



Factor de Potencia: Cómo Obtener el Máximo Beneficio de su Generación Eléctrica

T&D Power Mex Expo 2002

Inelap, S.A. de C.V

Temario

- **Que es el factor de potencia.**
- **Para que sirven los capacitores.**
- **Aplicación de capacitores en sistemas de cogeneración.**
- **Consideraciones necesarias para la selección de un banco de capacitores.**
- **Ejemplo de la Aplicación de capacitores en una Planta Industrial.**
- **Conclusiones.**

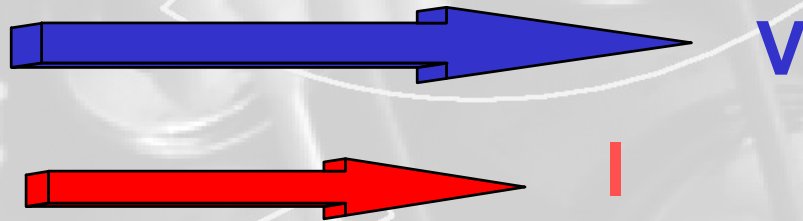
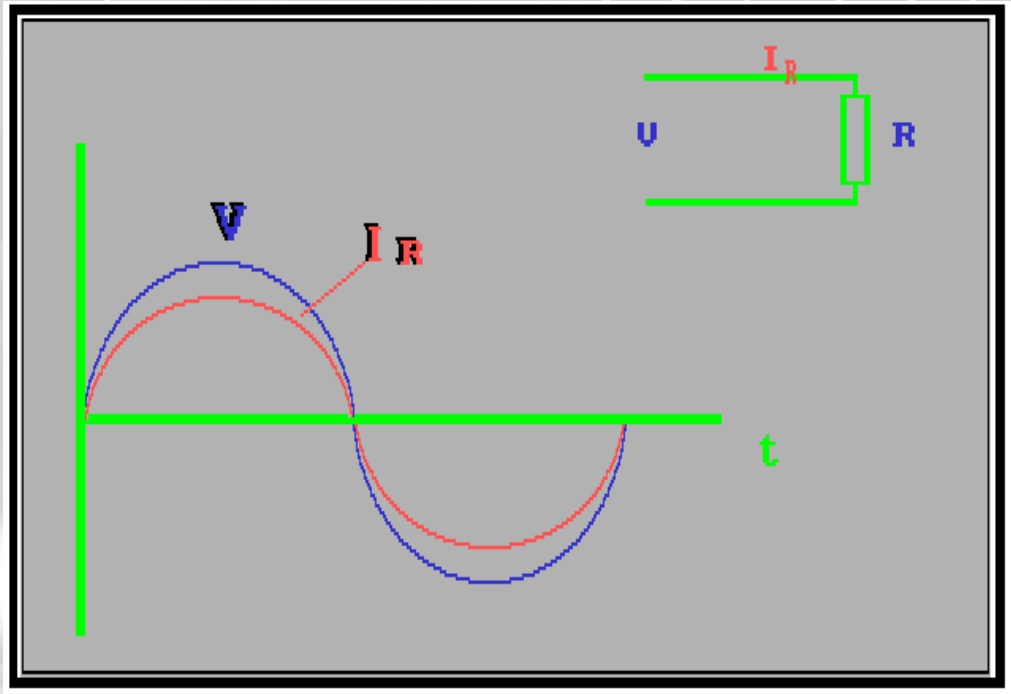
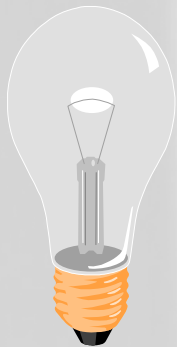
Factor de Potencia

Existen 3 tipos de cargas en los circuitos eléctricos:

INELAP

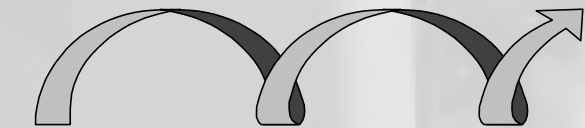
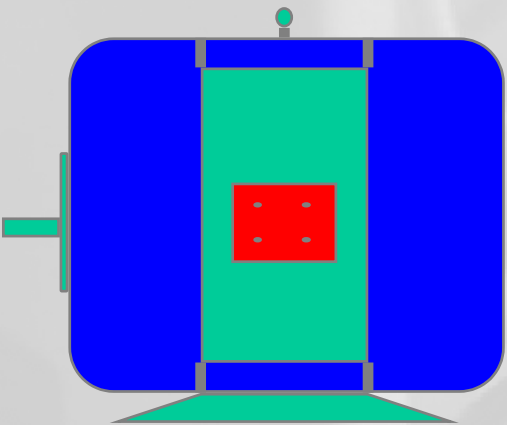
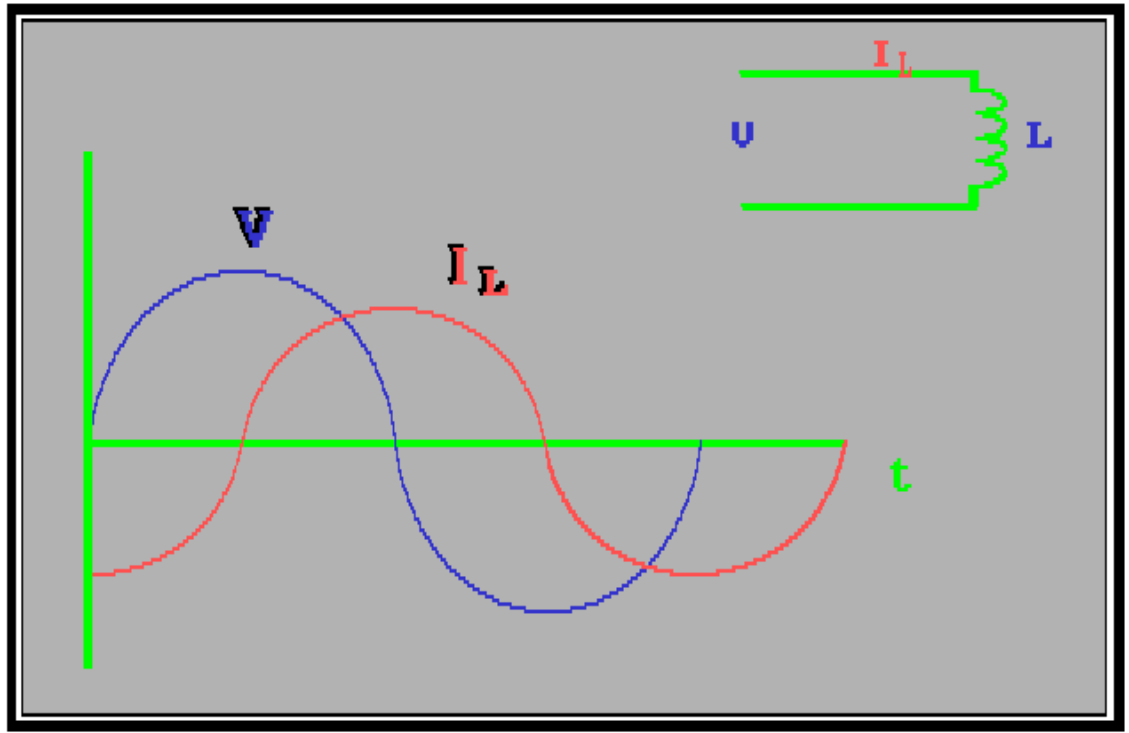
- **Resistiva.** No existe defasamiento entre el voltaje y la corriente. (Hornos eléctricos, alumbrado incandescente, planchas, etc.)
- **Inductiva.** La corriente se atrasa 90° con respecto al voltaje. (Motores de inducción, transformadores, balastos convencionales, etc.)
- **Capacitiva.** La corriente se adelanta 90° con respecto al voltaje. (Capacitores)

Circuito Resistivo

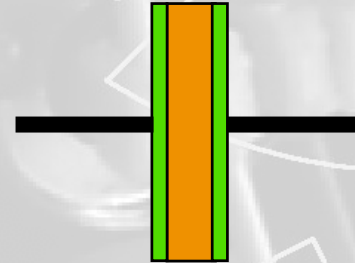
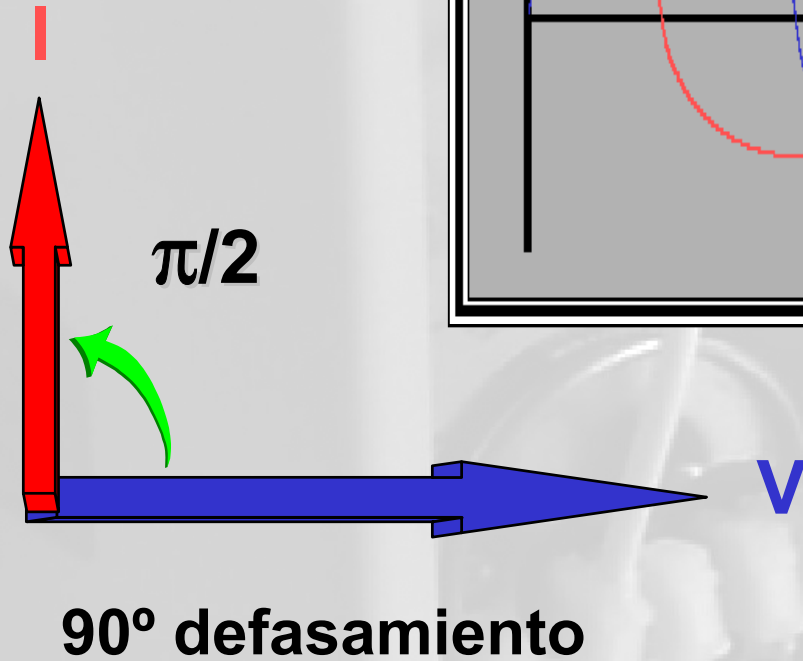
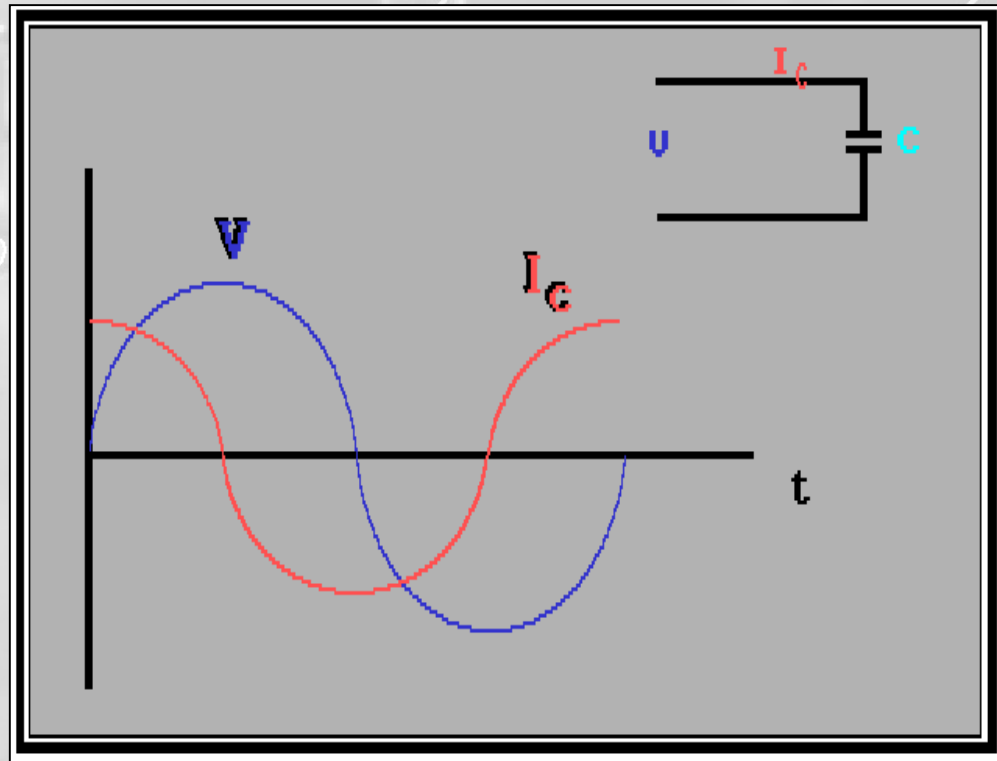


0° defasamiento

Circuito Inductivo



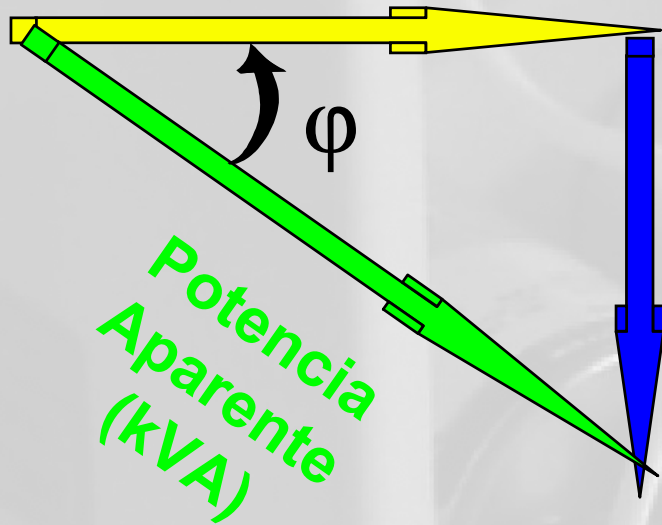
Circuito Capacitivo





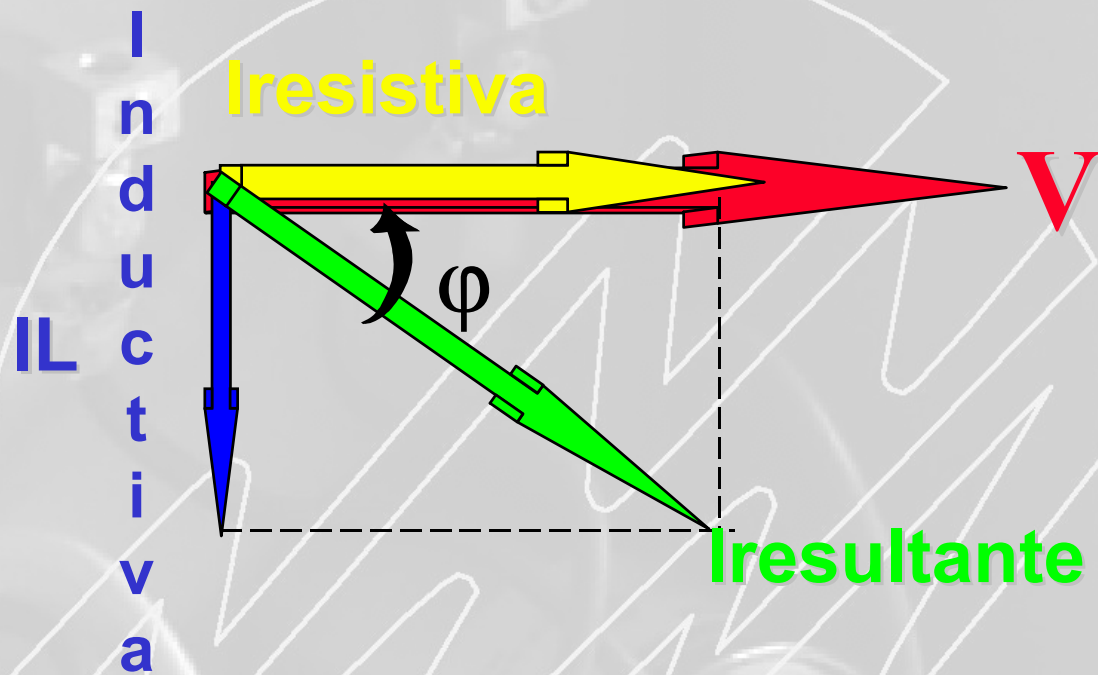
INELAP

Potencia Activa (kW)



Potencia Reactiva (kVAR)

Iresistiva



$$P = VI \cos(\varphi)$$
$$Q = VI \sin(\varphi)$$
$$S = VI$$

El factor de potencia es el coseno del ángulo de defasamiento que existe entre el voltaje y la corriente de un sistema eléctrico. $FP = \cos \varphi$

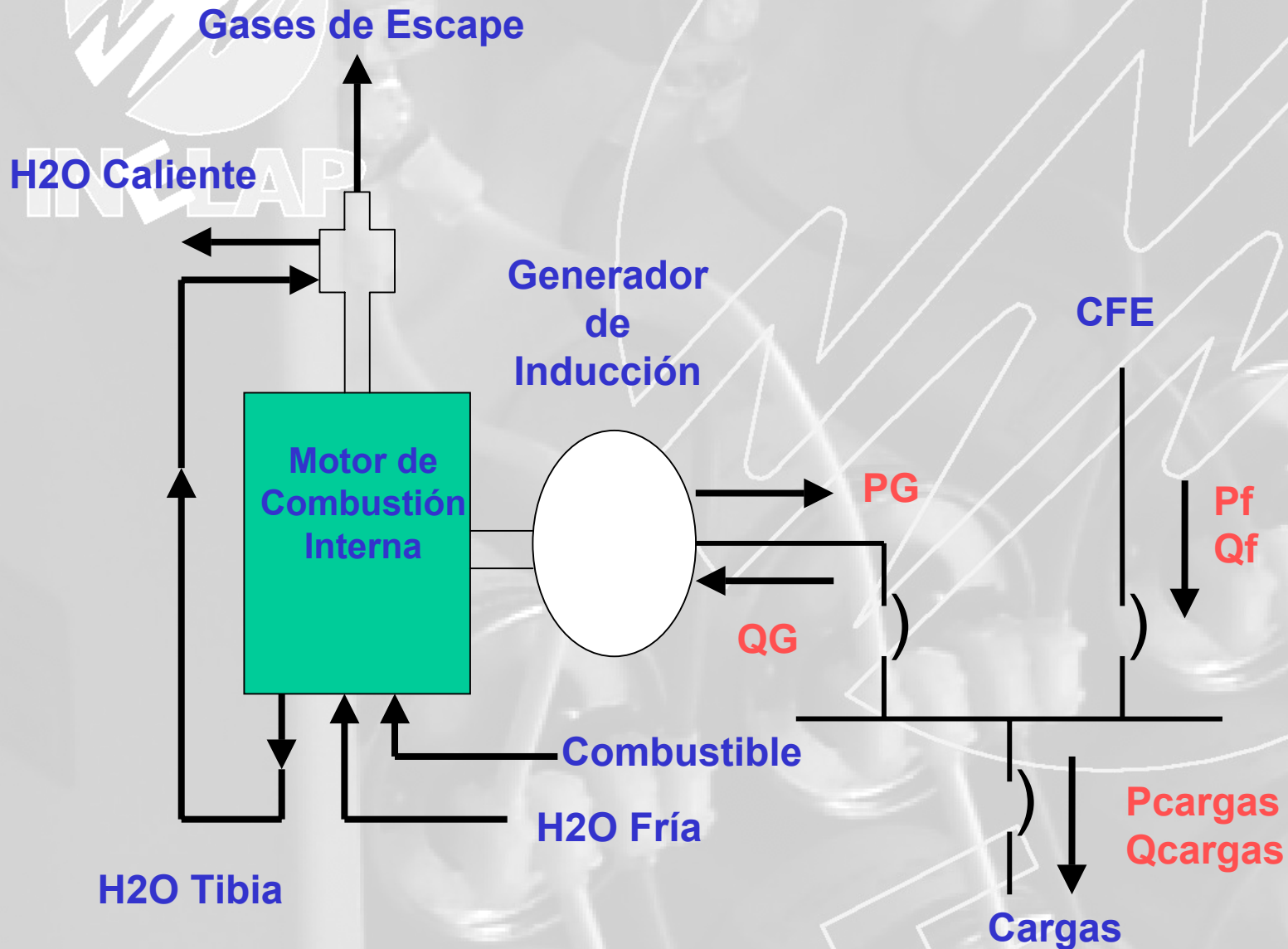
¿Para que sirven los Bcos. de Capacitores?

- **Mejora el FP. (Penalizaciones y bonificaciones)**
- **Incrementa el voltaje de un sistema eléctrico. (Mejora la regulación de voltaje)**
- **Reduce las pérdidas por efecto Joule.**
- **Incrementa el FP de los generadores.**
- **Incrementa la capacidad disponible de: cables, transformadores y generadores.**
- **Incrementa la capacidad disponible en Turbinas.**

Capacitores en Sistemas de Cogeneración

- En algunos países como EU, los sistemas de cogeneración de 100 kW o menores se han hecho muy comunes.
- Estos sistemas operan en paralelo con la cía. suministradora de energía (por horarios o en forma continua).
- Para potencias menores a 100 kW es preferible utilizar generadores de inducción sobre los síncronos. Ventajas:
- Fácil instalación.
- No requieren de complicados sistemas de control de sincronización de potencia reactiva.
- Fácil sincronización con el sistema de suministro.
- En proyectos de varias unidades es mas sencillo la interacción entre ellos.
- No requiere de una fuente de excitación externa.
- Menos costoso en potencias menores a 500 kW.

Sistema de Cogeneración. (Con Generador de Inducción).



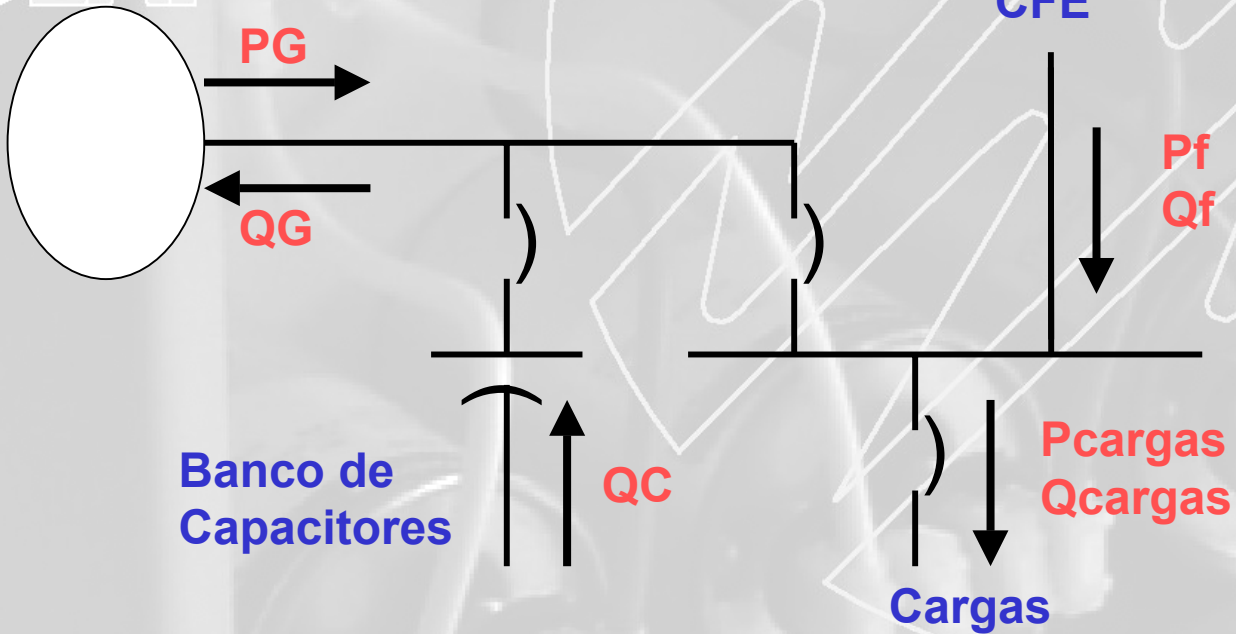
Características de Operación.

- El generador entrega potencia activa (kW) al sistema pero recibe potencia reactiva (kVAR).
- El suministro de energía proviene de dos fuentes CFE y generador y pueden ser independientes.
- Si no se instalan bancos de capacitores, la potencia reactiva es consumida en totalidad de la CFE. (Generador + cargas).
- Lo anterior traería consigo un bajo factor de potencia y posiblemente hasta una penalización.

Por lo anterior se recomienda instalar un Banco de Capacitores para compensar la energía reactiva consumida por el Generador de Inducción.

Características de Operación.

Generador de Inducción
INELAP



Cuidado en la Selección del Banco de Capacitores

Para determinar la capacidad adecuada es necesario tomar en cuenta:

- El factor de potencia real de operación del generador en vacío.
- El factor de potencia real de operación del generador bajo carga.
- El voltaje real de operación del sistema.
- El contenido armónico. (Evitar resonancia).
- La potencia reactiva de los bancos de capacitores ya instalados (si es que existen).

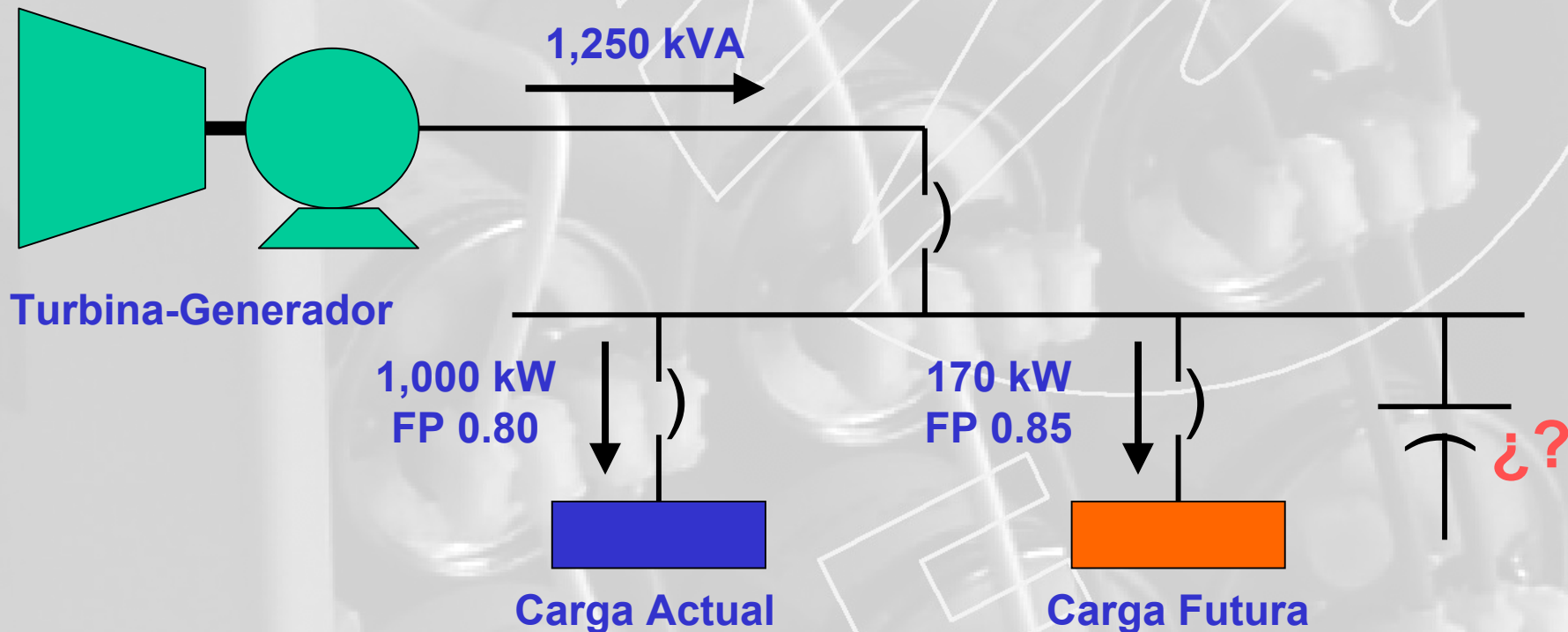
Auto-Excitación.

- Este fenómeno es provocado cuando en la línea de suministro se presenta una falla y el generador se queda operando en conjunto con el capacitor.
- Bajo esta condición el voltaje en el sistema puede ser excesivo y causar daños en los equipos.
- Es importante que el sistema de generación cuente con las protecciones adecuadas de voltaje y frecuencia, de tal forma que al presentarse una condición de auto-excitación se mande el disparo de la unidad.
- La mayoría de las unidades de generación cuentan con equipos de protección microprocesados que al momento de detectar variaciones en voltaje y/o frecuencia peligrosas mandan el disparo de la unidad. (Interrupción en la línea de suministro).
- Los capacitores deben de estar diseñados para operar bajo un retardo de tiempo cuando existe una interrupción.

Ejemplo de Aplicación.

Se tiene una Planta Industrial que cuenta con un grupo turbina-generador de 1,250 kVA, que alimenta una carga total de 1,000 kW con un FP de 0.80. Debido a una ampliación se requiere adicionar una carga de 170 kW con un FP de 0.85.

¿Cuál es la capacidad de los bcos. de capacitores necesaria para evitar que la turbina-generador trabajen bajo una condición de sobrecarga?



Carga actual del sistema.

$$P = 1,000 \text{ kW}$$

$$Q = 1,000 \times \tan(\arccos(0.8)) = 750 \text{ kVAR}$$

$$\text{kVA} = ((1,000)^2 + (750)^2)^{1/2} = 1,250 \text{ kVA}$$

La carga adicional:

$$P = 170 \text{ kW}$$

$$Q = 170 \times \tan(\arccos(0.85)) = 105 \text{ kVAR}$$

Entonces la Potencia Total que deberá suministrar la Turbina-Generador es de:

$$P_{\text{tot}} = 1,000 + 170 = 1,170 \text{ kW}$$

$$Q_{\text{tot}} = 750 + 105 = 855 \text{ kVAR}$$

El FP mínimo para que la Turbina-Generador no se sobrecarguen es:

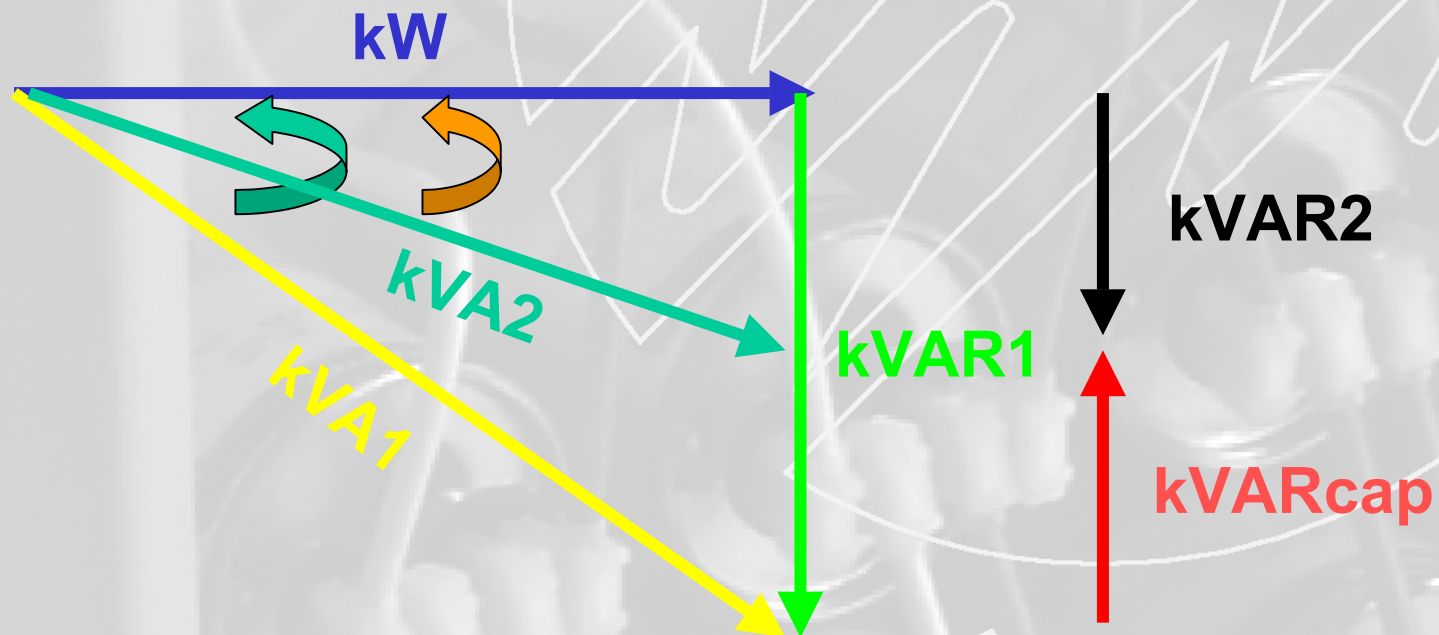
$$\text{FP}_{\text{fut}} = 1,170 / 1,250 = 0.935$$

Para ello se requiere que la potencia reactiva futura sea de:

$$Q = 1,170 \times \tan(\arccos(0.935)) = 444 \text{ kVAR}$$

Por lo que la potencia reactiva necesaria para evitar la sobrecarga de la unidad es de:

$$Q_{nec} = 885 - 444 = 411 \text{ kVAR}$$





Conclusiones:

Un banco de capacitores bien aplicado nos puede traer grandes beneficios desde el punto de vista de la confiabilidad de un sistema haciéndolo 'mas robusto' mejorando la regulación de voltaje y por ende la calidad de la energía, además de lograr incrementar la capacidad disponible de los equipos conectados.



Gracias por su Atención

Ing. Luis Manuel Flamenco López
Inelap-Coinel

luis.flamenco@coinel.com.mx

Tels: 52 3640 34 y 53 5714 32