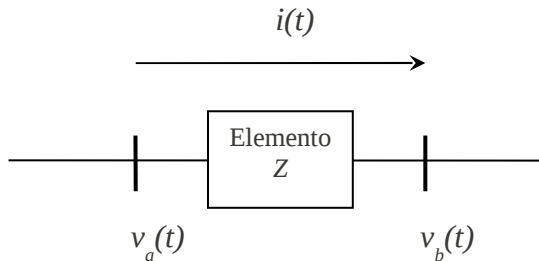


Potencia

Definiciones de interés práctico



Si por un elemento de un circuito circula una corriente $i(t)$ y la diferencia de potencial entre sus extremos es $v(t) = v_a(t) - v_b(t)$ (ver figura) entonces:

Potencia instantánea:

$$p(t) = v(t)i(t) \quad (1)$$

Potencia promedio/media
(entre t y $t+T$):

$$P = \bar{p} = \frac{1}{T} \int_t^{t+T} p(t') dt' = \frac{1}{T} \int_t^{t+T} v(t')i(t') dt' \quad (2)$$

- El concepto de potencia media generalmente es más útil si las funciones son periódicas y para el promedio se utiliza el período T . En este caso el resultado es independiente del valor de t y se acostumbra utilizar $t = 0$.

Régimen Sinusoidal a Frecuencia ω

En este régimen,

$$\begin{cases} v(t) = v_0 \cos(\omega t + \phi_v) \\ i(t) = i_0 \cos(\omega t + \phi_i) \end{cases} \quad (3)$$

- Es estándar tomar las constantes v_0, i_0 positivas.
- Las funciones son periódicas con período $T = 2\pi / \omega$.

La potencia media resulta

$$\bar{p} = \frac{1}{2} v_0 i_0 \cos \phi \quad (4)$$

donde $\phi = \phi_v - \phi_i$ es la *diferencia de fase*.

Factor de potencia: $\cos \phi$.

- El factor de potencia es máximo para $\phi = 0$, cuando la corriente está en fase con el voltaje.

El voltaje y la corriente en este régimen son las partes reales de las funciones complejas

$$\begin{cases} V(t) = V_0 e^{j\omega t} \\ I(t) = I_0 e^{j\omega t} \end{cases} \quad (5)$$

con $V_0 = v_0 e^{j\phi_v}$ y $I_0 = i_0 e^{j\phi_i}$.

A su vez, $v_0 = |V_0|$ e $i_0 = |I_0|$

Impedancia del elemento:

$$Z = \frac{V(t)}{I(t)} = \frac{V_0}{I_0} = \frac{v_0}{i_0} e^{j\phi} \quad (6)$$

- La impedancia resulta independiente del tiempo, del voltaje y de la corriente para elementos lineales (resistencia, condensador, inductancia, etc.).

Resistencia y Reactancia:

$$\left. \begin{aligned} R_Z &= \text{Re}(Z) \\ X_Z &= \text{Im}(Z) \end{aligned} \right\} \leftrightarrow Z = R_Z + jX_Z \quad (7)$$

Potencia aparente:

$$S = \frac{1}{2} V(t)I^*(t) = \frac{1}{2} V_0 I_0^* = \frac{1}{2} v_0 i_0 e^{j\phi} \quad (8)$$

Potencia activa:

$$P = \text{Re}(S) = \frac{1}{2} \text{Re}(VI^*) = \frac{1}{2} v_0 i_0 \cos \phi \quad (9)$$

- En régimen sinusoidal, la potencia media coincide con la potencia activa (comparar (4) y (9)).

Potencia reactiva:

$$Q = \text{Im}(S) = \frac{1}{2} \text{Im}(VI^*) = \frac{1}{2} v_0 i_0 \sin \phi \quad (10)$$

- Observar que $S = P + jQ$

Valores eficaces/rms:

$$\begin{cases} v_{\text{eff}} = \frac{1}{\sqrt{2}} v_0 \\ i_{\text{eff}} = \frac{1}{\sqrt{2}} i_0 \end{cases} \quad (11)$$

- En régimen de continua (c.c.), la potencia disipada por una diferencia de potencial v_{eff} y una corriente i_{eff} es $p = v_{\text{eff}} i_{\text{eff}} = \frac{1}{2} v_0 i_0$. Multiplicada por el factor de potencia $\cos \phi$, coincide con la potencia activa del elemento Z: los valores eficaces son aquellos que disipan igual potencia en régimen de continua (a menos del factor de potencia).

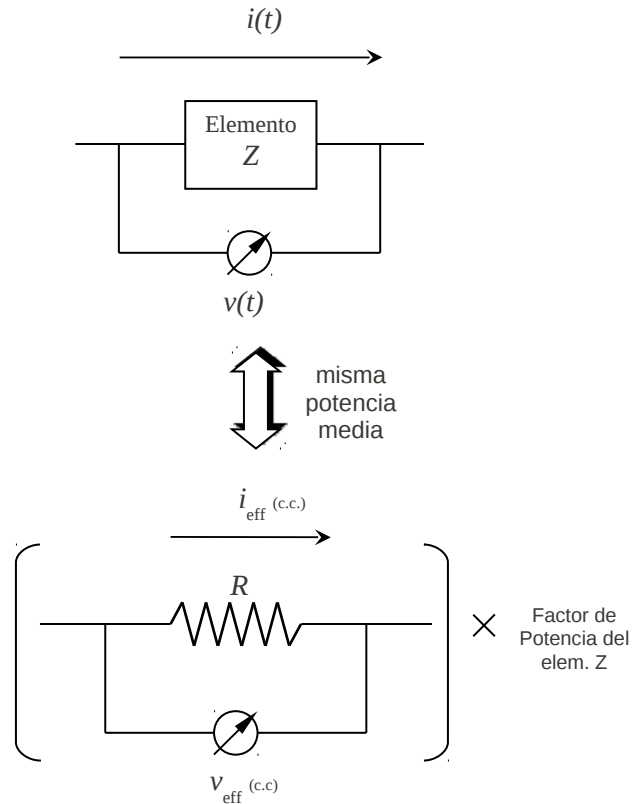
- El promedio de $[v(t)]^2$ en un ciclo es $\overline{v^2} = v_0^2 / 2$. La raíz cuadrada del promedio (*root-mean-square, rms*) es $v_{\text{rms}} = \frac{1}{\sqrt{2}} v_0 = v_{\text{eff}}$ (análogo para la corriente).

- Los instrumentos de medida de corriente alterna (amperímetro, voltímetro) suelen determinar los valores eficaces (no las amplitudes).

- Usualmente a la potencia reactiva se le asocia una pérdida de energía, en el sentido de que la potencia aparente $S = P + jQ$ puede “aumentar” debido a Q sin aumentar la potencia promedio P (estrictamente, lo que aumenta son las amplitudes de la corriente y el potencial).

- Un elemento que solo tenga impedancia resistiva R_z ($X_z = 0$) consume únicamente potencia activa. Del

mismo modo, un elemento que posee solo impedancia reactante X_z ($R_z = 0$) consume solo potencia reactiva.



- R_z no necesariamente está determinado tan sólo por los elementos resis-

tivos de un circuito, pero se anula si no hay ninguna resistencia.

La discusión anterior es válida sólo en el caso de funciones sinusoidales; para generalizar a otros casos es preciso realizar varias modificaciones.