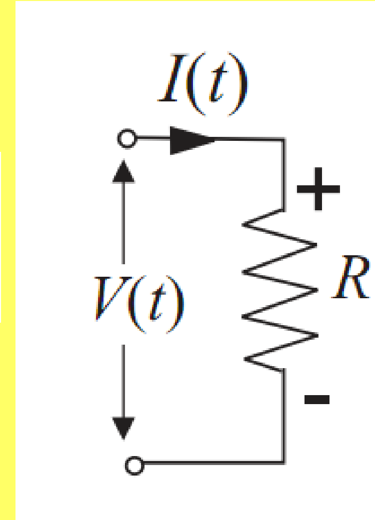
Los medidores usados para medir voltajes y corrientes ca casi siempre están calibrados para leer **valores rms**, no el promedio máximo o rectificado.

$$V = \sqrt{2}V_{rms} = \sqrt{2}(120\ \text{V}) = 170\ \text{V}$$

Resistencia en Circuito CA



$$I(t) = \frac{V(t)}{R}.$$

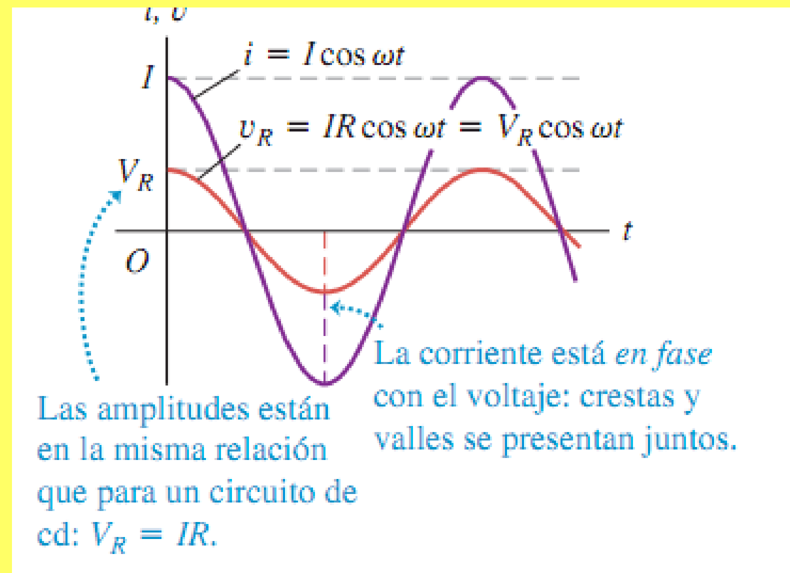


$$i = I\cos\omega t$$

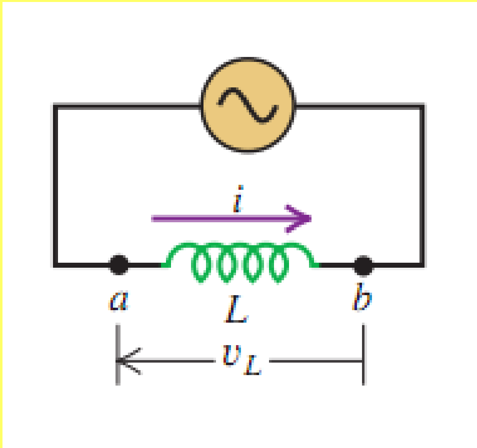
$$v_R = iR = (IR)\cos\omega t$$

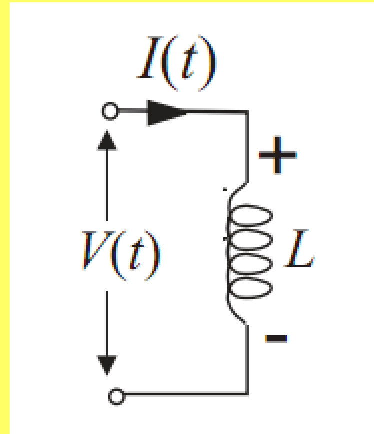
$$v_R = V_R\cos\omega t$$

con $V_R = IR$



Autoinductancia en Circuito CA

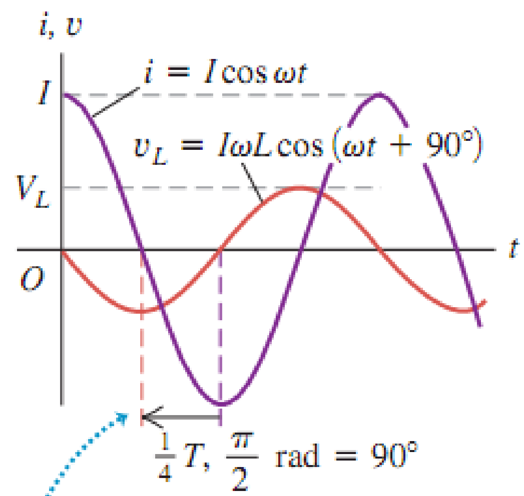




$$V(t) = L\frac{dI(t)}{dt}$$

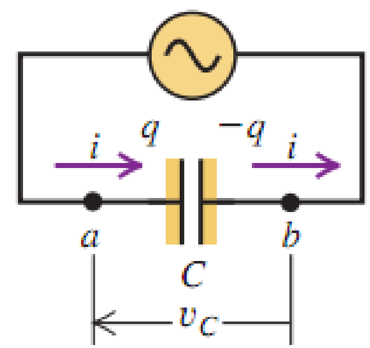
$$v_L = L\frac{di}{dt} = L\frac{d}{dt}(I\cos\omega t) = -I\omega L\,\mathrm{sen}\,\omega t$$

$$v_L = I\omega L\cos(\omega t + 90^\circ)$$

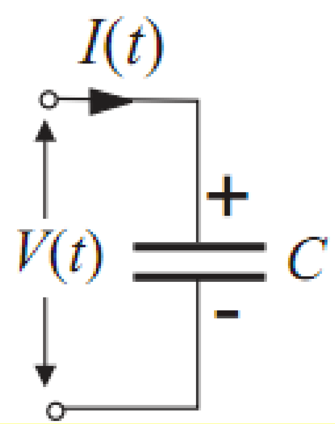


La curva del voltaje *adelanta* a la de la corriente por un cuarto de ciclo (correspondiente a $\phi = \pi/2$ rad $= 90^\circ$).

Capacitancia en Circuito CA



$$C = \frac{Q}{V}\,.$$

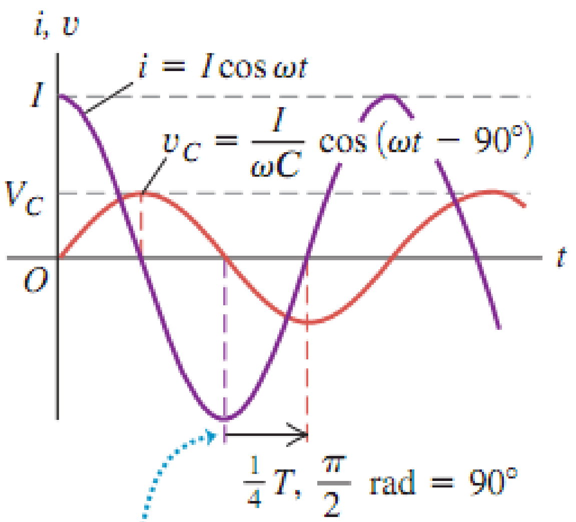


$$i = \frac{dq}{dt} = I\cos\omega t$$

$$q = \frac{I}{\omega}\operatorname{sen}\omega t$$

$$v_C = \frac{I}{\omega C}\operatorname{sen}\omega t$$

$$v_C = \frac{I}{\omega C}\cos(\omega t - 90^\circ)$$



La curva del voltaje *se retrasa* con respecto a la curva de corriente por un cuarto de ciclo (correspondiente a $\phi = \pi/2$ rad = 90°).

Si la corriente i en un circuito es $i = I\cos\omega t$

el voltaje v de un punto con respecto a otro es

$$v = V\cos(\omega t + \phi)$$

ángulo de fase,

Para un inductor, $V_L = I\omega L$

Se define la reactancia inductiva X_L de un inductor como $X_L = \omega L$

Para un capacitor, $V_C = \frac{I}{\omega C}$

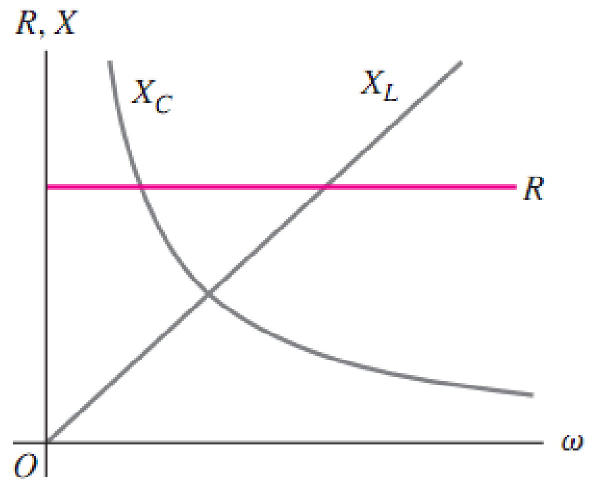
Se define la reactancia capacitiva X_C como $X_C = \frac{1}{\omega C}$

$$i = I\cos\omega t$$

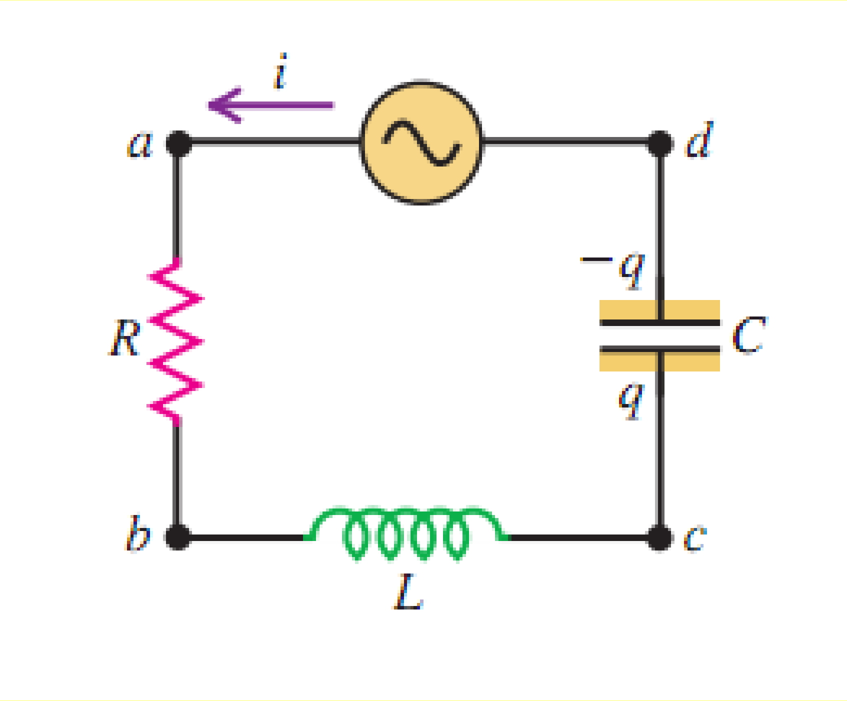
Tabla 31.1 Elementos de circuito con corriente alterna

Elemento de circuito	Relación de amplitudes	Cantidad de circuito	Fase de v
Resistor	$V_R = IR$	R	En fase con i
Inductor	$V_L = IX_L$	$X_L = \omega L$	Se adelanta 90° a i
Capacitor	$V_C = IX_C$	$X_C = 1/\omega C$	Se retrasa 90° con respecto a i

31.11 Gráficas de R, X_L y X_C como funciones de la frecuencia angular ω.



Circuito RLC serie



$$i = I\cos\omega t,$$

$$v = V\cos(\omega t + \phi)$$

ángulo de fase

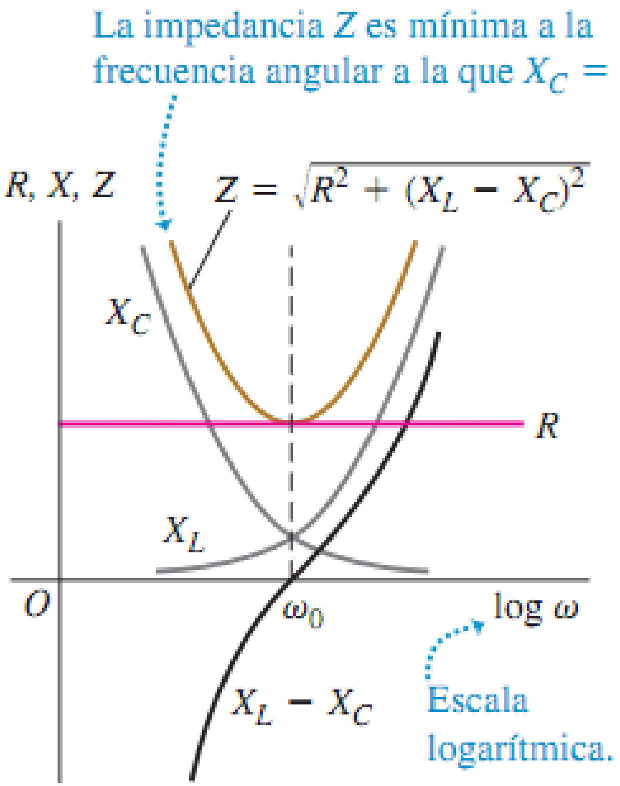
$$\tan\phi = \frac{V_L - V_C}{V_R} = \frac{I(X_L - X_C)}{IR} = \frac{X_L - X_C}{R}$$

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

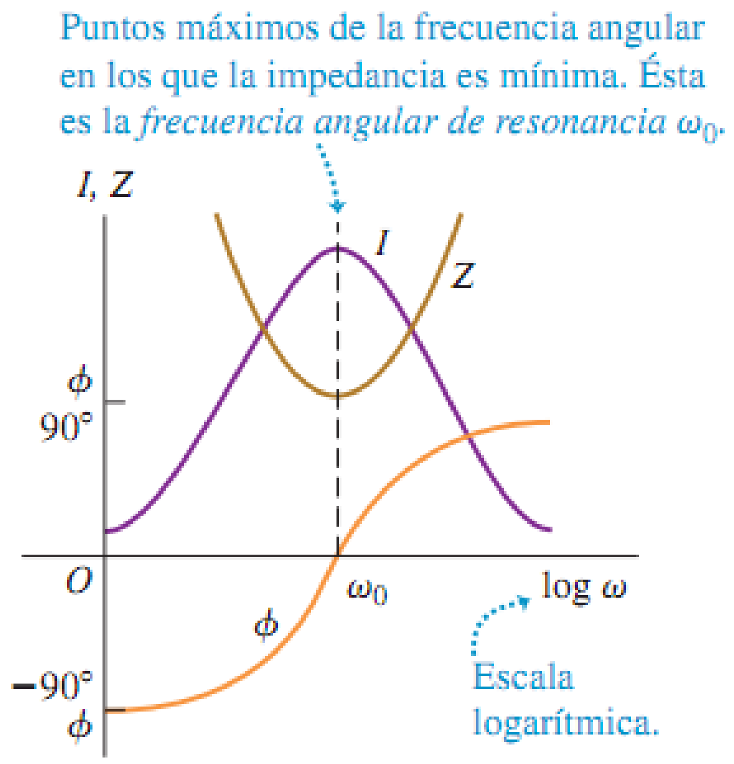
Impedancia Z de un circuito de ca como la razón entre la amplitud del voltaje entre las terminales del circuito y la amplitud de la corriente en el circuito.

$$V = IZ$$

a) Reactancia, resistencia e impedancia como funciones de la frecuencia angular



b) Impedancia, corriente y ángulo de fase como funciones de la frecuencia angular



$$X_L = X_C \qquad \omega_0 L = \frac{1}{\omega_0 C} \qquad \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$\tan\phi = \frac{\omega L - 1/\omega C}{R}$$

resonancia

resonancia