

POTENCIA EN CORRIENTE ALTERNA

De acuerdo con la Ley de Ohm, para que exista un circuito eléctrico cerrado tiene que existir: **1.-** una fuente de fuerza electromotriz (**FEM**) o diferencia de potencial, es decir, una tensión o voltaje (**V**) aplicado al circuito; **2.-** el flujo de una intensidad de corriente (**I**) fluyendo por dicho circuito; **3.-** una carga, consumidor o resistencia conectada al mismo.

Sin embargo, un circuito eléctrico puede contener uno o varios tipos diferentes de resistencias conectadas, entre las que se encuentran:

- Resistencia activa (**R**)
- Reactancia inductiva o inductancia (**X_L**)
- Reactancia capacitiva o capacitativa (**X_C**)

Resistencia activa (**R**)

Es la oposición que ofrecen las bombillas incandescentes y halógenas, los calentadores eléctricos con resistencia de alambre nicromo, las resistencias de carbón de los circuitos electrónicos, etc, al flujo de la corriente eléctrica por un circuito cerrado cualquiera. La resistencia activa representa lo que se denomina una “carga resistiva”.

Reactancia inductiva (**X_L**)

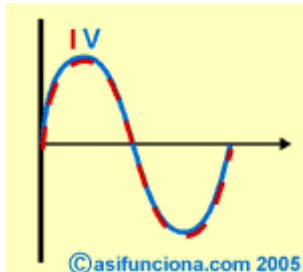
La reactancia inductiva es la oposición o resistencia que ofrecen al flujo de la corriente por un circuito eléctrico cerrado las bobinas o enrollados hechos con alambre de cobre, ampliamente utilizados en motores eléctricos, transformadores de tensión o voltaje y otros dispositivos. Esta reactancia representa una “carga inductiva” para el circuito de corriente alterna donde se encuentra conectada

Reactancia capacitiva (**X_C**)

La reactancia capacitiva es la oposición o resistencia que ofrecen al flujo de la corriente eléctrica los capacitores o condensadores. Esta reactancia representa una “carga capacitiva” para el circuito de corriente alterna donde se encuentra conectada. En la foto de la derecha podemos ver varios capacitores (o condensadores) y filtros conectados en la placa de un circuito electrónico en función de cargas capacitivas

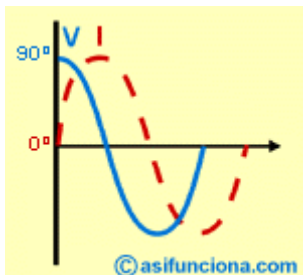
Intensidad de la corriente en fase con el voltaje:

La corriente (I) que fluye por un circuito eléctrico de corriente alterna, así como la tensión o voltaje (V) aplicado al mismo, se puede representar gráficamente por medio de dos sinusoides, que sirven para mostrar cada una de las magnitudes. Para un circuito cerrado con una carga resistiva conectada al mismo, tanto la sinusoide de la corriente como la del voltaje aplicado al circuito, coincidirán tanto en fase como en frecuencia.



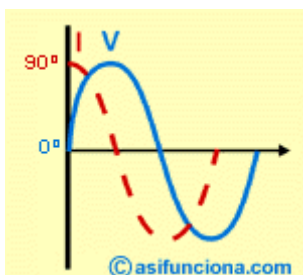
Intensidad de la corriente atrasada con relación al voltaje:

Cuando la carga conectada en el circuito de corriente alterna es inductiva, como la de los motores y transformadores, por ejemplo, la sinusoide de la corriente (I) se atrasa o desfasa en relación con la tensión o voltaje (V). Es decir, cuando el voltaje ya ha alcanzado un cierto valor en la sinusoide, superior a "0" volt, en ese preciso instante y con cierto retraso la intensidad de la corriente comienza a incrementar su valor, a partir de "0" amperios.



Intensidad de la corriente adelantada con relación al voltaje:

Si lo que se conecta al circuito de corriente alterna es una carga capacitiva, como un capacitor o condensador, por ejemplo, entonces ocurrirá todo lo contrario al caso anterior, es decir, la sinusoide que representa la intensidad "I" de la corriente se desfasará ahora también, pero en esta ocasión en sentido contrario, es decir, adelantándose a la tensión o voltaje. Por tanto, en este caso cuando la corriente alcanza un cierto valor en la sinusoide, superior a "0" ampere, entonces en ese momento el voltaje comienza a aumentar su valor partiendo de "0" volt.



DIFERENTES TIPOS DE POTENCIAS

Del mayor o menor retraso o adelanto que provoque un equipo eléctrico cualquiera en la corriente (**I**) que fluye por un circuito, en relación con el voltaje o tensión (**V**), así será el factor de potencia o **Cos φ** que tenga dicho equipo.

En un circuito eléctrico de corriente alterna se pueden llegar a encontrar tres tipos de potencias eléctricas diferentes:

- Potencia activa (**P**) (resistiva)
- Potencia reactiva (**Q**) (inductiva)
- Potencia aparente (**S**) (total)

Potencia activa o resistiva (P)

Cuando conectamos una resistencia (**R**) o carga resistiva en un circuito de corriente alterna, el trabajo útil que genera dicha carga determinará la potencia activa que tendrá que proporcionar la fuente de fuerza electromotriz (**FEM**). La potencia activa se representa por medio de la letra (**P**) y su unidad de medida es el watt (**W**).

Los múltiplos más utilizados del watt son: el kilowatt (**kW**) y el megawatt (**MW**) y los submúltiplos, el miliwatt (**mW**) y el microwatt (**μW**).

La fórmula matemática para hallar la potencia activa que consume un equipo eléctrico cualquiera cuando se encuentra conectado a un circuito monofásico de corriente alterna es la siguiente:

$$P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \varphi$$

Donde:

P = Potencia de consumo eléctrico, expresada en watt (**W**)

I = Intensidad de la corriente que fluye por el circuito, en ampere (**A**)

Cos φ = Valor del factor de potencia o coseno de "φ"

(En los dispositivos que poseen solamente carga resistiva, el factor de potencia es siempre igual a "1", mientras que en los que poseen carga inductiva ese valor será siempre menor de "1").

Potencia reactiva o inductiva (Q)

Esta potencia la consumen los circuitos de corriente alterna que tienen conectadas cargas reactivas, como pueden ser motores, transformadores de voltaje y cualquier otro dispositivo similar que posea bobinas o enrollados. Esos dispositivos no sólo consumen la potencia activa que suministra la fuente de **FEM**, sino también potencia reactiva.

La potencia reactiva o inductiva no proporciona ningún tipo de trabajo útil, pero los dispositivos que poseen enrollados de alambre de cobre, requieren ese tipo de potencia para poder producir el campo magnético con el cual funcionan. La unidad de medida de la potencia reactiva es el **volt-ampere reactivo (VAR)**.

La fórmula matemática para hallar la potencia reactiva de un circuito eléctrico es la siguiente

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

Donde:

Q = Valor de la carga reactiva o inductiva, en volt-ampere reactivo (**VAR**)

S = Valor de la potencia aparente o total, expresada en volt-ampere (**VA**)

P = Valor de la potencia activa o resistiva, expresada en watt (**W**)

Potencia aparente o total (S)

La potencia aparente (**S**), llamada también "potencia total", es el resultado de la suma geométrica de las potencias activa y reactiva. Esta potencia es la que realmente suministra una planta eléctrica cuando se encuentra funcionando al vacío, es decir, sin ningún tipo de carga conectada, mientras que la potencia que consumen las cargas conectadas al circuito eléctrico es potencia activa (**P**).

La potencia aparente se representa con la letra "**S**" y su unidad de medida es el volt-ampere (**VA**). La fórmula matemática para hallar el valor de este tipo de potencia es la siguiente:

$$S = V \cdot I$$

Donde:

S = Potencia aparente o total, expresada en volt-ampere (**VA**)

V = Voltaje de la corriente, expresado en volt

I = Intensidad de la corriente eléctrica, expresada en ampere (**A**)

La potencia activa, por ejemplo, es la que proporciona realmente el eje de un motor eléctrico cuando le está transmitiendo su fuerza a otro dispositivo mecánico para hacerlo funcionar.

Midamos en ese caso con un voltímetro la tensión o voltaje (**V**) que llega hasta los bornes del motor y seguidamente, por medio de un amperímetro, la intensidad de corriente en ampere (**A**) que fluye por el circuito eléctrico de ese motor. A continuación multipliquemos las cifras de los dos valores obtenidos y el resultado de la operación será el valor de la potencia aparente (**S**), expresada en volt-ampere (**VA**) que desarrolla dicho motor y no precisamente su potencia activa (**P**) en watt (**W**).

La cifra que se obtiene de la operación matemática de hallar el valor de la potencia aparente (**S**) que desarrolla un dispositivo será siempre superior a la que corresponde a la potencia activa (**P**), porque al realizar esa operación matemática no se está tomando en cuenta el valor del factor de potencia o coseno de “fi” (**Cos φ**).

FACTOR DE POTENCIA

Triángulo de potencias

El llamado triángulo de potencias es la mejor forma de ver y comprender de forma gráfica qué es el factor de potencia o coseno de “fi” (**Cos φ**) y su estrecha relación con los restantes tipos de potencia presentes en un circuito eléctrico de corriente alterna.



Como se podrá observar en el triángulo de la ilustración, el factor de potencia o coseno de “fi” (**Cos φ**) representa el valor del ángulo que se forma al representar gráficamente la potencia activa (**P**) y la potencia aparente (**S**), es decir, la relación existente entre la potencia real de trabajo y la potencia total consumida por la carga o el consumidor conectado a un circuito eléctrico de corriente alterna. Esta relación se puede representar también, de forma matemática, por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Cos } \varphi = \frac{P}{S}$$

El resultado de esta operación será “1” o un número fraccionario menor que “1” en dependencia del factor de potencia que le corresponde a cada equipo o dispositivo en específico. Ese número responde al valor de la función trigonométrica “coseno”, equivalente a los grados del ángulo que se forma entre las potencias (**P**) y (**S**).

Si el número que se obtiene como resultado de la operación matemática es un decimal menor que “1” (como por ejemplo 0,95), dicho número representará el factor de potencia correspondiente al defasaje en grados existente entre la intensidad de la corriente eléctrica y la tensión o voltaje en el circuito de corriente alterna.

Lo ideal sería que el resultado fuera siempre igual a “1”, pues así habría una mejor optimización y aprovechamiento del consumo de energía eléctrica, o sea, habría menos pérdida de energía no aprovechada y una mayor eficiencia de trabajo en los generadores que producen esa energía.

En los circuitos de resistencia activa, el factor de potencia siempre es “1”, porque como ya vimos anteriormente en ese caso no existe desfasaje entre la intensidad de la corriente y la tensión o voltaje. Pero en los circuitos inductivos, como ocurre con los motores, transformadores de voltaje y la mayoría de los dispositivos o aparatos que trabajan con algún tipo de enrollado o bobina, el valor del factor de potencia se muestra con una fracción decimal menor que “1” (como por ejemplo 0,8), lo que indica el retraso o desfasaje que produce la carga inductiva en la sinusoide correspondiente a la intensidad de la corriente con respecto a la sinusoide de la tensión o voltaje. Por tanto, un motor de corriente alterna con un factor de potencia o **Cos Φ** = 0,95 , por ejemplo, será mucho más eficiente que otro que posea un **Cos Φ** = 0,85 .

Valor correspondiente a la función trigonométrica “coseno” de diferentes ángulos agudos

Ángulo agudo	Función “coseno”
15°	0,97
30°	0,87
45°	0,71
60°	0,50
75°	0,26

El dato del factor de potencia de cada motor es un valor fijo, que aparece generalmente indicado en una placa metálica pegada a su cuerpo o carcasa, donde se muestran también otros datos de interés, como su tensión o voltaje de trabajo en volt (**V**), intensidad de la corriente de trabajo en amper (**A**) y su consumo de energía eléctrica en watt (**W**) o kilowatt (**kW**).

Ya vimos anteriormente que la potencia de un motor eléctrico o de cualquier otro dispositivo que contenga bobinas o enrollados se puede calcular empleando la siguiente fórmula matemática:

$$P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \Phi$$

El resultado de esta operación matemática estará dada siempre en watt (**W**), por lo que para convertir en kilowatt (**kW**) el valor obtenido, será necesario dividir primero la cifra resultante entre 1000.

Por otra parte, como el valor de (**P**) viene dado en watt, sustituyendo (**P**) en la fórmula anterior podemos decir también que:

$$P = W$$

por tanto:

$$W = V \cdot I \cdot \text{Cos } \varphi$$

Donde:

W = Potencia de consumo del dispositivo o equipo en watt

V = Tensión o voltaje aplicado al circuito

I = Valor del flujo de corriente que fluye por el circuito en amper (**A**)

Cos φ = Factor de potencia que aparece señalado en la placa del dispositivo o equipo.

Si conocemos la potencia en watt de un dispositivo o equipo, su voltaje de trabajo y su factor de potencia, y quisiéramos hallar cuántos ampere (**A**) de corriente fluyen por el circuito (digamos, por ejemplo, en el caso de un motor), despejando (**I**) en la fórmula anterior tendremos:

$$I = \frac{W}{V \cdot \text{Cos } \varphi}$$

El resultado de esa operación lo obtendremos directamente en ampere (**A**).

En caso que el valor de la potencia esté dada en kilowatt (**kW**), podemos utilizar la misma fórmula, pero habrá que multiplicar la cifra correspondiente a los kilovatios por 1000 para convertirlos en watios:

$$I = \frac{W \cdot 1000}{V \cdot \text{Cos } \varphi}$$

El resultado de esta otra operación matemática será, igualmente, el valor de la corriente que fluye por el circuito, en amperios (**A**).

Habíamos visto también que una carga capacitiva (compuesta por condensadores o capacitores) conectada a un circuito eléctrico de corriente alterna provoca el adelantamiento de la senoide de intensidad de la corriente con relación a la senoide de la tensión o voltaje. Esto produce un efecto de desfasaje entre ambas magnitudes eléctricas, pero ahora en sentido inverso al desfasaje que provocan las cargas inductivas.

Por tanto, cuando en la red de suministro eléctrico de una industria existen muchos motores y transformadores funcionando, y se quiere mejorar el factor de potencia, será necesario emplear baterías de condensadores dentro de la propia industria, conectados directamente a la red principal. En algunas empresas grandes se pueden encontrar también motores de corriente alterna del tipo "sincrónicos" funcionando al vacío, es decir, sin carga, para mejorar también el factor de potencia.

De esa forma los condensadores, al actuar sobre la senoide de la corriente, produce el efecto contrario al de la inductancia, impidiendo que la corriente (**I**) se atrase mucho en relación con el voltaje (**V**). Así se tratará de que las sinusoides se pongan en fase y que el valor del factor de potencia se aproxime lo más posible a "1".