



Manual do Produto



Sumário

1	PREFÁCIO	6
1.1	INFORMAÇÕES LEGAIS	6
1.1.1	<i>Isenção de responsabilidade</i>	<i>6</i>
1.2	APRESENTAÇÃO	6
1.3	CONVENÇÕES TIPOGRÁFICAS	6
1.4	INFORMAÇÕES GERAIS E DE SEGURANÇA	6
1.4.1	<i>Simbologia de segurança</i>	<i>6</i>
1.4.2	<i>Simbologia geral.....</i>	<i>7</i>
1.4.3	<i>Perfil mínimo recomendado para o operador e mantenedor do BM</i>	<i>8</i>
1.4.4	<i>Condições ambientais e de tensão requeridas para instalação e operação.....</i>	<i>8</i>
1.4.5	<i>Instruções para teste e instalação.....</i>	<i>9</i>
1.4.6	<i>Instruções para limpeza e descontaminação</i>	<i>10</i>
1.4.7	<i>Instruções de inspeção e manutenção</i>	<i>10</i>
1.4.1	<i>Instruções de descarte e fim da vida útil do produto</i>	<i>11</i>
1.5	DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE CE (DCE)	12
1.6	ATENDIMENTO AO CLIENTE	13
1.7	TERMO DE GARANTIA	14
2	INTRODUÇÃO	15
2.1	USO PRETENDIDO.....	15
2.2	CAMPO DE APLICAÇÃO	16
2.3	FILOSOFIA BÁSICA DE FUNCIONAMENTO.....	18
2.4	DETECÇÃO DE DEFEITOS COM EVOLUÇÃO RÁPIDA EM BUCHAS	20
2.5	CARACTERÍSTICAS.....	22
2.6	FUNÇÕES.....	22
2.7	ENTRADAS, SAÍDAS E COMUNICAÇÃO	22
2.7.1	<i>Entradas</i>	<i>22</i>
2.7.2	<i>Saídas</i>	<i>23</i>
2.7.3	<i>Comunicação.....</i>	<i>23</i>
3	PROJETO E INSTALAÇÃO	23
3.1	INSTALAÇÃO E REMOÇÃO DOS BORNES	23
3.2	INSTALAÇÃO MECÂNICA.....	23
3.2.1	<i>Instalação padrão trilho DIN</i>	<i>23</i>
3.2.2	<i>Instalação embutida em painel.....</i>	<i>24</i>
3.3	INSTALAÇÃO ELÉTRICA.....	25
3.3.1	<i>Especificação dos cabos</i>	<i>27</i>
3.3.2	<i>Diagrama de ligação</i>	<i>28</i>
3.3.3	<i>Etiqueta CE</i>	<i>28</i>
3.3.4	<i>Terminais de entrada</i>	<i>29</i>
3.3.5	<i>Terminais de saída</i>	<i>29</i>
3.3.6	<i>Comunicação.....</i>	<i>30</i>
3.3.7	<i>Sensor de temperatura.....</i>	<i>31</i>
3.4	ADAPTADOR DE TAP	32
3.4.1	<i>Instalação mecânica.....</i>	<i>33</i>
3.4.2	<i>Instalação elétrica</i>	<i>33</i>
3.4.3	<i>Layout dos bornes da tomada do adaptador de TAP</i>	<i>34</i>
4	OPERAÇÃO	35
4.1	INFORMAÇÕES GERAIS SOBRE A INTERFACE WEB	35
4.1.1	<i>Login.....</i>	<i>36</i>
4.1.2	<i>Transferência de arquivos</i>	<i>36</i>
4.1.3	<i>Sobre</i>	<i>36</i>



5	PARAMETRIZAÇÃO	37
5.1	ENVIO E VALIDAÇÃO DE PARÂMETROS	37
5.2	AQUISIÇÃO E ANÁLISE	37
5.2.1	Configurações de Amostragem	37
5.2.2	Parâmetros iniciais de fase.....	38
5.2.3	Parâmetros de ajuste da curva de relevância	38
5.2.4	Autodiagnóstico	39
5.2.5	Configuração do sensor PT100.....	41
5.3	COMUNICAÇÃO	41
5.3.1	Portas de comunicação serial (RS485- 'X')	41
5.3.2	Chave de confirmação.....	42
5.3.3	Rede.....	42
5.4	SISTEMA E CONTROLE	44
5.4.1	Configuração de data e hora manualmente	44
5.4.2	Fuso horário	45
5.4.3	Intervalo de log de massa	45
5.5	ALARMES	45
5.5.1	Ativa modo automático.....	45
5.5.2	Configurações gerais	45
5.5.3	Percentuais para alarmes automáticos.....	46
5.5.4	Temporização do alarme.....	47
5.5.5	Limites manuais.....	47
5.5.6	Alarmes baseados em tendências	48
5.6	COMANDOS	49
5.6.1	Controle e monitoramento dos bancos	49
5.6.2	Manutenção e limpeza	49
5.6.3	Reset dos cálculos de tendência	49
5.6.4	Reset das configurações de comunicação	50
5.6.5	Avançado.....	50
6	COMISSONAMENTO PARA ENTRADA EM SERVIÇO	51
7	RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS	52
7.1	AUTODIAGNÓSTICOS	52
7.2	AUTODIAGNÓSTICOS DE FALHA INTERNA.....	53
8	DADOS TÉCNICOS E ENSAIOS DE TIPO	55
8.1	DADOS TÉCNICOS.....	55
8.2	ENSAIOS DE TIPO.....	56
9	ESPECIFICAÇÕES PARA PEDIDO.....	58



Índice de ilustração

FIGURA 1 - TOPOLOGIA DE SISTEMA	15
FIGURA 2 - VISTA SUPERIOR DE UMA BUCHA CONDENSIVA	16
FIGURA 3 - FORMA CONSTRUTIVA DE UMA BUCHA CONDENSIVA	17
FIGURA 4 - CIRCUITO EQUIVALENTE DE UMA BUCHA CONDENSIVA ENERGIZADA	17
FIGURA 5 - CORRENTES DE FUGA E SOMATÓRIA DE TRÊS BUCHAS EM UM SISTEMA TRIFÁSICO; (A) PARA UMA DADA CONDIÇÃO INICIAL; (B) COM ALTERAÇÃO NA CAPACITÂNCIA E FATOR DE DISSIPACÃO DA BUCHA DA FASE A	19
FIGURA 6 - BORNE DO EQUIPAMENTO	23
FIGURA 7 - VISTA INFERIOR E TRASEIRA	24
FIGURA 8 - VISTA FRONTAL E LATERAL	24
FIGURA 9 - MOLDURA PARA INSTALAÇÃO EM PAINEL	25
FIGURA 10 - DIAGRAMA DE LIGAÇÃO	28
FIGURA 11 - ETIQUETA COM MARCAÇÃO CE.....	28
FIGURA 12 - CONEXÃO E ATERRAMENTO DA BLINDAGEM DA COMUNICAÇÃO SERIAL RS-485	31
FIGURA 13 - DETALHES DE CONEXÃO E ATERRAMENTO DOS CABOS E BLINDAGEM.....	32
FIGURA 14 - ADAPTADOR DE TAP MODELO 141	32
FIGURA 15 - DETALHES DE CONEXÃO E ATERRAMENTO	34
FIGURA 16 - BORNE DA TOMADA DO ADAPTADOR DE TAP	34
FIGURA 17 - OPERAÇÃO VIA FRONTAL DO BM	35
FIGURA 18 - TELA DE LOGIN	36
FIGURA 19 - TELA DE TRANSFERÊNCIA DE ARQUIVOS	36
FIGURA 20 - TELA SOBRE	36
FIGURA 21 - SEÇÃO DE PARAMETRIZAÇÃO	37
FIGURA 22 - BOTÃO "APLICAR"	37
FIGURA 23 - CONFIGURAÇÕES DE DATA E HORA	44



Lista de Tabelas

TABELA 1 - CONDIÇÕES AMBIENTAIS.....	8
TABELA 2 - ESPECIFICAÇÃO DE CABOS	27
TABELA 3 - ENTRADAS.....	29
TABELA 4 - SAÍDAS	29
TABELA 5 - COMUNICAÇÃO	30
TABELA 6 - AUTODIAGNÓSTICOS	52
TABELA 7 - AUTODIAGNÓSTICOS DE FALHA INTERNA.....	53
TABELA 8 - DADOS TÉCNICOS.....	55
TABELA 9 - ENSAIOS DE TIPO	56



1 Prefácio

1.1 Informações legais

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

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

1.1.1 Isenção de responsabilidade

A Treotech Tecnologia 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 Treotech Tecnologia 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 Treotech Tecnologia 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 Monitor de Buchas - BM.

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.

Sublinhado: Referências a documentos externos.

1.4 Informações gerais e de segurança

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

1.4.1 Simbologia de segurança

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



MANUAL DO PRODUTO



Aviso:

Este símbolo é utilizado para destacar algumas observações, alertar o usuário para um procedimento operacional ou de manutenção potencialmente perigosa, que demanda maior cuidado na sua execução. Ferimentos leves ou moderados podem ocorrer, assim como danos ao equipamento.



Cuidado:

Este símbolo 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:

Este símbolo 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

Este símbolo é utilizado para evidenciar informações.



Dica

Este símbolo representa instruções que facilitam o uso ou o acesso às funções no BM.



Lixo eletrônico

Este símbolo representa instruções sobre o descarte correto do produto ao fim de sua vida útil.



1.4.3 Perfil mínimo recomendado para o operador e mantenedor do BM

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 Monitor de Buchas - BM.



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

Para manusear o BM, o profissional deverá:

1. Estar treinado e autorizado a operar, aterrar, ligar e desligar o BM, seguindo os procedimentos de manutenção de acordo com as práticas de segurança estabelecidas, estas sob inteira responsabilidade do operador e mantenedor do BM;
2. Estar treinado no uso de EPIs, EPCs e primeiros socorros;
3. Estar treinado nos princípios de funcionamento do BM, assim como a sua configuração;
4. 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 importantes sobre os requisitos ambientais e de tensão.

Tabela 1 - Condições ambientais

Condição	Intervalo/descrição
Tensão de alimentação	85~250 Vac/Vdc
Aplicação	Equipamento para uso abrigado em subestações, ambientes industriais e similares.
Uso interno/externo	Uso Interno
Grau de proteção	IP20
Altitude*	Até 2000 m
Temperatura (IEC EN 60255-27)	
Operação	-40...+85 °C
Armazenamento	-50...+95 °C
Umidade relativa (IEC EN 60255-27)	
Operação	5...90 % - Não condensada
Armazenamento	5...90 % - Não condensada
Sobretensão	Categoria II



Grau de poluição	Grau 2
Pressão atmosférica**	80...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 Monitor de Buchas - BM.

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 BM.

1. Leia cuidadosamente este manual antes da instalação, operação e manutenção do BM. Erros na instalação, manutenção ou nos ajustes do BM, podem causar alarmes indevidos, deixar de emitir alarmes pertinentes e assim, causar a má compreensão do real estado de saúde e funcionamento do transformador ou aplicação, visto que o BM é projetado para suportar ambientes de subestações elétricas, contemplando também ambientes industriais e comerciais.
2. A instalação, ajustes e operação do BM, devem ser feitos por pessoas treinadas e familiarizadas com transformadores de potência, dispositivos de controle e circuitos de comando de equipamentos de subestações ou estar familiarizado e treinado para implementar o IED em sua aplicação.
3. Atenção especial deve ser dada à instalação do BM, incluindo o tipo e bitola dos cabos, local de instalação e colocação em serviço, incluindo a correta parametrização do equipamento.



O BM 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 umidade especificada para o equipamento.



Não instalar o BM 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 próximo 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.



Caso o painel em que o BM foi instalado tenha uma janela, utilize uma película G20 ou superior para impedir a incidência direta de luz solar (raios ultravioletas) no equipamento. Se o vidro desta janela for escuro, tal procedimento não é necessário.

1.4.6 Instruções para limpeza e descontaminação

Seja cuidadoso ao limpar o BM. 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 dele.

1.4.7 Instruções de inspeção e manutenção

Para inspeção e manutenção do BM, 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.



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 não previstos.



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

1.4.1 Instruções de descarte e fim da vida útil do produto

Este produto está sujeito à Diretiva Europeia 2012/19/EU sobre Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE/WEEE). Para garantir um descarte responsável e em conformidade com a legislação, siga as orientações abaixo:



Ao atingir o fim de sua vida útil, este equipamento **não deve ser descartado junto ao lixo doméstico comum.**

Descarte correto:

- Destine o produto a um ponto de coleta especializado em resíduos eletrônicos ou centros autorizados de reciclagem;
- Consulte as autoridades locais, distribuidores ou o fabricante para obter informações sobre os pontos de coleta mais próximos;
- O descarte adequado ajuda a proteger o meio ambiente, permite a reciclagem de materiais e reduz riscos à saúde humana causados por substâncias nocivas presentes nos equipamentos eletrônicos.

1.5 Declaração de conformidade CE (DCE)

Este equipamento está em conformidade com os requisitos essenciais das seguintes diretivas europeias aplicáveis:

- Diretiva 2014/30/EU (Compatibilidade Eletromagnética – EMC);
- Diretiva 2014/35/EU (Baixa Tensão – LVD);
- Diretiva 2011/65/EU e 2015/863/EU (RoHS).

O produto atende aos padrões harmonizados correspondentes e está em conformidade com os requisitos técnicos estabelecidos pela União Europeia.

Representante Autorizado na União Europeia | EUAR:

TRC SERVICES, LDA.
Brigantia EcoPark
Avenida Cidade León 506,
5300-318 Bragança, Portugal
+351 220 996 067
www.trcompliance.com | info@trcompliance.com



1.6 Atendimento ao cliente

Você já conhece a nossa plataforma on-line de atendimento ao cliente?

[SAC](#)



Na página do SAC está disponível o canal de comunicação rápido e direto com o nosso time de suporte. Tire dúvidas, resolva problemas e tenha em dia a aplicação do seu produto Treotech.

Também está disponível a base de conhecimento Treotech, incluindo catálogos, manuais, notas de aplicação, dúvidas frequentes e outros.



Em alguns casos será necessário o envio do equipamento para a Assistência Técnica da Treotech. No SAC apresentamos todo o procedimento e contatos necessários.



Esse manual acompanha a versão de *firmware* 1.09r3



1.7 Termo de Garantia

O Monitor de Buchas - BM 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, mau uso, 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 BM 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 dele ou de qualquer serviço possivelmente fornecido juntamente com o BM.

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 BM 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.

2 Introdução

2.1 Uso pretendido

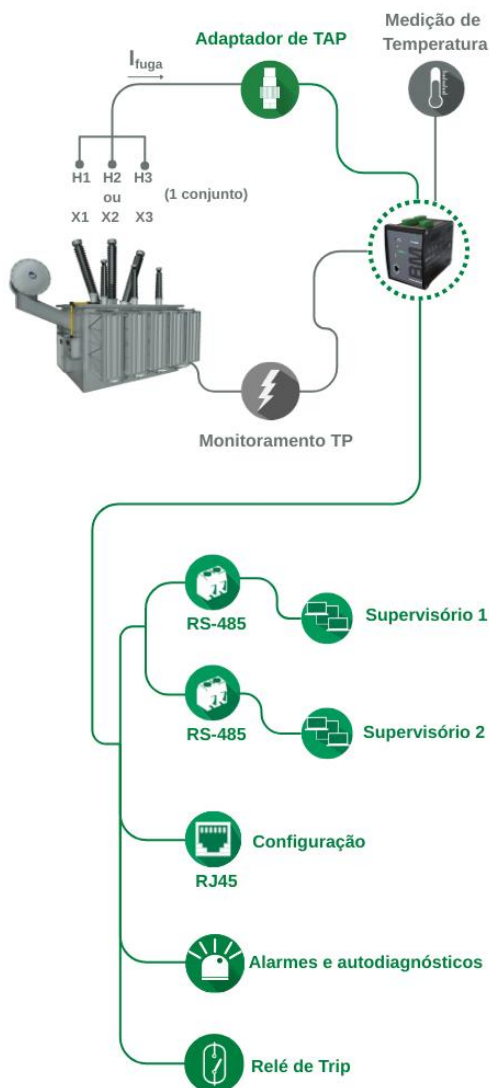


Figura 1 - Topologia de sistema

As buchas são componentes fundamentais em equipamentos de alta tensão, sendo amplamente utilizadas em transformadores de potência e reatores de derivação. Sua principal função é viabilizar a passagem da corrente elétrica entre o meio externo e o interior do equipamento, assegurando simultaneamente o isolamento elétrico necessário em relação à carcaça.

Devido a essa função essencial, as buchas estão sujeitas a elevados esforços dielétricos, tornando qualquer falha na isolação um fator crítico para a integridade do equipamento. Um problema nessa estrutura pode resultar em danos severos e, em situações extremas, causar a destruição total do equipamento. No caso de transformadores de potência, por exemplo, os prejuízos financeiros decorrentes de uma falha dielétrica podem ser centenas de vezes superiores ao custo da própria bucha que originou o problema.

Com o objetivo de mitigar esses riscos, foi desenvolvido o BM (Monitor de Buchas), um sistema avançado de monitoramento capaz de detectar variações na corrente de fuga, tangente delta e capacitância. Esse monitoramento contínuo permite identificar potenciais falhas na isolação ainda em estágio inicial, contribuindo para a confiabilidade e longevidade dos equipamentos de alta tensão e é feito de forma integrada, analisando o conjunto das três buchas do sistema trifásico. Ao comparar as medições entre elas, o BM consegue perceber até mesmo mudanças sutis, tornando o processo de manutenção mais seguro, eficiente e confiável.

2.2 Campo de aplicação

Dentre os diversos tipos de bucha existentes, destacam-se para aplicação em equipamentos de alta e extra alta tensão as buchas do tipo condensiva, em que seu corpo isolante consiste em diversas camadas isolantes cilíndricas concêntricas, intercaladas a camadas condutoras também cilíndricas cuja função é uniformizar ao máximo o campo elétrico.

A camada condutora mais interna pode estar eletricamente conectada ao condutor principal, de forma a aumentar o raio e diminuir o campo elétrico nesta região (diminuindo também os intensos campos elétricos que podem ser causados por rugosidades no condutor principal).

A camada condutora mais externa é conectada ao flange da bucha, e esta por sua vez é aterrada. Já as camadas condutoras intermediárias permanecem isoladas, com potencial flutuante. Para aplicação ao tempo, todo este conjunto estará contido em um invólucro impermeável, frequentemente de porcelana ou outro material cerâmico.

A conexão da última camada (ou de uma das últimas camadas) condutora ao terra é feita geralmente através de uma ligação removível próxima à base da bucha, denominada de teste.

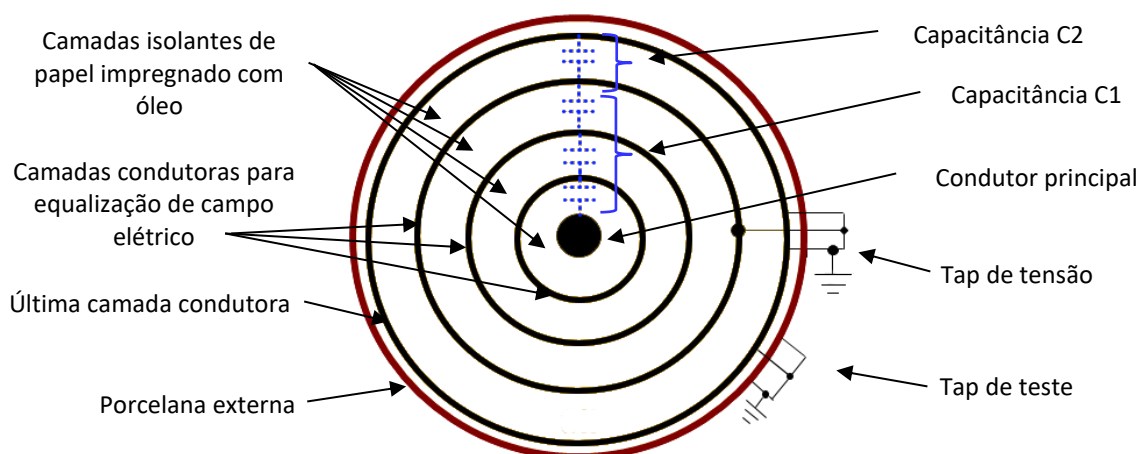


Figura 2 - Vista superior de uma bucha condensiva

Taps de Potencial e de Teste

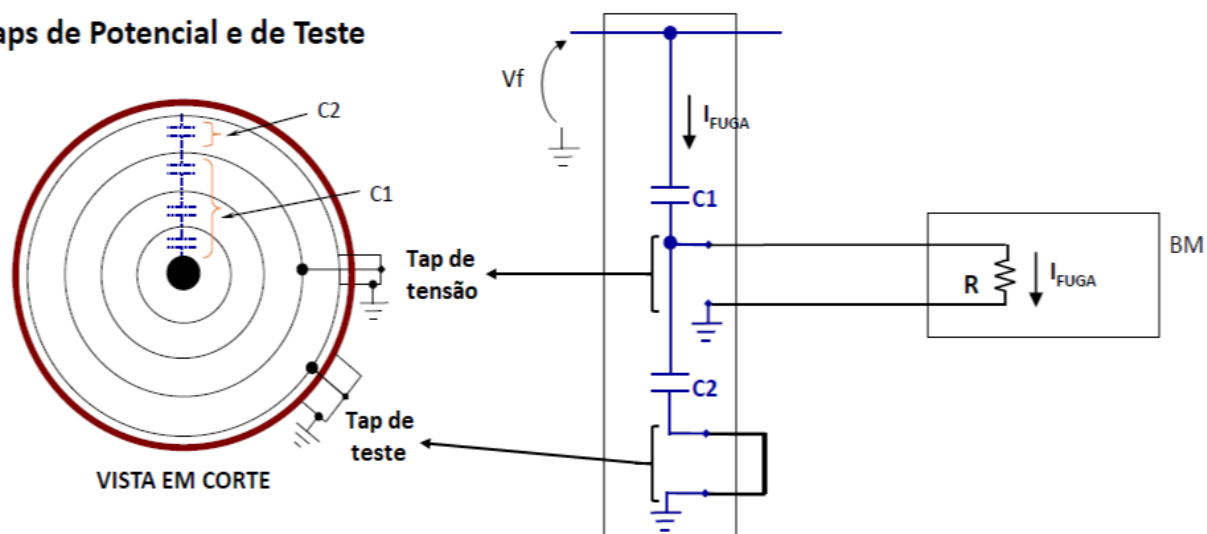


Figura 3 - Forma construtiva de uma bucha condensiva

O conjunto descrito acima atua eletricamente como diversos capacitores conectados em série, formando um divisor de tensão capacitivo. Desta forma, a diferença de potencial total do condutor principal em relação ao terra é dividida igualmente entre os diversos capacitores.

Quando a tensão de operação é aplicada a uma bucha condensiva, uma corrente, denominada corrente de fuga, passa a circular através de sua isolamento devido principalmente à sua capacitância e, em muito menor proporção, devido às suas perdas dielétricas (expressas pelo fator de dissipação ou tangente delta). Essa corrente é medida através do tap de tensão. A Figura 4 ilustra essa situação, na qual podemos observar o equivalente elétrico obtido com a construção mostrada na Figura 3, já com a bucha energizada.

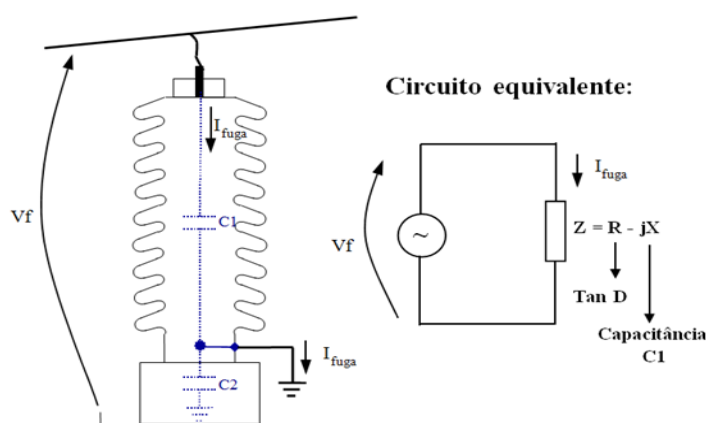


Figura 4 - Circuito equivalente de uma bucha condensiva energizada

O objetivo da monitoração on-line de buchas condensivas é a detecção de alterações na isolamento da bucha ainda em sua fase inicial, indicando o desenvolvimento de condições que poderão levar à falha dielétrica do equipamento, oferecendo informações para análise e suporte à decisão. Para isto é necessário detectar, com a bucha energizada, mudanças na capacitância e na tangente delta da isolamento, ou seja, mudanças na impedância "Z" da isolamento da bucha.

2.3 Filosofia básica de funcionamento

Em cada uma das buchas, a corrente de fuga I_{fuga} flui através da capacitância $C1$ para o terra, como visto pela **Figura 3**, passando pelo tap de teste ou tap de tensão, sendo esta corrente função da tensão fase-terra e da impedância da isolação. Desta forma, qualquer alteração na impedância da isolação (capacitância ou fator de dissipação) se refletirá em uma alteração correspondente na corrente de fuga que, em teoria, se poderia utilizar dessa alteração para a detecção da mudança ocorrida na impedância.

Entretanto, um dos obstáculos que se encontra para a detecção conforme descrito acima é a ordem de grandeza das alterações que se deseja monitorar. Alterações tão pequenas quanto um incremento algébrico de 0,3 % no fator de dissipação de uma bucha pode representar a diferença entre uma bucha nova, em boas condições, e uma bucha no limite do aceitável. Fica evidente que uma alteração tão pequena no fator de dissipação provocará uma alteração praticamente insignificante na corrente de fuga da bucha, tornando inviável sua detecção por meio da monitoração apenas da corrente de fuga de cada bucha.

Uma das técnicas que permite superar a limitação prática demonstrada é a utilização da soma vetorial da corrente de fuga das três buchas em um sistema trifásico. Em um arranjo como este, as três correntes de fuga estão defasadas entre si em aproximadamente 120° , e normalmente tem a mesma ordem de magnitude, pois as três buchas têm capacitâncias em princípio semelhantes e as tensões das três fases estão próximas do equilíbrio. Com isso, a somatória das três correntes de fuga tende a um valor bastante menor que cada uma das correntes de fuga tomadas individualmente, como ilustrado na Figura 5 (a) para uma dada condição inicial de capacitâncias e fatores de dissipação.

Supondo agora que ocorra uma alteração na capacitância e no fator de dissipação da bucha da fase A, como mostrado na Figura 5 (b), o Vetor Alteração que expressa o deslocamento da corrente I_a de seu valor inicial até seu valor final se reflete também na corrente somatória, que é alterada em relação a seu valor inicial segundo o mesmo Vetor Alteração. Este Vetor Alteração tem peso praticamente insignificante quando comparado à magnitude da corrente de fuga da fase A. Porém o mesmo não ocorre quando este vetor é comparado à corrente somatória, o que permite sua detecção e, por conseguinte, a detecção da alteração ocorrida na impedância da bucha em questão. Cada alteração detectada na corrente somatória é atribuída a apenas uma das buchas do conjunto trifásico, selecionada em função do ângulo do vetor alteração em relação às correntes de fuga das buchas. Essa seleção leva em conta o fato de que a probabilidade de ocorrerem alterações simultâneas em duas ou três buchas do conjunto trifásico é bastante baixa.

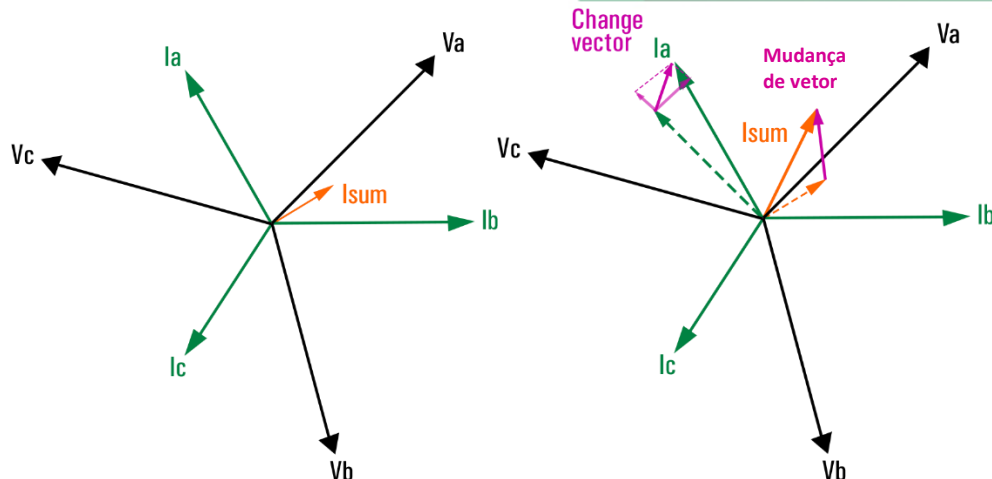


Figura 5 - Correntes de fuga e somatória de três buchas em um sistema trifásico; (a) Para uma dada condição inicial; (b) Com alteração na capacitância e fator de dissipação da bucha da fase A

Pelo exposto acima, observam-se algumas características intrínsecas ao método utilizado:

- É necessária a determinação de uma referência inicial de correntes para o sistema, para em seguida compará-la às novas medições on-line, de forma a determinar as alterações ocorridas na capacitância e no fator de dissipação das buchas;
- Não é efetuada a medição dos valores absolutos de capacitância e tangente delta das buchas, mas sim a medição das variações ocorridas nestes parâmetros. Porém, uma vez que sejam conhecidos os valores iniciais de capacitância e tangente delta de cada bucha (valores presentes quando é determinada a referência inicial de correntes), a medição das variações ocorridas permite conhecer os valores atuais de capacitância e tangente delta;
- No caso de buchas novas, podem ser utilizados como valores iniciais de capacitância e tangente delta os valores de placa determinados pelo fabricante das buchas. Porém para buchas já em operação é recomendável que, na instalação do sistema de monitoramento on-line, seja efetuada a medição destes parâmetros através de métodos off-line, com as buchas desenergizadas. Com isso se garante que estão sendo utilizados pelo sistema de monitoramento valores iniciais corretos;
- Em caso de alarmes por capacitância ou tangente delta alta em uma das buchas, não apenas uma, mas todas as buchas do conjunto trifásico devem ser verificadas, por exemplo, através de medições off-line de capacitância e tangente delta.

Uma outra questão não abordada até este ponto é que as correntes de fuga e a corrente somatória são influenciadas não apenas pelas mudanças na capacitância e tangente delta das buchas, mas também por alterações nas tensões fase-terra em cada bucha. Esta influência é eliminada por meio de tratamentos matemáticos e estatísticos realizados nas medições, razão pela qual o processo de determinação da referência inicial de correntes é efetuado num período default de 7 dias após o início de operação do sistema de monitoramento.

Como exposto acima na introdução, a construção física da bucha dá origem a um divisor de tensão capacitivo, sendo a porção inferior deste divisor normalmente curto-circuitada aterrando o tap da bucha, de modo que a tensão deste em relação ao terra é de zero volts.



Para que seja possível a medição da corrente de fuga da bucha, este aterramento direto é removido e substituído pelo circuito de medição da corrente de fuga. Devido à baixa impedância deste circuito, a tensão do tap em relação ao terra permanece próxima de zero. Deve ser observado que, em caso de interrupção acidental deste circuito de medição, o divisor de tensão capacitivo gerará uma tensão no tap da bucha que normalmente é superior à rigidez dielétrica do tap em relação ao terra, com riscos de danos à bucha.

Para evitar esta ocorrência, os adaptadores de conexão aos taps das buchas estão providos de dispositivos limitadores de tensão que entram em condução em caso de abertura do circuito de medição, constituindo um caminho de baixa impedância para as correntes de fuga, de forma que a tensão do tap em relação ao terra permanece em poucos volts. Esse dispositivo limitador não está suscetível a desgastes de natureza elétrica ou mecânica, o que permite que conduza a corrente de fuga por tempo indeterminado. Para total segurança, cada adaptador está equipado com duas proteções conectadas em paralelo, em uma configuração redundante.

2.4 Detecção de defeitos com evolução rápida em buchas

Diversos especialistas da indústria elétrica defendem que a evolução dos defeitos em buchas é lenta e gradual, com tempos da ordem de semanas ou meses. Diante dessa premissa, o tempo de resposta do sistema de monitoramento para variações na capacitância e tangente delta não apresentaria qualquer problema para a detecção de defeitos em desenvolvimento nas buchas, dando tempo suficiente para que o usuário possa tomar medidas quando um defeito é detectado em evolução. Experiências com a medição periódica off-line de dessas variáveis, e com a monitoração on-line, confirmam essa noção.

No entanto, deve-se levar em conta que a maior parte dos dados acumulados pela experiência de manutenção em buchas é originária de medições periódicas off-line, com intervalos da ordem de vários anos. Considerando que, na grande maioria das vezes, as medições off-line somente serão capazes de detectar defeitos em evolução e evitar falhas de buchas nos casos em que o defeito tiver evolução lenta, é natural portanto, que se transmitisse a impressão de que todas as falhas têm evolução lenta. Nos casos em que a bucha chegava a falhar no intervalo entre os ensaios off-line era impossível saber qual foi de fato a velocidade de evolução da falha, e muitas delas podem ter tido evolução rápida.

Com a popularização da monitoração on-line, iniciada muito recentemente, o acompanhamento contínuo da evolução das alterações na capacitância e tangente delta tem permitido observar muitos casos em que, de fato, a evolução foi lenta, mas tem evidenciado também alguns outros em que a evolução se deu de forma rápida ou muito rápida. Esse fato traz à tona a necessidade de existência de mecanismos nos sistemas de monitoração on-line para detectar e dar alarme ao usuário quando da ocorrência de defeitos desse tipo. Simultaneamente, não se deve perder a capacidade de detecção dos defeitos com evolução lenta de capacitância e tangente delta, já disponível atualmente com a técnica de soma vetorial das correntes de fuga.

Para atender a essa necessidade, a Tretech desenvolveu um método, com patentes requeridas mundialmente, para detecção e alarme de evolução rápida de defeitos em que a isolamento da bucha está se curto-circuitando (aumentando sua capacitância) e caminhando para uma falha iminente.



O efeito imediato quando a isolação da bucha está em curto-circuito e caminhando para a falha completa é o aumento da corrente de fuga, devido ao aumento da capacitância equivalente quando camadas de isolação são curtos-circuitadas.

Com isso, são programados no monitor de buchas valores limite para emissão de alarmes por correntes de fuga alta e muito alta, proporcionando dois níveis de alarme com diferentes níveis de gravidade. Para evitar a emissão de alarmes indevidos causados por sobretensões transitórias, os alarmes possuem temporizações ajustáveis pelo usuário.

Nesse caso o sistema de monitoração passaria a atuar também como um sistema de proteção, demandando elevada confiança de que a medição indicativa de falha iminente está correta. A mesma necessidade existe também no caso em que a decisão pelo desligamento é manual e não é automática, pois a decisão dos operadores estará calcada na informação provida pelo monitor de buchas.

Para garantir a confiabilidade, da medição e eliminar a possibilidade de alarmes falsos devidos a defeitos de hardware, por exemplo, uma estrita checagem de consistência é realizada pelo monitor de buchas.

Quaisquer alterações ocorridas nas correntes de fuga das buchas são refletidas também na somatória vetorial das correntes. Com isso, a veracidade de uma ocorrência de corrente de fuga elevada em uma das fases pode ser verificada, antes da geração de alarmes de corrente de fuga alta ou muito alta, comparando as medições das correntes de fuga individuais com a medição da soma vetorial, que devem estar sempre consistentes.

Se uma medição de corrente de fuga alta não encontrar confirmação na medição da somatória das correntes, a emissão do alarme é bloqueada. Ao invés do alarme, o monitor de buchas emite então um aviso de autodiagnóstico alertando para a existência de inconsistência nas medições.

Tal procedimento, com patentes requeridas, garante a confiabilidade dos alarmes de corrente de fuga alta, gerando nos usuários a confiança necessária para, com base nessas informações, tomar ações que poderão ser drásticas em muitos casos, como o desligamento imediato do transformador.



2.5 Características

✓ **Hardware robusto**

O projeto do BM atende as normas de EMC (*Electromagnetic Compatibility*) para suportar condições eletromagnéticas severas de subestações e temperatura de operação de -40 a 85°.

✓ **Compacto e versátil**

O BM tem dimensões compactas, proporcionando economia de espaço e de custo de instalação.

2.6 Funções

✓ **Conjuntos de monitoramento**

Monitoramento de 3 buchas (um conjunto).

✓ **Alarmes:**

- Emite alarmes em caso de anormalidades com indicação a partir de relés;
- Temporização ajustável, permitindo identificar defeitos de evolução rápida ou muito rápida.

✓ **Autodiagnósticos**

Detectam falhas internas com indicação a partir de relé.

✓ **Monitoramento de TP**

Além da medição de corrente, o BM também mede tensão.

✓ **Medição de temperatura**

O BM conta com uma entrada PT100 possibilitando a medição de temperatura para várias aplicações.

✓ **Relé de TRIP**

Atuação do relé de TRIP por meio dos alarmes de corrente.

2.7 Entradas, saídas e comunicação

2.7.1 Entradas

- ✓ 1 Conjunto de entrada de corrente para um conjunto trifásico de buchas (primário ou secundário);
- ✓ 1 Conjunto de entrada de tensão trifásica.
- ✓ 1 Entrada para sensor PT100.



2.7.2 Saídas

- ✓ 3 contatos de saída (NA) para alarmes por valores absolutos;
- ✓ 1 contato de saída fixo (NF) para autodiagnóstico;

2.7.3 Comunicação

O BM conta com:

- ✓ 2 RS-485 para comunicação nos protocolos Modbus/DNP3 RTU;
- ✓ 1 Ethernet RJ45 para **parametrização**.

3 Projeto e instalação

3.1 Instalação e remoção dos bornes

Os bornes possuem parafusos para garantir uma melhor fixação, portanto é necessário ter atenção na instalação e remoção:

- ✓ Utilizar chave de fenda reta 2,5 mm;
- ✓ Antes de retirar os bornes, verifique se os parafusos estão completamente soltos;
- ✓ Forçar a remoção com os parafusos apertados pode danificar o BM.

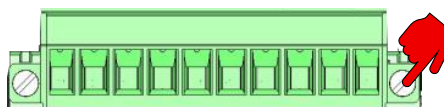


Figura 6 - Borne do equipamento

3.2 Instalação mecânica

3.2.1 Instalação padrão trilho DIN

Este equipamento é compatível com fixação em trilho padrão DIN, podendo estar localizado em placas de montagem no interior de painéis. É importante garantir que o BM esteja bem fixado ao trilho, caso não haja outros IEDs próximo a ele, também é recomendado o uso de trava trilho. Após a fixação, realizar a instalação elétrica.

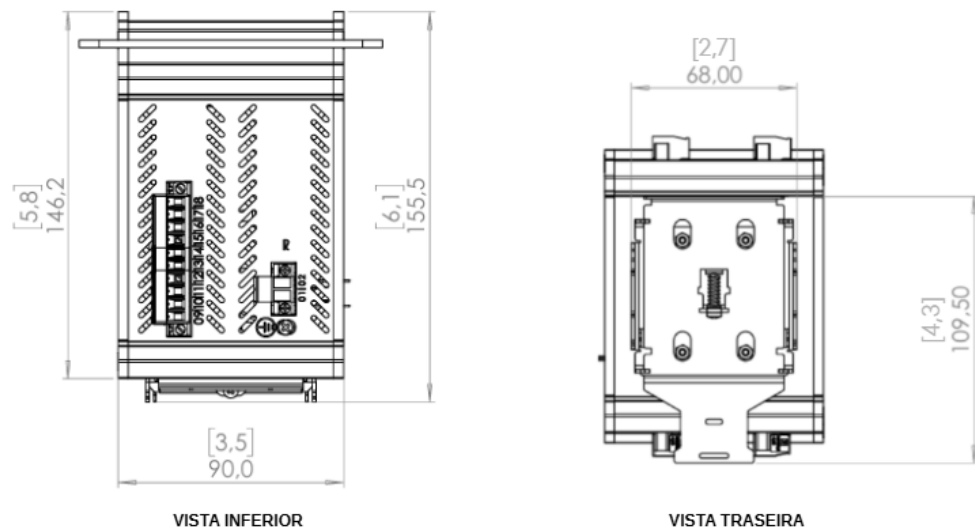


Figura 7 - Vista inferior e traseira

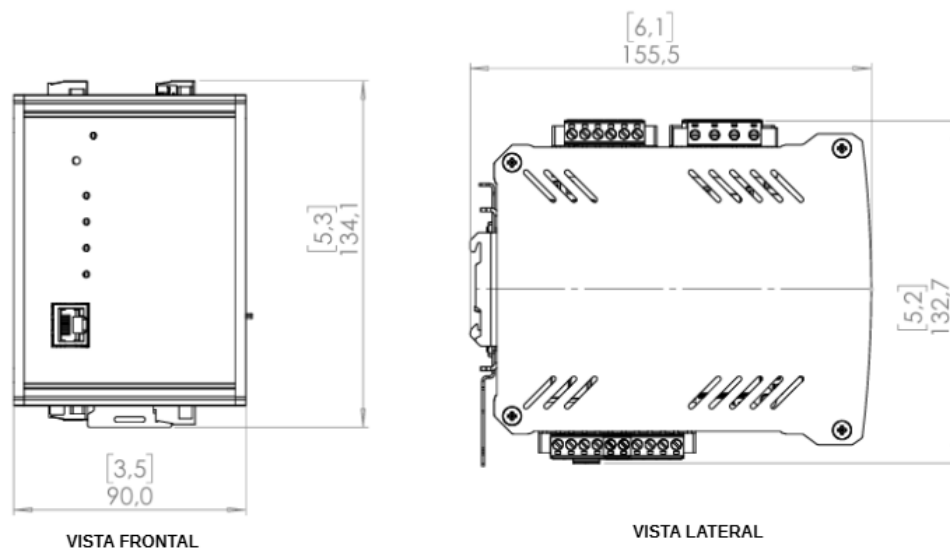
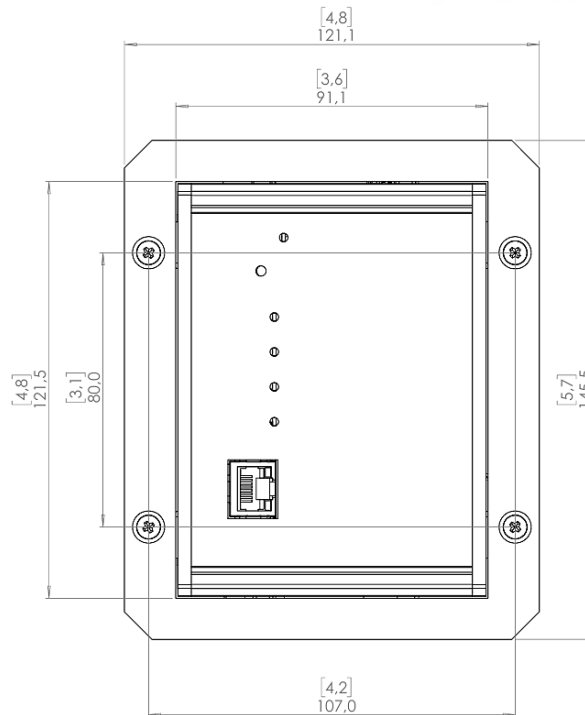


Figura 8 - Vista frontal e lateral

3.2.2 Instalação embutida em painel

O equipamento pode ser instalado embutido em painéis, como em portas ou chapas frontais. É importante observar a espessura da pintura da chapa, pois camadas muito grossas podem dificultar a inserção. Também é essencial garantir uma fixação firme antes de realizar a instalação elétrica. A seguir, são apresentadas as dimensões do equipamento e do recorte necessário para a montagem.



Furação de painel para fixação do IED ser de 91,1 x 121,5 mm

Figura 9 - Moldura para instalação em painel

3.3 Instalação elétrica

Alguns cuidados especiais devem ser seguidos para o projeto e a instalação do BM, conforme descrito a seguir:



Os terminais de ligação estão instalados na parte superior do BM, em três conectores removíveis, de forma a facilitar as conexões. Para informações sobre a bitola dos cabos consulte [Tabela 2 - Especificação de cabos](#).



Estude e entenda a aplicação em que pretende utilizar o BM, conheça suas características funcionais, elétricas e de configuração. Desta forma conseguirá tirar todo o proveito do equipamento e minimizar os riscos à sua segurança.



É recomendada a seguinte especificação de disjuntor, quando utilizado exclusivamente para o BM:

- Alimentação CA/CC, Fase-Neutro: Disjuntor monopolar, $1 A \leq I_n \leq 2 A$, curva B ou C, normas NBR/IEC 60947-2, NBR/IEC 60898 ou IEEE 3004.5;
- Alimentação CA/CC, Fase-Fase: Disjuntor bipolar, $1 A \leq I_n \leq 2 A$, curva B ou C, normas NBR/IEC 60947-2, NBR/IEC 60898 ou IEEE 3004.5.



Deverá ser utilizado um disjuntor imediatamente antes da entrada de alimentação (Alimentação universal - 85 ~ 250 Vcc/Vca, <12 W, 50/60 Hz).

O disjuntor deverá dispor do número de polos correspondente ao número de fases utilizado na alimentação, sendo que os polos devem interromper somente as fases, e nunca o neutro ou o terra, prover proteção térmica e elétrica aos condutores que alimentam o equipamento e deverá estar próximo ao equipamento e facilmente manobrável pelo operador.

Adicionalmente, deve possuir uma identificação indelével mostrando que é o dispositivo de desconexão elétrica do BM.



A isolação mínima para os circuitos ligados ao BM é de 300 V_{rms} para equipamentos e transdutores auxiliares, como Pt100 Ω a 0 °C e para equipamentos com alimentação própria até 50 V_{rms}.

A isolação mínima é de 1,7 kV_{rms} para equipamentos alimentados até 300 V_{rms}, conforme a IEC 61010-1.

Estes valores são relativos à isolação intrínseca dos dispositivos ligados ao BM. Casos em que este valor não se aplique a equipamentos ou dispositivos conectados ao BM serão explicitamente informados neste manual.



3.3.1 Especificação dos cabos

Tabela 2 - Especificação de cabos

Especificação dos cabos		
<i>Função</i>	<i>Especificação</i>	<i>Observação</i>
Alimentação Terra	1,5mm ² a 2,5mm ²	-
Adaptador de TAP	Exposto ao clima: Cabo blindado (BTC), 2 x 18 AWG, isolamento EPR 90°C, 0,6/1 kV. Protegido do clima: Cabo blindado (BTC), 2 x 18 AWG, isolamento PVC.	Obrigatório
Sinal de tensão trifásica	1,5mm ²	-
PT100	Exposto ao clima: Cabo 3X16 AWG com isolamento EPR Protegido do clima: Cabo 3x18AWG com isolamento PVC	Obrigatório, essa especificação atende até 265m, para distâncias maiores deve-se utilizar cabos dimensionados conforme necessidade da instalação, em caso de dúvidas contate a equipe Treotech, ver Atendimento ao cliente
Relés	1,5 mm²: Bitola mínima para sinalização (autodiagnósticos, alarmes...) 2,5 mm²: Bitola mínima para circuitos de força (relé de TRIP).	Recomendado
RS485	Cabo 2x18AWG PVC	Recomendado consultar o tópico Comunicação para instalação.

3.3.2 Diagrama de ligação

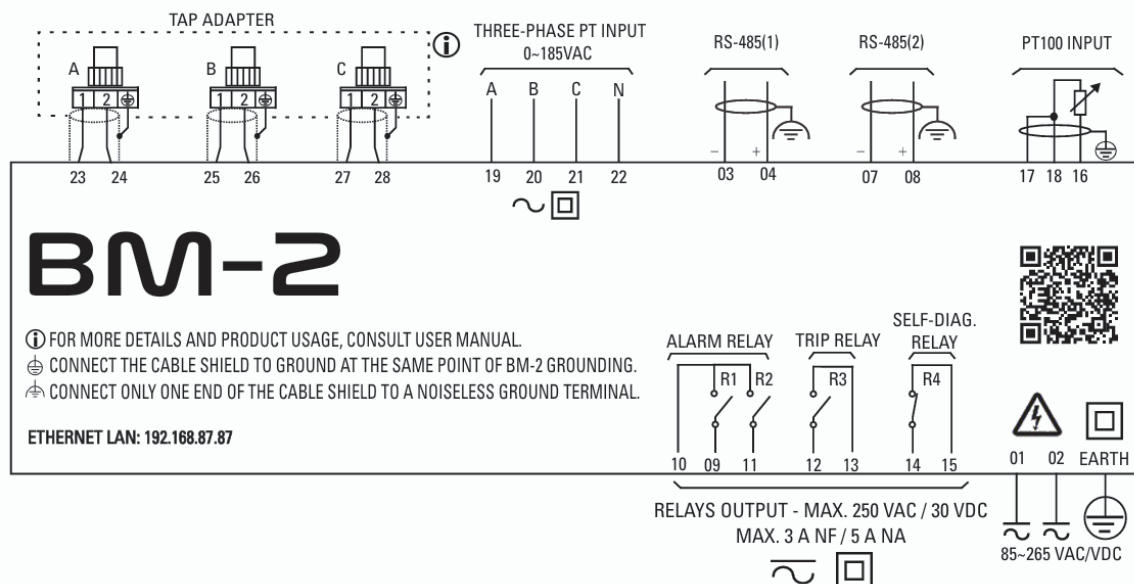


Figura 10 - Diagrama de ligação

3.3.3 Etiqueta CE

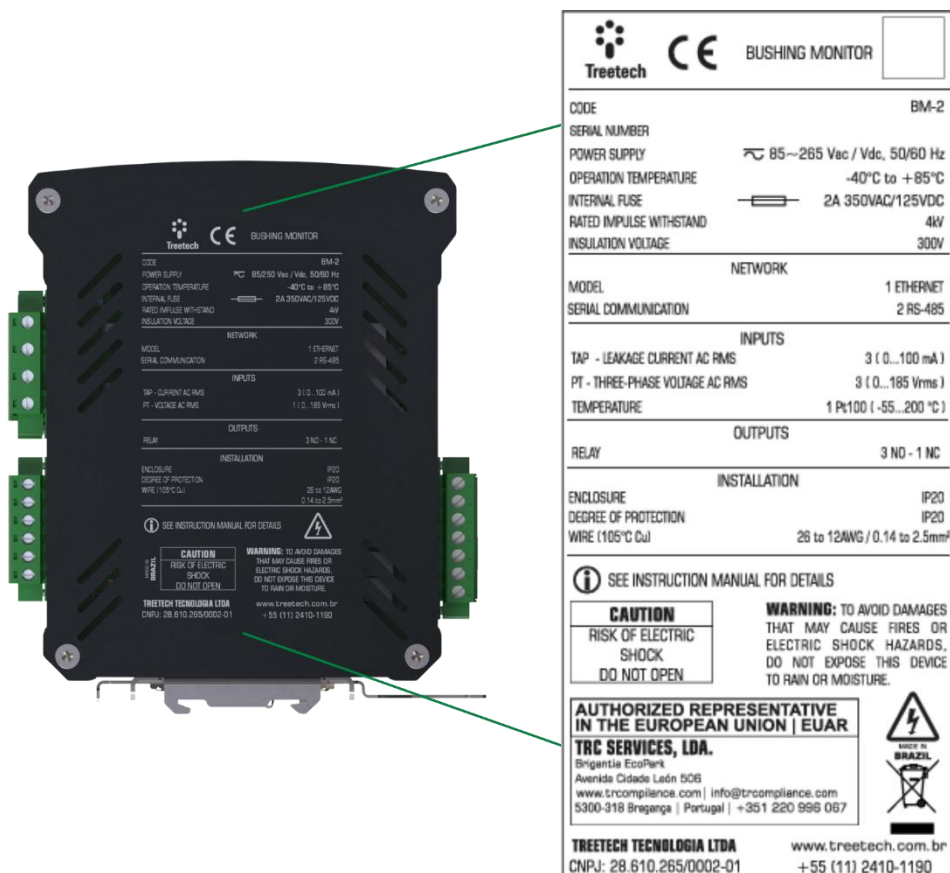


Figura 11 - Etiqueta com marcação CE



3.3.4 Terminais de entrada

Tabela 3 - Entradas

Entradas	
Alimentação Entrada para alimentação universal – 85 ~250 Vca/Vcc, 50/60Hz, 12 W	01 – Vac/Vdc 02 – Vac/Vdc Terra
Entrada de tensão trifásica Trata-se de uma entrada de tensão trifásica, em que cada uma das três entradas corresponde às fases A, B e C de um conjunto de buchas trifásicas. Esta entrada permite a medição das amplitudes e dos ângulos de defasagem entre as fases.	19 – Fase A 20 – Fase B 21 – Fase C 22 – Neutro
Conjunto de buchas Ver Adaptador de TAP	23 – Entrada de sinal (Adaptador A) 24 – Entrada do comum (Adaptador A) 25 – Entrada de sinal (Adaptador B) 26 – Entrada do comum (Adaptador B) 27 – Entrada de sinal (Adaptador C) 28 – Entrada do comum (Adaptador C)
Entrada para PT100 Entrada para conexão direta de sensor PT100 Ω a 0 °C, na configuração de medição a três fios.	17 – Comum 16 – VM 18 – VR

3.3.5 Terminais de saída

Tabela 4 - Saídas

Saídas	
Relés de sinalização Relé (NA), com função fixa, sendo o relé 1 para Capacitância e o relé 2 para Tangente Delta.	09 – Relé 1 (NA) 10 – Comum 11 – Relé 2 (NA)
Relé de TRIP Relé (NA), tem a função de desligar o transformador e entra em ação quando ocorre o alarme por corrente de fuga alta ou muito alta.	12 – Relé 3 (NA) 13 – Comum
Relé de autodiagnóstico Relé (NF), sinaliza falhas internas, na alimentação ou problema com os cabos de conexão.	14 – Relé 4 (NF) 15 – Comum



A corrente total combinada de todos os relés deve respeitar o máximo de 5 A.



Os relés do grupo de sinalização compartilham o mesmo terminal Comum. É estritamente proibido conectar fases diferentes ou fontes de alimentação distintas no mesmo grupo. Todas as cargas acionadas por este grupo de relés devem utilizar a mesma referência de fase e tensão.

3.3.6 Comunicação

Tabela 5 - Comunicação

Comunicação	
RS-485 (2) Conexão com sistema de aquisição de dados, protocolos Modbus RTU ou DNP3, via cabo par-trançado, blindado.	03 – (-) 04 – (+) 07 – (-) 08 – (+)
RJ45 (Configuração) Configuração via HTTP, utilizada principalmente para a parametrização do equipamento. Essa interface também permite a visualização de medições, além da coleta e da transmissão de dados operacionais.	1 Ethernet

Comunicação com o sistema de aquisição de dados

Até 31 equipamentos podem ser interligados numa mesma rede de comunicação. Os protocolos de comunicação disponíveis para essa conexão são o Modbus® e DNP3.

A interligação entre o BM e o sistema de aquisição de dados deve ser efetuada por meio de um cabo de par trançado blindado, mantendo a malha sem interrupção em todo o percurso. Caso haja a necessidade de bornes intermediários para interligação da comunicação serial, passar também a blindagem do cabo por borne, evitando a interrupção dela.

Em conjunto com os resistores de terminação devem ser utilizados resistores de *pull-up* e *pull down* em apenas um ponto da rede, conforme indicado na Figura 7.

A tensão contínua de 5 V para alimentação dos resistores de *pull-up* e *pull-down* pode ser interna ao sistema de aquisição de dados. Observar que alguns equipamentos de comunicação podem já possuir esses resistores instalados internamente, dispensando o uso de resistores externos. Deve ser obedecida a distância máxima de 1200 m entre os extremos da rede de comunicação.

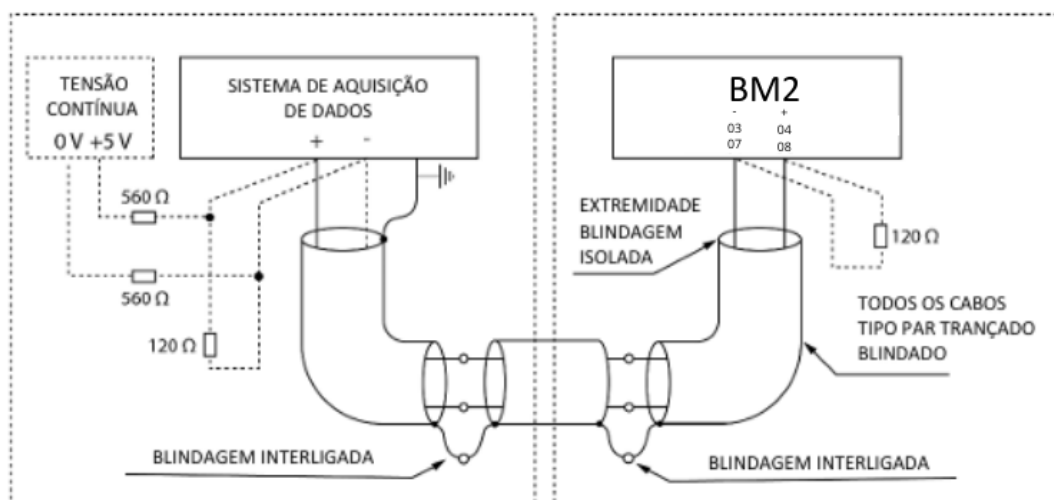


Figura 12 - Conexão e aterramento da blindagem da comunicação serial RS-485

3.3.7 Sensor de temperatura

O BM possui uma entrada para sensor de temperatura RTD do tipo Pt100 Ω a 0 °C. O sensor deve ser conectado ao BM com cabos blindados, mantendo a malha contínua e aterrada apenas na extremidade ligada ao equipamento. Caso sejam utilizados bornes intermediários, a blindagem deve passar por eles sem interrupções, e os trechos sem blindagem devem ser os mais curtos possíveis.

A resistência máxima permitida por via é de $3\ \Omega$ ($6\ \Omega$ no percurso total entre o PT100 e o BM). Para um cabo de cobre com bitola de $1,5\ \text{mm}^2$, isso permite instalar o sensor a até 265 m do equipamento. Distâncias diferentes podem ser obtidas com o dimensionamento adequado do cabo. Em caso de dúvidas, entre em contato com o SAC da Tretech, ver [Atendimento ao cliente](#).

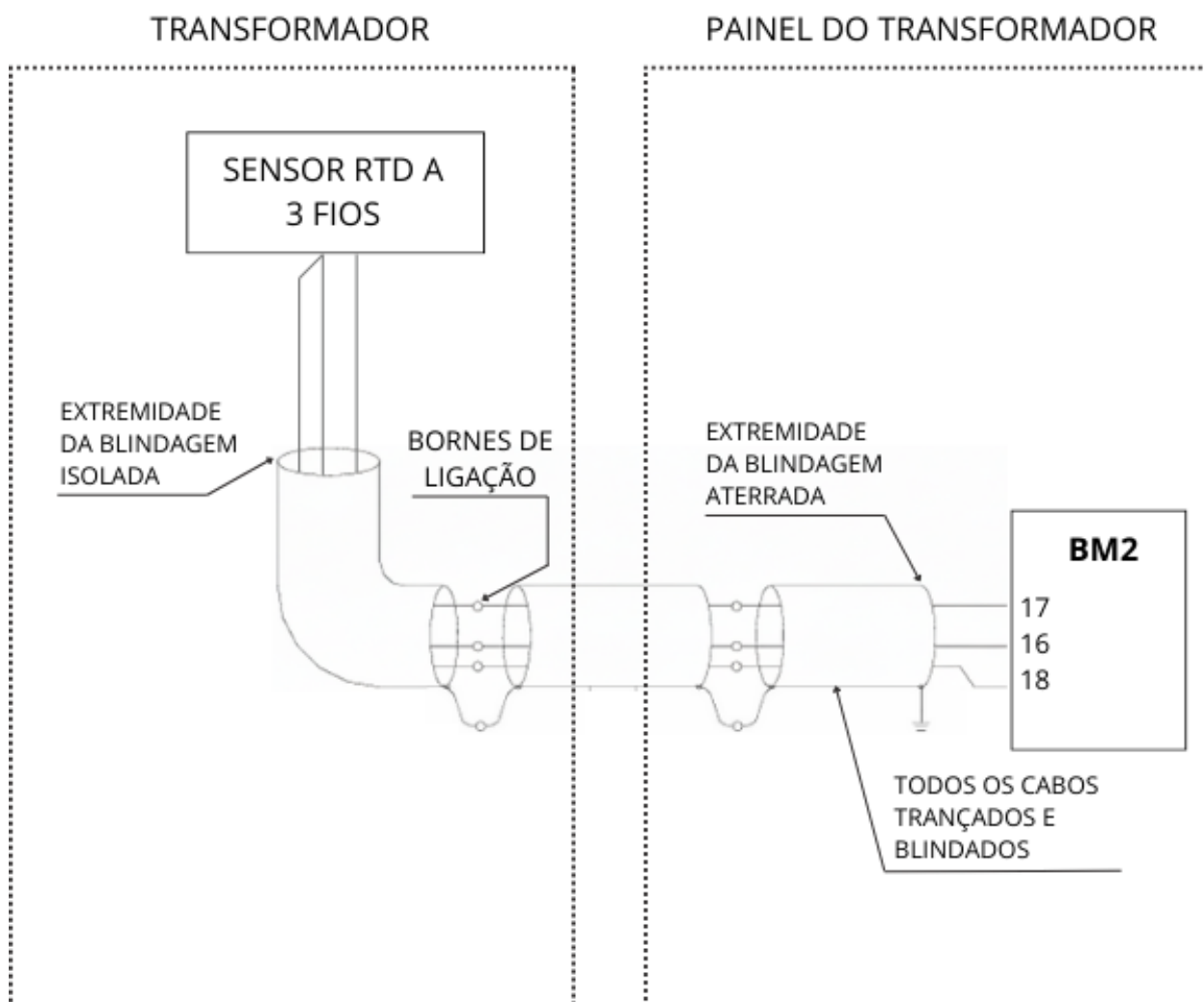


Figura 13 - Detalhes de conexão e aterramento dos cabos e blindagem

3.4 Adaptador de TAP



Figura 14 - Adaptador de TAP Modelo 141

O adaptador de TAP é um acessório essencial para o funcionamento do BM, ele é responsável por estabelecer a conexão elétrica com o TAP da bucha, também assegura rigidez mecânica e vedação contra intempéries. Esse equipamento possui proteções internas contra sobretensões e sobrecorrentes decorrentes de fenômenos transitórios, também dispõe de um sistema de segurança contra a abertura accidental do circuito de medição, a proteção contra abertura de TAP. Essa proteção direciona a corrente de fuga por um caminho de baixa impedância, permitindo que o sistema continue operando por tempo indeterminado, embora seja aconselhável que se tomem providências imediatas.



3.4.1 Instalação mecânica

A instalação mecânica do adaptador de TAP requer que o transformador esteja desenergizado. Remova cuidadosamente a tampa do TAP capacitivo e conecte o adaptador manualmente, sem utilização de ferramentas, para evitar danos ao terminal. É essencial fixá-lo com firmeza, mas sem aplicar força excessiva, e ancorar os cabos ou conduítes em estruturas próximas para reduzir esforços no adaptador.

3.4.2 Instalação elétrica

A instalação elétrica envolve a conexão do cabo blindado entre o adaptador de TAP e o equipamento, garantindo aterramento efetivo da blindagem em um único ponto. Deve-se realizar o teste de continuidade no pino de contato para assegurar a integridade da ligação ao terra, conferindo a drenagem das correntes de fuga através do terminal comum. Todo o processo deve seguir as recomendações de segurança elétrica e as especificações de instalação da Tretech. Para saber como realizar o teste de continuidade, ver [Procedimento de instalação de adaptadores de TAP](#).

Para garantir a resistência mecânica do cabo, não é recomendada a utilização de bitolas muito pequenas, de forma a reduzir a possibilidade de abertura accidental do TAP da bucha. Bitolas de 18 AWG ou 0,75 mm² são indicadas. As blindagens dos cabos de conexão entre os adaptadores de TAP e o BM devem passar também por bornes, evitando a interrupção delas.

O trecho de cabo sem blindagem, devido à emenda, deve ser o mais curto possível, e a blindagem deve ser aterrada em um único extremo, preferencialmente no adaptador de TAP.



ATENÇÃO: Em hipótese alguma o TAP da bucha pode permanecer em aberto estando a bucha energizada. Por isso, é altamente recomendado que os cabos provenientes dos adaptadores de TAP não sejam conectados diretamente às entradas de corrente do BM, mas que sejam utilizados bornes intermediários do tipo curto-circuitável (como os utilizados para circuitos de transformadores de corrente). Vide Figura 10. Com isso é possível curto-circuitar os bornes intermediários e desviar as correntes de fuga, permitindo a retirada de operação do BM mesmo com as buchas energizadas.

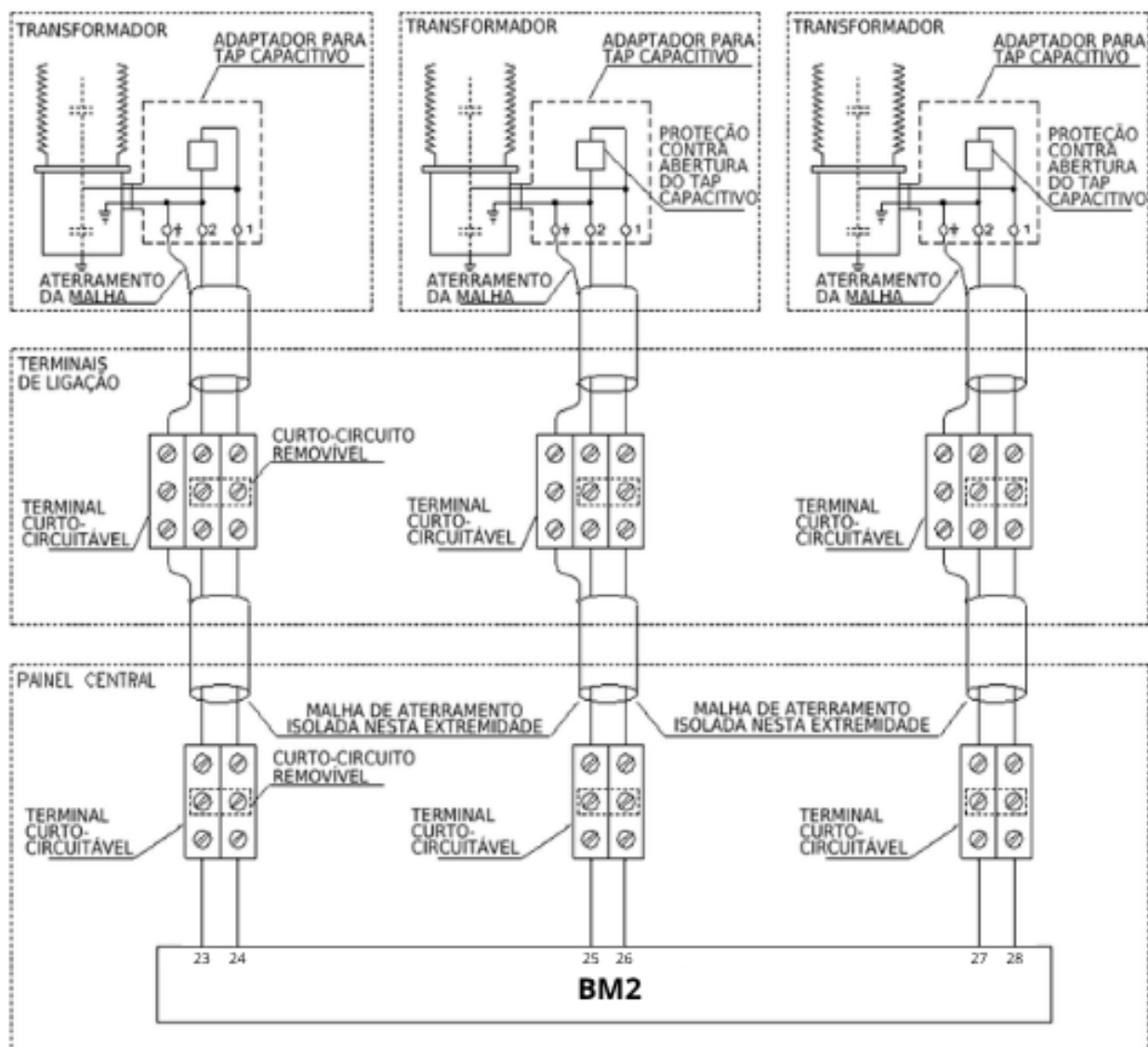
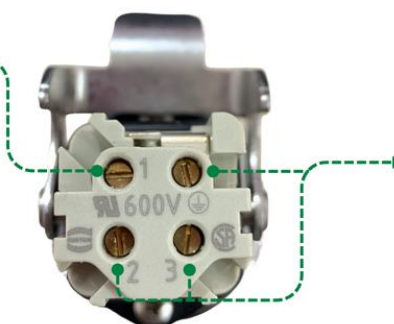


Figura 15 - Detalhes de conexão e aterramento

3.4.3 Layout dos bornes da tomada do adaptador de TAP

Borne 1: Borne de sinal, conectado à entrada de sinal do BM, ver [Terminais de entrada](#).



Bornes 2, 3 e terra: Conectados entre si e ao comum do BM, ver [Terminais de entrada](#).

Figura 16 - Borne da tomada do adaptador de TAP

4 Operação

O equipamento não dispõe de *display* ou teclas físicas em seu painel frontal para navegação, a única operação que pode ser realizada diretamente no frontal do equipamento é a alteração dos parâmetros de comunicação serial através do botão “Default Address”. A sinalização de estado, alarmes e falhas internas é realizada por indicadores luminosos (LEDs). O BM também conta com uma interface web amigável e intuitiva, através dela é possível parametrizar o equipamento, baixar logs e fazer download dos bancos.

Verde (piscante): Indica que o equipamento encontra-se em operação ativa.

Vermelho (piscante): Indica a ocorrência de condição de alarme.

Amarelo (piscante): Indica a execução de processo de autodiagnóstico.

Azul (piscante): Indica o recebimento de feedback associado a comandos específicos, tais como:

- Reset da comunicação;
- Reset da parametrização padrão;
- Reset da memória de alarme/diagnóstico.

Ciano (piscante): Indica a inicialização do equipamento

Branco (piscante): Indica atualização de firmware

Botão Default Address: Ao ser pressionado por 5 segundos, aplica um reset nos parâmetros de comunicação serial e endereço IP, retornando-os ao padrão de fábrica.

IP: 192.168.87.87

Indicam os **Status dos Alarmes** de tangente delta, capacitância e corrente de fuga. Quando piscando a cada **1 segundo**, indica alarme **nível alto** e a cada **500 milissegundos**, indica alarme **nível muito alto**.

Indica o **Status dos Autodiagnósticos**, quando aceso continuamente significa que há autodiagnósticos ativos.



Figura 17 - Operação via frontal do BM

4.1 Informações gerais sobre a Interface Web

A interface web do Monitor de Buchas - BM permite o acesso a todas as funcionalidades do equipamento. Através dela é possível acessar as abas: Online, Transferência de arquivos, Parametrização (apenas após efetuar login) e Sobre, nas quais ficam disponíveis as informações sobre medições, informações de versionamento do produto, download de log, entre outros.

4.1.1 Login

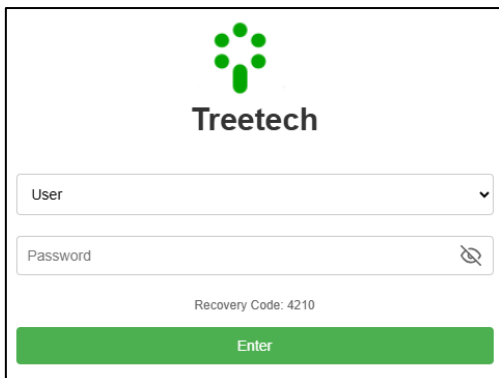


Figura 18 - Tela de login

A fim de promover maior segurança, para acessar a aba de parametrização do BM, é necessário efetuar login com seu usuário e senha.

Para primeiro acesso:

Perfil: Usuário

Senha: 0

Depois ela pode ser alterada pelo usuário, uma contrassenha será exibida acima do campo “Enter”.

4.1.2 Transferência de arquivos

Efetua download do log de massa, ao clicar abre uma janela que permite baixar o log mais recente, inteiro ou uma quantidade personalizada

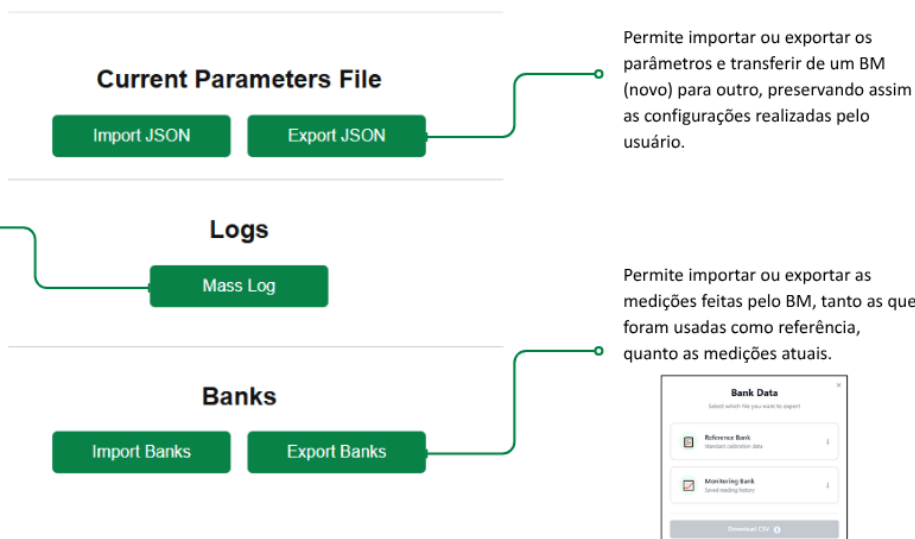



Figura 19 - Tela de transferência de arquivos

4.1.3 Sobre

BM2 - Bushing Monitoring	
Equipment information	
Functionality Version:	v1.08 r1
Bootloader Version:	v1.01 r4
Map Version:	10
Serial Number:	123123
Mac Address:	14:1A:51:00:00:00
IP address:	192.168.17.87
Network Mask:	255.255.255.0
Default Gateway:	192.168.87.1
DNS server:	8.8.8.8

Figura 20 - Tela sobre

A página “sobre” contém informações úteis para o uso eficiente do produto, como:

- ✓ Endereço IP;
- ✓ Versões de firmware;
- ✓ Versão de mapa de protocolo.

5 Parametrização

Para garantir a correta operação do sistema, o Monitor de Buchas (BM) requer o ajuste de parâmetros, que fornecem as informações necessárias para seu funcionamento adequado e monitoramento contínuo. Todos os ajustes e configurações são realizados exclusivamente por meio de sua interface web, para acessar é necessário seguir o seguinte passo a passo:

- ✓ Conectar o BM à rede através da porta de parametrização;
- ✓ Efetuar login (a tela de parametrização só aparecerá após o login);
- ✓ Digitar o endereço IP do equipamento em qualquer navegador, é importante verificar se o dispositivo utilizado para o acesso está conectado à mesma rede que o BM;

Para o primeiro acesso à interface web, usar o IP padrão: **192.168.87.87**.

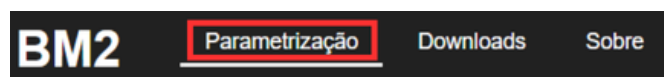


Figura 21 - Seção de parametrização

5.1 Envio e validação de parâmetros

Envio de parâmetros

Para que uma alteração de parâmetro seja efetivada no BM, é necessário clicar no botão “Aplicar” após as modificações. As alterações realizadas nas telas de parametrização são armazenadas temporariamente e só se tornam efetivas após clicar no botão “Aplicar”.



Figura 22 - Botão "aplicar"

5.2 Aquisição e análise

5.2.1 Configurações de Amostragem

Intervalo entre amostras de bancos

Define o intervalo para inserção das amostras nos bancos

Faixa de ajuste: 5 a 2700 s

Padrão: 233 s

Número de amostras considerados para capacitância

Parâmetro que permite definir a quantidade de amostras para cálculo de capacitância

Faixa de ajuste: 10 a 5000

Padrão: 2600

Número de amostras considerados para tangente delta



Parâmetro que permite definir a quantidade de amostras para cálculo de tangente delta

Faixa de ajuste: 10 a 5000

Padrão: 2600

Parâmetro de parar a gravação de amostras

Interrompe a inserção das amostras nos bancos

Faixa de ajuste: Sim ou Não

Padrão: Não

5.2.2 Parâmetros iniciais de fase

Parâmetro de capacitância inicial da fase 'x'

Valor inicial de capacitância

Faixa de ajuste: 50 a 3200 pF

Padrão: 500 pF

Parâmetro de tangente de delta inicial da fase 'x'

Valor inicial de tangente delta

Faixa de ajuste: 0,01 a 32,000 %

Padrão: 0,3%

5.2.3 Parâmetros de ajuste da curva de relevância

Ajuste da curva de relevância XA

Faixa de ajuste: 0,000 a 5,000 %

Padrão: 0,450 %

Ajuste da curva de relevância XB

Faixa de ajuste: 0,000 a 5,000 %

Padrão: 0,750%

Ajuste da curva de relevância YA

Faixa de ajuste: 0,000 a 5,000 %

Padrão: 0,150%

Diferença percentual máxima entre cálculos redundantes

Faixa de ajuste: 0 a 100 %

Padrão: 10%

Ativação da compensação

Faixa de ajuste: Liga ou desliga

Padrão: Desliga

5.2.4 Autodiagnóstico

5.2.4.1 Validação e qualidade

Parâmetro de porcentagem máxima das amostras corrompidas nos bancos

Indica a porcentagem máxima de amostras com erro que pode ser aceita, calculada com base no total de amostras armazenadas nos bancos.

Faixa de ajuste: 0 a 100 %

Padrão: 5 %

Parâmetro de offset persistente máximo na amostra a ser salva nos bancos

Este parâmetro define o limite máximo permitido para a componente DC presente nos sinais monitorados, deve ter limiares mais apertados do que o parâmetro de máximo valor DC nas correntes. Consultar em [Frequência e sinais](#).

Faixa de ajuste: 0 a 65000 μ A

Padrão: 50 μ A

Parâmetro de máxima distorção angular perante a sequência de fases da primeira amostra

Este parâmetro define o deslocamento angular máximo aceitável entre as fases, tomando como referência a sequência de fases registrada na primeira amostra do banco de referência.

Faixa de ajuste: 0 a 360°

Padrão: 5°

5.2.4.2 Frequência e sinais

Parâmetro de máximo desvio da frequência nominal

Este parâmetro define o valor máximo de desvio permitido em relação à frequência nominal do sistema elétrico.

Faixa de ajuste: 0,000 a 1,000 Hz

Padrão: 0,300 Hz

Parâmetro de máxima diferença entre frequências em um mesmo grupo de sinais

Este parâmetro define a diferença máxima permitida entre as frequências dos sinais monitorados em uma mesma amostra.

Faixa de ajuste: 0,000 a 1,000 Hz

Padrão: 0,100 Hz

Parâmetro de mínima amplitude de corrente na fundamental

Define a amplitude mínima na componente fundamental da corrente para que o autodiagnóstico seja acionado.

Faixa de ajuste: 100 a 65000 μ A

Padrão: 100 μ A

Parâmetro de mínima amplitude de tensão na fundamental

Define a amplitude mínima na componente fundamental da tensão para que o autodiagnóstico seja acionado.

Faixa de ajuste: 1 a 65000 V

Padrão: 1 V

Parâmetro de máximo valor DC nas correntes

Este parâmetro define o limite máximo permitido para o componente DC presente nos sinais de corrente monitorados.

Faixa de ajuste: 0 a 65000 μ A

Padrão: 100 μ A

Parâmetro de máximo valor DC nas tensões

Este parâmetro define o limite máximo permitido para o componente DC presente nos sinais de tensão monitorados.

Faixa de ajuste: 0 a 65000 V

Padrão: 1 V

Parâmetro de máxima distorção harmônica com relação ao valor True RMS

Este parâmetro define o limite máximo permitido para a distorção harmônica total (THD) em relação ao valor True RMS do sinal.

Faixa de ajuste: 0,0 a 100,0 %

Padrão: 20,0 %

5.2.4.3 Relação de somatória

Parâmetro de corrente de zona morta do autodiagnóstico de somatória inconsistente

Este parâmetro define a zona morta, que é o valor mínimo de amplitude RMS necessário para habilitar o autodiagnóstico.

Faixa de ajuste: 0 a 2000 μ A

Padrão: 10 μ A

Parâmetro de máxima relação para consistência das somatórias

Define o valor que, ao ser atingido, aciona o autodiagnóstico. Esse valor é a diferença entre as somatórias.

Faixa de ajuste: 0 a 200 %

Padrão: 50 %

O autodiagnóstico de somatória inconsistente será acionado apenas quando a amplitude de qualquer somatória (medida ou calculada) ultrapassar a zona morta e a diferença entre elas exceder o percentual configurado.

5.2.4.4 Monitoramento de tensão

Parâmetro de habilitação do monitoramento do sinal de tensão

Faixa de ajuste: Habilita ou desabilita

Padrão: Habilita



5.2.5 Configuração do sensor PT100

Parâmetro para habilitar sensor PT100

Faixa de ajuste: Habilita ou desabilita

Padrão: Desabilita

Parâmetro para habilitar simulação do sensor PT100

Faixa de ajuste: Habilita ou desabilita

Padrão: Desabilita

5.3 Comunicação

5.3.1 Portas de comunicação serial (RS485- 'X')

Baudrate – Serial de usuário 'x'

Seleciona a taxa de transmissão (Baudrate) da porta de comunicação serial RS-485.

Faixa de ajuste: 4800 / 9600 / 19200 / 38400 / 57600 / 115200 bps

Padrão: 9600 bps

Protocolo ativo – Serial de usuário 'x'

Seleciona o protocolo padrão a ser usado para comunicação com sistemas de aquisição de dados.

Faixa de ajuste: Modbus ou DNP3

Padrão: Modbus

Endereço na rede RS485 – Serial

Define o endereço do BM na porta de comunicação RS-485, para comunicação com sistemas de aquisição de dados.

Faixa de ajuste: 1 a 65519

Padrão: 247

Atraso na recepção – Serial de usuário 'x'

Parâmetro responsável por definir o tempo de espera do recebimento de dados, ou seja, é o tempo de espera para recepção de pacote de dados.

Faixa de ajuste: 5 a 500 ms

Padrão: 5 ms

Atraso na transmissão – Serial de usuário 'x'

Parâmetro responsável por definir o tempo de espera da transmissão dos dados, ou seja, é o tempo de espera entre uma transmissão e outra.

Faixa de ajuste: 5 a 500 ms

Padrão: 25 ms



5.3.2 Chave de confirmação

Parâmetro de chave de confirmação para aplicar a parametrização serial

Para aplicar as configurações da parametrização serial, é necessário confirmar a operação utilizando a chave de confirmação. Essa chave é exigida apenas em alterações no protocolo, garantindo maior segurança.

Faixa de ajuste: 0 a 65535

Padrão: 0

Valor de desbloqueio: 43605

Parâmetro de chave de confirmação para aplicar a parametrização do endereço IP

Para aplicar as configurações da parametrização do endereço IP, é necessário confirmar a operação utilizando a chave de confirmação. Essa chave é exigida apenas em alterações no protocolo, garantindo maior segurança.

Faixa de ajuste: 0 a 65535

Padrão: 0

Valor fixo: 43605

5.3.3 Rede

5.3.3.1 Parâmetro de endereço de IP

Define o endereço IP do equipamento na rede, permitindo sua identificação e comunicação com outros dispositivos.

Parâmetro de endereço de IP – byte 0

Faixa de ajuste: 0 a 255

Padrão: 192

Parâmetro de endereço de IP – byte 1

Faixa de ajuste: 0 a 255

Padrão: 168

Parâmetro de endereço de IP – byte 2

Faixa de ajuste: 0 a 255

Padrão: 87

Parâmetro de endereço de IP – byte 3

Faixa de ajuste: 0 a 255

Padrão: 87

5.3.3.2 Parâmetro de máscara de rede

Configura a máscara de sub-rede, determinando o intervalo de endereços IP disponíveis para comunicação.

Parâmetro de máscara de rede – byte 0

Faixa de ajuste: 0 a 255

Padrão: 255

Parâmetro de máscara de rede – byte 1**Faixa de ajuste:** 0 a 255**Padrão:** 255**Parâmetro de máscara de rede – byte 2****Faixa de ajuste:** 0 a 255**Padrão:** 255**Parâmetro de máscara de rede – byte 3****Faixa de ajuste:** 0 a 255**Padrão:** 0**5.3.3.3 Parâmetro de endereço do gateway**

Especifica o endereço do gateway padrão, responsável por encaminhar os pacotes para redes externas.

Parâmetro de endereço do gateway padrão – byte 0**Faixa de ajuste:** 0 a 255**Padrão:** 192**Parâmetro de endereço do gateway padrão – byte 1****Faixa de ajuste:** 0 a 255**Padrão:** 168**Parâmetro de endereço do gateway padrão – byte 2****Faixa de ajuste:** 0 a 255**Padrão:** 87**Parâmetro de endereço do gateway padrão – byte 3****Faixa de ajuste:** 0 a 255**Padrão:** 1**5.3.3.4 Parâmetro de endereço do servidor DNS**

Define o endereço do servidor DNS, utilizado para traduzir nomes de domínio em endereços IP.

Parâmetro de endereço do servidor de DNS – byte 0**Faixa de ajuste:** 0 a 255**Padrão:** 8**Parâmetro de endereço do servidor de DNS – byte 1****Faixa de ajuste:** 0 a 255**Padrão:** 8**Parâmetro de endereço do servidor de DNS – byte 2****Faixa de ajuste:** 0 a 255**Padrão:** 8



Parâmetro de endereço do servidor de DNS – byte 3

Faixa de ajuste: 0 a 255

Padrão: 8

5.4 Sistema e controle

Permite configurar a data e hora do sistema no padrão UTC.

Figura 23 - Configurações de data e hora

5.4.1 Configuração de data e hora manualmente

Horário UTC – Ano

Ajusta o ano

Faixa de ajuste: 1970 a 65535

Padrão: 2025

Horário UTC – Mês

Ajusta o mês

Faixa de ajuste: 1 a 12

Padrão: 1

Horário UTC – Dia

Ajusta o dia

Faixa de ajuste: 1 a 31

Padrão: 1

Horário UTC – Hora

Ajusta a hora

Faixa de ajuste: 0 a 23 h

Padrão: 0 h

Horário UTC – Minuto

Ajusta os minutos

Faixa de ajuste: 0 a 59 m

Padrão: 0 m



Horário UTC – Segundo

Ajusta os segundos

Faixa de ajuste: 0 a 59 s

Padrão: 0 s

5.4.2 Fuso horário

Configura o deslocamento do fuso horário em relação ao UTC.

Fuso horário – Horas

Ajusta o fuso horário em horas

Faixa de ajuste: -24 a 24

Padrão: -3

Fuso horário – Minutos

Ajusta o fuso horário em minutos

Faixa de ajuste: 0 a 59

Padrão: 0

5.4.3 Intervalo de log de massa

Parâmetro de intervalo de tempo para salvamento do log de massa

Define o intervalo para salvamento periódico do log de massa.

Faixa de ajuste: 1 a 9999 min

Padrão: 60 min

5.5 Alarmes

5.5.1 Ativa modo automático

Parâmetro de habilitação do modo automático para alarmes de corrente de fuga

Habilita alarmes automáticos para corrente de fuga.

Faixa de ajuste: Sim ou Não

Padrão: Sim

Parâmetro de habilitação do modo automático para alarmes de capacitância

Habilita alarmes automáticos para capacitância.

Faixa de ajuste: Sim ou Não

Padrão: Sim

Parâmetro de habilitação do modo automático para alarmes de tangente delta

Habilita alarmes automáticos para tangente delta.

Faixa de ajuste: Sim ou Não

Padrão: Sim

5.5.2 Configurações gerais

Histerese dos alarmes

Faixa de ajuste: 0 a 100%

Padrão: 5%



Parâmetro de habilitação do TRIP de corrente

Faixa de ajuste: Sim ou Não

Padrão: Sim.

5.5.3 Percentuais para alarmes automáticos

O **alarme automático de corrente de fuga** é baseado no valor médio obtido durante o processo de referência. A porcentagem configurada é aplicada sobre esse valor médio.

Parâmetro de porcentagem para alarme automático por corrente de fuga alta

Faixa de ajuste: 0 a 100 %

Padrão: 10%

Para que esse parâmetro seja exibido, o modo automático para alarmes por corrente de fuga deve estar habilitado.

Parâmetro de porcentagem para alarme automático por corrente de fuga muito alta

Faixa de ajuste: 0 a 100 %

Padrão: 20%

Para que esse parâmetro seja exibido, o modo automático para alarmes por corrente de fuga deve estar habilitado.

Os alarmes automáticos relativos à **capacitância e tangente delta** são ajustados como percentuais de aumento em relação a seus valores iniciais. Antes de utilizar o modo automático devem ser programados os valores iniciais.

Parâmetro de porcentagem para alarme automático por capacitância alta

Faixa de ajuste: 0 a 1000 %

Padrão: 3%

Para que esse parâmetro seja exibido, o modo automático para alarmes por capacitância deve estar habilitado.

Parâmetro de porcentagem para alarme automático por capacitância muito alta

Faixa de ajuste: 0 a 1000 %

Padrão: 5%

Para que esse parâmetro seja exibido, o modo automático para alarmes por capacitância deve estar habilitado.

Parâmetro de porcentagem para alarme automático por tangente delta alta

Faixa de ajuste: 0 a 1000 %

Padrão: 100%

Para que esse parâmetro seja exibido, o modo automático para alarmes por tangente delta deve estar habilitado.

Parâmetro de porcentagem para alarme automático por tangente delta muito alta

Faixa de ajuste: 0 a 1000 %

Padrão: 200%



Para que esse parâmetro seja exibido, o modo automático para alarmes por tangente delta deve estar habilitado.

5.5.4 Temporização do alarme

Parâmetro de temporização para alarme de corrente de fuga alta

Configura o tempo de retardo para emissão do alarme.

Faixa de ajuste: 0 a 3600 s

Padrão: 60 s

Parâmetro de temporização para alarme de corrente de fuga muito alta

Configura o tempo de retardo para emissão do alarme.

Faixa de ajuste: 0 a 3600 s

Padrão: 30 s

As configurações a seguir só serão exibidas caso “Parâmetro de habilitação do TRIP de corrente” esteja ativado.

Parâmetro de temporização para disparo (TRIP) por corrente de fuga alta

Configura o tempo de retardo para atuação do relé de TRIP pelo alarme de corrente de fuga alta.

Faixa de ajuste: 0 a 3600 s

Padrão: 75 s

Parâmetro de temporização para disparo (TRIP) por corrente de fuga muito alta

Configura o tempo de retardo para atuação do relé de TRIP pelo alarme de corrente de fuga muito alta.

Faixa de ajuste: 0 a 3600 s

Padrão: 45 s

5.5.5 Limites manuais

Esses parâmetros só serão exibidos se os respectivos alarmes não estiverem configurados no modo automático.

5.5.5.1 Corrente de fuga – Alta

Parâmetro limiar manual de corrente de fuga alta – fase ‘x’

Seleção dos valores desejados para emissão de alarme de corrente de fuga alta.

Faixa de ajuste: 0,20 a 650,00 mA

Padrão: 80 mA

5.5.5.2 Corrente de fuga – Muito alta

Parâmetro limiar manual de corrente de fuga muito alta – fase ‘x’

Seleção dos valores desejados para emissão de alarme de corrente de fuga muito alta.



Faixa de ajuste: 0,20 a 650,00 mA

Padrão: 90 mA

5.5.5.3 Capacitância – Alta

Parâmetro limiar manual de capacitância alta – fase ‘x’

Seleção dos valores desejados para emissão de alarme de capacitância alta.

Faixa de ajuste: 50,0 a 6500,0 pF

Padrão: 515 pF

5.5.5.4 Capacitância – Muito alta

Parâmetro limiar manual de capacitância muito alta – fase ‘x’

Seleção dos valores desejados para emissão de alarme de capacitância muito alta.

Faixa de ajuste: 50,0 a 6500,0 pF

Padrão: 525 pF

5.5.5.5 Tangente delta – Alta

Parâmetro limiar tangente delta alta – fase ‘x’

Seleção dos valores desejados para emissão de alarme de tangente delta alta.

Faixa de ajuste: 0,010 a 65,000 %

Padrão: 0,7 %

5.5.5.6 Tangente delta – Muito alta

Parâmetro limiar tangente delta muito alta – fase ‘x’

Seleção dos valores desejados para emissão de alarme de tangente delta muito alta.

Faixa de ajuste: 0,010 a 65,000 %

Padrão: 1,05 %

5.5.6 Alarmes baseados em tendências

Tempo mínimo estimado para alarme de alta capacitância - fase A/B/C (dias):

Define um tempo mínimo para acionamento dos alarmes de tendência de capacitância alta nas fases A, B ou C

Faixa de ajuste: 1 a 365 dias

Padrão: 30 dias

Tempo mínimo estimado para alarme de capacitância muito alta - fase A/B/C (dias):

Define um tempo mínimo para acionamento dos alarmes de tendência de capacitância muito alta nas fases A, B ou C

Faixa de ajuste: 1 a 365 dias

Padrão: 30 dias

Tempo mínimo estimado para alarme de delta tangente alta - fase A/B/C (dias):

Define um tempo mínimo para acionamento dos alarmes de tendência de tangente delta alta nas fases A, B ou C



Faixa de ajuste: 1 a 365 dias

Padrão: 30 dias

Tempo mínimo estimado para alarme de delta tangente muito alta - fase A/B/C (dias):

Define um tempo mínimo para acionamento dos alarmes de tendência de tangente delta muito alta nas fases A, B ou C

Faixa de ajuste: 1 a 365 dias

Padrão: 30 dias

5.6 Comandos

5.6.1 Controle e monitoramento dos bancos

Comando para reiniciar banco de referência

Faixa de ajuste: Sim ou Não

Padrão: Não

Comando para reiniciar banco de monitoramento

Faixa de ajuste: Sim ou não

Padrão: Não

5.6.2 Manutenção e limpeza

Comando de limpeza da memória de alarmes

Faixa de ajuste: Sim ou não

Padrão: Não

Comando de limpeza da memória de autodiagnósticos

Faixa de ajuste: Sim ou Não

Padrão: Não

Comando de reset da temperatura máxima

Faixa de ajuste: Sim ou não

Padrão: Não

Comando de limpeza do salto de temperatura

Faixa de ajuste: Sim ou não

Padrão: Não

5.6.3 Reset dos cálculos de tendência

Resetando os cálculos de tendência da capacitância na fase A/B/C

Faixa de ajuste: Sim ou não

Padrão: Não



Resetando os cálculos de tendência do delta tangente na fase A/B/C

Faixa de ajuste: Sim ou não

Padrão: Não

5.6.4 Reset das configurações de comunicação

Redefinição dos parâmetros da rede para o valor padrão

Faixa de ajuste: Sim ou não

Padrão: Não

Redefinição dos parâmetros seriais para o valor padrão

Faixa de ajuste: Sim ou não

Padrão: Não

5.6.5 Avançado

Comando para restaurar os valores *default* dos parâmetros de usuário

Faixa de ajuste: Sim ou Não

Padrão: Não

Comando para resetar o log de massa

Faixa de ajuste: Sim ou Não

Padrão: Não



6 Comissionamento para entrada em serviço

Uma vez efetuada a instalação dos equipamentos de acordo com este manual, a colocação em serviço deve seguir os passos básicos a seguir.

- ✓ Verificar a instalação elétrica de acordo com as recomendações deste manual. Checar a correção das ligações elétricas (por exemplo, através de ensaios de continuidade);
- ✓ Certificar-se de que nenhuma operação dos contatos irá interagir com outros sistemas, durante esta fase. Se necessário isolar todos os contatos de comando, alarme e desligamento;
- ✓ Efetuar toda a parametrização do BM, de acordo com as instruções deste manual;
- ✓ Reconectar os contatos que porventura tenham sido isolados;
- ✓ Após instalação é importante verificar o funcionamento dos LEDs, principalmente o status do equipamento através do seu respectivo LED (ver [Operação](#)).



7 Resolução de problemas

7.1 Autodiagnósticos

A tabela a seguir contém soluções recomendadas para os autodiagnósticos, caso o aviso persista ou volte a ocorrer após algum tempo, contate o suporte técnico da Treotech (ver [Atendimento ao cliente](#)).

Tabela 6 - Autodiagnósticos

Autodiagnósticos	Recomendação
Autodiagnóstico de sequência de fases	Verificar a instalação, esse autodiagnóstico indica que pode haver inversão de fases, ou seja, os cabos podem estar invertidos.
Autodiagnóstico de corrente do canal com alta diferença de frequência	Verificar a instalação, também pode indicar falha interna.
Autodiagnóstico de corrente do canal com corrente de fuga baixa	Verificar instalação, esse autodiagnóstico indica que pode haver erro na instalação ou cabos soltos.
Autodiagnóstico de tensão do canal com tensão baixa	Verificar instalação, esse autodiagnóstico indica que pode haver erro na instalação ou cabos soltos.
Autodiagnóstico de <i>offset</i> persistente na amostra de banco	Verificar o adaptador de TAP, a exibição desse autodiagnóstico pode indicar defeito no adaptador de TAP.
Autodiagnóstico de corrente do canal com <i>offset</i> fora dos limites	Verificar o adaptador de TAP, a exibição desse autodiagnóstico pode indicar defeito no adaptador de TAP.
Autodiagnóstico de somatória de corrente calculada com alta diferença de frequência	Verificar a instalação, também pode indicar falha interna.
Autodiagnóstico de somatória de corrente calculada com <i>offset</i> fora dos limites	Verificar o adaptador de TAP, a exibição desse autodiagnóstico pode indicar defeito no adaptador de TAP.
Autodiagnóstico de somatória de corrente medida com alta diferença de frequência	Verificar a instalação, também pode indicar falha interna.



Autodiagnóstico de somatória de corrente medida com <i>offset</i> fora dos limites	Verificar o adaptador de TAP, a exibição desse autodiagnóstico pode indicar defeito no adaptador de TAP.
Autodiagnóstico de disparidade entre frequências	Verificar a instalação, também pode indicar falha interna.
Autodiagnóstico de distorção harmônica total	Verificar a instalação, também pode indicar falha interna.
Autodiagnóstico de calibração do PT100	a) Verificar a existência de maus-contatos ou desconexões em todo o percurso dos cabos conectados aos terminais 1 e 2 do sensor de temperatura, incluindo a conexão ao BM, aos bornes de passagem e a conexão ao sensor.
Autodiagnóstico de leitura do PT100	b) Verificar se está sendo utilizado cabo blindado na ligação do sensor de temperatura ao BM.
Autodiagnóstico de leitura do cabo do PT100	c) Verificar que a blindagem do cabo de ligação do sensor de temperatura esteja aterrada somente em um lado da conexão e a outra extremidade isolada.
Autodiagnóstico de salto de temperatura	d) Substituir o sensor de temperatura defeituoso.
Autodiagnóstico de <i>overflow</i> na leitura do PT100	

7.2 Autodiagnósticos de falha interna

Em caso de ocorrência de qualquer um dos autodiagnósticos listados abaixo, é necessário reinicializar o BM. Isso pode ser feito removendo e reconectando a fonte de alimentação. Caso o autodiagnóstico persista ou volte a ocorrer após algum tempo, recomenda-se contatar o suporte técnico da Tretech (ver **Atendimento ao cliente**) para análise e orientação adequada.

Tabela 7 - Autodiagnósticos de falha interna

Falha interna
Autodiagnóstico de imprecisão geral nos ângulos de fase
Autodiagnóstico de inconsistência na somatória
Autodiagnóstico de falha na medição no conjunto de corrente
Autodiagnóstico de falha na medição no conjunto de tensão
Autodiagnóstico de corrente do canal com onda indeterminada
Autodiagnóstico de corrente do canal próxima à saturação do ADC



Autodiagnóstico de corrente do canal com imprecisão angular
Autodiagnóstico de somatória de corrente calculada com onda indeterminada
Autodiagnóstico de somatória de corrente calculada próxima à saturação do ADC
Autodiagnóstico de somatória de corrente calculada com imprecisão angular
Autodiagnóstico de somatória de corrente medida com onda indeterminada
Autodiagnóstico de somatória de corrente medida próxima à saturação do ADC
Autodiagnóstico de somatória de corrente medida com imprecisão angular
Autodiagnóstico de erro no circuito de calibração do sensor PT100
Autodiagnóstico de erro na flash interna
Autodiagnóstico de erro na flash externa
Autodiagnóstico de erro no sensor de temperatura interno na placa
Autodiagnóstico de erro no circuito RTC do relógio
Autodiagnóstico no circuito do relé de TRIP (acionamento seguro)
Autodiagnóstico de tensão do canal com onda indeterminada
Autodiagnóstico de tensão no canal próxima à saturação do ADC
Autodiagnóstico de tensão no canal com imprecisão angular
Autodiagnóstico de baixo aproveitamento estatístico
Autodiagnóstico de muitas amostras corrompidas no banco



8 Dados técnicos e ensaios de tipo

8.1 Dados técnicos

Tabela 8 - Dados técnicos

HARDWARE	
Tensão de alimentação	85...250 Vac/Vdc
Frequência	50/60 Hz
Consumo máximo	<12 W
Temperatura de operação	-40...85 °C
Grau de proteção	IP20
Fixação	Painel Trilho DIN
ENTRADAS	
Entradas de corrente (1 conjunto)	0...100 mA
Entradas de tensão trifásica (1 conjunto)	0...185 Vac
1 RTD	PT100 Ω a 0°C a 3 fios, faixa -55...200°C
SAÍDAS	
1x Relé de autodiagnóstico	Contato NF (Normalmente Fechado) Rigidez dielétrica: 4000Vrms 3 A a 125 VAC (NF) 3 A a 250 VAC (NF) 3 A a 30 VDC (NF)
1x Relé para TRIP	Contato NA (Normalmente Aberto) Rigidez dielétrica: 4000Vac 5 A a 125 VAC (NA) 5 A a 250 VAC (NA) 5 A a 30 VDC (NA)
2x Relés de sinalização	Contatos NA (Normalmente Aberto) Rigidez dielétrica: 4000Vac 5 A a 125 VAC (NA) 5 A a 250 VAC (NA) 5 A a 30 VDC (NA) A capacidade de condução do terminal comum é de 5A. Portanto, caso múltiplos relés sejam utilizados ao mesmo tempo, a soma de suas correntes deve respeitar este limite para evitar sobrecarga e superaquecimento da conexão.
INTERFACE DE COMUNICAÇÃO	
Protocolos de comunicação	DNP3 Modbus® RTU



Portas de comunicação	2 RS-485
Porta de configuração	1 RJ45
DIMENSÃO E PESO	DESCRIÇÃO
Dimensão	146,8 mm X 131,1 mm X 90 mm
Peso	Aprox. 1000g

8.2 Ensaios de tipo

Tabela 9 - Ensaios de tipo

IMUNIDADE A SURTOS DE ALTA ENERGIA (IEC 60255-26:2023)	
Modo diferencial	2 kV (+/-)
Modo comum	4 kV (+/-)
IMUNIDADE A TRANSITÓRIOS ELÉTRICOS (BURST DE 1 MHz, IEC 60255-26:2023)	
Valor de pico 1.º ciclo	2,5 kV (modo comum), 1 kV (modo dif.)
Frequência	1 MHz
Taxa de repetição	200 surtos/s
TENSÃO APLICADA (IEC 60255-26:2023)	
Rigidez dielétrica	2 kV em 60 Hz por 1 minuto
Impulso de tensão	5 kV (+/-)
IMUNIDADE A CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS IRRADIADOS (IEC 60255-26:2023)	
Frequência	80...2500 Mhz
Índice de modulação	80% e 1 kHz senoidal
Intensidade de campo	10 V/m
Alimentação	220 V / 60 Hz
IMUNIDADE A PERTURBAÇÕES ELETROMAGNÉTICAS CONDUZIDAS (IEC 60255-26:2023)	
Intensidade de campo	10 Vrms
Frequência	0.15 a 80 MHz
Índice de modulação	80% e 1 kHz senoidal
Frequência de varredura	150 kHz a 80 MHz
Frequências fixas	27
Duração	20 s
Alimentação	220 V / 60 Hz
IMUNIDADE A CAMPOS MAGNÉTICOS DE FREQUÊNCIA INDUSTRIAL (IEC 61000-4-8)	
Intensidade e direção de campo magnético	30 A/m 3 eixos ortogonais
DESCARGAS ELETROESTÁTICAS (IEC 60255-26:2023)	
Descarga pelo ar	15 kV
Descarga por contato	220 V / 60 Hz
IMUNIDADE A TRANSITÓRIOS ELÉTRICOS RÁPIDOS (IEC 60255-26:2023)	
Alimentação, entradas e saídas (Classe A)	4 kV (+/-)
Saída de corrente	2 kV (+/-)
EMIÇÃO CONDUZIDA (IEC 60255-26:2023)	
Limites de emissão conduzida (Classe A)	79 dB (uV) @ 150 kHz...500 kHz (QP)
	73 dB (uV) @ 500 kHz...30 MHz (QP)
	66 dB (uV) @ 150 kHz...500 kHz (AV)
	60 dB (uV) @ 500 kHz...30 MHz (AV)
EMIÇÃO IRRADIADA (IEC 60255-25)	
Limites de emissão irradiadas (Classe B)	50 dB (uV/m) @ 30 MHz...230 MHz (QP)
	57 DB (uV/m) @ 230 MHz...1 GHz (QP)
FALHA DE ALIMENTAÇÃO (IEC 61000-4-11)	
Variação de amplitude	0...80% de amplitude



MANUAL DO PRODUTO

Ciclos afetados	½...300 ciclos
Alimentação	85 V...265 V - 50/60 Hz
Interrupções curtas	5 segundos 85 V e 265 V 50/60 Hz
SUPOORTABILIDADE AO FRIO (IEC 60068-2-1)	
Temperatura	-40°C
Tempo de teste	16 horas
SUPOORTABILIDADE A CALOR SECO (IEC 60068-2-2)	
Temperatura	+85 °C
Tempo de teste	16 horas
SUPOORTABILIDADE A CALOR ÚMIDO (IEC 60068-2-78)	
Temperatura e umidade relativa	+40 °C...85% UR
Tempo de teste	24 horas
CICLO TÉRMICO (IEC 60068-2-14)	
Faixa de temperatura	-40...85 °C
Tempo total de teste	120 horas
RESPOSTA À VIBRAÇÃO (IEC 60255-21-1)	
Modo de aplicação	Senoidal
Amplitude e faixa de frequência	0,075 mm (10...59 Hz) 1 G (59...150 Hz)
Duração	8 min/eixo
DURABILIDADE À VIBRAÇÃO (IEC 60255-21-1)	
Modo de aplicação	Senoidal
Amplitude e faixa de frequência	2G (10...150 Hz)
Duração	160 min/eixo



9 Especificações para pedido

No pedido de compra do produto é necessário especificar:

- ✓ Nome do produto;
- ✓ Quantidade;
- ✓ Acessórios.





Treotech[®]

Treotech Tecnologia

Rua José Alvim, 112, Centro

Cep 12940-750 – Atibaia/SP

+55 11 2410 1190

www.treotech.com.br