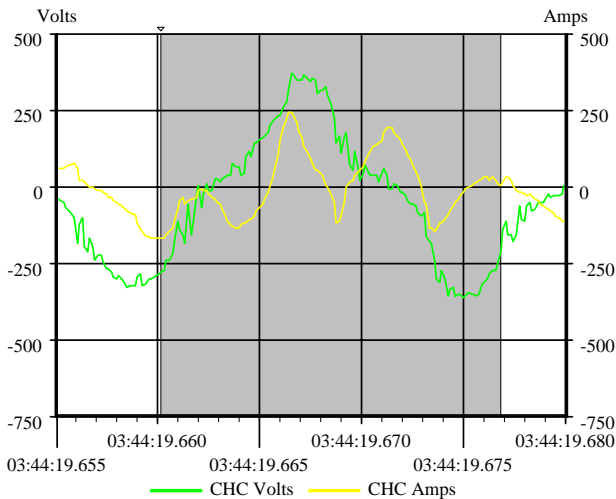


## Filtro automático de armónicas en baja tensión

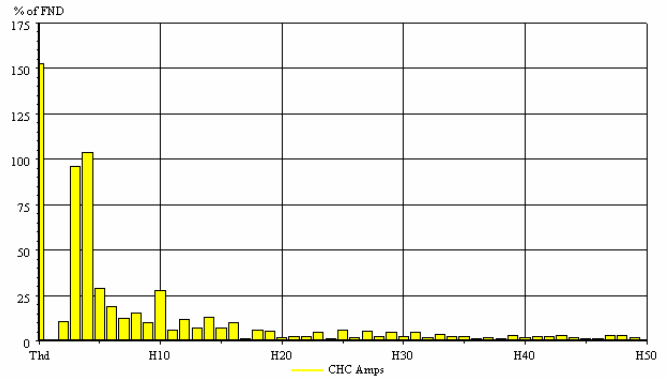
Los filtros pasivos de armónicas constituyen la forma más económica para el filtrado de las componentes armónicas en los sistemas eléctricos.

La proliferación de los dispositivos no lineales en los sistemas eléctricos, ha provocado que los niveles de distorsión armónica (THD en inglés) alcancen magnitudes considerables. Las componentes armónicas de la corriente y la tensión provocan distorsión en la forma de onda, haciendo que éstas pierdan su forma senoidal.



**Tensión y corriente con distorsión armónica**

Cuando las componentes armónicas de la corriente se propagan a través del sistema eléctrico, se originan efectos indeseados sobre los componentes que forman parte del sistema. Entre los efectos más comunes se encuentran: calentamiento anormal de conductores y equipo eléctrico, operación en falso o prematura de dispositivos de protección, lecturas incorrectas en equipo de medición, operación inadecuada de equipo electrónico, resonancia, sobrecarga y fallas en bancos de capacitores y distorsión armónica en la tensión.

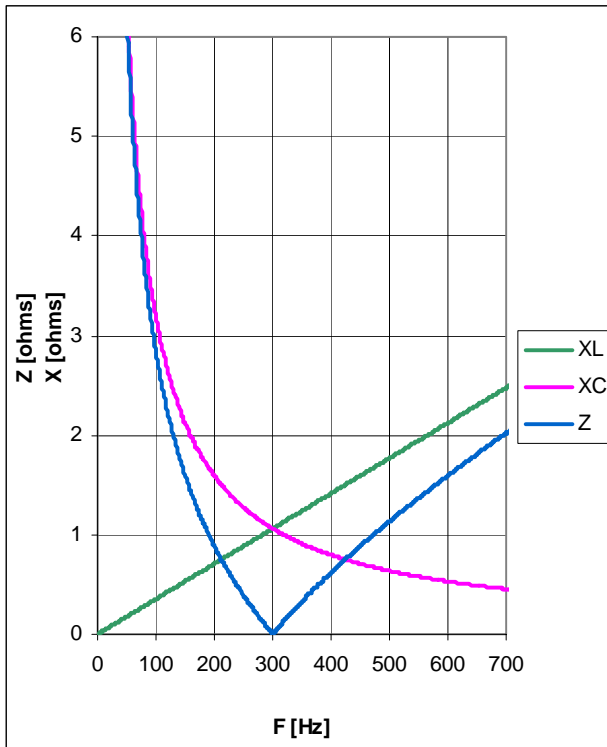


RMS total: 104.69 Amps  
 Nivel de CD: 7.11 Amps  
 Fundamental (H1) RMS: 57.11 Amps  
 Distorsión total armónica (H02-H50): 152.88% de FND  
 Contribución pares (H02-H50): 112.63% de FND  
 Contribución impares (H03-H50): 103.38% de FND  
**Espectro armónico en corriente**

Los filtros automáticos son muy útiles cuando se tienen dispositivos no lineales cuya demanda de potencia cambia en el tiempo, sin que su contenido espectral se vea alterado (pueden variar la magnitud de las componentes armónicas, pero no su orden).

Están formados por varios grupos trifásicos de arreglos inductivo – capacitivo (LC) conectados en serie. Este tipo de arreglo proporciona en forma simultánea la corrección del factor de potencia y el filtrado armónico. La reactancia inductiva tiene un valor muy bajo a frecuencia fundamental, y el arreglo LC observa un comportamiento de tipo capacitivo ya que este es el elemento predominante a esta frecuencia. La impedancia del arreglo LC tiene un valor mínimo a la frecuencia de sintonía, y por arriba de esta frecuencia predomina el comportamiento de tipo inductivo.

El comportamiento de tipo capacitivo del filtro a frecuencia fundamental permite la corrección del factor de potencia de los dispositivos no lineales. El filtro puede diseñarse para filtrar varias componentes armónicas con la misma unidad.



Impedancia y reactancia vs. Frecuencia en el filtro

El filtro 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 filtro 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 de Equipos y Materiales, de CFE.

#### Beneficios técnicos y económicos:

- Evitan la propagación de las componentes armónicas por todo el sistema eléctrico.
- Disminuyen sustancialmente los efectos colaterales que propician las armónicas sobre los equipos que forman parte del sistema eléctrico evitando su degradación prematura.

- Evita la degradación prematura de otros componentes del sistema eléctrico y la operación incorrecta del equipo sensible provocadas por la distorsión en la corriente y la tensión.
- Eliminación de cargos por bajo factor de potencia (menor a 0.90)
- Bonificación por factor de potencia mayor a 0.90
- Instalados junto a las cargas pueden generar ahorros del 3 al 6%
- Disminuye las pérdidas en el sistema por efecto Joule (calentamiento)
- Mejor regulación de tensión
- Liberación de capacidad en el sistema
- Evita desgaste prematuro de los equipos por calentamiento excesivo provocado por la operación con baja tensión
- Ajusta el factor de potencia en función de la variación de carga
- Evita problemas por resonancia en condiciones de carga baja.
- Disminución de la distorsión total de la corriente al confinar las componentes armónicas a una parte del sistema.
- Al evitar la propagación de las armónicas de corriente por el sistema eléctrico se puede disminuir la distorsión de la tensión.



### Componentes:

- Gabinete autosoportado
- Interruptor termomagnético de caja moldeada
- Circuito de control protegido con interruptor termomagnético dedicado:
  - Apartarrayos secundario
  - Tablilla de protección para el TCNA
  - Transformador de corriente de núcleo abierto (TCNA)
- Relevador de factor de potencia con pantalla LCD
- Fusibles limitadores de alta capacidad interruptiva por cada sección
- Contactores para cargas capacitivas para cada sección
- Reactores de núcleo de hierro con tecnología polygap que garantiza la misma inductancia en los 3 devanados
- Celdas capacitivas con resistencia individual, sensor de presión y dispositivo anti-exposición, 100% reciclable por no tener elementos encapsulados
- Sistema de ventilación por convección forzada filtrada
- Información técnica impresa y en formato digital

- Vida útil mayor a 15 años por sus bajas pérdidas, diseño a 85 °C y arreglo para soportar sobretensiones de hasta 600V.
- Celdas monofásicas antiexplosión con aprobación UL 100% reciclable (no encapsulada)
- Indicación visual de falla de las celdas.
- Resistencias individuales de descarga que evitan riesgos para el operador del banco
- Ventilación por convección forzada
- Fácil de instalar
- Único con interruptor principal accionable desde el exterior garantizando la seguridad del usuario
- En su conjunto es diseñado y ensamblado bajo la norma de calidad ISO 9001, certificada por UL (Underwriters Laboratories) con certificaciones A7072, CYWT.E227040
- Amplio espacio para instalación.
- Certificado vigente de proveedor confiable expedido por el LAPEM, Laboratorio de Pruebas de Equipos y Materiales, de CFE.
- Garantía de siete años
- Componentes 100% amigables con el medio ambiente
- Su operación contribuye a la mejora ambiental reduciendo los gases de efecto invernadero

### Ventajas de los filtros automáticos de armónicas en baja tensión Arreche-Inelap:

- Mayor rapidez el filtrado de armónicas
- Menor desgaste en sus componentes
- Diseño compacto y modular
- Amplia gama en niveles de tensión desde 240 hasta 1000 VCA
- Capacidades desde 5 hasta 5000 kVAR
- Operación a temperatura ambiente desde -10 a 50 °C
- Mantenimiento mínimo y 100% reparable en campo.

### Características de los componentes

#### *Gabinete.*

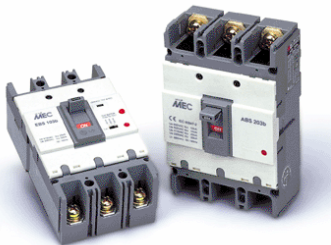
- Modular, tipo autosoportado para usos NEMA 1, NEMA 12 y NEMA 3R, con puertas y cubiertas de lámina de acero al zinc en calibres 12 y 14, con recubrimiento electrolítico, imprimación epóxica, y pintura texturizada bicapa en color beige RAL7032 recubrimiento de polietileno
- Alta hermeticidad del conjunto debido a su sello ahulado
- Estructura soldada completamente rígida
- Herrajes y charolas de lámina galvanizada
- Orejas de izaje para facilitar su manejo e instalación

- Puertas frontales con llave
- Cubiertas laterales, posteriores y techo atornillables



#### Interruptor termomagnético de caja moldeada

- Medio de protección y desconexión principal
- Equipos grandes con varios interruptores termomagnéticos
- Cumplen las normas IEC-947-2 y de calidad ISO9001
- Palanca con seguro mecánico garantizando la seguridad del operador al energizar o desenergizar el banco de capacitores desde el exterior
- Zapatas mecánicas en el lado de línea (se incluye la llave para el apriete)
- Buses aislados en el lado de carga
- Fácil acceso desde el exterior



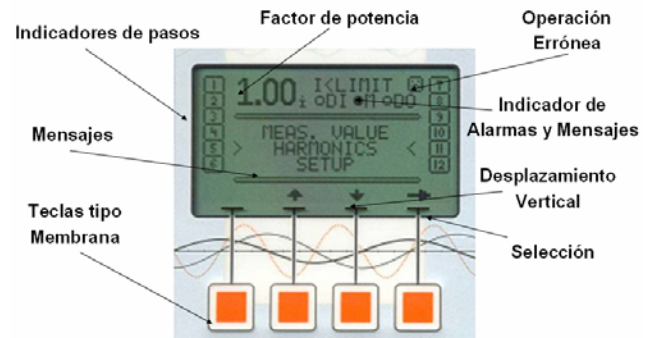
#### Circuito de control

- Transformador de control con salida a 120 VCA
- Interruptor termomagnético secundario

- Tablilla y cable de control identificados en cada punto
- Apartarrayos secundario de óxido de zinc, para protección contra sobretensiones
- Tablilla cortocircuitable de protección para el TCNA de montaje y conexión sin tornillos
- Transformador de corriente de núcleo abierto (TCNA) encapsulado

#### Relevador de factor de potencia

- Pantalla de cristal liquido (LCD) con luz de fondo
- Interfase ModBus para la conexión PC - Unidad Terminal Remota
- Una entrada y una salida digitales
- Manufacturado por la Beluk GmbH con cinco décadas de experiencia en el control de factor de potencia
- Aprobación UL
- Tecnología digital.
- Temperatura de operación de  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Grado de protección IP 30.
- Opera en base a un factor de potencia objetivo el cual puede ser ajustado por el usuario (valor preajustado de F.P.= 0.95i).
- Indica condiciones anormales durante el proceso de compensación de potencia reactiva
- Alarmas por el no logro del factor de potencia deseado, pérdida de un paso de capacitores, pasos defectuosos de capacitores, sobrecarga armónica, sobrecorriente
- Alarma por sobrecarga térmica / armónicas, permite que el banco se proteja antes de que fallen los capacitores, ya que en ocasiones las redes en el momento de la instalación no tenían distorsión por nuevos equipos que generan armónicas son instalados y afectan a los bancos de capacitores.
- Opción de contactos secos (a base de relés) o a base de transistores



- Operación mediante 4 teclas tipo membrana
- Fácil Operación secuencial
- Protección con contraseña en el menú avanzado
- Tensión de medición y alimentación independientes
- Indicador de configuración / conexión:

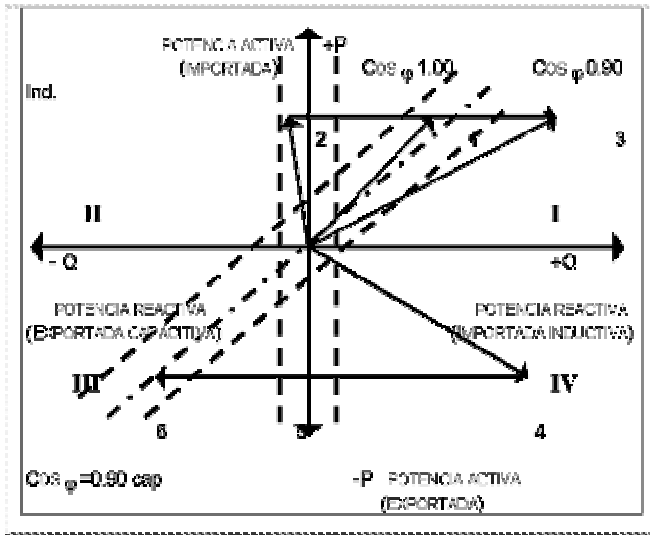
a) Configuración / Conexión Correcta: 😊

b) Configuración / Conexión Incorrecta: ☹️

- Ajuste del tiempo de descarga del capacitor
- Ajuste de operación de un solo paso
- Indicador de armónicas como un porcentaje de la componente fundamental (I y V) hasta la número 30, separando pares e impares
- Ajuste del contraste de la Pantalla
- Ajuste de los límites de tensión de línea
- Ajuste tiempo de conexión / reconexión de pasos
- Opción de seleccionar el tamaño del paso y el tipo de operación ya sea Fija o automática (fixed on / fixed off)
- Selección entre dos tipos de  $\cos\phi$
- Cambio de polaridad de la conexión del TC desde el controlador mediante las teclas de membrana
- Hasta 12 contactos mediante relé y 12 mediante transistores o ambos inclusive

- Medidas instantáneas de tensión y corriente en los cuatro cuadrantes permite calcular correctamente los requerimientos de potencia reactiva del sistema
- Alta precisión en condiciones de baja carga.
- Medición de parámetros eléctricos: potencia total activa en kW, potencia total reactiva en kVAR, factor de potencia del sistema (por ejemplo: 0,87 para inductivo o 0,94 para carga capacitiva), tensión del sistema, corriente aparente y corriente térmica de la carga.
- Selección automática de los pasos para obtener el factor de potencia objetivo con un mínimo de operaciones
- Señal de conexión o desconexión cuando detecta una necesidad o exceso de potencia reactiva mayor a 2/3 partes del tamaño del paso más pequeño. 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

- Programa de operación múltiple con que las secuencias de pasos 1:1:1..., 1:2:2..., 1:2:3..., 1:2:4..., 1:2:4:8... o puede selección en forma totalmente automática.
- Detección automática e indicación del tamaño del capacitor.
- Programa de operación para seguir al factor de potencia con la mayor precisión mediante el cálculo del factor objetivo en el menor tiempo
- Información sobre el tamaño de los pasos en kVAR tanto en la energización como en la comparación del equipo contra su valor recién instalado.
- Información sobre el número de conmutaciones por paso e identificación de los defectuosos.
- Muestra en su display varios parámetros simultáneamente incluyendo los pasos en operación.

### Fusibles

- Tipo limitador de corriente de alta capacidad interruptiva de corto circuito (120 kA mínimo) a 500 VCA
- Instalados en cada sección
- Bases portafusibles tripulares

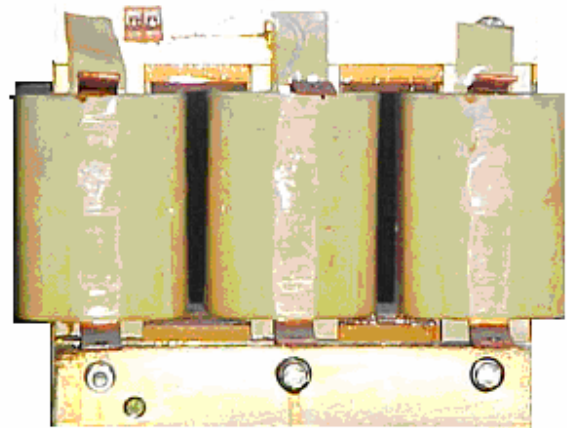
### Contactores

- Para cargas capacitivas
- Clase AC-3 con capacidad para soportar la corriente de inrush
- 200,000 operaciones eléctricas
- Corriente nominal de 165% de la corriente nominal del paso que controlan y tensión máxima de operación es de 600 V.
- Probados por KEMA, que son los laboratorios de pruebas más importantes de Europa, con sede en Holanda

### Reactor.

Fabricado por Hans Von Mangoldt, fabricante alemán con 51 años de experiencia en el diseño y producción de transformadores y reactores.

Diseñado y ensamblado bajo la norma de calidad DIN 9001.



**Reactor con núcleo de acero para filtro**

Tolerancia en la inductancia del reactor es de  $\pm 3\%$  del valor nominal especificado (garantiza una alta precisión en la sintonía del filtro)

El material ferromagnético con diseño que permite una alta linealidad en su respuesta,



**Disposición de reactores en filtro automático**

Soportan una corriente fundamental hasta un 6% mayor a la componente fundamental de la corriente que circula por los capacitores, incluso de manera permanente del 6%.

Diseñado para soportar la corriente térmica de las componentes armónicas 4<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup> y 7<sup>a</sup> mas la componente fundamental de la corriente.

Soportan corrientes de corto circuito de hasta de 25 veces el valor de la corriente térmica de diseño.

Tipo trifásico con núcleo de acero

Diseñados para uso en interiores

Los devanados se fabrican en cobre, o aluminio, en base a las normas VDE 0532 e IEC 76

El aislamiento es clase T50H, apto para temperatura ambiente hasta de 50° C.

Son impregnados completamente, al vacío y a presión, con una resina de poliéster de temperatura clase H

Se someten a un proceso de secado en un horno a 150 °C de temperatura.



**Sensor de temperatura en el reactor**

Incluye un sensor de temperatura instalado en la bobina central. Al detectarse una elevación anormal de la temperatura en cualquiera de los reactores, el sensor correspondiente manda una señal que dispara al interruptor general del filtro para protegerlo.

### Celdas capacitivas

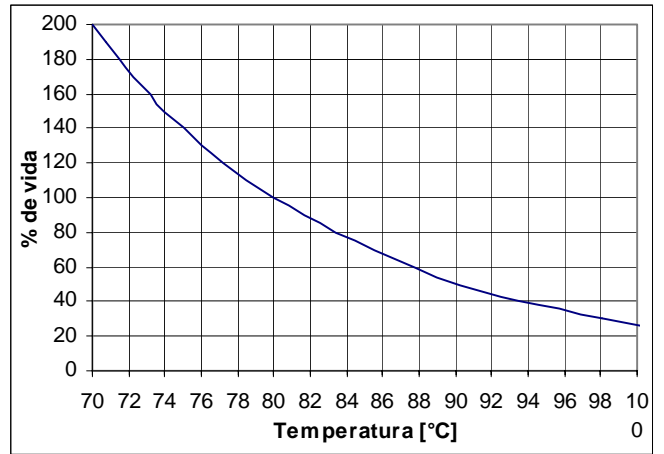
- Con dispositivo anti-explotación
- 100% reciclable por no tener elementos encapsulados
- Monofásicas, permiten diseñar bancos de hasta 1000 Volts en forma permanente.
- Fabricadas con polipropileno metalizado en zinc con perfil reforzado
- Diseñadas para operar a **85 °C en forma continua.**
- Resistencia de descarga individual, garantiza una tensión en la celda de 50 V después de un minuto de haberse desconectado, seguridad absoluta al usuario (las resistencias centralizadas pueden desconectarse dejando una fase sin descargar exponiendo al usuario)
- Pérdidas individuales de 0.4 W/kVAR

- Aprobación UL, en forma individual cumplen con las normas ANSI-NEMA y EIA-456. Ésta última 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  $\pm 3\%$ , con ello se garantiza una vida del producto de 20 años. La norma IEC prueba las celdas a 40 °C durante 1000 horas, la norma NEMA exige un mejor desempeño de los capacitores. IEC no permite que la temperatura ambiente sobrepase 40 °C y además esta no puede conservarse más de 8 horas por cada 24 horas.



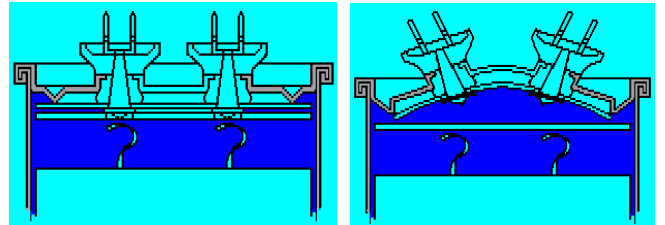
### Celda capacitiva con resistencia de descarga

En los capacitores, como en el 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. La celda [Arteche-Inelap](#) tiene claramente la ventaja inherente del diseño a 80 °C, con 40 °C arriba respecto de la norma IEC.



Gráfica: vida vs. temperatura

Cada celda tiene un interruptor de presión para protección ante condiciones anormales de operación. Si la presión en el interior de la celda aumenta, la tapa superior de la celda se expande desconectando las terminales externas de las internas que van hacia las placas, interrumpiendo el paso de la corriente e evitando que la celda presente problemas de seguridad. Mecanismo está aprobado por UL.



### Operación del interruptor sensible a la presión

Los pasos del filtro se forman con varias celdas individuales, y en distintas configuraciones, los de mayor tamaño siguen los cambios más grandes en el factor de potencia

Ejemplo: filtro automático de 100 kVAR se puede formar con 5 grupos del mismo tamaño, 20 kVAR cada uno, 1:1:1:1:1.

Opción: un paso de 20 kVAR, y dos pasos de 40 kVAR, esta opción es de mayor velocidad de regulación que la anterior.



El relevador de factor de potencia irá alternando el uso de los pasos del mismo tamaño (2 de 20 kVAR) de forma que el desgaste sea similar

#### **Ventilación por convección forzada filtrada**

Inelap cuenta con un programa que garantiza que la temperatura en el interior del gabinete nunca rebase más de 10 °C la del ambiente donde se encuentra instalado.

#### **Información técnica impresa y en formato digital**

Se incluye un CD con información electrónica detallada de la instalación, puesta en marcha, ajuste del relevador Beluk

En la puerta se coloca un porta plano que contiene información impresa detallada de la instalación, puesta en marcha, ajuste del relevador de factor de potencia Beluk

**Especificaciones estándar.**

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

Fases:	3
Frecuencia:	60 Hz.
Sintonía:	3 <sup>a</sup> , 5 <sup>a</sup> , 7 <sup>a</sup> y 11 <sup>a</sup> armónicas.
Tensiones:	240 y 480 V.
Tensión de control:	120 V <sub>CA</sub> 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 900.
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 del frente 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 85 °C continuos de temperatura, cumpliendo la norma

Reactores:	NEMA ANSI EIA-456 y con aprobación de UL. Trifásicos, con núcleo de acero de bajas pérdidas, linealidad del 150% y aislamientos clase 180 °C con protección térmica integrada. Diseñados para soportar 100% de corriente armónica con respecto a la corriente fundamental de su carga capacitiva.
Conexión:	Delta o estrella.
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, sensor de temperatura en los reactores e interruptor termomagnético.
Acometida:	Por la parte superior o los costados.
Protección arreglos:	Con fusibles de alta capacidad interruptiva.
Conexión arreglos:	Contactores, aprobados por KEMA, 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 instalación y programación y manual escrito.
Transf. de corriente:	Incluido sin cargo 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.
<b>Garantía:</b>	<b>7 años.</b>

### Especificaciones opcionales.

Además de las especificaciones estándar Inelap ofrece las siguientes especificaciones opcionales de forma que el filtro 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.
Arreglos:	Cualquier número de arreglos.
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.
Equipo de medición:	Equipos digitales trifásicos de medición y monitoreo de variables eléctricas incluyendo armónicas.

### ¿Porqué Inelap?

#### *Beneficios de trabajar con Inelap.*

1. Aprobación de UL en el producto.
2. 7 años de garantía por escrito.
3. Reparable en campo.
4. Resistencia individual de descarga.
5. Calidad NEMA.
6. Pasan prueba de vida ANSI EIA-456.

7. Reactor con respuesta lineal a 1.5 veces de la carga, fabricado en Alemania.
8. Capacitores con aprobación UL individual.
9. Capacitores para 80° C de operación.
10. Indicador visual de falla.
11. Reactor para 100% de la corriente fundamental y 100% de la corriente armónica.
12. Medidor de sobrettemperatura en el reactor.
13. Evita el calor del reactor sobre los capacitores.
14. Programa SKM y EDSA para simulación de resonancias
15. Medición con equipo Dranetz-BMI.
16. Ponencias a nivel internacional.
17. Fabricados con sistema de calidad certificado ISO 9001.
18. Celdas individuales de diversos valores en cada banco o paso.
19. Relevador Beluk alemán con alarmas.
20. Garantía de que la temperatura interna no pasará de 10° C de la externa.
21. Exportando a los Estados Unidos de América.

#### *Explicación de los beneficios.*

1. Certificación americana de cumplimiento.
2. Seguridad del desempeño del equipo.
3. Solución rápida al mantenimiento.
4. Seguridad del operador.
5. Duración y equipo más robusto.
6. Mayor vida útil.
7. Seguridad.
8. Facilidad de reparación.
9. Simulación de los sistemas y ensayo, prueba y error.
10. Mediciones a velocidad alta y exactitud.
11. Conocimiento del personal.
12. Garantía de un sistema de calidad certificado.
13. Ajuste fino certificado.
14. Seguimiento a vida del producto.
15. Clase mundial.

***Nadie más ofrece tantos beneficios como Arteché-Inelap***