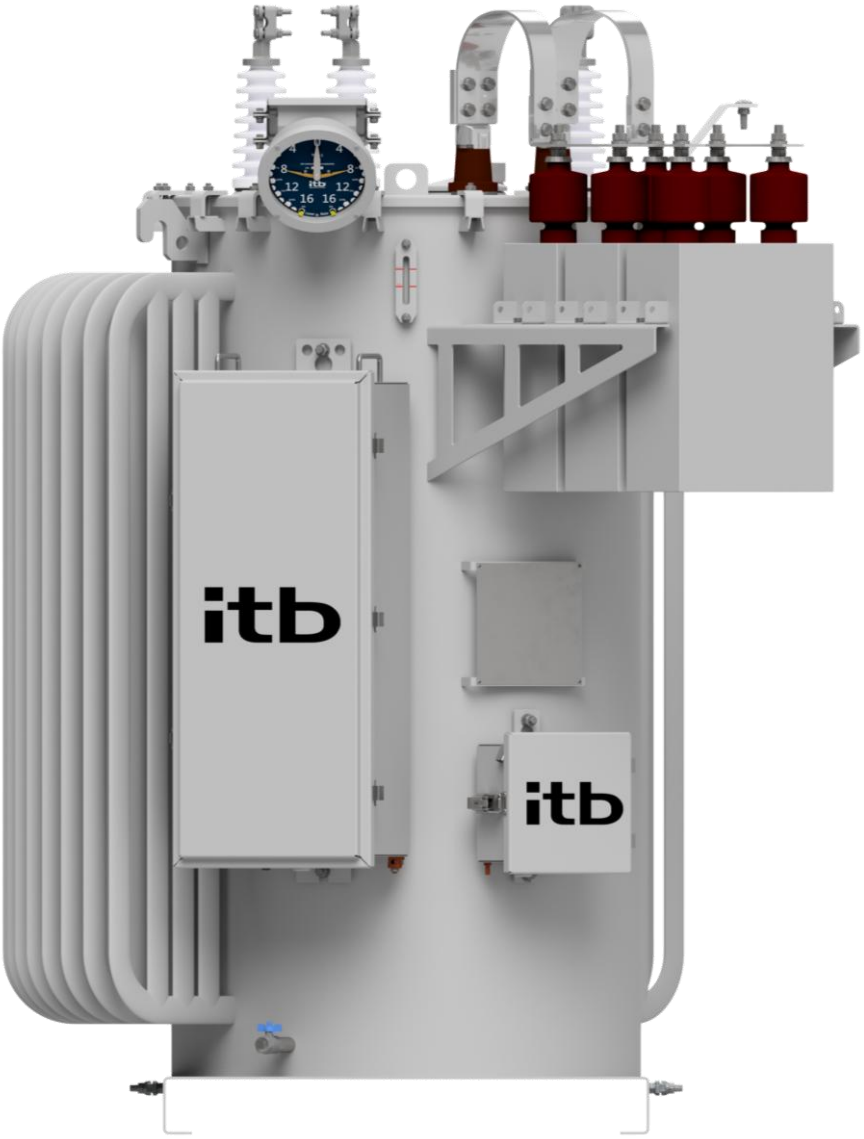
COMPENSADOR AUTOMÁTICO DE REACTIVOS MONOFÁSICO

TIPO TRANSFORMADOR | POR PASOS



MANUAL DE INSTRUCCIONES

MIX-001 | ES

REV202509

EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS

ÍNDICE

LA SEGURIDAD Y LA IMPORTANCIA DE LA VIDA 1

INFORMACIÓN DE SEGURIDAD 1

INSTRUCCIONES GENERALES DE SEGURIDAD 2

INTRODUCCIÓN 3

INFORMACIÓN ADICIONAL 3

POLÍTICA DE GESTIÓN INTEGRADA 3

RECIBO 3

DESCARGA, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE 3

COMPENSADOR REACTIVO – DESCRIPCIÓN GENERAL 5

ARTÍCULOS ESTÁNDAR 5
ELEMENTOS OPCIONALES 6
COMPENSADOR AUTOMÁTICO DE REACTIVOS - CARACTERÍSTICAS EXTERNAS 6
IDENTIFICACIÓN DE TERMINALES DE LÍNEA 8

DESCRIPCIÓN – ACCESORIOS PRINCIPALES 9

CAJA DE CONEXIONES AUXILIAR 9
INDICADOR DE POSICIÓN MECÁNICO EXTERNO MODELO TCPI-1 13

INSTALACIÓN Y OPERACIÓN 15

PLACA DE IDENTIFICACIÓN 15
POTENCIA NOMINAL EN FUNCIÓN DE LA ALTITUD 16
INSPECCIONES PREVIAS A LA INSTALACIÓN 17
POSIBILIDADES DE CONEXIÓN DEL SISTEMA 18
SUELO EN BANCO COMPENSADOR 20
FUSIBLES 20
BANCO COMPENSADOR EN CASCADA 21
CONEXIONES DE TERMINALES DE LÍNEA 21
PUESTA EN FUNCIONAMIENTO 21
VERIFICACIÓN DE LA OPERACIÓN Y LA COMPENSACIÓN 22
RETIRADA DE LA OPERACIÓN 23

DETALLES CONSTRUCTIVOS Y CONEXIONES 24

DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE BOBINADO 24
DISPOSICIÓN INTERNA DE LOS COMPONENTES 24
DIAGRAMA DE CABLEADO INTERNO ESTANDARIZADO 26
BOBINAS ..... **ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.**
INTERRUPTORES ..... **ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.**

MANTENIMIENTO PREVENTIVO 27

INSPECCIONES Y MANTENIMIENTO PERIÓDICOS 27
EXTRACCIÓN DE LA PARTE ACTIVA DEL TANQUE 30

SUSTITUCIÓN DE LA PARTE ACTIVA EN EL DEPÓSITO....31
CAMBIADOR DE CARGA....**ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.**
PIEZAS DE REPUESTO PARA REEMPLAZO 34
CICLO VITAL 34
ACEITE AISLANTE – MSDS....34

SEGURIDAD Y LA IMPORTANCIA DE LA VIDA

ITB, como fabricante de equipos eléctricos, toma todas las medidas para garantizar la seguridad de las personas que puedan estar en contacto con sus productos, otros equipos que puedan estar conectados a ellos y el entorno donde están instalados.

Nuestros principales referentes para garantizar estos niveles de seguridad son las normas oficiales que representan experiencias acumuladas en diversas condiciones y durante el tiempo suficiente para ser adoptadas como buenas prácticas de seguridad operacional, de contingencia y de eficacia.

Consideramos nuestra obligación promover activamente prácticas conscientes y seguras, tanto en la elección de los equipos más adecuados para cada aplicación, como en su correcto manejo y adecuado mantenimiento, así como entendemos que difundir los conocimientos involucrados, a través de literatura de servicio técnico y programas de entrenamiento, constituyen el medio más eficaz de mejora continua tanto de nuestros productos y servicios como del conjunto de estas buenas prácticas.

Recomendamos observar todos los procedimientos de seguridad estipulados por las normas locales, aprobadas, instituidas y requeridas, así como el uso de todos los equipos de seguridad,

INFORMACIÓN DE SEGURIDAD

Las instrucciones contenidas en este manual no pretenden sustituir el debido entrenamiento y la acumulación de experiencia necesaria en la instalación, maniobra y operación segura del regulador de tensión monofásico. Solo los técnicos competentes que estén familiarizados con los equipos de red deben instalarlos, operarlos y mantenerlos.

Un técnico competente para tales funciones debe reunir las siguientes calificaciones:

- Ser familiarizado com estas instruções;
- Estar capacitado en operación, procedimientos y prácticas seguras aceptadas por la industria de alto y bajo voltaje;
- Estar capacitado de acuerdo con las normas reglamentarias y autorizado para energizar, desenergizar y manejar equipos de distribución de energía.
- Estar capacitado en el cuidado y uso adecuado de los equipos de protección individual, tales como: ropa ignífuga, lentes, viseras, cascos, guantes de goma, bastones, etc.;
- Estar capacitado en la instalación y uso de escaleras en postes, señalización necesaria en la vía pública y la legislación relacionada.

Para la instalación y operación de este equipo, asegúrese de leer y comprender todas los avisos y AVISOs.

Este manual contiene tres tipos de frases de alerta:



PELIGRO: Indica una situación de peligro inminente que, si no se evita, provocará la muerte o lesiones de cualquier tipo al operador o a las personas cercanas a la red o al equipo.



CUIDADO: Indica una situación potencialmente crítica que, si no se evita, podría provocar daños operativos en el equipo, a la red o las personas cercanas.



AVISO: Indica una situación potencialmente no deseada que, si no se evita, podría ocasionar un mal funcionamiento del equipo.

Instrucciones generales de seguridad

En general, sugerimos tener en cuenta la siguiente información al momento de instalar, operar, mantener o manejar dispositivos instalados en redes de alta tensión:



PELIGRO: Tensión peligrosa. El contacto con alta tensión causará la muerte o lesiones muy graves. Siga todos los procedimientos de seguridad aprobados cuando trabaje cerca de líneas y equipos de alta tensión.



AVISO: Antes de instalar, operar, mantener o probar el equipo, lea atentamente y comprenda el contenido de este manual. La operación, el uso o el mantenimiento inadecuados pueden provocar daños en el equipo o en la red donde se instale.



PELIGRO: El equipo de distribución de energía debe seleccionarse correctamente para la aplicación prevista. Deben ser instalados y mantenidos por personal competente y capacitado que conozca los procedimientos de seguridad adecuados. Estas instrucciones están escritas para dichas personas y no reemplazan la capacitación formal adecuada o la experiencia en procedimientos de seguridad. La falta de una buena elección, instalar, configurar y mantener correctamente el equipo de distribución de energía eléctrica puede provocar la muerte, lesiones personales graves y daños al equipo.

INTRODUCCIÓN

Este manual tiene como objetivo proporcionar instrucciones para la instalación, operación y mantenimiento de los compensadores reactivos ITB, modelo CAQ-1.



AVISO: Leer este manual por completo ayudará en la instalación adecuada, el manejo seguro, la operación eficiente del equipo y el mantenimiento del equipo de manera segura y confiable.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Este manual no pretende abarcar todos los detalles o variaciones de los equipos y sus respectivos sistemas de control, procedimientos o procesos en general, ni orientar sobre todas las prácticas necesarias para la instalación, operación y mantenimiento. Si necesita más información, comuníquese con un representante técnico de ITB Equipamentos Elétricos Ltda.

POLÍTICA DE GESTIÓN INTEGRADA

Nuestros altos estándares de calidad, preservación del medio ambiente y bienestar personal están respaldados por el Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001, el Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001 y el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional OSHAS 18001.

RECIBO

Antes del embalaje, el compensador se prueba e inspecciona en la fábrica. Al recibirlo, se debe realizar otra inspección para localizar los daños que puedan resultar del transporte. El indicador de posición externo, la caja de control, los pararrayos, los radiadores, los bujes, los cables eléctricos y otros componentes externos deben estar fijados rígidamente al cuerpo del compensador, intactos y libres de grietas y deformaciones. El embalaje tampoco debe mostrar signos de manipulación, impacto o caída.

Cualquier irregularidad encontrada, incluso antes de proceder con la descarga, notifique inmediatamente al representante o al departamento de posventa de ITB Equipamentos Elétricos Ltda.

DESCARGA, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

Toda manipulación del equipo debe ser realizada cuidadosamente por personal calificado y con las protecciones adecuadas. El compensador no debe izarse sobre personas y objetos.

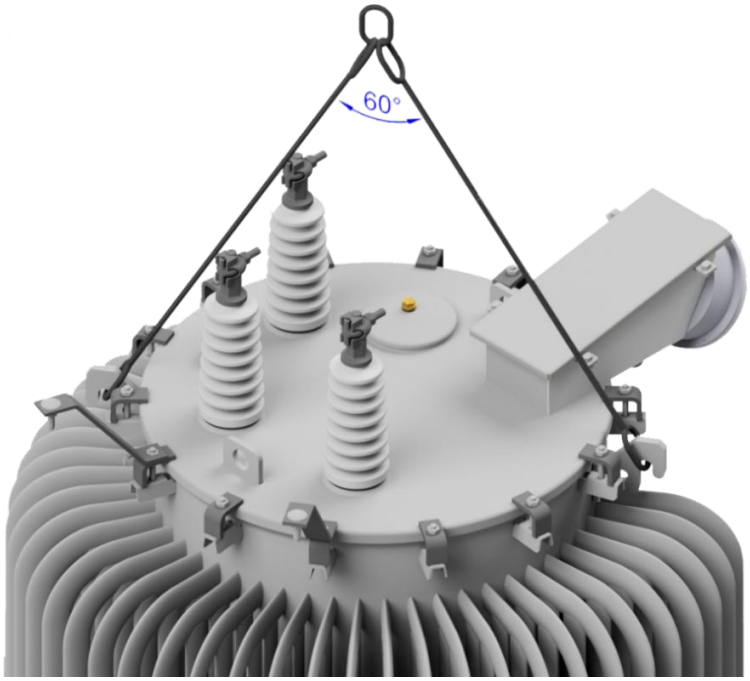
El compensador debe elevarse de manera nivelada, con cables o cadenas y por medio de las correas de suspensión fijadas al costado del tanque.

No utilice los ojos de suspensión instalados en la cubierta del equipo para levantar el compensador completo. Estos ojales solo están diseñados para la extracción de la parte activa que está unida a la tapa.

AVISO: NO utilice los ojales del párpado para levantar todo el equipo. La cubierta puede romperse, causando daños al equipo, lesiones corporales graves e incluso la muerte.

El cable o cadena que utilizar debe estar intacto, tener la capacidad de soportar el peso del compensador y tener la longitud suficiente para que el ángulo formado entre cada tramo de cable, con el vértice en el gancho, sea como máximo de 60º, según lo presentado por el Figura 1.

Figura 1: Método de suspensión total.



AVISO: El uso de cables, correas o cadenas demasiado cortas, que proporcionen ángulos superiores a 60º, provocará una deformación permanente en el tanque compensador y la ruptura de las manijas de elevación, causando daños al equipo, lesiones corporales graves e incluso la muerte.

Si el compensador se descarga temporalmente, el equipo debe almacenarse, preferiblemente su embalaje original, en un lugar ventilado, con piso nivelado, alejado de fuentes de calor, protegido de chispas y donde no haya posibilidad de daños mecánicos.

Al transportar el compensador al lugar de instalación, para mantener la garantía del producto, se deben tomar medidas preventivas para evitar golpes constantes y movimientos bruscos. Es necesario asegurarse de que el equipo esté bien sujeto al vehículo de transporte y que las velocidades de este vehículo estén limitadas a medida que Tabla 1.

Tabla 1: Valores límite de velocidad de transporte.

Tipo de ruta de transporte	Velocidad máxima recomendada [km/h]
Pavimentada	80
No pavimentada	40



AVISO: Se recomienda que el vehículo de transporte tenga instalado un tacógrafo para controlar la velocidad máxima de transporte.

COMPENSADOR REACTIVO – DESCRIPCIÓN GENERAL

El Compensador Automático de Potencia Reactiva CAQ-1, de ITB Equipamentos Elétricos Ltda., fue desarrollado para realizar la corrección del factor de potencia en sistemas de distribución y/o regulación de tensión, mediante el ajuste de la carga reactiva inyectada en la red eléctrica.

Su funcionamiento se basa en la medición de la potencia reactiva consumida en la fase en la que está instalado, proporcionando gradualmente la compensación necesaria, desde cero hasta el máximo capacitivo y/o desde cero hasta el máximo inductivo, según la demanda.

Para ello, el CAQ-1 utiliza un transformador de acoplamiento monofásico, equipado con 17 cables conmutables bajo carga, que aplican 17 niveles de tensión diferentes a un elemento reactivo (condensador o inductor). Estos niveles se distribuyen en 16 pasos de tensión iguales, lo que permite un control eficaz y preciso de la potencia reactiva suministrada a la red.

La conmutación de la carga reactiva en el secundario del transformador de acoplamiento se lleva a cabo mediante un cambio mecánico con extinción de arco en aceite y transición de reactor, utilizando la misma tecnología que los reguladores de tensión escalonados monofásicos.

Los sensores de voltaje y corriente proporcionan al control digital CTR-3X los datos que necesita para establecer la compensación reactiva. Este control activa y monitorea el interruptor de toma, asegurando una corrección adecuada.

Todos los compensadores ITB se entregan con la configuración predeterminada de fábrica y se pueden configurar según lo requiera la aplicación.

Artículos estándar

Los compensadores están dispuestos en construcción unitaria y tienen las siguientes características estándar:

- Base con perforación para instalación en plataforma;
- Bloque de terminales sobre la cubierta;
- Bujes adecuados para voltaje nominal y nivel de corriente;
- Cambiador cargado de carga adecuado para niveles nominales de voltaje y corriente;
- Conector de puesta a tierra ABNT® o IEEETM;
- Conexión superior para filtro prensa y termovacío (rosca de 1,1/2");
- Construcción de tanque sellado;
- Control trifásico, modelo CTR-3X, de ITB Equipamentos Elétricos Ltda.;
- Ganchos de suspensión completa compensadores;

- Indicador de nivel de aceite con marcado nominal y mínimo;
- Ojos colgantes de la parte activa;
- Placa de identificación de acero inoxidable;
- Lleno de aceite mineral aislante tipo II, de acuerdo con ASTM D3487;
- Soporte de montaje en poste ABNT® o IEEETM (para compensadores con masa ≤1.500 kg);
- Tapa de alcantarilla;
- Válvula de alivio de presión interna;
- Soporte para interruptor de fusible en el terminal FC;
- Válvula de drenaje con dispositivo para recoger la muestra de aceite.

Elementos opcionales

Debido a las más diversas especificaciones técnicas que cumple ITB Equipamentos Elétricos Ltda., opcionalmente, se pueden cumplir las siguientes características:

- Cable de control blindado de 2-10 metros (paso de 1 metro);
- Cable de control con desconexión rápida de 2 a 10 metros (paso de 1 metro);
- Cable de control de 2-10 metros (paso de 1 metro);
- Caja de control de acero inoxidable;
- conectores de buje tipo NEMA;
- Colores de acabado alternativos;
- Indicador de nivel de aceite con alarmas;
- Indicador de posición externo analógico, modelo TCPI-1, de ITB Equipamentos Elétricos Ltda.;
- Manómetro de vacío y presión;
- Aceite de origen vegetal;
- Tornillos externos de acero inoxidable;
- Interruptor de fusibles para terminal FC;
- Protectores de bujes;
- Sistema de calentamiento de la caja de control;
- Termómetro de aceite con o sin alarmas;
- Válvula de alivio de presión interna con alarma.

Compensador automático de reactivos - Características externas

Con un diseño simple e intuitivo, para una fácil instalación y mantenimiento, el compensador reactivo tiene todos los componentes fundamentales para su correcto funcionamiento. La ubicación y descripción de cada uno de estos componentes se puede ver en el Figura 2 y Tabla 2.



AVISO: La siguiente avería no pretende cubrir todas las posibilidades de construcción externa de un compensador reactivo. Los detalles intrínsecos a cada proyecto deben consultarse durante el análisis de viabilidad técnica y la fase de aprobación de la orden de compra.



AVISO: Para obtener más detalles sobre los controles para compensadores reactivos fabricados por ITB Equipamentos Elétricos, visite nuestro sitio web y descargue las últimas versiones de los manuales de instrucciones.

Figura 2: Componentes externos del compensador CAQ-1.

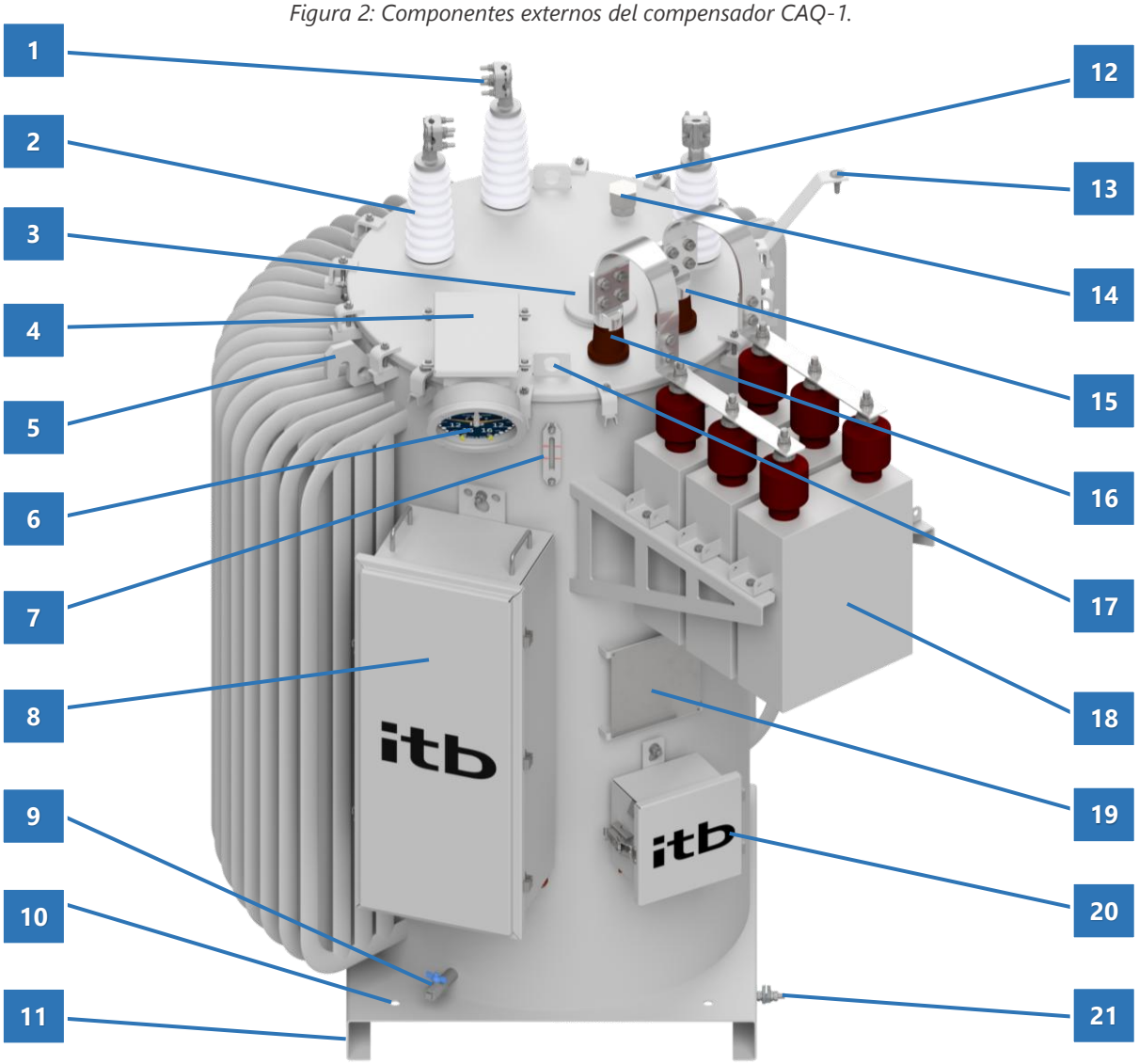


Tabla 2: Componentes externos Compensador CAQ-1.

Artículo	Descripción
1	Conectores de línea
2	Aislador
3	Tapa de inspeción
4	Caja del bloque de terminales
5	Gancho de suspensión total del compensador
6	Indicador de posición mecánico externo modelo TCPI-1
7	Indicador de nivel de aceite con marcado nominal y mínimo
8	Caja de control CTR-3X
9	Válvula de drenaje con dispositivo de muestreo de aceite
10	Provisión de 4 agujeros redondos con un diámetro de 20 mm para fijar la base a la plataforma
11	Base con agujeros para instalación en plataforma
12	Válvula de alivio de presión interna (parte trasera del tanque compensador)
13	Soporte de interruptor fusible

Artículo	Descripción
14	Manguito de 1.1/2" con tapón para llenado de tanques
15	X1 - Terminal para alimentar el elemento reactivo - Fase
16	X2 – Terminal para alimentar el elemento reactivo - Neutro
17	Ojal de suspensión de parte activa
18	Elemento reactivo
19	Placa de identificación de acero inoxidable
20	Caja de paso auxiliar para conectar el control CTR-3X
21	Conector de puesta a tierra ABNT

Identificación de terminales de línea

La identificación de los terminales de línea de los compensadores reactivos está en bajo relieve en la cubierta, reforzada con pintura.

Figura 3: Nomenclatura ABNT®.

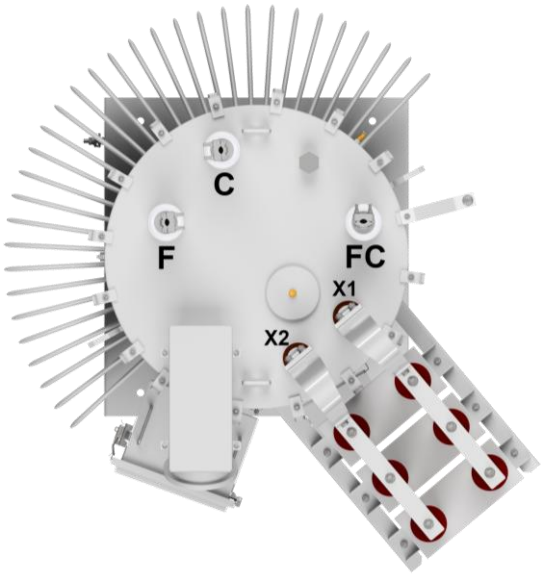
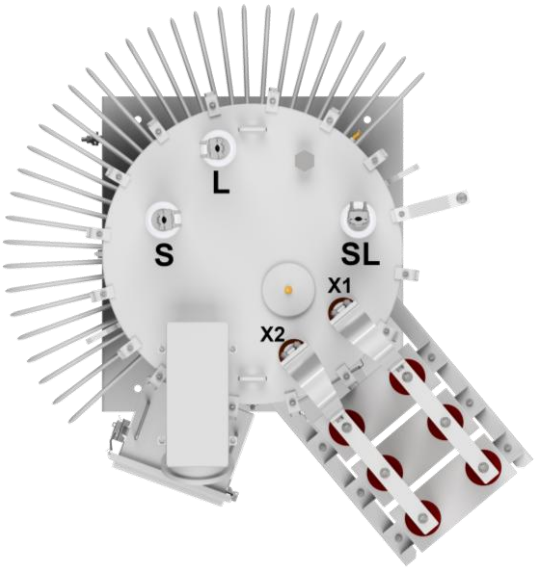


Figura 4: Nomenclatura IEEE™.



El terminal conectado a la fuente del sistema se identifica con la letra F (fuente) o S (*fuente*) y se coloca a la izquierda del compensador, cuando se ve desde arriba. El terminal conectado a la carga del sistema se identifica con la letra C (carga) o L (*carga*) y se coloca en el centro del compensador. El terminal común que está conectado a la referencia se designa con la letra FC (fuente-carga) o SL (*fuente-carga*), y se coloca a la derecha del compensador. El terminal X1, ubicado en la parte inferior derecha del compensador, corresponde a la fase del elemento reactivo, mientras que el terminal X2, ubicado a la izquierda de X1, se encarga de conectar el neutro al elemento reactivo.

DESCRIPCIÓN – ACCESORIOS PRINCIPALES

Para que el funcionamiento de los compensadores reactivos sea completo y seguro, son necesarios algunos accesorios. Estos accesorios se describen a continuación:

Caja de paso auxiliar

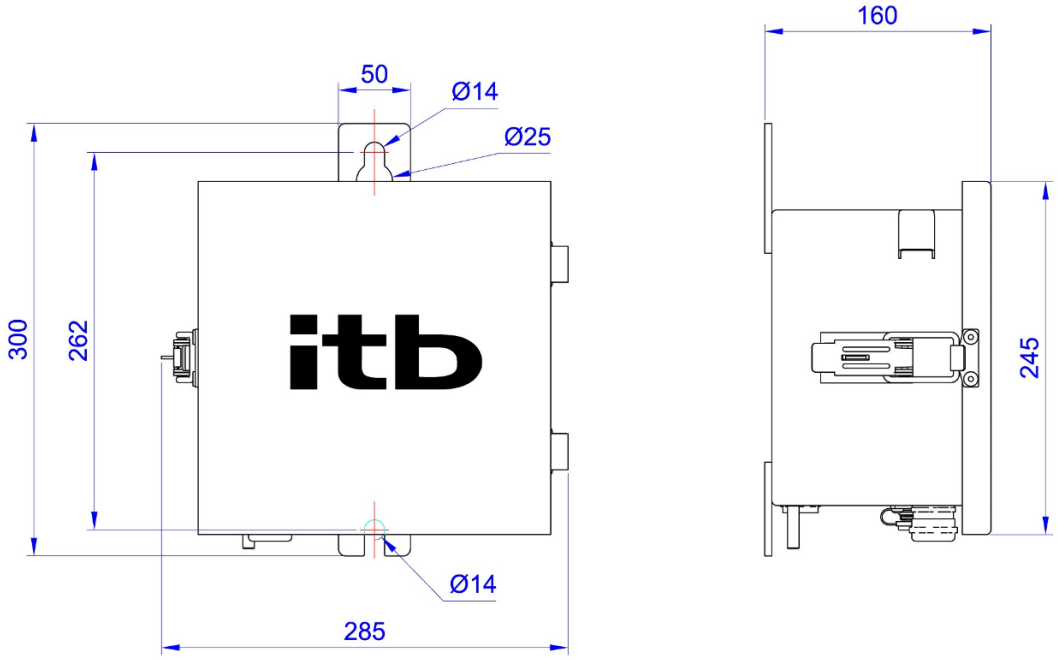
La caja de ayuda de alimentación se suministra de serie para su uso con el control CTR3-X y es una parte integral del sistema. Este componente es responsable de la interfaz entre el compensador reactivo y el sistema de control.

Todos los componentes de esta caja están alojados en una cabina metálica, fabricada en acero al carbono y recubierta con un sistema de recubrimiento líquido o en polvo, en gris claro, notación MUNSELL N. 6.5, o de acuerdo con la pintura estándar del compensador reactivo.

A pedido, o de acuerdo con las especificaciones técnicas del cliente, es posible cambiar el sistema de acabado y el material de la carcasa.

La caja tiene correas de fijación para montar en el cuerpo del compensador y, si es necesario, también se puede usar para fijar la caja en el poste. Las dimensiones y los detalles de los mangos se ilustran con el Figura 5.

Figura 5: Dimensión externa de la caja de paso auxiliar.



La caja de conexiones auxiliar tiene las siguientes características:

- Condensador del motor (20 µF / 400 V);
- Interruptor de accionamiento del motor alternativo;
- Interruptor tipo cuchilla para cortocircuitar el TC, asegurando una retirada segura del sistema de control;
- contador de operación acumulativa electromecánica de 6 dígitos;
- Dispositivos para proteger las señales de accionamiento del motor;
- Entrada adicional para señal TP y CT externa;

- Grado de protección IK9 contra impactos mecánicos externos;
- Grado de protección IP54 preparado para funcionar en el tiempo;
- Placa de circuito impreso con terminales de resorte para entrada y salida y señales;
- Terminal roscado M8 para conexión a tierra;
- Terminal de conexión para selección de voltaje primario;
- Enchufe circular macho estandarizado de 18 vías.

Componentes internos

La caja de conexiones auxiliar tiene los componentes necesarios para la amplia interfaz estandarizada entre el sistema de control y el compensador reactivo, la ubicación y descripción de cada uno de estos se puede ver en el Figura 6 y Tabla 3.

Figura 6: Componentes internos de la caja de paso auxiliar.

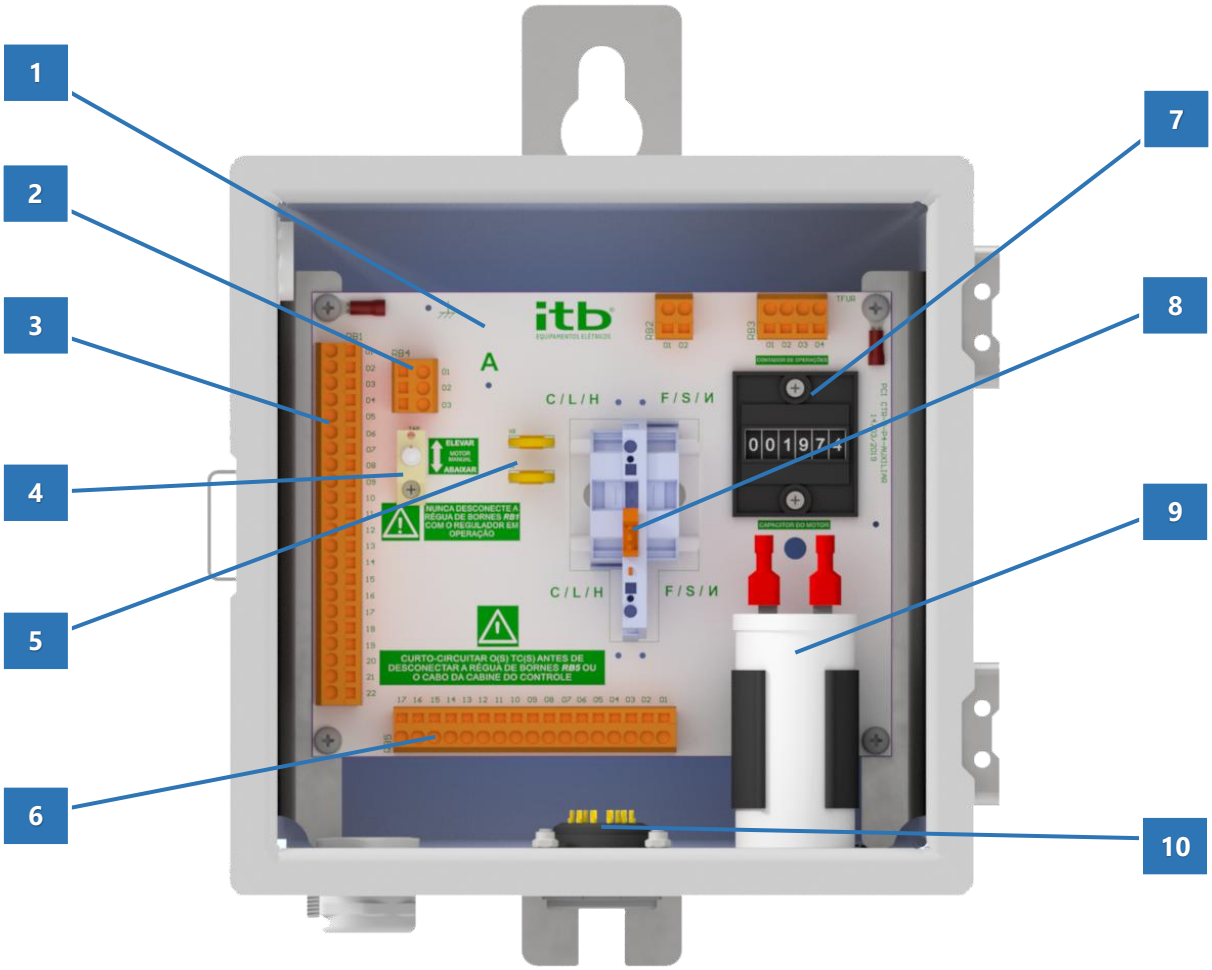


Tabla 3: Componentes internos a la caja auxiliar.

Artículo	Descripción
1	Placa de circuito PCI PCB *CTR-3 - P4 - AUXILIAR*
2	Terminal de conexión para seleccionar la tensión primaria (anillo A)[1]
3	Terminal de entrada de señales de compensador reactivo
4	Interruptor de accionamiento alternativo del motor
5	Dispositivos para proteger las señales de accionamiento del motor
6	Terminal de salida de señal compensador reactivo para enchufe circular macho estandarizado
7	Contador de operación acumulativa electromecánico de 6 dígitos
8	Llave, tipo cuchilla, para cortocircuitar el TC secundario
9	Condensador del motor (20 µF / 400 V)
10	Enchufe estándar circular macho de 18 vías

Interfaz estandarizada

La conexión entre el sistema de control elegido y la caja de conexiones auxiliar del compensador reactivo se realiza a través de una interfaz estandarizada, de acuerdo con el punto 10 de la Tabla 3. Esta interfaz cuenta con señales estandarizadas, que cumplen con las más diversas especificaciones técnicas del mercado, como Tabla 4.

Tabla 4: Pines estandarizados para interfaz.

Pines	Descripción
1	Neutro (a tierra)
2	Contador de operaciones
3	Luz neutra
4	Fase de medida de corriente
5	Fase de medida de tensión
6	Accionamiento motorizado en el sentido de elevación
7	Accionamiento motorizado en el sentido de bajar
8	Reset del indicador de posiciones
9	Retención del motor
10	- Sin conexión -
11	- Sin conexión -
12	Bit 0 para lectura del *encoder*
13	Bit 1 para lectura del *encoder*
14	Bit 2 para lectura del *encoder*
15	Bit 3 para lectura del *encoder*
16	Bit 4 para lectura del *encoder*
17	- Sin conexión -
18	- Sin conexión -

[1] *Para obtener más información sobre el ajuste del voltaje del cebador, consulte la sección:* ***Ajuste del voltaje primario***.

AVISO: El CAQ-1 está diseñado exclusivamente para funcionar con el control CTR-3X. No se recomienda el uso de controles de otros fabricantes, ya que el equipo fue diseñado considerando las características eléctricas, funcionales y de comunicación del CTR-3X, lo que asegura su correcto funcionamiento y rendimiento esperado.

La interfaz fijada en la caja auxiliar es del tipo macho circular con 18 vías. La interfaz que debe conectarse a la caja auxiliar debe ser del tipo de enchufe circular hembra de 18 vías, como se ilustra en el Figura 7.

Figura 7: Enchufe circular hembra de 18 vías.



Accionamiento alternativo del motor

El interruptor de activación del motor alternativo se encuentra en la placa de circuito impreso llamada PCI CTR-3 - P4 - AUXILIAR, y en la posición TAP, de acuerdo con el punto 4 de la Tabla 3

Este interruptor permite la operación de subir o bajar la posición del interruptor solo con la presencia de un sistema de control conectado a la caja auxiliar.

El interruptor es del tipo momentáneo de 3 posiciones, una normalmente apagada y las que activan el motor para subir y bajar, según la dirección indicada en la serigrafía *del PCI CTR-3 - P4 - AUXILIAR*.

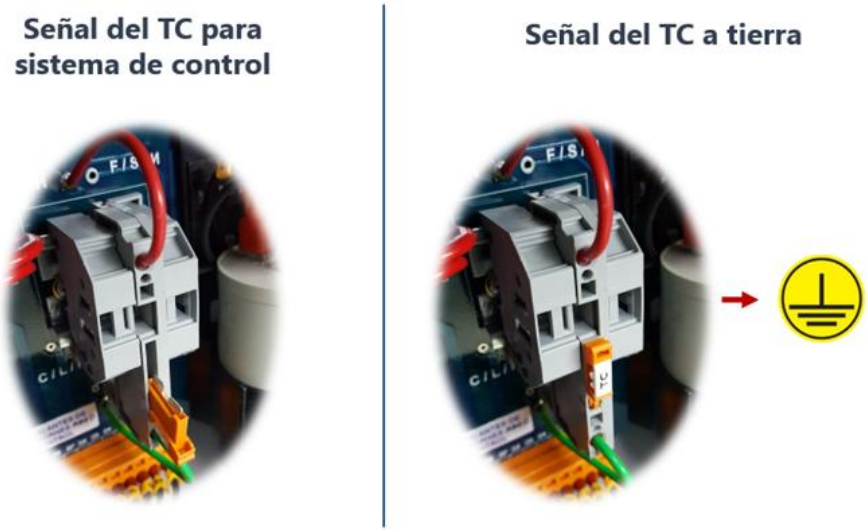
PELIGRO: NO OPERE esta función en compensadores reactivos sin un indicador de posición mecánico externo.

PELIGRO: El accionamiento alternativo del motor debe realizarse con cuidado, ya que dentro de la caja auxiliar existen varios puntos energizados.

Cortocircuito de TC

Para evitar sobretensiones en el secundario del TC, es necesario cortocircuitar la señal de corriente antes de retirar el sistema de control elegido. Esta operación debe realizarse mediante una llave tipo cuchillo fijada en la placa de circuito impreso llamada *PCI CTR-3 - P4 – AUXILIAR*, dentro de la caja de conexiones auxiliar. El Figura 8 ilustra este procedimiento.

Figura 8: Procedimiento para cortocircuitar la TC.



CUIDADO: NO retire el conector de la toma de corriente circular estándar sin antes cortocircuitar el TC. El circuito de TC DEBE estar en cortocircuito cuando se retira el sistema de control. El incumplimiento de estas instrucciones provocará daños en el equipo.

Indicador de posición mecánico externo modelo TCPI-1

El indicador de posición mecánico externo, modelo TCPI-1 para compensadores reactivos CAQ-1 de ITB Equipamentos Elétricos Ltda., es un dispositivo que permite obtener la información de posicionamiento del cambiador en tiempo real, a través de su conexión por medio de un eje flexible conectado directamente al mecanismo del cambiador bajo carga.

Se fija a la tapa del compensador y tiene una inclinación que la hace visible desde el suelo. El TCPI-1 tiene una pantalla graduada en 16 pasos para subir, 16 pasos para bajar y posición neutral, los pasos tienen indicaciones solo para las cintas pares. En este caso, el compensador solo funcionará en el rango de pasos positivos, es decir, de 0 a +16. El indicador tiene indicaciones negativas ya que es el mismo que se usa en el regulador de voltaje.

Esta pantalla es capaz de indicar simultáneamente la posición actual, máxima y mínima alcanzada durante el funcionamiento del compensador. Las manecillas indicadoras de las posiciones máxima y mínima son del tipo arrastre, para su restablecimiento (*reset*) se debe utilizar el botón correspondiente en el sistema de control elegido.

El indicador TCPI-1 está equipado con interruptores de límite que le permiten controlar el límite del rango de operación para los lados de elevación (*levantar*) y más bajo (*bajar*). La ubicación y descripción de cada una de estas claves y los demás elementos TCPI-1 se pueden ver en el Figura 9 y Tabla 5.

Figura 9: Indicador TCPI-1.

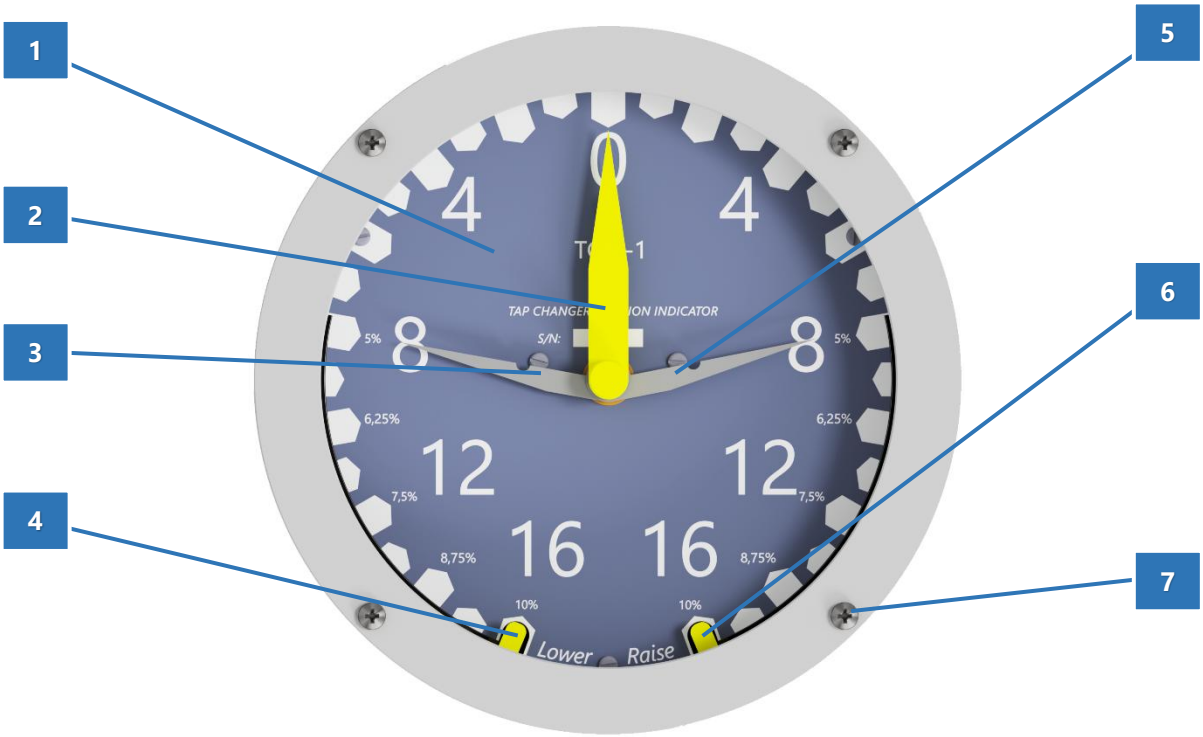


Tabla 5: Componentes del indicador TCPI-1.

Artículo	Descripción
1	Visor graduado con indicación de posición
2	Puntero indicador de posición actual
3	Puntero de posición mínima indicada
4	Palanca de ajuste del interruptor de fin de curso del load bonus de posición mínima (dirección hacia abajo)
5	Puntero indicador de posición máxima
6	Palanca de ajuste del interruptor de fin de curso del load bonus de posición máxima (dirección de elevación)
7	Tornillo para remover el panel frontal y acceder a las palancas de ajuste del load bonus

AVISO: NUNCA MANEJE EL PUNTERO QUE INDICA LA POSICIÓN ACTUAL.

AVISO: El CAQ-1 no usa la banda *"LOWER", solo usa* la banda *de "RISE"*

INSTALACIÓN Y OPERACIÓN

Los siguientes enfoques son cruciales para la instalación y operación segura de los compensadores de voltaje CAQ-1 de ITB Equipamentos Elétricos Ltda.

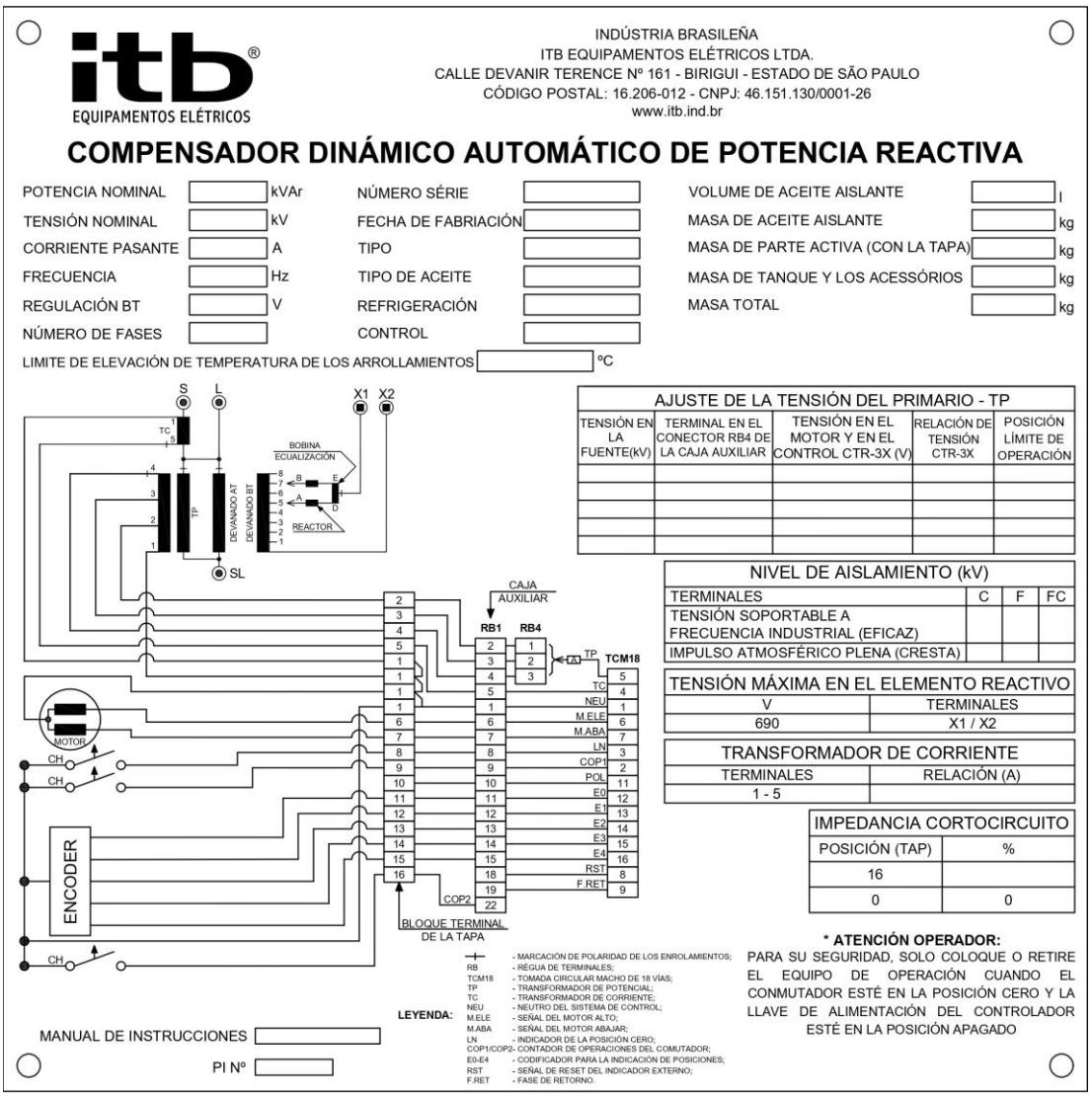
Placa de identificación

Antes de la instalación y el funcionamiento, es esencial leer todos los datos de la placa de identificación del compensador. Por defecto, cada compensador tiene una placa de identificación, hecha de acero inoxidable, y fijada sobre el tanque. En Figura 10 Se puede ver un modelo típico de esta placa.

Aporta datos inherentes al diseño del compensador, información necesaria para el uso adecuado del equipo. También tiene grabado el número de serie, la fecha de fabricación, el código del cliente (si se aplica) y el patrimonio (si se aplica).

Al contactar con el soporte técnico de ITB Equipamentos Elétricos Ltda., tenga siempre a mano el número de serie, para que nuestro equipo pueda consultar toda la información relacionada con el equipo en cuestión.

Figura 10: Placa de identificación típica.



Ajuste del voltaje primario

En todas las placas de identificación de los compensadores CAQ-1, hay una tabla titulada *AJUSTE DE VOLTAJE PRIMARIO* que trae varias informaciones inherentes al funcionamiento del control.

En la columna "*Conexión en la regla RB4 de la caja auxiliar*" se introducen los cambios necesarios que se deben realizar para que la tensión nominal de trabajo del compensador sea compatible con la tensión nominal de la línea que se conectará al compensador.

Cuando el compensador tiene la caja de conexiones auxiliar, el ajuste debe realizarse en el terminal identificado con "*A*", que está conectado al bloque de terminales *RB4*, ubicado en la placa de circuito impreso llamada *PCI CTR-3 - P4 - AUXILIARY*. Este ajuste puede variar entre las posiciones 1, 2 o 3 de la regla;

Para ajustar la tensión nominal de trabajo, siga los siguientes pasos:

1. Identifique la posición correcta de los terminales de reconexión para seleccionar el voltaje apropiado;
2. Utilice un destornillador de terminales (1/8") para presionar el resorte de las regletas de terminales;
3. Proceda con las reconexiones necesarias;
4. Apriete los tornillos o suelte el resorte de los bloques de terminales. ¡Mira las conexiones!



PELIGRO: Si el compensador está energizado y es necesario ajustar los terminales "*B*" y "*C*" para el PT de compensación, abra primero el terminal "*A*" para evitar el riesgo de descarga eléctrica. Esta operación debe realizarse con cuidado, ya que dentro de la caja hay varios puntos energizados.

En la misma tabla, *AJUSTE DE VOLTAJE EN PRIMARIO,* hay una columna que hace referencia a "Posición límite de operación " que especifica la posición máxima permitida para el interruptor cuando el compensador está funcionando al voltaje indicado. Por ejemplo, para un compensador con una tensión nominal de 13,8 kV y la posibilidad de ajuste para tensiones adicionales de hasta 11,4 kV, la posición máxima del interruptor será 13 cuando se conecte a 13,8 kV. En el caso de funcionamiento a 11,4 kV, la posición máxima será de 16. Esta restricción se debe a que la tensión aplicada al elemento reactivo no puede superar los 690 V.



PELIGRO: La posición límite de funcionamiento debe ajustarse para garantizar que el voltaje aplicado al elemento reactivo no exceda el valor admitido. Una configuración incorrecta puede provocar fallas graves y daños irreversibles en el equipo.

Potencia nominal en función de la altitud

Debido al efecto de la reducción de la densidad del aire en función de la elevación de la altitud de la instalación, se incrementa el aumento de temperatura de los compensadores, ya que dependen del aire para disipar sus pérdidas. Por esta razón, para mantener los límites de aumento de temperatura dentro de lo proyectado, los compensadores instalados por encima de los 1.000 metros sobre el nivel del mar (msnm) tienen una potencia nominal reducida.

Para determinar el nuevo valor de potencia nominal, se utiliza un factor de reducción del 0,4% por cada 100 metros de elevación en 1.000 metros. **Ejemplo:** Los compensadores con una potencia nominal de 276 kVA y diseñados para una altitud máxima de 1.000 msnm, si se instalan a 2.000 msnm, tendrán una potencia nominal reducida a 265 kVA, una reducción del 4%.



AVISO: Para evitar una reducción en la potencia nominal del compensador en función de la altitud, durante el proceso de especificación técnica de la solicitud de cotización, es necesario informar la altitud (en msnm) de instalación de los compensadores.

Inspecciones previas a la instalación

Antes de poner en funcionamiento el compensador, proceda con las siguientes inspecciones:

1. Compruebe si el compensador de tensión seleccionado es compatible con las características de la red donde se instalará;
2. Compruebe que el nivel de aceite esté por debajo de la marca mínima. En caso de insuficiencia, verifique si hay signos visibles de fuga, de lo contrario, promueva un reemplazo adecuado con aceite compatible;
3. Inspeccione los bujes en busca de daños o signos de fugas en los sellos. Si se sospecha que hay filtraciones, retire la tapa de inspección para verificar si hay rastros de oxidación o agua en el aceite. Una vez confirmada la infiltración, consulte a ITB Equipamentos Elétricos Ltda. para obtener indicaciones sobre el procedimiento adecuado;
4. Si el compensador permanece almacenado durante algún tiempo, verifique la rigidez dieléctrica del aceite de acuerdo con IEC® 60156. Si el valor encontrado es inferior a 55 kV, filtre el aceite y realice pruebas adicionales para verificar su integridad;
5. Examine que no haya daños en el pararrayos en serie y sus conductores;
6. Compruebe que las marcas de los bornes de la línea compensadora se ajustan a lo que se presenta en la sección*:* ***Identificación de terminales de línea***;
7. Verifique la rigidez dieléctrica entre los terminales de los bujes y el tanque con un megómetro de 5 kV. El valor mínimo leído debe ser de 1.000 MΩ a temperatura ambiente;
8. Verifique que el indicador de posición esté libre de daños y en la posición neutral y, si no, proceda con el suministro externo, la prueba funcional a bajo voltaje y coloque el interruptor en la posición neutral;
9. Compruebe que el ajuste de la tensión primaria es adecuado para la tensión de línea en la que trabajará el compensador, como se indica en el apartado: ***Ajuste del voltaje primario***;
10. Verifique que la configuración de la posición máxima del interruptor esté configurada como se indica en la placa de identificación de la moldura;
11. Comprobar que todos los ajustes de parámetros están correctamente programados en el sistema de control elegido, de acuerdo con la ruta de puesta en marcha preestablecida.



CUIDADO: Si es necesario secar la parte activa o someter el aceite a procesos calentados, asegúrese de que el interruptor no alcance temperaturas superiores a 90 ° C. Esto puede causar daños a los microinterruptores responsables de las señales de los interruptores bajo carga.



AVISO: Consulte el manual del sistema de control CTR-3X para obtener detalles generales de sus funciones, configuraciones y funcionamiento.

Posibilidades de conexión del sistema

Los compensadores de voltaje CAQ-1 de ITB Equipamentos Elétricos Ltda. pueden funcionar de dos maneras: en estrella o delta cerrado. El tipo de conexión del compensador al sistema será decisivo para definir su tensión nominal.



PELIGRO: Conecte el terminal de la fuente (F o S) de la moldura al lado de la fuente del sistema y el terminal de carga (C o L) de la moldura al lado de la carga del sistema. Para las conexiones en estrella, conecte el terminal común (FC o SL) del compensador al neutro del sistema. Para conexiones delta, conecte el terminal común (FC o SL) del interno al terminal de carga (C o L) del trimestre de referencia. Las conexiones incorrectas pueden provocar daños en el equipo, lesiones corporales graves e incluso la muerte.



AVISO: Los diagramas de conexión muestran teclas individuales para las funciones *de derivación* y desconexión. Sin embargo, las teclas *de derivación* se pueden usar en cada compensador para realizar operaciones secuenciales simplificadas.



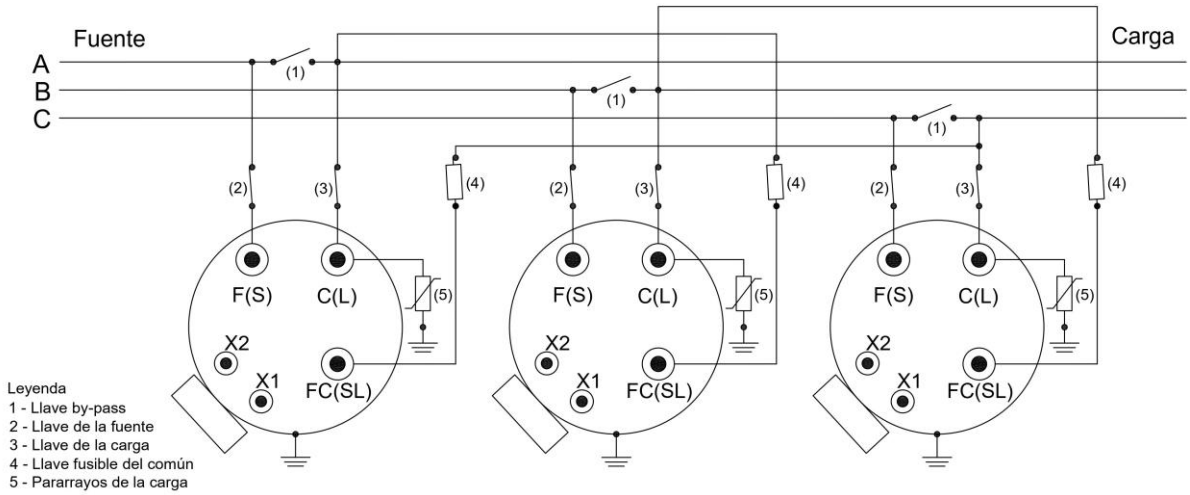
AVISO: Consulte el manual del fabricante del sistema de control CTR-3X para obtener detalles generales de sus funciones, ajustes y funcionamiento para el correcto manejo del flujo de potencia en las más diversas posibilidades de conexiones.

Compensación trifásica: Delta cerrado adelantado

La regulación trifásica, fase a fase con tres compensadores, delta cerrado adelantado, con tres hilos, tiene una conexión como se muestra en el Figura 11 y con las siguientes características básicas:

- El voltaje nominal del compensador es igual al voltaje nominal de fase-fase del sistema;
- La corriente se mide en las tres fases;
- El retraso entre voltaje y corriente será de +30º para todos los compensadores;

Figura 11: Conexión trifásica en línea - Delta cerrado adelantado.

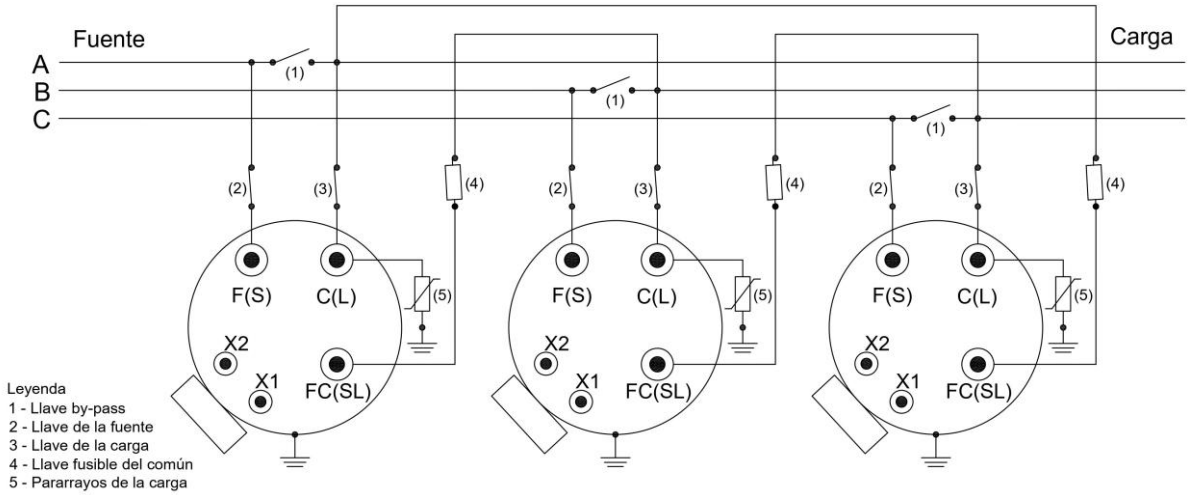


Compensación trifásica: Delta cerrado atrasado

Trifásico, compensación fase a fase con tres compensadores, delta cerrado atrasado, tres hilos, tiene conexión como se muestra en Figura 12 y con las siguientes características básicas:

- El voltaje nominal del compensador es igual al voltaje nominal de fase-fase del sistema;
- La corriente se mide en las tres fases;
- El desfase entre tensión y corriente será de -30º, para todos los compensadores;

Figura 12: Conexión trifásica en línea - Delta cerrada atrasado.

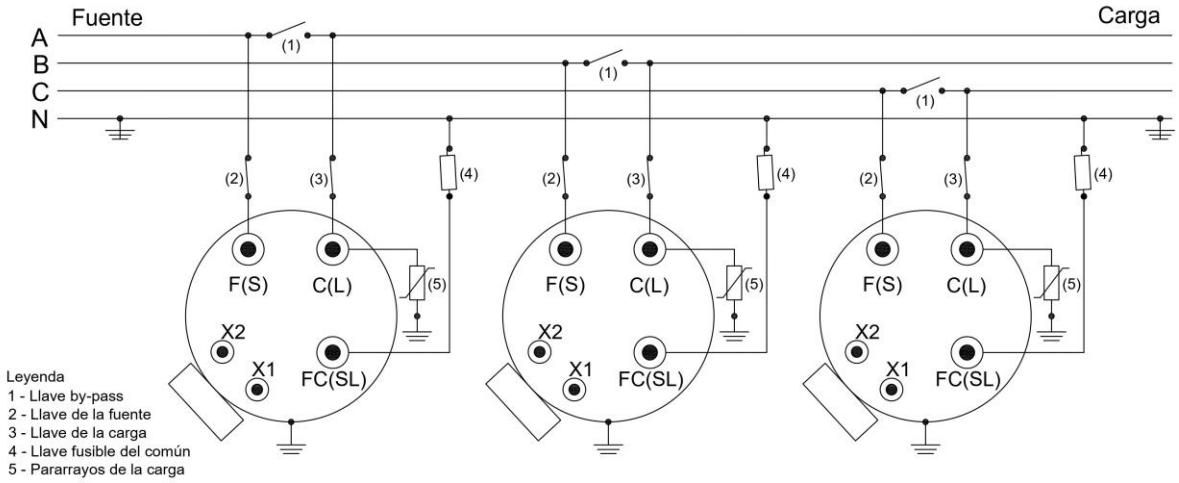


Regulación trifásica – Star

La regulación trifásica, de fase neutra, de tres compensadores, en estrella, de cuatro hilos tiene una conexión como se muestra en el Figura 13 y con las siguientes características básicas:

- El voltaje nominal del compensador es igual al voltaje nominal de fase-neutro del sistema;
- La corriente se mide en las tres fases;
- El desfase entre voltaje y corriente será de 0º para todos los compensadores;

Figura 13: Conexión trifásica en línea – Estrella.



Suelo en banco compensador

La conexión a tierra adecuada para un banco de compensadores reactivos monofásicos debe garantizar la resistencia a tierra de acuerdo con la norma ABNT® NBR 14039.



PELIGRO: No opere bancos compensadores con alta resistencia a tierra. La posible potenciación de la carcasa o del terminal común (banco de estrellas) del equipo puede generar fallas en la absorción de sobretensiones atmosféricas o transitorias de maniobra, causando daños al equipo, lesiones corporales graves e incluso la muerte.

Fusibles

El uso de interruptores fusibles en la conexión de los terminales comunes, "FC", de todos los compensadores como se recomienda en los diagramas de conexión, garantiza que, en caso de falla interna, no se agraven daños al equipo y la instalación y no haya interrupción del suministro eléctrico.

Estos fusibles deben dimensionarse de acuerdo con la potencia reactiva nominal del compensador.



AVISO: El compensador se suministra solo con el soporte del interruptor de fusibles. La llave de fusibles y el fusible no están incluidos en la entrega.



PELIGRO: Cuando el fusible de conexión de terminal común "FC" está abierto, este terminal permanecerá al mismo voltaje que el terminal de origen, "F", que también será el mismo voltaje que el terminal de carga, "C", independientemente de la posición del interruptor. En este caso, se observará una medición de voltaje cero en los terminales del voltímetro y el control permanecerá apagado.

Banco compensador en cascada

Definimos la compensación en cascada como la instalación, en el mismo alimentador, de 2 o más bancos de compensadores. Como los terminales de fuente, "F", y la carga, "C", están rígidamente cerrados internamente, sin interposición de interruptores o interruptores, no hay ningún tipo de limitación en la instalación en cascada. Se sugiere considerar que, después de una falla, el arranque del alimentador tendrá el compensador como carga reactiva fija de la misma manera que ocurre con los bancos de condensadores instalados en la red, lo que puede significar carga adicional en el refeed.

Conexiones de terminales de línea

Las conexiones de los terminales de línea de los compensadores deben realizarse de tal manera que la tensión nominal entre los terminales de la carga (C o L) y el común (FC o SL) no supere el valor nominal indicado en la placa de identificación.

Las conexiones de los cables en los bujes deben estar lo suficientemente apretadas para eliminar cualquier posibilidad de mal contacto y punto caliente entre el terminal y el cable.

Los cables y terminaciones deben ser lo suficientemente flexibles para evitar que las fuerzas mecánicas causadas por los vientos, por la expansión y contracción de redes, cables y terminaciones, impacten en los terminales de los compensadores, ya que tales impactos pueden dañar la porcelana de los aisladores porque son muy limitados en términos de resistencia a golpes, golpes y esfuerzos mecánicos en general. Por la misma razón, no se permite la conexión directa de la red eléctrica a los terminales del compensador sin la intermediación de los portacables que se conectan a los bujes.



CUIDADO: Durante el montaje y la conexión, no se puede transmitir ninguna tensión mecánica a las porcelanas y sus varillas conductoras. Tal esfuerzo puede causar aflojamiento de las conexiones internas y rupturas en los elementos de sellado y aislamiento, causando mal contacto, calentamiento, ruptura del conductor, ruptura del aislamiento, fugas de aceite y pérdida de aislamiento eléctrico.

Puesta en funcionamiento

Si el embellecedor está montado con el tablero de distribución como se sugiere en la sección ***Posibilidades de conexión del sistema*** Desde este manual, la puesta en marcha se puede realizar sin interrupción del suministro eléctrico.

Los procedimientos que se describen a continuación son extremadamente importantes para asegurarse de que el compensador esté listo para conectarse al sistema.



CUIDADO: El compensador debe estar en la posición neutral. La confirmación de la lectura de posición debe realizarse en al menos dos referencias, el indicador de posición externo y la indicación de luz neutra en el control. Energizar el compensador fuera de la posición neutral puede generar sobretensiones de corriente y una activación incorrecta de las protecciones de la red.

Para poner en funcionamiento el compensador, siga la siguiente secuencia:

1. A partir de los datos de la placa, verifique que el circuito de control esté configurado al voltaje adecuado;
2. Coloque el interruptor principal del sistema de control en **la posición APAGADO**;
3. **CERRAR** el interruptor de fusibles que conecta el **TERMINAL COMÚN (FC o SL)**;
4. A continuación, **CIERRE** el interruptor que conecta el **TERMINAL DE FUENTE (F o S**).
5. Coloque el interruptor principal del sistema de control en la **posición NORMAL (INTERNA);**
6. Active **el control MANUAL del** motor en el sistema de control elegido. Utilice los botones de posiciones ***RAISE*** para operar el interruptor dos o tres pasos. Luego regrese el interruptor a POSICIÓN **NEUTRAL.** Cuando esté en punto muerto, verifique la redundancia de esta posición: el indicador externo indicará 0 (cero) y se *encenderá el LED* de la posición neutral del sistema de control elegido;
7. Con el trimado en la posición neutral, coloque el interruptor principal del sistema de control en **la posición OFF**;
8. **CERRAR** el interruptor que conecta el **TERMINAL DE CARGA (C o L);**
9. **ABRA** la tecla ***BY-PASS***. El compensador estará completamente energizado;
10. Si está disponible, abra la llave de cuchilla de cortocircuito de señal actual, consulte la sección: ***Cortocircuito de TC***;
11. Coloque el interruptor principal del sistema de control en la **posición NORMAL (INTERNA);**
12. Si el sistema de control está configurado, cambie al modo **de funcionamiento AUTOMÁTICO**.



AVISO: PASO 4. Las llaves que abren, en una sola operación, la apertura de la fuente, la apertura de la carga y el cierre del *by-pass*, no permiten este paso y la confirmación previa de la posición neutra del compensador sin el uso de un recurso adicional.



AVISO: PASO 5. Debido a los riesgos de una maniobra fuera de posición, Auto Zero, aunque automático, debe ser monitoreado por el operador, quien debe observar la secuencia de modificación de la indicación de las posiciones, verificando su orden y lógica. El compensador en una posición diferente implica maniobrar con una carga y con mayores riesgos para el equipo, la red y los operadores.

Verificación de la operación y la compensación

Antes de cerrar la llave, conecte el terminal de carga (C o L) y abra la llave de carga *Derivación*, según los pasos ***8*** y ***9***, respectivamente, de la ***Puesta en funcionamiento***, es posible comprobar la operatividad y la compensación del sistema de control elegido, Proceder:

1. Habilite el control MANUAL del motor en el sistema de control;
2. Presione la tecla **ELEVAR** en el control electrónico;
3. Tenga en cuenta que para cada derivación conmutada habrá un cambio en el factor de potencia medido con los saltos, cuanto mayor sea la derivación a la que se ha conmutado;
4. Después de verificar el factor de potencia, ajuste el control para que funcione en **modo AUTOMÁTICO**;



AVISO: Consulte el manual de control del CTR-3X para obtener detalles generales sobre sus funciones, configuraciones y funcionamiento.

Retirada de la operación

Los procedimientos que se describen a continuación son extremadamente importantes para asegurarse de que el compensador esté listo para ser retirado del sistema. La retirada del servicio se puede realizar sin interrupción del suministro eléctrico.



PELIGRO: RIESGO DE EXPLOSIÓN. Antes de retirarse de la operación, el compensador reactivo DEBE ESTAR en la POSICIÓN NEUTRAL. La confirmación de la lectura de la posición debe realizarse en al menos dos referencias, el indicador de posición externo y la indicación del sistema de control elegido. La extracción del compensador de servicio es más segura si se realiza con el compensador en posición neutral. El compensador en una posición diferente significa una apertura de carga reactiva.

Para quitar el compensador de operaciones, siga la siguiente secuencia:

1. Habilite el control MANUAL del motor en el sistema de control;
2. Utilice el botón de **BAJAR** para alcanzar la **POSICIÓN NEUTRAL.** Cuando esté en punto muerto, verifique la redundancia de esta posición: el indicador externo indicará 0 (cero) y se encenderá el *LED* de la posición neutral del sistema de control elegido;
3. Coloque el interruptor principal del sistema de control en **la** posición **APAGADO**;
4. Si está disponible, cierre la llave de cuchilla de cortocircuito de señal de corriente, consulte la sección: ***Cortocircuito de TC***;
5. **CIERRE** la tecla ***BY-PASS***;
6. **ABRIR** la llave que conecta el **TERMINAL DE CARGA (C o L);**
7. **ABRA** el interruptor que conecta el **TERMINAL DE FUENTE (F o S)**;
8. **ABRA** el interruptor de fusibles que conecta el **TERMINAL COMÚN (FC o SL).**



CUIDADO: PASO 2. Debido a los riesgos de una maniobra fuera de posición, Auto Zero, aunque automático, debe ser monitoreado por el operador, quien debe observar la secuencia de modificación de la indicación de las posiciones, verificando su orden y lógica. El compensador en una posición diferente implica una maniobra con carga y con mayores riesgos para el equipo, la red y los operadores

DETALLES CONSTRUCTIVOS Y CONEXIONES

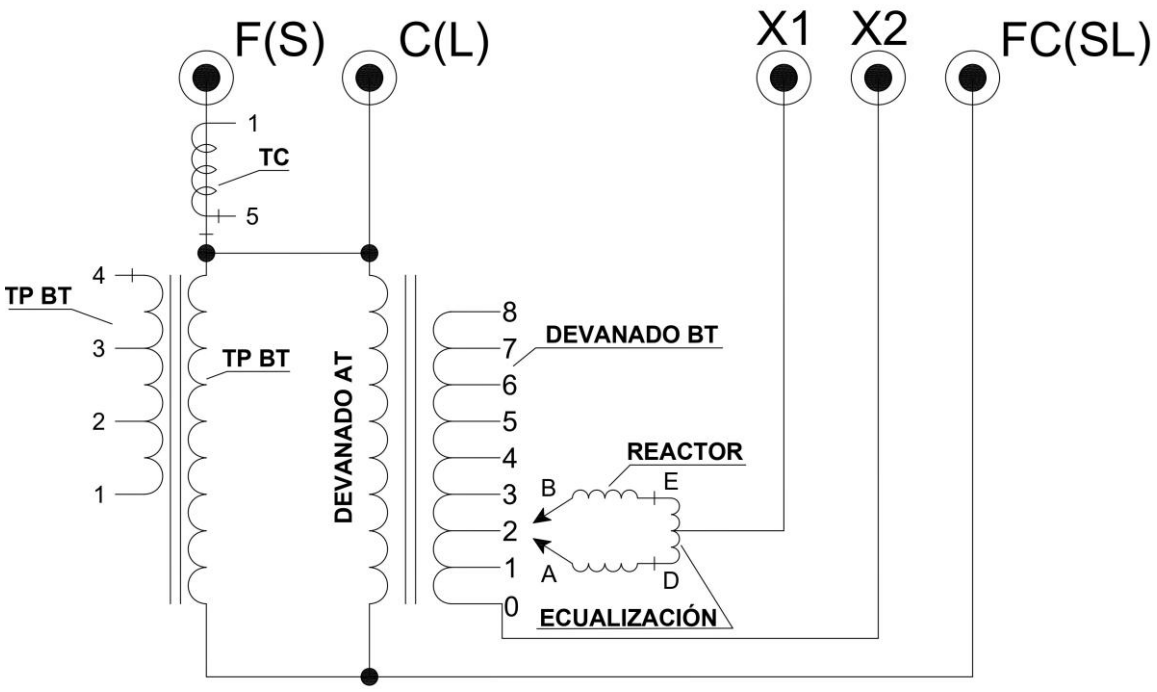
Los compensadores reactivos CAQ-1 de ITB Equipamentos Elétricos Ltda. fueron diseñados para ser retirados parcial o totalmente del interior del tanque sin necesidad de desconexiones eléctricas, facilitando su mantenimiento. Consulte la sección: ***Extracción de la parte activa del tanque.***

El devanado principal y el conjunto del reactor de transición tienen *un conjunto de tipo carcasa*. El devanado paralelo está conectado al lado de carga.

Diagrama de conexión de bobinado

El Figura 14 detalla el circuito estándar de un compensador CAQ-1.

Figura 14: Diagrama de conexión del devanado – Compensador CAQ-1.



Disposición interna de los componentes

La construcción interna del compensador se realiza de forma unitaria, donde todos los componentes se fijan directamente a la cubierta principal del compensador. Este método de construcción facilita su fabricación y mantenimiento. El desglose de la disposición de cada componente interno se puede ver en el Figura 15 y en el Tabla 6.

AVISO: El siguiente desglose no pretende cubrir todas las posibilidades de construcción interna de un compensador reactivo. Los detalles intrínsecos a cada proyecto deben consultarse durante el análisis de viabilidad técnica y la fase de aprobación de la orden de compra.

Figura 15: Componentes internos del compensador CAQ-1.

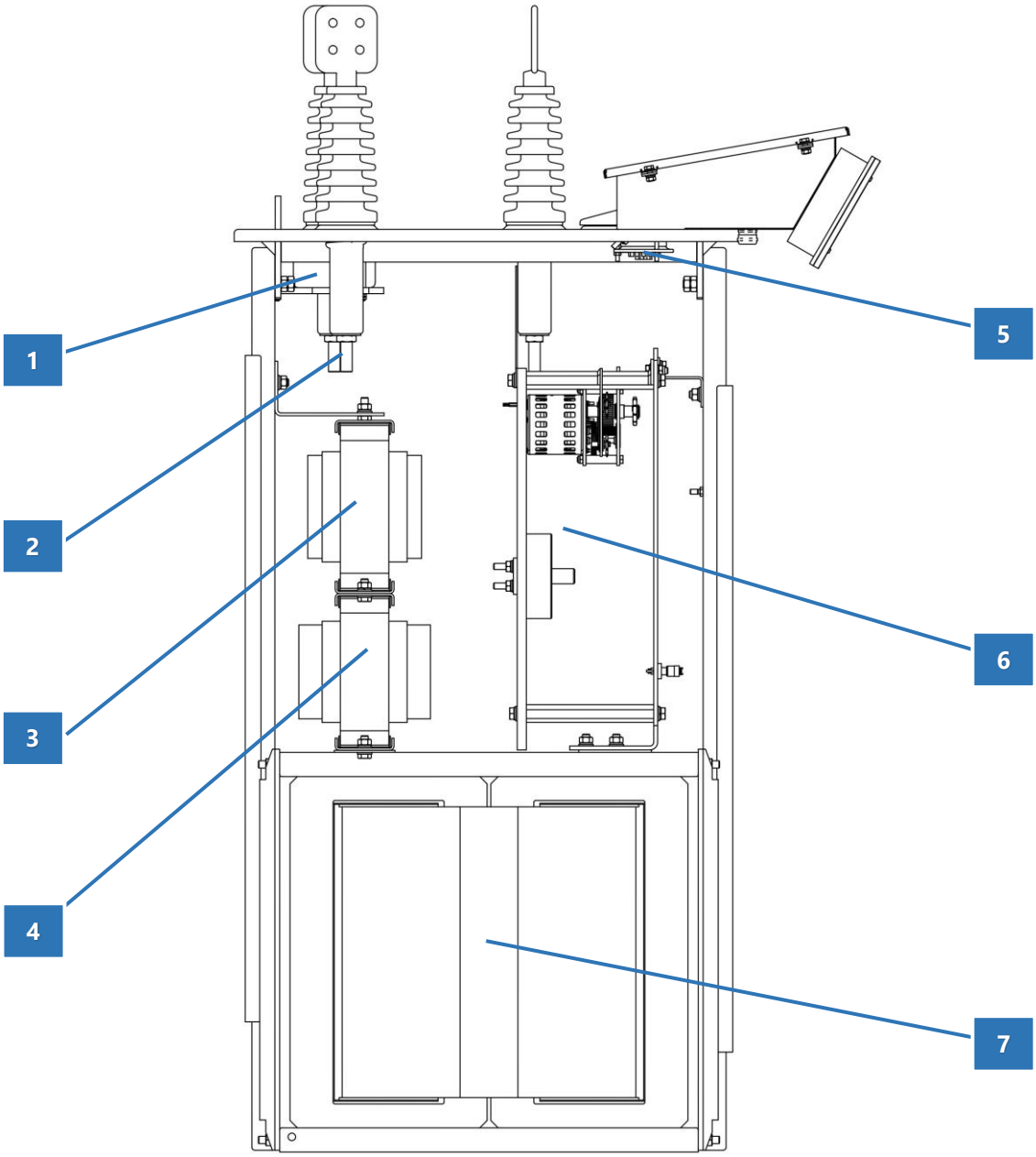


Tabla 6: Componentes internos del compensador CAQ-1.

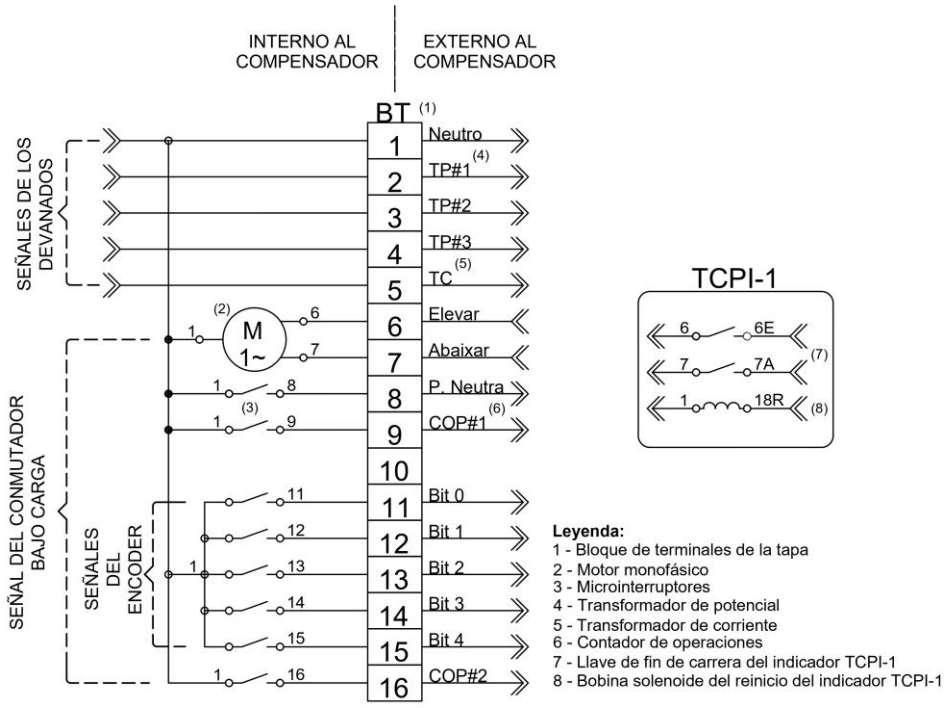
Artículo	Descripción
1	Transformador de corriente (TC)
2	Terminales de conexión de las clavijas
3	Transformador de potencial de alto voltaje a bajo voltaje
4	Reactor de transición
5	Bloque de terminales Passover de señales de control
6	Cambiador de carga
7	Devanado principal (devanado de alto voltaje, devanado de bajo voltaje, ecualización)

Diagrama de cableado interno estandarizado

Como se muestra en el punto 4 de la Tabla 6, de forma predeterminada, todos los compensadores reactivos CAQ-1 tienen un bloque de terminales de paso para las señales del sistema de control en su cubierta. Este bloque tiene un cuerpo hecho de material aislante, resistente a la presión y la temperatura de trabajo, los terminales de paso están hechos de latón. Los detalles estandarizados de su conexión al cableado interno se muestran de acuerdo con el Figura 16.

AVISO: El siguiente detalle no pretende cubrir todas las posibilidades de cableado interno de un compensador reactivo. Los detalles intrínsecos a cada proyecto deben consultarse durante el análisis de viabilidad técnica y la fase de aprobación de la orden de compra.

Figura 16: Diagrama de cableado interno estandarizado.



Devanados

Todos los compensadores reactivos CAQ-1 tienen al menos tres juegos de devanados independientes, de la siguiente manera:

1. Un conjunto más grande, dispuesto en la parte inferior del compensador el devanado de alto y bajo voltaje y ecualización;
2. Un devanado fijado en la parte superior del devanado principal que es el reactor de transición;
3. Un transformador de potencial (TP) de alto voltaje a bajo voltaje, fijado sobre el reactor
4. Un devanado toroidal, fijado sobre el TP o en la parte inferior de la cubierta del compensador, que es el transformador de corriente (TC).

Cada uno de estos devanados se construye e interconecta de acuerdo con características de diseño específicas, que pueden variar según su aplicación y condiciones de uso.

Conmutadores

ITB Equipamentos Elétricos Ltda. cuenta con una amplia gama conmutadores bajo carga, que se fabrican y prueban de acuerdo con las normas ABNT® NBR 8667 e IEEE Std C57.131 ™.

La aparamenta utilizada en cada proyecto se define por la tensión y la corriente nominal del compensador requerido.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El compensador reactivo está diseñado para permitir que se realicen algunos elementos de verificación sin la necesidad de sacarlo de funcionamiento. El mantenimiento, seguido metódicamente, es un factor indispensable para la larga vida útil del compensador, en las mejores condiciones de funcionamiento y rendimiento.

Inspecciones y mantenimiento periódicos

Recomendamos que se realice un mantenimiento periódico, con el fin de alargar la vida útil de los equipos. El Tabla 7 y Tabla 8 Recomendar las periodicidades (en años), puntos de control, procedimientos y correcciones necesarias para el control y para los accesorios del compensador, respectivamente. Sin embargo, el período para estas inspecciones puede variar, de acuerdo con las experiencias acumuladas por el usuario.

Tabla 7: Mantenimiento periódico para el control del compensador.

Periodo	Checkpoints	Procedimiento o posición de cheque	Corrección
1	Conducir; manual y bloqueo máximo y mínimo	1. Ajuste el bloqueo de posición y opere el compensador en la dirección de elevación, verifique si el control eleva la posición, deteniéndose en el bloqueo establecido; 2. Ajuste el bloqueo de posición y opere el compensador en la dirección de descenso, verifique que el control baje la posición hasta que alcance la posición neutral.	Quitar el control de servicio y enviarlo al servicio
1	Voltaje de referencia	Con el compensador energizado, ajuste: VR = 0V, Ux = 0V e insensibilidad a 1V. Compruebe si el voltaje de salida de "Voltímetro" es igual (1V) a la referencia después de la estabilización.	Quitar el control de servicio y enviarlo al servicio
1	Cronometraje; Accionamiento automático de elevación y descenso	1. Varíe el valor de voltaje de referencia a un voltaje mayor que el voltaje de red: verifique que el motor se active en la dirección de *RAISE* después del final del tiempo establecido; 2. Varíe el valor de la tensión de referencia a una tensión inferior a la tensión de red: Compruebe que el motor arranca en la dirección *LOWER* una vez transcurrido el tiempo establecido.	Retire el control de servicio y envíelo al servicio.



AVISO: Si el interno no funciona satisfactoriamente, se puede probar un control de reabastecimiento antes de retirar el interno del servicio.

Tabla 8: Mantenimiento periódico de los accesorios.

Periodo	Checkpoints	Procedimiento o posición de cheque	Corrección
1	Bujes y terminales	1. Grieta en porcelana; 2. Acumulación de impurezas en la porcelana; 3. Fuga de aceite; 4. Inspección térmica de terminales.	1. Reemplace el buje; 2. Limpie con un paño que contenga amoníaco o tetracloruro de carbono y aplique un neutralizador; 3. Vuelva a apretar las juntas o reemplace el buje; 4. En caso de calentamiento excesivo, vuelva a apretar los terminales cuando estén sueltos.
1	Pararrayos	1. Aglomeración de impurezas; 2. Inspección térmica.	1. Lavar con agua dulce y secar con un paño seco; 2. En caso de calentamiento excesivo de los terminales, proceda a volver a apretar cuando estén sueltos. En caso de conducción por cadena, reemplace el pararrayos.
1	Indicador de nivel de aceite	1. Grieta en la ventana de vidrio; 2. Fuga de aceite.	1. Cambie el cristal de la pantalla; 2. Vuelva a apretar las juntas o reemplace la pantalla.
1	Válvula de drenaje	1. Fuga de aceite.	1. Vuelva a apretar o reemplace la válvula de drenaje.



PELIGRO: Para la seguridad de la operación, los controles presentados por el Tabla 8 debe llevarse a cabo cuando el equipo está fuera de funcionamiento. Use el EPP adecuado y evite fugas al medio ambiente.



AVISO: Si no se pueden realizar reparaciones en el campo, retire el compensador de servicio y envíelo a reparar.

El aceite mineral aislante se utiliza en el compensador para cumplir dos funciones básicas, aislamiento y refrigeración. El monitoreo y mantenimiento de la calidad del aceite es esencial para garantizar un funcionamiento confiable durante toda la vida útil del compensador.

En vista de esto, recomendamos la necesidad de ensayos de campo, como lo presenta el Tabla 9. Los ensayos se eligieron normalmente para obtener una estimación rápida del estado del aceite y eliminar cualquier posibilidad de alteración de la muestra debido al transporte para pruebas externas.

El Tabla 10 Proporciona valores límite para el aceite en los compensadores en uso.

Tabla 9: Mantenimiento periódico para aceite aislante.

Periodo	Checkpoints	Procedimiento o posición de cheque	Corrección
1	Pruebe el aceite aislante	Prueba fisicoquímica: 1. Apariencia; 2. Rigidez dieléctrica; 3. Contenido de agua; 4. Factor de pérdida; 5. Índice de neutralización; 6. Tensión interfacial; 7. Punto de inflamación; 8. Sedimentos.	Retire el compensador de servicio y envíelo a mantenimiento si los valores encontrados no son los presentados por el Tabla 10.



AVISO: La muestra tomada debe tener un volumen representativo del aceite contenido en el equipo. Los procedimientos de muestreo cuidadosos o la contaminación en el recipiente de la muestra pueden llevar a conclusiones erróneas sobre la calidad del aceite.

Tabla 10: Valores límite para el aceite mineral en uso.

Pruebas	Método de prueba	Criterios de aceptación
Apariencia	Visual	Transparente, libre de materiales en suspensión
Rigidez dieléctrica, kV, electrodo de tapa	ABNT® NBR IEC 60156	≥55
Contenido de agua, mg/kg	ABNT® NBR 10710	≤40
Factor de pérdida, % a 25 °C a 90 °C a 100 °C	ABNT® NBR12133	 ≤0,5 ≤15 ≤20
Índice de neutralización mg KOH/g	ABNT® NBR 14248	≤0,20
Tensión interfacial, a 25 °C, mN/m	ABNT® NBR 6234	≥20

Pruebas	Método de prueba	Criterios de aceptación
Punto de inflamación, °C	ABNT® NBR 11341	≥130
Sedimentos	ABNT® NBR 10576	No se detectarán sedimentos o lodos precipitables. No se deben tener en cuenta los resultados de menos del 0,02% en masa

Extracción de la parte activa del tanque

Las instrucciones para la extracción segura de la parte activa del compensador del interior del tanque se enumeran mediante el siguiente procedimiento:

1. Retire el compensador de servicio, siguiendo las instrucciones de seguridad que se presentan en la sección: ***Retirada de la operación***;
2. Coloque el compensador en una posición donde la red eléctrica energizada no pueda interferir. Se recomienda llevar el equipo a un taller de mantenimiento, o algún lugar cubierto, libre de alta humedad, con piso plano y nivelado;
3. Esperar hasta que la temperatura del aceite aislante sea inferior a 40ºC;
4. Retire los tornillos que aseguran el sistema de control elegido al tanque principal;
5. Retire el conductor de conexión a tierra conectado entre la caja de control y el tanque compensador;
6. Retire los conductores de los terminales X1 y X2 de los bujes de conexión de la cubierta;
7. Retire los tornillos que sujetan la tapa al tanque;
8. Retire el conductor de puesta a tierra conectado entre la tapa y el tanque compensador;
9. Tenga cuidado de no dañar ningún dispositivo que pueda instalarse en el tanque durante la extracción de la parte activa;
10. Suspender la parte activa a través de los ojales de la tapa, guiando la caja de control o caja auxiliar que se levantará con la tapa.



CUIDADO: PASO 9. Antes de retirar la parte activa del interior del depósito, compensadores que dispongan de termómetro, nivel de aceite con contactos, o cualquier otro accesorio que acceda al interior del compensador, se debe realizar el siguiente procedimiento: 1) retirar el aceite aislante hasta que su nivel esté por debajo de la marca mínima en el dispositivo indicador de nivel y luego 2) retirar los accesorios. Si no se siguen estas instrucciones, los dispositivos se romperán y se producirán fugas de aceite.



CUIDADO: PASO 10. No confíe en el dispositivo de elevación de piezas activo para la inspección y el mantenimiento. Coloque una cuña entre la tapa y el tanque para evitar que la tapa descienda con la parte activa, causando daños al equipo, lesiones corporales graves e incluso la muerte.



CUIDADO: PASO 10. No suspenda la caja de control utilizando su cable de interconexión con el compensador. El cable no está diseñado para tal operación y puede romperse, causando daños al equipo, lesiones corporales graves e incluso la muerte.



AVISO: PASO 10. Al abrir el compensador, existirá la posibilidad de contacto humano y ambiental con el aceite aislante. Use el EPP adecuado y evite fugas al medio ambiente.

Sustitución de la parte activa en el depósito

Una vez realizados los servicios, la sustitución de la parte activa dentro del tanque compensador debe seguir el siguiente procedimiento:

1. Si la parte activa está fuera del aceite durante más de dos horas, séquela antes de continuar;
2. Asegúrese de la integridad del aislamiento y la estanqueidad de todos los terminales de la parte activa;
3. Limpie la junta y colóquela en la tapa del tanque;
4. Suspenda la parte activa con la tapa por encima de la altura del tanque;
5. Alinee los soportes laterales de la parte activa, fijados a la tapa, con las guías dentro del tanque.
6. Proceda a bajar la unidad. Tenga en cuenta que habrá un espacio entre la tapa y el tanque, incluso con el asiento de la parte activa en la parte inferior del tanque;
7. Coloque la tapa sobre el tanque y asegure todos los tornillos de sellado del conjunto;
8. Fije el conductor de puesta a tierra conectado entre la tapa y el tanque compensador;
9. Fije los tornillos que aseguran el sistema de control elegido al tanque principal;
10. Fije el conductor de puesta a tierra conectado entre la caja de control o la caja auxiliar y el tanque compensador;
11. Vuelva a conectar los conductores a los terminales X1 y X2 de la cubierta, responsables de alimentar el elemento reactivo;
12. Proceda con las pruebas dieléctricas, eléctricas y funcionales.



CUIDADO: PASO 1. Asegúrese de que al secar la parte activa la temperatura no alcance marcas superiores a 90 ° C.



AVISO: PASO 6. Si es necesario, antes de fijar los tornillos de la tapa, use un martillo de goma para ayudar a acomodar la tapa en el tanque, con el fin de evitar posibles fugas.



CUIDADO: Si es necesario un nuevo llenado de aceite, se recomienda que después de este proceso, se realice el procedimiento de vacío en el equipo, durante al menos una hora y al menos 100 mmHG. Si el proceso de vacío no es posible, no energice el compensador hasta siete días después del llenado.

Conmutador Bajo Carga

El cambiador de tomas bajo carga es un dispositivo sencillo con una larga vida útil, siempre que se cumpla el mantenimiento recomendado por el Tabla 11, se siguen.

Tabla 11: Inspecciona el cambiador bajo carga.

Frecuencia – Número de operaciones	Acción recomendada
125.000	1. Medición de resistencia de contacto (2,500 μΩ máx.); 2. Inspección visual; 3. Análisis de desgaste de contactos fijos y móviles.
250.000	1. Sustitución de contactos fijos y móviles; 2. Verificación del mecanismo de funcionamiento.
1.000.000	1. Revisión, desmontaje y sustitución de piezas de desgaste.

Prueba de medición de resistencia

La medición de la resistencia de contacto debe realizarse conectando los terminales del micróhmetro entre los terminales del eje y el anillo colector, los tirantes más centrales de la placa aislante del conmutador, identificados por las letras A y B. En esta condición, la resistencia vendrá dada por la asociación del contacto fijo de la posición actual, el contacto móvil, el eje y el anillo colector. Las mediciones deben realizarse en todas las posiciones uniformes.

Para los interruptores nuevos, los valores medidos no pueden exceder los 800 μΩ. Debido al desgaste natural de los contactos, las desalineaciones y holguras de los mecanismos aumentan gradualmente esta resistencia, consideremos el valor de 2.500 μΩ como el límite máximo aceptable para los interruptores en funcionamiento.

Puntos de verificación

Al realizar inspecciones periódicas de los cambiadores en carga, recomendamos que siempre se verifiquen los siguientes puntos:

1. Todas las tuercas que actúan sobre tirantes de latón deben apretarse y tener un par conferido de 1,2 kgf.m;
2. La cadena de transmisión del sistema principal y el sistema de indicación mecánica, deben tener un espacio libre mínimo de 15 mm y un máximo de 25 mm, proceder:
    - Tire de la corriente en la dirección de descenso (no finalice la conmutación);
    - Verifique el espacio en el centro superior de la cadena entre el plato y la rueda dentada;
    - Si la holgura no está entre 15 y 25 mm (rango completo), ajuste la posición de la salida del motor o del indicador.
3. El rotor del ENCODER o STCMS debe estar sincronizado con los contactos móviles de tal manera que, en la posición nominal, ninguno de sus contactos esté cerrado, utilice la referencia grabada en la placa de circuito para dicho ajuste;
4. Pruebe los bloqueos mecánicos, posición +16, con el motor energizado a 140 VCA;

Vida útil estimada de los contactos

Puede determinar una proyección del ciclo de vida de los contactos del interruptor en función de la carga nominal y las cantidades de funcionamiento.

Esta estimación, presentada por el Tabla 12 se basa en compensadores CAQ-1 con cambiadores en carga fabricados por ITB Equipamentos Elétricos Ltda.

Tabla 12: Vida útil esperada de los contactos.

Subir % en	Número de operaciones estimadas		
	Contacto móvil	Contacto fijo [Unidad]	Contacto fijo [Set]
160	125.000	13.900	125.000
135	177.100	19.700	177.000
120	208.400	23.150	208.500
110	229.200	25.500	230.000
100	250.000	27.800	250.000
90	250.000	37.100	334.000
80	250.000	46.300	417.000
70	250.000	55.600	500.000
60	250.000	64.900	584.000
50	250.000	74.100	666.700
40	250.000	83.400	750.000
30	250.000	92.600	833.400
20	250.000	101.900	916.700
10	250.000	110.000	1.000.0000



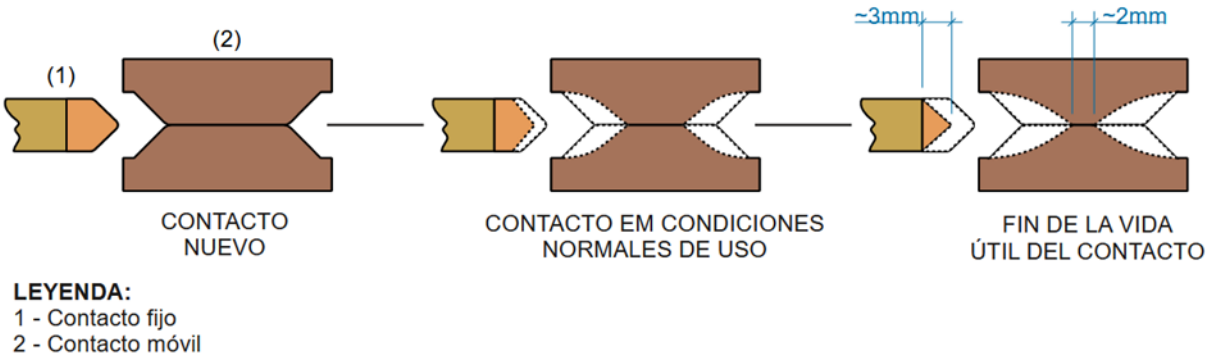
AVISO: Debido a la fatiga mecánica de los resortes de compresión del contacto móvil, el reemplazo de este contacto debe realizarse con un máximo de 250,000 operaciones.



AVISO: La esperanza de vida de los contactos, tal como se presenta en el Tabla 12, no excluye ni limita la responsabilidad del usuario de realizar el mantenimiento preventivo descrito en este manual de instrucciones.

El Figura 17 ilustra la proyección del desgaste verificado en los contactos fijos en el móvil durante la vida útil del cambiador bajo carga.

Figura 17: Desgaste por contacto.



PIEZAS DE REPUESTO PARA REPOSICIÓN

ITB Equipamentos Elétricos Ltda. está disponible para suministrar repuestos para todos sus equipos. Esta solicitud se puede realizar llamando al **+55 (18) 3643-8000**, o por correo electrónico **vendas@itb.ind.br**. Para ello, si es posible, tener a la mano el código ITB y la descripción del componente debe ser informada al momento de la compra.

La lista completa de componentes y accesorios se divide en tres partes: Conmutador, Motor y Compensador. Los siguientes desgloses se desglosan por artículo, descripción, código de material de la ITB y sus respectivos dibujos técnicos (cuando corresponda).

Ciclo vital

ITB Equipamentos Elétricos Ltda. se compromete a recibir y disponer de los equipos producidos por ella cuando se consideren inutilizables, de acuerdo con la legislación vigente.

Aceite aislante – MSDS

Los compensadores reactivos, como muchos dispositivos eléctricos de alto voltaje, tienen una parte activa rodeada de aceite aislante y refrigerante. Por lo tanto, se montan en tanques herméticos con dispositivos de alivio de presión. En funcionamiento, este aceite puede alcanzar altas temperaturas e, incluso a temperatura ambiente, es un agente que puede ser contaminante y agresivo.

Recomendamos leer la Ficha de Datos de Seguridad de Productos Químicos – MSDS, que contiene toda la información necesaria para un manejo seguro, una eliminación adecuada, los riesgos asociados y las medidas en caso de accidentes.

La ITB está disponible para aclaraciones e información adicional. La ITB se reserva el derecho de revisar y actualizar este manual sin previo aviso. No está permitido utilizar la marca registrada ITB Equipamentos Elétricos Ltda. sin su consentimiento previo.
Los productos SEL a los que se hace referencia en este documento son propiedad de Schweitzer Engineering Laboratories, Inc.
Microsoft® Windows son marcas comerciales registradas de Microsoft Corporation® en los Estados Unidos y/o en otros países.
IEEE Std C57.15TM es una marca comercial registrada del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, Inc. Este producto no está respaldado ni aprobado por IEEE. ®
ABNT® es una marca registrada de la Asociación Brasileña de Normas Técnicas, todos los derechos reservados.

ITB EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS LTDA.
Rua Devanir Terence, 161 | Parque Industrial Raif Mehana Rahal
Birigui - SP | Código postal: 16206-012
Teléfono: +55 (18) 3643-8000 | Fax: +55 (18) 3643-8016
www.itb.ind.br | vendas@itb.ind.br
©2025 ITB Equipamentos Elétricos Ltda. Todos los derechos reservados.