

Regulador de Tensão  
Monofásico  
Tipo Transformador  
Por Degraus  
Modelo Rav-2 com controle Modelo CTR-2



## SUMÁRIO

<b>SUMÁRIO</b> .....	1	Atalho de telas.....	15
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	1	Teclas de comando direto.....	15
<b>DESCRIÇÃO</b> .....	1	Auto Zero.....	16
Identificação de terminais de alta tensão.....	2	Navegação pelas telas de leitura.....	16
<b>POSSIBILIDADES DE CONEXÃO</b> .....	3	<b>AJUSTES NO CONTROLE – VISÃO GERAL</b> .....	17
Monofásico entre fase e neutro aterrado.....	3	Navegação pelas telas de ajustes.....	17
Bifásico.....	4	<b>AJUSTES DO CONTROLE - DETALHES</b> .....	19
Delta Aberto.....	4	01 - Relação do TP para o controle.....	19
Delta.....	4	02 - Relação do TC para o controle.....	19
Estrela.....	5	03 a 22 - Parâmetros de regulação.....	19
<b>ATERRAMENTO EM BANCO DE REGULADORES</b> .....	5	23 - Habilita o bônus de carga automático.....	20
<b>BANCOS DE REGULADORES EM CASCATA</b> .....	5	24 e 25 - Bloqueio por posição e o bônus de carga manual.....	20
Efeito falta.....	5	26 e 27 - Limitador de tensão.....	20
Efeito avalanche de operações.....	5	28 - Bloqueio por sobrecorrente.....	20
<b>RECEBIMENTO</b> .....	6	29 - Modo de atuação em caso de Fluxo Inverso.....	21
<b>ARMAZENAGEM</b> .....	6	30 - Atuação do comutador, trato da insensibilidade e bloqueio de extremos.....	22
<b>IÇAMENTO</b> .....	6	31 - Método de leitura da posição do comutador.....	23
<b>INSTALAÇÃO</b> .....	6	32 - Defasagem entre tensão e corrente.....	23
Inspeção antes da Instalação.....	6	33 - Opção de medição da tensão do lado fonte (opcional).....	24
Localização.....	7	34 - Habilita retorno temporizado ao modo automático.....	24
Tensão de referência.....	7	35 - Limiar de bloqueio.....	24
Fixação e sustentação.....	7	36 - Período de aquisição de dados.....	24
Ligações de alta tensão.....	8	37 - Habilitação de temporização inversa.....	24
<b>COLOCAÇÃO DO REGULADOR EM SERVIÇO</b> .....	8	38 - Modo de operação do regulador.....	24
Ligação.....	8	39 - Endereço para a comunicação serial.....	24
Colocando o Regulador no Sistema.....	8	40 - Modo de comunicação da porta 1.....	24
<b>VERIFICANDO A OPERAÇÃO DO REGULADOR</b> .....	9	41 - Modo de comunicação da porta 2.....	25
<b>RETIRANDO O REGULADOR DE SERVIÇO</b> .....	9	42 e 43 - Taxa de transmissão de dados.....	25
<b>MANUTENÇÃO</b> .....	9	44 - Habilitação de mensagens espontâneas.....	25
Instruções Gerais.....	9	45 - Endereço para mensagem espontânea.....	25
<b>ABERTURA DO REGULADOR</b> .....	10	46, 47, 48, 49, 50 e 51 - Acerto do relógio.....	25
<b>COMUTADOR</b> .....	11	<b>OPERANDO COM FONTE DE TENSÃO EXTERNA</b> .....	25
<b>ENROLAMENTOS</b> .....	12	<b>COMPENSAÇÃO DE QUEDA DE TENSÃO NA LINHA</b> .....	26
<b>CONTROLE CTR-2</b> .....	12	<b>INDICADOR IRT-1 (OPCIONAL)</b> .....	27
Componentes do Painel frontal.....	14	<b>ACIONAMENTO ALTERNATIVO</b> .....	27
Grupos de telas.....	14	<b>ÓLEO ISOLANTE - FISPQ</b> .....	27
Tela Padrão.....	14		

## INTRODUÇÃO

Os reguladores de tensão monofásicos ITB modelo RAV-2, com controles modelo CTR-2, formam um equipamento capaz de medir e corrigir as quedas de tensão das linhas de distribuição provocadas pela corrente da carga sobre impedância própria de linha.

Foram desenvolvidos para ter instalação simples, fácil operação e manutenção mínima superando as especificações das normas ABNT NBR EB-2108, IEEE/ANSI C.57.15.

Todos os reguladores ITB são testados e ajustados em parâmetros padronizados, oferecidos como sugestão de operação, e, para obter um funcionamento adequado às necessidades específicas, será necessário configurá-lo.

**IMPORTANTE: A leitura completa deste manual auxiliará na instalação adequada, no manuseio seguro, na operação eficiente do equipamento e na sua manutenção em condições de segurança e confiabilidade.**

## DESCRIÇÃO

O regulador é um auto-transformador em óleo isolante com enrolamento série do lado da fonte (Tipo B), equipado com comutador de derivação em carga que, em conjunto com o reator, possibilita 33 derivações, 16 para cima, 16 para baixo e a posição neutra. Regula a tensão de linha corrigindo desvios de até ±10% com passos de 0,625% da tensão nominal.

A figura 1 mostra o diagrama da parte interna ao tanque e, na figura 2, está o diagrama geral de controle.

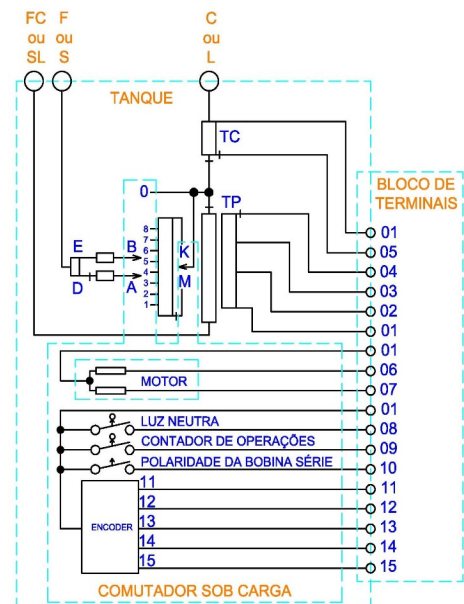


Figura 1: Diagrama geral da parte interna ao tanque.

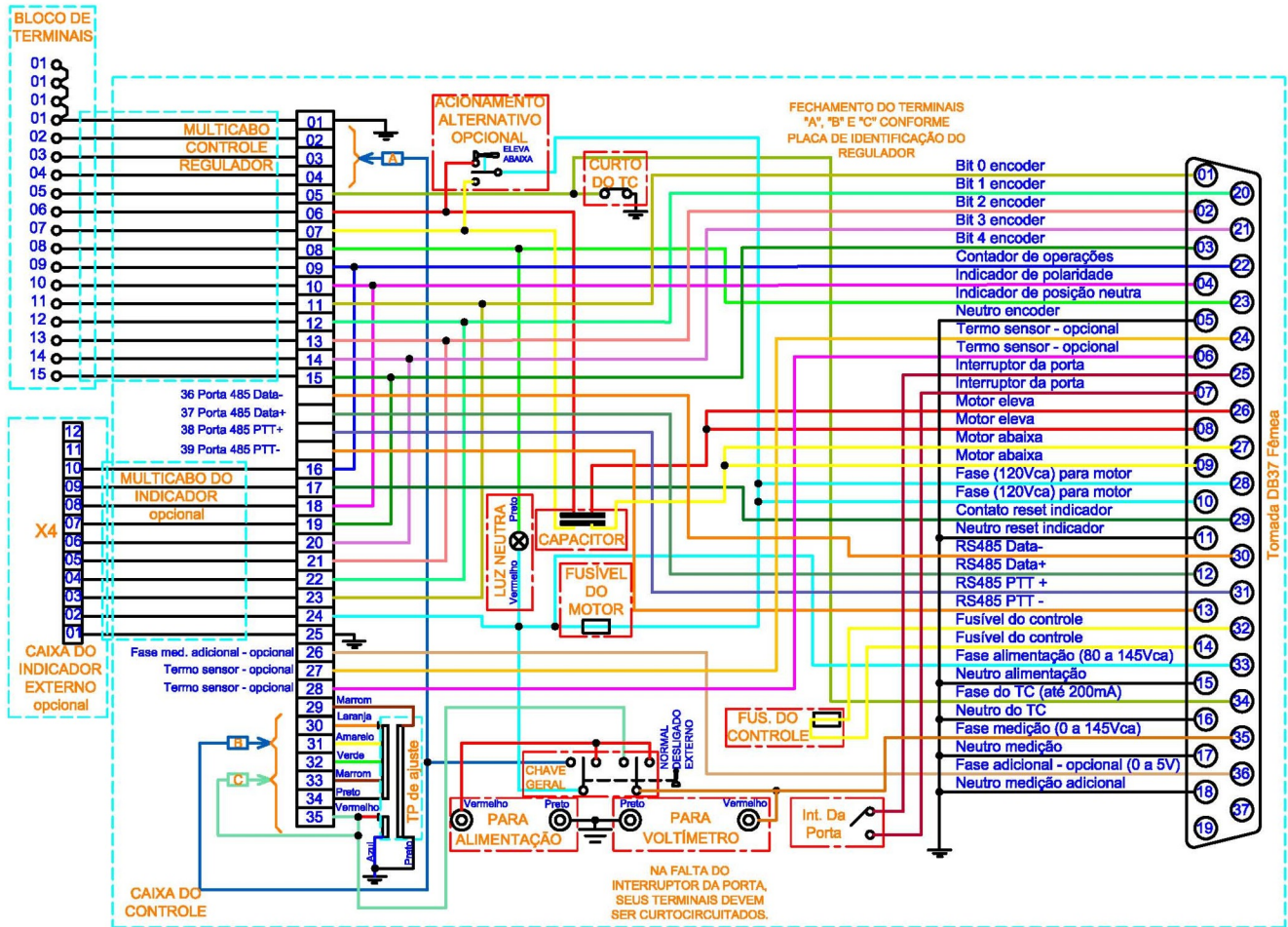


Figura 2: Diagrama geral de controle.

As medições e análises dos valores da linha são feitas por um dispositivo de controle eletrônico modelo CTR-2, microcontrolado, que comanda automaticamente o comutador e ainda acumula funções de registrador e indicador de posição.

O regulador é disposto em construção unitária, num tanque selado, com dispositivo de alívio de pressão, indicador visual de nível de óleo, conexão superior para filtro prensa, válvula de dreno, dispositivo para coleta de amostra de óleo, placa de identificação em alumínio anodizado gravada em baixo relevo, para-raios série externo, tipo ZnO com encapsulamento polimérico montado externamente entre as buchas "Fonte" e "Carga".

Opcionalmente, pode ser fornecido indicador digital de posições externo, dispositivo para acionamento alternativo do comutador, medição de temperatura do óleo, medição adicional de tensão para TP externo da bucha fonte (0 a 5Vca) e placa de identificação em aço inox.

As conexões da linha são feitas por buchas de porcelana com terminais em liga de cobre estanhados.

A derivação em uso é mostrado digitalmente no display do controle interno à caixa, a partir de um encoder absoluto com cursor solidário ao mecanismo do comutador.

A sinalização de posição neutra é feita por sistema mecanicamente e eletricamente independente do sistema de indicação e mostrado pelo acendimento de um "LED" verde no painel inferior da caixa de controle

### Identificação de terminais de alta tensão

Os terminais de AT são identificados conforme nomenclatura descrita na tabela 1 e de acordo com o padrão ABNT. O padrão ANSI de nomenclatura pode ser utilizado se for especificado. Essa identificação está indelevelmente marcada na tampa do regulador em baixo relevo e reforçada com pintura.

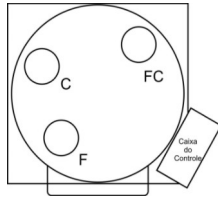


Figura 3: Disposição dos terminais na tampa do regulador.

Tabela 1: Correspondência entre nomenclatura de terminais AT ABNT e ANSI.

TERMINAIS	NOMENCLATURA	
	ABNT	ANSI
FORNE	"F"	"S"
CARGA	"C"	"L"
NEUTRO	"FC"	"SL"

**PERIGO:** Devido à possível flutuação de neutro e avalanche de comutações em busca de referência, não se deve instalar três reguladores em estrela em circuitos a três fios.

Para a colocação e retirada de operação de reguladores de tensão é de extrema importância que o comutador sob carga esteja na posição neutra e que seja confirmado através de, no mínimo, dois meios (indicador de posições e luz neutra).

**PERIGO:** Se o terminal FC do regulador de tensão estiver aberto, ou seja, sem referência e estiver fora da posição neutra, dependendo da corrente de carga, tensões elevadas poderão ser induzidas, podendo provocar danos ao equipamento, lesões e até a morte. Portanto, não se deve instalar qualquer dispositivo do tipo corta-circuito, chave fusível, reconectador ou religador no terminal FC dos reguladores de tensão.

## POSSIBILIDADES DE CONEXÃO

O regulador pode trabalhar em circuitos monofásicos, bifásicos ou, em banco, nos circuitos trifásicos. No caso de circuitos trifásicos há possibilidade de três tipos de ligação:

- um regulador ligado entre fase e neutro aterrado;
- um regulador ligado entre fase e fase;
- dois reguladores ligados em delta aberto;
- três reguladores ligados em delta;
- três reguladores ligados em estrela aterrada.

**IMPORTANTE:** Três reguladores não devem ser ligados diretamente em estrela em circuito trifásico a três fios pois pode haver deslocamento do neutro. Em um sistema trifásico a três fios, três reguladores podem operar em estrela se seu neutro for ligado ao neutro de um banco de transformadores ligados em estrela.

O tipo de ligação define a tensão nominal do regulador e diagramas sugeridos de ligação são mostrados nas figuras 4, 5, 6, 7 e 8.

### Monofásico entre fase e neutro aterrado

#### Características:

- Ligação conforme figura 4;
- Tensão nominal do regulador é igual à tensão nominal entre fase neutro do alimentador;
- Para uma carga puramente resistiva, a defasagem entre a corrente e a tensão medidas no regulador será 0° (Zero grau);
- Regulação efetiva: ±10% da tensão entre fase e neutro em sentido direto de fluxo de potência;
- A corrente é medida apenas na fase.

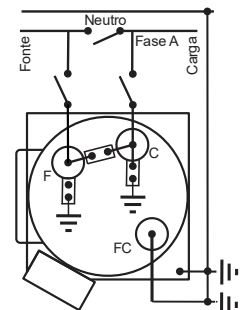


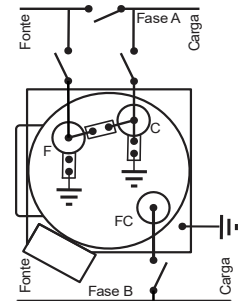
Figura 4: Ligação em linha monofásica.



### Bifásico

**Características:**

- Ligação conforme figura 5;
- Tensão nominal do regulador é igual à tensão nominal entre as fases do alimentador;
- Para uma carga puramente resistiva, a defasagem entre a corrente e a tensão medidas no regulador será  $-30^\circ$  ou  $+30^\circ$  dependendo da sequência de fases;
- Regulação: aproximadamente  $\pm 10\%$  da tensão entre fases em ambos os sentidos de fluxo;
- A corrente é medida apenas em 1 das 2 fases.

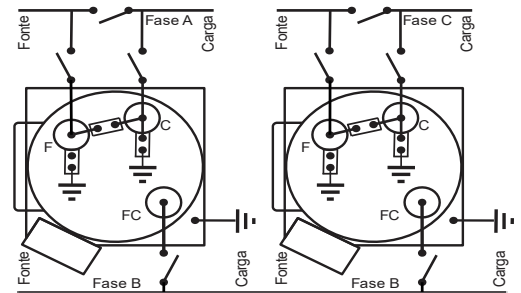


**Figura 5: Ligação em linha de duas fases.**

### Delta Aberto

**Características:**

- Ligação conforme figura 6;
- Tensão nominal do regulador é igual à tensão nominal entre fases do alimentador;
- Para uma carga puramente resistiva, a defasagem entre a corrente e a tensão medidas no regulador será  $-30^\circ$  para um dos reguladores e  $+30^\circ$  para o outro;
- Regulação:  $\pm 10\%$  da tensão entre fase e neutro em sentido direto de fluxo de potência;
- A corrente é medida apenas em 2 das 3 fases.

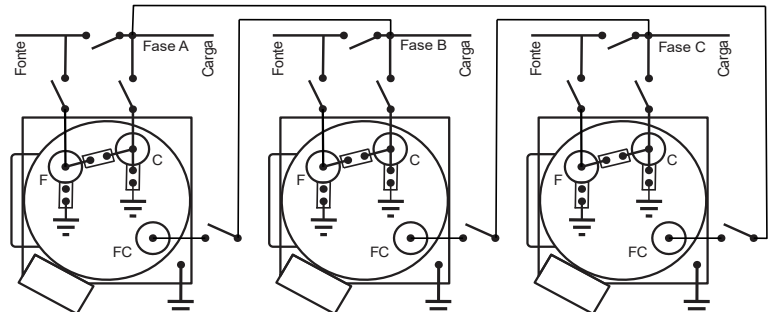


**Figura 6: Ligação delta aberto de dois reguladores monofásicos em linha trifásica.**

### Delta

**Características:**

- Ligação conforme figura 7;
- Tensão nominal do regulador é igual à tensão nominal fase-fase do alimentador;
- Para uma carga puramente resistiva, a defasagem entre a corrente e a tensão medidas no regulador será  $-30^\circ$  para todos reguladores ou  $+30^\circ$  para todos os reguladores;
- Regulação:  $\pm 15\%$  da tensão fase-fase para operação em fluxo direto de potência;
- A corrente é medida nas 3 fases contudo pode apresentar erro de até 5,35% em função da derivação feita no terminal "C" ou "L" para a referência de um dos demais reguladores do banco.
- Para reguladores em delta fechado que possam operar em fluxo inverso de potência, excetuados os casos em que o fluxo inverso é proporcionado exclusivamente por cogeração, será obrigatório o uso de TP externo e independente com secundário conectado ao terminal 26 na régua de bornes do controle do regulador e com primário conectado entre a bucha "F" do regulador que usará sua referência e a bucha "F" do regulador da fase de referência entendendo-se como "fase de referência" a fase onde a bucha "FC" do regulador está ligada respeitando e mantendo a mesma sequência de fase e polaridade da ligação para fluxo direto (Maiores detalhes em "Tensão e referência" e item 47 da tabela 7 e seus detalhes).



**Figura 7: Ligação delta de três reguladores monofásicos em linha trifásica.**

**OBSERVAÇÃO 1: a entrada para sinal do TP externo independente é opcional e deve ser solicitada no pedido.**

**OBSERVAÇÃO 2: O TP independente externo é opcional e deve ser solicitado no pedido.**

### Estrela

**Características:**

- Ligação conforme figura 8;
- Tensão nominal do regulador é igual à tensão nominal fase neutro do alimentador;

- Para uma carga puramente resistiva, a defasagem entre a corrente e a tensão medidas no regulador será  $0^\circ$  (Zero grau);
- Regulação efetiva:  $\pm 10\%$  da tensão entre fase e neutro em sentido direto de fluxo de potência.

## ATERRAMENTO EM BANCO DE REGULADORES

O adequado aterramento para um banco de reguladores de tensão monofásicos

deve garantir uma resistência de terra conforme a norma ABNT NBR 14039 instalações elétricas de media tensão de 1,0 kV a 36,2 kV.

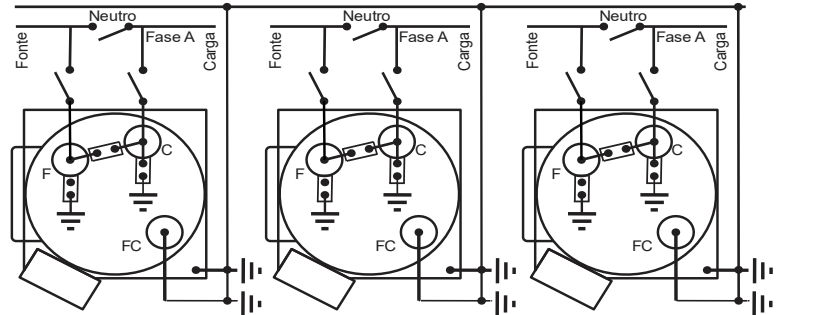


Figura 8: Ligação estrela de três reguladores monofásicos em linha trifásica com neutro solidamente aterrado.

**CUIDADO:** Se a tensão do tanque do regulador para um aterramento independente for superior a 50V, sugerimos a retirada do equipamento de serviço por interrupção no alimentador e reparo em seu aterramento.

## BANCOS DE REGULADORES EM CASCATA

Definimos como regulação em cascata a instalação, num mesmo alimentador, de 2 ou mais bancos de reguladores. Nessas condições podem surgir problemas de interação operacional entre os bancos que devem ser cuidadosamente examinados para determinar seus ajustes e locais de instalação sob pena de provocar grandes oscilações de tensão na rede.

Para uma correta análise da regulação em cascata, é necessário levar em consideração que as modificações de taps dos reguladores são percebidas tanto a jusante, pela modificação da tensão, quanto a montante, pela alteração da corrente.

Em caso de conexões em delta, ainda há um complicador adicional pois ocorrem desvios de correntes entre fases no ponto, da rede, de instalação de cada banco e seu efeito depende da posição do comutador, das correntes passantes e das impedâncias da rede até esse ponto.

### Efeito falta

Uma rede de distribuição onde se encontrem N bancos instalados em cascata, pode se encontrar numa condição crítica em que todos os reguladores de todos os bancos estejam promovendo elevação máxima, ou seja, 15%, para conexão em delta. Se, nessa condição, houver uma falta de energia, no momento do retorno e por alguns instantes, as cargas estariam desligadas mas as posições dos comutadores ainda seriam mantidas como estavam a plena carga. Como as perdas seriam menores, podem ocorrer sobre tensões de até  $1,15^N$  vezes a tensão nominal na carga do último banco.

### Efeito avalanche de operações

Analisando a operação de 2 bancos de reguladores, RT1 e RT2, ligados em série conforme o diagrama da figura 9, podemos constatar que o banco mais a jusante, RT2, percebe qualquer comutação de taps do banco mais a montante, RT1, pela variação que esta promove na tensão. Observa-se, também, que comutações de taps de RT2, será percebida por RT1, pela variação que esta promove na corrente. A variação da corrente, em função da impedância da rede desde a fonte até RT1,  $Z_1$ , provoca variação na tensão de RT1.

A troca de taps de um dos reguladores de RT2 no sentido de elevar, por exemplo, pode provocar uma elevação tal da corrente que promova, no regulador da mesma fase do banco RT1 um desnível superior à insensibilidade nele programada. Se isso ocorre, o controle do regulador de RT1 detectará esse desnível e promoverá sua correção comutando taps no sentido de elevar. Essa comutação em RT1 elevará a tensão na fase e o controle de um dos reguladores de RT2 medirá essa elevação que pode ser maior que a sua insensibilidade e, portanto, provocará comutações no sentido de baixar a tensão reiniciando o ciclo de interação.

O que ocorre então é uma grande quantidade de operações sequenciadas entre os reguladores seriados, que chamamos de avalanche de operações. Essa interação apresenta variações de tensão e de corrente ao longo da

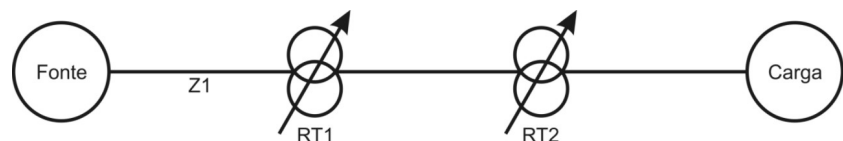


Figura 9: regulação em cascata.

rede de amplitude crescente podendo atingir níveis prejudiciais de desbalanceamento entre fases com acionamento do sistema de proteção por corrente de neutro elevada.

Para bancos em delta, a avalanche pode ocorrer entre fases diferentes e com maior intensidade e frequência por causa da regulação maior e da interação entre fases.

A coordenação da insensibilidade elimina a possibilidade de avalanche de operações.

## RECEBIMENTO

Antes da embalagem, o regulador é testado e inspecionado na fábrica. Ao recebê-lo, outra inspeção deve ser feita para localizar danos que possam decorrer do transporte. O indicador de posição externo (opcional), caixa do controle, para-raios, radiadores, buchas, cabos elétricos e demais componentes externos devem estar rigidamente fixados ao corpo do regulador, íntegros e livres de trincas e deformações. A embalagem também não deve mostrar sinais de violação, impacto ou queda.

Qualquer irregularidade deve ser comunicada à ITB o mais brevemente possível e antes mesmo de proceder com o descarregamento.

## ARMAZENAGEM

Se o regulador for descarregado provisoriamente, o equipamento deve ser armazenado em local ventilado, com piso nivelado, distante de fontes de calor, protegido de centelhas e onde não haja a possibilidade de danos mecânicos.

## IÇAMENTO

Em movimentações de reguladores feitas por levantamento com cabos ou correntes, o regulador deve ser erguido por meio das alças de içamento fixadas na lateral do tanque.

**ATENÇÃO:** A tampa pode romper-se caso os olhais de içamento da parte ativa, nela localizados, forem utilizados para erguer o regulador completo.

O cabo ou corrente a ser utilizado deve estar íntegro, ter garantidamente capacidade para suportar o peso do regulador e possuir comprimento suficiente para que o ângulo formado entre cada lance do cabo, com vértice no gancho, seja, no máximo 60° (veja figura 10).

**PERIGO:** Uso de cabos ou correntes muito curtos, que proporcionem ângulos maiores que 60°, podem provocar deformação no tanque do regulador e ruptura das alças de içamento.

Em qualquer procedimento de içamento o regulador deve permanecer nivelado.

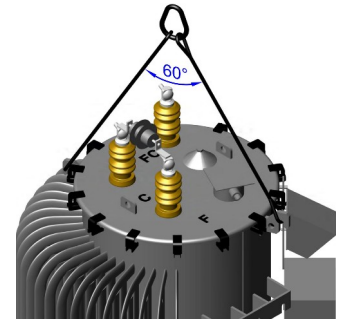


Figura 10: Método de içamento.

## INSTALAÇÃO

### Inspeção antes da instalação

Antes de ligar o regulador na linha, faça a seguinte inspeção:

1. Verifique o nível de óleo e, em caso de insuficiência, verifique sinais visíveis de vazamento, não encontrando promova a adequada reposição com óleo do tipo naftênico.
2. Examine se não há danos no para raios e em seus condutores.
3. Inspeccione as buchas para detectar danos ou sinais de vazamentos nas vedações. Se houver suspeita de infiltração, remova a tampa de inspeção para verificar se há traços de oxidação ou de água no óleo. Confirmada a infiltração consulte a ITB para indicação de procedimento adequado.
4. Se o regulador permanecer armazenado por algum tempo, verifique a rigidez dielétrica do óleo de acordo com a NBR 6869. Se o valor encontrado estiver abaixo de 26 kV, filtre o óleo e proceda a testes adicionais de forma a verificar a sua integridade.

**CUIDADO:** Havendo necessidade de secar a parte ativa ou submeter o óleo a processos aquecidos, certifique-se que o comutador não atinja temperaturas superiores a 90°C. Isto pode causar danos aos interruptores tipo micro-chave responsáveis pelos sinais de indicação de polaridade e confirmação de posição nominal.

5. Confira as marcações das buchas nas tampas correspondentes aos terminais do regulador.
6. Verificar a rigidez dielétrica entre as terminais das buchas e o tanque através de um megômetro de 5 kV. O valor mínimo lido deverá ser de 700 MΩ na temperatura ambiente.
7. Verifique se a relação de tensão de referência para tensão de linha está corretamente programado no controle do regulador (veja parâmetro 01 dos ajustes do controle).
8. Verifique se a relação do TC está corretamente programado no controle do regulador (veja parâmetro 02 dos ajustes do controle).

9. Verifique se o fechamento do TP está adequado para a tensão de linha conforme indica a placa de identificação figura 11.

**Localização**

Reguladores instalados acima de 1000 m sobre nível do mar, têm potência nominal reduzida de acordo com o especificado pelas normas ABNT NBR EB 2108 e IEEE/ANSI C.57.15.

**Tensão de referência**

A maioria dos reguladores podem ser utilizados em sistemas com diferentes tensões nominais. É necessário que o instalador se assegure de que o regulador esteja configurado para manter a relação entre tensão do sistema e a tensão de referência do controle eletrônico tal que a tensão de referência seja 120 V.

A placa de identificação indica o fechamento adequado dos terminais "A", "B" e "C" que será diferente para cada tensão de sistema aplicável conforme mostra em destaque a figura 11.

**PERIGO – O terminal "A" deve ser desconectado para que a manipulação dos terminais "B" e "C" possa ser feita com segurança. Manipular os terminais "B" e "C" com o terminal "A" conectado pode provocar choque elétrico e curto-circuito quando o regulador estiver energizado pela alta tensão.**

É importante observar que a medição efetiva será sempre feita entre as buchas "C" e "FC" ("L" e "SL") e que a medição apresentada como tensão na fonte é a tensão entre "F" e "FC" ("S" e "SL") que será utilizada como referência em caso de fluxo inverso, exceto cogeração, é calculada a partir da medição do TP e da posição do comutador e, por isso, com precisão de ±1,5%.

Para bancos em triângulo fechado o erro poderá chegar a ±6,5% pois, além do erro próprio do sistema interno ao regulador, ainda existe a diferença entre a FONTE e a CARGA do regulador de referência.

Para medição com maior precisão, deve-se utilizar um TP adicional externo e independente e o primário desse TP deve ser ligado entre as fases, no lado da FONTE, e o secundário, no qual a tensão máxima não pode ultrapassar 5Vca, deve ser ligado na entrada para TP Externo, terminal 26 da régua de bornes na caixa do controle (esta entrada é opcional para controles CTR-2 e deve ser solicitada no pedido) e no aterramento do sistema tomando-se o cuidado de estabelecer a polaridade correta para manter a mesma sequência de fases usada em fluxo direto (Parâmetro da tela 32, DEFVC) e de configurar em "1" a opção de medição de tensão do lado fonte (Parâmetro da tela 33, OPMEDF).

**OBSERVAÇÃO 1: A tensão do lado fonte, assim como a tensão do TP externo, não estará disponível nos terminais de voltímetro do painel de controle nem mesmo quando este operar em fluxo inverso.**

**OBSERVAÇÃO 2: Para reguladores ligados em delta fechado que possam ser submetidos a fluxo inverso de potência, excetuado o caso em que esse fluxo for determinado por uma cogeração, o uso desse TP externo será obrigatório.**

A função da tela 33 (OPMEDF) - Opção de medição da tensão do lado fonte, deve ser configurada adequadamente para uso ou não do TP externo para o lado fonte.

**Fixação e sustentação**

Os reguladores com massa total até 1500 kg podem ser instalados tanto em plataformas quanto em postes. Acima deste peso, recomendamos montagem exclusiva em plataformas. Em qualquer dos casos, devem permanecer nivelados.

Os reguladores são projetados para operarem ao tempo e dependem do ar ambiente para seu resfriamento. Embora se possa utilizar instalações abrigadas estas devem possuir ventilação suficiente e espaço livre para permitir a operação, inspeção e manutenção do equipamento.

**Ligações de alta tensão**

As ligações de alta tensão do regulador devem ser realizadas de modo que a tensão nominal entre os terminais CARGA, "C" ou "L", e comum, "FC" ou "SL", não ultrapasse o valor nominal indicado na placa de identificação.

As conexões dos cabos nas buchas deverão ser apertadas o suficiente para eliminar qualquer possibilidade mau contato e ponto quente entre terminal e cabo.

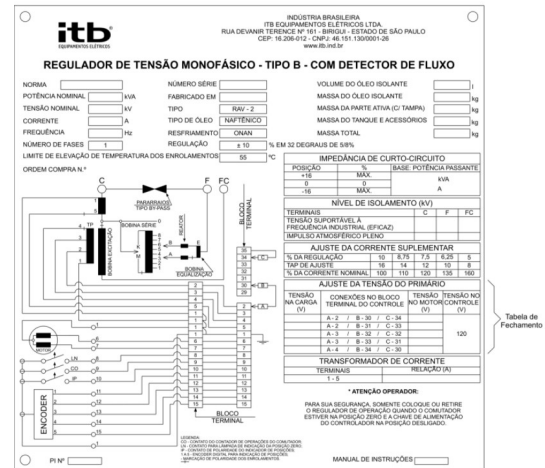


Figura 11: Placa de identificação.



**CUIDADO:** durante a montagem e conexão nenhum esforço mecânico pode ser transmitido às porcelanas e às suas hastes condutoras internas dos terminais. Tal esforço pode ocasionar afrouxamento das conexões internas e rupturas nos elementos de vedação e isolamento, provocando mau contato, aquecimento, ruptura de condutores, ruptura de isolamento, vazamentos de óleo e perda de isolamento elétrico.

Os cabos e terminações devem ser suficientemente flexíveis para evitar que esforços mecânicos causados pelos ventos, pela expansão e contração da rede, dos cabos e das terminações, cheguem a impactar os terminais dos reguladores visto que tais impactos podem danificar a porcelana dos isoladores por serem, estas, muito limitadas quanto à suportabilidade a choques, golpes e esforços mecânicos em geral. Pelo mesmo motivo, não é permitida a conexão direta da rede aos terminais sem a intermediação de suportes dos cabos de conexão às buchas.

## COLOCAÇÃO DO REGULADOR EM SERVIÇO

Se os reguladores forem montados com as chaves de manobra como sugerimos em SISTEMAS DE LIGAÇÃO deste manual, a colocação em serviço poderá ser feita sem interrupção da corrente. Os procedimentos descritos abaixo são de extrema importância para que tenhamos certeza de que o regulador está pronto para ser ligado.

### Colocando o Regulador no Sistema

**PERIGO:** A colocação do regulador em serviço só deve ser feita com a garantia de posição de neutro. O regulador em posição diferente pode provocar curto-circuito com graves riscos aos equipamentos, à rede e aos operadores.

Siga a seguinte sequência:

1. Pelos dados de placa verifique se o circuito de controle está configurado para a tensão adequada.
2. Coloque a chave "NORMAL / DESLIGA / EXTERNO" do painel do controle na posição "DESLIGA".
3. Feche a chave ligando a bucha de "FC" ("SL"). (Somente ligações entre fases).
4. Feche a chave ligando a bucha F ("S").

**NOTA:** chaves que fazem, em um único acionamento, abertura da fonte, abertura da carga e fechamento do by-pass, não permitem este passo e a confirmação prévia da posição neutra do regulador sem o uso de recurso adicional.

5. Coloque a chave "NORMAL / DESLIGA / EXTERNO" na posição "NORMAL".
6. Aperte o botão "Eleva" ou o botão "Abaixa" para operar o comutador dois ou três passos então aperte o botão "Auto Zero" para retornar o comutador à posição de neutro. (Quando em neutro, os LEDs de neutro e "Zerado" acenderão, o indicador de posição indicará "0" e a mensagem "Comutador na posição NEUTRA Pronto para manobra" será exibida.

**PERIGO:** devido ao risco de uma manobra fora da posição, o Auto Zero, embora automático, deve ser obrigatoriamente monitorado pelo operador que deve observar a sequência de modificação da indicação das posições conferindo sua ordenação e sua lógica.

7. Com o regulador na posição de neutro, comute a chave "NORMAL / DESLIGA / EXTERNO" para a posição "DESLIGA".
8. Feche a chave da bucha "C" ("L").
9. Abra a chave de by-pass.
10. Comute a chave "NORMAL / DESLIGA / EXTERNO" para a posição "NORMAL".
11. Ajuste o controle para operação no modo "AUTOMÁTICO".

**NOTA:** com o parâmetro 34 (HRAUT) ajustado em "1", se o controle CTR-2 permanecer energizado em modo de operação manual por mais de 15 minutos sem nenhum acesso ao teclado ou às portas de comunicação, o modo automático de operação será iniciado.

## VERIFICANDO A OPERAÇÃO DO REGULADOR

**OBSERVAÇÃO:** Para evitar que se submeta a linha a variações de tensão os testes a seguir devem ser executados com a bucha CARGA do regulador desconectada da linha e a chave "by-pass" fechada.

1. Ajuste o controle para operação no modo "MANUAL";
2. Pressione a tecla "Abaixa" do controle eletrônico até que o controle saia da faixa de tensão regulada (Isso será identificado pelo acendimento do LED de "Eleva");

3. Ajuste o controle para operação no modo automático.

**NOTA: Observe que, após certo tempo, o regulador retornará para a faixa de operação com tensão regulada, isso será identificado pelo desligamento do LED de "Elevar".**

4. Ajuste o controle para operação no modo manual;

5. Aperte a tecla "Eleva" do controle eletrônico até que o controle saia da faixa de tensão regulada

(Isso será identificado pelo acendimento do LED de "Abaixar");

6. Ajuste o controle para operação no modo automático.

**NOTA: Observe que, após certo tempo, o regulador retornará para a faixa de operação com tensão regulada, isso será identificado pelo desligamento do LED de "Abaixar".**

## RETIRANDO O REGULADOR DE SERVIÇO

**PERIGO: A retirada do regulador de serviço só deve ser feita com a garantia de posição de neutro. O regulador em posição diferente pode provocar curto-circuito com graves riscos aos equipamentos, à rede e aos operadores.**

1. Aperte o botão "Auto Zero" para retornar o comutador para a posição de neutro. (Quando em neutro, o LED de neutro acenderá, o indicador de posição indicará "0" e, se não houver inconsistência, o "Zerado" se acenderá e o display exibirá a mensagem "Comutador na posição NEUTRA Pronto para manobra".

**PERIGO: devido ao risco de uma manobra fora da posição, o Auto Zero, embora automático, deve ser obrigatoriamente monitorado pelo operador que deve observar a sequência de modificação da indicação das posições conferindo sua ordenação e sua lógica.**

2. Com o regulador na posição de neutro, comute a chave "NORMAL / DESLIGA / EXTERNO" para a posição "DESLIGA".

3. Feche a chave de *by-pass*.

4. Abra a chave desligando bucha "C" ("L").

5. Abra a chave desligando a bucha "F" ("S").

6. Abra a chave desligando a bucha "FC" ("SL"). (Aplicações em delta ou bifásica).

## MANUTENÇÃO

O regulador de tensão foi projetado para permitir a realização de alguns itens de verificação sem a necessidade de retirá-lo de operação. A manutenção, metodicamente seguida, constitui fator indispensável à longa duração do regulador de tensão, nas melhores condições de funcionamento e rendimento.

### Instruções Gerais

Na tabela 2, descrevemos alguns itens de verificação com suas respectivas periodicidades e critérios de avaliação.

**Tabela 2: Instruções de manutenção.**

Ponto	Item	Período	Verificar	Procedimento ou item de verificação	Avaliação / Correção
Controle	1	1 ano	Acionamento manual; Bloqueio máximo e mínimo.	- Posicionando o ajuste de operação em elevar, verifique que o controle eleva a derivação, parando no bloqueio ajustado. - Posicionando o ajuste de operação em abaixar, verifique que o controle abaixa a derivação, parando no bloqueio ajustado.	
Controle	2	1 ano	Tensão de referência	Com o regulador energizado, ajuste: $U_r=0$ V, $U_x=0$ V e insensibilidade em 1 V. Verificar se a tensão de saída de "Vôltemetro" está igual ( $\pm 1$ V) da referência após estabilizado.	
Controle	3	1 ano	Temporização. Acionamento automático elevar e Abaixar	Variar o valor da tensão de referência para uma tensão maior que a tensão da rede: - Verificar se o motor aciona no sentido "Elevar" passado o tempo ajustado. - Variando o ajuste para uma tensão menor que a tensão da rede. - Verificar se o motor aciona no sentido "Abaixar" passado o tempo ajustado.	

Ponto	Item	Período	Verificar	Procedimento ou item de verificação	Avaliação / Correção
Acessórios	4	1 ano	Buchas	1. Trinca nas porcelanas; 2. Acúmulo de impurezas nas porcelanas; 3. Vazamento de óleo; 4. Aperto dos terminais.	Quando a contaminação da porcelana for excessiva, limpe com um pano que contenha amônia ou tetracloreto de carbono e aplique um neutralizador.
Acessórios	5	1 ano	Pára-raios	1. Aglomeração de impurezas; 2. Resistência de isolamento.	Depois, lave com água doce e seque com pano seco; Reaperte os terminais quando estiverem frouxos.
Acessórios	6	1 ano	Indicador de nível de óleo	- Trinca no visor de vidro; - Vazamento de óleo.	- Troca do visor de vidro; - Reaperto do corpo do indicador ou troca da gaxeta.
Acessórios	7	1 ano	Válvula de drenagem do óleo	- Vazamento de óleo.	- Reapertar. Se persistir o vazamento retirar equipamento de serviço.
Óleo Isolante	8	1 ano	Retirar amostra do óleo isolante.	- Medir a rigidez dielétrica; - Índice de neutralização; - Tensão interfacial; - Fator de potência.	- Filtrar o óleo quando for encontrado valor abaixo de 26 kV (NBR 6869) para a rigidez dielétrica.

## ABERTURA DO REGULADOR

Para efetuar verificações internas abra o regulador conforme procedimento abaixo:

1. Retire o regulador de serviço, seguindo as instruções de segurança afixadas no painel de controle;
2. Coloque o regulador em uma posição onde a linha energizada não possa interferir. Preferencialmente em local coberto com piso plano e nivelado e espere até que a temperatura do óleo isolante seja menor que 40 °C;
3. Retire os parafusos que fixam a caixa do controle ao tanque principal;

**NOTA: Não solte a haste que fixa a caixa de controle à tampa do regulador. A caixa deve se manter mecanicamente ligada à tampa durante a abertura.**

4. Retire o condutor de aterramento ligado entre caixa do controle e tanque do regulador;
5. Folgue os parafusos das presilhas de fixação da tampa;
6. Retire o condutor de aterramento ligado entre tampa e tanque do regulador;
7. Eleve a parte ativa por meio dos olhais da tampa, guiando a caixa de controle que será erguida com a tampa.

**PERIGO: Ao abrir o regulador, haverá possibilidade de contato humano e ambiental com o óleo isolante. Utilize EPI adequado e previna-se contra vazamentos para o ambiente.**

## COMUTADOR

O comutador de derivações em carga é um dispositivo simples e de vida útil longa sendo recomendadas inspeções conforme tabela 3.

Tabela 3: Inspeções no comutador sob carga.

FREQUÊNCIA - Nº de operações	DESCRIÇÃO DE SERVIÇOS
Cada 125.000	- Medição de resistência de contato (800 $\mu\Omega$ máx). - Fazer inspeção visual. - Análise do desgaste dos contatos fixos e móveis.
Cada 250.000	- Substituição contatos fixos e móveis; - Verificação do mecanismo de operação.
Cada 1.000.000	- Revisão geral, desmontagem e substituição de peças com desgaste.

A medição da resistência de contato (contato fixo + contato móvel + eixo + anel coletor) deve ser efetuada conectando os terminais do micro-ohmímetro entre os terminais do eixo e do anel coletor (Tirantes mais centrais da placa isolante do comutador). Efetuar medições nas posições pares de 0 a +16. Os valores medidos não poderão exceder a 800  $\mu\Omega$ . O desgaste natural dos contatos, desalinhamentos e folgas dos mecanismos elevam gradualmente essa resistência. Consideremos o valor de 2.500  $\mu\Omega$  como limite máximo aceitável para comutadores em operação.

### Peças de reposição

As peças de reposição do comutador podem ser solicitadas conforme identificadas na figura 12 e podem ser pedidas pelo número ou pelos nomes correspondentes da tabela 4.

Tabela 4: Lista de peças do comutador sob carga

It.	Descrição	It.	Descrição
01	Came coletor	17	Contato fixo
02	Encoder absoluto	18	Anel coletor
03	Micro interruptor contador de operação	19	Escova
04	Placa de montagem do mecanismo de acionamento	20	Tirante condutor
05	Micro interruptor da chave de polaridade	21	Eixo coletor
06	Acionador da chave reversora	22	Braço isolante do acionamento principal
07	Acionador contatos móveis	23	Coroa do indicador mecânico
08	Braço isolante acionador da chave reversora	24	Eixo do mecanismo
09	Disco de inércia	25	Disparador / Posicionador
10	Braço do contato móvel ao eixo	26	Ancoramento da mola de acionamento
11	Braço do contato móvel ao anel	27	Coroa de acionamento
12	Contatos móveis	28	Motor de acionamento
13	Suporte e pinhão para indicador mecânico	29	Disco posicionador
14	Contato fixo da chave reversora	30	Separador das placas de montagem
15	Separador isolante das placas de montagem	31	Micro interruptor da posição neutra
16	Placa de montagem dos contatos		

### Pontos de verificação do comutador

1. Todas as porcas que atuam sobre tirantes de latão devem ser torqueadas a 1,2 kgf.m;
2. A corrente de acionamento deve ter folga mínima de 15 mm e máxima de 25 mm;
3. Rotor do encoder deve ser sincronizado com os contatos móveis de tal maneira que, na posição nominal nenhum de seus contatos esteja fechado (posição "0" será indicado no display do controle);
4. Os bloqueios mecânicos devem ser testados com o motor energizado a uma tensão de 140 Vca e a comutação da chave reversora deve ser testada com o motor alimentado a uma tensão de 95 Vca (O motor do comutador deve estar conectado ao capacitor de 20  $\mu\text{F}$  380 Vca).

## ENROLAMENTOS

Todos os reguladores ITB possuem 3 conjuntos de bobinas independentes (em núcleos separados):

1. Um grande conjunto de bobinas montado na parte mais inferior do regulador que concentra o TP de medição, a bobina paralela, a bobina série (de derivações) e o enrolamento de balanço;
2. Um enrolamento fixado no topo do enrolamento principal que é o reator;
3. Um enrolamento toroidal fixado sobre o reator que é o TC responsável pela medição da corrente de carga.

Cada um desses enrolamentos é construído e interligado de acordo com características específicas do projeto que podem variar em função da aplicação e condições de uso sendo necessário, portanto, que o número de série do regulador seja informado quando se solicitar peças de reposição.



## CONTROLE CTR-2

O controle eletrônico CTR-2 é um equipamento microcontrolado capaz de realizar funções inerentes à regulação de tensão, retardo de tempo de atuação e aquisição de dados para o controle da qualidade da tensão nos sistemas elétricos e disponibilizá-los através de seu sistema incorporado de comunicação.

O controle eletrônico CTR-2 possui os seguintes recursos básicos:

- Medições dos parâmetros elétricos de linha;

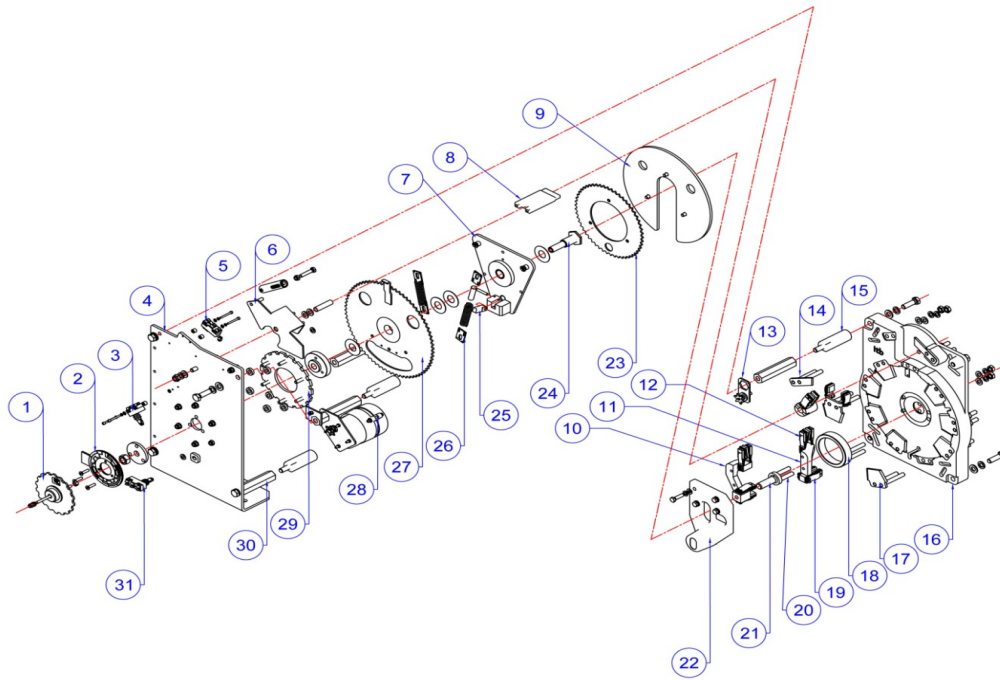


Figura 12: Peças do comutador sob carga.

- O controle está alojado internamente em uma caixa metálica com grau de proteção IP44;
  - Possui uma chave de alimentação "NORMAL / DESLIGA / EXTERNA", que seleciona o modo de alimentação do controle, e evita a energização dos terminais das buchas durante uma alimentação externa;
  - Bornes para entrada de alimentação externa;
  - Bornes para conexão de voltímetro;
  - Curto-circuito automático do TC quando da abertura do painel e retirada do gabinete CTR-2;
  - Contador digital de operações do comutador não zerável;
  - Contador digital de operações do comutador zerável;
  - LED indicador da posição neutra independente da indicação da posição;
  - LED indicador de necessidade de elevar a tensão;
  - LED indicador de necessidade de abaixar a tensão;
  - LED de falha;
  - LED de confirmação de posição nominal (Zerado);
  - Fusível para proteção do controle e do motor (com fusíveis em uso e sobressalentes);
  - Aquisição de dados:
1. Obtém, armazena e mostra a data e hora da última atualização das demandas mínimas e máximas de tensão e corrente.
  2. Obtém, armazena e mostra registros, em períodos ajustáveis entre 1 e 60 min, os valores instantâneos de fator de potência, derivação, tensão, corrente, modo de operação, data e hora de cada registro até que o número total de registros atinja 9.362. A partir desse ponto, a cada período é feito um novo registro com abandono do registro mais antigo.

**NOTA Essa pilha de valores só pode ser acessada com o auxílio de um computador conectado ao controle no qual esteja instalado o programa de comunicação ITBComm3B.**

- Operação em fluxo de potência direto e inverso sem a necessidade de TP especial para esta finalidade excetuado os casos de ligação em delta fechado em que o fluxo inverso seja determinado por barramento de conexão - Delta”, “Tensão de referência” e ítem 33 da tabela 7);
- Função “Auto Zero” que leva o comutador de derivações de qualquer posição para a posição zero;
- Portas de comunicação simultânea:
  1. Permite comunicação via EIA232, EIA485, USB e fibra ótica;
  2. A comunicação serial com um computador pode ser feita por qualquer das portas e por qualquer das tomadas através de DNP3 ou do programa de comunicação, **ITBComm3B**, disponível para download e instalação em <http://www.itb.ind.br>, instalável em sistema operacional Windows 98 ou mais recente, e uma conexão entre a porta serial, USB, ou ótica do computador e as portas RS232, em plugue DB9, do frontal do controle através de um cabo serial ou USB tipo A ou ótica ST disponíveis no CTR-2. Se a porta serial do computador for um soquete DB9 Macho, o cabo a ser utilizado deverá ser ligado conforme diagrama da figura 13.
  3. O protocolo de comunicação para todas as portas é DNP3.0 e DNP3.0 LAN/WAN;
  4. Opcionalmente, pode ser instalada conexão ETHERNET em terminal RJ45 em lugar da EIA 232 traseira em DB9.

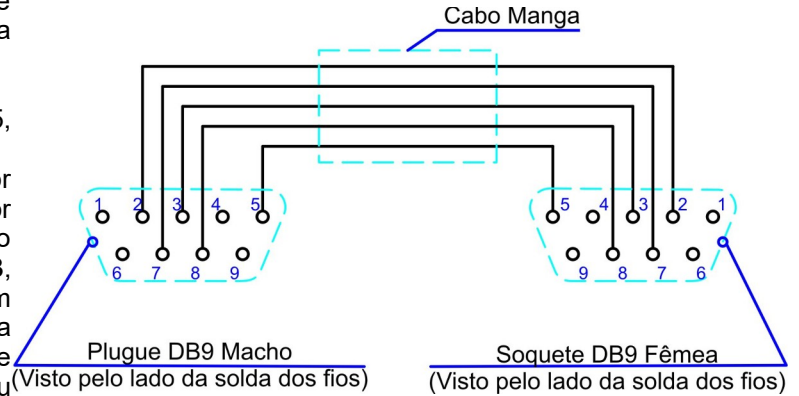


Figura 13: Cabo de comunicação serial.

As portas de comunicação também podem ser utilizadas para comunicação via modem.

- O pino 9 de cada uma das DB-9 são ativos com +5 Vdc;
- Protocolo de Comunicação DNP3.0 em ambas as portas;
- 3 mapas de ajustes independentes para fluxo direto de potência com vigência em função de data e hora;
- Relógio e calendário em tempo real;
- Proteção do comutador em caso de sobrecarga;
- Proteção de sobretensão e subtensão do sistema;
- Precisão em 120 V e 200 mA é de 0,7% em ambientes de 25 °C.

### Componentes do Painel frontal

Com uma disposição simplificada o controle CTR-2 permite visualização e ajuste de configuração do controle e leitura de medições instantâneas do sistema sem a necessidade de nenhum outro acessório.

Ao ser inicializado o controle CTR-2 acenderá todos os leds e o backlight do *display* para teste de funcionamento destes componentes.

Seu painel frontal possui um *display* alfanumérico monocromático de cristal líquido e um teclado como mostrado na figura 14 e detalhado na tabela 5.

Todos os controles são testados e calibrados individualmente na fábrica e todos os ajustes poderão ser efetuados manualmente através dos comandos da parte frontal do CTR-2.

Através das teclas de navegação mostradas pode-se acessar cada informação e função e assim ajustá-las para cada situação.

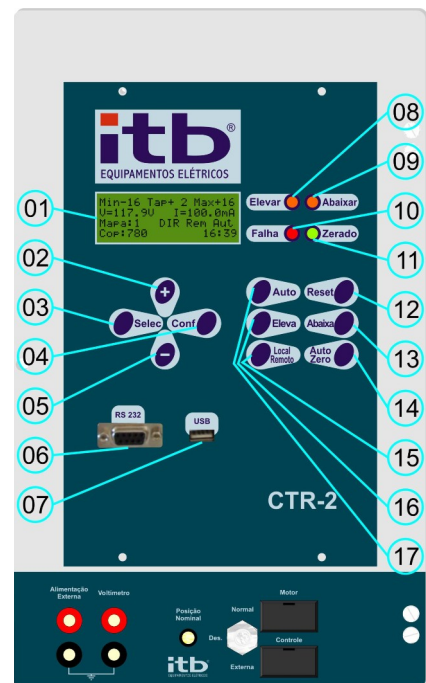


Figura 14: Frontal do controle.

**Tabela 5: Identificação de componentes do frontal.**

Item	Descrição
01	Display de cristal líquido monocromático 4 linhas de 20 caracteres.
02	Teclas "+" permite navegar pelas telas de medições, de ajustes e de valores conforme selecionados.
03	Tecla "Selec" permite escolher telas de medições, ajustes e atalho e desloca para a esquerda o cursor de ajustes quando em modo de configuração.
04	Tecla "Conf", na tela principal, comuta o valor de tensão e corrente entre primário e secundário, e entra em modo de configuração quando em telas de ajustes e confirma o valor selecionado de cada dígito de ajustado.
05	Teclas "-" permite navegar pelas telas de medições, de ajustes e subtrai valores conforme selecionados.
06	Soquete DB-9 porta serial de comunicação EIA-232.
07	Soquete USB tipo A para comunicação.
08	LED sinalizador da necessidade de correção da tensão no sentido de elevar.
09	LED sinalizador da necessidade de correção da tensão no sentido de abaixar.
10	LED sinalizador de falha.
11	LED sinalizador de confirmação da posição nominal.
12	Tecla "Reset" atualiza ou reseta valores que permitem essa operação se estes estiverem apresentados.
13	Tecla "Abaixa" opera o comutador no sentido de abaixar quando o modo "Manual" está ativo.
14	Tecla "Auto Zero" leva o regulador à posição zero.
15	Tecla "Local/Remoto") limita o comando de operações do comutador a apenas local para evitar riscos em manobras.
16	Tecla "Eleva" opera o comutador no sentido de elevar quando o modo "Manual" está ativo.
17	Tecla "Auto" seleciona o modo de operação do controle em automático ou manual.

### Grupos de telas

As telas o controle CTR-2 foram organizadas em 4 grupos: tela padrão, telas de medições, numeradas de 52 a 70, tela de ajustes, numeradas de 01 a 51, e tela de atalhos. O botão "Selec" comuta entre esses 4 grupos de telas, na ordem em que foram descritos, sempre mostrando a primeira tela de cada grupo. Se pode, a partir da tela padrão, apertar a tecla "+" para visualizar primeira tela de medição, a tela 52, ou apertar a tecla "-" para visualizar última tela de medição, a tela 70 e, a partir de qualquer tela numerada, se pode navegar pelo grupo de telas apertando "+" ou "-".

### Tela Padrão

O controle apresenta em sua tela padrão, figura 15, de forma continuada, os seguintes valores:

1. O valor ao lado da abreviatura "Mín" que é posição mínima do comutador atingida desde o último reset;
2. O valor ao lado da abreviatura "Tap" que é a posição atual do comutador;
3. O valor ao lado da abreviatura "Máx" que é a posição máxima do comutador atingida desde o último reset;

**NOTA: Os valores de "Mín" e "Máx" podem ser atualizados pressionando a tecla 12 ("Reset") após o que passarão a marcar o mesmo valor que está em "Tap".**

4. O valor ao lado da abreviatura "V=" que é a tensão instantânea na carga;
5. O valor ao lado da abreviatura "I=" que é a corrente instantânea na carga;

**NOTA: A tecla "Conf" comuta os valores de "V=XXXX" e "I=XXXX" entre primário e secundário.**

6. O valor ao lado da palavra "Mapa:" indica o mapa vigente;
7. "DIR" indica que o controle CTR-2 detectou que o fluxo de potência é direto. Se este campo apresentar "INV" significa que o regulador está trabalhando com fluxo inverso de potência;
8. "Rem" indica que opera plenamente por comandos remotos e se nesse campo aparecer "Loc" indica que o controle rejeitará comandos remotos (resets, elevar, abaixar, manual e automático);
9. O "Aut" informa que o controle CTR-2 está operando no modo automático. Caso ele esteja em modo manual esse campo mostrará "Man";
10. O valor ao lado da abreviatura "Cop:" que é o número total de comutações realizadas pelo controle ou por seu intermédio;
11. "hh:mm" que é o horário do controle. Em caso de acionamento o relógio é substituído pela indicação de elevação ou redução de tap. Se for feita tentativa de acionamento manual em condição de bloqueio o relógio é substituído pela indicação "BLOQ". Em modo automático, se um dos LEDs indicadores de desnível se acender, esse campo mostra a contagem de tempo para acionamento do motor.

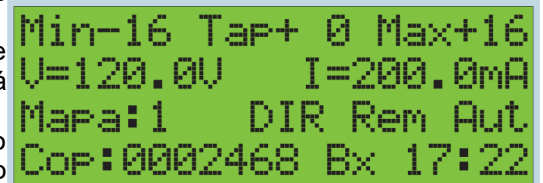


Figura 15: Tela padrão.

12. As letras “Bx” mostradas na figura 15, antes do relógio, representam uma condição de bloqueio que foi atingida no modo automático. Caso “Bx” seja:

- BT, ele está bloqueado tanto para elevar, quanto para abaixar;
- BE, ele está bloqueado para elevar;
- BA, ele está bloqueado para abaixar;

### Atalho de telas

A partir da tela padrão, se pode pressionar a tecla “Selec” três vezes e o controle mostrará uma tela que possibilita entrar com o número correspondente ao ajuste ou medição que se deseja visualizar conforme colunas “Atalho” das tabelas 6 e 7.

A tela de seleção de atalhos será mostrada conforme figura 16 e, quando pressionado o botão “Conf” ela se modificará ficando como na figura 17 que permite a modificação do campo “Novo valor:” através do seguinte procedimento:

1. Observe que sob um dos dígitos do campo “Novo valor:” existe um cursor que indica que este é o dígito ajustável;
2. Pressione as teclas “+” ou “-” para variar este dígito entre 0 a 9 ou vice-versa;
3. Pressione as teclas “Selec” ou “Conf” para fazer o cursor navegar pelos dígitos;
4. Repita a operação até preencher os dois dígitos obtendo o valor desejado;
5. Com o cursor sob o dígito menos significativo, pressione a tecla “Conf” para aceitar o valor para todo o “Novo valor”;
6. Imediatamente a tela solicitada será mostrada e o comportamento desta passa a ser exatamente comum às telas de leitura de ajustes;
7. Nota: Se o valor ajustado se encontrar fora da “Faixa: 1 a 84”, a mensagem “Valor inválido” será mostrada na linha inferior da tela e o “Novo Valor” ficará novamente igual ao “Valor atual” permanecendo na tela de modificação de ajustes;
8. Se a tecla “Conf” for pressionada enquanto o cursor se encontrar sob o dígito mais significativo, nenhuma ação será adotada pelo controlador CTR-2;
9. Para voltar à tela padrão a partir da tela de atalhos, basta acionar a tecla “Conf” uma vez.



Figura 16: Tela de atalho.

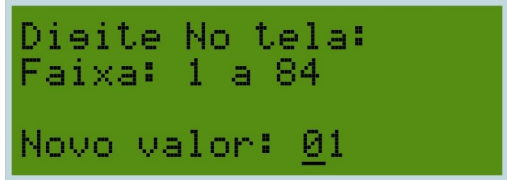


Figura 17: Tela de seleção de atalho.

### Teclas de comando direto

O controle CTR-2 possui 6 teclas de comando direto com funções específicas que são descritas abaixo:

- Tecla 12, “Reset”, atualiza ou reseta valores que permitem essa operação o que é indicado pela palavra “Resetavel” escrita na linha inferior do *display*;
- Tecla 13, “Abaixa”, opera o comutador no sentido de abaixar quando o modo “Manual” está ativo. O modo manual é indicado pela sigla “Man” no último campo da terceira linha do *display* padrão;
- Tecla 14, “Auto Zero”, leva o regulador à posição “NEUTRA” a partir de qualquer tela ou modo de operação;
- Tecla 15, “Local/Remoto”, limita o comando de operações do comutador a apenas local para evitar riscos em manobras;
- Tecla 16, “Eleva”, opera o comutador no sentido de elevar quando o modo “Manual” está ativo;
- Tecla 17, “Auto”, seleciona o modo de operação do controle em automático ou manual.

### Auto Zero

A tecla 14, “Auto Zero”, tem a função de preparar o controle para manobra de energização ou desenergização e, uma vez acionada, inicializa o seguinte algoritmo:

- a – Apresenta mensagem de AUTO-ZERO acionado e aguarda 7 segundos pela confirmação, feita por novo acionamento da tecla AUTO-ZERO, para dar continuidade à rotina (Somente do versão 2.6 em diante);
- b – Verifica a posição atual do comutador;
- c – Se a posição não for a nominal, o controle verifica se há necessidade de elevar ou abaixar derivações;
- d – Liga o motor do comutador no sentido de levar o comutador à posição nominal;
- e – Aguarda até que o comutador atinja a posição zero certificada pela mudança de estado da chave reversora;
- f – Quando a posição zero é atingida, o controle verifica se a redundância dessa informação está coerente comparando a leitura do encoder com o fechamento do micro interruptor da posição nominal, que possuem sistemas eletricamente e mecanicamente independentes;
- g – Acende o LED “Zerado” caso a redundância confirme a posição nominal ;
- h – Apresenta no display a mensagem “**Comutador na posição neutra. Pronto para manobra**”;
- i - Acende o LED “Falha” caso a redundância apresente discórdância entre o LED da posição nominal e a leitura do encoder;
- j – Em caso de falha, apresenta, no display, a mensagem: “**Comutador bloqueado. Falha auto zero!**”



**NOTA: O “Auto Zero” bloqueia os comandos do controle até a próxima energização do controle e sempre retorna no modo manual.**

### Navegação pelas telas de leitura

A partir da tela padrão, pressionando as teclas “+” e “-” pode-se navegar por telas, conforme figura 18, nas quais se pode visualizar os valores detalhados medidos no sistema da seguinte maneira:

1. No campo “XX” será apresentado o número da tela que deve ser usado para acessá-la diretamente através da tela de atalho;
2. No campo “Nome:” aparecerá o identificador da medição conforme coluna “Nome” da tabela 6;
3. No campo entre colchetes aparecerá, se for o caso, a unidade do valor apresentado;
4. No campo “Valor:” será apresentado o valor instantâneo para essa medição;
5. No campo dd/mm/aaaa hh:mm será apresentado o momento da ocorrência se for o caso conforme coluna “Data-hora”;
6. A palavra “Resetável” será vista na linha inferior da tela se isso for possível conforme coluna “Resetável” da tabela 6.

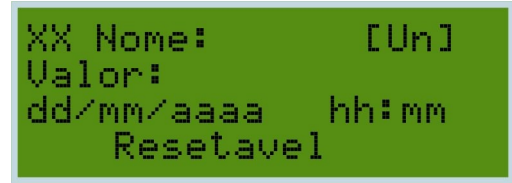


Figura 18: Tela de leitura de medições.

Os valores serão apresentados na sequência da tabela 6 para acionamento consecutivo da tecla “+” e a tecla “-” permite o retorno ao valor anteriormente lido.

Tabela 6: Sequência de valores medidos.

S.	Atalho	Nome	Descrição	Data-hora	Unidade	Resetável	Remota
01	52	TBLC	Tensão na baixa lado “CARGA”	-	V	-	Mostra
02	53	TBLF	Tensão na baixa lado “FONTE”	-	V	-	Mostra
03	54	FREQ	Frequência	-	Hz	-	Mostra
04	55	FPOT	Fator de potência	-	-	-	Mostra
05	56	DMAXTC	Demanda máxima da tensão lado “CARGA”	Sim	V	Sim	Mostra e reseta
06	57	DMINTC	Demanda mínima da tensão lado “CARGA”	Sim	V	Sim	Mostra e reseta
07	58	TLC	Tensão na linha lado “CARGA”	-	kV	-	Mostra
08	59	CLC	Corrente na linha lado “CARGA”	-	A	-	Mostra
09	60	DMAXCC	Demanda máxima da corrente lado “CARGA”	Sim	mA	Sim	Mostra e reseta
10	61	DMINCC	Demanda mínima da corrente lado “CARGA”	Sim	mA	Sim	Mostra e reseta
11	62	PNOM	Potência nominal na “CARGA”	-	kVA	-	Mostra
12	63	PATV	Potência ativa na “CARGA”	-	kW	-	Mostra
13	64	PRTV	Potência reativa na “CARGA”	-	kVAr	-	Mostra
14	65	COC	Contador parcial de operações	-	-	Sim	Mostra e reseta
15	66	QTREG	Quantidade de registros armazenados	-	-	Sim	Não
16	67	CBLC	Corrente na baixa lado “CARGA”	-	mA	-	Mostra
17	68	CBLF	Corrente na baixa lado “FONTE”	-	mA	-	Mostra
18	69	DHTV	Taxas de distorção harmônica da tensão	-	%	-	Mostra
19	70	DHTI	Taxas de distorção harmônica da corrente	-	%	-	Mostra

**NOTA: Quando o valor de “QTREG” é resetado os dados armazenados são descartados.**

### AJUSTES NO CONTROLE – VISÃO GERAL

O controle CTR-2 possui 3 grupos de ajustes, para operação em fluxo direto, cuja vigência dependerá de data e hora para entrada e saída. Esses grupos são chamados de MAPAS e incorporam apenas os parâmetros que podem variar sazonalmente. Possui também um grupo de ajustes independentes destinados a vigência quando detectado fluxo inverso de potência.

## Navegação pelas telas de ajustes

Para fazer o ajuste dos parâmetros de operação do controle:

1. A partir da tela padrão ou de qualquer tela de leitura de medições, pressione a tecla “Selec” uma vez, o primeiro parâmetro passível de ajuste será apresentado na tela de configuração (figura 19) assim como seu valor atual:

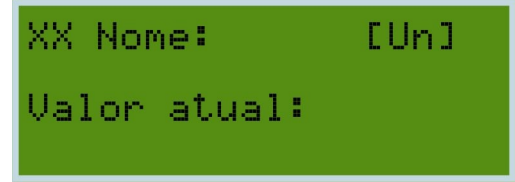


Figura 19: Tela de visualização de ajustes.

1. No campo “XX” será apresentado o número da tela que deve ser usado para acessá-la diretamente através da tela de atalho;
2. O campo “Nome” apresenta uma sigla que identifica o parâmetro visualizado conforme coluna “Nome” da tabela 6;
3. O campo entre colchetes mostra a unidade do valor apresentado e o campo valor apresenta o valor atualmente ajustado para esse parâmetro;

2. Pressione as teclas “+” ou “-” para navegar entre os parâmetros ajustáveis que estão sequenciados conforme tabela 6. Após ser atingido o último dos parâmetros, a tecla “+” fará com que a primeira tela de visualização dos ajustes reapareça;

Em qualquer tela de visualização dos ajustes, pressione a tecla “Conf” para passar o parâmetro apresentado para o modo de ajuste, que será visualizado numa tela de ajustes; conforme figura 20, com dois campos a mais que a tela de visualização:

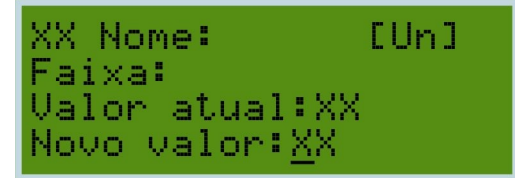


Figura 20: Tela de modificação de ajustes.

1. Um campo “Faixa” que mostrará os valores mínimo e máximo para o parâmetro visualizado;
2. Um campo “Novo valor” que mostrará inicialmente o mesmo “Valor atual” porém com um cursor na posição do dígito mais significativo.

Para modificar o valor do ajuste selecionado, siga a sequência de operações abaixo:

1. Pressione as teclas “+” ou “-” para navegar entre 0 a 9 para o dígito sobre o cursor;
2. Pressione as teclas “Selec” ou “Conf” para fazer o cursor navegar pelos dígitos;
3. Repita a operação até preencher todos os dígitos obtendo o valor desejado;
4. Com o cursor sob o dígito menos significativo, pressione a tecla “Conf” para aceitar o valor para todo o “Novo valor” que passará a ser apresentado como “Valor atual” e isso será exibido na tela de visualização de ajustes que retornará no mesmo ajuste em que se encontrava;

**Nota: Se o valor ajustado se encontrar fora da “Faixa”, a mensagem “Valor inválido” será mostrada na linha inferior da tela e o “Novo Valor” ficará novamente igual ao “Valor atual” permanecendo na tela de modificação de ajustes.**

5. Se a tecla “Conf” for pressionada enquanto o cursor se encontrar sob o dígito mais significativo, nenhuma ação será adotada pelo controlador CTR-2;
6. Para retornar ao tela padrão a partir da tela de visualização de ajustes, pressione 2 vezes a tecla “Selec”;
7. Os ajustes serão apresentados na sequência da tabela 7.

Tabela 7: Sequência de parâmetros ajustáveis.

S.	Atalho	Nome	Descrição	Un.	Faixa	Incremento	Valor Padrão	Valor personalizado	Remota	Local
01	01	RTPC	Relação do TP para o controle	-	25.0 a 500.0	0,1	Placa <sup>1</sup>		Mostra	Ajusta
02	02	RTCC	Relação do TC para o controle	-	250 a 6000	1	Placa <sup>2</sup>		Mostra	Ajusta
03	03	VREFM1	Tensão de referência mapa fluxo direto	V	90 a 135	0,1	120		Ajusta	Ajusta
04	04	INSM1	Insensibilidade mapa fluxo direto	V	0,5 a 6,0	0,1	3		Ajusta	Ajusta
05	05	TMPM1	Temporização mapa fluxo direto	s	10 a 180	1	30		Ajusta	Ajusta
06	06	DVQLRM1	Queda de tensão resistiva na linha mapa fluxo direto	V	-25 a +25	1	0		Ajusta	Ajusta
07	07	DVQLXM1	Queda de tensão reativa na linha mapa fluxo direto	V	-25 a +25	1	0		Ajusta	Ajusta
08	08	VREFM2	Tensão de referência mapa fluxo direto final de semana	V	90 a 135	0,1	120		Ajusta	Ajusta
09	09	INSM2	Insensibilidade mapa fluxo direto final de semana	V	0,5 a 6,0	0,1	3		Ajusta	Ajusta
10	10	TMPM2	Temporização mapa fluxo direto final de semana	s	10 a 180	1	30		Ajusta	Ajusta
11	11	DVQLRM2	Queda de tensão resistiva na linha mapa fluxo	V	-25 a +25	1	0		Ajusta	Ajusta

<sup>1</sup> Para controles avulsos ou retornados ao default o padrão é 115.

<sup>2</sup> Para controles avulsos ou retornados ao default o padrão é 1000.

S.	Atalho	Nome	Descrição	Un.	Faixa	Incremento	Valor Padrão	Valor personalizado	Remota	Local
			direto final de semana							
12	12	DVQLXM2	Queda de tensão reativa na linha mapa fluxo direto final de semana	V	-25 a +25	1	0		Ajusta	Ajusta
13	13	VREFM3	Tensão de referência mapa fluxo direto feriados	V	90 a 135	0,1	120		Ajusta	Ajusta
14	14	INSM3	Insensibilidade mapa fluxo direto feriados	V	0,5 a 6,0	0,1	3		Ajusta	Ajusta
15	15	TMPM3	Temporização mapa fluxo direto feriados	s	10 a 180	1	30		Ajusta	Ajusta
16	16	DVQLRM3	Queda de tensão resistiva na linha mapa fluxo direto feriados	V	-25 a +25	1	0		Ajusta	Ajusta
17	17	DVQLXM3	Queda de tensão reativa na linha mapa fluxo direto feriados	V	-25 a +25	1	0		Ajusta	Ajusta
18	18	VREFFI	Tensão de referência fluxo inverso	V	90 a 135	0,1	120		Ajusta	Ajusta
19	19	INSFI	Insensibilidade fluxo inverso	V	0,5 a 6,0	0,1	3		Ajusta	Ajusta
20	20	TMPFI	Temporização fluxo inverso	s	0 a 180	1	30		Ajusta	Ajusta
21	21	DVQLRFI	Queda de tensão resistiva na linha fluxo inverso	V	-25 a +25	1	0		Ajusta	Ajusta
22	22	DVQLXFI	Queda de tensão reativa na linha fluxo inverso	V	-25 a +25	1	0		Ajusta	Ajusta
23	23	MODABL	Habilitação do bônus de carga automático	-	0 a 1	1	1		Ajusta	Ajusta
24	24	BMAX	Bloqueio posição máxima	-	1 a 16	1	16		Ajusta	Ajusta
25	25	BMIN	Bloqueio posição mínima	-	-1 a -16	-1	-16		Ajusta	Ajusta
26	26	LVMIN	Limitador de tensão mínima	V	1 a 15	1	15		Ajusta	Ajusta
27	27	LVMAX	Limitador de tensão máxima	V	1 a 15	1	15		Ajusta	Ajusta
28	28	BSC	Bloqueio por sobre corrente	-	0,5 a 2,1	0,1	2		Ajusta	Ajusta
29	29	MAFI	Modo de atuação em caso de fluxo inverso.	-	0 a 8	1	0		Ajusta	Ajusta
30	30	TAC	Tipo de atuação no comutador	-	0 a 5	1	2		Mostra	Ajusta
31	31	MLPCOM	Método de leitura da posição atual do comutador	-	0 a 3	1	0		Mostra	Ajusta
32	32	DEFVC	Defasamento entre tensão e corrente	-	0 a 2	1	0		Mostra	Ajusta
33	33	OPMEDF	Opção de medição da tensão do lado fonte	-	0 a 1	1	0		Mostra	Ajusta
34	34	HRAUT	Retorno temporizado ao modo automático	-	0 a 1	1	0		Ajusta	Ajusta
35	35	LIMBL	Limiar de bloqueio	%	1 a 5	1	1		Ajusta	Ajusta
36	36	DTAQ	Período de aquisição de dados	Min.	1 a 60	1	15		Ajusta	Ajusta
37	37	HTINV	Habilitação de temporização inversa		0 a 1	1	0		Ajusta	Ajusta
38	38	MODOP	Modo de comutação automático ou manual		0 a 1	1	0		Ajusta	Ajusta
39	39	ESERIAL	Endereço para a comunicação serial	-	0 a 65535	1	0		Ajusta	Ajusta
40	40	MCPS1	Modo de comunicação da porta 1	-	0 a 2	1	0		Ajusta	Ajusta
41	41	MCPS2	Modo de comunicação da porta 2	-	0 a 1	1	1		Ajusta	Ajusta
42	42	BAUD1	Taxa de transmissão de dados porta 1	-	0 a 7	1	2		Ajusta	Ajusta
43	43	BAUD2	Taxa de transmissão de dados porta 2	-	0 a 7	1	2		Ajusta	Ajusta
44	44	HESP	Habilitação de "respostas não solicitadas"	-	0 a 1	1	0		Ajusta	Ajusta
45	45	ENDREM	Endereço para mensagem espontânea	-	0 a 65535	1	0		Ajusta	Ajusta
46	46	MINREL	Minuto do relógio	-	0 a 59	1	Atual		Ajusta	Ajusta
47	47	HRREL	Hora do relógio	-	0 a 23	1	Atual		Ajusta	Ajusta
48	48	DIAREL	Dia do relógio	-	1 a 31	1	Atual		Ajusta	Ajusta
49	49	MESREL	Mês do relógio	-	1 a 12	1	Atual		Ajusta	Ajusta
50	50	SEMREL	Semana do relógio	-	1 a 7	1	Atual		Ajusta	Ajusta
51	51	ANOREL	Ano do relógio	-	0 a 99	1	Atual		Ajusta	Ajusta

## AJUSTES DO CONTROLE - DETALHES

### 01 - Relação do TP para o controle

O valor ajustado deve ser igual à relação total entre tensão de linha e tensão de referência do controle e pode ser obtido pela leitura da placa de identificação do regulador e análise do fechamento do TP de ajuste.

### 02 - Relação do TC para o controle

O valor ajustado deve ser igual à relação total entre corrente de linha e corrente de referência do controle (sempre 200mA) e pode ser obtido pela leitura da placa de identificação na tabela com título “Transformador de Corrente”.

### 03 a 22 - Parâmetros de regulação

Os valores ajustados nessas funções serão usados como parâmetros de regulação enquanto o mapa correspondente permanecer em vigência. Em todos os parâmetros cuja unidade é Volt, o valor será sempre ajustado em relação à tensão de referência e não à tensão de linha.

Os valores de Insensibilidade (Itens 04, 09, 14 e 19) definirão o limite em torno da tensão de referência respectiva (itens 03, 08, 13 e 18 respectivamente) dentro do qual a tensão medida será considerada aceitável. Assim, se a insensibilidade do mapa 1 (Item 04) for ajustado em 3,0 e a tensão de referência do mapa 1 (Item 3) for ajustada em 120,0, o LED de “Elevar” só se acenderá se a tensão medida pelo controle for inferior a 117 Vca. Da mesma forma, o LED de “Abaixar” só se acenderá se a tensão medida for superior a 123Vca e o mapa vigente for o mapa 1.

**NOTA: O mapa de ajustes para Fluxo Inverso terá prioridade sobre todos os demais mapas de ajustes. O mapa de ajustes Fluxo Direto Feriados terá prioridade sobre os mapas de ajustes Fluxo Direto Final de Semana e Fluxo Direto. O mapa de ajustes Fluxo Direto Final de Semana terá prioridade sobre o mapa Fluxo Direto.**

**NOTA: Obrigatoriamente o Mapa de Fluxo Direto Final de Semana deverá ser configurado, mesmo se ele possuir os mesmos ajustes do mapa padrão para Fluxo Direto.**

**NOTA: Utilize o software de configuração ITBComm3B para parametrização e configuração das datas de feriados para ativação do Mapa Fluxo Direto Feriados.**

### 23 - Habilita o bônus de carga automático

Como a maior parte da energia dissipada em um regulador de tensão está concentrada na bobina série, é com base nesse enrolamento que será dimensionado todo o sistema de refrigeração do regulador para uso a plena carga e a plena regulação. É por isso que, se reduzirmos a faixa de regulação de um regulador poderemos aumentar a corrente de linha sem comprometer a vida útil esperada para seu isolamento.

Este parâmetro configurado em “0” mantém o regulador em função normal seguindo os bloqueios programados nos parâmetros 24 e 25, e, se configurada em 1, faz com que o controle CTR-2 limite o campo de regulação do regulador em função da corrente passante medida conforme tabela 10. Assim, se, por exemplo, a corrente de linha chegar a 1,25 vezes a corrente nominal o CTR-2 regulará a tensão de saída desde que posição não ultrapasse a derivação +10 nem seja inferior ao -10 e, se, por acaso, ele se encontrar em uma posição fora da faixa adequada, o comutador será levado para a faixa mesmo que a tensão não esteja no nível desejado.

### 24 e 25 - Bloqueio por posição e o bônus de carga manual

Ajustando o “fim de curso” elétrico que limita faixa de atuação do comutador entre as posições programadas de -16 a -1 e de +1 a +16 podemos aplicar correntes passantes superiores à corrente nominal do regulador por tempo indefinido e sem comprometimento da expectativa de vida útil. Esse é o método manual para implementação do bônus de carga. O bloqueio por posição máxima ajustado em 8, por exemplo, significará que o comutador não será mais comutado para cima quando essa posição for atingida. Da mesma forma, se o bloqueio de posição mínima for ajustado em -8 o regulador não mais reduzirá a tensão quando essa posição for atingida. Para cada limitação de curso imposta ao comutador, admite-se uma corrente passante tanto maior quanto menor for a regulação percentual limitada a 668 A.

A tabela 10 indica o acréscimo de corrente admitida para cada limitação por posição que for programada.

**Tabela 10: Bônus de corrente.**

Regulação percentual	± 10%	± 8,75%	± 7,5 %	± 6,25%	± 5%
Bloqueio de posição máxima	+16	+14	+12	+10	+8
Bloqueio de posição mínima	-16	-14	-12	-10	-8
Elevação sobre a corrente nominal	0%	10%	20%	35%	60%



**Nota: Se os bloqueios forem programados assimetricamente, o bônus de carga efetivo será o correspondente ao do bloqueio de maior valor absoluto.**

### 26 e 27 - Limitador de tensão

Quando as funções de compensação de queda na linha são utilizadas, por efeito das características e da corrente da linha, pode ser necessária uma proteção ao primeiro consumidor. O controle CTR-2 pode ser programado para efetuar as compensações de queda na linha até o centro teórico de carga, desde que o consumidor mais próximo ao regulador não seja penalizado com níveis de tensão fora dos admissíveis. A maneira de fazer isso é utilizando o limitador de tensão máxima e mínima. Quando a tensão de referência do regulador atingir um desses limites o controle não permitirá que sejam ultrapassados.

O limite inferior da tensão ( $V_{min}$ ) será o resultado da subtração feita no valor da tensão de referência programada para o mapa em vigência ( $VREFv$ ), tanto do valor programado para a insensibilidade do mapa em vigência ( $INSv$ ) quanto do limite inferior programado na função 40 ( $LVMIM$ ).

Ou seja:

$$V_{min} = VREFv - INSv - LVMIN$$

O limite superior da tensão ( $V_{máx}$ ) será o resultado da soma do valor da tensão de referência programada para o mapa em vigência ( $VREFv$ ), com o valor programado para a insensibilidade do mapa em vigência ( $INSv$ ) e com o limite inferior programado na função 41 ( $LVMAX$ ).

Ou seja:

$$V_{máx} = VREFv + INSv + LVMAX$$

### 28 - Bloqueio por sobrecorrente

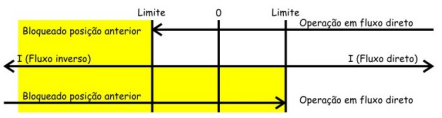
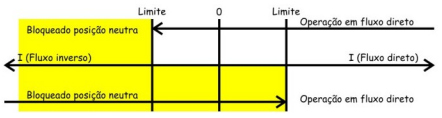
Através desse parâmetro se informa ao regulador que em caso de corrente acima do desejado não promova nenhuma comutação de derivações, o que acarretaria desgaste excessivo do comutador sob carga e não geraria o efeito de correção da tensão pois o sistema estaria, possivelmente, em condição de curto-circuito. Assim, quando a corrente medida no regulador ultrapassar o valor da corrente nominal multiplicada pelo fator ajustado neste parâmetro, o controle não permitirá nenhuma comutação.

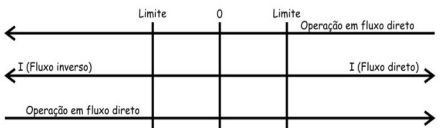
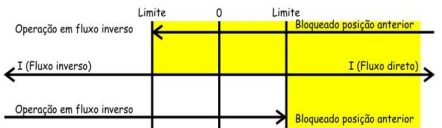
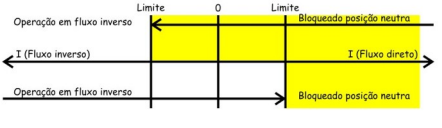
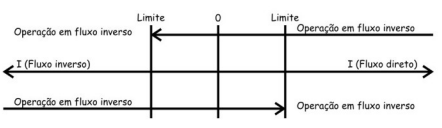

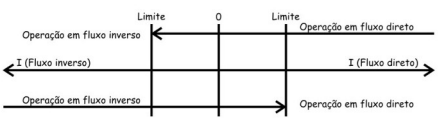
### 29 - Modo de atuação em caso de Fluxo Inverso.

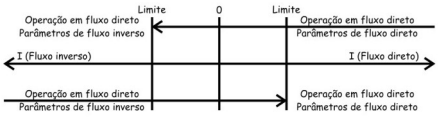
Esse parâmetro informa ao controle CTR-2 de que maneira ele deve trabalhar quando detectar o fluxo de potência em sentido inverso.

A tabela 11 mostra o valor do parâmetro ajustado e a correspondente maneira de tratamento.

**Tabela 11: Descrição das opções de modo de operar em função do sentido de fluxo detectado.**

Firmware			Nome	Ação	Diagrama funcional
>2.5	=2.5	<2.5			
0	0	0	Opera em fluxo direto e bloqueia em caso de fluxo inverso	Opera apenas em fluxo direto. Deve ser utilizado em condições onde não haja a possibilidade de inversão de fluxo. Por segurança, os controles CTR-2, ao detectarem uma corrente em sentido inverso superior a 1% da corrente nominal do regulador, bloqueiam as comutações até que a corrente volte a ser igual ou superior a 1% da corrente nominal em sentido direto.	
1	3	3	Opera em fluxo direto e neutraliza em fluxo inverso	O comutador é acionado até a posição nominal e bloqueado nesta posição em caso de fluxo em sentido inverso. Deve ser utilizado em condições onde haja a possibilidade de fluxo direto e inverso de potência mas onde se deseja operar regular apenas em fluxo direto. Os controles CTR-2, ao detectarem uma corrente em sentido inverso superior ao valor percentual da corrente nominal programado na tela 35, Limiar de bloqueio (LIMBL), levam o comutador até a posição neutra e bloqueiam as operações até que a corrente volte a ser igual ou superior ao mesmo valor porém em sentido direto a partir do que volta a operar em Fluxo direto.	

Firmware			Nome	Ação	Diagrama funcional
>2.5	=2.5	<2.5			
2	5	-	Fluxo direto constante	Opera apenas em fluxo direto, inclusive mediante uma detecção de fluxo inverso potência. Deve ser utilizado em condições onde não haja a possibilidade de inversão de fluxo.	
3	1	1	Opera em fluxo inverso e bloqueia em caso de fluxo direto	Opera em fluxo inverso. Deve ser utilizado em condições onde não haja a possibilidade de fluxo direto de potência. Por segurança, os controles CTR-2, ao detectarem uma corrente em sentido direto superior a 1% da corrente nominal do regulador, bloqueiam as comutações até que a corrente volte a ser igual ou superior a 1% da corrente nominal em sentido inverso.	
4	7	-	Opera em fluxo inverso e neutraliza em fluxo direto	O comutador é acionado até a posição nominal e bloqueado nesta posição em caso de fluxo em sentido direto. Deve ser utilizado em condições onde haja a possibilidade de fluxo direto e inverso de potência mas onde se deseja operar regular apenas em fluxo inverso. Os controles CTR-2, ao detectarem uma corrente em sentido direto superior ao valor percentual da corrente nominal programado na tela 35, Limiar de bloqueio (LIMBL), levam o comutador até a posição neutra e bloqueiam as operações até que a corrente volte a ser igual ou superior ao mesmo valor da corrente nominal em sentido direto a partir do que volta a operar em fluxo inverso.	
5	6	-	Fluxo Inverso constante	Opera em fluxo inverso, inclusive mediante uma detecção de fluxo direto potência. Deve ser utilizado em condições onde não haja a possibilidade de fluxo direto de potência.	
6	-	-	Bidirecional bloqueado para corrente inferior ao limiar	Regula em ambos os sentidos de fluxo. Deve ser utilizado em condições onde haja a possibilidade de fluxo direto e inverso de potência. Os controles CTR-2, ao detectarem corrente superior ao valor percentual da corrente nominal programado na tela 35, Limiar de bloqueio (LIMBL), analisam o sentido de fluxo e operam no fluxo detectado. Em corrente inferior limiar de bloqueio, os controles mantém o comutador sem comutar e na mesma derivação em que se encontrava. Para banco em DELTA, a tensão na fonte deve ser medida por TP externo.	
7	2	2	Bidirecional ativo até o limiar oposto	Regula em ambos os sentidos de fluxo. Deve ser utilizado em condições onde haja a possibilidade de fluxo direto e inverso de potência. Os controles CTR-2, operam em fluxo direto até que a corrente em fluxo inverso fique superior ao valor percentual da corrente nominal programado na tela 35, Limiar de bloqueio (LIMBL). A partir desse ponto passam a trabalhar em fluxo inverso assim permanecendo até que a corrente em fluxo direto seja maior que o limiar de bloqueio programado na tela 35. Para banco em DELTA, a tensão na fonte deve ser medida por TP externo.	

Firmware			Nome	Ação	Diagrama funcional
>2.5	=2.5	<2.5			
8	4	4	Cogeração	Regula somente o lado carga em ambos os sentidos de fluxo e considera que todo fluxo inverso é causado por cogeração. Deve ser utilizado em condições onde haja a possibilidade de fluxo direto e inverso de potência e que o fluxo inverso seja obtido a partir de uma usina geradora de pequeno porte. Os controles CTR-2, ao detectarem uma corrente em sentido inverso superior ao valor percentual da corrente nominal programado na tela 35, Limiar de bloqueio (LIMBL), passam a operar em Fluxo Inverso até que a corrente volte a ser igual ou superior ao mesmo valor porém em sentido direto a partir do que volta a operar em Fluxo direto.	

### 30 - Atuação do comutador, trato da insensibilidade e bloqueio de extremos

Para permitir que os controles para reguladores de tensão monofásicos ITB modelo CTR-2 possam operar com reguladores de outros fabricantes, será necessário configurar a maneira de alimentação do motor, de forma contínua ou por pulso, e se há ou não interruptores que bloqueiem as posições extremas. Adicionalmente, se pode escolher se o regulador, após acionado o seu motor, comuta até que a tensão se ultrapasse a tensão de referência ou se leva até que ultrapasse o limite da insensibilidade.

Os ajustes podem ser escolhidos conforme tabela 12.

**Tabela 12: Atuação do comutador, trato da insensibilidade e bloqueio de extremos.**

Valor	Modo de atuação e bloqueios		
	Atuação do motor	Trato da insensibilidade	Bloqueio de extremos
0	Contínuo	Para a tensão de referência	Sem interruptor
1	Pulsado	Para a tensão de referência	Com interruptor
2	Contínuo	Para a faixa de insensibilidade	Sem interruptor
3	Pulsado	Para a faixa de insensibilidade	Com interruptor
4	Contínuo	Para a tensão de referência	Com interruptor
5	Contínuo	Para a faixa de insensibilidade	Com interruptor

**Nota: Para reguladores de tensão ITB sem o indicador de posições do comutador externo ou com o indicador externo digital, o parâmetro 30 deverá ser ajustado em "0" ou "2".**

**Nota: Para reguladores de tensão ITB com o indicador de posições do comutador externo mecânico, opcional, o parâmetro 30 deverá ser ajustado em "4" ou "5".**

### 31 - Método de leitura da posição do comutador

O controle CTR-2 tem duas maneiras diferentes de obter a posição atual do comutador, que podem ser escolhidas através do ajuste desse parâmetro como se vê na tabela 13.

**Tabela 13: Opções de leitura da posição do comutador.**

Valor	Modo de verificar a posição do comutador	
	Método de leitura	Indicação remota
0	Leitura em tempo real do encoder absoluto BCD.	De -16 a +16
1	Leitura em tempo real do encoder absoluto BCD.	De 1 a 33
2	Por rastreamento.	De -16 a +16
3	Por rastreamento.	De 1 a 33

**Nota: As opções 2 ou 3 devem ser usadas quando o encoder absoluto não puder ser utilizado. Tornam não confiáveis as funções como bônus de carga e bloqueio de posição.**

### 32 - Defasagem entre tensão e corrente

Para um regulador operar adequadamente suas funções dependentes da corrente, como a compensação de queda na linha, e mostrar os valores corretos de fator de potência e potências passantes, é preciso ajustar o controle CTR-2 para considerar a defasagem entre tensão e corrente que pode se modificar em função da ligação aplicada. Esse parâmetro é passado ao controle pelo ajuste de sua função "DEFVC" que pode assumir os parâmetros "0" se não há defasagem entre tensão e corrente, "1", quando a corrente estiver adiantada em 30° com referência à tensão, ou, "2", quando a corrente estiver atrasada em 30° com referência à tensão,

#### Para reguladores ligados entre fase e neutro

Quando ligado de fase para neutro, a função "DEFVC" deve ser obrigatoriamente programada para "0", o que corresponde à condição de defasagem inexistente entre tensão e corrente quando a carga for puramente resistiva. Essa situação se apresenta nas ligações em estrela aterrada e monofásica.

#### Para reguladores ligados entre fases

Quando o regulador está ligado entre fases como nas ligações em delta, precisaremos determinar se a função "Def" do controle CTR-2 deve ser ajustada em "1" ou "2", pois em "0" ela não poderá permanecer.

O próprio controle CTR-2 auxiliará nessa determinação, bastando para isso que:

- o regulador esteja ligado;
  - haja corrente suficiente para ser medida;
  - sejam seguidos os passos :
1. Coloque a chave "NORMAL / DESLIGA / EXTERNO" na posição "NORMAL";
  2. Ajuste a função "DEFVC" do Controle CTR-2 para "1";
  3. Leia e registre o valor do fator de potência indicado pelo controle CTR-2;
  4. Ajuste a função "DEFVC" do Controle CTR-2 para "2";
  5. Leia e registre o valor do fator de potência indicado pelo controle CTR-2;
  6. Entre os valores lidos para o fator de potência e ajuste a função "DEFVC" do controle CTR-2 para o valor (1 ou 2) correspondente ao fator de potência que lhe pareceu razoável.

Repita o procedimento acima para os demais reguladores do banco e observará que para bancos em delta aberto um dos reguladores ficará com a função "DEFVC" ajustada para "1" e o outro para "2" e que para bancos em delta fechado o ajuste da função "DEFVC" para um dos reguladores acabará por se repetir nos demais.

### 33 - Opção de medição da tensão do lado fonte (opcional)

Nos controladores CTR-2, a tensão do lado fonte, pode ser medida, parâmetro 33 em "1", ou calculada, parâmetro 33 em "0". No caso da tensão medida, será necessário instalar um TP de medição entre as bucha F e FC do regulador com secundário ligado nos terminais de terra e 26 da régua de bornes na caixa do controle. A relação deste TP deve ser tal que, no secundário, apareça 3 Vca quando a tensão nominal for aplicada no primário e que nunca apareça tensão superior a 5 Vca.

**OBSERVAÇÃO 1:** Para reguladores em delta fechado que possam operar em fluxo inverso de potência que não seja provocado por cogeração, o uso do TP externo é obrigatório e seu primário deve ser ligado entre a bucha "F" do regulador em que está ligado e a bucha "F" do regulador da fase de referência entendendo-se como "fase de referência" a fase onde a bucha "FC" do regulador está ligada respeitando e mantendo a mesma sequência de fase da ligação para fluxo direto.

**OBSERVAÇÃO 2:** esta entrada é opcional e deve ser solicitada no pedido

### 34 - Habilita retorno temporizado ao modo automático

Neste parâmetro é possível configurar o controle CTR-2 para reagir ou não à situação de abandono energizado. Com esse parâmetro ajustado em "1", se o controle CTR-2 permanecer energizado em modo de operação manual por mais de 15 minutos sem nenhum acesso ao teclado ou às portas de comunicação, o modo automático de operação será iniciado. Com esse parâmetro em "0" essa função permanece não habilitada.

### 35 - Limiar de bloqueio

Essa função define o limite de corrente em percentual sobre a corrente nominal, para o qual o sistema de detecção de fluxo inverso se torna inativo. Se a corrente na carga efetiva sobre a carga nominal do regulador for percentualmente inferior ao valor programado, o CTR-2 não levará em consideração mudanças no sentido de fluxo e manterá sua regulação conforme programado na função 29 (MAFI) considerando o mesmo fluxo no qual se encontrava antes desse limite ser atingido.

### 36 - Período de aquisição de dados

O controle CTR-2 é capaz de obter e armazenar mais de 9.362 registros dos valores de hora, minuto, dia, mês, fator de potência, tensão, corrente, posição do comutador e modo de operação (Manual ou Automático), e, através

desse parâmetro, podemos ajustar a periodicidade dos registros. O período de registro será igual ao valor ajustado em minutos.

### 37 - Habilitação de temporização inversa

É possível programar o CTR-2 para reduzir as temporizações em cada um dos mapas em proporção inversa à diferença entre a tensão medida e a tensão de referência de cada mapa.

Se esta função estiver programada em “0”, o tempo de espera até o acionamento do motor para a primeira comutação será sempre o mesmo e igual ao tempo programado nas funções 05, 10, 15 e 20 para o mapa em vigência.

No entanto, se esta função estiver programada em 1, o controle CTR-2 definirá o um novo tempo de espera em função do tempo programado no mapa em vigência e da diferença entre a tensão medida e a tensão de referência programada para o mesmo mapa de acordo com a equação  $Tef = T \times (Ins / |Vref - Vmed|)$ , onde:

“Tef” é igual ao tempo efetivo de retardo do acionamento;

“T” é o tempo programado para o mapa em vigência;

“Ins” é a insensibilidade programada para o mapa em vigência;

“Vref” é a tensão programada para o mapa em vigência (incluídos os valores de LDC);

“Vmed” é a tensão instantânea medida.

### 38 - Modo de operação do regulador

Modifica o modo de operação em manual ou automático para o controle CTR-2. Se nessa opção for configurado o valor “0” o regulador opera em modo automático e se for programado em “1” ele operará em modo manual.

### 39 - Endereço para a comunicação serial

Como as portas de comunicação podem permitir a conexão simultânea de mais de um controle a um único computador, faz-se necessária a programação de endereçamento para que não haja conflitos de comunicação. Esse valor pode ser ajustado entre 00000 e 65535, por padrão do protocolo DNP, e o programa de comunicação ITBComm3B poderá ser configurado tanto para localizar todos os controles conectados à porta selecionada quanto para ir direto a um endereço específico.

### 40 - Modo de comunicação da porta 1

O controle CTR-2 possui 2 portas de comunicação simultâneas e, entre elas a porta COM1.

Esta porta COM1 pode ser usada em 3 padrões de saídas diferentes que podem ser programados nesse parâmetro.

As opções são 0, 1 ou 2:

- Usando esse parâmetro configurado em 0 a porta COM1 estará habilitada para conexão através da porta serial EIA 232 dianteira disponível em tomada DB-9 no frontal do CTR-2;
- Usando esse parâmetro configurado em 1 a porta COM1 estará habilitada para conexão através da porta USB dianteira disponível em tipo “A” no frontal do CTR-2;
- Usando esse parâmetro configurado em 2 a porta COM1 estará habilitada para conexão através da porta serial EIA 232 interna disponível em tomada DB-9 no painel superior interno do CTR-2.

### 41 - Modo de comunicação da porta 2

O controle CTR-2 possui uma segunda porta de comunicação simultâneas com COM1 denominada COM2.

Da mesma forma que a porta COM1, esta porta COM2 pode ser usada em 2 padrões de saídas diferentes que podem ser programados nesse parâmetro escolhendo uma das opções 0 ou 1:

- Usando esse parâmetro configurado em 0 a porta COM2 estará habilitada para conexão através da porta serial EIA 485 disponível nos terminais 36(D-), 37(D+), 38(PTT+) e 39(PTT-) acessíveis na régua de terminais montada no fundo da caixa de controle do regulador com CTR-2;
- Usando esse parâmetro configurado em 1 a porta COM2 estará habilitada para conexão através da porta ótica disponível em tomadas ST no painel superior interno do CTR-2.

### 42 e 43 - Taxa de transmissão de dados

As portas de comunicação COM1 e COM2 do CTR-2 podem ter suas taxas de transferência de dados ajustadas independentemente nos parâmetros 42, para COM1, e 43, para COM2.

Os valores ajustados de 0 a 7, correspondem às taxas de transmissão conforme tabela 14.

**Tabela 14: Opções de taxa de transferência de dados**

Valor	0	1	2	3	4	5	6	7
<b>Taxa [kbps]</b>	2400	4800	9600	14400	19200	38400	56000	115200

### 44 - Habilitação de mensagens espontâneas

O controle CTR-2 permite a geração de mensagens espontâneas em DNP3 e nesse parâmetro se define se o sistema de coleta de dados no qual ele está instalado permite ou não esse recurso.



Se o valor programado for “0” o controle não disponibilizará mensagens espontâneas e se for “1” ele enviará essas mensagens cada vez que alguma de suas variáveis digitais mudar de estado.

#### 45 - Endereço para mensagem espontânea

Uma vez que o parâmetro 44 foi programado para envio de mensagens espontâneas o CTR-2 elaborará as mensagens em DNP3 e as enviará para um determinado endereço do sistema. Nesse parâmetro se pode definir qual seria esse endereço que pode ser programado entre 00000 e 65535.

#### 46, 47, 48, 49, 50 e 51 - Acerto do relógio

Esses parâmetros permitem ajustar respectivamente minuto, hora, dia do mês, mês, dia da semana e ano do relógio interno do controle. Os valores de minuto, hora, dia do mês, mês e ano, são acertados diretamente sendo que o ano é dado apenas com 2 dígitos. Os dias da semana devem ser programados entre “1” e “7” para cada dia conforme tabela 15.

Tabela 15: Opções de dias da semana

Valor	1	2	3	4	5	6	7
<b>Dia da Semana</b>	Domingo	Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira	Sábado

### OPERANDO COM FONTE DE TENSÃO EXTERNA

O controle CTR-2 pode ser operado para teste e configuração alimentado por fonte de tensão externa de 120Vac ligada aos terminais do painel frontal da caixa de controle identificados como “ALIMENTAÇÃO EXTERNA” respeitando a indicação de fase e neutro e posicionando a chave “NORMAL / DESLIGA / EXTERNO” na posição “EXTERNO”.

**PERIGO: A correta polaridade deve ser ligada ao controle. Não obedecer a esta recomendação causará um curto-circuito na fonte de alimentação e danos ao controle.**

**PERIGO: Não ligue nenhuma fonte de tensão nos terminais de “VOLTÍMETRO”, porque isso poderá induzir tensões elevadas nas buchas do regulador constituindo risco grave de acidente ao operador e de dano ao regulador.**

**PERIGO: Não ligue nenhuma carga nos terminais de “VOLTÍMETRO”, porque isso poderá provocar a queima do TP de ajuste da tensão de referência.**

### COMPENSAÇÃO DE QUEDA DE TENSÃO NA LINHA

Os reguladores podem ser instalados a alguma distância do centro teórico de carga. Isto significa que a carga não será atendida com o nível de tensão adequado pois ocorrerá perdas na linha entre o regulador e este ponto.

Considerando que as perdas na linha são proporcionais às correntes de carga e à impedância da linha no trecho considerado, pode-se avaliar a queda de tensão entre o regulador e o centro teórico de carga medindo-se a corrente e conhecendo o valor da impedância. Determinada a perda, pode-se promover esse acréscimo de tensão no regulador de forma que a regulação ocorra como se a referência fosse a tensão medida no centro teórico de carga.

Para dar ao regulador essa capacidade de regular ao centro teórico de carga, é incorporado ao controle um circuito que pode ser configurado para representar uma imagem do circuito real proporcional à tensão de referência. Usualmente esse circuito é composto por um transformador de corrente (TC) que produz corrente proporcional à corrente de carga e elementos resistivos variáveis (R) e indutivos variáveis (X) através dos quais a corrente flui. Quando a corrente de carga aumenta, a corrente resultante que flui do TC através desses elementos produz queda de tensão que simula a queda de tensão na linha primária do TC.

Os controles ITB CTR-2 calculam, por algoritmo, a queda de tensão devido à resistência e reatância com base no sinal proporcional à corrente de carga, obtida pelo TC, e nos valores de queda de tensão devido à resistência e à reatância que podem ser programados para cada um dos “MAPAS” (1, 2, 3 e FI) nas funções identificadas como “Ur – V” e “Ux – V” que podem assumir valores de -25 V a +25 V.

A fórmula utilizada para definição da tensão de referência efetiva, VREft, é:

$$VREft = \sqrt{VREFv^2 - ((Ur * Sen\phi - Ux * Cos\phi) * (\frac{I}{200}))^2 + ((\frac{I}{200}) * (Ur * Cos\phi + Ux * Sen\phi))}$$

Onde:

- VREft é a tensão de referência efetiva;

- VREFv é a tensão de referência programada no mapa em vigência;
- Ur é o valor em Volts programado para a queda de tensão resistiva no mapa em vigência;
- $\phi$  é o ângulo de defasamento entre a tensão e a corrente;
- Ux é o valor em Volts programado para a queda de tensão reativa no mapa em vigência;
- I é a corrente em miliamperes medida pelo controle CTR-2.

Para selecionar os valores adequados de “Ur - V” e “Ux - V”, será necessário conhecer a linha regulada e determinar, teórica ou empiricamente, a perda em Volts quando a corrente de linha for a corrente nominal do regulador e dividi-la pela relação entre tensão de linha e tensão de referência do controle.

**NOTA: A possibilidade de valores negativos para “Ux - V” ocorrerá quando banco de capacitores forem montados a jusante do regulador e a possibilidade de valores negativos para “Ur - V” foi mantida para que se possa fazer a indicação de defasagem entre corrente e tensão calculada mantendo-se a função “Def” do controle CTR-2 em “0”. Lembramos que a definição da defasagem dessa maneira implicará em indicação de fator de potência e de potências ativa e reativa do regulador de forma errada sendo, portanto, preferível o uso da função “Def”.**

### INDICADOR IRT-1 (OPCIONAL)

O indicador digital de posições para reguladores de tensão monofásico ITB, modelo IRT-1, é um dispositivo micro controlado que permite obter as informações de posicionamento do comutador em tempo real, através de um encoder absoluto com resolução de 5 bits. Possui *display* com capacidade para indicar simultaneamente, e visíveis desde o solo, a posição atual, máxima e mínima atingida durante a operação do regulador.

Características como a ausência de partes móveis, ausência de eixos flexíveis, desvinculação da função de bloqueio das posições extremas e a desnecessidade de ajustes ou calibrações garantem maior confiabilidade e disponibilidade das informações. O indicador digital de posições IRT-1 é alocado em um gabinete de aço que lhe oferece a proteção ideal para sua operação.

O indicador IRT-1 possui duas formas de alimentação, uma é proveniente da rede elétrica e, a outra provem de um sistema de *no-break* com capacidade para indicar as posições em até 5 dias após desenergizado.

O sistema de *no-break* é composto por um conjunto de 4 baterias recarregáveis (1,2V / 900mAh) de tamanho AAA, ligadas em série. A durabilidade média da bateria é de aproximadamente dois anos.



Figura 21: IRT-1.

**Não é recomendável o descarte de pilhas ou baterias em lixo comum. Após o uso, estes itens devem ser descartados de forma adequada, sob o risco de ocasionarem danos ao meio ambiente e à saúde humana.**

### ACIONAMENTO ALTERNATIVO

Se, e somente se, formal e expressamente exigido pelo cliente, em especificação ou no pedido de compra, o regulador possuirá, no fundo da caixa de controle, uma chave de acionamento do motor como alternativa para permitir operação de elevar ou abaixar a posição do comutador sem a presença do controle no regulador.

Será uma chave pulsada de 3 posições normalmente desligada que liga o motor no sentido de elevar quando a alavanca é acionada para cima e no sentido de abaixar quando acionada para baixo.

**PERIGO: Como o controle CTR-2 acumula a função de indicador de posição, o uso do acionamento alternativo elimina a visualização da posição atualizada do comutador e o bloqueio elétrico em posições extremas deixando apenas o bloqueio mecânico do comutador em operação. A redundância dos bloqueios se justifica pois, em caso de falha destes, os reguladores energizados pela alta tensão explodirão.**

**A MONTAGEM E USO DESTA ALTERNATIVA É DESACONSELHÁVEL .**

**PERIGO: O acionamento dessa chave deve ser feito com muito cuidado, pois no interior da caixa de controle existem vários pontos energizados, a operação é feita às cegas (sem se ter**

**conhecimento da posição atual do comutador) e não há métodos seguros para determinar que o bloqueio mecânico foi acionado.**

### **ÓLEO ISOLANTE - FISPQ**

Os reguladores de tensão, como muitos dispositivos elétricos de alta tensão, possuem parte ativa envolvida por óleo mineral isolante e refrigerante. Por isso são montados em tanques herméticos com dispositivos de alívio de pressão. Em operação, esse óleo pode chegar a temperaturas elevadas e, mesmo à temperatura ambiente, é um agente poluidor e agressivo.

Recomendamos a leitura da Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico - **FISPQ** que contém todas as informações necessárias ao manuseio seguro, descarte adequado, riscos associados e providências em caso de acidentes.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Estas instruções não pretendem cobrir todos os detalhes e possibilidades de aplicação, instalação, operação ou manutenção de reguladores monofásicos de tensão.

<sup>2</sup> A ITB se coloca à disposição para esclarecimentos e informações adicionais e se reserva o direito de promover revisões e atualizações sem prévio aviso.





*Rua Devanir Terence, 161 - CEP 16206-012 Birigui - SP*  
*Tel./Fax: 55 18 3643 8000 - [www.itb.ind.br](http://www.itb.ind.br) - e-mail: [itb@itb.ind.br](mailto:itb@itb.ind.br)*