

# ¿Qué es el factor de potencia?

El conjunto de todos los elementos eléctricos que intervienen directamente en los procesos de generación, transformación, transmisión y distribución de la energía eléctrica forma un todo único de operación conjunta, de aquí se deriva que casi toda la electricidad que consumimos en las industrias, fábricas, hogares todos son elementos que pueden considerarse equipos consumidores de energía eléctrica.

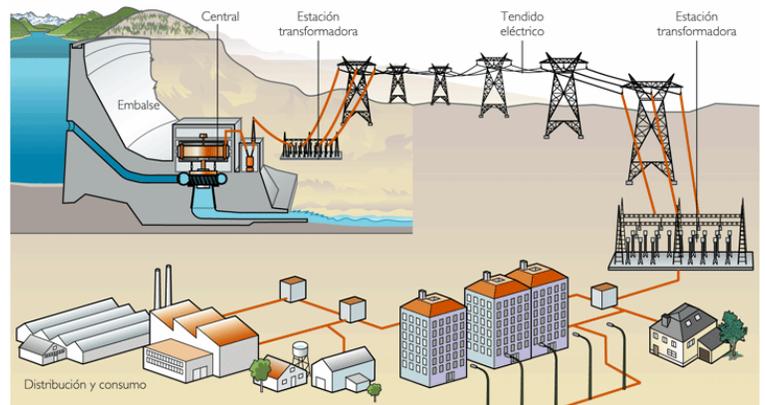


Fig. 1 Red de energía eléctrica

Estos usuarios deben de considerar la importancia del Factor de Potencia de su consumo .

¿Qué es el factor de potencia?

¿En qué afecta?

Entre otros, es de lo que hablaremos en esta edición de La Guía MetAs.

## *Apasionados por la Metrología*

*La Guía MetAs*, es el boletín electrónico de difusión periódica de MetAs & Metrologos Asociados.

En *La Guía MetAs* se presentan: noticias de la metrología, artículos e información técnica; seleccionada por nuestros colaboradores, que deseamos compartir con Usted, colegas, usuarios, clientes, estudiantes, amigos y en fin, con todos aquellos interesados o relacionados con la metrología técnica e industrial.

Calle: Jalisco # 313. Colonia: Centro  
49 000, Cd. Guzmán, Zapotlán El Grande, Jalisco, México  
Teléfono & Fax: 01 (341) 4 13 61 23 multi-línea  
E-mail: [laguiametas@metas.mx](mailto:laguiametas@metas.mx). Web: [www.metas.mx](http://www.metas.mx)

### Servicios Metrológicos:

#### Laboratorio de Calibración:

Presión, Alto Vacío, Temperatura, Humedad, Eléctrica, Vibraciones, Masa, Densidad, Volumen, Óptica y Dimensional

#### Ingeniería:

Selección de Equipos, Desarrollo de Sistemas de Medición y Software, Reparación y Mantenimiento

#### Gestión Metrológica:

Subcontratación de Servicios, Outsourcing, Selección de Proveedores, Confirmación Metrológica

#### Consultoría:

Capacitación, Entrenamiento, Asesoría, Auditorías, Ensayos de Aptitud, Sistemas de Calidad

## ¿Qué es el factor de potencia?

Es un indicador cualitativo y cuantitativo del correcto aprovechamiento de la energía eléctrica.

También podemos decir, el factor de potencia es un término utilizado para describir la cantidad de energía eléctrica que se ha convertido en trabajo.

Como el factor de potencia cambia de acuerdo al consumo y tipo de carga, repasaremos algunos conceptos para expresar matemáticamente el factor de potencia.

### ¿ Qué es Potencia?

La medición de potencia en corriente alterna es más complicada que la de corriente continua debido al efecto de los inductores y capacitores. Por lo que en cualquier circuito de corriente alterna existen estos tres parámetros de inductancia, capacitancia y resistencia en una variedad de combinaciones.

En circuitos puramente resistivos la tensión ( $V$ ) está en fase con la corriente ( $I$ ), siendo algunos de estos artefactos como lámparas incandescentes, planchas, estufas eléctricas etc. Toda la energía la transforma en energía lumínica o energía calorífica.

Mientras que en un circuito inductivo o capacitivo la tensión y la corriente están desfasadas  $90^\circ$  una respecto a la otra. En un circuito puramente inductivo la corriente esta atrasada  $90^\circ$  respecto de la tensión. Y en un circuito puramente capacitivo la corriente va adelantada  $90^\circ$  respecto de la tensión.

Potencia Activa

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

( W )

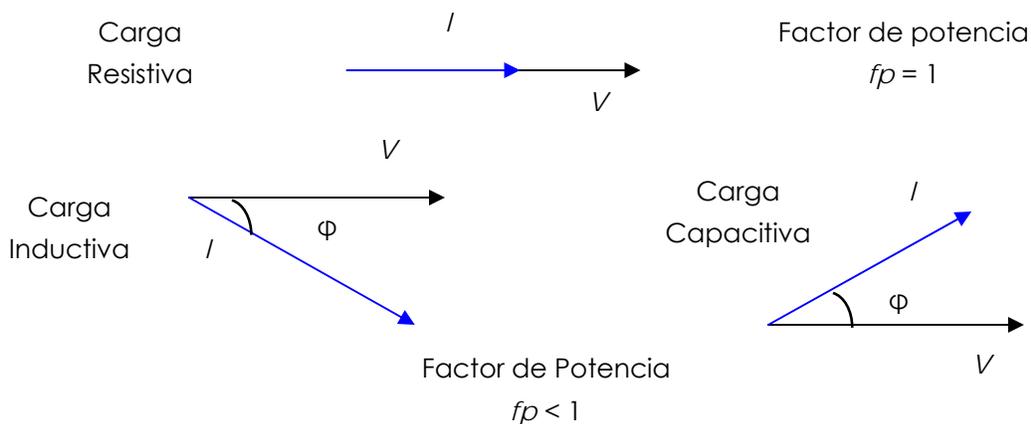


Fig. 2 Representación vectorial, para cargas; Resistiva, Inductiva y capacitiva.

La potencia se puede definir como la capacidad para efectuar un trabajo, en otras palabras, como la razón de transformación, variación o transferencia de energía por unidad de tiempo.

Existen tres tipos de potencia

### Potencia Activa

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

Los diferentes dispositivos eléctricos convierten energía eléctrica en otras formas de energía como: mecánica, lumínica, térmica, química, entre otras.

Esta energía corresponde a la energía útil o potencia activa o simplemente potencia, similar a la consumida por una resistencia. Expresada en watts.

Los motores, transformadores y en general todos los dispositivos eléctricos que hacen uso del efecto de un campo electromagnético, requieren potencia activa para efectuar un trabajo útil, mientras que la potencia reactiva es utilizada para la generación del campo magnético, almacenaje de campo eléctrico que en sí, no produce ningún trabajo.

La potencia reactiva esta 90 ° desfasada de la potencia activa.

Esta potencia es expresada en volts-amperes reactivos. (VAR)

Es la que resulta de considerar la tensión aplicada al consumo de la corriente que éste demanda.

Es también la resultante de la suma de los vectores de la potencia activa y la potencia reactiva.

Esta potencia es expresada en volts-amperes ( VA )

Carga  
Resistiva

$\varphi = 0$



### Potencia Reactiva

$$Q = V \cdot I \cdot \sin \varphi$$

### Potencia Aparente

$$S = V \cdot I = \sqrt{P^2 + Q^2} \angle \tan^{-1} \left( \frac{Q}{P} \right)$$

El factor de potencia ( $fp$ ) es la relación entre las potencias activa ( $P$ ) y aparente ( $S$ ) si las corrientes y tensiones son señales sinusoidales. Si estas son señales perfectamente sinusoidales el factor de potencia será igual al  $\cos \varphi$ , o bien el coseno del ángulo que forman los fasores de la corriente y la tensión, designándose en este caso como  $\cos \varphi$  el valor de dicho ángulo. De acuerdo a la fig. 3.

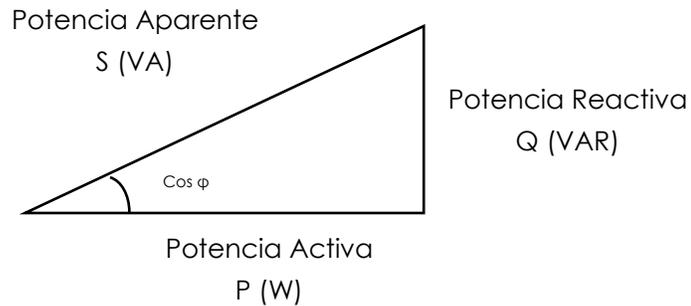


Fig. 3 Triangulo de Potencias

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

En el triángulo de potencias de la fig. 2 se observa gráficamente que es el factor de potencia o  $\cos \varphi$  y su relación entre las potencias en un circuito de corriente alterna.

El diagrama vectorial de la fig. 4 que se muestra para un circuito inductivo se observa que la corriente está atrasada a la tensión, existen dos componentes y uno de ellos es el vector AB, en fase con la tensión y es una potencia activa vista en la carga, la otra componente AC la cual esta atrasada  $90^\circ$  representa la potencia reactiva, por lo tanto la relación entre la potencia activa y aparente es llamado factor de potencia.

$$fp = \frac{\text{Potencia Activa}}{\text{Potencia Aparente}} = \frac{V \cdot I \cdot \cos \varphi}{V \cdot I} = \cos \varphi$$

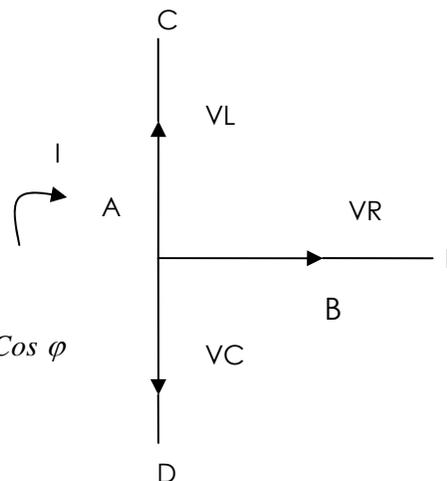


Fig. 4 Diagrama de vectores

El problema del bajo factor de potencia lo podemos dividir en dos grupos, económico y técnico.

### ¿Por qué existe bajo factor de potencia?

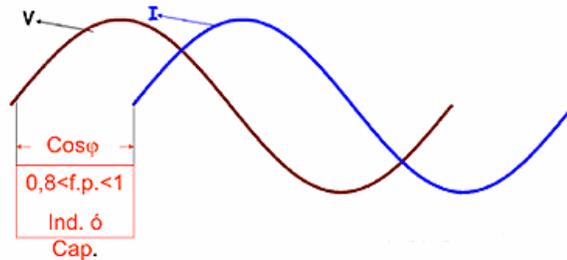


Fig. 5 Presentación gráfica del factor de potencia.

La potencia reactiva, es necesaria para producir el flujo electromagnético que pone en funcionamiento elementos como: motores, transformadores, lámparas fluorescentes, equipos de refrigeración, entre otros. Cuando la cantidad de estos equipos es apreciable, un alto consumo de energía reactiva puede producirse como consecuencia.

Entre las principales consecuencias de un bajo factor de potencia podemos mencionar los siguientes:

#### ■ Aumento en la corriente

Incrementan las pérdidas por efecto Joule las cuales son una función del cuadrado de la corriente, ejemplo:

- Los cables entre el medidor y el usuario
- Los embobinados de los transformadores de distribución
- Dispositivos de operación y protección

#### ■ Aumento en la caída de tensión resultando en un insuficiente suministro de potencia a las cargas, éstas sufren una reducción en su potencia de salida. Esta caída de tensión afecta a:

- Embobinados de transformadores de distribución
- Cables de alimentación
- Sistema de protección y control

#### ■ Estas desventajas también afectan al productor y al distribuidor de energía eléctrica. El productor penaliza al usuario con factor de potencia bajo haciendo que pague más por su electricidad.

Potencia  
Aparente

$$S = P^2 + Q^2$$

-Es por esta razón que las compañías de electricidad cargan tarifas más altas cuando el factor de potencia es bajo.

Una manera de visualizar las componentes que intervienen en ese incremento del costo de la energía se puede mostrar haciendo referencia al triángulo de potencias de la fig. 6.

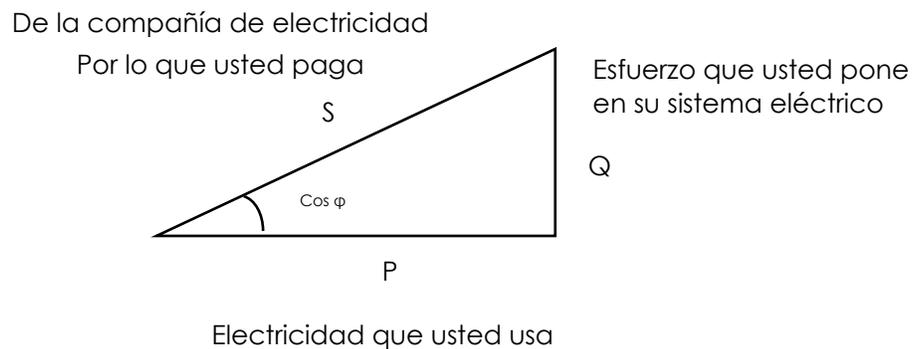


Fig. 6 Representación y correspondencia práctica de las potencias

La fig. 6 es la mejor forma de comprender de forma gráfica que es el  $\cos \varphi$  y la estrecha relación con las restantes tipos de potencia presentes en un circuito eléctrico de corriente alterna.

Como se puede observar en el triángulo de la ilustración el  $\cos \varphi$  representa 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. Podemos representar matemáticamente por medio de la siguiente fórmula:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

El factor de potencia es la relación entre las potencias activa ( $P$ ) y aparente ( $S$ ), si la señal es sinusoidales.

Si la onda no fuese perfecta la potencia aparente ( $S$ ) no estaría únicamente compuesta por la potencia activa ( $P$ ) y la potencia reactiva ( $Q$ ), sino que aparecería una tercera componente suma de todas las potencias que genera la distorsión  $D$ . Si suponemos que en la instalación hay una Tasa de Distorsión Armónica ( $THD$ ) alta y debido a que hay corrientes armónicas junto con la tensión a la que está sometido el conductor por el fluyen como resultado una potencia, que si fuese ésta la única distorsión en la instalación, su valor correspondería con el total de las distorsiones  $D$ .

## Potencia Reactiva

$$Q = V \cdot I \cdot \text{Sen } \varphi$$

## CONCLUSIONES

El valor del factor de potencia es determinado por el tipo de cargas conectadas en una instalación. De acuerdo a su definición el factor de potencia es adimensional y puede tomar valores entre 0 y 1

En un circuito resistivo puro:  $\varphi = 0$

Esto es la corriente y la tensión cambian de polaridad en el mismo instante en cada ciclo, siendo por lo tanto el factor de potencia la unidad.

Por otro lado en un circuito reactivo puro, la corriente y la tensión están en cuadratura :  $\varphi = 90^\circ$ , siendo el factor de potencia igual a cero.

Cuando en un circuito sea de carácter inductivo se hablará de un factor de potencia en retraso (corriente retrasada respecto a la tensión), mientras que se dice en adelanto cuando es de carácter capacitivo ( corriente adelantada respecto a la tensión ).

El factor de potencia ( $fp$ ) y el  $\cos \varphi$  son dos términos distintos y dependen de los siguientes:

$\cos \varphi$  ; sólo depende de las potencias activa ( $P$ ) y reactiva ( $Q$ )

$fp$  ; Dependen de las potencias activa ( $P$ ), reactiva ( $Q$ ) y de las distorsiones ( $D$ ).

En el caso que  $D = 0$  ambos coincidirán.

## REFERENCIAS

L.I. Eguíluz M. Magaña, P.Benito y J.C. Lavandero “El factor de potencia del sistema, su relación con las pérdidas de distribución en redes distorsionadas y efectos del empleo de condensadores en la mejora del fp”. E.T.S.I.I.T. Universidad de Cantabria.

P.S. Filipski, “Polyphase apparent power and power factor under distorted waveform conditions”. IEEE Trans. On Power Delivery, Vol. 6, No. 3, July 1991.

Albert F. Spitta - Günter G. Seip. Instalaciones Eléctricas, Tomo I

Roberto Aguilar Mercado (1987 ). “ El Watthorímetro “. Editorial Limusa, S.A. de C.V.

David A. Bell. ( 1988 ). “Fundamentals of Electric Circuits”. Fourth Edition. Prentice - Hall, INC. Englewood Cliffs, New Jersey 07632.

Potencia  
Reactiva

$$Q = V \cdot I \cdot \text{Sen } \varphi$$