

REGULADOR DE Tensión MONOFÁSICO

TIPO TRANSFORMADOR | POR ESCALONES



MANUAL DE INSTRUCCIONES

MIR-001 | ES

REV202507



itb[®]
EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS

ÍNDICE

SEGURIDAD E IMPORTANCIA DE LA VIDA	1
INFORMACIÓN DE SEGURIDAD	1
INSTRUCCIONES GENERALES DE SEGURIDAD	2
INTRODUCCIÓN	3
INFORMACIONES ADICIONALES	3
NORMAS DE FABRICACIÓN	3
POLÍTICA DE GESTIÓN INTEGRADA	3
RECIBIMIENTO	3
DESCARGA, ALMACENAJE Y TRANSPORTE	3
REGULADOR DE TENSIÓN - VISTA GENERAL	5
ARTÍCULOS DE SÉRIE	5
ARTÍCULOS OPCIONALES	6
REGULADOR DE TENSIÓN RAV-2: CARACTERÍSTICAS EXTERNAS	6
IDENTIFICACIÓN DE TERMINALES DE LÍNEA	8
DESCRIPCIÓN - PRINCIPALES ACCESORIOS	9
CAJA DE PASO AUXILIAR	9
INDICADOR DE POSICIÓN MECÁNICO EXTERNO MODELO TCPI-1	13
PARARRAYOS SERIE (BY-PASS)	15
PARARRAYOS PARALELO (<i>SHUNT</i>)	16
INSTALACIÓN Y OPERACIÓN	17
PLACA DE IDENTIFICACIÓN	17
POTENCIA NOMINAL EN FUNCIÓN DE LA ALTITUD	19
INSPECCIONES ANTES DE LA INSTALACIÓN	19
OPCIONES DE CONEXIÓN DEL SISTEMA	20
CONEXIÓN TP EXTERNA INDEPENDIENTE	25
PUESTA A TIERRA EN BANCO DE REGULADORES	27
BANCO DE REGULADORES EN CASCADA	27
CONEXIONES DE LOS TERMINALES DE LÍNEA	28
COLOCANDO EN OPERACIÓN	29
VERIFICANDO LA OPERACIÓN Y LA REGULACIÓN	30
RETIRANDO DE LA OPERACIÓN	31
DETALLES DE CONSTRUCCIÓN Y CONEXIONES	32
DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE LOS DEVANADOS	32
DISPOSICIÓN INTERNA DE LOS COMPONENTES	33
DIAGRAMA DE CABLEADO INTERNO ESTANDARIZADO	34
DEVANADOS	35
CONMUTADORES	35

MANUTENCIÓN PREVENTIVA 35

INSPECCIONES Y MANTENIMIENTOS PERIÓDICOS.35

RETIRANDO LA PARTE ACTIVA DEL TANQUE.....38

RECOLOCANDO LA PARTE ACTIVA EN EL TANQUE.....39

CONMUTADOR BAJO CARGA.....40

PIEZAS SOBRESALIENTES PARA REPOSICIÓN..... 42

CICLO DE VIDA42

ACEITE AISLANTE - FISPQ.....42

SEGURIDAD E 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, individuales o globales, recomendados para actividades alrededor de equipos y líneas de alta tensión.

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 con estas instrucciones;
- 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 advertencias.

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 tem como intenção de fornecer as instruções para instalação, operação e manutenção dos reguladores de tensão ITB, modelo RAV-2.



AVISO: La lectura completa de este manual ayudará a la instalación adecuada, el manejo seguro, la operación eficiente del equipo y el mantenimiento del equipo en condiciones seguras y confiables.

INFORMACIONES ADICIONALES

Este manual no pretende cubrir todos los detalles o variaciones del equipo y sus respectivos sistemas de control, procedimientos o procesos en general, ni brindar orientación sobre todas las prácticas requeridas para la instalación, operación y mantenimiento. Si necesita más información, entre en contacto con un representante técnico de ITB Equipamentos Elétricos Ltda.

NORMAS DE FABRICACIÓN

Los reguladores de ITB Equipamentos Elétricos Ltda. están diseñados, fabricados y probados de acuerdo con las últimas versiones de los estándares ABNT® NBR 11809 o IEEE Std C57.15TM.

POLÍTICA DE GESTIÓN INTEGRADA

Nosso alto padrão de qualidade, preservação ao meio ambiente e bem-estar pessoal, estão endossados pela normativas ISO 9001 Sistema de Gestão de Qualidade, ISO 14001 Sistema de Gestão Ambiental e OSHAS 18001 Sistema de Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional.

RECIBIMIENTO

Antes del embalaje, el regulador se prueba e inspecciona en la fábrica. Al recibirlo, se debe realizar otra inspección para localizar cualquier daño que haya podido ocurrir durante el tránsito. El indicador de posición externo, caja de control, pararrayos, radiadores, pasatapas, cables eléctricos y demás componentes externos deben estar rígidamente acoplados al cuerpo del regulador, 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 a la descarga, informe inmediatamente al representante o al departamento de postventa de ITB Equipamentos Elétricos Ltda.

DESCARGA, ALMACENAJE Y TRANSPORTE

Toda y cualquier manipulación del equipo debe ser realizada con cuidado por personal calificado y con las protecciones necesarias. El regulador no debe elevarse por encima de personas y objetos.

El regulador debe levantarse de manera nivelada, usando cables o cadenas y usando las correas de suspensión sujetas al costado del tanque.

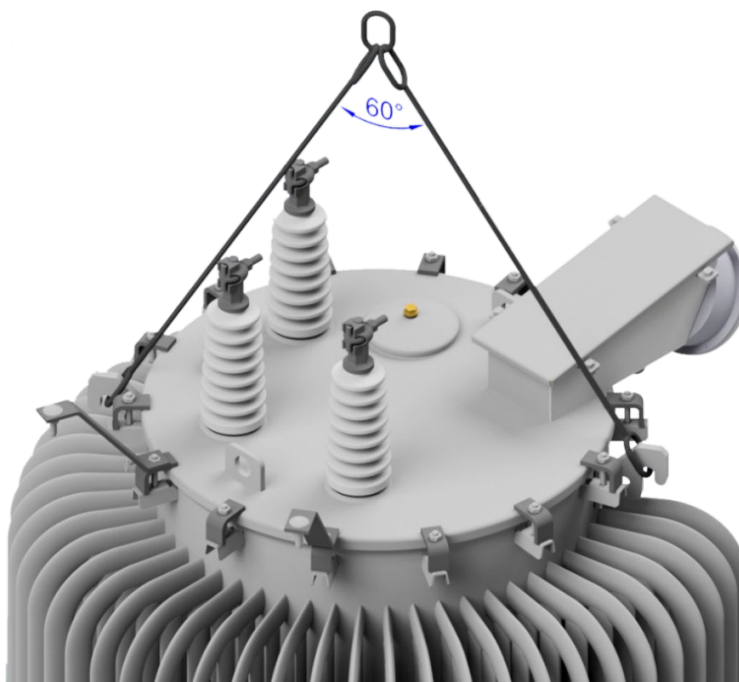
No utilice las argollas instaladas en la cubierta del equipo para levantar el regulador completo. Estas argollas están destinados únicamente a retirar la parte activa que está unida a la tapa.



CUIDADO: NO USE los ojales de la tapa para levantar el equipo completo. La cubierta podría romperse y causar daños al equipo, lesiones corporales graves e incluso la muerte.

El cable o cadena a utilizar debe estar intacto, poder soportar el peso del regulador y tener la longitud suficiente para que el ángulo formado entre cada tramo del cable, con el vértice en el gancho, sea como máximo de 60°, como se muestra en la Figura 1.

Figura 1: Método de suspensión total.



CUIDADO: El uso de cables, cintas o cadenas demasiado cortas, que proporcionen ángulos superiores a 60°, provocará una deformación permanente en el tanque del regulador y la rotura de los ganchos de suspensión, provocando daños en el equipo, lesiones corporales graves e incluso la muerte.

Si el regulador se descarga temporalmente, el equipo debe almacenarse, preferiblemente en 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 regulador al lugar de instalación, para mantener la garantía del producto, se deben tomar medidas preventivas para evitar constantes golpes 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 de acuerdo con la Tabla 1.

Tabla 1: Valores límite de velocidad de transporte.

Tipo da Via de Transporte	Velocidad Máxima Recomendada [km/h]
Pavimentado	80
No pavimentada	40



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

REGULADOR DE TENSIÓN - VISTA GENERAL

Los reguladores de tensión RAV-2 de ITB Equipamentos Elétricos Ltda. pretenden mantener los niveles de tensión dentro de los límites programados, mejorando significativamente la calidad de la distribución eléctrica.

El regulador es un autotransformador equipado con un conmutador bajo carga que, junto con un reactor de transición, regula la tensión de línea, corrigiendo desviaciones de hasta $\pm 10\%$ con pasos de 0,625% de la tensión nominal. Los escalones se distribuyen en 33 derivaciones, 16 de subida, 16 de bajada y 1 posición neutral. Para más detalles ver la sección: **DETALLES CONSTRUCTIVOS Y CONEXIONES.**

Artículos de série

Os reguladores são dispostos em construção unitária e possuem as seguintes características de série:

- Base con agujeros para instalación de plataforma;
- Bloque de terminales en la tapa;
- Pasatapas aptos para nivel de tensión y corriente nominal;
- Conmutador bajo carga adecuado para los niveles de tensión y corriente nominal;
- Conector de puesta a tierra ABNT® o IEEE TM;
- Conexión superior para filtro prensa y termovació (rosca 1,1/2");
- Construcción en tanques sellados;
- Ganchos de suspensión total del regulador;
- Indicador de nivel de aceite con marcado nominal y mínimo;
- Ojal de suspensión de parte activa;
- Pararrayos serie externa;
- placa de identificación de acero inoxidable;
- Relleno con aceite mineral aislante tipo II de acuerdo con ASTM D3487;
- Soporte de montaje en poste ABNT® o IEEE TM (para reguladores con masa ≤ 1.500 kg);
- tapa de inspección;
- Válvula de alivio de presión interna;
- Válvula de drenaje con dispositivo de toma de muestras de aceite.

Artículos 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 a 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 a 10 metros (paso de 1 metro);
- Caja de paso auxiliar para conexión de control único;
- Caja de control de acero inoxidable;
- Conectores de pasatapa tipo NEMA;
- Control monofásico, modelo CTR-2, de ITB Equipamentos Elétricos Ltda.;
- Control monofásico, modelo SEL-2431, de Schweitzer Engineering Laboratories Inc.;
- Control trifásico, modelo CTR-3, de ITB Equipamentos Elétricos Ltda.;
- Colores alternativos de acabamiento;
- Estructura de elevación ajustable en acero galvanizado para la instalación del regulador;
- Indicador de nivel de aceite con alarmas;
- Indicador de posición analógico externo, modelo TCPI-1, de ITB Equipamentos Elétricos Ltda.;
- Manómetro de vacío y presión;
- Aceite de origen vegetal;
- Tornillos exteriores de acero inoxidable;
- Pararrayos externo de línea;
- Placa de identificación en la tapa de la caja de control;
- Protectores de los pasatapas;
- Sistema de calefacción de la caja de control.
- Soporte para montaje de pararrayos paralelo (shunt)
- Termómetro de la parte superior del aceite con o sin alarmas;
- TP externo independiente para medición del lado de la fuente (solo para control individual);
- Válvula de alivio de presión interna con alarma.

Regulador de tensión RAV-2: características externas

Con un diseño simple e intuitivo, de fácil instalación y mantenimiento, el regulador de tensión cuenta con todos los componentes fundamentales para su correcta operación. La ubicación y descripción de cada uno de estos componentes se puede ver en la Figura 2 y Tabla 2.



AVISO: Los siguientes detalles no pretenden cubrir todas las posibilidades de construcción externa de un regulador de tensión. Los detalles intrínsecos a cada proyecto deben ser consultados durante la etapa de análisis de factibilidad técnica y aprobación de la orden de compra.



AVISO: Para más detalles sobre los controles reguladores de tensión fabricados por ITB Equipamentos Elétricos, acceda a nuestro sitio web y descargue las últimas versiones de los manuales de instrucciones.

Figura 2: Componentes externos del regulador RAV-2.

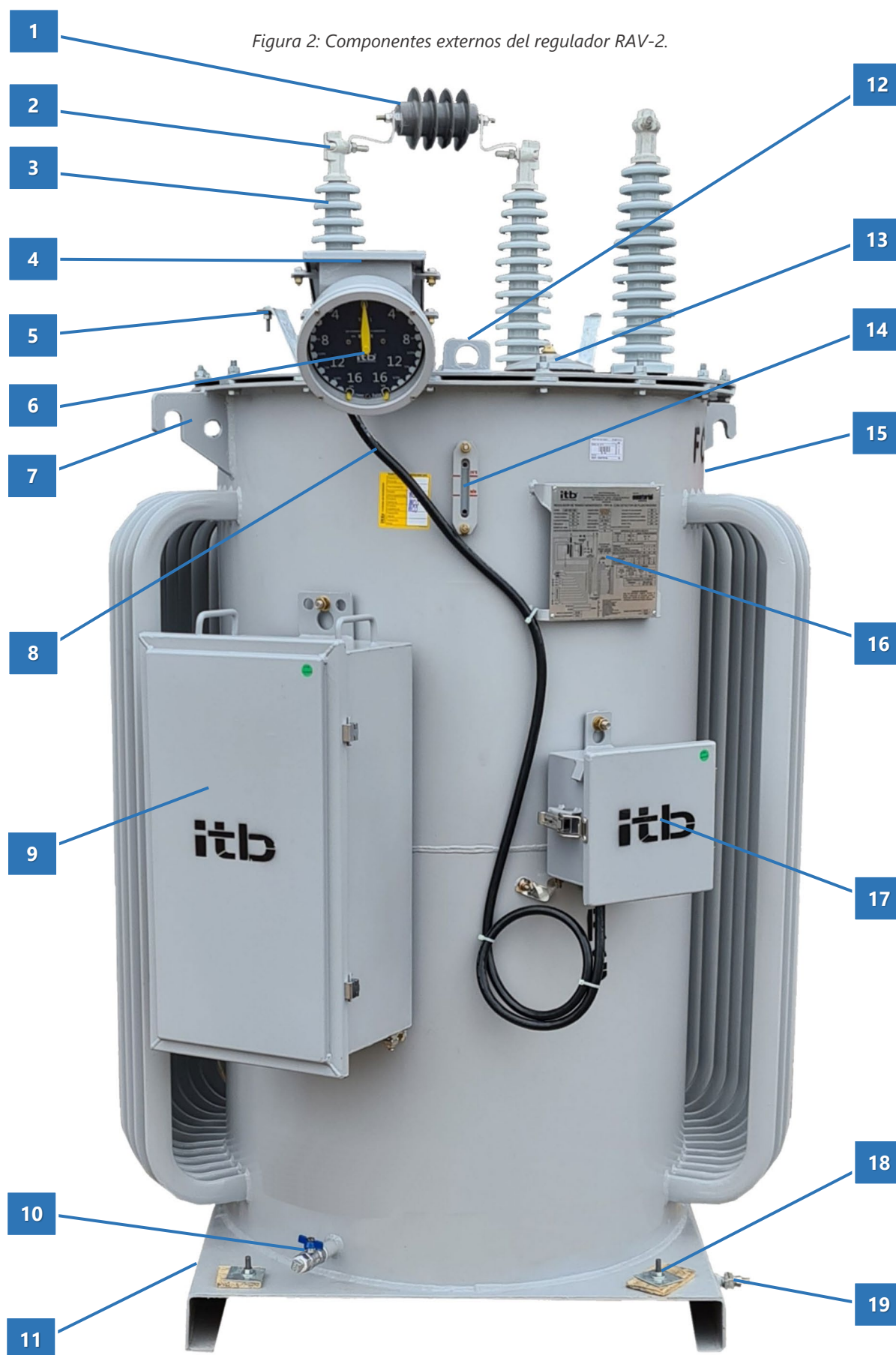


Tabla 2: Componentes externos del regulador RAV-2.

Ítem	Descripción
1	Pararrayos de óxido de zinc para protección de devanados en serie
2	Conectores de línea
3	Aislador
4	Caja del bloque de terminales
5	Soporte para montaje de pararrayos paralelo (shunt)
6	Indicador de posición mecánico externo modelo TCPI-1
7	Ganchos de suspensión total del regulador
8	Cable de control
9	Caja de control (según especificación del cliente)
10	Válvula de drenaje con dispositivo de toma de muestras de aceite
11	Base con agujeros para instalación de plataforma
12	Ojal de suspensión de parte activa
13	Tapa de inspección
14	Indicador de nivel de aceite con marcación nominal y mínima
15	Válvula de alivio de presión interna (parte trasera del tanque del regulador)
16	Placa de identificación de acero inoxidable
17	Caja de paso auxiliar para conexión de control único (si aplicado)
18	Provisión de 4 agujeros redondos de 20 mm de diámetro para fijar la base a la plataforma
19	Conector de puesta a tierra ABNT [®]

Identificación de terminales de línea

os terminales de línea de los reguladores se identifican según lo especificado por el cliente y de acuerdo con las nomenclaturas descritas por ABNT[®] o IEEE TM. Estas identificaciones están marcadas de forma indeleble en la tapa del regulador en bajorrelieve y reforzadas con pintura. La Figura 3 representa el marcado según la nomenclatura ABNT[®] y la Figura 4, según la IEEE TM.

Figura 3: Nomenclatura ABNT[®].

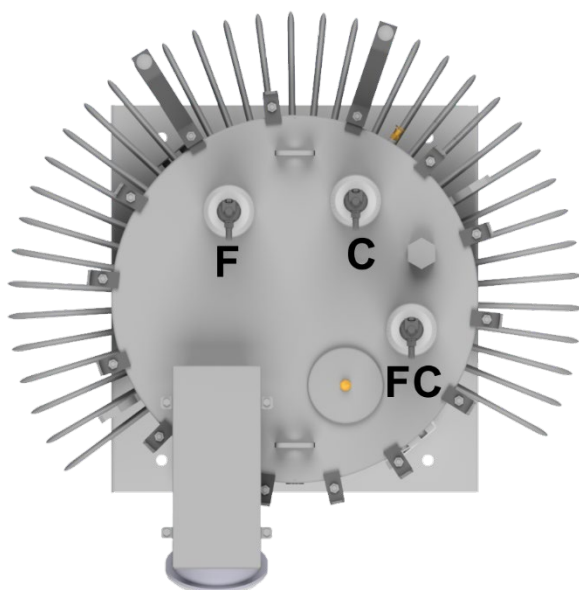
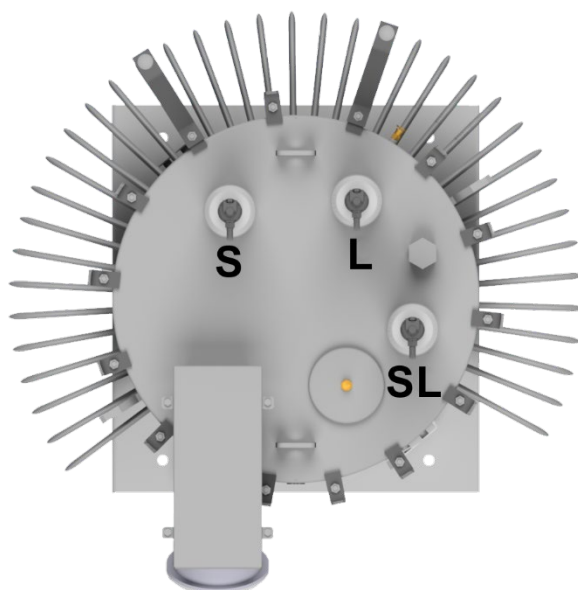


Figura 4: Nomenclatura IEEETM.



El terminal conectado a la fuente del sistema se identifica con la letra F (fuente) o S (source) y está ubicado a la izquierda del regulador, visto desde arriba. El terminal conectado a la carga del sistema se identifica con la letra C (carga) o L (load), y se ubica en el centro del regulador. El terminal del común que está conectado a la referencia, se designa con la letra FC (fuente-carga) o SL (source-load), y está ubicado a la derecha del regulador.

DESCRIPCIÓN - PRINCIPALES ACCESORIOS

Para que la operación de los reguladores de tensión sea completo y seguro, son necesarios algunos accesorios. Estos accesorios se describen a continuación:

Caja de paso auxiliar

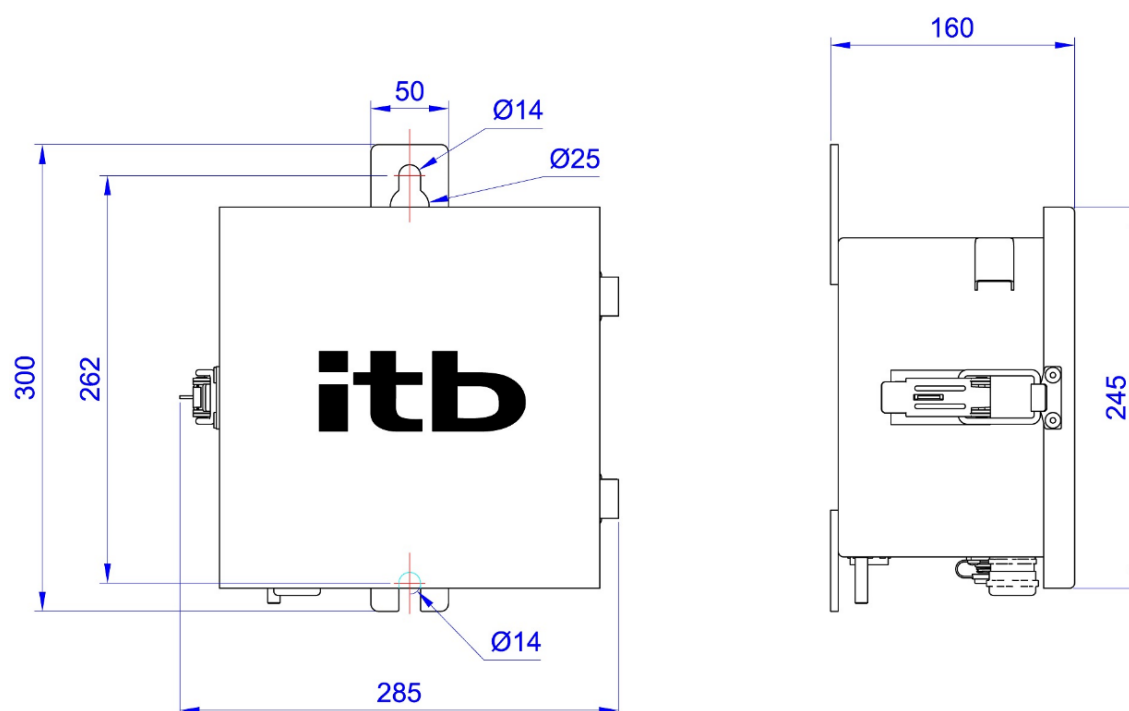
Cuando se suministren reguladores de tensión sin el control, o si así lo especifica el cliente, se dispondrá de una caja de paso auxiliar para interconectar entre el sistema de control elegido al regulador de tensión.

Todos los componentes de esta caja están alojados en un cubículo metálico, fabricado en acero al carbono y revestido con un sistema de pintura líquida o en polvo, en color gris claro, Notación MUNSELL N° 6.5, o de acuerdo con la pintura estándar del regulador de tensión.

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

La caja dispone de ganchos de fijación para el montaje en el cuerpo del regulador y, si es necesario, también se pueden utilizar para fijar la caja en el poste. Las dimensiones y detalles de los ganchos se muestran en la Figura 5.

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



La caja de paso auxiliar tiene las siguientes características:

- Capacitor del motor (20 μ F / 400 V);
- Interruptor de accionamiento del motor alternativo;
- Interruptor tipo cuchillo para cortocircuitar el TC, asegurando la extracción segura del sistema de control;
- Contador de operaciones acumulativo electromecánico de 6 dígitos;
- Dispositivos de proteção dos sinais de atuação do motor;
- Entrada adicional para señal externa de TP y TC;
- Grado de protección IK9 contra impactos mecánicos externos;
- Grado de protección IP54 preparado para trabajar a la intemperie;
- Placa de circuito impreso con terminales de resorte para entrada y salida y señales;
- Terminal roscado M8 para puesta a tierra;
- Terminal de conexión para selección de tensión primario;
- Enchufe macho de 18 vías con patrón circular.

Componentes internos

La caja auxiliar de paso tiene los componentes necesarios para la amplia interfaz estandarizada entre el sistema de control y el regulador de tensión, la ubicación y descripción de cada uno de estos se pueden ver en la Figura 6 y la Tabla 3: Componentes internos de la caja auxiliar. Tabla 3.

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

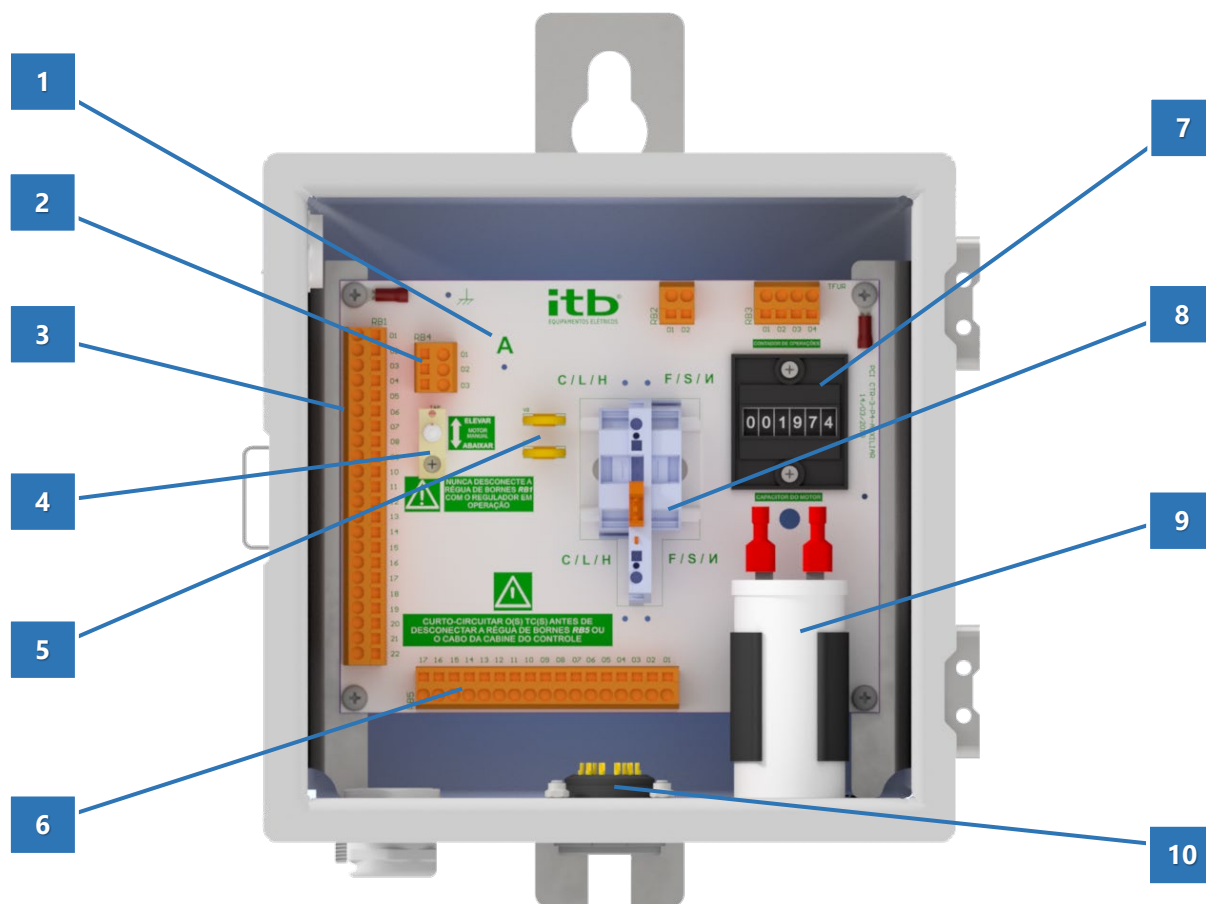


Tabla 3: Componentes internos de la caja auxiliar.

Ítem	Descripción
1	Placa de circuito impreso PCI CTR-3 - P4 – AUXILIAR
2	Terminal de conexión para selección de tensión primaria (anillo A) ¹
3	Terminal de entrada de señal del regulador de tensión
4	Interruptor de accionamiento alternativo del motor
5	Dispositivos de protección de la señal de actuación del motor
6	Terminal de salida de señal del regulador de tensión para enchufe circular macho estandarizado
7	Contador de operaciones acumulativo electromecánico de 6 dígitos
8	Interruptor tipo cuchilla para cortocircuitar el secundario del TC
9	Capacitor del motor (20 µF / 400 V)
10	Enchufe padronizado circular macho de 18 vías

Interfaz estandarizada

La conexión entre el sistema de control elegido y la caja de paso auxiliar del regulador de tensión auxiliar se realiza a través de una interfaz estandarizada, de acuerdo con el artículo 10 de la Tabla 3. Esta interfaz tiene señales estandarizadas, que atienden a las más diversas especificaciones técnicas del mercado, de acuerdo con la Tabla 4.

Tabla 4: Pinos estandarizados para interfaz.

Pinos	Descrição
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 del motor en la dirección de descenso
8	Reset del indicador de posiciones
9	Retención del motor
10	- Sin conexión -
11*	Indicador de polaridad
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*	Fase de medición de tensión para TP auxiliar
18*	Fase de medición de tensión para TC auxiliar



CUIDADO: Para evitar problemas, incluso la quema del sistema de control, los puntos indicados con * DEBEN ser abiertos caso se utilice sistemas de controles no fabricados por ITB Equipamentos Elétricos Ltda.

¹ Para más información sobre el ajuste de la tensión primaria, consulte la sección: **Ajuste de la tensión primaria.**

La interfaz fijada a la caja auxiliar es de tipo enchufe circular macho de 18 vías. La interfaz que se debe conectar a la caja auxiliar debe ser un enchufe circular hembra de 18 vías, como se muestra en la Figura 7.

Figura 7: Toma circular hembra de 18 vías.



Accionamiento alternativo del motor

El interruptor de accionamiento alternativo del motor está ubicado en la placa de circuito impreso denominada PCI CTR-3 - P4 - AUXILIAR, y en la posición TAP, conforme el artículo 4 de la Tabla 3.

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

La llave es de tipo momentáneo con 3 posiciones, una normalmente apagada y las que accionan el motor de elevación y descenso, como se indica en la serigrafía de la PCB CTR-3 - P4 - AUXILIAR.



PELIGRO: NO OPERE esta función en reguladores de tensión 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.

Corto-circuito del TC

Para evitar sobretensiones en el secundario del TC, antes de retirar el sistema de control elegido, es necesario cortocircuitar la señal de corriente. Esta operación debe realizarse a través del interruptor tipo cuchillo, fijado en la placa de circuito impreso denominada PCI CTR-3 - P4 - AUXILIAR, dentro de la caja de paso auxiliar. La Figura 8 ilustra este procedimiento.

Figura 8: Procedimiento para corto-circuitar el TC.

Señal del TC para sistema de control



Señal del TC a tierra



CUIDADO: NO RETIRE el conector del enchufe circular estándar sin antes cortocircuitar el TC. El circuito del TC DEBE cortocircuitarse al retirar el sistema de control. El no cumplimiento de estas instrucciones resultará en daños al equipo.

Indicador de posición mecánico externo modelo TCPI-1

El indicador de posición mecánico externo, modelo TCPI-1 para reguladores de voltaje RAV-2 de ITB Equipamentos Elétricos Ltda., es un dispositivo que permite obtener información de posicionamiento del conmutador en tiempo real, a través de su conexión a través de un eje flexible conectado directamente al mecanismo del conmutador bajo carga.

Se fija a la tapa del regulador y tiene una inclinación que la hace visible desde el suelo. El TCPI-1 tiene un display graduado en 16 pasos de subida, 16 pasos de bajada y posición neutra, los pasos tienen indicaciones solo para los taps pares.

Este visor, simultáneamente, es capaz de indicar la posición actual, máxima y mínima alcanzada durante la operación del regulador. Los punteros que indican las posiciones máximas y mínimas son del tipo arrastre, para su restablecimiento (reset) se debe utilizar el botón correspondiente del sistema de control elegido.

Capacidad de corrientes nominales suplementarias en funcionamiento continuo (load bonus)

Estandarizados por la ABNT[®] NBR 11809 y IEEE Std C57.15TM, los reguladores de tensión monofásicos deben poder trabajar con corrientes nominales suplementarias en régimen continuo (load bonus), siempre que esta corriente no supere los 668 A. Los detalles de ajustes se encuentran en la Tabla 5.

Tabla 5: Tabla de ajuste del load bonus

Rango de Regulación de Tensión [%]	Posición de Ajuste [TAP]	Corriente Nominal Suplementaria en Régimen Continuo [%]
±10,00	±16	100
±8,75	±14	110
±7,50	±12	120
±6,25	±10	135
±5,00	±8	160

Para cumplir con esta función, el indicador TCPI-1 está equipado con interruptores de fin de curso que permiten controlar el límite del rango de operación (control de load bonus) para los lados de elevación (raise) y bajar (lower). La ubicación y descripción de cada una de estos interruptores, y los demás ítems TCPI-1, se pueden ver en la Figura 9 y la Tabla 6.

Figura 9: Indicador TCPI-1.

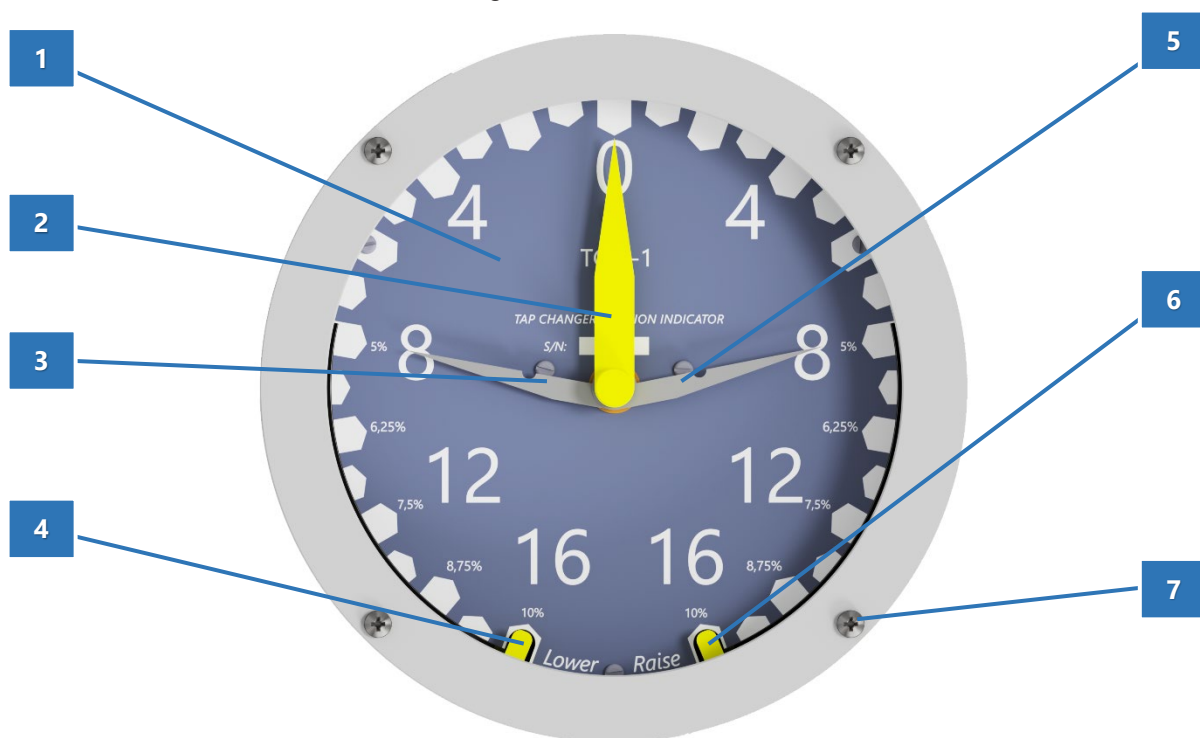


Tabla 6: Componentes del indicador TCPI-1.

Ítem	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

Ajuste de los interruptores de fin de curso (load bonus)

La función de load bonus en los reguladores RAV-2 permite agregar capacidad de conducción de corriente adicional a través de reducción del rango de regulación. Esta operación debe ser ajustada a través de los ajustes de los interruptores de fin de curso del indicador de posición TCPI-1, o a través de una función digital disponible en el sistema de control elegido, para que pueda limitar el rango de trabajo del conmutador bajo carga en ambas direcciones.



AVISO: Asegúrese de que el puntero indicador de posición actual no esté fuera del rango de regulación previsto antes de realizar el ajuste de las palancas de bloqueo.



AVISO: NUNCA manipule el puntero de indicación de posición actual.

Caso necesario, conmute manualmente el conmutador para dentro del rango requerido antes de activar la función de *load bonus*.

Para programar las palancas de los interruptores de fin de curso, proceda con los siguientes pasos:

1. Utilice un destornillador Phillips #2 para aflojar los 4 tornillos que fijan la parte delantera del indicador TCPI-1;
2. Empuje las palancas al nuevo rango de load bonus requerida, observe que cada 2 pasos de ajuste, entre las posiciones de ± 8 a ± 16 , habrá un pequeño clic, indicando la posición correcta;
3. Cierre la tapa frontal del indicador y apriete los 4 tornillos de fijación;
4. Asegúrese de que se haya restablecido el sellado de la tapa del indicador con su cuerpo.



AVISO: El ajuste del load bonus directamente en el indicador TCPI-1 posee predominancia sobre los ajustes digitales, ya que interrumpe eléctricamente el circuito del motor del conmutador.



PELIGRO: Por razones de seguridad, cuando se alimentan reguladores de tensión sin el sistema de control, solo con la caja de paso auxiliar, se recomienda especificar el indicador TCPI-1 en la orden de compra.

Pararrayos serie (by-pass)

Los reguladores de tensión RAV-2 están equipados con un pararrayos, tipo varistor de óxido metálico (Zno, óxido de zinc), con encapsulado de polímero de silicona, para protección de devanados en serie, conectado entre los terminales de fuente (F o S) y carga (C o L), de acuerdo con el ítem 1 de la Tabla 2. El propósito de este dispositivo es limitar la tensión que pasará por el devanado serie del regulador durante sobretensiones atmosféricas, sobretensiones de conmutación o cualquier otro problema de línea. En la Tabla 8 se detallan las especificaciones de los pararrayos serie utilizados según la tensión nominal del regulador.

Tabla 7: Pararrayos série (by-pass).

Característica Básicas	Tensión Nominal del Regulador $\leq 19,92$ kV	Tensión Nominal del Regulador $> 19,92$ kV
Tensión nominal (kV)	3,0	6,0
Tensión máxima de operación continua (kV)	2,55	5,1
Frecuencia nominal (Hz)	50/60	50/60
Corriente nominal de descarga 8/20 μ s (kA)	10	10
Capacidad de absorción de energía (kJ/kV)	1,8	1,8

Pararrayos paralelo (shunt)

Para la protección del devanado en paralelo (excitación o shunt) del regulador, se recomienda instalar un pararrayos en paralelo en todos los terminales del regulador sin conexión a tierra.

Caso especificado, el regulador de tensión puede venir con soportes para instalar estos pararrayos cerca de las terminales del regulador. Conecte el pararrayos directamente a tierra, utilizando un cable de menor extensión posible².

En la Tabla 8 se detallan las especificaciones del pararrayos en paralelo según la tensión nominal del regulador.

Tabla 8: Pararrayos paralelo (shunt).

Tensión Nominal del Regulador [V]	Pararrayos Paralelo Recomendado	
	Tensión Nominal [kV]	Tensión Máxima de Operación Continua [kV]
6.600	9,0	7,65
7.620	10,0	8,40
7.967	10,0	8,40
8.660	12,0	10,20
10.000	15,0	12,70
11.000	15,0	12,70
13.800	18,0	15,30
14.400	18,0	15,30
15.000	21,0	17,00
19.920	27,0	22,00
20.000	27,0	22,00
22.000	30,0	24,40
23.100	30,0	24,40
30.000	36,0	30,60
33.000	36,0	30,60
34.500	36,0	30,60



AVISO: La tabla 8 es de carácter informativo, se recomienda realizar estudios de protección para validar caso a caso el sistema de protección del regulador de tensión.

²Para más detalles sobre la instalación de pararrayos en paralelo, consulte la sección: **Posibilidades de Conexión del Sistema.**

INSTALACIÓN Y OPERACIÓN

Los enfoques a seguir son determinantes para una instalación y operación segura de los reguladores de tensión RAV-2 de ITB Equipamentos Elétricos Ltda.

Placa de identificación

Antes de la instalación y operación, es esencial leer todos los datos en la placa de identificación del regulador. Por defecto, cada regulador tiene una placa de identificación, fabricada en acero inoxidable, y fijada en el tanque. En la Figura 10 se puede ver un modelo típico de esta placa.

Trae datos inherentes al proyecto del regulador, información necesaria para el uso adecuado del equipo. También lleva grabado el número de serie, fecha de fabricación, código de cliente (si aplica) y patrimonio (si aplica).

Al comunicarse 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.



itb[®]
EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS

INDUSTRIA BRASILEIRA
ITB EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS LTDA.
CALLE DEVANIR TERENCE Nº 161 - BIRIGUI - ESTADO DE SÃO PAULO
CEP: 16.206-012 - CNPJ: 46.151.130/0001-26
www.itb.ind.br

REGULADOR DE TENSIÓN MONOFÁSICO - TIPO B - CON EL DETECTOR DEL FLUJO INVERSO

NORMA

POTENCIA NOMINAL kVA

TENSIÓN NOMINAL kV

CORRIENTE NOMINAL A

FRECUENCIA Hz

NÚMERO DE FASES

NÚMERO SERIE

FECHA DE FABRICACIÓN

TIPO

TIPO DE ACEITE

REFRIGERACIÓN

REGULACIÓN % EN 32 PASOS DE 5/8%

VOLUMEN DE ACEITE AISLANTE l

MASA DE ACEITE AISLANTE kg

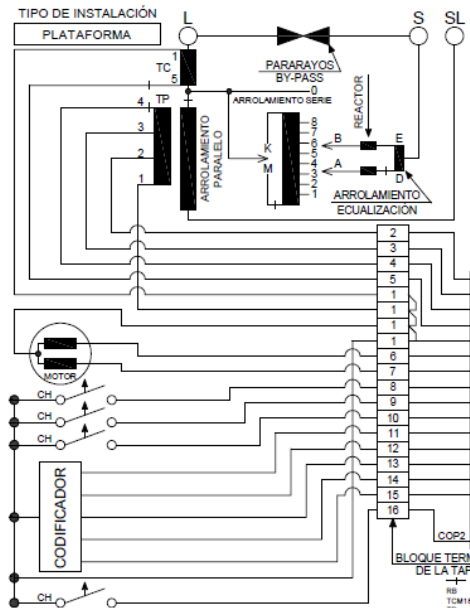
MASA DE PARTE ACTIVA (CON LA TAPA) kg

MASA DE TANQUE Y LOS ACCESORIOS kg

MASA TOTAL kg

LÍMITE DE ELEVACIÓN DE TEMPERATURA DE LOS ARROLLOS °C

TIPO DE INSTALACIÓN:



ALTITUD DE INSTALACIÓN msnm

PINº

POSICIÓN	%	BASE: POTENCIA PASANTE
+16		kVA
0	0	A
-16		

NIVEL DE AISLAMIENTO (kV)			
TERMINALES	L	S	SL
TENSIÓN SOPORTABLE A LA FRECUENCIA INDUSTRIAL (EFICAZ)			
IMPULSO ATMOSFÉRICO (CRESTA)			

AJUSTE DE LA CORRIENTE SUPLEMENTAR					
% DE LA REGULACIÓN	10	8,75	7,5	6,25	5
TAP DE AJUSTE	16	14	12	10	8
% DE LA CORRIENTE NOMINAL	100	110	120	135	160

AJUSTE DE LA TENSIÓN			
TENSIÓN NA CARGA (V)	TERMINAL EN EL CONECTOR RB4 DE LA CAJA AUXILIAR	TENSIÓN EN EL MOTOR (V)	RELACIÓN DE TENSIÓN
	A - 1		
	A - 2		
	A - 3		

TRANSFORMADOR DE CORRIENTE	
TERMINAIS	RELACIÓN (A)
1 - 5	

*** ATENCIÓN OPERADOR:**
PARA SU SEGURIDAD, SOLAMENTE COLOCAR O RETIRAR EL REGULADOR DEL SERVICIO, CUANDO EL CONMUTADOR ESTUVIERE EN LA POSICIÓN CERO Y LA LLAVE DE ALIMENTACIÓN DEL CONTROLADOR EN LA POSICIÓN "DESLIGADO".

MANUAL DE INSTRUCCIONES

Ajuste de tensión del primario

En todas las placas de identificación de los reguladores de tensión RAV-2 hay una tabla titulada AJUSTE DE TENSIÓN PRIMARIO. Esta tabla es específica para cada tipo de sistema de control, y trae los cambios necesarios que se deben realizar para que la tensión nominal de trabajo del regulador sea compatible con la tensión nominal de la línea que será regulada. Es necesario observar:

- Cuando el regulador tiene caja de paso auxiliar, el ajuste debe hacerse en el terminal identificado como "A", la cual está conectada a la regla de bornes RB4, ubicada en la placa de circuito impreso denominada CI CTR-3 - P4 – AUXILIAR. Este ajuste puede variar entre las posiciones 1, 2 o 3 de la regla;
- Cuando el regulador tiene el control monofásico modelo CTR-2, sin placa de circuito en su interior (versión antigua de la caja), y el TP de compensación, el ajuste debe hacerse en las terminales identificadas con "A", "B" y "C" en la regla de bornes principal de la caja. El ajuste "A" puede variar entre las posiciones 2, 3 o 4. Los ajustes "B" y "C", entre las posiciones 30 a 35. Si el sistema de control no posee el TP de compensación, solo se debe realizar el ajuste "A", los ajustes "B" y "C" deben mantenerse en sus posiciones originales;
- Cuando el regulador tiene un control monofásico modelo CTR-2, con placa de circuito en su interior, y el TP de compensación, el ajuste debe hacerse en los terminales identificados con "A", "B" y "C". El terminal "A" está conectado a la regla de bornes RB4, mientras que los terminales "B" y "C" están conectados a la regla de bornes RB5. Ambas reglas están ubicadas en la placa de circuito impreso denominada PCI CTR-P1 - FUNDO. El ajuste "A", puede variar entre las posiciones 1, 2 o 3. Los ajustes "B" y "C", entre las posiciones 1 a 8. Caso no esté disponible en el interior de la caja el TP de compensación, apenas el ajuste "A" deberá ser realizado, los ajustes "B" y "C" deberán mantenerse en sus posiciones originales.
- Cuando el regulador tiene el control monofásico SEL-2431, el ajuste debe hacerse en la terminal identificada con "A", la cual se conecta a la regla X1. El ajuste "A" puede variar entre las posiciones 2, 3 o 4.

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

1. Identificar la posición correcta de los terminales de reconexión para seleccionar la tensión adecuada;
2. Utilice un destornillador tipo borne (1/8") para aflojar los tornillos (caja de control CTR-2 antigua) o el resorte (caja auxiliar y caja de control CTR-2) de las reglas de bornes;
3. Proceder a las reconexiones necesarias;
4. Apriete los tornillos o suelte el resorte de las reglas de bornes. ¡Compruebe las conexiones!



PELIGRO: Si el regulador está energizado y es necesario ajustar los terminales "B" y "C", referentes al TP de compensación, abra primero el terminal "A", para evitar el riesgo de choque eléctrico.



PELIGRO: Si el regulador está energizado y es necesario ajustar la tensión primaria, la operación debe realizarse con cuidado, ya que hay varios puntos energizados dentro de la caja.



AVISO: Si el regulador posee la caja de paso auxiliar y caja de control monofásico CTR-2, el ajuste de la tensión del primario debe realizarse únicamente en la caja de paso auxiliar. No quite la terminal "A" de su posición original en la caja de control CTR-2.

Potencia nominal en función de la altitud

Por efecto de la reducción de la densidad del aire por la elevación de la instalación, se incrementa la elevación de temperatura de los reguladores, ya que dependen del aire para disipar sus pérdidas. Por esta razón, para mantener los límites de aumento de temperatura dentro del diseño, los reguladores instalados por encima de los 1.000 metros sobre el nivel del mar (msnm), tienen potencia nominal reducida, de acuerdo con lo especificado por las normas ABNT[®] NBR 11809 e IEEE Std C57.15TM.

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



AVISO: Para que no haya reducción en la potencia nominal del regulador 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 reguladores.

Inspecciones antes de la instalación

Antes de colocar en funcionamiento el regulador, proceda con las siguientes inspecciones:

1. Verifique si el regulador de voltaje seleccionado es compatible con las características de la red donde será instalado;
2. Compruebe si el nivel de aceite está por debajo de la marca mínima. En caso de insuficiencia, verifique las señales visibles de fuga, si no encontrado, promueva la sustitución adecuada con aceite compatible;
3. Inspeccione los pasatapas para detectar daños o señales de fugas en los cercos. Si haya sospecha de infiltración, retire la tapa de inspección para verificar si hay rastros de oxidación o agua en el aceite. Una vez confirmada la infiltración, contactar a ITB Equipamentos Elétricos Ltda. para indicar el procedimiento adecuado;
4. Si el regulador permanece almacenado por algún tiempo, verifique la rigidez dieléctrica del aceite de acuerdo con ABNT[®] NBR IEC 60156. Si el valor encontrado es inferior a 55 kV, filtre el aceite y proceda con pruebas adicionales para verificar su integridad;
5. Examine el pararrayos en serie y sus conductores en busca de daños;
6. Verifique si las marcas en los terminales de línea del regulador están de acuerdo con lo presentado en la sección: **Identificación de los terminales de línea**;
7. Compruebe la rigidez dieléctrica entre los terminales de los pasatapas y el tanque con un megóhmetro de 5 kV. El valor mínimo leído debe ser de 1.000 MΩ a temperatura ambiente;
8. Verificar que el indicador de posición esté libre de daños y en posición neutra y, en caso contrario, proceder con la alimentación externa, prueba funcional a baja tensión y colocando el conmutador en posición neutra;
9. Verifique si el ajuste de la tensión primaria es adecuado para la tensión de línea con la que trabajará el regulador, como se indica en la sección: **Ajuste de la tensión primaria**;
10. Verificar que todos los ajustes de los parámetros estén correctamente programados en el sistema de control elegido, según el script de puesta en marcha preestablecido.



CUIDADO: Caso sea necesario secar la parte activa o someter el aceite a procesos calentamiento, asegúrese de que el conmutador no alcance temperaturas superiores a 90°C. Esto puede causar daños a los micro interruptores responsables de las señales del conmutador bajo carga.



AVISO: Consulte el manual del fabricante del sistema de control elegido para obtener detalles generales de sus funciones, ajustes y operación.

Opciones de conexión del sistema

Los reguladores de voltaje RAV-2 de ITB Equipamentos Elétricos Ltda. pueden trabajar en diferentes configuraciones del sistema, reuniendo una amplia posibilidad de conexión y regulación. El tipo de conexión del regulador al sistema determinará su tensión nominal.

Este manual cubrirá las siguientes posibilidades de conexión y regulación:

- Regulación monofásica, fase neutra con múltiples conexiones a tierra, a dos hilos;
- Regulación monofásica, fase a fase, un regulador, dos hilos;
- Regulación trifásica, fase a fase, dos reguladores, delta abierto de tres hilos;
- Regulación trifásica, fase a fase, tres reguladores, delta cerrado de tres hilos;
- Regulación trifásica, fase a fase, tres reguladores, delta cerrado retardado de tres hilos;
- Regulación trifásica, fase neutra con múltiples conexiones a tierra, tres reguladores, estrella cuatro hilos.



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



PELIGRO: Si el terminal del común (FC o SL) del regulador de voltaje está abierto, es decir, sin referencia y fuera de la posición neutral, dependiendo de la corriente de carga, se pueden inducir altas tensiones que pueden causar daños al equipo, lesiones corporales graves e incluso la muerte. Por lo tanto, **NO INSTALE** dispositivos del tipo corta-circuito automáticos (llave fusible o reconectador) en la terminal común (FC o SL) de los reguladores de voltaje.



AVISO: Los diagramas de conexión muestran interruptores individuales para las funciones de by-pass y desconexión. Sin embargo, se pueden usar interruptores tipo by-pass en cada regulador para realizar operaciones secuenciales simplificadas.



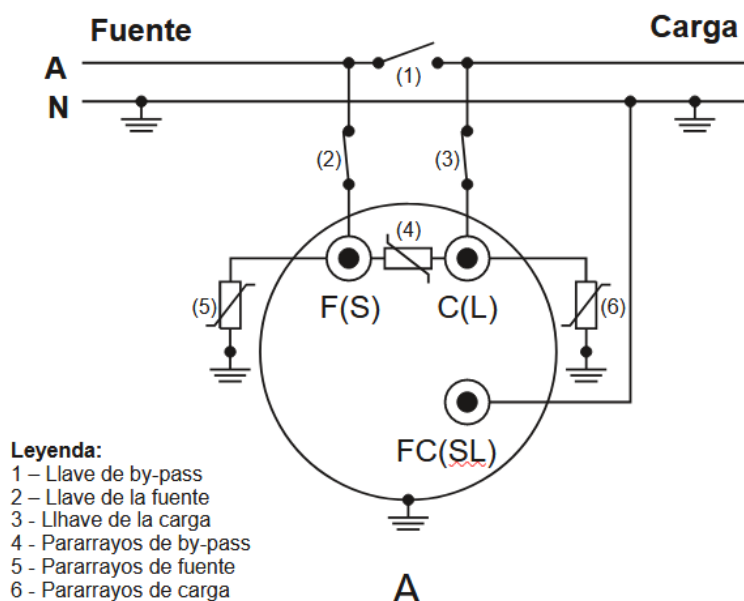
AVISO: Verifique el manual del fabricante del sistema de control elegido para conocer los detalles generales de sus funciones, ajustes y operación para el correcto tratamiento del flujo de potencia en las más diversas posibilidades de conexión.

Regulación monofásica entre fase neutra con múltiples conexiones a tierra

La regulación monofásica, de fase neutra con múltiples conexiones a tierra, a dos hilos, posee conexión conforme se muestra en la Figura 11 y tiene las siguientes características básicas:

- La tensión nominal del regulador es igual a la tensión nominal fase-neutro del sistema;
- Regulación efectiva máxima de hasta $\pm 10\%$ de la tensión entre fase-neutro;
- La corriente es medida apenas en la fase;
- El desfase entre tensión y corriente será de 0° ;
- Puede regular ambos sentidos del flujo de potencia, siempre que el sistema de control elegido sea capaz de hacerlo.

Figura 11: Conexión en línea monofásica fase-neutro.



PELIGRO: Debido a la posible fluctuación neutral y exceso de operaciones en busca de referencia, no debe instalarse un regulador en un circuito de un solo cable.

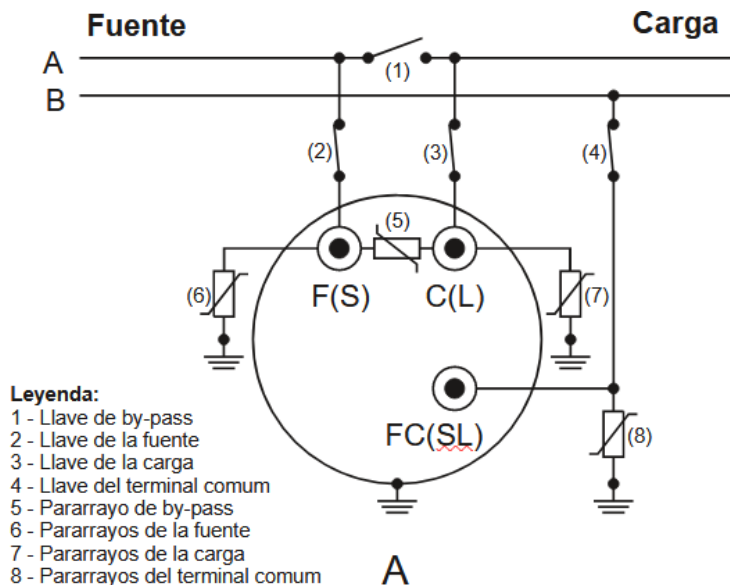
Regulación monofásica entre fase-fase

La regulación monofásica, fase a fase, con regulador a dos hilos, posee conexión como se muestra en la Figura 12 y tiene las siguientes características básicas:

- La tensión nominal del regulador es igual a la tensión nominal fase-fase del sistema;
- Regulación efectiva máxima de hasta $\pm 10\%$ de la tensión entre fases;
- La corriente es medida apenas en una de las dos fases;
- El desfase entre tensión y corriente será de -30° o $+30^\circ$, dependiendo de la secuencia de fases;

- Puede regular ambos sentidos del flujo de potencia, siempre que el sistema de control elegido sea capaz de hacerlo.

Figura 12: Conexión en línea monofásica fase-fase.

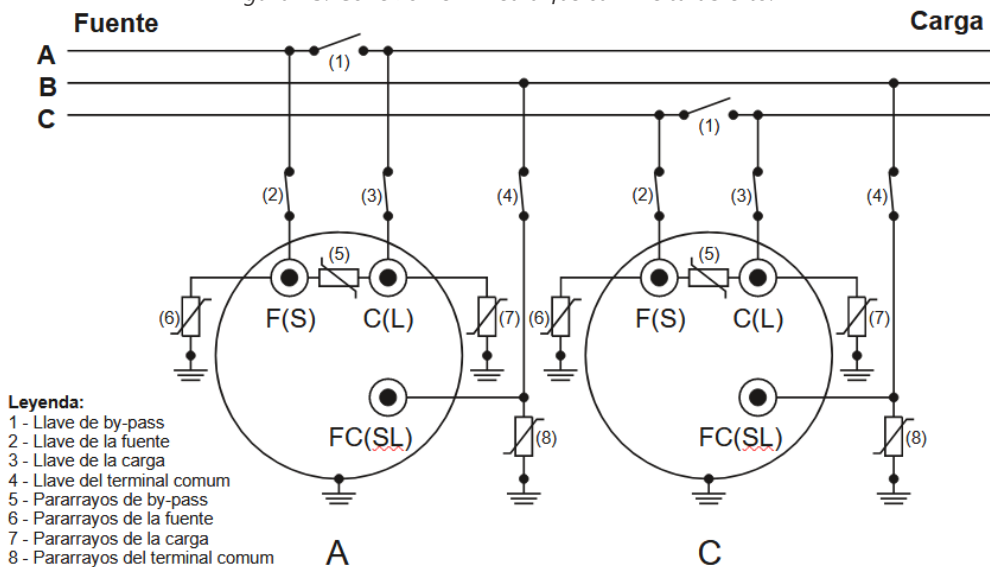


Regulación trifásica - Delta abierto

La regulación trifásica, fase a fase, con dos reguladores, delta abierto, a tres hilos, posee conexión como se muestra en la Figura 13 y tiene las siguientes características básicas:

- La tensión nominal del regulador es igual a la tensión nominal fase-fase del sistema;
- Regulación efectiva máxima de hasta $\pm 10\%$ de la tensión entre fases;
- La corriente es medida apenas en dos de las tres fases;
- El desfase entre tensión y corriente será de -30° para un regulador y $+30^\circ$ para el otro.
- Puede regular ambos sentidos del flujo de potencia, siempre que el sistema de control elegido sea capaz de hacerlo.

Figura 13: Conexión en línea trifásica - Delta abierto.

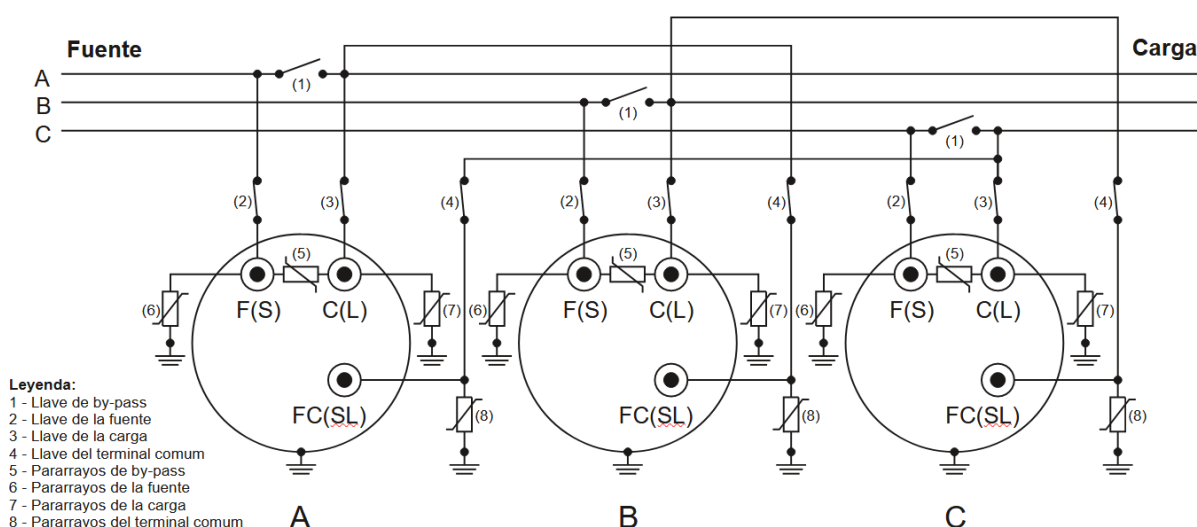


Regulación trifásica – Triángulo cerrado adelantado

La regulación trifásica, fase a fase, con tres reguladores, delta cerrado adelantado, a tres hilos, posee conexión como se muestra en la Figura 14 y tiene las siguientes características básicas:

- La tensión nominal del regulador es igual a la tensión nominal fase-fase del sistema;
- Regulación efectiva máxima de hasta $\pm 15\%$ de la tensión entre fases;
- La corriente es medida en las tres fases;
- El desfase entre tensión y corriente será de $+30^\circ$ para todos los reguladores;
- Cuando el sistema de control elegido es del tipo monofásico, y está en condiciones aptas para eso, es posible regular ambos sentidos del flujo de potencia, siempre que el flujo inverso sea provocado por un pequeño sistema generador (cogeneración);
- Cuando el sistema de control elegido sea del tipo monofásico, y sea apto para eso, para regular el flujo inverso de potencia provocado por cierre de redes en anillo, o por conmutación de las fuentes principales, será obligatorio el uso de un TP externo independiente. Este TP debe tener su primario conectado entre la terminal de fuente (F o S) del regulador que usará su referencia y la terminal de fuente (F o S) del regulador de fase de referencia. Entendida como fase de referencia, la fase donde se conecta el terminal del común (FC o SL) del regulador, con eso, respetando y manteniendo la misma secuencia de fases y polaridad. El terminal secundario del TP debe conectarse a la entrada de señal de tensión adicional del sistema de control elegido.

Figura 14: Conexión en línea trifásica - Delta cerrado adelantado.



AVISO: El TP externo independiente para la medida de tensión entre fases del lado de la fuente es opcional, de ser necesario, especificarlo en el proceso de solicitud de cotización.



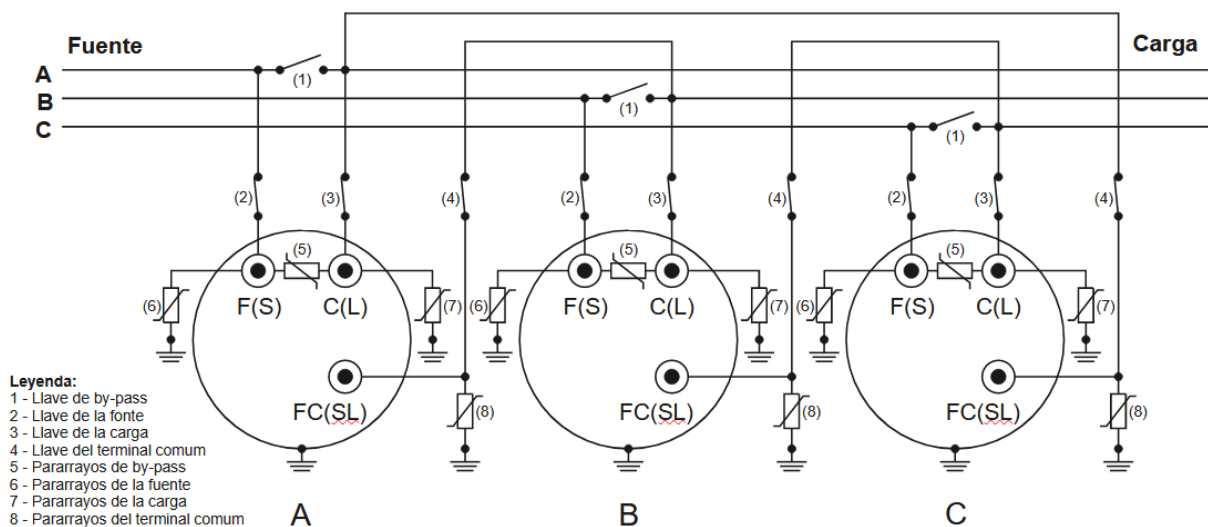
AVISO: Al utilizar el control trifásico, modelo CTR-3, no es necesario utilizar un TP externo independiente para regular el flujo bidireccional en una conexión delta cerrada.

Regulación trifásica – Triángulo cerrado atrasado

La regulación trifásica, fase-fase, con tres reguladores, delta cerrado atrasado, a tres hilos, posee conexión como se muestra en la Figura 15 y tiene las siguientes características básicas:

- La tensión nominal del regulador es igual a la tensión nominal fase-fase del sistema;
- Regulación efectiva máxima de hasta $\pm 15\%$ de la tensión entre fases;
- La corriente es medida en las tres fases;
- El desfase entre tensión y corriente será de -30° , para todos los reguladores;
- Cuando el sistema de control elegido es del tipo monofásico, y sea apto para eso, es posible regular ambos sentidos del flujo de potencia, siempre que el flujo inverso sea provocado por un pequeño sistema generador (cogeneración);
- Cuando el sistema de control elegido sea del tipo monofásico, y sea apto para eso, para regular el flujo inverso de potencia provocado por cierre de redes en anillo, o por conmutación de las fuentes principales, será obligatorio el uso de un TP externo independiente. Este TP debe tener su primario conectado entre la terminal de fuente (F o S) del regulador que usará su referencia y la terminal de fuente (F o S) del regulador de fase de referencia. Entendida como fase de referencia, la fase donde se conecta el terminal del común (FC o SL) del regulador, con eso, respetando y manteniendo la misma secuencia de fases y polaridad. El terminal secundario del TP debe conectarse a la entrada de señal de tensión adicional del sistema de control elegido.

Figura 15: Conexión en línea trifásica - Delta cerrado atrasado.



AVISO: El TP externo independiente para la medida de tensión entre fases del lado de la fuente es opcional, de ser necesario especificarlo en el proceso de solicitud de cotización.



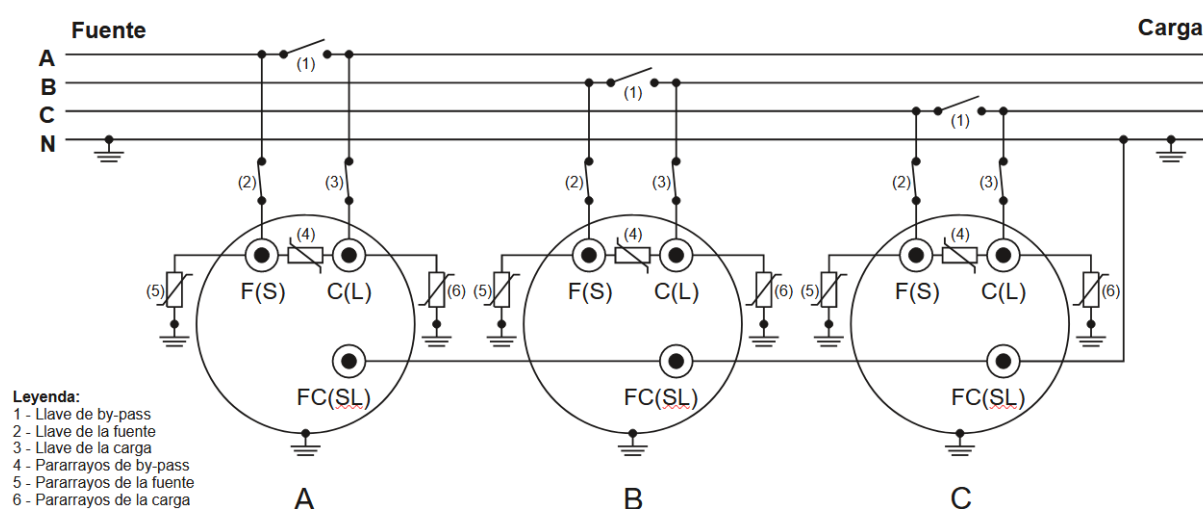
AVISO: Al utilizar el control trifásico, modelo CTR-3, no es necesario utilizar un TP externo independiente para regular el flujo bidireccional en una conexión delta cerrada.

Regulación trifásica – Estrella con múltiples conexiones a tierra

La regulación trifásica, fase-neutro, con tres reguladores, con múltiples conexiones a tierra, a cuatro hilos, posee conexión como la que se muestra en la Figura 16 y con las siguientes características básicas:

- La tensión nominal del regulador es igual a la tensión nominal fase-neutro del sistema;
- Regulación efectiva máxima de hasta $\pm 10\%$ de la tensión entre fase-neutro;
- La corriente es medida en las tres fases;
- El desfase entre tensión y corriente será de 0° para todos los reguladores;
- Puede regular ambos sentidos del flujo de potencia, siempre que el sistema de control elegido sea apto para hacerlo.

Figura 16: Conexión en línea trifásica - Estrella con múltiples conexiones a tierra.



PELIGRO: Debido a la posible fluctuación de neutro y exceso de operaciones en busca de referencia, no se deben instalar tres reguladores en estrella en circuitos de tres hilos.

Conexión TP externa independiente

Cuando exista la necesidad de regulación en ambas direcciones del flujo de potencia, con reguladores de tensión monofásicos instalados al sistema eléctrico trifásico a través de la conexión delta cerrada, y el uso del sistema de control del regulador de tensión monofásico, es obligatorio el uso de un TP externo independiente conectado entre las fuentes de los reguladores.

Los siguientes temas ilustrarán las conexiones principales de este TP externo independiente, para los bancos de reguladores conectados en delta. Las conexiones secundarias del TP deben estar de acuerdo con lo recomendado por el manual del fabricante del sistema de control elegido.

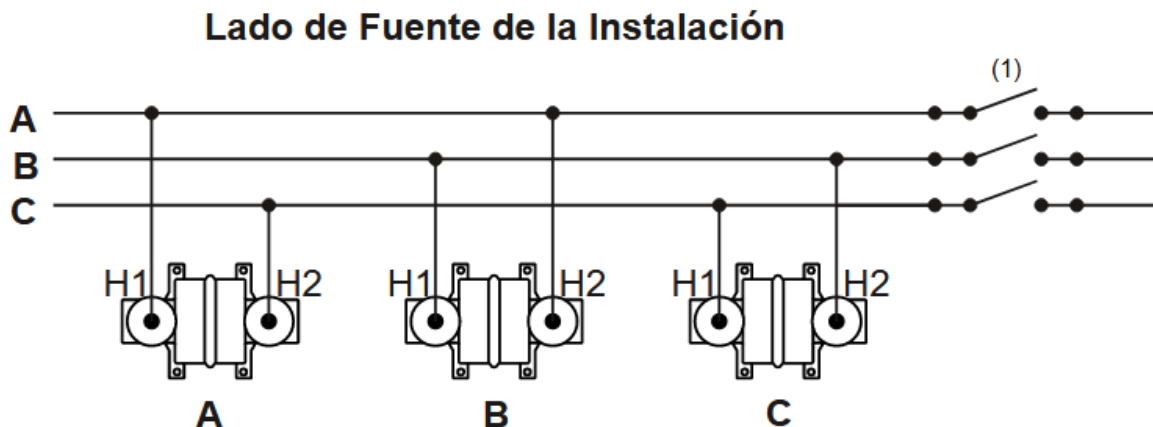


AVISO: Si el TP externo independiente lo proporciona ITB, conectar los terminales X1 (fase) y X2 (neutro), de su secundario, en el control regulador de tensión monofásico de la fase correspondiente.

Bancos en delta cerrado adelantado

En la Figura 17 se detalla la conexión del TP externo independiente, para la medida de la tensión del lado de la fuente de los reguladores, en un banco delta cerrado adelantado.

Figura 17: Conexión de TP externo independiente – Banco delta cerrado adelantado.



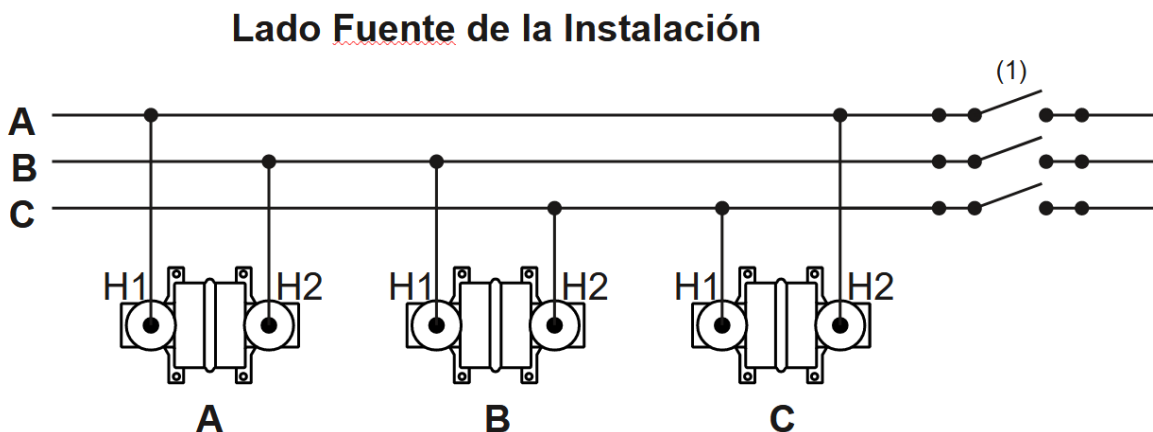
Leyenda:

1 - Llaves de by-pass de los reguladores

Bancos en delta cerrado atrasado

A Figura 18 detalla a conexão do TP externo independente, para medição da tensão do lado fonte dos reguladores, em banco delta fechado atrasado.

Figura 18: Conexión de TP externo independiente – Banco delta cerrado atrasado.



Leyenda:

1 - Llaves de by-pass de los reguladores

Puesta a tierra en banco de reguladores

La adecuada puesta a tierra de un banco de reguladores de tensión monofásicos debe garantizar la resistencia de tierra conforme con la ABNT[®] NBR 14039.



PELIGRO: No poner en operación bancos de reguladores con alta resistencia de puesta a tierra. La posible potenciación de la carcasa o del terminal común (banco en estrella) del equipo puede generar fallas en la absorción de sobretensiones atmosféricas o maniobras transitorias, ocasionando daños al equipo, lesiones corporales graves e incluso la muerte.

Banco de reguladores en cascada

Definimos regulación en cascada como la instalación en serie, sobre un mismo alimentador, de dos o más bancos de reguladores. En estas condiciones pueden presentarse problemas de interacción operativa entre los bancos, los cuales deben ser examinados cuidadosamente para determinar sus ajustes y lugares de instalación, sobre pena de provocar grandes fluctuaciones de tensión en la red.

Para un correcto análisis de la regulación en cascada, es necesario tener en cuenta que los cambios en los tapes de los reguladores se perciben tanto aguas abajo, al cambiar la tensión, como aguas arriba, al cambiar la corriente.

En el caso de conexiones delta, todavía hay un factor de complicación adicional, ya que hay desviaciones de corriente entre fases en el punto, en la red, donde está instalado cada banco, y su efecto depende de la posición del conmutador, las corrientes de pasantes y la impedancias de la red hasta ese punto.

Efecto de sobretensión por defecto

Una red de distribución donde se instalan N bancos en cascada, puede encontrarse en una situación crítica en la que todos los reguladores de todos los bancos estén promoviendo la elevación máxima, es decir, el 15%, para conexión delta. Si en esta condición hay un corte de energía, en el momento del retorno y por unos instantes, las cargas estarían apagadas, pero las posiciones de los conmutadores se mantendrían como si estuvieran a plena carga. Como las pérdidas serían menores, pueden ocurrir sobretensiones de hasta 1,15N veces la tensión nominal en la carga del último banco.

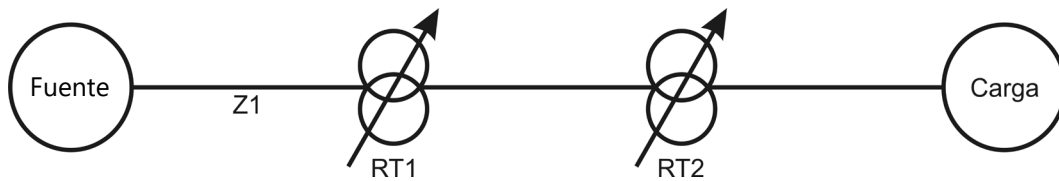


ATENCIÓN: Para evitar este problema, se recomienda utilizar el control trifásico CTR-3 equipado con sistema no-break (UPS), que posee la capacidad de neutralizar un banco regulador de tensión en caso de corte de corriente.

Efecto de exceso de operaciones (avalancha)

Analizando la operación de 2 bancos de reguladores, RT1 y RT2, conectados en serie como se muestra en el diagrama de la Figura 19, podemos ver que el banco más aguas abajo, RT2, percibe cualquier conmutación de tapes del banco más aguas arriba, RT1, por la variación que esto promueve en la tensión. También se observa que las conmutaciones de tapes del RT2 serán percibidos por RT1, debido a la variación que promueve en la corriente. La variación de corriente, en función de la impedancia de la red desde la fuente hasta RT1, Z1, provoca la variación de la tensión de RT1.

Figura 19: Banco de reguladores en cascada



El cambio de tapes de uno de los reguladores RT2 en el sentido de subir, por ejemplo, puede provocar un aumento de corriente tal que promueva, en el regulador de la misma fase del banco RT1, una diferencia de nivel superior a la insensibilidad programada en el mismo. Si esto ocurre, el control del regulador RT1 detectará este desnivel y lo corregirá conmutando los tapes en dirección hacia arriba. Esta conmutación en RT1 aumentará la tensión de fase y el control de uno de los reguladores de RT2 medirá esta elevación, que puede ser mayor que su insensibilidad y, por tanto, provocará conmutaciones en el sentido de bajar la tensión, reiniciando el ciclo de interacción.

Lo que sucede entonces es una gran cantidad de operaciones secuenciadas entre los reguladores en serie, lo que llamamos una avalancha de operaciones. Esta interacción presenta variaciones de tensión y corriente a lo largo de la red de amplitud creciente, que pueden llegar a niveles nocivos de desequilibrio entre fases, disparando el sistema de protección por alta corriente de neutro.

Para bancos delta, la avalancha puede ocurrir entre diferentes fases y con mayor intensidad y frecuencia debido a la mayor regulación e interacción entre fases.

La coordinación de la insensibilidad elimina la posibilidad de una avalancha de operaciones.



AVISO: Los bancos de reguladores de tensión conectados en serie (cascada) deben tener una función de temporización coordinada para minimizar las interacciones entre ellos (avalancha de conmutación). Se recomienda que el regulador más cercano a la fuente responda a las variaciones en menor tiempo y los demás, aguas abajo del circuito, tengan ajustes de temporización con una diferencia mínima de 15 segundos más que su antecesor.

Conexiones de los terminales de línea

Las conexiones a los terminales de línea de los reguladores deben realizarse de forma que la tensión nominal entre la carga (C o L) y los terminales comunes (FC o SL) no supere el valor nominal indicado en la placa de identificación.

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

Los cables y terminaciones deben ser lo suficientemente flexibles para evitar que los esfuerzos mecánicos ocasionados por el viento, por la expansión y contracción de las redes, cables y terminaciones, impacten en los terminales de los reguladores, ya que dichos impactos pueden dañar la porcelana de los aisladores, ya que son, estos son muy limitados en cuanto a resistencia a choques, golpes y esfuerzos mecánicos en general. Por la misma razón, no se permite la conexión directa de la red a los terminales del regulador sin la intermediación de soportes para los cables de conexión a los pasatapas.



CUIDADO: Durante el montaje y la conexión, ningún esfuerzo mecánico puede ser transmitidos 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, provocando mal contacto, calentamiento, ruptura de conductores, ruptura del aislamiento, fugas de aceite y pérdida del aislamiento eléctrico.

Colocando en operación

Si los reguladores son montados con las llaves de maniobra como sugerido en la sección de **Posibilidades de Conexiones del Sistema** de este manual, la puesta en servicio podrá ser realizada sin interrumpir la alimentación.

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



PELIGRO: RIESGO DE EXPLOSIÓN. Antes de la puesta en operación, el regulador de tensión **DEBE ESTAR** en **POSICIÓN NEUTRA**. La confirmación de la lectura de posición debe realizarse en al menos dos referencias, el indicador de posición externo y la indicación del sistema de control elegido. Si el regulador está fuera de la posición neutral durante esta operación, el devanado en serie provocará un cortocircuito, lo que provocará daños al equipo, lesiones personales graves e incluso la muerte.

Para poner en operación el regulador, siga la siguiente secuencia:

1. Por los datos en la placa de identificación, verifique que el circuito de control esté configurado para la tensión adecuada;
2. Coloque el interruptor principal del sistema de control en la posición de **APAGADO (OFF)**;
3. Para reguladores conectados entre fases, **CIERRE** el interruptor que conecta el **TERMINAL DEL COMÚN (FC o SL)**;
4. A continuación, **CIERRE** el interruptor que conecta el **TERMINAL DE LA FUENTE (F o S)**. El regulador estará excitado, pero sin carga;
5. Coloque el interruptor principal del sistema de control en la posición **NORMAL (INTERNA)**;
6. Habilitar el comando **MANUAL** del motor en el sistema de control elegido. Use los botones **ELEVAR** o **BAJAR** posiciones para operar el conmutador dos o tres pasos. Luego regrese el conmutador a la **POSICIÓN NEUTRA**. Cuando esté en neutro, verifique la redundancia de esta posición: el indicador externo indicará 0 (zero) y se encenderá el **LED** de posición neutra del sistema de control elegido;
7. Con el regulador en la posición neutral, coloque el interruptor principal del sistema de control en la posición de **APAGADO (OFF)**;
8. **CIERRE** el interruptor que conecta el **TERMINAL DE CARGA (C o L)**;
9. **ABRA** el interruptor **BY-PASS**. El regulador estará completamente energizado;
10. Si disponible, abra el interruptor de cuchilla de cortocircuito de la señal de corriente, consulte la sección: **Cortocircuito del 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 operación **AUTOMÁTICO**.



AVISO: PASO 5. Los interruptores que abren la fuente, cargan y cierran el by-pass en una sola operación no permiten este paso y previa confirmación de la posición neutra del regulador sin el uso de un recurso adicional.



CUIDADO: PASO 5. Algunos sistemas de control selectos poseen la función Auto Zero. Aun así, debido al riesgo de una maniobra fuera de posición, aunque esta función es automática, la secuencia de cambio de posiciones, su orden lógico y el alcance de la posición neutra deben ser obligatoriamente monitorizados por el operador.

Verificando la operación y la regulación

Antes de cerrar el interruptor que conecta el terminal de carga (C o L) y abrir el interruptor de by-pass, según los pasos **8** y **9**, respectivamente, de la sección **Puesta en marcha**, es posible comprobar la capacidad de operación y regulación del sistema de control elegido.

Para ejecución de la prueba de necesidad de elevar la tensión en la salida del regulador, proceder de la siguiente manera:

1. Habilite el comando **MANUAL** del motor en el sistema de control elegido;
2. Presione la tecla **BAJAR** del control electrónico hasta que el control salga del rango de tensión regulado. Esto será identificado por el encendido del LED fuera de banda;
3. Ajuste el control para operación en modo **AUTOMÁTICO**;
4. Esperar a que finalice el tiempo programado en la función de retardo de tiempo de la primera conmutación;
5. Se debe iniciar la conmutación, en el sentido de subir posiciones, para devolver el valor del perfil de tensión dentro del ancho de banda programado;
6. Una vez dentro de banda, el LED fuera de banda se apagará;
7. Vuelva al paso **6** de la sección **Puesta en marcha**.

Para ejecución de la prueba de la necesidad de bajar la tensión en la salida del regulador, proceda de la siguiente manera:

1. Habilite el comando **MANUAL** del motor en el sistema de control elegido;
2. Presione la tecla **SUBIR** del control electrónico hasta que el control salga del rango de tensión regulado. Esto será identificado por el encendido del LED fuera de banda;
3. Ajuste el control para operación en modo **AUTOMÁTICO**;
4. Esperar a que finalice el tiempo programado en la función de retardo de tiempo de la primera conmutación;
5. Se debe iniciar la conmutación, en el sentido de bajar las posiciones, para devolver el valor del perfil de la tensión dentro del ancho de banda programado;
6. Una vez dentro de banda, el LED fuera de banda se apagará;
7. Vuelva al paso **6** de la sección **Puesta en marcha**.



AVISO: Para evitar someter a la línea a variaciones de tensión, las pruebas presentadas en esta sección deben ejecutarse con el terminal de carga (C o L) del regulador desconectado y el seccionador de by-pass cerrado.



AVISO: Consulte el manual del fabricante del sistema de control elegido para obtener detalles generales de sus funciones, ajustes y operación.

Retirando de la operación

Los procedimientos que se describen a continuación son extremadamente importantes para asegurarse de que el regulador esté listo para retirarse del sistema. La retirada del servicio se puede realizar sin interrumpir el suministro eléctrico.



PELIGRO: RIESGO DE EXPLOSIÓN. Antes de poner fuera de operación, el regulador de tensión **DEBE ESTAR** en **POSICIÓN NEUTRA**. La confirmación de la lectura de posición debe realizarse en al menos dos referencias, el indicador de posición externo y la indicación del sistema de control elegido. Si el regulador está fuera de la posición neutral durante esta operación, el devanado en serie entrará en cortocircuito, lo que provocará daños al equipo, lesiones personales graves e incluso la muerte.

Para remover el regulador de operación, proceda en la siguiente secuencia:

1. Habilite el comando **MANUAL** del motor en el sistema de control elegido;
2. Use los botones **ARRIBA** o **ABAJO** para llegar a la **POSICIÓN NEUTRA**. Cuando esté en neutro, verifique la redundancia de esta posición: el indicador externo indicará 0 (zero) y se encenderá el LED de posición neutra del sistema de control elegido;
3. Coloque el interruptor principal del sistema de control en la posición de **APAGADO (OFF)**;
4. Si disponible, cierre el interruptor de cuchilla de cortocircuito de la señal de corriente, consulte la sección: **Cortocircuito del TC**;
5. **CERRAR** el interruptor **BY-PASS**;
6. **ABRA** el interruptor que conecta el **TERMINAL DE LA CARGA (C o L)**;
7. **ABRA** el interruptor que conecta el **TERMINAL DE LA FONTE (F o S)**;
8. Para reguladores conectados entre fases, **ABRA** el interruptor que conecta el **TERMINAL DEL COMÚN (FC o SL)**.



CUIDADO: PASO 1. Algunos sistemas de control selectos poseen la función Auto Zero. Aun así, debido al riesgo de una maniobra fuera de posición, aunque esta función es automática, la secuencia de cambio de posiciones, su orden lógico y el alcance de la posición neutra deben ser monitorizados por el operador.



CUIDADO: PASO 1. Ejecute el by-pass de un regulador de tensión con la línea energizada solamente cuando el rango de **POSICIÓN NEUTRO** sea cierto, mediante los métodos recomendados de verificación de este rango, por lo menos para dos redundancias. Si esta indicación confiable no está disponible y existe duda sobre la posición real del conmutador, la línea debe ser **DESENERGIZADA** para evitar el corto-circuito del regulador.

DETALLES DE CONSTRUCCIÓN Y CONEXIONES

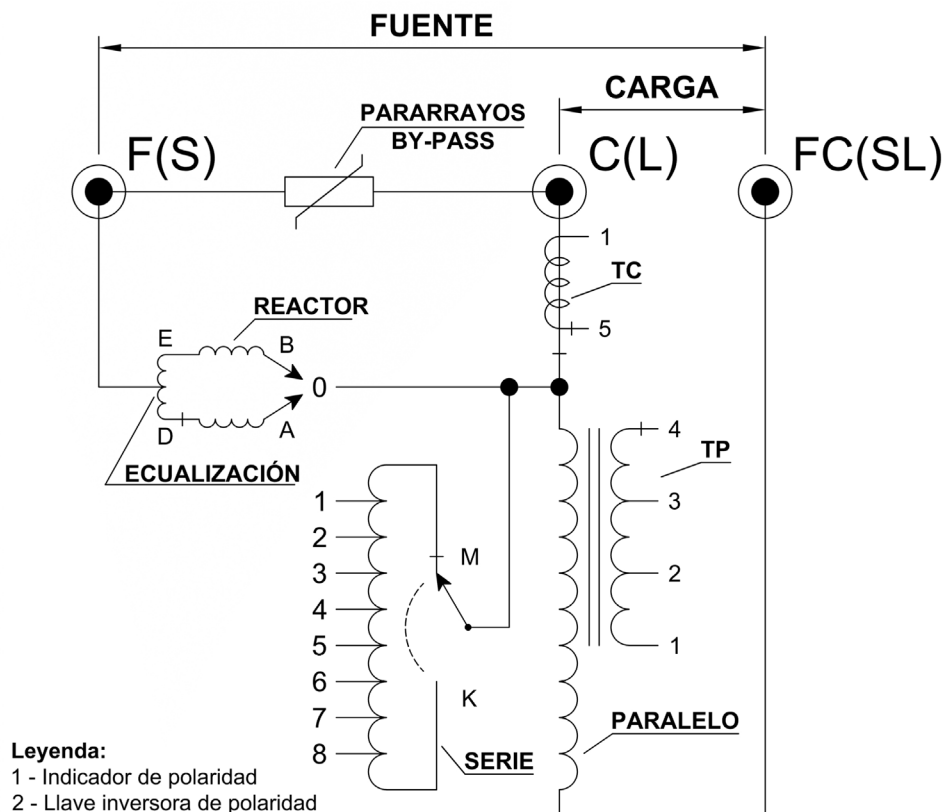
Los reguladores de voltaje RAV-2 de ITB Equipamentos Eléctricos Ltda. fueron proyectados para ser removidos parcial o totalmente del interior del tanque sin necesidad de desconexiones eléctricas, facilitando su mantenimiento. Ver la sección: **Retirando la parte activa del tanque.**

El conjunto del devanado principal y del reactor de transición poseen un montaje del tipo envolvente (shell type). El devanado paralelo está conectado al lado de la carga, de acuerdo con las normas Tipo B de la ABNT[®] NBR 11809 o IEEE Std C57.15TM.

Diagrama de conexión de los devanados

La Figura 20 detalla el circuito estándar de un regulador RAV-2, Tipo B, que tiene el devanado paralelo al lado de la carga.

Figura 20: Diagrama de conexión de los devanados – Regulador de tensión Tipo B.



Disposición interna de los componentes

La construcción interna del regulador se realiza de forma unitaria, donde todos los componentes se fijan directamente sobre la tapa principal del regulador. Este método de construcción facilita su fabricación y mantenimiento. Los detalles de la disposición de cada componente interno se pueden ver en la Figura 21 y la Tabla 9.



AVISO: Los detalles a seguir no pretenden cubrir todas las posibilidades de construcción interna de un regulador de tensión. Los detalles intrínsecos a cada proyecto deben ser consultados durante la fase de análisis de factibilidad técnica y aprobación de la orden de compra.

Figura 21: Componentes internos del regulador RAV-2.

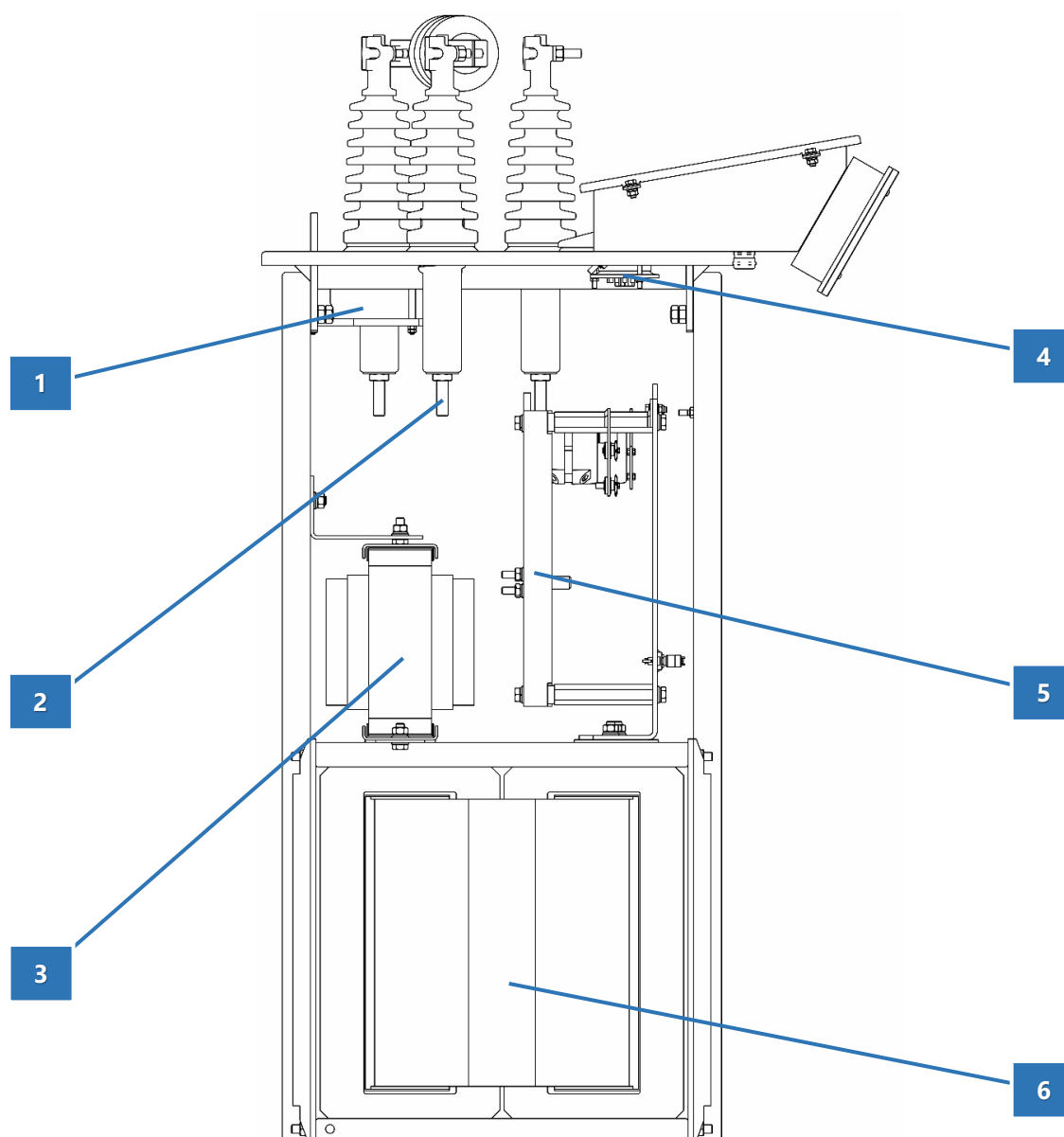


Tabla 9: Componentes internos del regulador RAV-2.

Ítem	Descripción
1	Transformador de corriente (TC)
2	Terminales de conexión de los pasatapas
3	Reactor de transición
4	Bloque de terminales de pasaje de las señales del control
5	Comutador sobre carga
6	Devanado principal (transformador de potencial (TP), paralelo, serie, equalización)

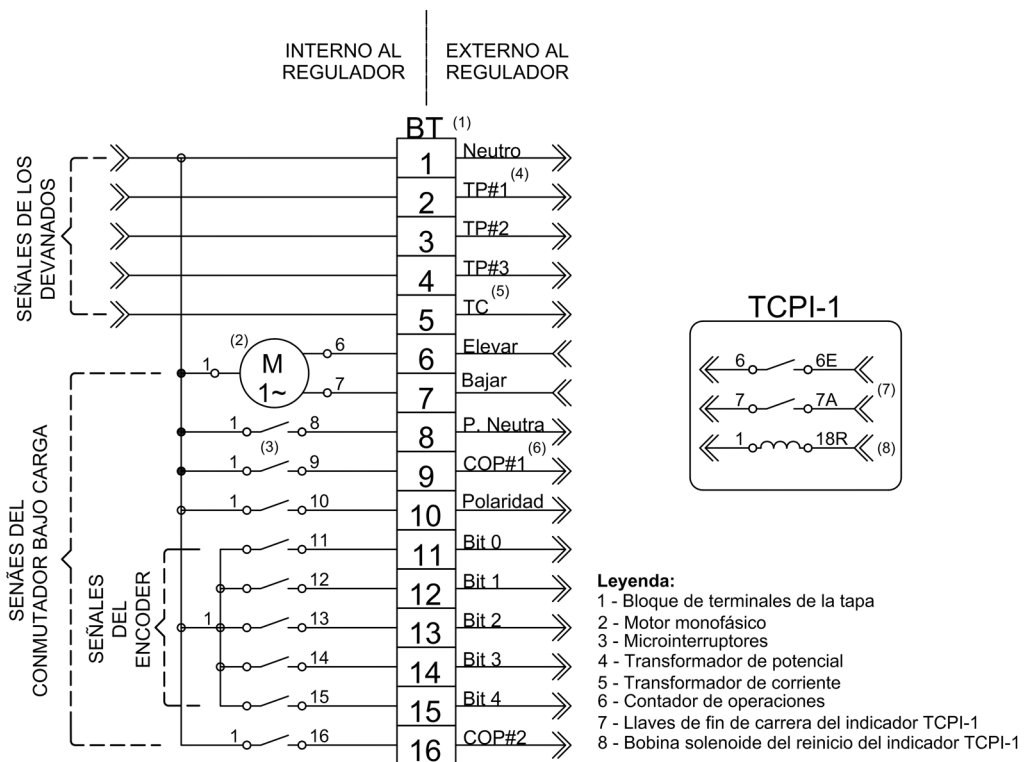
Diagrama de cableado interno estandarizado

Como se muestra en el ítem 4 de la Tabla 9, de manera predeterminada, todos los reguladores de voltaje RAV-2 poseen en su cubierta un bloque de terminales de paso para las señales del sistema de control. Este bloque tiene un cuerpo fabricado en material aislante, resistente a la presión y temperatura de trabajo, los terminales de pasaje son de latón. Los detalles normalizados de su conexión al cableado interno se muestran de acuerdo con la Figura 22.



AVISO: Los detalles a seguir no pretenden cubrir todas las posibilidades de cableado interno de un regulador de tensión. Los detalles intrínsecos a cada proyecto deben ser consultados durante la fase de análisis de factibilidad técnica y aprobación de la orden de compra.

Figura 22: Diagrama de cableado interno estandarizado.



Devanados

Todos los reguladores de voltaje RAV-2 poseen al menos tres conjuntos de devanados independientes, de la siguiente manera:

1. Un conjunto mayor, dispuesto en la parte inferior del regulador, que concentra el transformador de potencial (TP), el devanado en paralelo, el devanado en serie y el devanado de ecualización;
2. Un devanado fijado encima del devanado principal que es el reactor de transición;
3. Un devanado toroidal, fijado sobre el reactor o en la parte inferior de la tapa del regulador, que es el transformador de corriente (TC).

Cada uno de estos devanados se construye e interconecta según las características específicas del proyecto, las cuales pueden variar según su aplicación y condiciones de uso.

Conmutadores

ITB Equipos Eléctricos Ltda. cuenta con una amplia gama de conmutadores bajo carga, que son fabricados y probados de acuerdo con las normas ABNT® NBR 8667 e IEEE Std C57.131™.

Los conmutadores utilizados en cada proyecto están definidos por la tensión y la corriente nominal del regulador requerido.

MANUTENCIÓN PREVENTIVA

El regulador de tensión fue proyectado para permitir realizar algunos elementos de verificación sin necesidad de retirarlo de operación. El mantenimiento, seguido metódicamente, es un factor indispensable para la larga vida del regulador de tensión, en las mejores condiciones de funcionamiento y rendimiento.

Inspecciones y mantenimientos periódicos.

Recomendamos que el mantenimiento se realice periódicamente, con el fin de alargar la vida útil del equipo. La Tabla 10 y la Tabla 11 recomiendan periodicidades (en años), puntos de verificación, procedimientos y correcciones necesarias para el control del regulador de tensión y para los accesorios del regulador, respectivamente. Sin embargo, el período de estas revisiones puede variar, de acuerdo con las experiencias acumuladas por el usuario.

Tabla 10: Mantenimientos periódicos para el control del regulador.

Período	Puntos de Verificación	Procedimiento o Ítem de Verificación	Corrección
1	Activación manual y bloqueo máximo y mínimo	1. Ajuste el bloqueo de posición y opere el regulador en el sentido ascendente, verifique que el control sube de posición, deteniéndose en el bloqueo ajustado; 2. Ajuste el bloqueo de posición y opere el regulador en el sentido descendente, verifique que el control baje la posición, deteniéndose en el bloqueo ajustado.	Retire el control del servicio y encaminarlo para mantenimiento

Período	Puntos de Verificación	Procedimiento o Ítem de Verificación	Corrección
1	Tensión de referencia (Calibración)	1. Con el regulador alimentado, ajuste la compensación (LDC) en 0 V y el ancho de banda en 1 V: Verifique si la tensión de salida del "VOLTÍMETRO" es igual (± 1 V) a la referencia después de estabilizado.	Retire el control del servicio y encaminarlo para mantenimiento
1	Regulación automática	1. Variar el valor de la tensión de referencia a una tensión superior a la tensión de red: Verificar si el motor acciona en el sentido de SUBIR después de transcurrido el tiempo ajustado; 2. Varíe el valor de la tensión de referencia a una tensión inferior a la tensión de red: Verifique si el motor acciona en la dirección BAJAR después de que haya transcurrido el tiempo ajustado.	Retire el control del servicio y encaminarlo para mantenimiento



AVISO: Si el regulador no opera satisfactoriamente, se puede probar un control de reemplazo antes de retirar el regulador de servicio.

Tabla 11: Mantenimiento periódico de los accesorios.

Período	Puntos de Verificación	Procedimiento o Ítem de Verificación	Corrección
1	Pasatapas y terminales	1. Grieta en la porcelana; 2. Acumulación de impurezas en la porcelana; 3. Fuga de aceite; 4. Inspección térmica de los terminales.	1. Reemplace el pasatapas; 2. Limpiar con un paño que contenga amoníaco o tetracloruro de carbono y aplicar un neutralizador; 3. Reapretar las juntas o reemplace el pasatapas; 4. En caso de calentamiento excesivo, reapretar 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, proceder al reapriete cuando estén flojos. En caso de conducción de

Período	Puntos de Verificación	Procedimiento o Ítem de Verificación	Corrección
			corriente, sustituir el pararrayos.
1	Indicador de nivel de aceite	1. Grieta en la pantalla de cristal; 2. Fuga de aceite.	1. Cambiar el cristal de la pantalla; 2. Reapretar las juntas o reemplazar la el visor.
1	Válvula de drenaje	1. Fuga de aceite.	1. Reapretar o reemplazar la válvula de drenaje.



PELIGRO: Por seguridad operativa, las verificaciones presentadas en la Tabla 11 deben realizarse con el equipo fuera de operación. Utilice el EPI adecuado y evite fugas al medio ambiente.



AVISO: Si las reparaciones no se pueden realizar en el campo, retire el regulador del servicio y encaminarlo para manutención.

El aceite aislante mineral se utiliza en el regulador para cumplir dos funciones básicas, aislamiento y refrigeración. Monitorear y mantener la calidad del aceite es esencial para garantizar una operación confiable durante toda la vida útil del regulador.

En vista de esto, recomendamos la necesidad de pruebas de campo, como se muestra en la Tabla 12. Los ensayos generalmente se eligieron para obtener una estimación rápida de la condición del aceite y para eliminar cualquier posibilidad de alteración de la muestra debido al transporte a ensayos externos.

La Tabla 13 presenta los valores límite para el aceite en los reguladores en uso.

Tabla 12: Mantenimiento periódico del aceite aislante.

Período	Puntos de Verificación	Procedimiento o Ítem de Verificación	Corrección
1	Retirar muestra de aceite aislante.	Ensayo físico-químico: 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 regulador de servicio y encaminarlo para mantenimiento si los valores encontrados están fuera de los que se muestran en la Tabla 13.



AVISO: La muestra recolectada debe tener un volumen representativo en comparación con el aceite contenido en el equipo. Los procedimientos de muestreo descuidados o la contaminación en el recipiente de la muestra pueden conducir a conclusiones erróneas con respecto a la calidad del aceite.

Tabla 13: Valores límite para aceite mineral en uso.

Ensayos	Método de Ensayo	Criterios de Aceptación
Apariencia	Visual	Claro, libre de materiales suspendidos
Rigidez dieléctrica, kV, electrodo de tapa	ABNT [®] NBR IEC 60156	≥55
Contenido de agua, mg/kg	ABNT [®] NBR 10710	≤40
Factor de pérdidas, %		
a 25 °C	ABNT [®] NBR12133	≤0,5
a 90 °C		≤15
a 100 °C		≤20
Índice de neutralización mg KOH/g	ABNT [®] NBR 14248	≤0,20
Tensión interfacial, a 25 °C, mN/m	ABNT [®] NBR 6234	≥20
Punto de inflamación, °C	ABNT [®] NBR 11341	≥130
Sedimentos	ABNT [®] NBR 10576	Ningún sedimento o lodos precipitables debe ser detectado. Resultados inferiores al 0,02 % en masa deben descartarse

Retirando la parte activa del tanque

Las instrucciones para retirar con seguridad la parte activa del regulador del tanque están listadas mediante el siguiente procedimiento:

1. Retire el regulador de servicio, siguiendo las instrucciones de seguridad conforme presentadas en la sección: **Retiro de Operación**;
2. Coloque el regulador en una posición donde la red energizada no pueda interferir. Se recomienda llevar el equipo a un taller de mantenimiento, o a un lugar cubierto, libre de alta humedad, con piso plano y nivelado;
3. Espere hasta que la temperatura del aceite aislante sea inferior a 40°C;
4. Retire los tornillos que fijan el sistema de control elegido al tanque principal;
5. Retire el conductor de tierra conectado entre la caja de control y el tanque del regulador;
6. Retire los tornillos que sujetan la tapa al tanque;
7. Retire el conductor de tierra conectado entre la tapa y el tanque del regulador;
8. Tenga cuidado de no dañar ningún dispositivo que pueda estar instalado en el tanque durante la extracción de la parte activa;
9. Suspenda la parte activa a través de los ojales de la tapa, guiando la caja de control que se levantará con la tapa.



CUIDADO: PASO 8. Antes de retirar la parte activa del interior del tanque, reguladores que cuenten con termómetro, nivel de aceite con contactos, o cualquier otro accesorio que acceda al interior del regulador, 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) retire los accesorios. Si no se siguen estas instrucciones, los dispositivos se romperán y se producirán fugas de aceite.



CUIDADO: PASO 9. No confíe en el dispositivo de elevación de piezas activas para la inspección y el mantenimiento. Coloque un calzo entre la tapa y el tanque para evitar que la tapa baje con la parte activa, causando daños al equipo, lesiones personales graves e incluso la muerte.



CUIDADO: PASO 9. No levante la caja de control usando su cable de Interconexión al regulador. El cable no está diseñado para tal operación y podría romperse, causando daños al equipo, lesiones personales graves e incluso la muerte.



AVISO: PASO 9. Al abrir el regulador, existe la posibilidad de contacto humano y ambiental con el aceite aislante. Utilizar EPI adecuados y evitar fugas al medio ambiente.

Recolocando la parte activa en el tanque

Después de ejecutar los servicios, la recolocación de la parte activa dentro del tanque del regulador debe seguir el siguiente procedimiento:

1. Si la parte activa permanece fuera del aceite por 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. Limpiar la junta de estanqueidad y colocarla sobre la tapa del tanque;
4. Suspender la parte activa con la tapa por encima de la altura del tanque;
5. Alinear los soportes laterales de la parte activa, fijados en la tapa, con las guías del interior del tanque.
6. Proceda a bajar la unidad. Tenga en cuenta que habrá un espacio entre la tapa y el tanque, incluso con la parte activa asentada en el fondo del tanque;
7. Acomodar la tapa sobre el tanque y fije todos los tornillos de sellado del conjunto;
8. Fije el conductor de tierra conectado entre la tapa y el tanque del regulador;
9. Fije los tornillos que fijan el sistema de control elegido al tanque principal;
10. Fije el conductor de tierra conectado entre la caja de control y el tanque del regulador;
11. Proceder con las pruebas dieléctricas, eléctricas y funcionales.



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



AVISO: PASO 6. Si es necesario, antes de fijar los tornillos de la tapa, ayude con un martillo de goma a acomodar la tapa sobre el tanque, para 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, por lo menos una hora y por lo menos 100 mmHG. Si no es posible realizar el proceso de vacío, no energice el regulador antes del período de siete días después del llenado.

Conmutador bajo carga

El conmutador de derivaciones en carga es un dispositivo sencillo con una larga vida útil, siempre que se siga el mantenimiento recomendado en la Tabla 14.

Tabla 14: Inspecciones del conmutador bajo carga.

Frecuencia – Número de operaciones	Acción Recomendada
125.000	1. Medición de la resistencia de contacto (2500 $\mu\Omega$ máx.); 2. Inspección visual; 3. Análisis de desgaste en contactos fijos y móviles.
250.000	1. Sustitución de contactos fijos y móviles; 2. Verificación del mecanismo de operación.
1.000.000	1. Revisión general, desmontaje y sustitución de piezas desgastadas.

Prueba de medición de resistencia

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

Para conmutadores nuevos, los valores medidos no pueden exceder los 800 $\mu\Omega$. Debido al desgaste natural de los contactos, la desalineación y los huecos en los mecanismos aumentan gradualmente esta resistencia, consideramos el valor de 2.500 $\mu\Omega$ como el límite máximo aceptable para los conmutadores en operación.

Puntos de verificación

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

1. Todas las tuercas que actúan sobre los tirantes de latón deben apretarse y tener el torque conferido a 1,2 kgf.m;
2. La corriente de accionamiento del sistema principal y el sistema de indicación mecánica debe tener un espacio mínimo de 15 mm y máximo de 25 mm, proceder de la siguiente manera:
 - Traccione la corriente hacia abajo (no finalice la conmutación);
 - Verifique el espacio en la parte superior central de la corriente entre la corona y el piñón;
 - Si el espacio libre no está entre 15 y 25 mm (rango total), ajuste la posición del motor o la salida del indicador.
3. El rotor ENCODER o del 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 tal ajuste;
4. Pruebe las cerraduras mecánicas, posiciones ± 16 , con el motor energizado a 140 VCA;
5. Pruebe la conmutación del interruptor de inversión de polaridad con el motor energizado a 95 VCA.

Estimativa de vida útil de los contactos

Es posible determinar una proyección del ciclo de vida de los contactos del conmutador en función de la carga nominal y la cantidad de operaciones.

Esta estimación, que se muestra en la Tabla 15, se basa en reguladores RAV-2 con conmutadores bajo carga fabricados por ITB Equipamentos Elétricos Ltda.

Tabla 15: Expectativa de vida útil de los contactos.

Carga % In	Cantidad de Operaciones Estimadas		
	Contacto Móvil	Contacto Fijo [Unitario]	Contacto Fijo [Conjunto]
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



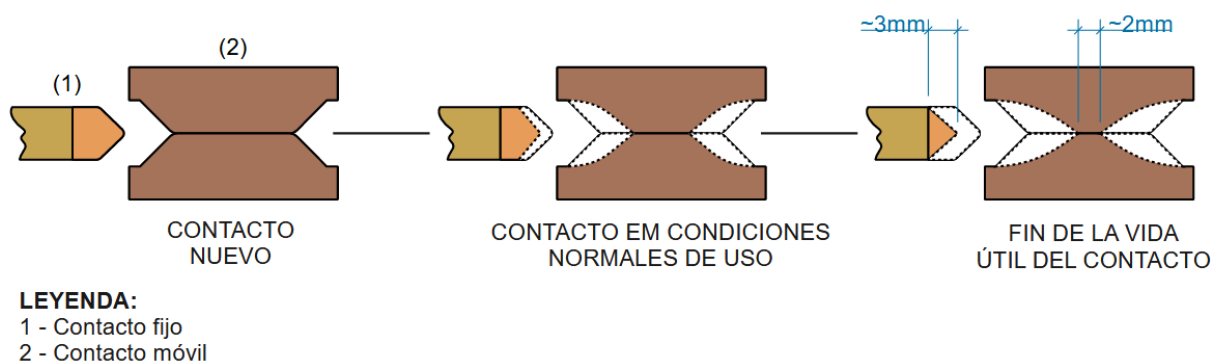
AVISO: Debido a la fatiga mecánica de los resortes de compresión del contacto móvil, este contacto debe cambiarse después de un máximo de 250.000 operaciones.



AVISO: La expectativa de vida de los contactos, como se muestra en la Tabla 15, no excluye ni limita la responsabilidad del usuario de realizar el mantenimiento preventivo descrito en este manual de instrucciones.

La Figura 23 ilustra la proyección de desgaste verificada en los contactos fijos en móvil a lo largo de la vida del conmutador bajo carga.

Figura 23: Desgastes de los contactos.



PIEZAS SOBRESALIENTES PARA REPOSICIÓN

ITB Equipos Eléctricos Ltda. está a disposición para suministrar repuestos para todos sus equipos. Esta solicitud puede hacerse llamando al **+55 (18) 3643-8000**, o por correo electrónico vendas@itb.ind.br.

Ciclo de vida

ITB Equipos Eléctricos Ltda. se compromete a recibir y destinar adecuadamente, en conformidad con la legislación vigente, los equipos producidos por ella cuando estos se consideren inservibles.

Aceite aislante - FISPQ

Los reguladores de tensión, como muchos dispositivos eléctricos de alta tensión, 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 operación, este aceite puede alcanzar altas temperaturas e, incluso a temperatura ambiente, es un agente que puede resultar contaminante y agresivo.

Recomendamos la lectura de la Ficha de Información de Seguridad del Producto Químico – FISPQ, que contiene toda la información necesaria para una manipulación segura, eliminación adecuada, riesgos asociados y medidas en caso de accidentes.

ITB se pone a disposición para aclaraciones e información adicional. ITB se reserva el derecho de revisar y actualizar este manual sin previo aviso. No está permitido el uso de la marca ITB Equipamentos Elétricos Ltda. sin su previo consentimiento.

Los productos SEL a los que se hace referencia en este documento son propiedad de Schweitzer Engineering Laboratories, Inc.

Microsoft® Windows® son marcas registradas de Microsoft Corporation en los Estados Unidos y/u otros países.

IEEE Std C57.15TM es una marca registrada del Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. Este producto no está avalado ni aprobado por IEEE®.

ABNT® es una marca registrada de la Asociación Brasileña de Normas Técnicas, todos los derechos reservados.

ITB EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS LTDA.

Calle Devanir Terence, 161 | Parque Industrial Raif Mehana Rahal
Birigui - SP | CEP: 16206-012

Tel: +55 (18) 3643-8000 | Fax: +55 (18) 3643-8016

www.itb.ind.br | vendas@itb.ind.br

©2024 ITB Equipamentos Elétricos Ltda. Todos los derechos reservados.

