

Banco automático de capacitores en baja tensión

Introducción

Los bancos de capacitores constituyen el medio más económico y confiable para la corrección del factor de potencia.

El corregir el factor de potencia tiene beneficios técnicos y económicos muy altos. Sin que sea una lista exhaustiva tenemos:

- Eliminación de los cargos por bajo factor de potencia.
- Posibilidad de bonificación si el factor de potencia es mayor a 0.90.
- Si se instalan correctamente se pueden tener ahorros del 3 al 6%.
- Menores pérdidas en el sistema por efecto Joule (calentamiento).
- Mejor regulación de tensión.
- Liberación de capacidad en el sistema.

Actualmente existe una gran cantidad de instalaciones cuya demanda de energía varía en un rango muy amplio y por lo tanto sus requerimientos de potencia reactiva también son sumamente variables.

La cantidad y la ubicación de las cargas que requieren potencia reactiva dentro de la instalación hacen prohibitiva económicamente la corrección del factor de potencia a nivel individual debido a que los costos serían sumamente elevados o se afectaría la producción. Por ejemplo el corregir un motor de 3 HP es difícil de que se justifique económicamente ya que la instalación y costo del banco de capacitores lo hace incosteable. Para eso se crearon los bancos automáticos.

Dentro de la gama de bancos de capacitores fabricados por Inelap se encuentran los bancos automáticos para corrección de factor de potencia en baja tensión que permiten la corrección del factor de

potencia desde el punto en donde se origina el sistema eléctrico de la instalación.

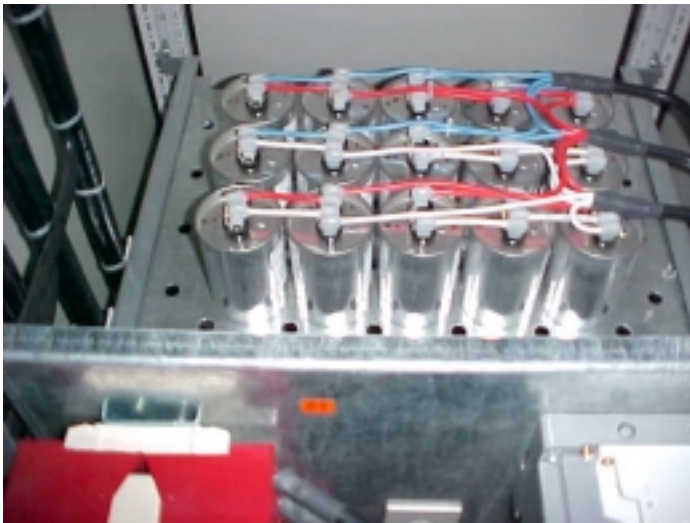


Banco automático para corrección de FP

El banco automático de capacitores consta de un conjunto de celdas capacitivas de valores distintos y también idénticos (según el arreglo), los cuales se encuentran agrupados para obtener el factor de potencia con variaciones de carga.

El relevador de factor de potencia se encarga de detectar las necesidades de potencia reactiva del sistema y conecta los grupos necesarios para obtener, en el menor tiempo posible y con el menor número de operaciones, el factor de potencia requerido.

Una ventaja de los bancos de capacitores que combinan grupos de operación de distintos tamaños con grupos del mismo tamaño es que gracias a los grupos más pequeños se puede seguir más de cerca las variaciones menores en el factor de potencia de la instalación, obteniéndose una mejor compensación de potencia reactiva.



Grupos de celdas de banco automático

Los grupos del banco que son de mayor tamaño se utilizan para seguir los cambios más grandes en el factor de potencia, obteniéndose también una mejor compensación de la potencia reactiva al hacerlo en un menor tiempo y con menor número de conexiones. Estos grupos también se utilizan en forma alternada para que no existan grupos con mayor desgaste que otros.

Por ejemplo: un banco automático de 100 kVAR se puede formar con 5 grupos del mismo tamaño, 20 kVAR cada uno, 1:1:1:1:1. Otra opción sería tener pasos de 10 kVAR o dos grupos de 10 kVAR, y cuatro grupos de 20 kVAR cada uno o diversas variantes sobre éstos.

El relevador de factor de potencia, por norma, sólo introducirá un nuevo grupo cuando detecte una

necesidad de potencia reactiva igual a 2/3 de uno de los grupos.

En el caso del banco automático con pasos de 20 kVAR el requerimiento debe ser de 13.33 kVAR para entre en operación uno de los grupos. Para el banco con grupos de distintos tamaños la compensación se hará con tan sólo detectar 6.66 kVAR ya que tiene dos grupos de 10 kVAR. Es evidente que la segunda opción proporciona una compensación más exacta porque puede seguir más de cerca al factor de potencia objetivo y por lo tanto la regulación de tensión será mejor. Sin embargo el costo es también mayor.

El relevador de factor de potencia además irá alternando el uso de los grupos del mismo tamaño (2 de 10 kVAR y 4 de 20 kVAR) de forma que el desgaste sea similar para todos.

Características generales

El banco en su conjunto es diseñado y ensamblado bajo la norma de calidad ISO 9001, certificada por los laboratorios UL (Underwriters Laboratories) con número de certificación A7072, asimismo tiene la aprobación CYWT.E227040 de los laboratorios UL. El banco cuenta con una garantía de siete años y es totalmente reparable en campo. Inelap tiene el certificado de proveedor confiable expedido por el LAPEM, Laboratorio de Pruebas Eléctricas y Materiales, de CFE.

Celdas capacitivas.

El banco está constituido por celdas capacitivas monofásicas que pueden conectarse en delta o en estrella. Las celdas son de polipropileno metalizado en zinc con perfil reforzado y han sido diseñadas para temperaturas de operación de **80 °C en forma continua.**

Las celdas capacitivas tienen la aprobación de los laboratorios UL en forma individual y cumplen con las normas ANSI-NEMA y EIA-456. Ésta última



LISTED
POWER FACTOR CAPACITOR
5HA4

CBT-AG-O



requiere que los capacitores sean sometidos 1.25 veces su tensión nominal, a una temperatura de 10 °C arriba de su temperatura de diseño durante 2000 horas y conserven su capacitancia dentro de un rango de $\pm 3\%$. Esta prueba garantiza una vida del producto por 20 años. A diferencia de la norma IEC que prueba sus unidades a 40 °C por 1000 horas, la norma NEMA garantiza un mejor desempeño de los capacitores. De hecho la norma IEC no permite que la temperatura ambiente sobrepase 40 °C y además esta temperatura no puede conservarse más de 8 horas por cada 24 horas.

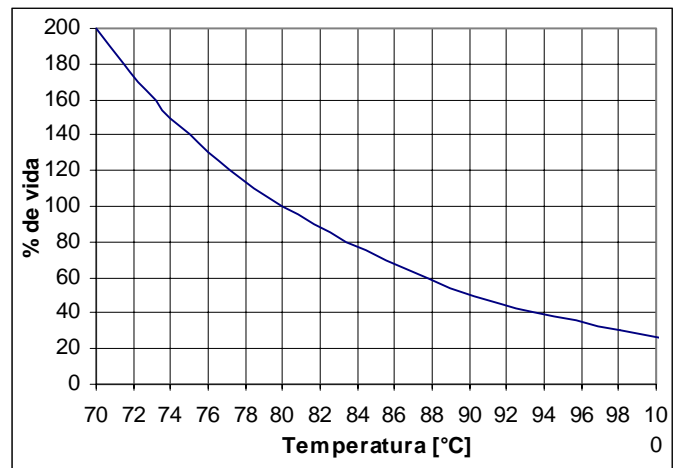


Celda capacitiva con resistencia de descarga

En los capacitores, al igual que en la mayoría del equipo eléctrico, por cada 10 °C que se opere debajo de la temperatura de diseño, la vida del producto se duplica. Es decir si el capacitor es de 30 °C y se opera a 20 °C durará el doble que si se opera a 30 °C. Aquí se ve claramente la ventaja inherente del diseño a 80 °C, con 40 °C arriba de la norma IEC.

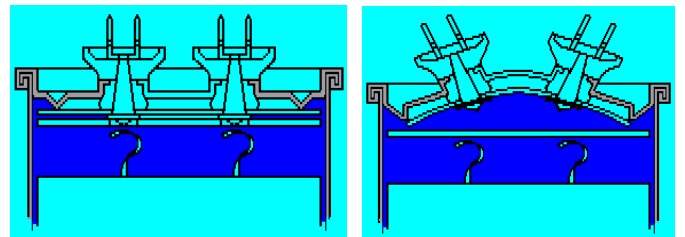
Cada celda incluye una resistencia individual de descarga con la finalidad de que la tensión en la celda baje a 50 V después de un minuto de haberse desconectado el banco para dar una seguridad absoluta al usuario. Las pérdidas individuales son de 0.4 W/kVAR incluyendo las resistencias de descarga.

No se utilizan resistencias centralizadas ya que pueden desconectarse dejando una fase sin descargar siendo el usuario quien pague las consecuencias.



Gráfica de vida vs. temperatura

Cada celda cuenta con un interruptor sensible a la presión para su protección ante condiciones anormales de operación. Cuando la presión en el interior de la celda aumenta, la tapa superior de la celda se expande hacia fuera desconectando las terminales externas de alimentación de la celda de las terminales internas que van hacia las placas, interrumpiendo el paso de la corriente e impidiendo que la celda presente problemas de seguridad. Este mecanismo está aprobado por UL.



Operación del interruptor sensible a la presión

Relevador de corrección de factor de potencia.

Es manufacturado por la firma alemana Beluk GmbH ubicada en Munich, que tiene cinco décadas de experiencia en el control de factor de potencia. El relevador cuenta con la aprobación de los



LISTED
POWER FACTOR CAPACITOR
5HA4



laboratorios UL y su tecnología es digital. Su rango de temperatura de operación es de $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ y cuenta con un grado de protección IP 30.

El relevador de factor de potencia Beluk opera en base a un factor de potencia objetivo el cual puede ser ajustado por el usuario (valor preajustado de F.P.= 0.95i).

Tiene la capacidad de indicar condiciones anormales durante el proceso de compensación de potencia reactiva. Las alarmas pueden ser de factor de potencia, de pérdida de un paso de capacitores, de pasos defectuosos de capacitores, de sobrecarga armónica, de sobrecorriente y de sobrecarga térmica. La alarma de sobrecarga armónica es muy importante en particular ya que permite que el banco se proteja antes de que fallen los capacitores. En muchas instalaciones en el momento de la instalación no se tenían armónicas. Nuevos equipos que generan armónicas son instalados y afectan severamente al banco de capacitores.

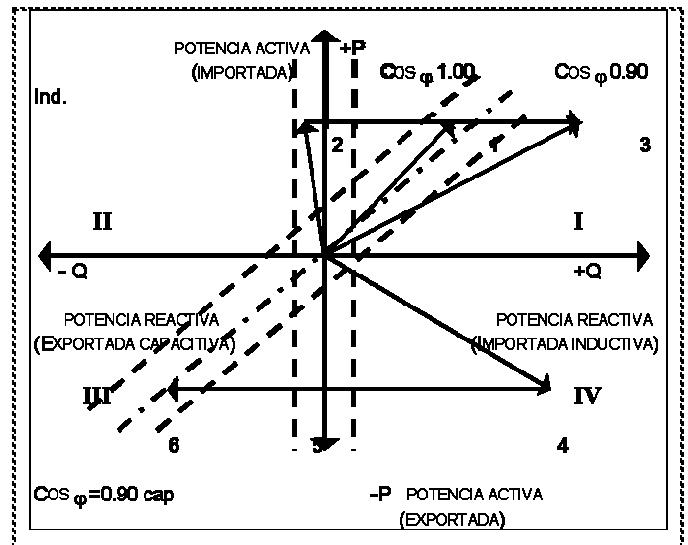


Relevador Beluk de FP

Su capacidad de obtener medidas instantáneas de la tensión y la corriente en los cuatro cuadrantes le permite calcular correctamente los requerimientos de

potencia reactiva del sistema al igual de ser preciso en niveles de baja carga. El relevador también cuenta con la capacidad de mostrar los valores de las componentes armónicas 3^a, 5^a, 7^a, 9^a, 11^a y 13^a como un porcentaje de la componente fundamental. También proporciona los siguientes parámetros: potencia total activa en kW, potencia total reactiva en kVAR, factor de potencia del sistema (por ejemplo: i0,87 para inductivo o c0.94 para carga capacitiva), tensión trifásica del sistema, corriente aparente y corriente térmica de la carga.

El relevador selecciona directamente los tamaños adecuados de los pasos para obtener el factor de potencia objetivo con un mínimo de operaciones de switcheo. Cuando el relevador detecta una necesidad o exceso de potencia reactiva mayor a 2/3 partes del tamaño del paso más pequeño envía una señal de conexión o desconexión. Con pasos de igual tamaño el relevador optimiza los ciclos de trabajo de los contactores mediante una rotación para que los pasos operen el mismo número de veces.



Compensación en los cuatro cuadrantes

El relevador tiene un programa de switcheo que puede utilizar las secuencias de pasos 1:1:1..., 1:2:2..., 1:2:3..., 1:2:4..., 1:2:4:8... o puede operar en forma automática. Incluso el relevador tiene la

capacidad de detección automática e indicación del tamaño del capacitor. El programa de operación está diseñado para seguir al factor de potencia lo más cerca posible mediante el cálculo de cómo obtener el factor de potencia objetivo en el menor tiempo, para evitar accionamientos innecesarios de los contactores.



Interruptor termomagnético general

El relevador informa sobre el tamaño de los pasos en kVAR tanto en el momento de la energización como en el momento actual para comparar el estado actual del equipo contra su valor de recién instalado. El relevador también da información sobre el número de energizaciones por paso para ver las operaciones llevadas cabo y cuáles son los pasos defectuosos. El factor de potencia actual y los pasos en operación se muestran en el display mediante leds de alta intensidad.

Protecciones.

El banco de capacitores tiene una protección general a base de uno o varios interruptores termomagnéticos, clase AC3, que cumplen con las normas IEC-947-2 y de calidad ISO9001 y han sido probados en KEMA. Los interruptores cuentan con una palanca tipo lengüeta que sobresale del gabinete

de forma que se garantiza la seguridad del operador al conectar o desconectar el banco de capacitores.



Contactores y fusibles

Cada paso es protegido mediante fusibles de alta capacidad interruptiva de corto circuito (120 kA mínimo) a 600 V de c.a. Las bases portafusibles son tripolares. Los capacitores y los circuitos de control están protegidos contra sobretensiones con un apartarrayos secundario de óxido de zinc para 600 V, manufacturado por General Electric.

Contactores.

Contactores clase AC3 con capacidad para soportar la corriente de irrupción, garantizados realizar un mínimo de 200,000 operaciones eléctricas. Su corriente nominal es de 1.65 veces la corriente



LISTED
POWER FACTOR CAPACITOR
5HA4



nominal del paso que controlan y su tensión máxima de operación es de 600 V.

Gabinete.

De tipo autoportado para uso en interiores NEMA 1, de lámina de acero en calibres 12 y 14, acabado en pintura texturizada en color beige RAL7032 para estructura, puertas y cubiertas. Los herrajes y las charolas están hechos a base de lámina galvanizada. El gabinete cuenta con orejas de izaje para facilitar su manejo e instalación. Las puertas frontales cuentan con llave y las cubiertas laterales, posteriores y del techo son de montaje con tornillos.



Gabinete autoportado

Temperatura.

La disipación de calor es una necesidad muy importante. Inelap cuenta con un programa que permite garantizar que la temperatura en el interior del gabinete nunca rebase más de 10 °C la del ambiente donde se encuentra instalado. Dado que se diseña para condiciones extremas, siguiendo las

indicaciones de instalación siempre se está debajo de este valor.

Beneficios del banco automático

El banco automático de capacitores genera una serie de beneficios tanto económicos como técnicos en la planta donde es instalado.

Beneficios económicos.

Dentro de los beneficios económicos proporcionados por el banco se tienen:

- Reducción del monto del recibo de energía eléctrica debido a que se eliminan las penalizaciones y se pueden obtener bonificaciones hasta del 2.5% de la facturación.
- El consumo total de energía disminuye, incluyendo la demanda máxima. Si el banco es instalado correctamente puede generar ahorros del 3 al 6% del consumo total.
- El relevador Beluk tiene un programa de switcheo con el cual rota el uso de los contactores de forma que todos tengan un desgaste similar.
- Se evita el desgaste prematuro de los equipos por calentamiento excesivo provocado por la operación con baja tensión.
- El banco requiere un mantenimiento mínimo.
- Su vida útil es mayor a 15 años por sus bajas pérdidas y diseño a 80 °C.
- Se suministra con todos los componentes necesarios y debidamente distribuidos para facilitar su instalación.

Beneficios técnicos.

Los beneficios técnicos derivados del uso del banco son:

- Se sigue al factor de potencia conforme varía la carga.
- Se disminuyen las pérdidas por calentamiento en cables, motores y transformadores.



LISTED
POWER FACTOR CAPACITOR
5HA4

CBT-AG-O



- Las grupos más pequeños siguen de cerca al factor de potencia objetivo obteniéndose una compensación más exacta de la potencia reactiva.
- Se evitan problemas por resonancia gracias a la desconexión automática de los grupos en condiciones de carga baja.
- Se libera capacidad en los conductores y transformadores de la instalación.
- Se mejora la regulación de la tensión.
- Las resistencias individuales de descarga evitan riesgos para el operador del banco.
- El banco es 100% reparable en campo.
- Ventilación por convección natural.
- Amplio espacio para instalación.
- Tiene indicación visual de falla de las celdas.

Especificaciones estándar.

Todos los bancos automáticos en baja tensión hechos por Inelap cuentan con las siguientes especificaciones estándar:

Fases:	3
Frecuencia:	60 Hz.
Tensiones:	240 y 480 V.
Tensión de control:	120 V _{CA} por medio de un transformador de control protegido con un interruptor termomagnético secundario.
Circuito de control:	Con tablillas terminales del tipo “conexión sin tornillos” y con tablilla cortocircuitable para el transformador de corriente.
Capacidad en kVAR:	30 a 1200.
Secuencia de pasos:	1:1:1..., 1:2:2..., 1:2:3..., 1:2:4..., 1:2:4:8... o automática.
Gabinete:	Para uso interior (NEMA 1), en lámina en calibres 12 y 14, con acabado en pintura en polvo texturizada en color beige RAL7032 en estructura,

puertas y cubiertas. Los herrajes y las charolas son de lámina galvanizada. Cuenta con orejas de izaje para su fácil manejo e instalación. Las puertas frontales tienen cerradura con llave y el techo, las cubiertas posteriores y laterales son de montaje atornillable.

Montaje de gabinete: Autosoportado al piso, con provisiones para anclaje y zoclo integrado.

Celdas capacitivas: De polipropileno metalizado en zinc, para 80 °C continuos de temperatura, cumpliendo la norma NEMA ANSI EIA-456 y con aprobación de UL.

Descarga de celdas: Por medio de resistencias individuales.

Protección de celdas: Por medio de dispositivo de sobrepresión para cada celda, aprobado por UL.

Indicación de falla: En forma visual para cada celda.

Regulador de F.P: Marca Beluk GmbH, hecho en Alemania, microprocesado, con medición integrada, puerto de comunicación y software.

Protección general: Con apartarrayos secundario contra picos de tensión e interruptor termomagnético.

Acometida: Por la parte superior o inferior.

Protección de pasos: Con fusibles de alta capacidad interruptiva.

Conexión de pasos: Contactores para un mínimo de 200,000 operaciones eléctricas, dimensionados a 1.65 veces su corriente nominal en categoría AC-3.

Refacciones: Incluye un lote de refacciones, un videocassette con las instrucciones para su fácil



LISTED
POWER FACTOR CAPACITOR
5HA4



	instalación y programación y manual escrito.
Transf. de corriente:	Incluido sin cargo, tipo dona y previa especificación de relación de transformación requerida por el cliente.
Altitud máxima:	3500 msnm.
Normas:	NEMA ANSI EIA-456-A, IEC 831-1 y 2, NMX-J-203, ANCE 1996, NEMA CP 1-2000.
Aprobación UL:	CYWT.E227040
Mantenimiento:	100% reparable en campo.
Garantía:	7 años.

Especificaciones opcionales.

Además de las especificaciones estándar Inelap ofrece las siguientes especificaciones opcionales de forma que el banco automático se adapte mejor a las necesidades propias del usuario y de la instalación:

Frecuencia:	50 Hz.
Tensiones:	Cualquiera hasta 830 V.
Capacidad en kVAR:	Cualquier capacidad.
Secuencia de pasos:	Cualquier secuencia, 1:1:1..., 1:2:3..., 1:2:4..., etc.
Pasos:	Cualquier número de pasos.
Gabinetes:	NEMA 12, 3R y especiales, en cualquier color empleado en equipos eléctricos industriales.
Int. Termomagnético:	Sin interruptor o de cualquier otra marca solicitada o suministrada por el usuario.
Contactores:	De cualquier otra marca solicitada o suministrada por el usuario.
Transf. de corriente:	De núcleo abierto para facilitar el montaje.
Equipo de medición:	Equipos digitales trifásicos de medición y monitoreo de variables eléctricas incluyendo armónicas.