

Potencia en Circuitos Eléctricos

Leal García, Tarcisio.
 Ing. Eléctricista.
 Universidad Industrial de Santander
 talealga@uis.edu.co

La potencia eléctrica está definida como el producto de la tensión instantánea en un componente del circuito por la corriente instantánea en el mismo. Por convención de signos, pasiva, se toma como positiva la potencia consumida y negativa la potencia generada.

En otras palabras si la corriente entra por el punto de mas alto potencial, la potencia será positiva y si la corriente entra por el extremo negativo del elemento en consideración la potencia será negativa.

Desde este punto de vista en un circuito, se tiene que en una resistencia siempre tendremos potencia positiva (consumo), en una fuente de un circuito tendremos normalmente potencia negativa, y si hay varias fuentes puede haber algunas con potencia positiva, es decir consumo; por ejemplo en el caso muy usual de carga de una batería.

Para las inductancias y capacitores se tendrá que si se está almacenando energía la potencia será positiva y durante la descarga la potencia será negativa.

Así la potencia instantánea se expresa como:

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

En una resistencia tendremos la posibilidad de varias formas de presentación, da acuerdo a la Ley de Ohm ($v = iR$), así:

$$p(t) = v(t) i(t) = v^2(t)/R = i^2(t) R$$

En una inductancia será:

$$p(t) = v(t) i(t) = L i(t) \frac{di(t)}{dt}$$

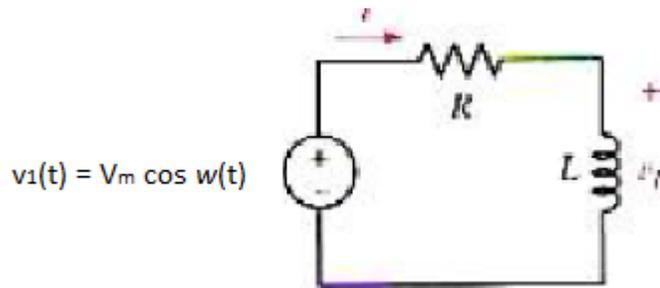
En una capacitancia será:

$$p(t) = v(t) i(t) = C v(t) \frac{dv(t)}{dt}$$

POTENCIA EN CORRIENTE ALTERNA SENOIDAL

En el circuito de la figura , con fuente senoidal $v_1 = V_m \cos \omega t$, la corriente será

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



Donde

$$I_m = \frac{V_m}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}} \quad \text{y} \quad \phi = -\tan^{-1} \frac{\omega L}{R}$$

Y la potencia instantánea estará dada por

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

la cual podemos expresar como

$$p(t) = \frac{V_m I_m}{2} (\cos (2\omega t + \phi) + \cos \phi)$$

$$p(t) = \frac{V_m I_m}{2} \cos \phi + \frac{V_m I_m}{2} \cos (2\omega t + \phi)$$

Sobre esta expresión podemos hacer los siguientes observaciones:

La potencia tiene un valor constante que está en función del $\cos \phi$ y otro valor que está en función del $\cos 2\omega t$ (doble frecuencia) que en los casos extremos representan lo siguiente:

a) Si $\phi = 0$ (carga resistiva pura) el valor medio será

$$p(t) = \frac{V_m I_m}{2}$$

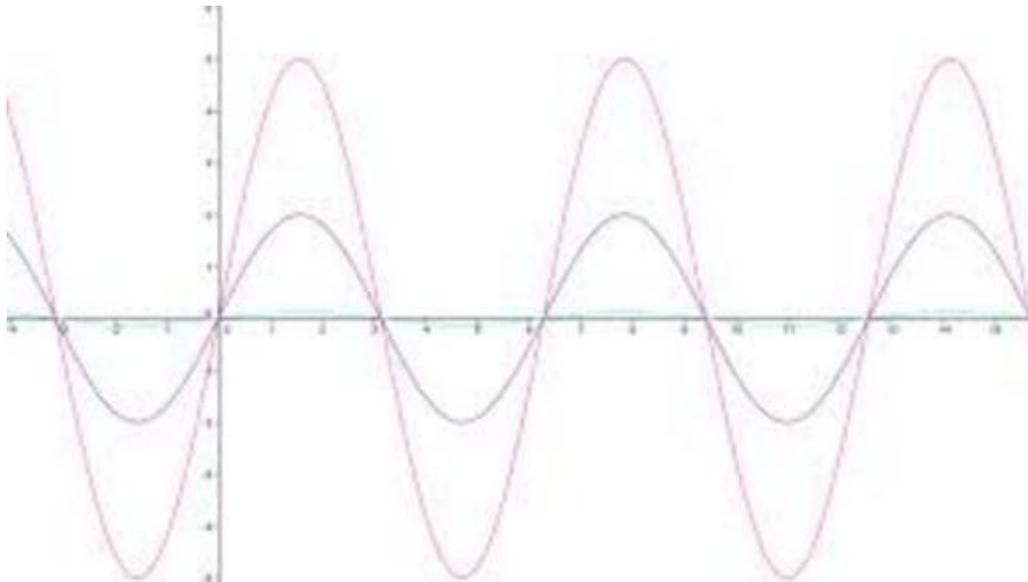
con valores extremos, máximo $p(t) = V_m I_m$ y mínimo $p(t) = 0$.

Si $\varnothing = \pi/2$ (Rad) = 90° el primer término de la expresión será siempre cero y el segundo término variará entre

$$+ \frac{V_m I_m}{2} \quad \text{y} \quad - \frac{V_m I_m}{2}$$

Según los valores que tome $\cos(2\omega t + \varnothing)$ y por tanto el valor medio será 0.

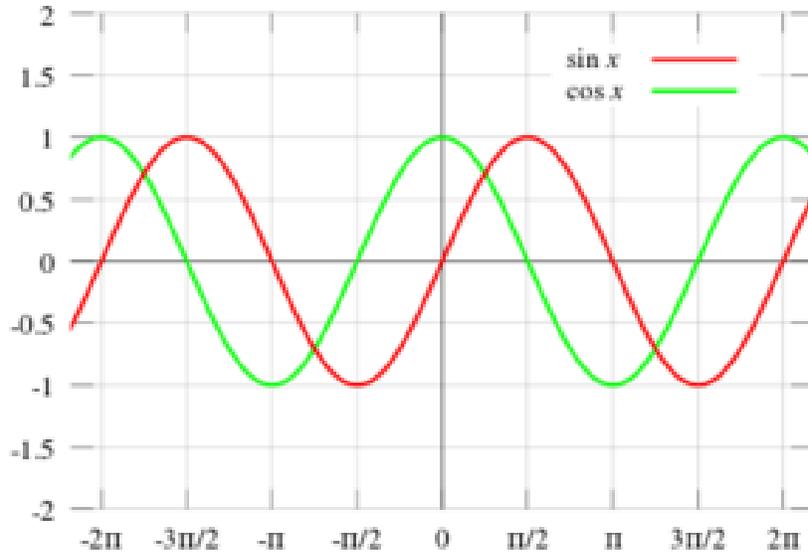
Lo anterior significa que la resistencia absorbe (consume) energía durante todo el ciclo, mientras que las inductancia y capacitancias absorben (almacenan) energía durante un cuarto de ciclo y entregan energía durante el otro cuarto de ciclo, sin presentar un consumo neto.



Gráfica 1

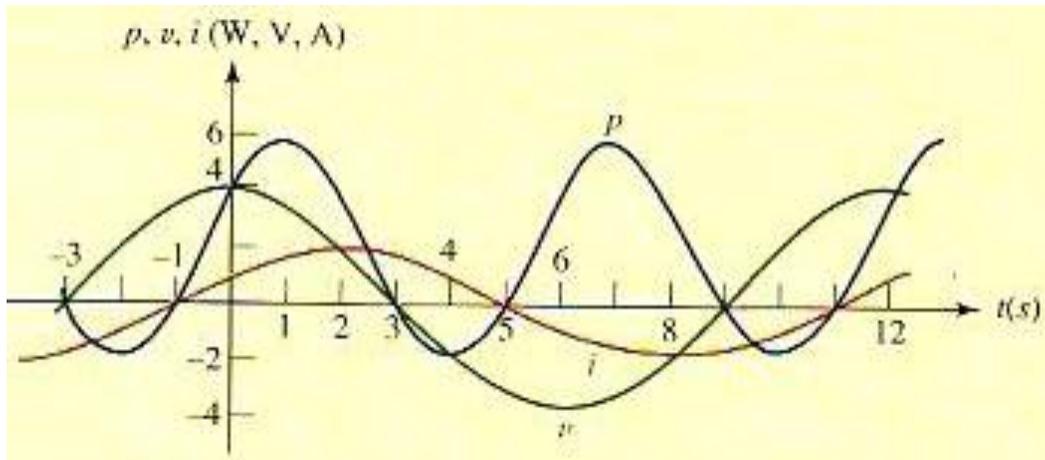
En la gráfica 1 se aprecia que si $v(t)$ e $i(t)$ están en fase el producto de los dos siempre será positivo entre 0 y $(V_m * I_m)$

Si $\varnothing = \pi/2$ (Rad) = 90° , (gráfica 2) durante el primer cuarto de ciclo ambos valores serán positivos dando un producto positivo, durante el segundo cuarto de ciclo uno será positivo y el otro negativo dando un producto negativo, en el tercer cuarto de ciclo ambos negativos dan un producto positivo y en el último cuarto de ciclo uno será negativo y el otro positivo dando un producto negativo, los cuales en definitiva suman cero; los cual corresponde cargas puramente inductivas o puramente capacitivas.

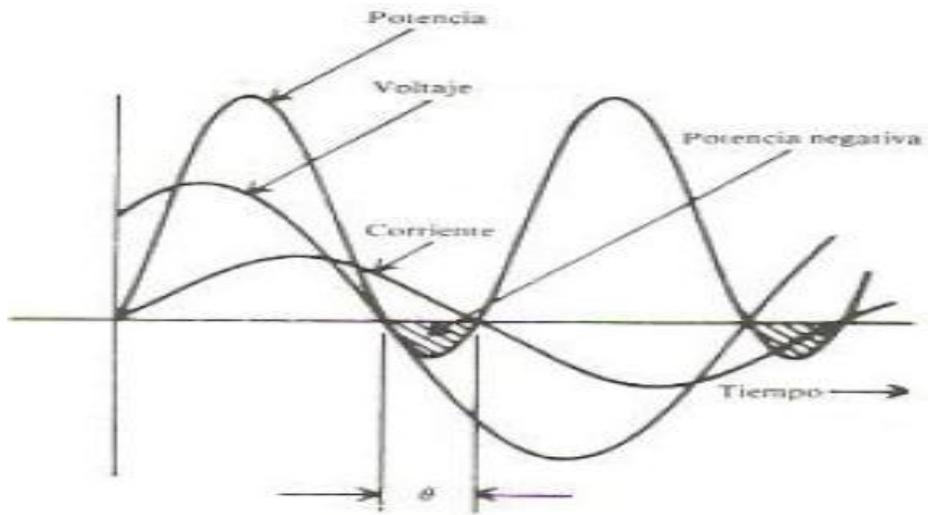


Gráfica 2

Si ϕ tiene valores intermedios entre 0 y $\pi/2$ (Rad) , 90° , (gráficas 3 y 4) se obtendrán valores positivos y negativos por la combinación de los dos casos extremos anteriores con un valor neto positivo.

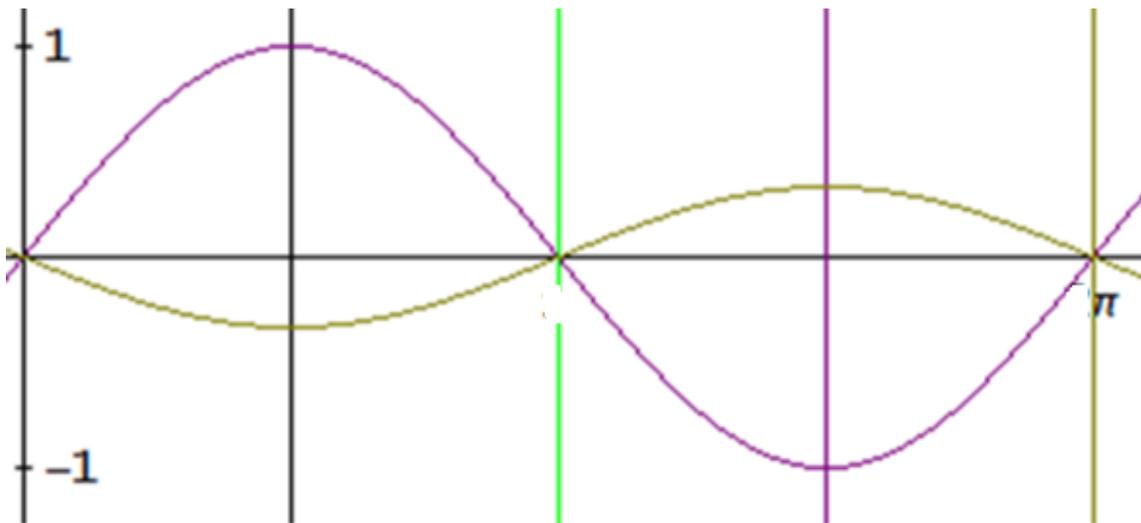


Gráfica 3

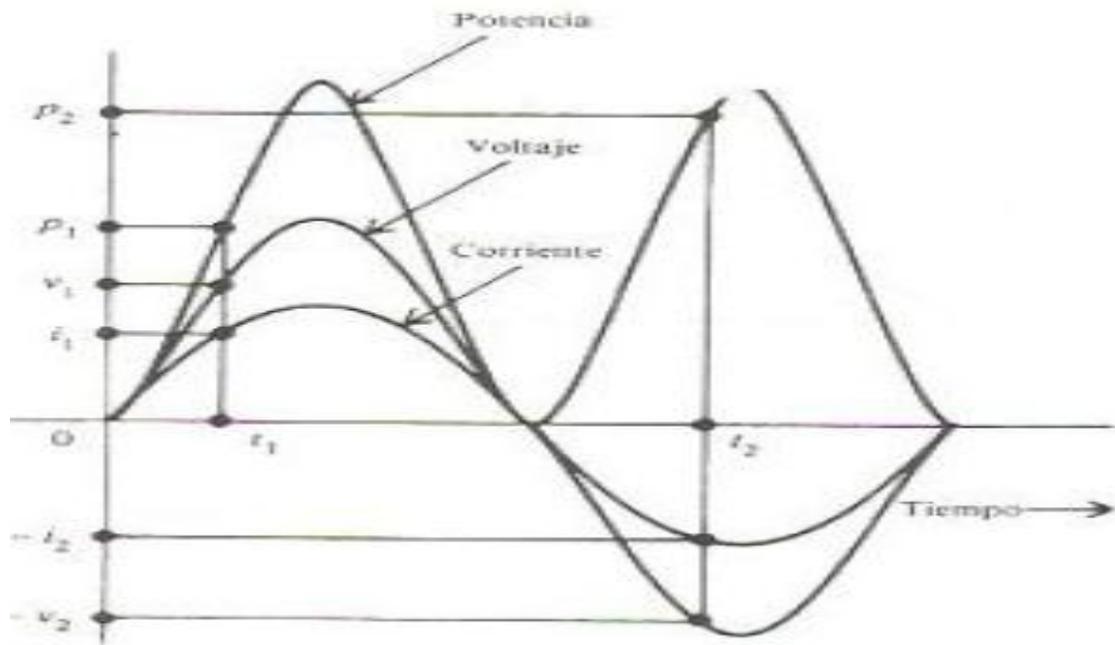


Gráfica 4

En el caso de circuitos con inductancias y capacitancias se obtiene que en un cuarto de ciclo un elemento absorbe potencia y el otro entrega, y en siguiente cuarto de ciclo el primero entrega y otro absorbe, lo cual nos llevará a la situación posterior de corrección del factor de potencia (Gráficas 5 y 6).



Gráfica 5



Gráfica 6

Bibliografía

- Dorf, R. C., & Svoboda, J. A. (2010). *Circuitos Eléctricos* (Sexta ed.). México, D.F.: Alfaomega.
- Hayt, W. H., Kemmerly, J. E., & Durbin, S. M. (2007). *Análisis de circuitos en ingeniería* (Séptima ed.). México, D.F.: McGraw-Hill.