



IMPACTO DE LOS PANALES SOLARES EN EL FACTOR DE POTENCIA Y EQUIPOS ELÉCTRICOS

¿CÓMO LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS AFECTAN EL RENDIMIENTO DE LAS MÁQUINAS ELÉCTRICAS EN LA INDUSTRIA?



La instalación de paneles solares en una industria puede modificar el factor de potencia debido a la reducción de la demanda de energía activa a la red, pero manteniendo la energía reactiva constante. Este cambio puede tener impactos en el rendimiento de las máquinas eléctricas.

Cambio en el factor de potencia

Cuando se reduce la demanda de energía activa, pero la energía reactiva permanece constante, el factor de potencia del sistema puede bajar. Esto afecta la relación entre potencia activa y potencia aparente, modificando la eficiencia general del sistema.





Impacto en Máquinas Eléctricas

- ▶ Sobrecorriente en conductores: Mayor demanda de corriente para la misma cantidad de trabajo útil.
- ▶ Eficiencia y vida útil de motores: Reducción de la eficiencia y sobrecalentamiento.
- ▶ Fluctuaciones de voltaje: Pueden provocar ineficiencias en los equipos.
- ▶ Sobrecarga en transformadores: Aumento de la temperatura y reducción de vida útil.



Análisis del Decreto 0929/2023

- ▶ El decreto regula el uso de energía reactiva en sistemas solares, lo que impacta el factor de potencia.
- ▶ Inversores deben controlar la energía reactiva.
- ▶ Exige mantener un FP mínimo de 0.95.
- ▶ Se obliga a monitorear y reportar el FP para evitar penalizaciones.
- ▶ Esto ayuda a mantener la eficiencia de las máquinas eléctricas y la estabilidad del sistema.

Soluciones para mitigar el impacto

- ▶ Monitoreo continuo del factor de potencia.
- ▶ Instalación de bancos de condensadores para compensar energía reactiva.
- ▶ Uso de inversores solares con control de energía reactiva.
- ▶ Optimización del sistema de distribución y dimensionamiento adecuado de equipos.



SOLUCIÓN PARA COMPENSACIÓN DE **ENERGÍA REACTIVA**

MARCO NORMATIVO

Resolución CREG 015 de 2018

Por la cual se establece la metodología para la remuneración de la actividad de distribución de energía eléctrica en el Sistema Interconectado Nacional

Resolución CREG 199 de 2019

Por la cual se modifican algunas disposiciones de la Resolución CREG 015 de 2018

Resolución CREG 195 de 2020

Mediante las resoluciones CREG 085 de 2018, 036 y 199 de 2019, y 167 de 2020, se realizaron ajustes a la Resolución CREG 015 de 2018.

Artículo 16: Transporte de energía reactiva

Capítulo 12: Costos de transporte de energía reactiva

Artículo 1: Transporte de energía reactiva

Artículo 2: Transporte de energía reactiva



MARCO NORMATIVO

Resolución CREG 101 035 de 2024

Introduce criterios específicos para la penalización de energía reactiva y en particular, para el cobro de la energía reactiva capacitiva.

Con esta nueva resolución, se define un margen de tolerancia para la penalización de la energía reactiva capacitiva, ampliándolo de 1,0 a 0,9 según el factor de potencia.

Factor de potencia	Tolerancia energía Reactiva/Energía Activa	Nivel tensión
0.9	50%	I y II
0.95	33%	III
0.98	20%	IV

RESOLUCIÓN CREG 015 DE 2018

Capítulo 12. Costos de transporte de energía reactiva

$$CTER_{u,n,h,m,j} = ER_{u,h,m,j} * M * D_{n,h,m}$$



Costo de transporte de energía reactiva en exceso.



Cantidad de energía reactiva transportada en exceso sobre el límite asignado.



Variable asociada con el periodo mensual en el que se presenta el transporte de energía reactiva sobre el límite establecido, variando entre 1 y 12.



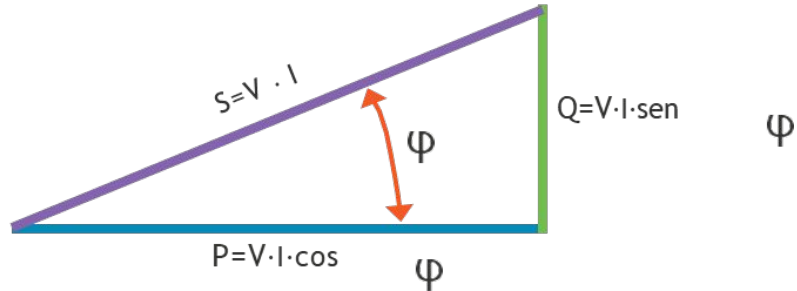
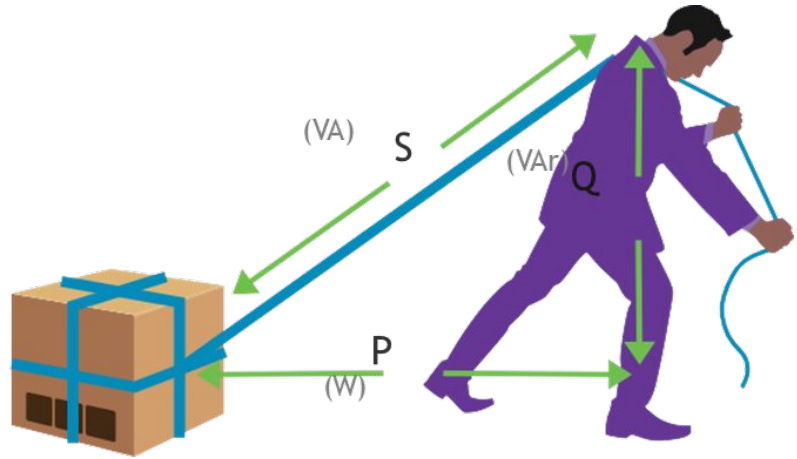
Cargo por uso de sistemas de distribución para el transporte de energía reactiva.

Triángulo de potencias

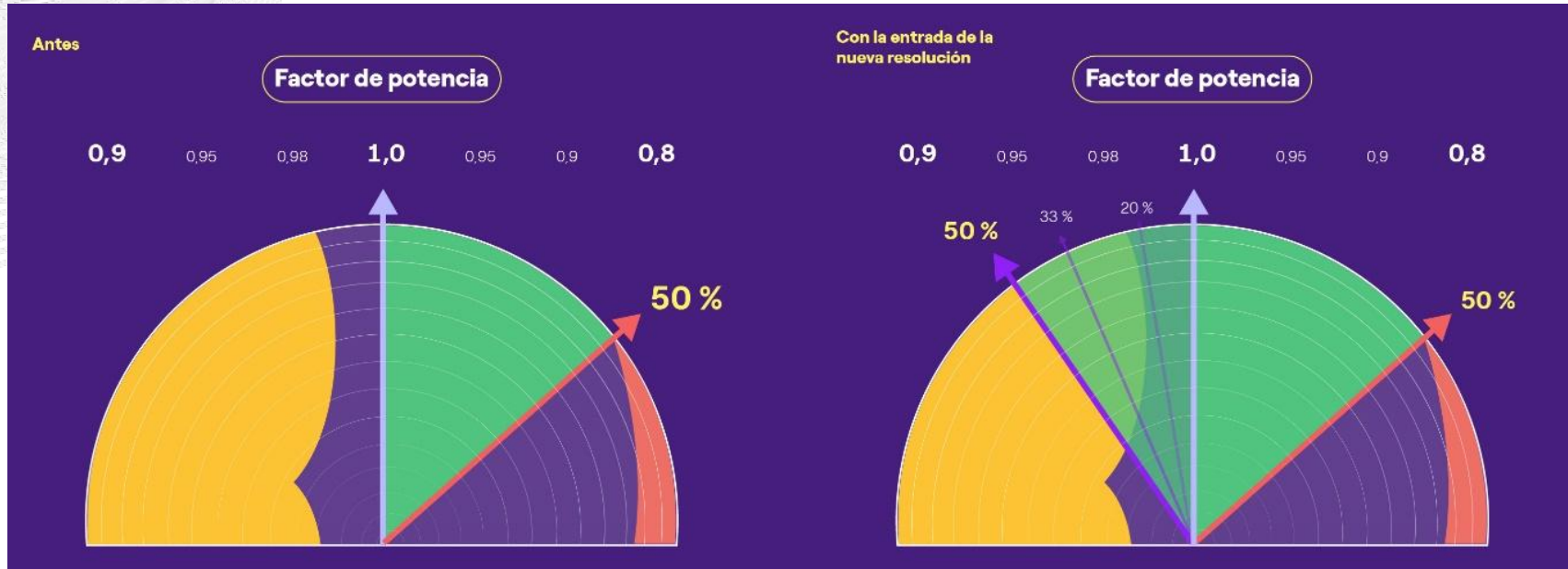
Con base en la analogía de la persona que arrastra un objeto, la potencia reactiva equivale a la fuerza que va hacia arriba (Q). Si nos basamos en un **triángulo rectángulo**, el cateto adyacente sería la **potencia real**, la hipotenusa es la **potencia aparente** y el cateto opuesto es la **potencia reactiva (Q)**.

A esta relación se le conoce como **triángulo de potencias** en donde el ángulo que existe entre la potencia aparente y la potencia real es el mismo ángulo que existe entre el desfase del voltaje y la corriente y se le llama **ángulo del factor de potencia**.

De acuerdo a la trigonometría, donde la función seno relaciona a la hipotenusa con el cateto opuesto ($\text{sen}(f) = \frac{\text{Cateto Opuesto}}{\text{Hipotenusa}}$), el valor *Hipotenusa* de la potencia reactiva se obtiene a partir de $Q = S \times \text{sen}(f)$.



Penalización F.P. antes y después



Control de la energía reactiva

Proceso

Medición – Diseño – Implementación

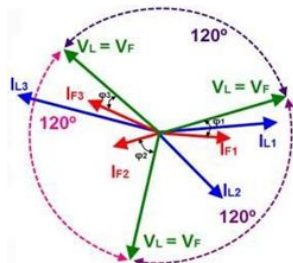
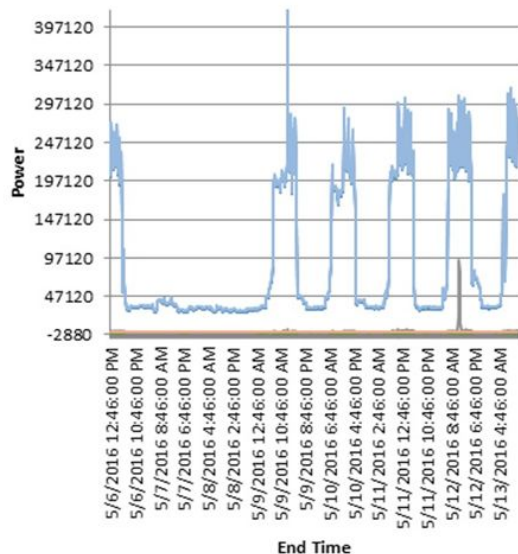
Compensación

Precisión más ajustada para cargas desequilibradas.

Para cargas con cambios muy rápidos y constantemente.

Cargas con alto nivel de armónicos.

Para cargas con energías inductivas y/o capacitivas.



- Total Import Active Power (W) - Average
- Total Export Active Power (W) - Average
- Total Reactive Power in 1st quadrant (VAr) - Average
- Total Reactive Power in 2nd quadrant (VAr) - Average
- Total Reactive Power in 3rd quadrant (VAr) - Average
- Total Reactive Power in 4th quadrant (VAr) - Average
- Total import apparent power (VA) - Average
- Total export apparent power (VA) - Average

Control de la energía reactiva

SVG - Generador Estático de Reactiva



Existen casos muy particulares donde los equipos de compensación convencionales **no** pueden compensar la totalidad de la energía reactiva.

El SVG lo logra: Genera una corriente en contrafase, de magnitud tal que se obtenga el $\cos \Phi$ programado para la instalación. Al trabajar como fuente de generación de corriente, el **SVG** permite compensar corrientes tanto inductivas como capacitivas.

Compensación Instantánea: Respuesta inferior a 20ms, ofreciendo una alta eficiencia de operación, debido al desarrollo con tecnología IGBT.

Tableros para distribución

Bancos Correctores de Factor de Potencia EBCFP

USO

Estos tableros son usados para la corrección del factor de potencia en industrias, centros comerciales, etc., dando una mayor eficiencia al sistema eléctrico y disminuyendo el costo de la energía eléctrica.

CARACTERÍSTICAS

- ▶ Los Bancos Correctores de Factor de Potencia ENERGIZAR®, referencia EBCFP, cumplen con los más altos estándares exigidos por la norma internacional IEC 61439-1. Cuentan con Certificado de Conformidad de Producto No. 06265 conforme al RETIE y a la norma internacional IEC 61439-1 expedido por el CIDET.
- ▶ Fabricados en lámina galvanizada o cold rolled en calibres 14 y/o 16, tratada químicamente para desoxidación, desengrase y fosfatado. Acabado final con pintura electrostática, color beige RAL 7032 o gris claro RAL 7035.
- ▶ Cumplen con la prueba de cortocircuito exigida por la norma internacional IEC 61439-1 y el RETIE.
- ▶ Barrajes construidos en pletina de cobre electrolítico de acuerdo con los estándares de las normas alemanas DIN 43671 / DIN 43673-1 y soportados por medio de aisladores en resina de alto poder dieléctrico y gran resistencia mecánica capaces de soportar las fuerzas electrodinámicas generadas por corrientes de cortocircuito de hasta 65 kA durante un segundo.
- ▶ Se pueden fabricar con pasos fijos y/o automáticos.
- ▶ Llevan un relé de control de factor de potencia de 5, 7 ó 12 pasos, con control automático o manual.
- ▶ Los condensadores van instalados sobre la base del tablero.

Referencia: EBCFP

Alto: H 200 a 2350 mm

Ancho: A 200 a 2200 mm

Profundidad: P 200 a 1300 mm

Tensión asignada: Un Hasta 480 V

Tensión de aislamiento: Ui 600 V

Corriente asignada: In Hasta 6300 A

Corriente asignada de corta duración: Icw Hasta 65 kA, 1 s

Frecuencia asignada: fn 60 Hz

Grado de Protección: Hasta IP55 / IK10

Forma de segregación: Forma 1

Ubicación: Fijo

Instalación para uso: Interior / Exterior

Personal de uso: Calificado

Norma: IEC 61439-1, RETIE





Conclusión

La instalación de paneles solares en una industria puede afectar el factor de potencia, lo que puede provocar ineficiencias en máquinas eléctricas si no se toman medidas correctivas. Es crucial monitorear el sistema y optimizar la compensación de energía reactiva para evitar problemas de rendimiento y sobrecostos. El Decreto 0929/2023 regula estas condiciones, ayudando a mantener la estabilidad del sistema.



Contacto

Ing Dolcey Torres

CEO SIERGROUP



300 862 3682



dtorres@siergroup.com

Ing Omar Vivas



315 539 2726



ac02.energizar@energizar.com.co

