

ANÁLISIS DE POTENCIA EN AC

Marcela Vallejo Valencia

profemarcelavallejo@gmail.com

<http://tableroalparque.weebly.com>



Potencia instantánea

- la *potencia instantánea* $p(t)$ absorbida por un elemento es el producto de la tensión instantánea $v(t)$ en las terminales del elemento y la corriente instantánea $i(t)$ a través de él.

$$p(t) = v(t)i(t)$$

$$v(t) = V_m \cos(\omega t + \theta_v)$$

$$i(t) = I_m \cos(\omega t + \theta_i)$$

$$p(t) = v(t)i(t) = V_m I_m \cos(\omega t + \theta_v) \cos(\omega t + \theta_i)$$

Potencia instantánea

Veamos

$$p(t) = v(t)i(t) = V_m I_m \cos(\omega t + \theta_v) \cos(\omega t + \theta_i)$$

$$\cos A \cos B = \frac{1}{2} [\cos(A - B) + \cos(A + B)]$$

$$p(t) = \underbrace{\frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i)}_{\text{Parte constante}} + \underbrace{\frac{1}{2} V_m I_m \cos(2\omega t + \theta_v + \theta_i)}_{\text{Parte senoidal, con el doble de la frecuencia}}$$

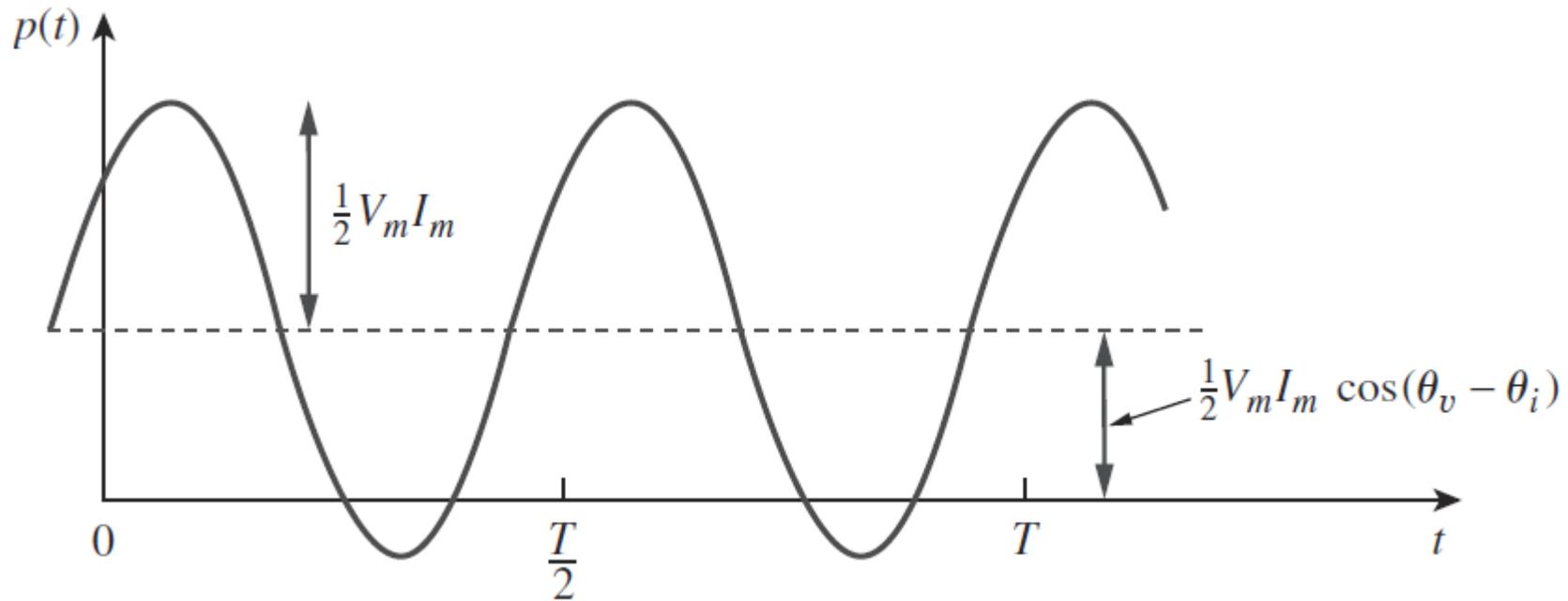
Parte constante
Depende de la diferencia
de fases

Parte senoidal, con el doble de
la frecuencia

Potencia instantánea

Veamos

$$p(t) = \frac{1}{2}V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i) + \frac{1}{2}V_m I_m \cos(2\omega t + \theta_v + \theta_i)$$



Algunas veces es positiva y otras negativa

Es difícil de medir

Potencia promedio

- La potencia promedio, en watts, es el promedio de la potencia instantánea a lo largo de un periodo.

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T p(t) dt$$

$$P = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i)$$

Una carga resistiva (R) absorbe potencia todo el tiempo, mientras que una carga reactiva (L o C) absorbe una potencia promedio nula.

Potencia promedio - Ejercicios

- Calcule la potencia promedio absorbida por una impedancia $Z = 30 + j70$ cuando una tensión $V = 120 \angle 0^\circ$ se aplica a sus terminales.
- Una corriente $I = 10 \angle 30^\circ$ fluye a través de una impedancia $Z = 20 \angle -22^\circ$. Halle la potencia promedio suministrada a la impedancia.

Valor Eficaz

- El valor eficaz de una corriente periódica es la corriente de cd que suministra la misma potencia promedio a una resistencia que la corriente periódica.
- Para cualquier función periódica $x(t)$ en general, el valor rms (o eficaz) está dado por

$$X_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T x^2 dt}$$

$$V_{\text{rms}} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

Valor Eficaz y Potencia Promedio

- Puede expresarse

$$V_{\text{rms}} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

$$P = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i) = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cos(\theta_v - \theta_i)$$

$$P = \underbrace{V_{\text{rms}} I_{\text{rms}}}_{\text{Potencia aparente}} \underbrace{\cos(\theta_v - \theta_i)}_{\text{Factor de potencia}} = S \cos(\theta_v - \theta_i)$$

Potencia aparente Factor de potencia

Potencia aparente y factor de potencia

- La potencia aparente (en VA) es el producto de los valores rms del voltaje por la corriente

$$S = V_{\text{rms}} I_{\text{rms}}$$

- El factor de potencia es el coseno de la diferencia de fase entre la tensión (voltaje) y la corriente. También es igual al coseno del ángulo de la impedancia de la carga.

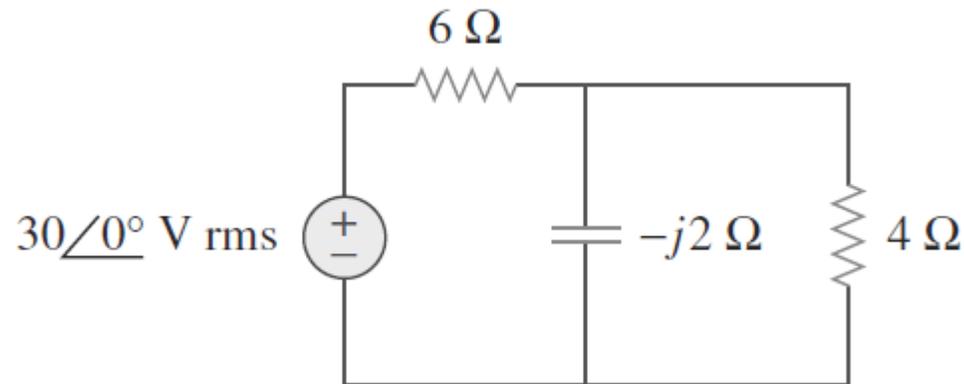
$$\mathbf{Z} = \frac{\mathbf{V}}{\mathbf{I}} = \frac{V_m \angle \theta_v}{I_m \angle \theta_i} = \frac{V_m}{I_m} \angle \theta_v - \theta_i = \frac{V_{\text{rms}}}{I_{\text{rms}}} = \frac{V_{\text{rms}}}{I_{\text{rms}}} \angle \theta_v - \theta_i$$

Ejercicio

- Una carga conectada en serie toma una corriente $i(t) = 4 \cos(100\pi t + 10^\circ)$ A cuando la tensión aplicada es $v(t) = 120 \cos(100\pi t - 20^\circ)$ V.

Halle la potencia aparente y el factor de potencia de la carga. Determine los valores de los elementos que forman la carga conectada en serie.

- Determine el factor de potencia del circuito completo de la figura visto desde la fuente. Calcule la potencia promedio suministrada por la fuente.



Potencia compleja

- La potencia compleja (en VA) es el producto del fasor de la tensión rms y el conjugado del fasor complejo de la corriente rms. Como variable compleja, su parte real representa la potencia real P y su parte imaginaria la potencia reactiva Q .

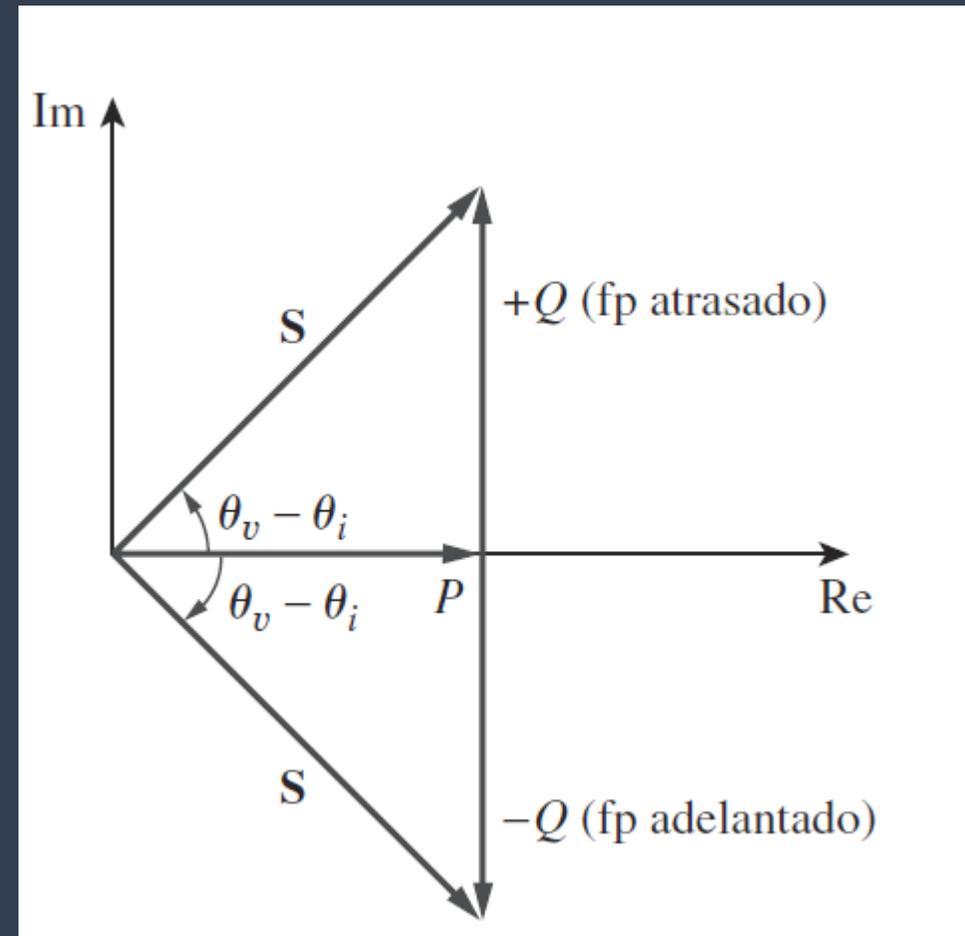
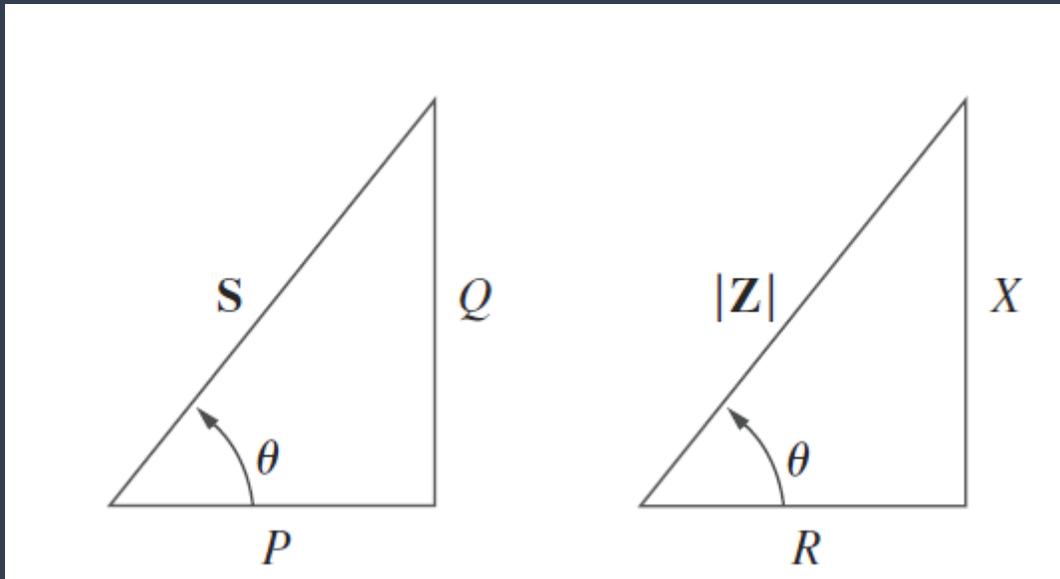
$$\mathbf{S} = \frac{1}{2} \mathbf{V} \mathbf{I}^* \qquad \mathbf{S} = \mathbf{V}_{\text{rms}} \mathbf{I}_{\text{rms}}^*$$

$$\mathbf{S} = V_{\text{rms}} I_{\text{rms}} \cos(\theta_v - \theta_i) + j V_{\text{rms}} I_{\text{rms}} \text{sen}(\theta_v - \theta_i)$$

$$\mathbf{S} = I_{\text{rms}}^2 (R + jX) = P + jQ$$

P es la potencia promedio o real y depende de la resistencia de la carga R . Q depende de la reactancia de la carga X y se llama potencia *reactiva* (o en cuadratura).

Potencia compleja



Potencia compleja

$$\text{Potencia compleja} = \mathbf{S} = P + jQ = \frac{1}{2}\mathbf{VI}^*$$

$$= V_{\text{rms}}I_{\text{rms}}\angle\theta_v - \theta_i$$

$$\text{Potencia aparente} = S = |\mathbf{S}| = V_{\text{rms}}I_{\text{rms}} = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$\text{Potencial real} = P = \text{Re}(\mathbf{S}) = S \cos(\theta_v - \theta_i)$$

$$\text{Potencia reactiva} = Q = \text{Im}(\mathbf{S}) = S \text{sen}(\theta_v - \theta_i)$$

$$\text{Factor de potencia} = \frac{P}{S} = \cos(\theta_v - \theta_i)$$

RESUMEN

- Potencia Compleja:

$$\mathbf{S} = P + jQ = \frac{1}{2} \mathbf{V} \mathbf{I}^* = I_{rms}^2 \mathbf{Z} = \frac{V_{rms}^2}{\mathbf{Z}^*} = V_{rms} I_{rms} \angle (\theta_v - \theta_i)$$

- Potencia Aparente:

$$S = |\mathbf{S}| = V_{rms} I_{rms} = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

- Potencia Real:

$$P = \Re \{ \mathbf{S} \} = S \cos (\theta_v - \theta_i)$$

- Potencia Reactiva:

$$Q = \Im \{ \mathbf{S} \} = S \sin (\theta_v - \theta_i)$$

- Factor de Potencia:

$$fp = \frac{P}{S} = \cos (\theta_v - \theta_i)$$

Ejercicio

- La tensión en las terminales de una carga es $v(t) = 60 \cos(\omega t - 10^\circ) \text{ V}$ y la corriente que fluye a través del elemento en la dirección de la caída de tensión es $i(t) = 1.5 \cos(\omega t + 50^\circ)$
Halle:
 - a) las potencias compleja y aparente,
 - b) las potencias real y reactiva y c) el factor de potencia y la impedancia de carga.
- Una carga \mathbf{Z} toma 12 kVA, con un factor de potencia atrasado de 0.856, de una fuente senoidal de 120 V rms.
Calcule:
 - a) las potencias promedio y reactiva suministradas a la carga
 - b) la corriente pico
 - c) la impedancia de carga.

Potencia aparente y factor de potencia

- Un factor de potencia adelantado significa que la corriente se adelanta con respecto a la tensión, lo que implica carga capacitiva. Potencia reactiva negativa.
- Un factor de potencia atrasado significa que la corriente se retrasa con respecto a la tensión, lo que implica carga inductiva. Potencia reactiva positiva.

Potencia aparente y factor de potencia

- Para comprender la importancia del factor de potencia se van a considerar dos receptores con la misma potencia, 1000W, conectados a la misma tensión de 230V, pero el primero con un f.d.p. alto ($\cos\phi=0.96$) y el segundo con uno bajo ($\cos\phi=0.25$)

$$\bullet I_{rms} = \frac{P}{V_{rms} * \cos(\varphi_v - \varphi_i)} = \frac{1000}{230 * 0.96} = 4.53A$$

$$\bullet S = V_{rms} * I_{rms} = 230V * 4.53A = 1042VA$$

$$\bullet I_{rms} = \frac{P}{V_{rms} * \cos(\varphi_v - \varphi_i)} = \frac{1000}{230 * 0.25} = 17.39A$$

$$\bullet S = V_{rms} * I_{rms} = 230V * 17.53A = 4000VA$$

- Un f.d.p. bajo origina mayor demanda de corriente
- La potencia aparente es mayor cuanto más bajo sea el f.d.p

Potencia aparente y factor de potencia

- La mayoría de las cargas domésticas (como lavadoras, aparatos de aire acondicionado y refrigeradores) y de las cargas industriales (como los motores de inducción) son inductivas y operan con un factor de potencia bajo y atrasado.
- Aunque la naturaleza inductiva de la carga no puede modificarse, es posible incrementar su factor de potencia.
- El proceso de incrementar el factor de potencia sin alterar la tensión o corriente de la carga original se conoce como corrección del factor de potencia.

Potencia aparente y factor de potencia

