

Cómo Reducir la Factura de Energía Eléctrica Corrigiendo el Factor de Potencia

Por Ing. José Luís Ola García ⁽¹⁾

RESUMEN

El elevado consumo de la Potencia Reactiva (aumento de la necesidad de magnetizar conforme se coloca más equipo a la red) ocasiona no solo mala regulación de voltaje o bajo voltaje en una industria, sino que también puede afectar a otros usuarios. Además, disminuirá la eficiencia con la cual los equipos conectados a la red aprovechan la energía que se les suministra. Mejorar el factor de potencia resulta práctico y económico, por medio de la instalación de condensadores eléctricos estáticos, o utilizando motores sincrónicos disponibles en la industria.

DESCRIPTORES

Factor de Potencia. Potencia Reactiva. Condensadores eléctricos estáticos. Cargo por demanda.

FACTOR DE POTENCIA ¿POR QUÉ CORREGIRLO EN LA INDUSTRIA?

1. Introducción

En alguna ocasión se ha preguntado, ¿Por qué es necesaria la eficiencia en la conversión de energía? ¿Cuál es la razón de las altas tarifas eléctricas a la Industria que consumen mucha energía que utiliza motores o equipo eléctrico? Actualmente la eficiencia en el consumo energético es tema de actualidad, desde la conciencia a los usuarios en el uso racional de la energía hasta las fábricas e industrias que mediante sus procesos les es necesaria la energía, ¡claro! Una industria tiene que pagar más se preguntará: Pero, ¿será que estas pueden reducir su factura por consumo de energía si toman las debidas precauciones o acciones?

En el país, las empresas a cargo de la distribución de la energía cobran una tarifa especial a aquellas Industrias que consumen mucha energía si pasan de cierto rango; tarifas como Potencia Reactiva, por consumo superior a lo permitido, por hora pico, cada usuario conectado a la red eléctrica pertenece a una categoría de consumo, la categoría dependerá si es para uso residencial, comercial o Industrial y así será la factura al final de cada mes.

En una industria donde su equipo eléctrico lo constituyen motores, iluminación con balastos, equipos de taladro, tornos, equipo de refrigeración etc., todo aquello que necesite magnetizarse presentara inconvenientes al momento de operar en la red, la empresa de electricidad le estará girando una factura de exceso de consumo de Potencia Reactiva

¹ Catedrático de dedicación completa de la Licenciatura en Ingeniería Industrial de la Universidad Rafael Landívar.

debido a la mayor capacidad de generación de ésta. La industria debe prever que esto no suceda o se aminore; el consumo de reactiva hace que se tenga menor capacidad en la red eléctrica para suplir la demanda de otros usuarios, este exceso se cobra a una tarifa alta, la Industria actualmente esta corrigiendo este factor aplicando bancos de capacitores para compensar la potencia reactiva consumida en ella, a través de generarla ellos mismos. El beneficio viene si se colocan lo más cercano a la carga que consume.

2. Principios

Ciertamente los equipos conectados a una red eléctrica tienen característica inductivas (corriente en atraso al voltaje), consumen corriente y necesitan magnetizar sus elementos internos, inductores, capacitores, campos magnéticos etc., aumentando la necesidad de magnetizar conforme se coloca más equipo a la red. Esta energía que magnetiza los elementos internos se le conoce como reactiva, en general Potencia Reactiva. Se comprende mejor sabiendo que se trata de Calor o Luz; cuanto mayor sea el consumo de energía reactiva, peor será el aprovechamiento de la energía recibida por los equipos. El Factor de Potencia es un indicador de dicho aprovechamiento, el cual puede tomar valores entre 0 y 1. Por ejemplo, si el factor de Potencia es igual a 0.80, indica que del total de la energía suministrada (100%) sólo el 80% de esa energía es aprovechada en trabajo útil.

La potencia reactiva no ejerce ningún beneficio, va y viene de la carga a la fuente, pero es muy necesario para el correcto funcionamiento del equipo, esta energía reactiva aumenta constantemente en la hora pico (4:00 p.m. a 7:30 p.m.) haciendo que el voltaje en la red disminuya como consecuencia del aumento de corriente y consumo de más reactiva. En algunos casos el usuario residencial se ve afecto al reducirse el voltaje, pero una industria (grandes clientes) se ve aun más afectada si no corrige este problema.

La siguiente figura resume los conceptos a tratar:

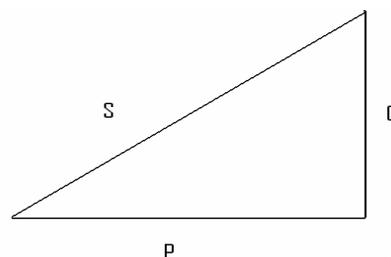
$$P = I^2R = VI \cos(\Phi)$$

S = Potencia compleja Aparente

Unidades VA, KVA, MVA

$$S = P + jQ$$

$$S = I^2Z = VI$$



P = Potencia real o promedio,

Unidades, W, Kw., MW

Q = Esta es la potencia reactiva y que se tiene que compensar:

Imaginaria, unidades var, kVar, Mvar

$$jQ = XsI^2 = VISen(\Phi)$$

2.1. Consecuencias de la Potencia Reactiva

El elevado consumo de Potencia reactiva ocasiona no solo la mala regulación de voltaje o bajo voltaje en una industria sino también puede afectar a otros usuarios, además una consecuencia negativa para todos: ¡el factor de potencia de la red disminuirá! Se entiende por factor de potencia la eficiencia con la cual los equipos conectados a la red aprovechan la energía que se le suministra. Uno de los objetivos de compensar la reactiva es corregir el factor de potencia, esto a través de bancos de capacitores hasta donde sea posible económicamente.

2.2. Corrección del Factor de Potencia, Nociones Generales

Denominamos factor de potencia al cociente entre la potencia activa y la potencia aparente, que es coincidente con el coseno del ángulo entre la tensión y la corriente cuando la forma de onda es sinusoidal pura.

Las cargas industriales por su naturaleza eléctrica son reactivas a causa de la presencia principalmente de equipos de refrigeración, motores, balastos, etc. Al consumo de potencia activa (KW) se suma al consumo de una potencia llamada reactiva (KVAR), las cuales en su conjunto determinan el comportamiento operacional de dichos equipos y motores.

Esta potencia reactiva ha sido tradicionalmente suministrada por las empresas de electricidad, aunque puede ser suministrada por las propias industrias. Al ser suministradas por las empresas de electricidad deberá ser producida y transportada por las redes, ocasionando necesidades de inversión en capacidades mayores de los equipos y redes de transmisión y distribución.

La potencia reactiva, la cual no produce un trabajo físico directo en los equipos, es necesaria para producir el flujo electromagnético que pone en funcionamiento elementos tales como: motores, transformadores, lámparas fluorescentes, equipos de refrigeración y otros similares. Cuando la cantidad de estos equipos es apreciable los requerimientos de potencia reactiva también se hacen significativos, (a mayor número de equipo que consume reactiva, más reactiva se requiere) lo cual produce una disminución significativa del factor de potencia. Un alto consumo de energía reactiva puede producirse como consecuencia principalmente de:

- Un gran número de motores.
- Presencia de equipos de refrigeración y aire acondicionado.
- Por una mala planificación y operación en el sistema eléctrico de la industria.
- Un mal estado físico de la red eléctrica y de los equipos de la industria

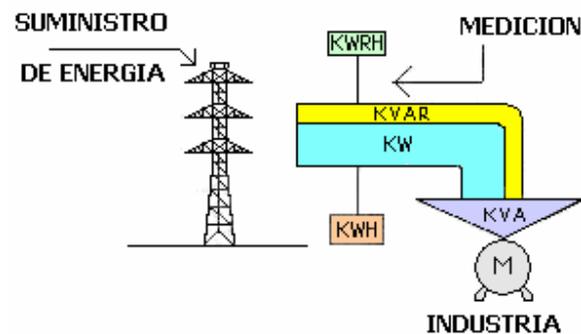
Pero se debe tomar en cuenta que cargas puramente resistivas, tales como alumbrado incandescente, resistencias de calentamiento, etc., no causan este tipo de problema ya que no necesitan de la corriente reactiva.

El hecho de que exista un bajo factor de potencia en su industria produce los siguientes inconvenientes:

2.2.1. Al usuario (industrial):

- Aumento de la intensidad de corriente
- Pérdidas en los conductores y fuertes caídas de tensión
- Incrementos de potencia de las plantas, transformadores, reducción de su vida útil y reducción de la capacidad de conducción de los conductores
- La temperatura de los conductores aumenta y esto disminuye la vida de su aislamiento.
- Aumentos en la factura por consumo de energía eléctrica

Figura 1. Comportamiento Operacional de Equipos y Motores



2.2.2. A la empresa distribuidora de energía:

Mayor inversión en los equipos de generación, ya que su capacidad en KVA debe ser mayor, para poder entregar esa energía reactiva adicional.

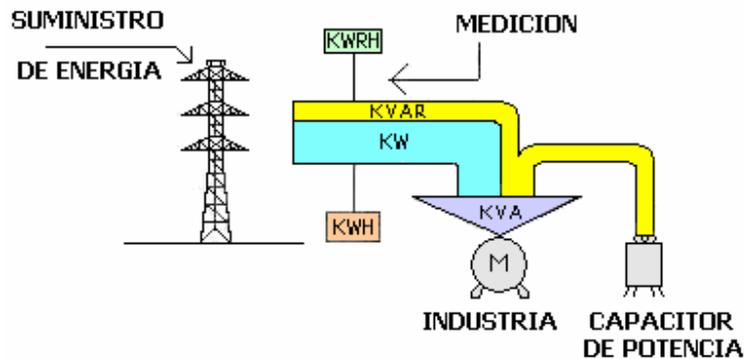
Mayores capacidades en líneas de transmisión y distribución así como en transformadores para el transporte y transformación de esta energía reactiva.

Elevadas caídas de tensión y baja regulación de voltaje, lo cual puede afectar la estabilidad de la red eléctrica.

Una forma de que las empresas de electricidad a nivel nacional e internacional hagan reflexionar a las industrias sobre la conveniencia de generar o controlar su consumo de energía reactiva ha sido a través de un cargo por demanda, facturado en Q. /KVA, es decir cobrándole por capacidad suministrada en KVA, factor donde se incluye el consumo de los KVAR que se entregan a la industria

Mejorar el factor de potencia resulta práctico y económico, por medio de la instalación de condensadores eléctricos estáticos, o utilizando motores sincrónicos disponibles en la industria (algo menos económico si no se dispone de ellos).

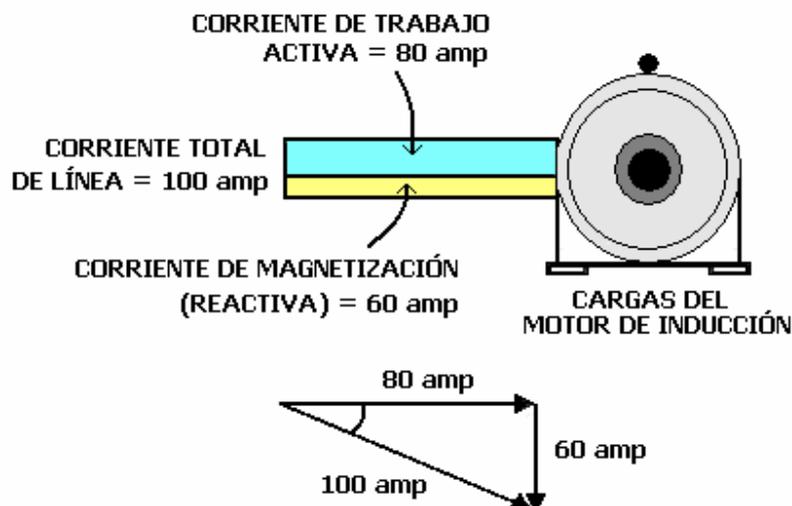
Figura 2. Utilización de un Capacitor de Potencia para Compensación



Ejemplo:

Un capacitor instalado en el mismo circuito de un motor de inducción tiene como efecto un intercambio de corriente reactiva entre ellos. La corriente de adelanto almacenada por el capacitor entonces alimenta la corriente de retraso requerida por el motor de inducción. La figura 3 muestra un motor de inducción sin corrección del factor de potencia.

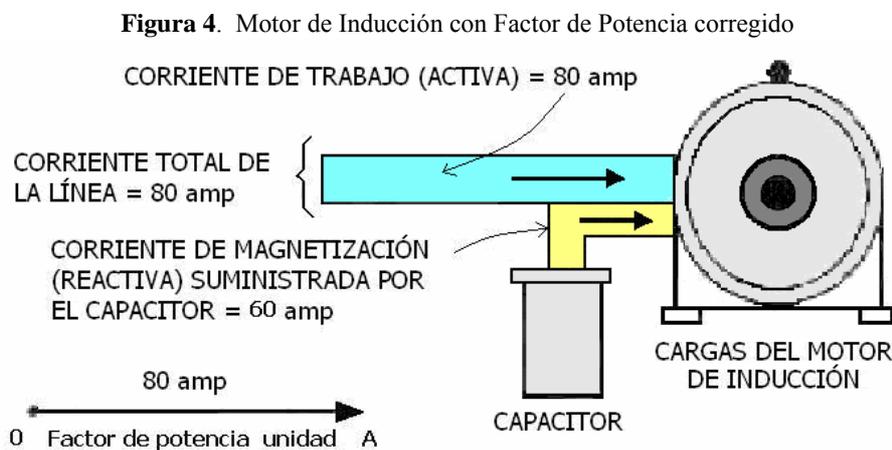
Figura 3. Motor de Inducción sin corrección del Factor de Potencia



Un motor de inducción sin corrección de factor de potencia que consume sólo 80 A para su carga de trabajo, necesita la corriente de magnetización de 60 A (reactiva), debiendo obtener del circuito de alimentación 100 A:

$$\sqrt{80^2 + 60^2} = 100$$

Por la línea de alimentación fluye la corriente de trabajo junto con la corriente no útil o corriente de magnetización (reactiva). Después de instalar un capacitor en el motor para satisfacer las necesidades de magnetización del mismo (figura 2), el circuito de alimentación sólo tiene que conducir y suministrar 80 A para que el motor efectúe el mismo trabajo, ya que el capacitor se encarga de entregar los 60A restantes (figura 4)



El circuito de alimentación conduce ahora únicamente corriente de trabajo (80A). Esto permite conectar equipo eléctrico adicional en el mismo circuito y reduce los costos por consumo de energía como consecuencia de mantener un bajo factor de potencia.

3. Instalación de los Capacitores

Para la instalación de los capacitores deberán tomarse en cuenta diversos factores que influyen en su ubicación como lo son: La variación y distribución de cargas, el factor de carga, tipo de motores, uniformidad en la distribución de la carga, la disposición y longitud de los circuitos y la naturaleza del voltaje.

No se debe efectuar una compensación excesiva de potencia reactiva ya que, en tal caso, debido a sobre-compensación se puede establecer un aumento de la tensión de los equipos con respecto a la de la red.

Los capacitores han de ser localizados en o cerca de las cargas a fin de obtener el mínimo costo y los máximos beneficios.

CONCLUSIONES

Para reducir la factura por consumo de energía se ha de tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Controlar el consumo de potencia reactiva en la industria resulta ventajoso al reducir la factura por consumo de potencia reactiva
- Se mejora la regulación de voltaje en la red eléctrica (no fluctúa)
- Se consigue operar mas equipos con la misma capacidad de la red eléctrica
- Se consigue un aumento de la capacidad de líneas y transformadores instalados
- Se disminuyen las perdidas de energía
- Se consigue una reducción en el coste global de la energía
- Menos sección transversal de conductores
- Menos perdidas de energía por las altas corrientes en la línea

BIBLIOGRAFÍA

1. **CHAPMAN, STEPHEN J.** Maquinas eléctricas. 2ª Edición. Editorial McGraw Hill. México: 1998
2. **KOSOW, IRVIN.** Maquinas eléctricas y Transformadores. 2ª Edición. Limusa Editores. México: 1996
3. **BOYLESTAD, ROBERT.** Introducción al análisis de Circuitos. 10ª Edición Editorial Pearson. México: 2004
4. **GONZALEZ LOPEZ, FRANCISCO JAVIER.** Fundamentos teóricos sobre Armónicas. 2ª edición. Formación Siglo21. México: 2000

Egrafías:

1. **ENDESA.** www.endesaonline.com
2. **EDENOR.** www.edenor.com.ar