



Português

www.treetech.com.br

MANUAL TÉCNICO

INDICADOR E CONTROLADOR
DE POSIÇÃO DE TAP

PI



Treetech

Sumário

1	PREFÁCIO	6
1.1	Informações Legais.....	6
1.2	Apresentação	6
1.3	Convenções Tipográficas	6
1.4	Informações Gerais e de Segurança.....	6
1.4.1	Simbologia de Segurança	7
1.4.2	Simbologia Geral	7
1.4.3	Perfil mínimo recomendado para o operador e mantenedor do PI	7
1.4.4	Condições ambientais e de tensão requeridas para instalação e operação.....	8
1.4.5	Instruções para teste e instalação	8
1.4.6	Instruções para limpeza e descontaminação.....	9
1.4.7	Instruções de inspeção e manutenção	9
1.5	Assistência Técnica	10
1.6	Termo de Garantia	11
1.7	Histórico de Revisões	12
2	INTRODUÇÃO	13
2.1	Filosofia Básica de Operação	13
2.1.1	Modos de Comando Manual/Automático	14
2.1.2	Modos de Comando Local/Remoto	14
3	OPERAÇÃO LOCAL DO PI	14
3.1	Indicações primárias no display.....	14
3.2	Seleções Local/Remoto e Manual/Automático	15
3.3	Comandos manuais Subir/Baixar Tap	17
3.4	Alarmes de Condições de Erro	17
3.4.1	Erro na Leitura da Posição de Tap (E08)	18
3.5	Operação do sistema na presença de erros	18
3.5.1	E08 – Erro na leitura de tap	19
4	PROJETO E INSTALAÇÃO	19
4.1	Topologia para aplicação do PI	19

4.2	Painel frontal: funções e indicações:	20
4.3	Entradas e Saídas	20
4.3.1	Alimentação auxiliar e terra	21
4.3.2	Medição de posição de tap do comutador	21
4.3.3	Entrada de medição por loop de corrente – Modelo PI-I	23
4.3.4	Cabos de ligação para medição de tap	24
4.4	Saída analógica de posição de tap do comutador	24
4.5	Contatos de saída subir/baixar tap	25
4.6	Entradas de Contatos para Programação/Comando Remotos	25
4.6.1	Entrada de programação local/remoto	26
4.6.2	Entrada de programação Manual/Automático	26
4.6.3	Entradas de comando Subir/Baixar Tap	27
4.7	Relés de Saída para Sinalização	27
4.8	Comunicação serial RS485	28
5	ESQUEMAS DE LIGAÇÃO	29
6	INSTALAÇÃO MECÂNICA	30
7	PROCEDIMENTO PARA COLOCAÇÃO EM SERVIÇO	31
8	PARAMETRIZAÇÃO	32
8.1	Parâmetro ADR	33
8.2	Parâmetro TAP	33
8.3	Parâmetro IDC	34
8.4	Parâmetro FSR	35
8.5	Parâmetro CNT	35
8.6	Parâmetro RES	36
8.7	Parâmetro CMT	36
8.8	Parâmetro OCS	37
9	RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS	38
9.1	Seleção Manual/Automático	38

9.2	Comandos Subir/Baixar tap.....	38
9.3	Indicações local e remota de posição de tap	39
9.4	Indicação do erro E08 – Erro na leitura de posição de tap	40
10	APÊNDICES	42
10.1	Apêndice A – Dados Técnicos	42
10.2	Apêndice B – Ensaios de Tipo	43
10.3	Especificação para pedido	44
10.4	Acessórios Opcionais.....	45

Lista de figuras

Figura 1 - Indicador e Controlador de Posição de Tap	13
Figura 2 – Indicação da posição atual de tap do comutador	15
Figura 3 - Indicação durante uma mudança de posição em andamento.....	15
Figura 4 - Indicação durante a ocorrência de uma condição de erro	15
Figura 5 – Topologia de aplicação dos PI	19
Figura 6 – Painel Frontal do PI.....	20
Figura 7 – Configuração dos resistores do transmissor potenciométrico nas posições intermediárias do comutador sob carga	23
Figura 8 – Conexão da blindagem dos cabos de medição de tap	24
Figura 9 - Programação remota Manual/Automático. Utilizando um único contato de programação (à esquerda); utilizando dois contatos de programação	26
Figura 10 – Ligação dos contatos de comandos externos Subir/Baixar de dispositivos de operação Automática e Manual	27
Figura 11 – Contatos de sinalização do PI	28
Figura 12 – Esquema de ligação do PI	29
Figura 13 – Dimensões externas principais do PI.....	30
Figura 14 – Resistores individuais (resistência por passo) do transmissor potenciométrico do comutador sob carga	36

1 Prefácio

1.1 Informações Legais

As informações contidas neste documento estão sujeitas a alterações sem aviso prévio

Este documento pertence à Treetech Sistemas Digitais Ltda. e não pode ser copiado, transferido a terceiros ou utilizado sem autorização expressa, nos termos da lei 9.610/98.

Isenção de Responsabilidade:

A Treetech Sistemas Digitais reserva o direito de fazer alterações sem aviso prévio em todos os produtos, circuitos e funcionalidades aqui descritos no intuito de melhorar a sua confiabilidade, função ou projeto. A Treetech Sistemas Digitais não assume qualquer responsabilidade resultante da aplicação ou uso de qualquer produto ou circuito aqui descrito, também não transmite quaisquer licenças ou patentes sob seus direitos, nem os direitos de terceiros.

A Treetech Sistemas Digitais Ltda. pode possuir patente ou outros tipos de registros e direitos de propriedade intelectual descritos no conteúdo deste documento. A posse deste documento por qualquer pessoa ou entidade não confere a mesma nenhum direito sobre estas patentes ou registros.

1.2 Apresentação

Este manual apresenta todas as recomendações e instruções para instalação, operação e manutenção do Indicador e Controlador de Posição do TAP – PI.

1.3 Convenções Tipográficas

Em toda a extensão deste texto, foram adotadas as seguintes convenções tipográficas:

Negrito: Símbolos, termos e palavras que estão em negrito têm maior importância contextual. Portanto, atenção a estes termos.

Itálico: Termos em língua estrangeira, alternativos ou com seu uso fora da situação formal são colocados em itálico.

1.4 Informações Gerais e de Segurança

Nesta seção serão apresentados aspectos relevantes sobre segurança, instalação e manutenção do PI.

1.4.1 Simbologia de Segurança

Este manual utiliza três tipos de classificação de riscos, conforme mostrado abaixo:



Cuidado

O símbolo de **Cuidado** é utilizado para alertar o usuário para um procedimento operacional ou de manutenção potencialmente perigoso, que demanda maior cuidado na sua execução. Ferimentos leves ou moderados podem ocorrer, assim como danos ao equipamento.



Aviso

O símbolo de **Aviso** é utilizado para alertar o usuário para um procedimento operacional ou de manutenção potencialmente perigoso, onde extremo cuidado deve ser tomado. Ferimentos graves ou morte podem ocorrer. Possíveis danos ao equipamento serão irreparáveis.



Risco de Choque Elétrico

O símbolo de **Risco de Choque Elétrico** é utilizado para alertar o usuário para um procedimento operacional ou de manutenção que se não for estritamente observado, poderá resultar em choque elétrico. Ferimentos leves, moderados, graves ou morte podem ocorrer.

1.4.2 Simbologia Geral

Este manual utiliza os seguintes símbolos de propósito geral:



Importante

O símbolo de **Importante** é utilizado para destacar informações relevantes.



Dica

O símbolo de **Dica** representa instruções facilitam o uso ou o acesso a funções no PI.

1.4.3 Perfil mínimo recomendado para o operador e mantenedor do PI

A instalação, manutenção e operação de equipamentos em subestações de energia elétrica requerem cuidados especiais e, portanto, todas as recomendações deste manual, normas aplicáveis, procedimentos de segurança, práticas de trabalho seguras e bom julgamento devem ser utilizados durante todas as etapas de manuseio do Indicador e Controlador de Posição do TAP (PI).

Para os fins de utilização deste manual, uma pessoa autorizada e treinada possui conhecimento dos riscos inerentes – tanto elétricos quanto ambientais – ao manuseio do PI.



Somente pessoas autorizadas e treinadas – operadores e mantenedores – deverão manusear este equipamento.

- a) O operador ou mantenedor deverá estar treinado e autorizado a operar, aterrar, ligar e desligar do PI, seguindo os procedimentos de manutenção de acordo com as práticas de segurança estabelecidas, está sob inteira responsabilidade do operador e mantenedor do PI;
- b) Estar treinado no uso de EPI's, EPC's e primeiros socorros;
- c) Treinado nos princípios de funcionamento do PI, assim como a sua configuração.
- d) Seguir as recomendações normativas a respeito de intervenções em quaisquer tipos de equipamentos inseridos em um Sistema Elétrico de Potência.

1.4.4 Condições ambientais e de tensão requeridas para instalação e operação

A tabela a seguir lista informações importante sobre os requisitos ambientais e de tensão:

Tabela 1 – Condições de operação.

Condição	Intervalo / Descrição
Aplicação	Equipamento para uso abrigado em subestações, ambientes industriais e similares.
Uso Interno / Externo	Uso Interno
Grau de Proteção (IEC 60529)	IP 20
Altitude* (IEC EN 61010-1)	Até 2000 m
Temperatura (IEC EN 61010-1)	
Operação	-40 °C a +85 °C
Armazenamento	-50 °C a +95 °C
Umidade Relativa (IEC EN 61010-1)	
Operação	5% a 95% – Não Condensada
Armazenamento	3% a 98% – Não Condensada
Flutuação de Tensão da Fonte (IEC EN 61010-1)	Até $\pm 10\%$ da Tensão nominal
Sobretensão (IEC EN 61010-1)	Categoria II
Grau de Poluição (IEC EN 61010-1)	Grau 2
Pressão Atmosférica** (IEC EN 61010-1)	80 kPa a 110 kPa

* Altitudes superiores a 2000 m já possuem aplicações bem sucedidas.

** Pressões inferiores a 80 kPa já possuem aplicações bem sucedidas.

1.4.5 Instruções para teste e instalação

Este manual deve estar disponível aos responsáveis pela instalação, manutenção e usuários do Indicador e Controlador de Posição do TAP – PI.

Para garantir a segurança dos usuários, proteção dos equipamentos e correta operação, os seguintes cuidados mínimos devem ser seguidos durante a instalação e manutenção do PI:

1. Leia cuidadosamente este manual antes da instalação, operação e manutenção do PI. Erros na instalação, manutenção ou nos ajustes do PI podem causar operações indevidas do comutador de derivação em carga, regulação de tensão insatisfatória, alarmes indevidos ou ainda podem deixar de serem emitidos alarmes pertinentes.
2. A instalação, ajustes e operação do PI devem ser feitos por pessoal treinado e familiarizado com motores elétricos, transformadores de potência, comutadores sob carga ou reguladores de tensão, dispositivos de controle e circuitos de comando de equipamentos de subestações.
3. Atenção especial deve ser dada à instalação do PI, incluindo o tipo e bitola dos cabos e bornes terminais utilizados, bem como aos procedimentos para colocação em serviço, incluindo a correta parametrização do equipamento.



O PI deve ser instalado em um ambiente abrigado, (um painel sem portas em uma sala de controle ou um painel fechado, em casos de instalação externa) que não exceda a temperatura e a umidade especificadas para o equipamento.



Não instalar o PI próximo a fontes de calor como resistores de aquecimento, lâmpadas incandescentes e dispositivos de alta potência ou com dissipadores de calor. Também não é recomendada a sua instalação próxima a orifícios de ventilação ou onde possa ser atingido por fluxo de ar forçado, como a saída ou entrada de ventiladores de refrigeração ou dutos de ventilação forçada.



Ao efetuar ensaios de rigidez dielétrica na fiação (tensão aplicada) devem ser desconectados os cabos de terra ligados ao terminal 17 do PI a fim de evitar a destruição das proteções contra sobretensões existentes no interior do aparelho devido à aplicação de tensões elevadas durante longo período (por exemplo, 2 kV por 1 minuto).

1.4.6 Instruções para limpeza e descontaminação

Seja cuidadoso ao limpar o PI. Use APENAS um pano úmido com sabão ou detergente diluído em água para limpar o gabinete, máscara frontal ou qualquer outra parte do equipamento. Não utilize materiais abrasivos, polidores, ou solventes químicos agressivos (tais como álcool ou acetona) em qualquer uma de suas superfícies.



Desligue e desconecte o equipamento antes de realizar a limpeza de quaisquer partes do mesmo.

1.4.7 Instruções de inspeção e manutenção

Para inspeção e manutenção do PI, as seguintes observações devem ser seguidas:



Não abra seu equipamento. Nele não há partes reparáveis pelo usuário. Isto deve ser feito pela assistência técnica Treotech, ou técnicos por ela credenciados.

Este equipamento é completamente livre de manutenção, sendo que inspeções visuais e operativas, periódicas ou não, podem ser realizadas pelo usuário. Estas inspeções não são obrigatórias.



A abertura do PI a qualquer tempo implicará na perda de garantia do produto. Nos casos de abertura indevida do equipamento, a Treotech também não poderá garantir o seu correto funcionamento, independentemente de o tempo de garantia ter ou não expirado.



Todas as partes deste equipamento deverão ser fornecidas pela Treotech, ou por um de seus fornecedores credenciados, de acordo com suas especificações. Caso o usuário deseje adquiri-los de outra forma, deverá seguir estritamente as especificações Treotech para isto. Assim o desempenho e segurança para o usuário e o equipamento não ficarão comprometidos. Se estas especificações não forem seguidas, o usuário e o equipamento podem estar expostos a riscos imprevistos e desnecessários.

1.5 Assistência Técnica

Para obter assistência técnica para o PI ou qualquer outro produto Treotech, entre em contato através do endereço abaixo:

Treotech Sistemas Digitais Ltda. – Assistência Técnica

Rua José Alvim, 100 – Salas 03 e 04 – Centro

Atibaia – São Paulo – Brasil

CEP: 12.940-800

CNPJ: 74.211.970/0002-53

IE: 190.159.742.110

TEL: +55 (11) 2410-1190 x201

FAX: +55 (11) 2410-1190 x702

Email: suporte.tecnico@treotech.com.br

Site: <http://www.treotech.com.br>

1.6 Termo de Garantia

O Monitor de Torque para Comutadores – PI será garantido pela Treotech pelo prazo de 2 (dois) anos, contados a partir da data de aquisição, exclusivamente contra eventuais defeitos de fabricação ou vícios de qualidade que o tornem impróprio para o uso regular.

A garantia não abrangerá danos sofridos pelo produto, em consequência de acidentes, maus tratos, manuseio incorreto, instalação e aplicação incorreta, ensaios inadequados ou em caso de rompimento do selo de garantia.

A eventual necessidade de assistência técnica deverá ser comunicada à Treotech ou ao seu representante autorizado, com a apresentação do equipamento acompanhado do respectivo comprovante de compra.

Nenhuma garantia expressa ou subentendida, além daquelas citadas acima é provida pela Treotech. A Treotech não provê qualquer garantia de adequação do PI a uma aplicação particular.

O vendedor não será imputável por qualquer tipo de dano a propriedades ou por quaisquer perdas e danos que surjam, estejam conectados, ou resultem da aquisição do equipamento, do desempenho do mesmo ou de qualquer serviço possivelmente fornecido juntamente com o PI.

Em nenhuma hipótese o vendedor será responsabilizado por prejuízos ocorridos, incluindo, mas não se limitando a: perdas de lucros ou rendimentos, impossibilidade de uso do PI ou quaisquer equipamentos associados, custos de capital, custos de energia adquirida, custos de equipamentos, instalações ou serviços substitutos, custos de paradas, reclamações de clientes ou funcionários do comprador, não importando se os referidos danos, reclamações ou prejuízos estão baseados em contrato, garantia negligência, delito ou qualquer outro. Em nenhuma circunstância o vendedor será imputado por qualquer dano pessoal, de qualquer espécie.

1.7 Histórico de Revisões

Tabela 2 - Revisões

Revisão	Data	Descrição	Autor
2.00	24/08/2015	Adição de capa, adequação ao novo modelo, revisão ortográfica, atualização dos representantes internacionais	João Victor Miranda

2 Introdução

O Indicador e Controlador de Posição de Tap PI é um equipamento desenvolvido pela Treotech para o controle e supervisão da operação de comutadores de derivação em carga em transformadores de potência.

Baseado em microcontroladores, o PI incorpora as funções dos diversos equipamentos que eram utilizados no passado para o controle do comutador sob carga, tais como chaves seletoras Manual/Automático e Local/Remoto, chave para comando manual Subir/Baixar tap e indicador de posição de tap, dentre outros. Por esse motivo, a fiação de comando e o número de componentes são reduzidos, aumentando consideravelmente a confiabilidade geral e reduzindo os tempos de mão-de-obra para instalação e testes, além de simplificar em grande extensão a manutenção.

O PI está provido ainda de contatos de saída para sinalizações, saída em loop de corrente para indicação da posição de tap, entradas para contatos secos para comando remoto e porta serial RS485, permitindo completa aquisição de dados e o total controle do comutador sob carga a distância.

O equipamento foi totalmente projetado e testado para operação nas condições adversas encontradas em subestações de energia elétrica, tais como surtos, impulsos, interferências eletromagnéticas e temperaturas extremas.



Figura 1 - Indicador e Controlador de Posição de Tap

2.1 Filosofia Básica de Operação

De uma forma geral, os comutadores de derivação em carga (CDC) são aplicados a transformadores de potência com o objetivo de permitir a regulação da tensão secundária fornecida às cargas sem interrupção no fornecimento de energia. O CDC permite então, através da mudança de sua posição, que se aumente ou diminua a tensão secundária do transformador. O número total de posições do comutador pode variar de acordo com aplicação específica.

2.1.1 Modos de Comando Manual/Automático

Quanto ao tipo de comando subir/baixar tap para os CDCs, há duas possibilidades: Comando Manual ou Comando Automático. Ao se selecionar o modo de comando Manual, as mudanças de tap ocorrem apenas quando solicitadas pelo operador, enquanto no modo Automático ficam habilitados os comandos para subir/baixar tap emitidos por um Relé Regulador Automático de Tensão (relé 90).

2.1.2 Modos de Comando Local/Remoto

Quanto ao local de onde se podem efetuar a seleção Automático/Manual e os comandos Subir/Baixar tap, há três possibilidades:

- a) Comando Local, através das teclas frontais do PI;
- b) Comando Remoto, através de contatos secos externos conectados ao PI;
- c) Comando Remoto, através da comunicação serial RS485, desde um sistema supervisão.

Se for selecionado comando Local, as duas opções de comando remoto ficam bloqueadas (no caso da comunicação serial, apenas a aquisição de informações é possível). Se for selecionado comando Remoto, a operação do sistema via teclado frontal fica bloqueada, ficando liberados os dois modos de comando remoto. Em geral, apenas uma das duas opções de comando remoto é utilizada, visto que uma elimina a necessidade da outra. É possível, no entanto, ter estas duas opções operando simultaneamente.

3 Operação Local do PI

A operação local do PI é efetuada através de seu painel frontal, por meio das teclas P,  e , com o auxílio do display do equipamento.

3.1 Indicações primárias no display

Durante o funcionamento autônomo do sistema, sem intervenção do operador através das teclas frontais, o display do PI pode efetuar uma das seguintes indicações:

- a) Posição atual de tap do comutador sob carga a ele associado. O display indica permanentemente esta informação, que pode ser nos formatos numérico simples, numérico bilateral ou alfanumérico (por exemplo: 1...17, -8...0...+8 ou 8L...N...8R respectivamente);



Figura 2 – Indicação da posição atual de tap do comutador

- b) Indicação intermitente da posição de tap atual do comutador e dos símbolos ↑↑↑ ou ↓↓↓, no caso de uma mudança de tap estar em andamento para subir ou baixar tap respectivamente;

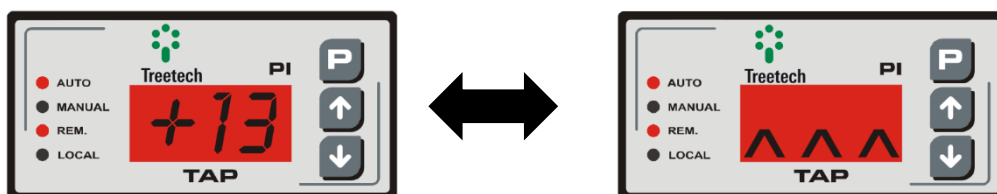


Figura 3 - Indicação durante uma mudança de posição em andamento

- c) Indicação intermitente da posição de tap atual do comutador e de um código de erro;

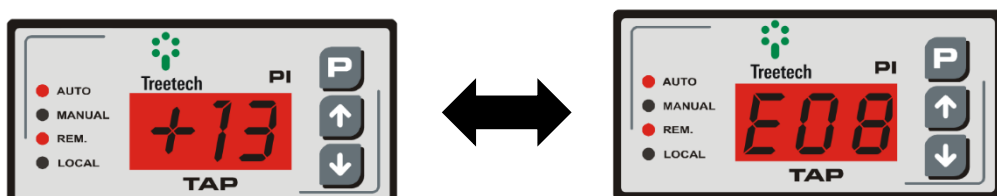


Figura 4 - Indicação durante a ocorrência de uma condição de erro

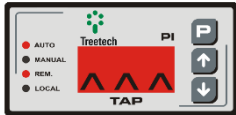
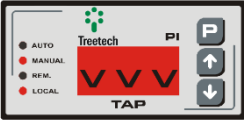
3.2 Seleções Local/Remoto e Manual/Automático

As seleções Local/Remoto e Manual/Automático podem ser efetuadas localmente, através do teclado frontal do PI, conforme descrito na tabela a seguir.

Procedimento	Efeito	Visualização
Pressionar momentaneamente a tecla P	É acessado o primeiro menu de programação com a seleção Local/Remoto. A condição atual desta seleção é mostrada no display através das siglas LOC ou REM, respectivamente.	 ou 
Pressionar momentaneamente as teclas ↑ ou ↓	É alterada a seleção de Local para Remoto ou vice-versa.	 ↕ 
Pressionar momentaneamente a tecla P	Se no passo anterior tiver sido selecionado o modo Remoto, o PI sai do menu de programação,	
	Se no passo anterior tiver sido selecionado o modo Local, é acessado o segundo menu de programação, com a seleção Manual/Automático. A condição atual desta seleção é mostrada no display através das siglas MAN ou AUT respectivamente.	 ou 
Pressionar momentaneamente as teclas ↑ ou ↓	É alterada a seleção de Manual para Automático ou vice-versa.	 ↕ 
Pressionar momentaneamente a tecla P.	O PI sai do menu de programação	

3.3 Comandos manuais Subir/Baixar Tap

Os comandos manuais para Subir ou Baixar a posição de tap do comutador sob carga podem ser efetuados localmente, através das teclas ↑ e ↓ do frontal do PI, conforme descrito abaixo. Estes comandos só serão obedecidos se houverem sido previamente selecionados os modos de comando Local e Manual.

Procedimento	Efeito	Visualização
Pressionar momentaneamente as teclas ↑ ou ↓	Se estiver selecionado o modo Remoto, será indicado no display durante 1 segundo a mensagem REM, indicando que o comando não será obedecido pelo fato do PI estar selecionado neste modo.	
	Se estiverem selecionados os modos de comando Local e Manual, será emitido o comando correspondente para o comutador sob carga, e será indicado no display que a comutação encontra-se em andamento através dos símbolos ↑↑↑ ou ↓↓↓ indicados intermitentemente no display.	 ou 

3.4 Alarmes de Condições de Erro

As condições de alarme previstas no PI são sinalizadas em seu display frontal através dos códigos de erro listados a seguir, além de se permitirem sua sinalização remota por meio de contatos de saída.

Todas as indicações de erro são automaticamente reiniciadas, ou seja, a indicação no display desaparece assim que é eliminada a condição de erro, o mesmo ocorrendo com o contato de sinalização correspondente, que retorna a sua condição de repouso.

Código	Condição de erro
	Erro na leitura da posição de tap

3.4.1 Erro na Leitura da Posição de Tap (E08)

É causado por falha na leitura da posição de tap atual do comutador sob carga, e é detectado através das seguintes verificações de consistência da leitura. A cada uma destas verificações é atribuído um código de causa de erro, que é memorizado para posterior verificação por parte do pessoal de manutenção.

a) Erro interno na comunicação entre o microcontrolador de leitura de tap e o microcontrolador principal. Esta causa de erro de leitura é memorizada com o código “C1”;

b) Leitura de posição de tap instável, ou seja, oscilando muito mais rapidamente do que seria possível pela operação normal do comutador sob carga. Esta causa de erro de leitura é memorizada com o código “C2”;

c) Inconsistência no cálculo da posição de tap a partir das diversas medições de resistência realizadas no transmissor de posição potenciométrico do comutador. Esta causa de erro de leitura é memorizada com o código “C3”.

Possíveis causas para este erro são as seguintes, sem descartar outras possibilidades que se possam verificar:

- Interferência eletromagnética excessiva nos cabos de medição do transmissor de posição potenciométrico, devido à utilização de cabos sem blindagem (causa C2);
- Interferência eletromagnética excessiva devido à falta de aterramento da blindagem dos cabos de medição do transmissor de posição potenciométrico (causa C2);
- Interferência eletromagnética excessiva devido ao aterramento da blindagem dos cabos de medição do transmissor de posição potenciométrico em mais de um ponto, possibilitando a circulação de corrente pela blindagem devido a diferenças de potencial de terra (causa C2);
- Mau contato no cursor do transmissor de posição potenciométrico ou nos cabos de ligação deste ao PI (causa C3);

Cabos de ligação do transmissor de posição potenciométrico ao PI com resistência maior que 8Ω por via – bitola muito reduzida em função da distância percorrida (causa C3);

- Cabos de ligação do transmissor de posição potenciométrico ao PI com bitolas diferentes ou com comprimentos diferentes em cada via (causa C3);
- Defeito no circuito de medição de tap do PI (causa C1).

3.5 Operação do sistema na presença de erros

O procedimento ideal no caso de ocorrência de qualquer erro é, naturalmente, detectar e corrigir a causa do mesmo antes de dar prosseguimento à operação do sistema.

No entanto, quando isto não for possível ou quando não houver tempo para a correção do problema devido à necessidade imediata de operação do sistema, alguns procedimentos de emergência podem ser adotados, conforme sugerido abaixo. Todo a cautela deve ser observada com relação aos Cuidados Especiais indicados, a fim de evitar condições com risco de desligamento por atuação das proteções ou mesmo com risco para a integridade dos transformadores.

3.5.1 E08 – Erro na leitura de tap

Condição de Erro e Local	Procedimento de Contingência	Cuidados Especiais
	O transformador com erro só poderá ser operado do próprio gabinete do comutador sob carga, visto que não é possível saber através do PI qual a posição de tap real do comutador.	Utilizar a indicação mecânica de posição existente no gabinete do comutador para acompanhamento das operações subir/baixar efetuadas.

4 Projeto e Instalação

4.1 Topologia para aplicação do PI

Para cada Comutador de Derivações em Carga é utilizado uma unidade do Indicador e Controlador de Posição de Tap PI.

As portas de comunicação serial RS485 de todos os PI permitem a comunicação serial destes com um sistema de aquisição de dados externo (sistema supervisorio).

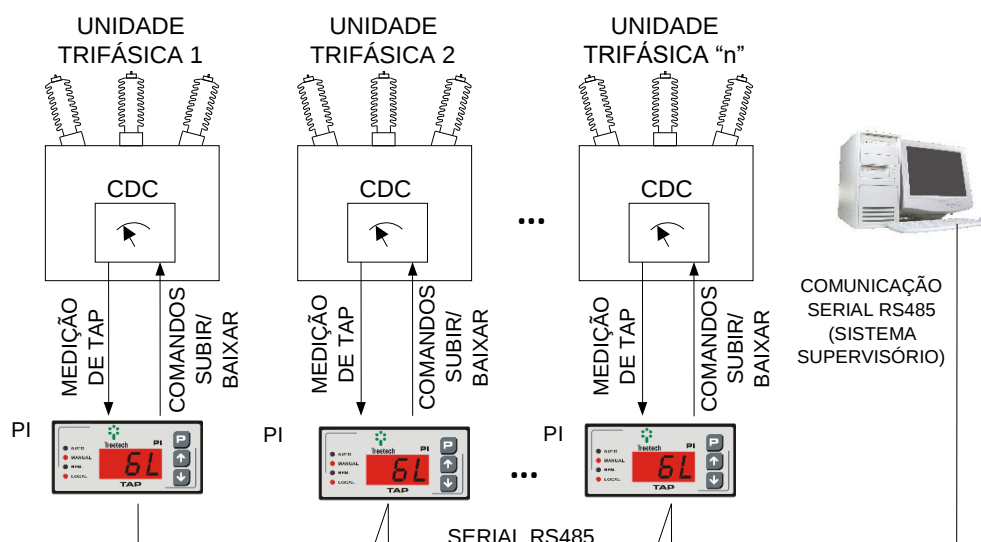


Figura 5 – Topologia de aplicação dos PI

4.2 Painel frontal: funções e indicações:

Na figura a seguir, é mostrado o painel frontal do PI, composto de:

- 1) LED indicador do modo de comando Manual selecionado (no modo Automático este LED permanece apagado);
- 2) LED indicador do modo de comando Remoto selecionado (no modo Local este LED permanece apagado);
- 3) Teclas frontais P, ↑ e ↓, com as funções:
 - Seleções Local/Remoto e Manual/Automático;
 - Comando manuais Subir/Baixar posição de tap;
 - Parametrizações PI.
- 4) Display de 3 dígitos para indicação de:
 - Posição de tap atual;
 - Mudança de posição em andamento;
 - Auxílio às seleções Local/Remoto e Manual/Automático;
 - Auxílio às parametrizações do PI;
 - Códigos de indicação de condições de erro.

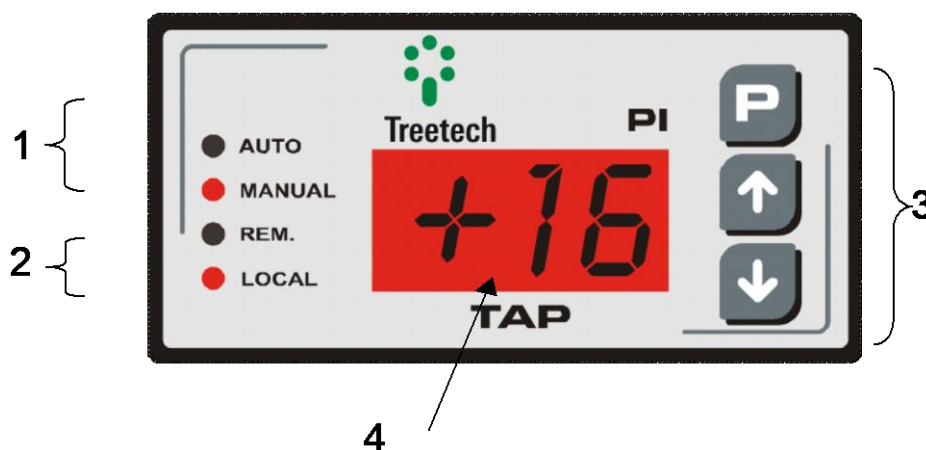


Figura 6 – Painel Frontal do PI

4.3 Entradas e Saídas

Estão disponíveis no PI as entradas e saídas descritas a seguir.

4.3.1 Alimentação auxiliar e terra

O PI é capaz de operar com tensões de alimentação auxiliar na faixa de 85 a 265V, em corrente contínua ou alternada, 50 ou 60Hz, com consumo menor que 6W. Deve ser efetuada a conexão do terminal correspondente ao terra.

- Entrada de alimentação: terminais 16 e 17;
- Terra: terminal 15.

4.3.2 Medição de posição de tap do comutador

O PI possui um microcontrolador interno dedicado exclusivamente aos cálculos necessários à medição da posição de tap, verificação de sua consistência e compensação da resistência dos cabos de medição.

Duas versões estão disponíveis, a versão padrão “PI” com entrada de medição potenciométrica, e a versão “PI-I” com entrada de medição de loop de corrente.

Entrada de medição potenciométrica – modelo PI

A medição do tap é efetuada por meio de uma entrada do PI específica para conexão de um transmissor de posição potenciométrico do comutador.

A conexão do transmissor de posição potenciométrico do comutador sob carga ao PI é efetuada através de três fios: o cursor, o início e o fim do transmissor potenciométrico. Os três fios devem possuir o mesmo comprimento e bitola.

O PI efetua a compensação automática da resistência dos cabos de ligação do transmissor potenciométrico até a entrada de medição, e para tal os três fios devem possuir o mesmo comprimento e bitola, sendo a resistência máxima admissível para cada um dos fios de 8Ω. Em função desta resistência máxima e da bitola dos cabos utilizados, pode ser obtido o comprimento máximo permitido para estes. Considerando-se cabos com resistências típicas de 13,3 Ω/km, 7,98 Ω/km e 4,95 Ω/km para as bitolas de 1,5mm², 2,5mm² e 4mm² respectivamente (cabos não estanhados, classe de encordoamento 4), temos os comprimentos máximos apresentados na tabela a seguir.

Bitola dos Cabos	Resistência Típica	Comprimento Máximo
0,5 mm ²	39,0 Ω/km	200 m
0,75 mm ²	26,0 Ω/km	300 m
1 mm ²	19,5 Ω/km	400 m
1,5 mm ²	13,3 Ω/km	600 m
2,5 mm ²	7,98 Ω/km	1000 m
4 mm ²	4,95 Ω/km	1600 m

Requisitos para o transmissor de posição de tap

O transmissor de posição de tap do comutador sob carga do tipo potenciométrico, deve ter sua resistência variando de zero ao valor máximo para as posições inicial e final do comutador respectivamente.

Em caso de comutadores com posições “intermediárias”, isto é, posições de transição que tem a mesma tensão de outras posições adjacentes, como exemplificado na tabela a seguir, os resistores da coroa potenciométrica referentes a estas posições deverão ser retirados e/ou curto-circuitados. Todas as posições intermediárias (no exemplo, 6A, 6 e 6B) serão indicadas como tap “6”, visto que possuem a mesma tensão.

Posição de tap	Tensão (V)	Corrente (A)	Resistência Cursor/Posição Inicial (exemplo p/ 10Ω/passo)
1	12420	3220,6	0
2	12696	3150,6	10
3	12972	3083,6	20
4	13248	3019,3	30
5	13524	2957,7	40
6A	13800	2898,6	50
6			50
6B			50
7	14076	2841,7	60
8	14352	2787,1	70
9	14628	2734,5	80
10	14904	2683,8	90
11	15180	2635,0	100

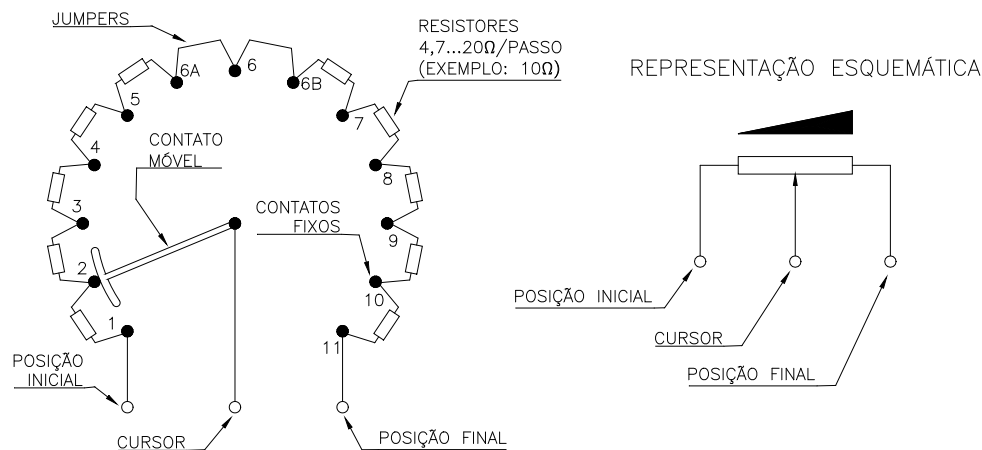


Figura 7 – Configuração dos resistores do transmissor potenciométrico nas posições intermediárias do comutador sob carga

O PI admite resistência por passo do transmissor potenciométrico (isto é, o valor de cada resistor individual mostrado na figura 5.2) na faixa de 4,7 a 20 Ω , e a resistência total do transmissor de 9,4 a 1000 Ω . O contato móvel (cursor) do transmissor potenciométrico pode ser tanto do tipo “fecha antes que abre” quanto “abre antes que fecha”, indiferentemente.

- ◆ Entrada de medição de tap:
 - transmissor potenciométrico: terminais 12 (cursor), 13 (início) e 14 (fim).

4.3.3 Entrada de medição por loop de corrente – Modelo PI-I

A medição do tap é efetuada por meio de duas entradas do PI-I específicas para conexão de um transmissor de posição do comutador sob carga em loop de corrente. Uma das entradas é específica para conexão de sinal do tipo 0...1mA, sendo a outra entrada específica para sinais dos tipos 0...5mA, 0...10mA, 0...20mA ou 4...20mA.

O sinal do loop de corrente deve variar de seu valor mínimo ao valor máximo para as posições inicial e final do comutador respectivamente.

Em caso de comutadores com posições “intermediárias”, isto é, posições de transição que tem a mesma tensão de outras posições adjacentes, o sinal do loop de corrente referente a estas posições deverá permanecer constante. Todas as posições intermediárias (por exemplo, 6A, 6 e 6B) serão indicadas como tap “6”, visto que possuem a mesma tensão.

- ◆ Entrada de medição de tap:
 - loop de corrente 0...1mA - terminais 13 (-) e 14 (+)
 - loop de corrente 0...5, 0...10, 0...20, 4...20mA - terminais 13 (-) e 12 (+)

4.3.4 Cabos de ligação para medição de tap

Deve ser utilizado cabo do tipo blindado em todo o percurso do gabinete do comutador até o PI ou PI-I, com a blindagem aterrada em um único ponto.

Caso não seja utilizado um único cabo blindado para todo o percurso, devido por exemplo a bornes de ligação intermediários, deve ser assegurada a continuidade da blindagem, através da conexão dos extremos das blindagens dos diversos cabos. O trecho do cabo sem blindagem devido à emenda deve ser o mais curto possível.

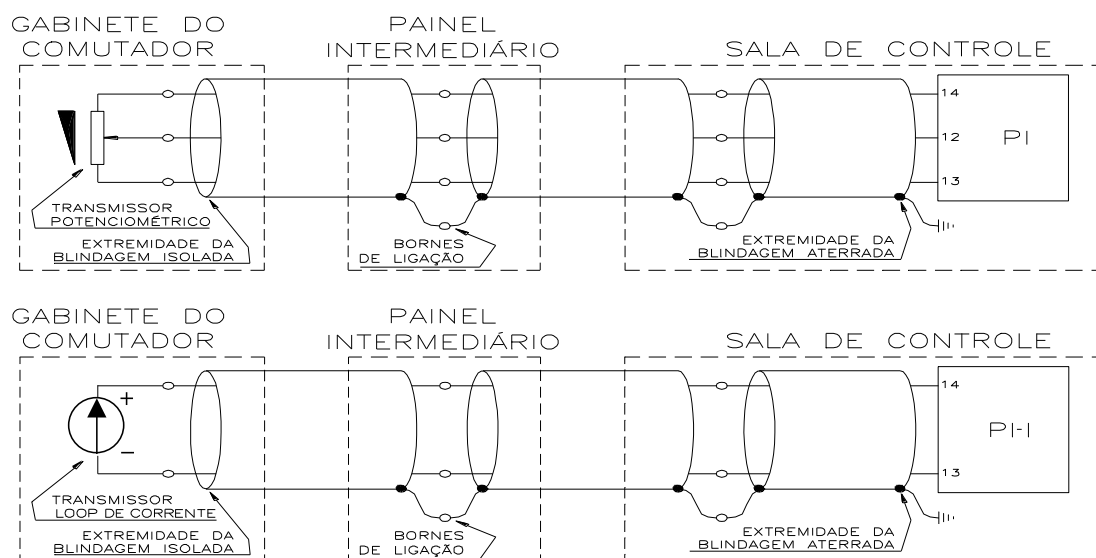


Figura 8 – Conexão da blindagem dos cabos de medição de tap

4.4 Saída analógica de posição de tap do comutador

O PI possui uma saída analógica em loop de corrente para indicação remota da posição de tap do comutador sob carga. A faixa de valores da saída de corrente pode ser selecionada através da programação efetuada no frontal do PI dentre uma das opções a seguir. A tensão de saída máxima é 12V, o que permite que sejam conectadas as cargas máximas indicadas ao lado de cada opção:

Opção de Saída	Carga Máxima	Opção de Saída	Carga Máxima
0...1mA	12000 Ω	-1...+1mA	12000 Ω
0...5mA	2400 Ω	-5...+5mA	2400 Ω
0...10mA	1200 Ω	-10...+10mA	1200 Ω

0...20mA	600 Ω	-20...+20mA	600 Ω
4...20mA	600 Ω	-	-

4.5 Contatos de saída subir/baixar tap

Os contatos de saída para os comandos Subir Tap e Baixar Tap do PI são conectados diretamente ao circuito de comando do comutador sob carga correspondente, e geralmente atuarão energizando as bobinas dos contatores Subir/Baixar, que por sua vez energizam o motor de acionamento.

Todos os comandos para mudança de tap, quer sejam originados localmente através do frontal do PI, quer sejam remotos através de contatos secos ou comunicação serial, são retransmitidos ao comutador sob carga através dos contatos de saída Subir/Baixar Tap.

Estes contatos possuem atuação momentânea, de modo que para cada comando de mudança de tap emitido pelo PI os mesmos fecharão uma única vez por um tempo de aproximadamente 0,5 segundo. Por esse motivo, comutadores sob carga dotados de posições intermediárias, isto é, posições de transição que tem a mesma tensão de outras posições adjacentes, devem possuir passagem automática das posições intermediárias. Se o comutador encontra-se na posição 5, e o PI emite um único comando Subir Tap, o comutador sob carga deve mover-se da posição 5 para a 6A e em seguida da 6A para a 6 automaticamente.

Os contatos de saída Subir/Baixar Tap podem comutar cargas em até 250Vdc ou 250Vac, com potências máximas de 70W ou 220VA respectivamente. Sua capacidade de condução (corrente térmica) é de 2A continuamente.

Contatos de saída Subir/Baixar Tap: terminais 18 (ponto comum), 19 (subir tap) e 20 (baixar tap).

4.6 Entradas de Contatos para Programação/Comando Remotos

As entradas para contatos secos de cada PI permitem que tanto a programação quanto os comandos para o comutador sob carga sejam efetuados remotamente. Os contatos conectados a estas entradas devem estar livres de qualquer potencial externo, e são energizados por um potencial interno do PI, através de um ponto comum a todos os contatos.

Para garantir que um comando transmitido seja reconhecido pelo PI, os contatos devem permanecer fechados por um tempo mínimo de 0,2 segundo.

- ◆ Entradas de programação Local/Remoto: terminais 1, 2 e 3 conectados juntamente;
- ◆ Entrada de programação Manual/Automático: terminal 4;

- ◆ Entradas de comando Subir/Baixar tap: terminais 5 (subir) e 6 (baixar);
- ◆ Ponto Comum a todas as entradas: terminal 9.

4.6.1 Entrada de programação local/remoto

Esta entrada permite a seleção remota do modo de comando Local/Remoto. Deve ser utilizado comando por pulso; o modo de comando é invertido (de Local para Remoto ou vice-versa) sempre que o contato conectado à entrada de programação for fechado de forma momentânea. Caso o contato feche e permaneça fechado, haverá uma única inversão no modo de comando Local/Remoto. Inversões adicionais só serão possíveis se o contato abrir e voltar a fechar.

4.6.2 Entrada de programação Manual/Automático

Esta entrada permite a seleção remota do modo de comando Manual/Automático. Deve ser utilizado comando por pulso; o modo de comando é invertido (de Manual para Automático ou vice-versa) sempre que o contato conectado à entrada de programação Manual/Automático for fechado momentaneamente. Caso este contato feche e permaneça fechado, haverá uma única inversão no modo de comando Manual/Automático. Inversões adicionais só serão possíveis se o contato abrir e voltar a fechar.

É possível também efetuar a seleção Manual/Automático utilizando-se dois contatos independentes ao invés de um único contato, sendo um deles com a função Manual e o outro com a função Automático. Para isto, deve ser utilizado o contato reversível auxiliar Manual/Automático. Comparando-se a figura 9, onde é mostrada a alternativa de um único contato de comando, e a figura 10, com a alternativa de contatos independentes, se pode observar que em ambas a entrada de programação recebe pulsos para a inversão de estado, porém no segundo caso o pulso só alcança esta entrada se for fechado o contato correspondente à condição oposta à programação atual do PI. Se fechar o contato correspondente à condição que já está presente no PI, esta entrada não recebe o pulso de inversão e é mantida a condição atual.

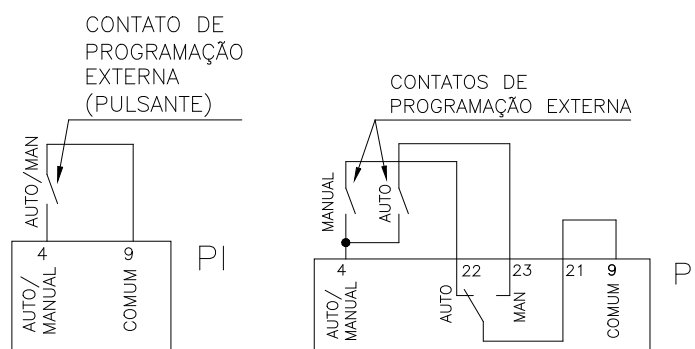


Figura 9 - Programação remota Manual/Automático. Utilizando um único contato de programação (à esquerda); utilizando dois contatos de programação

4.6.3 Entradas de comando Subir/Baixar Tap

Através destas entradas, é possível que comandos Subir/Baixar tap sejam gerados por dispositivos externos ao PI. Estes dispositivos estão divididos em duas categorias, os de comando Automático e os de comando Manual. Como exemplo podemos citar dois dos mais comumente utilizados, que são o Relé Regulador de Tensão para comando automático e a RTU ou UTR (Unidade Terminal Remota) para comando manual remoto.

Dentre as quatro combinações possíveis para os modos de comando Manual/Automático e Local/Remoto do PI, em apenas uma delas os comandos recebidos nas entradas de contatos Subir/Baixar tap não são obedecidos, que é a combinação Manual e Local. Por esse motivo, para evitar que comandos Automático e Manuais Remoto sejam recebidos e obedecidos simultaneamente pelo PI, é utilizado o contato auxiliar Manual/Automático do PI para intertravamento.

Deve ser observado com cuidado especial a correspondência entre os comandos subir/baixar tap e subir/baixar tensão. Em algumas aplicações, subir tap pode significar baixar tensão e vice-versa. As entradas Subir/Baixar do PI se referem sempre à posição de tap.

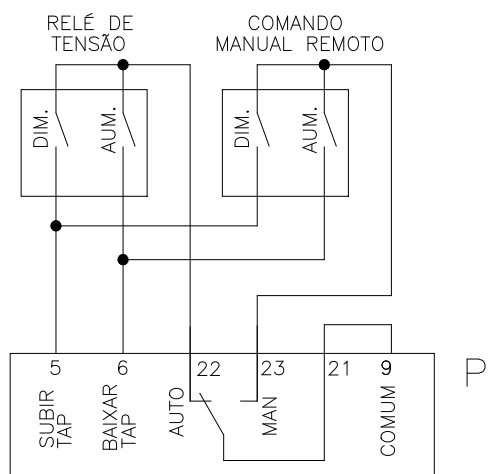


Figura 10 – Ligação dos contatos de comandos externos Subir/Baixar de dispositivos de operação Automática e Manual

4.7 Relés de Saída para Sinalização

O PI dispõe de contatos de saída para sinalização das condições operativas e/ou de alarme que podem estar presentes.

A distribuição dos contatos de sinalização é mostrada na figura a seguir.

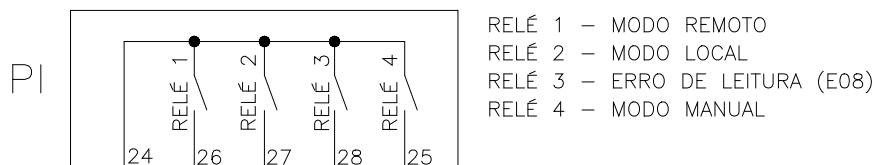


Figura 11 – Contatos de sinalização do PI

4.8 Comunicação serial RS485

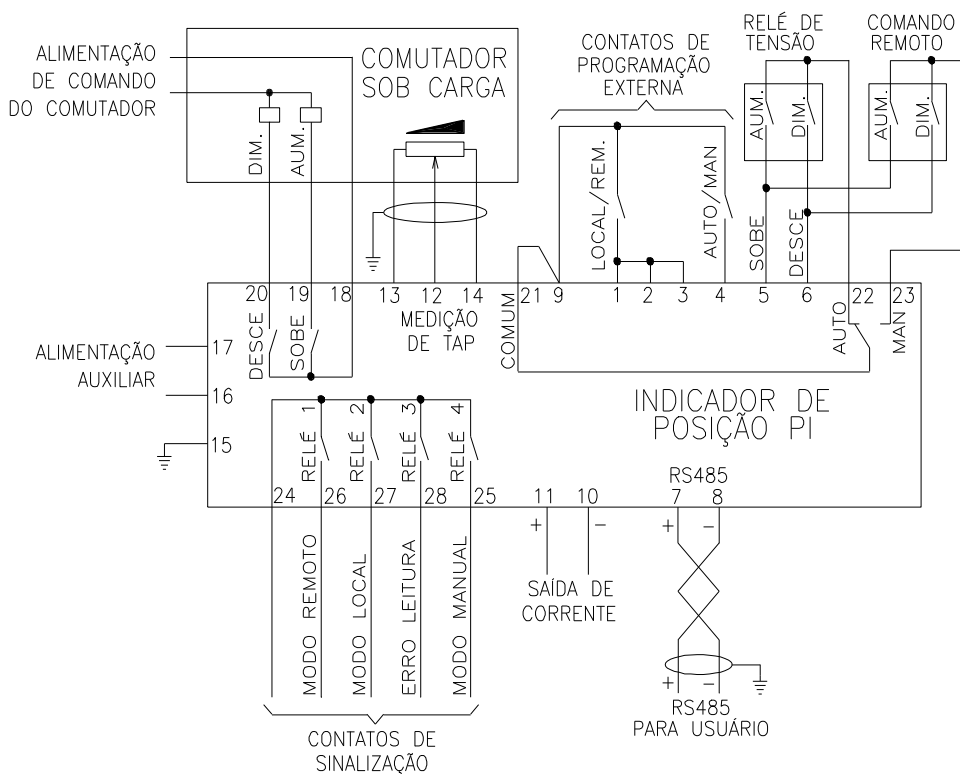
Cada PI possui uma porta de comunicação serial RS485. Através desta porta podem ser acessadas todas as informações, seleções e comandos do PI.

Deve ser utilizado um resistor de terminação de valor 120 Ω em cada extremo da rede de comunicação. O cabo utilizado deve ser do tipo par-trançado blindado, aterrado em um único ponto.

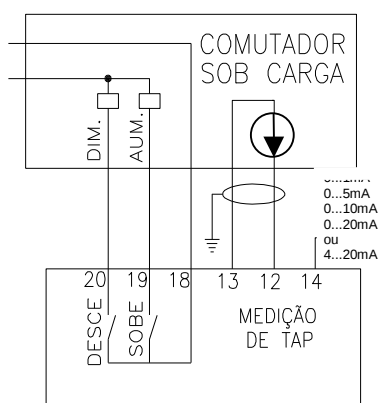
Caso não seja utilizado um único cabo par-trançado blindado para todo o percurso, devido por exemplo a bornes de ligação intermediários, deve ser assegurada a continuidade da blindagem, através da conexão dos extremos das blindagens dos diversos cabos. A distância máxima percorrida pelos cabos da comunicação serial RS485, de extremo a extremo é de 1300 metros.

5 Esquemas de Ligação

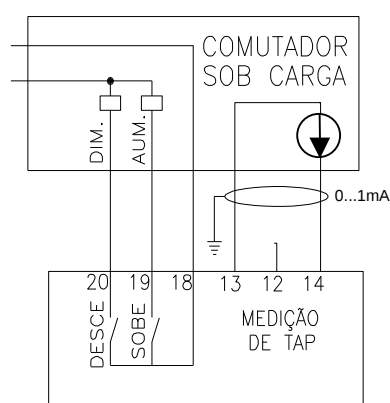
Na figura a seguir são mostradas as ligações das entradas e saídas do PI. Uma visão mais detalhada da função e da forma de funcionamento de cada entrada/saída aqui mostrada pode ser obtida no capítulo anterior.



a) Entrada potenciométrica (padrão)



b) Entrada loop de corrente
0...5 / 0...10 / 0...20 / 4...20 mA



c) Entrada loop de corrente
0...1 mA

Figura 12 – Esquema de ligação do PI

6 Instalação Mecânica

O PI deve ser instalado protegido das intempéries, seja no interior de painéis ou abrigado em edifícios. Em qualquer dos casos, deve haver sistema anti-condensação.

O PI é adequado para instalação do tipo embutida, podendo ser fixado por exemplo em portas ou chapas frontais de painéis. As presilhas para fixação são fornecidas junto com o equipamento. Na figura 7.1 são mostradas as principais dimensões do equipamento, bem como as dimensões do recorte na chapa para inserção do mesmo. Atenção especial deve ser dada à espessura das camadas de pintura da chapa onde é feito o recorte, pois em alguns casos, quando é utilizada pintura de alta espessura, a diminuição da área do recorte pode até mesmo impedir a inserção do equipamento.

Os terminais de ligação estão instalados em 2 conectores removíveis na parte traseira do PI, de forma a facilitar as conexões. Podem ser utilizados cabos de 0,5 a 2,5mm², nus ou com terminais do tipo “pino” (ou “agulha”).

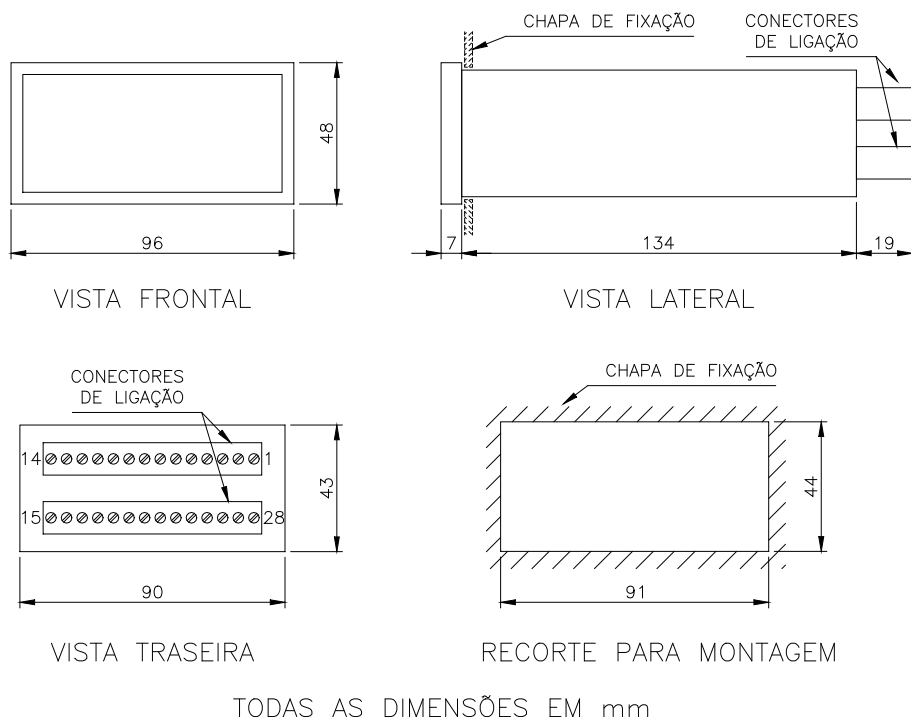


Figura 13 – Dimensões externas principais do PI

7 Procedimento para colocação em serviço

Uma vez efetuada a instalação do equipamento, a colocação em serviço deve seguir os passos básicos a seguir.

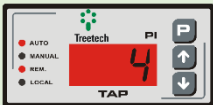
- Desabilitar os comandos dos CDCs (exemplo: desligar os disjuntores dos motores ou selecionar o CDC para comando Local) antes de energizar o PI. Durante este período, os comandos que porventura sejam necessários para mudança de tap terão que ser efetuados no próprio gabinete do comutador;
- Checar a correção das ligações elétricas (por exemplo, através de ensaios de continuidade);
- Energizar o PI com a tensão de alimentação de 85 ~ 265Vcc/Vca;
- Efetuar toda a parametrização do PI;
- Colocar o PI em modo de comando Local e Manual;
- Não havendo indicações de erros, habilitar o comando remoto do comutador, permitindo o comando pelo PI;
- Comandar manualmente o CDC pelo frontal do PI, passando por todas as posições de tap. Observar se não há inversão entre os sinais aumentar e diminuir tap, bem como se a indicação de tap está correta em todas as posições e se não há ocorrência de erros de leitura de tap (E08);
- Simular, na medida do possível, as diversas condições operativas (manual, automático, local e remoto), verificando a atuação dos contatos de sinalização;
- Selecionar a configuração final de operação desejada, ou seja, qual o modo de comando desejado, se Manual ou Automático e se Local ou Remoto.

8 Parametrização

Para garantir a correta operação do PI / PI-I, devem ser ajustados no mesmo diversos parâmetros, que fornecerão ao equipamento as informações necessárias ao seu funcionamento. Os ajustes podem ser efetuados por meio de seu teclado frontal, com o auxílio do display, ou pela porta de comunicação serial disponível para o usuário.

A seguir é apresentado o procedimento para acesso aos diversos parâmetros de ajuste do PI. Observar que, para acessar a parametrização, é necessário primeiramente entrar no menu de programação.

Nos próximos capítulos, cada parâmetro e as recomendações para sua seleção são descritos detalhadamente.

Procedimento	Efeito	Visualização
Pressionar momentaneamente a tecla P.	É acessado o primeiro menu de programação, com a seleção Local/Remoto. A condição atual desta seleção é mostrada no display através das siglas LOC ou REM respectivamente.	 ou 
Pressionar novamente a tecla P, mantendo-a pressionada por cerca de 3 segundos	É acessado o primeiro parâmetro para ajuste, indicado no display pela sigla ADR (endereço do PI ou PI-I na comunicação serial).	
Pressionar momentaneamente a tecla ↑ ou ↓	É indicado no display o valor atual do parâmetro ADR	
Pressionar momentaneamente a tecla ↑ ou ↓	Altera-se o valor do parâmetro ADR	 
Pressionar momentaneamente a tecla P.	Repetindo-se estes 3 passos, podem ser acessados e editados todos os demais parâmetros do PI ou PI-I: - TAP (número total de taps do comutador) - IDC (tipo de indicação de tap)	

Pressionar momentaneamente a tecla ↑ ou ↓	- FSR (padrão do loop de corrente para medição de TAP – apenas para modelo PI-I) - CNT (tap central do comutador) - RES (resistência por passo do transmissor potenciométrico – apenas para modelo PI) - CMT (tempo para comutação) - OCS (corrente de saída mA) - LNG (idioma de interface para a operação)	
Pressionar momentaneamente a tecla ↑ ou ↓		 
Pressionar momentaneamente a tecla P.	O PI ou PI-I sai do menu de parametrização, retornando às indicações descritas em 3.1 (em geral, a posição de tap atual)	

8.1 Parâmetro ADR

É o Endereço do PI na comunicação serial com um sistema supervisor, quando aplicável. Como regra geral, cada equipamento conectado a uma mesma rede de comunicação RS485 deve possuir um endereço único, sem repetição.

Faixa de ajuste: 0 a 31

8.2 Parâmetro TAP

É o número total de posições de tap do comutador sob carga. Em caso de comutadores com posições “intermediárias”, isto é, posições de transição que tem a mesma tensão de outras posições adjacentes, como exemplificado na tabela a seguir, o valor do parâmetro TAP não deve incluir as posições intermediárias, visto que as mesmas (no exemplo, 6A, 6 e 6B) serão indicadas como tap “6”, pois possuem a mesma tensão. Neste exemplo, o parâmetro TAP é programado como 11.

Posição de tap	Tensão (V)	Corrente (A)
1	12420	3220,6
2	12696	3150,6

3	12972	3083,6
4	13248	3019,3
5	13524	2957,7
6A	13800	2898,6
6		
6B		
7	14076	2841,7
8	14352	2787,1
9	14628	2734,5
10	14904	2683,8
11	15180	2635,0

Faixa de ajuste: 2 a 50.

8.3 Parâmetro IDC

É o tipo de indicação de tap adotado para apresentação no display do PI, que geralmente segue o tipo de indicação utilizado no próprio comutador sob carga. Há quatro opções de indicação, mostradas na tabela abaixo.

Parâmetro IDC	Descrição	Exemplo 1	Exemplo 2
0	Numérico bilateral	-8 ... 0 ... +8	-12 ... 0 ... +20
1	Numérico bilateral inverso	+8 ... 0 ... -8	+12 ... 0 ... -20
2	Alfanumérico	8L ... N ... 8R	12L ... N ... 20R
3	Alfanumérico inverso	8R ... N ... 8L	12R ... N ... 20L
4	Numérico simples	1 ... 17	1 ... 33

No exemplo 1 é apresentado um comutador com número total de taps igual a 17 (TAP=17), com a posição neutra (0 e N) centralizada nas indicações Numérico bilateral e Alfanumérico. O exemplo 2 apresenta um comutador com 33 taps no total, com a posição neutra descentralizada nas indicações Numérico bilateral e Alfanumérico.

8.4 Parâmetro FSR

Este parâmetro estará disponível apenas na versão com entrada de medição por loop de corrente, modelo PI-I. Este parâmetro não será programado na versão PI, para entrada de transmissor potenciométrico.

Este parâmetro seleciona o padrão de loop de corrente que será medido pelo PI-I, conforme a tabela a seguir:

Parâmetro FSR	Loop de Corrente
01	0...1 mA
02	0...5 mA
03	0...10 mA
04	0...20 mA
05	4...20 mA

8.5 Parâmetro CNT

É a posição, contada a partir do início da faixa de medição, em que se encontra o tap “neutro” do comutador sob carga. Este parâmetro será ajustado apenas quando selecionado os tipos de indicação Numérico bilateral ou Alfanumérico (IDC=0...3 - vide subcapítulo 8.3), pois permite que se indique a posição de tap de comutadores com faixas de aumento e diminuição de tensão assimétricas.

A tabela a seguir exemplifica o efeito causado por este parâmetro na indicação de tap para um comutador com 33 posições no total e indicações do tipo Numérico bilateral e Alfanumérico inverso.

Parâmetro CNT	Exemplo Numérico bilateral	Exemplo Alfanumérico inverso
15	-14 ... 0 ... +18	14R ... N ... 18L
16	-15 ... 0 ... +17	15R ... N ... 17L
17	-16 ... 0 ... +16	16R ... N ... 16L
18	-17 ... 0 ... +15	17R ... N ... 15L
19	-18 ... 0 ... +14	18R ... N ... 14L

Faixa de Ajuste: 2 a 50

8.6 Parâmetro RES

Este parâmetro estará disponível apenas na versão com entrada de medição de transmissor potenciométrico, modelo PI. Este parâmetro não será programado na versão PI-I, para entrada por loop de corrente.

É a resistência por passo do transmissor potenciométrico do comutador sob carga (isto é, o valor de cada resistor individual mostrado na figura abaixo).

Faixa de ajuste: 4,7 a 20 Ω .

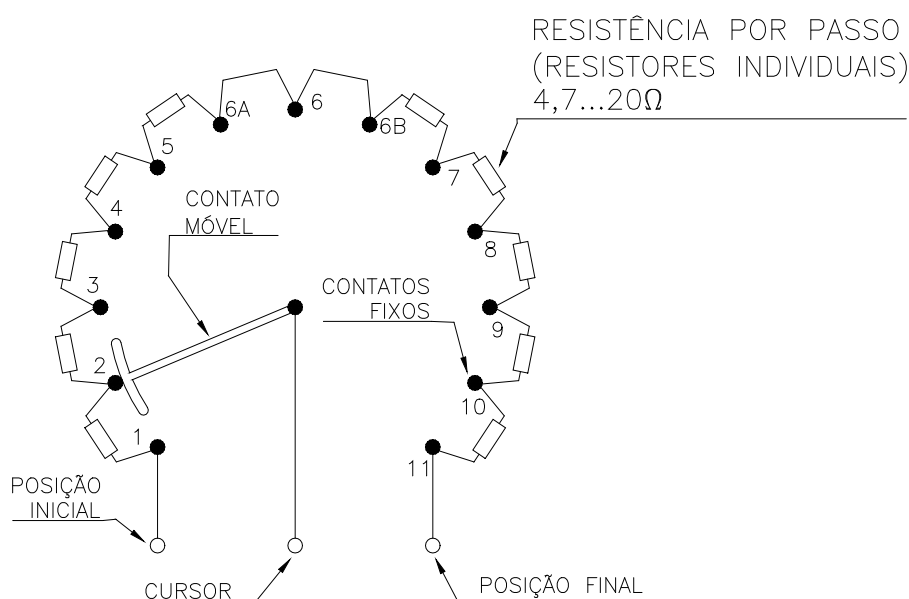


Figura 14 – Resistores individuais (resistência por passo) do transmissor potenciométrico do comutador sob carga

8.7 Parâmetro CMT

O parâmetro CMT (tempo para comutação) está associado ao tempo que o comutador sob carga leva para efetuar uma mudança de tap completa. O valor ajustado para este parâmetro é utilizado pelo PI para as seguintes funções:

- Tempo de espera para emissão de erro de leitura de tap E08, afim de evitar alarme indevido durante uma comutação, quando o transmissor potenciométrico pode permanecer temporariamente em aberto ou com 2 posições adjacentes em curto-circuito;
- Durante a contagem do tempo CMT, após a emissão de um comando de mudança de tap, o PI indica em seu display que a comutação está em andamento através dos símbolos ^^^ ou vvv (comutador subindo ou baixando respectivamente).

Devido a estas funções desempenhadas pelo PI tendo por base o parâmetro CMT, o ajuste do mesmo deve ser superior, com folga mínima de 2 segundos, ao maior tempo que o comutador

leva para uma mudança de tap. No caso de transformadores com tap intermediários, o maior tempo de mudança estará localizado na comutação que exigir a passagem pelas posições intermediárias. Considere o exemplo a seguir, onde o tempo para se efetuar uma única comutação é de 5 segundos:

Posição do Comutador	1	2	3	4	5	6A	6	6B	7	8	9	10	11
Tempo de comutação (s)													
	5	5	5	5	10			10		5	5	5	5

Como se observa, a mudança da posição 5 para a 6 e da 6 para a 7 exige a passagem pelas posições intermediárias 6A e 6B respectivamente. Assim, o maior tempo de comutação é, na realidade, 10 segundos, e não 5 como esperado inicialmente. Desta forma, o ajuste do parâmetro CMT deve ser o maior tempo de comutação (10s) somado à folga mínima (2s), perfazendo o ajuste ideal de 12 segundos.

Ajustes superiores a este são permitidos, porém apresentam o inconveniente de tornar desnecessariamente lentas as comutações sucessivas que eventualmente sejam necessárias.

Faixa de ajuste: 1 a 100 segundos

8.8 Parâmetro OCS

É a seleção da faixa de valores da saída analógica em loop de corrente do PI, para indicação remota da posição de tap do comutador sob carga.

As opções mostradas na tabela a seguir estão disponíveis:

Parâmetro OCS	Faixa de Saída	Parâmetro OCS	Faixa de Saída
1	0...1mA	2	-1...+1mA
3	0...5mA	4	-5...+5mA
5	0...10mA	6	-10...+10mA
7	0...20mA	8	-20...+20mA
9	4...20mA	-	-

9 Resolução de Problemas

Caso se encontrem dificuldades ou problemas na operação do PI, sugerimos consultar as possíveis causas e soluções simples apresentadas a seguir. Se estas informações não forem suficientes para sanar a dificuldade, por favor entre em contato com a assistência técnica da Treetech ou seu representante autorizado.

9.1 Seleção Manual/Automático

- O PI / PI-I não permite que a seleção Manual/Automático seja efetuada em seu painel frontal;

Prováveis Causas	Possíveis Soluções
O PI / PI-I encontra-se no modo de operação Remoto, logo só obedece às seleções efetuadas via contatos secos ou via comunicação serial	Selecionar o PI / PI-I para o modo Local

- O PI / PI-I não permite que a seleção Manual/Automático seja efetuada via contatos secos ou via comunicação serial.

Prováveis Causas	Possíveis Soluções
O PI / PI-I encontra-se no modo de operação Local, logo só obedece às seleções efetuadas em seu teclado frontal	Selecionar o PI / PI-I para o modo Remoto

9.2 Comandos Subir/Baixar tap

- O PI / PI-I não obedece aos comandos Subir e Baixar tap efetuados em seu painel frontal;

Prováveis Causas	Possíveis Soluções
O PI / PI-I encontra-se no modo de operação Remoto, logo só obedece aos comandos gerados via contatos secos ou via comunicação serial	Selecionar o PI / PI-I para o modo Local
O PI / PI-I encontra-se no modo Automático, logo só obedece aos comandos gerados pelo relé regulador de tensão (ou dispositivo similar)	Selecionar o PI / PI-I para o modo Manual
O comutador sob carga encontra-se em modo local ou desligado, ou não há alimentação de força/comando, ou algum disjuntor encontra-se desligado	Verificar o comutador sob carga, os disjuntores dos circuitos de força/comando e as alimentações auxiliares.

- O PI / PI-I não obedece aos comandos Subir e Baixar tap efetuados via contatos secos ou via comunicação serial.

Prováveis Causas	Possíveis Soluções
O PI / PI-I encontra-se no modo de operação Local, logo só obedece aos comandos gerados em seu teclado frontal	Selecionar o PI / PI-I para o modo Remoto
O PI / PI-I encontra-se no modo Automático, logo só obedece aos comandos gerados pelo relé regulador de tensão (ou dispositivo similar)	Selecionar o PI / PI-I para o modo Manual
O comutador sob carga encontra-se em modo local ou desligado, ou não há alimentação de força/comando, ou algum disjuntor encontra-se desligado	Verificar o comutador sob carga, os disjuntores dos circuitos de força/comando e as alimentações auxiliares.

9.3 Indicações local e remota de posição de tap

- A indicação de posição de tap no frontal do PI / PI-I não corresponde à posição real do comutador;

Prováveis Causas	Possíveis Soluções
Não foi selecionada a opção correta de tipo de indicação de tap do PI	Selecionar o tipo de indicação correspondente a seu comutador de acordo com as instruções no subcapítulo 8.3
Não foi selecionada a opção correta para a entrada de loop de corrente para o PI-I	Selecionar corretamente o tipo de loop de corrente de acordo com as instruções no subcapítulo 8.4
Não foi selecionada a opção correta de posição do tap “neutro” do comutador, no caso de indicação do tipo numérico bilateral (-/+) ou alfanumérica (L/R)	Selecionar a posição do tap “neutro” do comutador de acordo com as instruções no subcapítulo 8.5

- O comutador sob carga tem indicação de tap numérica bilateral (-/+) ou alfanumérica (L/R), e a indicação de posição de tap no frontal do PI / PI-I está invertida em relação à posição real;

Prováveis Causas	Possíveis Soluções
Não foi selecionada a opção correta de tipo de indicação de tap do PI / PI-I	Selecionar o tipo de indicação correspondente a seu comutador de acordo com as instruções no subcapítulo 8.3

- A saída de corrente mA do PI / PI-I para indicação remota da posição de tap não corresponde ao valor esperado.

Prováveis Causas	Possíveis Soluções
Não foi selecionada a opção correta de faixa de corrente de saída do PI / PI-I	Selecionar a faixa de corrente de saída desejada, de acordo com as instruções do subcapítulo 8.8
O cálculo do valor esperado para a saída de corrente está equivocado	Vide fórmula de cálculo do valor esperado para a saída de corrente no subcapítulo 4.4

9.4 Indicação do erro E08 – Erro na leitura de posição de tap

Para facilitar o diagnóstico do erro de leitura de tap, é conveniente consultar no PI / PI-I o motivo do erro de leitura e a posição de tap em que se encontrava no momento em que ocorreu o erro. Seguir o seguinte procedimento:

- Pressionar momentaneamente a tecla P;
- Pressionar simultaneamente as teclas P e ↑. Será mostrado no display o código de causa do último erro de leitura ocorrido, C1, C2 ou C3. Caso não tenha ocorrido qualquer erro E08 desde que o PI foi ligado, será mostrado o código C0;
- Pressionar momentaneamente a tecla P. Será mostrado no display a posição de tap em que se encontrava o comutador no momento em que ocorreu o erro (caso o código de erro tenha sido C0, esta indicação não tem significado).

De posse do código de causa do erro de leitura, verificar as prováveis causas e possíveis soluções na tabela abaixo.

Código	Prováveis Causas	Possíveis Soluções
C1	Defeito interno no PI / PI-I (falha na comunicação entre microcontroladores)	Substituir o PI / PI-I defeituoso por uma unidade sobressalente
C2	Cabos de ligação do transmissor potenciométrico ao PI ou do transmissor em loop de corrente ao PI-I não são do tipo blindado	Substituir os cabos de ligação do transmissor potenciométrico ao PI ou do transmissor em loop de corrente ao PI-I por cabos blindados
	Blindagem dos cabos de ligação do transmissor potenciométrico ao PI ou do transmissor em loop de corrente ao PI-I aterrados em mais de um ponto, não aterrados ou sem continuidade da blindagem ao longo do percurso	Aterrar a blindagem dos cabos de ligação ao PI / PI-I em apenas um ponto e manter a continuidade da blindagem
	Mau-contato no cursor do transmissor de posição potenciométrico ou nos cabos de ligação deste ao PI	Eliminar o mau contato nos cabos ou no cursor do transmissor potenciométrico
C3	Cabos de ligação do transmissor potenciométrico ao PI com resistência maior que 8 ohms por via – bitola muito reduzida em função da distância percorrida	Substituir os cabos de ligação do transmissor potenciométrico ao PI por cabos com bitola adequada

Cabos de ligação do transmissor potenciométrico ao PI com bitolas ou comprimentos diferentes em cada via	Substituir os cabos de ligação do transmissor potenciométrico ao PI por cabos blindados com bitola idêntica nas 3 vias
Mau-contato no cursor do transmissor de posição potenciométrico ou nos cabos de ligação deste ao PI	Eliminar o mau contato nos cabos ou no cursor do transmissor potenciométrico
Erro nos ajustes dos parâmetros TAP e/ou RES do PI	Corrigir os ajustes dos parâmetros TAP e/ou RES de acordo com as instruções nos sub-capítulos 8.2 e 8.6
O transmissor potenciométrico possui resistores de passo instaladas nas posições intermediárias do comutador	Remover os resistores das posições intermediárias do comutador, substituindo-os por jumpers
Os resistores por passo do transmissor potenciométrico possuem tolerância superior a 1% de seu valor nominal	Substituir os resistores de passo do transmissor potenciométrico por outros de precisão melhor ou igual a 1%

10 Apêndices

10.1 Apêndice A – Dados Técnicos

Tensão de Alimentação:	85 A 265 VDC/VAC 50/60HZ
Consumo:	< 5 W
Temperatura de Operação:	-10 a +70 °C
Grau de Proteção:	IP 40
Fixação:	Embutida em painel
Entrada de Medição de Tap (PI):	Potenciométrica, 3 fios
Resistência total do transmissor potenciométrico:	9,4 a 1000 Ω
Resistência por passo do transm. potenciométrico:	4,7 a 20Ω
Entrada de Medição de Tap (PI-I):	Loop de corrente, 2 fios
Padrões da entrada em loop de corrente (PI-I):	0 ... 1 mA 0 ... 5 mA 0 ... 10 mA 0 ... 20 mA 4 ... 20mA
Impedância de entrada para loop de corrente:	1mA = 4,7 kΩ 5, 10, 20mA = 238 Ω
Número de Taps do OLTC:	2 a 50
Opções da Saída Analógica e Carga Máxima:	0 ... 1 mA - 12000Ω 0 ... 5 mA - 2400Ω 0 ... 10 mA - 1200Ω 0 ... 20 mA - 600Ω 4 ... 20mA - 600Ω
Erro máximo da Saída Analógica:	0,5% do fim de escala
Contatos de Saídas:	Livres de Potencial
Potência Máxima de Chaveamento:	70 W / 250 VA
Tensão Máxima de Chaveamento:	250 Vdc/Vac
Corrente Máxima de Condução:	2,0 A
Porta de comunicação serial:	1 (uma) RS485 para conexão a sistema supervisório
Protocolo de Comunicação com Sist. Supervisório:	MODBUS RTU (SLAVE)

10.2 Apêndice B – Ensaios de Tipo

Surtos e transientes (IEC 60255-6)

Valor de pico 1º ciclo:	2,5 kV
Frequência:	1,1 MHz
Tempo:	2 s
Taxa de repetição:	400 (surtos/s)
Decaimento a 50%:	5 ciclos

Impulso (IEC 60255-5)

Forma de onda:	1,2/50 µs
Amplitude:	5 kV
Número de pulsos:	3 negativos e 3 positivos com intervalo de 5 segundos entre pulsos.
Energia:	0,5J

Tensão aplicada (IEC 60255-5)

Tensão suportável nominal à frequência industrial:	2,0 kVrms, 60 Hz, durante 1 minuto entre circuitos e painel de montagem.
--	--

Suscetibilidade Eletromagnética (IEC 61000-4-3)

Nível de Severidade:	3
Frequência:	20 a 2000MHz
Intensidade de campo:	10 V/m

Descargas Eletrostáticas (IEC 61000-4-2)

Modo ar:	10 DESCARGAS NÍVEL 3 (8KV)
Modo contato:	10 DESCARGAS NÍVEL 3 (8KV)

Transientes Elétricos Rápidos (IEC 61000-4-4)

Nível de Severidade:	4
Teste na entrada de alimentação:	4kV
Teste nas entradas/saídas:	2kV

Ensaio Climático (IEC 60068-2-14)

Faixa de temperatura:	-10 a +70°C
Tempo de teste:	6 horas

10.3 Especificação para pedido

Os sistemas de indicação de tap a distância aplicados atualmente utilizam a medição por resistência ou loop de corrente. Para atender a estas possibilidades, foram desenvolvidos os aparelhos PI (com entrada de medição potenciométrica) e o PI-I (com entrada de medição por loop de corrente). Ambos tem disponível o recurso de comunicação serial.

Com exceção do tipo de entrada de medição mencionado acima, o PI / PI-I foi concebido de forma a permitir aplicação universal, dispensando que se informem dados específicos de uma dada aplicação na compra do equipamento. Contribuem para a universalidade de sua aplicação as seguintes seleções, que são efetuadas no firmware (software interno) do PI / PI-I através de seu painel frontal (vide sub-capítulo 9):

- Número de posições do comutador: de 2 a 50;
- Tipo de indicação de tap: numérico simples, numérico bilateral ou alfanumérico, com indicação direta ou inversa e com tap “neutro” selecionável;
- Padrão do loop de corrente para a medição de tap (disponível apenas para modelo PI-I);
- Resistência por passo do transmissor potenciométrico: de 4,7 a 20 ohms (disponível apenas para modelo PI);
- Tempo máximo de mudança de tap do comutador: de 1 a 100 segundos
- Saída de corrente para indicação remota de tap: 0-1, 0-5, 0-10, 0-20 ou 4-20mA, com opção de saída bipolar (-/+);

As seleções acima, associadas à entrada de alimentação universal, permitem que na compra do PI / PI-I não seja necessário informar nenhum dos dados citados, pois são parametrizados pelo próprio usuário ou tem seleção automática.

Basta informar que se deseja o equipamento:

- “PI” (entrada de medição de tap tipo potenciométrica) ou
- “PI-I” (entrada de medição de tap por loop de corrente).

10.4 Acessórios Opcionais

Transmissor de Posição Potenciométrico tipo Magnético

A maioria dos comutadores sob carga recentes, e mesmo grande parte dos mais antigos, é equipada de fábrica com transmissor de posição potenciométrico ou com contatos secos que permitem a criação do transmissor mediante a instalação dos resistores de passo adequados.

No entanto, no caso de comutadores que não possuem nenhuma destas alternativas, a Treetech pode fornecer transmissores de posição potenciométricos acionados magneticamente, sem contatos mecânicos, o que facilita a sua instalação em equipamentos antigos já em operação.

Consulte-nos a respeito do fornecimento deste equipamento e dos serviços de instalação do mesmo.



Treotech

BRASIL

Treotech Sistemas Digitais Ltda
Praça Claudino Alves, 141, Centro
CEP 12.940-000 - Atibaia/SP
+ 55 11 2410-1190
comercial@treotech.com.br
www.treotech.com.br