

MANUAL DO PRODUTO



Treetech

BM

Monitor de Buchas



Sumário

1	Prefácio	1
1.1	Informações legais	1
1.1.1	Isenção de responsabilidade	1
1.2	Apresentação	1
1.3	Convenções tipográficas	1
1.4	Informações gerais e de segurança	1
1.4.1	Simbologia de segurança	1
1.4.2	Simbologia geral	2
1.4.3	Perfil mínimo recomendado para o operador e mantenedor do BM	2
1.4.4	Condições ambientais e de tensão requeridas para instalação e operação	3
1.4.5	Instruções para teste e instalação	4
1.4.6	Instruções para limpeza e descontaminação	4
1.4.7	Instruções de inspeção e manutenção	5
1.5	Atendimento ao cliente	6
1.6	Termo de garantia	7
2	Introdução	8
2.1	Características e funções	9
2.1.1	Entradas	10
2.1.2	Saídas	10
2.1.3	Comunicação	10
2.2	Campo de aplicação	10
2.3	Filosofia básica de funcionamento	12
2.4	Uso Pretendido	14
2.5	Detecção de defeitos com evolução rápida em buchas	14
2.6	Recomendações dos limiares de alarme de capacitância e tangente delta	16
2.6.1	Capacitância	16
2.6.2	Tangente Delta	17
3	Projeto e Instalação	19
3.1	Topologia do sistema	19
3.2	Instalação mecânica	20
3.2.1	Adaptador de tap de medição	20
3.2.2	Módulo de medição - BM-MM	22
3.2.3	Módulo de interface - BM-HMI	23
3.3	Instalação elétrica	24
3.3.1	Terminais de entrada e saída	24
3.3.2	Diagramas de aplicação	29
3.4	Precauções	34
4	Operação	35
4.1	Parametrização do Módulo de Medição - BM-MM	35
4.2	Operação local do Monitor de Buchas - BM-HMI	37
4.3	LEDs de sinalização	37
4.4	Teclas de operação e programação	38
4.5	Display	38
4.6	Ajuste de contraste do display	39
4.7	Teclas de indicações	39
4.8	Telas de alerta	44
5	Menus de parametrização	45
5.1.1	Para acessar um menu	46



5.1.2	Após acessar o menu desejado:	46
5.2	Mapa de parâmetros	47
5.2.1	Menu Idioma	48
5.2.2	Menu Alarmes	48
5.2.3	Menu de Alarmes por Corrente de Fuga.....	51
5.2.4	Menu de Programação dos Relés	54
5.2.5	Menu Módulo de Medida	54
5.2.6	Menu de Ajuste do Relógio	58
5.2.7	Menu Configurações Avançadas	58
6	 Procedimento para colocação em serviço	64
7	 Resolução de problemas	66
7.1	O BM-HMI apresenta mensagens de autodiagnóstico em seu display	66
7.2	Consulta de versão de <i>firmware</i> e memória das mensagens de autodiagnóstico.....	68
8	 Dados técnicos e ensaios de tipo	69
8.1	Dados técnicos.....	69
8.1.1	Módulo de Interface - BM-HMI	69
8.1.2	Módulo de Medição - BM-MM.....	70
8.1.3	Adaptador de tap.....	70
8.2	Ensaio de tipo.....	71
9	 Especificações para pedido	72



Índice de ilustrações

Figura 1 - Partes do Monitor de Buchas.....	8
Figura 2 - Vista superior de uma bucha condensiva	11
Figura 3 - Forma construtiva de uma bucha condensiva	11
Figura 4 - Circuito equivalente de uma bucha condensiva energizada.....	12
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	13
Figura 6 - Diagrama de Blocos de Interligação	19
Figura 7 - Partes constituintes do Monitor de Buchas - BM. (a) Adaptador para tap de teste ou de tensão; (b) Módulo de Medição - BM-MM; (c) Módulo de Interface - BM-HMI.	20
Figura 8 - Montagem do adaptador para tap capacitivo	20
Figura 9 - Adaptador instalado.....	21
Figura 10 - Adaptador de rosca BSPxPG.....	22
Figura 11 - Dimensional módulo de medição - BM-MM.....	22
Figura 12 - Dimensional módulo de interface - BM-HMI	23
Figura 13 - Detalhes de conexão e aterramento da blindagem dos cabos de medição de correntes de fuga, utilizando bornes curto-circuitáveis.	26
Figura 14 - Detalhes de conexão e aterramento da blindagem dos cabos de interligação entre Módulos de Medição e Módulo de Interface.	27
Figura 15 - Detalhes de conexão e aterramento dos cabos e blindagem entre Pt100 e BM-HMI.....	28
Figura 16 - Diagrama de Ligação do BM-HMI, o módulo de interface do BM.....	30
Figura 17 - Diagrama de aplicação do BM-MM o módulo de medição do BM.....	30
Figura 18 - Diagrama básico de ligação para aplicação a um transformador trifásico monitorando 3 conjuntos de buchas	31
Figura 19 - Diagrama básico de ligação para aplicação a um banco de transformadores monofásicos monitorando 2 conjuntos de buchas.....	32
Figura 20 - Diagrama básico de ligação para aplicação a um reator trifásico, monitorando 1 conjunto de buchas	33
Figura 21 - Programação de endereço no Módulo de Medição	35
Figura 22 - Painel Frontal do Módulo de Interface - BM-HMI	37
Figura 23: LEDs de Sinalização do Módulo de Interface - BM-HMI	37
Figura 24 - Tela de medições.....	45
Figura 25 - Tela de senha	45
Figura 26 - Confirmação da senha	46
Figura 27 - Tela de idiomas	46
Figura 28 - Diagrama de estruturação dos menus.....	47
Figura 29 - Comportamento do alarme por tangente delta no modo automático	61
Figura 30 - Tela de indicação do autodiagnóstico	66
Figura 31 - Detalhamento dos códigos de autodiagnóstico.....	66



Índice de tabelas

Tabela 1 - Condições de operação.....	3
Tabela 2 - Entradas do BM-MM	24
Tabela 3 - Saídas do BM-MM	25
Tabela 4 - Entradas do BM-HMI	27
Tabela 5 - Saídas do BM-HMI	28
Tabela 6 - Endereços de programação	35
Tabela 7 - Combinações possíveis do painel de LED.....	36
Tabela 8 - Indicações principais.....	40
Tabela 9 - Indicações auxiliares.....	41
Tabela 10 - Faixa de medição do Módulo de Medição	65
Tabela 11 - Módulo de Interface - BM-HMI	69
Tabela 12 - Módulo de Medição - BM-MM.....	70
Tabela 13 - Adaptador de tap.....	70
Tabela 14 - Ensaio Efetuados.....	71



1 Prefácio

1.1 Informações legais

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

Este documento pertence à Treetech Tecnologia Ltda. 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 Treetech 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 Treetech 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 Treetech Tecnologia 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 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:



Aviso

Este símbolo 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.



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.

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 gás e umidade - 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 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)	Painel frontal IP50, parte traseira IP20
Altitude* (IEC EN 61010-1)	Até 2000 m
Temperatura (IEC EN 61010-1)	
Operação	-40...+85 °C
Armazenamento	-40...+85 °C
Umidade relativa (IEC EN 61010-1)	
Operação	5...95 % - Não condensada
Armazenamento	3...98 % - Não condensada
Flutuação de tensão da fonte (IEC EN 61010-1)	Até ±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...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.
2. A instalação, ajustes e operação do BM devem ser feitos por pessoal treinado e familiarizado com transformadores de potência com isolamento a óleo mineral ou vegetal, dispositivos de controle e circuitos de comando de equipamentos de subestações.
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.
4. Ao efetuar ensaios de rigidez dielétrica na fiação (tensão aplicada), desconectar os cabos de terra ligados ao terminal 17 do Módulo de Interface e ao terminal 1 do Módulo de Medição e desconectar o plug do adaptador de tap, isolando sua carcaça de qualquer parte aterrada. Do contrário seriam destruídas as proteções contra sobretensões existentes no interior dos aparelhos devido à aplicação de tensões elevadas durante longo período (por exemplo, 2 kV por 1 minuto).



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.

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.



1.4.7 Instruções de inspeção e manutenção



Não abra seu equipamento. Nele não há partes reparáveis pelo usuário. Isto deve ser feito pela assistência técnica Treetech, 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.

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



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.



Não tente acessar o menu de fábrica do equipamento (FABR). Ao realizar tentativas de acesso a esse menu com a senha incorreta, o display mostrará a mensagem VOID, após algumas tentativas, bloqueará por completo o acesso aos menus do equipamento e acarretará perda da garantia.



Todas as partes deste equipamento deverão ser fornecidas pela Treetech, 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 Treetech 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 caso esta recomendação não seja seguida.



1.5 Atendimento ao cliente

Você já conhece a nossa plataforma online 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.



1.6 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, 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 SPS 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

As buchas são acessórios aplicados em equipamentos de alta tensão com o objetivo de prover passagem à corrente elétrica entre o meio externo e o interior do equipamento, provendo também a isolamento necessária em relação à carcaça do equipamento. Alguns dos exemplos de aplicação mais comuns são transformadores de potência, reatores de derivação, transformadores de corrente e disjuntores de alta tensão tipo *dead-tank*.

Apesar de se tratar de um acessório dos diversos equipamentos citados, e de em geral seu custo individual ser relativamente pequeno quando comparado ao custo global do dispositivo, as buchas desempenham uma função essencial à operação do equipamento.

Por outro lado, as buchas estão sujeitas a esforços dielétricos consideráveis, e uma falha em sua isolamento pode se refletir em danos não somente à bucha, mas também ao equipamento a que está associada. Em casos extremos, uma falha dielétrica em uma bucha pode levar à total destruição do equipamento de alta tensão (no caso de um transformador de potência, por exemplo, os prejuízos em uma ocorrência deste porte podem ser de algumas centenas de vezes o custo da bucha que originou o problema).

O Monitor de Buchas da Treotech permite que seja efetuada de forma on-line, com a bucha energizada, a monitoração da capacitância e do fator de dissipação (tangente delta) da isolamento da bucha, que são importantes variáveis para a detecção prévia a deterioração do isolamento. Com isso, podem ser evitadas falhas potencialmente catastróficas ao se detectar os problemas ainda em fase incipiente.



Figura 1 - Partes do Monitor de Buchas



2.1 Características e funções

Monitoramento das buchas

O BM utiliza de módulos de engenharia desenvolvidos pela Treotech para monitorar o estado das buchas condensivas.

Hardware robusto

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

Operação de bucha reserva

Programação para entrada em operação de bucha reserva, em caso de bancos de transformadores monofásicos.

Proteção contra abertura do tap

Alarme indicador de atuação para proteção contra a abertura do tap da bucha.

Display tipo VFD (*Vacuum Fluorescent Display*)

Alto brilho, legível em quaisquer condições de iluminação e temperatura.

Adaptadores de tap

Conexão através de adaptadores aos taps de Teste ou Tensão das buchas capacitivas, além da capacidade inovadora de monitoração através de DPBs (Dispositivos de Potencial de Buchas).

Sistema modular

Configurável para monitoração de 3, 6 ou 9 buchas.

Temporização de alarmes

Alarmes por correntes de fuga das buchas altas ou muito altas com temporização ajustável, identificando defeitos de evolução rápida ou muito rápida e reduzindo o risco de falhas catastróficas.

Autodiagnóstico

Verificação da consistência dos alarmes de corrente de fuga alta e muito alta por meio da medição da somatória de correntes, com bloqueio de alarmes indevidos e indicação de autodiagnóstico em caso de detecção de inconsistência.

Histórico de dados

Relógio interno e memória não volátil para armazenamento de dados históricos de capacitância e tangente delta e para ocorrências de alarmes.

Ajuste automático de alarmes

Ajuste automático dos valores de alarme para correntes de fuga altas ou muito altas durante o período de aprendizado, com margem de segurança programada pelo usuário em porcentual.

Comunicação

Porta de comunicação serial selecionável para RS-485 ou RS-232 com protocolos Modbus e DNP3.

Compacto e versátil

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



2.1.1 Entradas

- ✓ Entradas para 2 sensores de temperatura Pt100, permitindo registro e correlação de variações na isolação com as oscilações da temperatura ambiente, do óleo, ou outras.

2.1.2 Saídas

- ✓ 7 contatos de saída configuráveis (NA ou NF) para alarmes por valores absolutos, por tendências de evolução elevadas ou correntes de fuga das buchas baixa, alta ou muito alta;
- ✓ 1 contato de saída fixo (NF) para autodiagnóstico;
- ✓ 2 saídas analógicas configuráveis para indicações remotas de capacitâncias e tangente delta. Faixa das saídas configurável: 0...1, 0...5, 0...10, 0...20 ou 4...20 mA.

2.1.3 Comunicação

- ✓ 1 porta de comunicação serial RS-485;
- ✓ 1 porta de comunicação serial RS-232;
- ✓ Protocolos de comunicação Modbus e DNP3.

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.

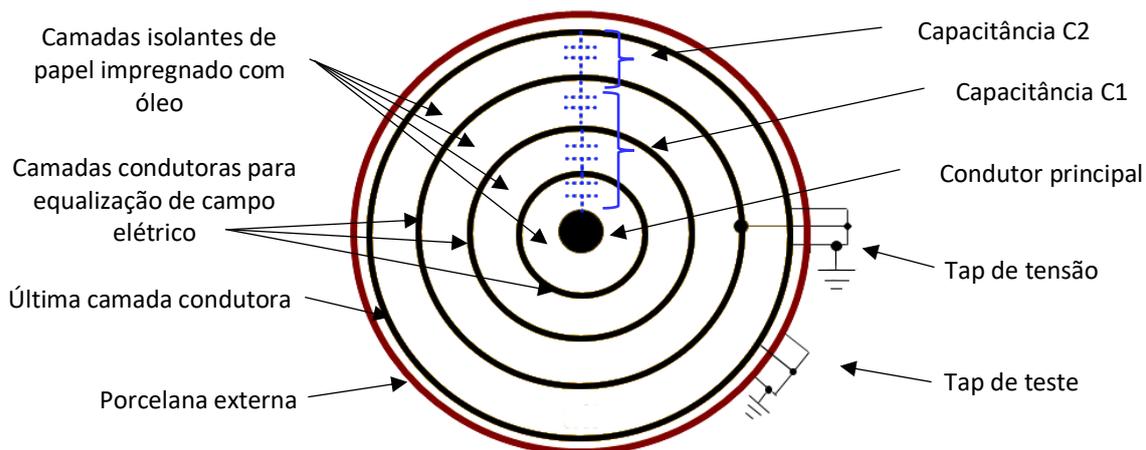


Figura 2 - Vista superior de uma bucha condensiva

Taps de Potencial e de Teste

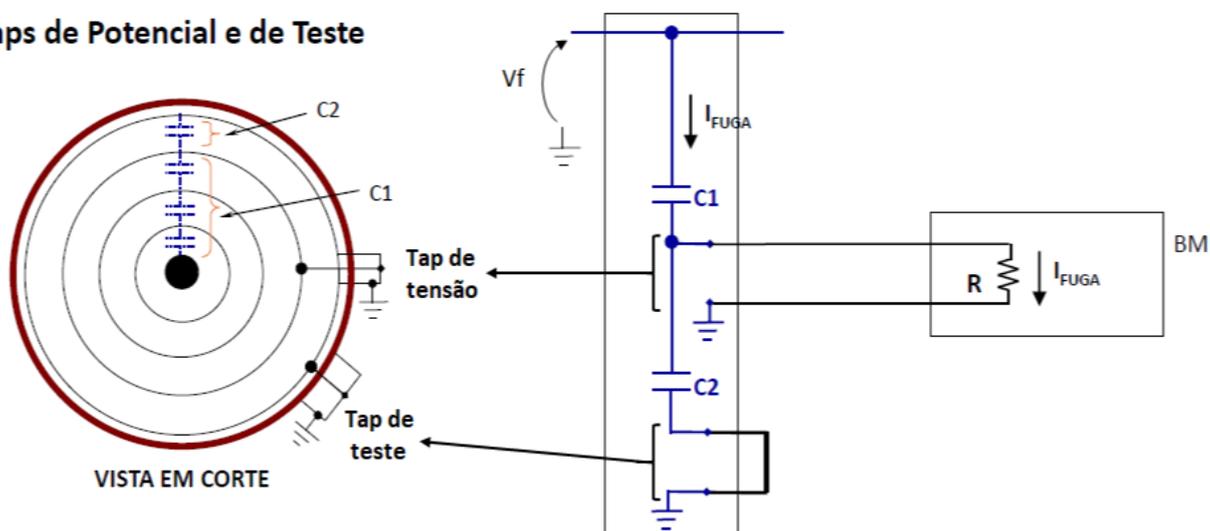


Figura 3 - Forma construtiva de uma bucha condensiva

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 isolação 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.

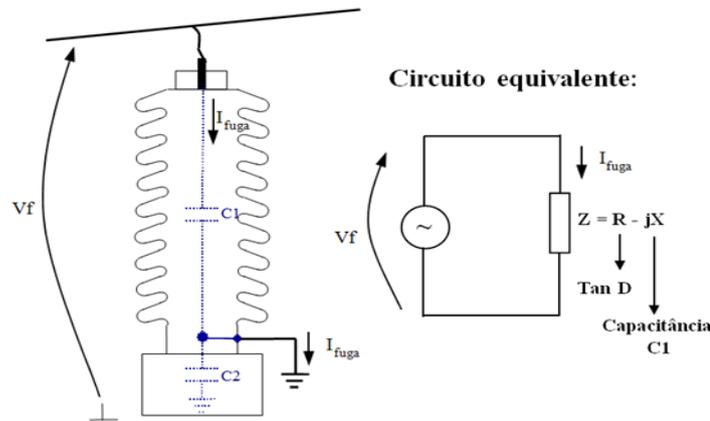


Figura 4 - Circuito equivalente de uma bucha condensiva energizada

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, passando pelo tap de teste ou tap de tensão, sendo esta corrente função da tensão fase-terra e da impedância da isolamento. Desta forma, qualquer alteração na impedância da isolamento (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. As alterações detectadas na corrente somatória são sempre atribuídas 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 simultâneas em duas ou três buchas do conjunto trifásico é bastante baixa.

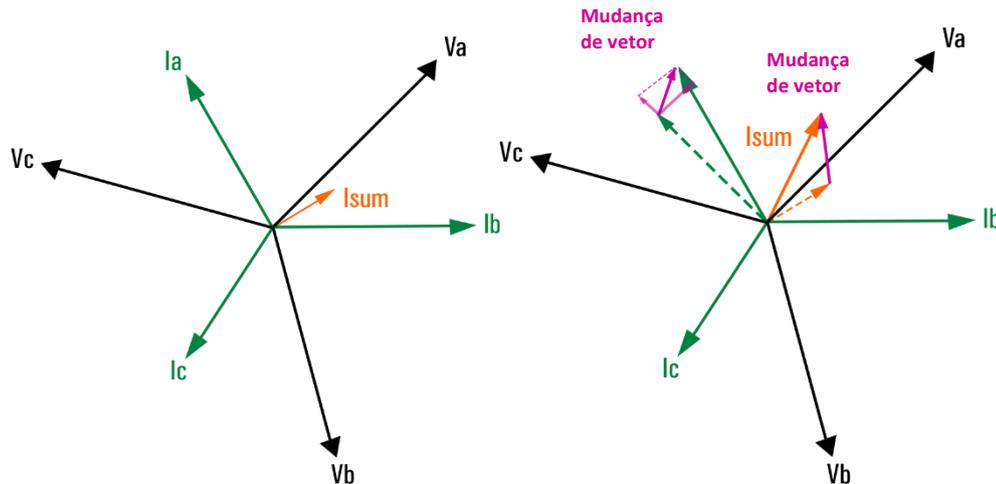


Figura 5 - Correntes de fuga e somatória de três buchas em um sistema trifásico; (a) Para uma dada condição inicial; (b) Com alteração na capacitância e fator de dissipação da bucha da fase A

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 de 10 dias após o início de operação do sistema de monitoramento. Já o processo de medição das alterações ocorridas, pelas mesmas razões, tem um tempo de resposta para alcançar a estabilização no valor final após um degrau de mudança na capacitância ou na tangente delta de aproximadamente 10 dias.

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 Uso Pretendido

O Monitor de Buchas (BM) da Treetech possibilita a monitoração de forma on-line, com a bucha energizada, a monitoração das variáveis como capacitância, fator de dissipação (tangente delta) e corrente de fuga nas buchas de transformadores. Essas variáveis críticas são essenciais para detecção antecipada de deterioração do isolamento. Ao detectar problemas em estágios iniciais, o BM evita falhas catastróficas, contribuindo para a integridade e desempenho dos equipamentos elétricos.

2.5 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 Treetech desenvolveu um método, com patentes requeridas mundialmente, para detecção e alarme de evolução rápida de defeitos em que a isolação 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.



2.6 Recomendações dos limiares de alarme de capacitância e tangente delta

Abaixo são apresentadas algumas orientações de apoio a parametrização do Monitor de Buchas - BM.

O objetivo principal não é sugerir ajustes para o BM, e sim dar orientações de como proceder em caso de alarmes. Porém as informações são interessantes pois os ajustes sugeridos acabam sendo mostrados de forma implícita e baseados em norma IEEE.

Para sanar dúvidas, as sugestões de ajustes implícitas no texto são:

- Capacitância alta: 2 a 3 % de aumento.
- Capacitância muito alta: 5 % de aumento.
- Tangente delta alta: 100 % de aumento.
- Tangente delta muito alta: 200 % de aumento.
- Alarmes por tendência: estes alarmes apresentam uma maior liberdade de ajuste, por isso não estão mencionados no manual, mas sempre é sugerido um ajuste de 7 a 14 dias.

Baseado nas normas IEEE C57.19.100-1995 e 2012 (Guia IEEE para Aplicações de Buchas de Equipamentos de Potência), alguns procedimentos são recomendados em caso de alertas da monitoração on-line de buchas.

Apesar da norma se referir a ensaios de tangente delta e capacitância off-line, tal qual era a prática na época em que essa fora escrita, o guia geral tem aplicação direta em buchas monitoradas on-line, como será mostrado a seguir. Textos sobre “Recomendações normativas” foram extraídos da seção 10.2.1 da IEEE C57.19.100-1995. Textos no sobre “Aplicação para monitoramento on-line” são sugestões da Treotech.

Abaixo será mostrado o guia geral para o Monitor On-line de Buchas Condensivas.

2.6.1 Capacitância

2.6.1.1 Recomendações normativas

✓ IEEE C57.19.100-1995:

A capacitância da bucha deve ser medida em cada teste de fator de dissipação ou de potência e criteriosamente comparada os dados de placa e os resultados de testes anteriores das condições da bucha.

Isso é especialmente importante em relação às buchas condensivas multicamadas, nas quais um aumento de 5 % ou mais na capacitância medida inicialmente (ou do nameplate) já é motivo para se estudar se a bucha ainda está apta para o serviço continuado.



2.6.1.2 Aplicação para monitoramento on-line

- A capacitância da bucha é monitorada on-line e comparada aos níveis dos alarmes, que se baseiam no nameplate ou nos valores de testes anteriores mais uma margem;
- Se a capacitância aumentar 5 % a partir do valor inicial, será indicado o alarme de “Capacitância Muito Alta” no monitor de bucha. (A menos que o usuário o tenha programado de maneira diferente).
- Se o alarme de “Capacitância Muito Alta” disparar, a bucha deve ser retirada de serviço;
- Além do alarme de capacitância mencionado acima, o monitor de buchas possui dois outros níveis de alerta antes do extremo “Capacitância Muito Alta”.
- O primeiro nível é o alarme de “Tendência de aumento na Capacitância”, que é um alerta avançado indicando que um alarme de “Capacitância Alta” deve ocorrer no futuro. Nesse caso, observe a evolução da capacitância para saber se está atingirá o nível de “Capacitância Alta”.
- O segundo nível é o alarme de “Capacitância Alta”, normalmente ajustado entre 2 % e 3 % acima da capacitância inicial. Nesse caso sugerimos um desligamento programado para realização de ensaios off-line. Se a alta capacitância for confirmada é aconselhável que se agende a remoção de serviço da bucha.

Recomendações práticas

Alarme alto:

- **Padrão:** 3 %
- **Recomendado:** 3 %

Alarme muito alto:

- **Padrão:** 5 %
- **Recomendado:** 5 %

2.6.2 Tangente Delta

2.6.2.1 Recomendações normativas

✓ IEEE C57.19.100-1995:

Se durante um período uma bucha apresentar aumento no fator de dissipação ou de potência, testes mais frequentes devem monitorar esta taxa de crescimento.

Se, a partir da medição inicial, o valor do fator de dissipação ou potência:

- Dobrar, deve-se aumentar a frequência dos testes ou retirar a bucha de serviço.
- Triplicar, deve-se retirar a bucha de serviço.

✓ IEC 60137:2008

O valor máximo permitido para Tangente Delta medido em fábrica é 0,7 % absoluto, sendo a bucha típica 0,35 % absoluto.



2.6.2.2 Aplicação para monitoramento on-line

Recomendações práticas

Alarme alto:

- **Padrão:** 100 %
- **Recomendado:** o dobro do valor inicial (100 %) de variação ou 0,700 % em valor absoluto, o que for maior.

Alarme muito alto:

- **Padrão:** 200 %
- **Recomendado:** o triplo do valor inicial (200 %) de variação ou 1,050 % em valor absoluto, o que for maior.



Os valores mínimos são baseados em recomendações sobre uma bucha típica com tangente delta inicial de 0,350 %, conforme IEC 60317:2008.

O valor mínimo absoluto recomendado para “alarme de tangente delta alta”, de 0,7 %, é baseado na norma IEC 60137:2008 e se justifica pelo fato de que variações que ocorrem naturalmente no cálculo da tangente delta podem disparar alarmes indevidos se a configuração do alarme, baseada em um aumento de 100 % sobre o valor inicial, resultar em um valor absoluto muito baixo.

O valor mínimo absoluto recomendado para “alarme de tangente delta muito alta”, de 1,05 %, é sugerido a fim de manter a consistência e a proporcionalidade com o mínimo valor recomendado para o “alarme de tangente delta alta” (0,7 %).



3 Projeto e Instalação

3.1 Topologia do sistema

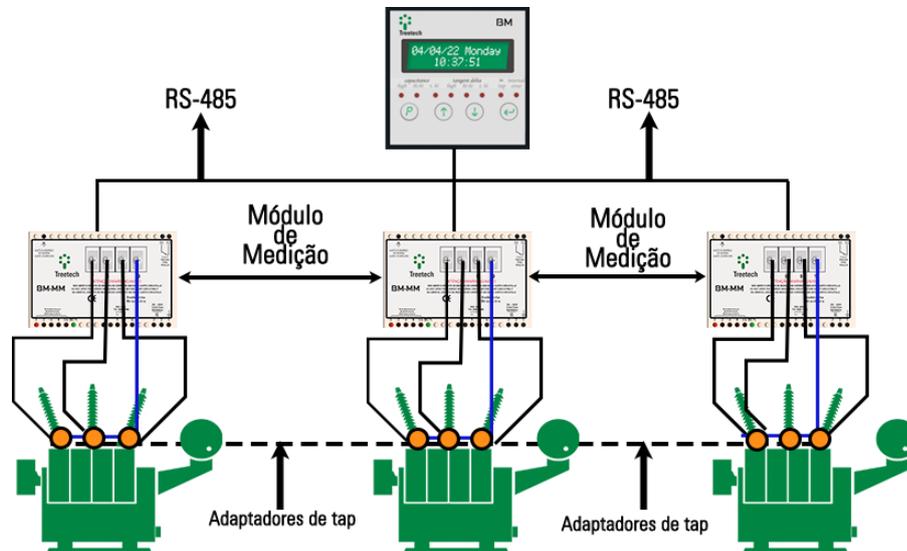


Figura 6 - Diagrama de Blocos de Interligação

O Monitor de Buchas - BM é constituído de 3 partes básicas:

- **Adaptador para tap de teste ou tap de tensão** - Provê a conexão elétrica ao tap da bucha, garantindo também sua rigidez mecânica e vedação contra intempéries. Incorpora proteções contra sobretensões e sobrecorrentes devido a fenômenos transitórios e a proteção contra abertura acidental do circuito de medição, evitando que o tap permaneça em aberto. A construção mecânica do adaptador varia, acompanhando os diferentes taps das buchas existentes no mercado;
- **Módulo de Medição - BM-MM** - Recebe as correntes de fuga de três buchas de um conjunto trifásico, efetua as medições destas correntes e um primeiro nível de processamento matemático e estatístico das informações, disponibilizando-as para o Módulo de Interface (BM-HMI) através de uma porta de comunicação serial RS-485;
- **Módulo de Interface - BM-HMI** - Recebe as informações de um, dois ou três módulos de medição (BM-MM), disponibilizando os valores atuais de capacitância e tangente delta de cada bucha nos displays frontais. Fornece também saídas analógicas (mA), contatos de alarme e portas de comunicação serial RS-485 e RS-232 disponíveis para o usuário. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** ilustra as interligações entre estas partes.

Também são necessários para a implementação do sistema de monitoração de buchas BM os seguintes itens:

- Cabo blindado trançado para interligação das portas de comunicação serial dos módulos de medição BM-MM e do Módulo de Interface - BM-HMI;



- Cabo blindado trançado para conexão entre os adaptadores de tap de bucha e os módulos de medição BM-MM.



Figura 7 - Partes constituintes do Monitor de Buchas - BM. (a) Adaptador para tap de teste ou de tensão; (b) Módulo de Medição - BM-MM; (c) Módulo de Interface - BM-HMI.

3.2 Instalação mecânica

Com exceção do adaptador de tap de bucha, os equipamentos do sistema de Monitoração de Buchas devem ser instalados protegidos das intempéries, abrigados no interior de painéis. Deve haver um sistema anti-condensação.

3.2.1 Adaptador de tap de medição

No início da operação do Monitor de Buchas - BM, será necessário parametrizar no equipamento os valores atuais de capacitância e tangente delta das buchas. No caso de buchas já em operação, será necessário efetuar a medição destes parâmetros de forma convencional, com a bucha desenergizada. Estas medições podem ser realizadas com os adaptadores de tap já instalados nas buchas, desde que no processo de medição a tensão no tap não ultrapasse 9 V de pico.

O adaptador de tap de medição de bucha tem suas dimensões variáveis, devido a diferenças na construção mecânica dos taps das buchas de diferentes fabricantes ou mesmo entre diferentes modelos de um mesmo fabricante.

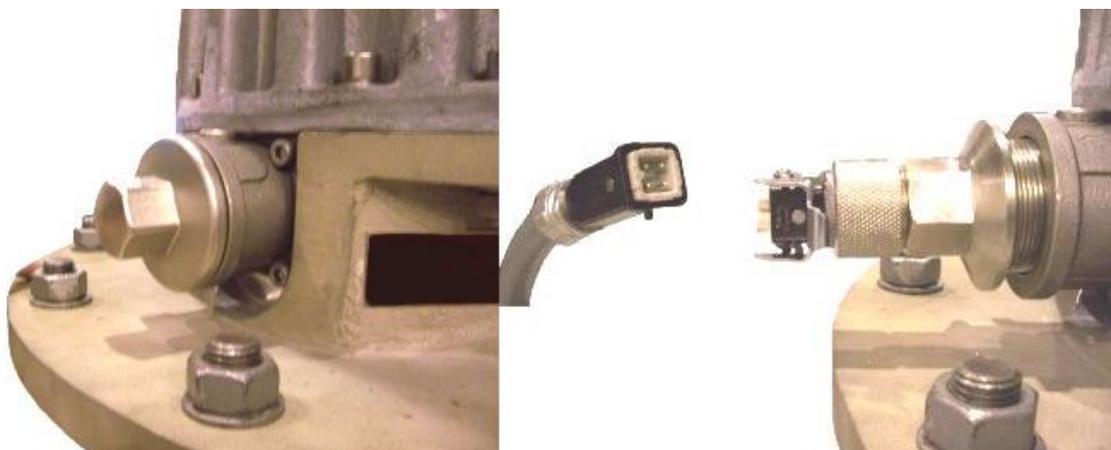


Figura 8 - Montagem do adaptador para tap capacitivo



O adaptador deve ser instalado com o transformador desenergizado. Após a passagem do cabeamento até a base da bucha, conectar os cabos à tomada de ligação, tomando cuidado com a numeração dos pinos dela. Após a montagem da tomada, deve-se retirar a tampa do tap capacitivo e conectar o adaptador, com a tomada desconectada, de acordo com a **Erro! Fonte de referência não encontrada.** O uso de força na conexão do adaptador não é necessário e pode causar danos ao tap da bucha. Para mais detalhes, confira na nossa wiki virtual o [procedimento de instalação dos adaptadores de tap](#).

Adaptadores de tap



Após a fixação do adaptador deve-se conectar a tomada ao adaptador. Depois de instalado deve-se realizar o procedimento para colocação em serviço.

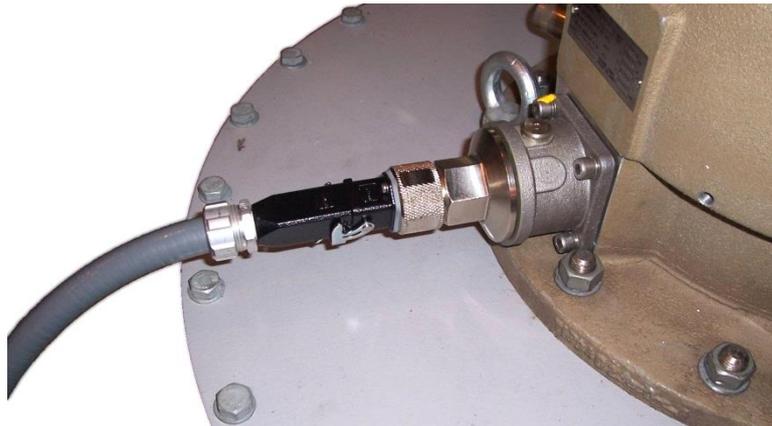


Figura 9 - Adaptador instalado



Durante a instalação do adaptador de tap, os seguintes cuidados devem ser tomados:

- Rosquear à mão, sem auxílio de ferramentas.
- Não apoiar, pisar ou pendurar objetos no adaptador de tap. Sempre ancorar o cabo ou conduíte em estrutura próxima para aliviar esforços mecânicos na tomada.

3.2.1.1 Adaptador de rosca BSP x PG

O adaptador de rosca BSPxPG é utilizado para conectar o adaptador de tap e o tubo que leva os circuitos eletrônicos até a bucha.

Material: Latão niquelado;

- **Rosca macho** PG11;
- **Rosca fêmea** BSP ½”.

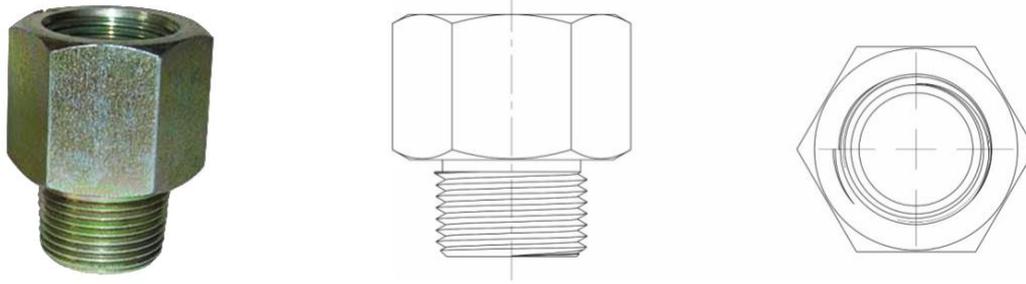


Figura 10 - Adaptador de rosca BSPxPG

3.2.2 Módulo de medição - BM-MM

O Módulo de Medição é adequado para fixação em trilho padrão DIN 35 mm, podendo estar localizado, por exemplo, em placas de montagem no interior de painéis. Na [Figura 11](#) são mostradas as principais dimensões do equipamento.

Se observadas as recomendações de aterramento da blindagem dos cabos de ligação, o Módulo de Medição pode ser instalado a uma distância de até 500 metros das buchas. De forma geral, o ele deve estar localizado o mais próximo possível das buchas a serem monitoradas, sendo o local ideal para a instalação do BM-MM o interior do painel de controle no corpo do transformador ou o painel centralizador do banco de transformadores, no caso de bancos de transformadores monofásicos.

Os terminais de ligação estão instalados na parte frontal do BM-MM. Podem ser utilizados cabos de 0,5 a 2,5 mm², nus ou com terminais do tipo “pino” (ou “agulha”) para os circuitos de alimentação e de comunicação serial. Para os cabos de medição das correntes de fuga provenientes dos taps das buchas devem ser utilizados terminais do tipo “olhal” de até 2,5 mm².

Para conexão do BM-MM e o adaptador de tap é recomendado o uso de cabos de 0,75 mm² nas aplicações até 50 m, acima dessa distância deverão ser avaliados requisitos de segurança da aplicação. Bitolas maiores de cabos devem ser utilizados na interligação entre o painel do transformador e do painel do Módulo de Medição - MM.

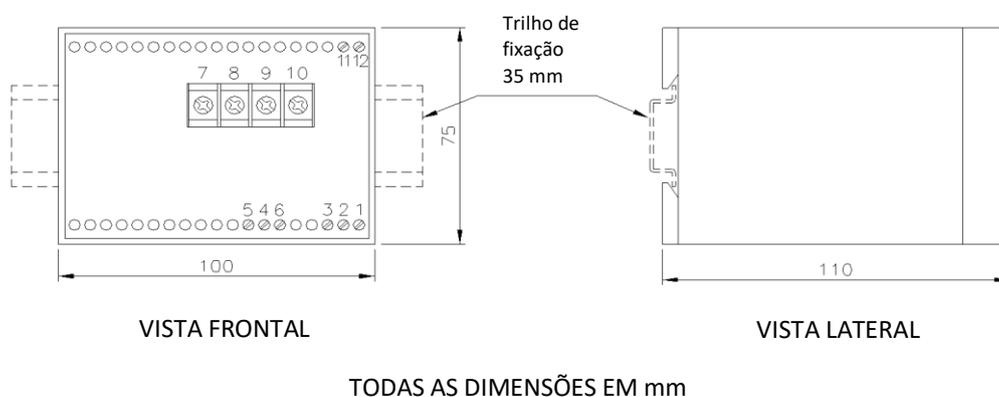


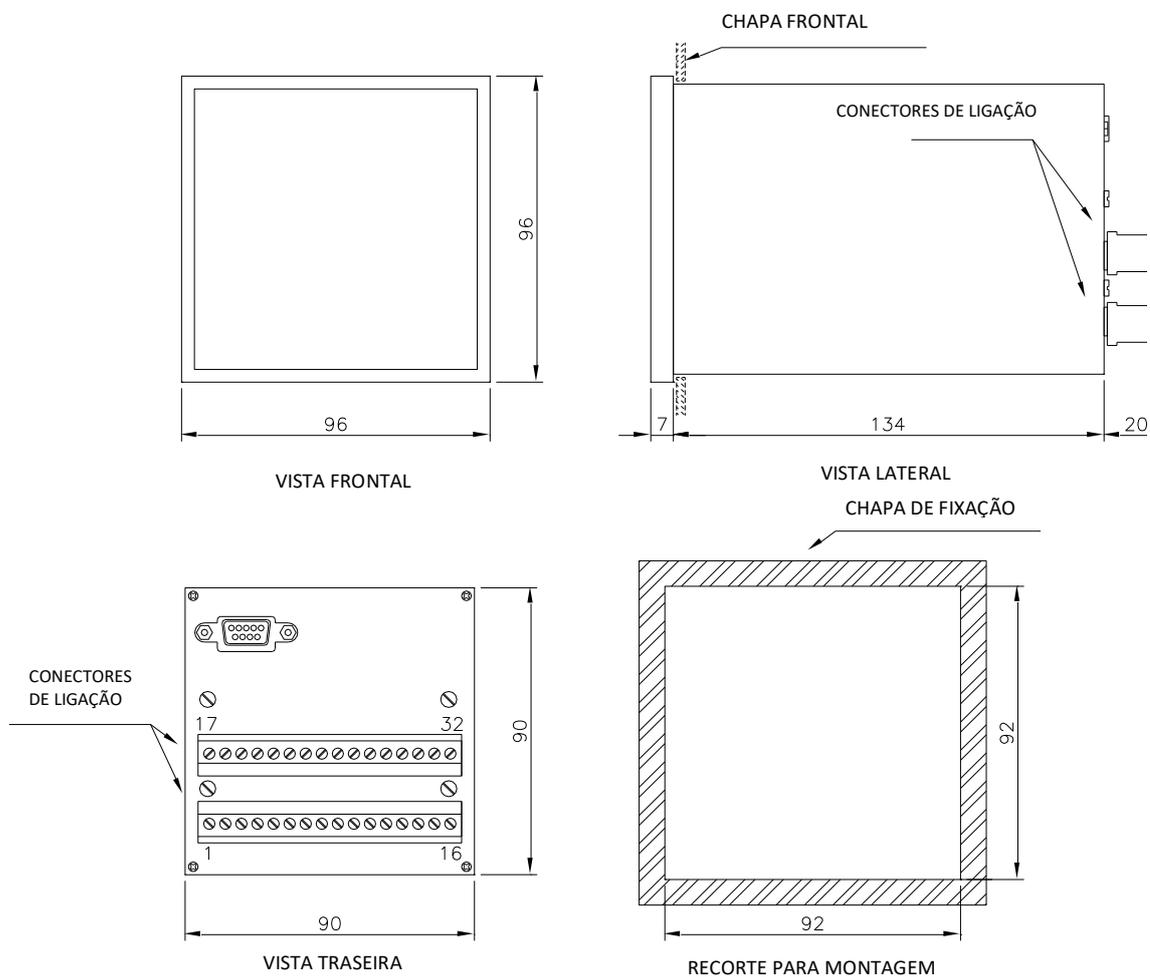
Figura 11 - Dimensional módulo de medição - BM-MM



3.2.3 Módulo de interface - BM-HMI

O Módulo de Interface - BM-HMI 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 Módulo. Na [Figura 12](#) são mostradas as principais dimensões do equipamento, bem como as dimensões do recorte na chapa para inserção dele. 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 BM-HMI, 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”).



TODAS AS DIMENSÕES EM mm

Figura 12 - Dimensional módulo de interface - BM-HMI



3.3 Instalação elétrica

3.3.1 Terminais de entrada e saída

3.3.1.1 Módulo de Medição - BM-MM

Tabela 2 - Entradas do BM-MM

Entradas	Terminais do BM-MM
1) Alimentação auxiliar e terra: Entrada para alimentação universal - 38 ~ 265 Vca/Vcc, 50/60 Hz, 5 W	1 - terra 2 - cc/ca 3 - cc/ca
2) Medição das correntes de fuga: Recebe as correntes de fuga das buchas, provenientes dos Adaptadores de tap. Há três entradas no total, uma para cada fase de um conjunto de buchas trifásico. O retorno das correntes de fuga para o terra se dá através de um terminal comum às três fases.	7 - Fase A 8 - Fase B 9 - Fase C 10 - Comum

Alimentação auxiliar e terra

O BM possui entrada de alimentação auxiliar universal (38 a 265 Vac/Vdc, 50/60 Hz) independente da entrada de medição de TP. É possível, no entanto, utilizar a própria tensão secundária do TP para alimentar o equipamento, através de um jumper externo conectando em paralelo a entrada de medição e a de alimentação. Neste caso deve ser levado em consideração o consumo do equipamento (8 W) e a potência do TP.

Alimentar o BM através dos serviços auxiliares da subestação é aconselhável em especial quando este está integrado a uma rede de comunicação serial para fins de coleta de dados para sistemas supervisórios ou de monitoramento.

Medição das correntes de fuga



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 aos módulos de medição, mas que sejam utilizados bornes intermediários do tipo curto-circuitável (como os utilizados para circuitos de transformadores de corrente). Vide Figura 13. Com isso é possível curto-circuitar os bornes intermediários e desviar as correntes de fuga, permitindo a retirada de operação do módulo de medição mesmo com as buchas energizadas.



O cabo de ligação entre o adaptador de tap e o Módulo de Medição deve ser do tipo par-trançado blindado. Para garantir a resistência mecânica deste cabo, não é recomendada a utilização de bitolas muito pequenas, de forma a reduzir a possibilidade de abertura acidental 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 Módulo de Medição 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. Caso o módulo de medição esteja instalado no painel de controle no próprio tanque do transformador, o aterramento da blindagem pode alternativamente ser efetuado no próprio painel de controle.

Tabela 3 - Saídas do BM-MM

Saídas	Terminais do BM-MM
1) Porta RS-485 - HMI: Conexão à porta RS-485 do Módulo de Interface. Podem ser conectados até três Módulos de Medição em um mesmo Módulo de Interface. O terminal 6 - Malha não deverá ser conectado em nenhum ponto, permanecendo aberto.	4 (+) 5 (-)
2) Relé de Autodiagnóstico: Contato livre de potencial (NF), sinaliza falha de alimentação, falha interna ou corrente de fuga baixa (possível perda de conexão ao tap da bucha). Ao energizar o Monitor de Buchas, este contato muda de estado, retornando à posição de repouso na ocorrência de falha.	11 e 12

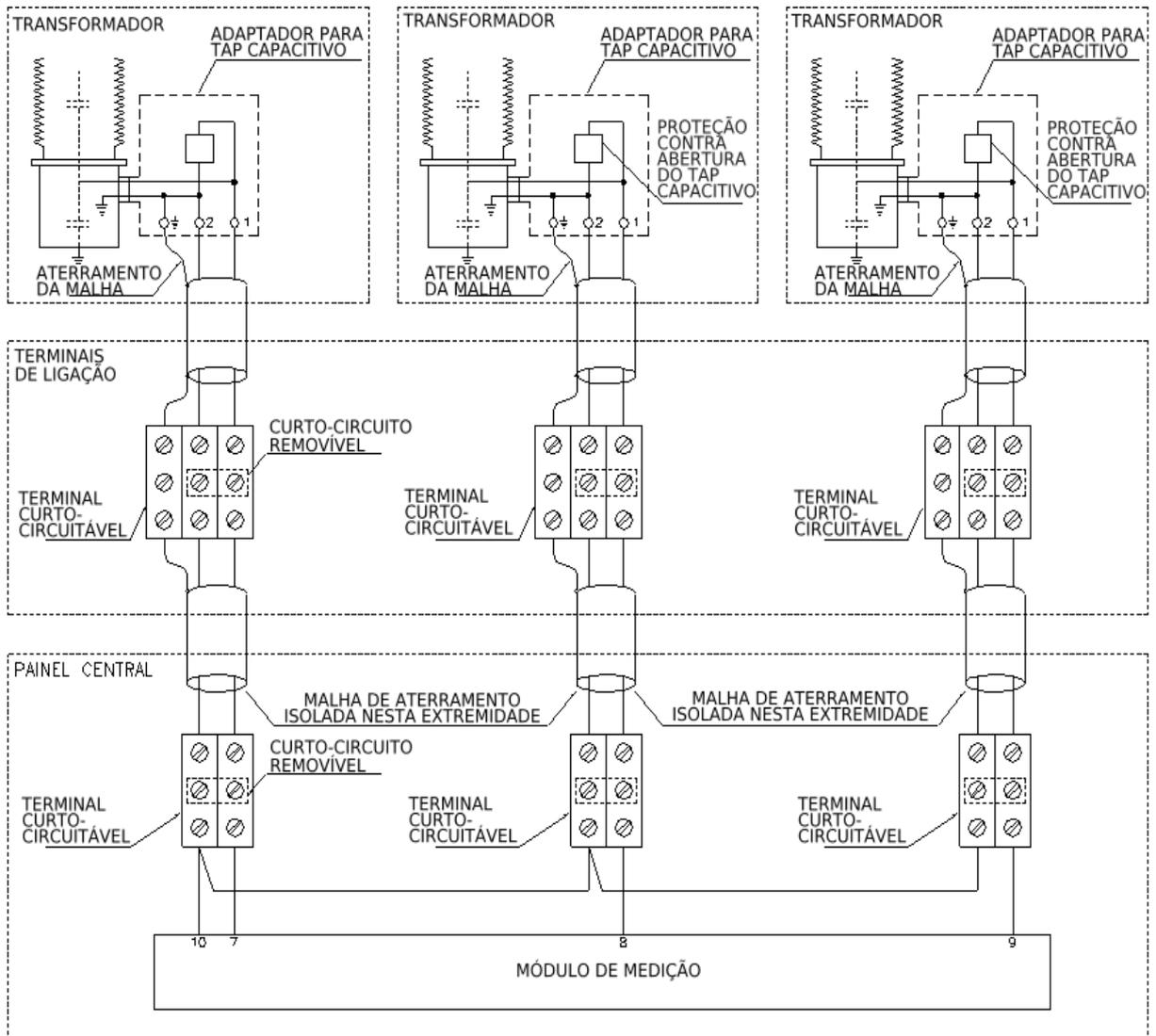


Figura 13 - Detalhes de conexão e aterramento da blindagem dos cabos de medição de correntes de fuga, utilizando bornes curto-circuitáveis.

Porta RS-485 - HMI

As portas de comunicação serial RS-485 de todos os módulos de medição devem ser interligadas por meio de um cabo de par trançado blindado, mantendo a malha sem interrupção até seu aterramento nas proximidades do Módulo de Interface - BM-HMI.

O trecho de cabo sem blindagem, devido à emenda, deve ser o mais curto possível.

3.3.1.2 Módulo de Interface - BM-HMI

Neste módulo estão disponíveis as seguintes entradas e saídas:



Tabela 4 - Entradas do BM-HMI

Entradas	Terminais do BM-HMI
1) Alimentação auxiliar e terra: Entrada para alimentação universal 38 ~ 265 Vca/Vcc, 50/60 Hz, 8 W	17 - terra 18 - cc/ca 19 - cc/ca
2) Entradas para RTDs: Esta entrada permite a conexão de até temperaturas adicionais, por exemplo, ambiente, comutador ou outras. A utilização dessas entradas é opcional. Quando utilizado somente o RTD B, deve-se utilizar um jumper externo entre os bornes 26 e 27 do BM-HMI, conforme diagrama de ligação.	RTD A 26, 27 e 28 RTD B 26, 27, 29 e 30 (vide diagrama de ligação)
3) Porta RS-485 - MM's: Conexão às portas RS-485 do(s) Módulo(s) de Medição, via cabo par-trançado blindado. A um mesmo Módulo de Interface podem ser conectados um, dois ou três Módulos de Medição.	20 (+) 21 (-)

Caso haja a necessidade de bornes intermediários para interligação da comunicação serial RS-485, entre os Módulos de Medição e o Módulo de Interface, e/ou do sensor RTD, também as blindagens dos cabos devem passar por bornes, evitando a interrupção delas. O trecho de cabo sem blindagem - devido à emenda - deve ser o mais curto possível. Ver Figura 13 e 14.

A distância máxima entre os extremos da rede de comunicação serial RS-485 deve ser 1300 metros, utilizando um resistor de terminação em cada extremo, no valor de 120 ohms.

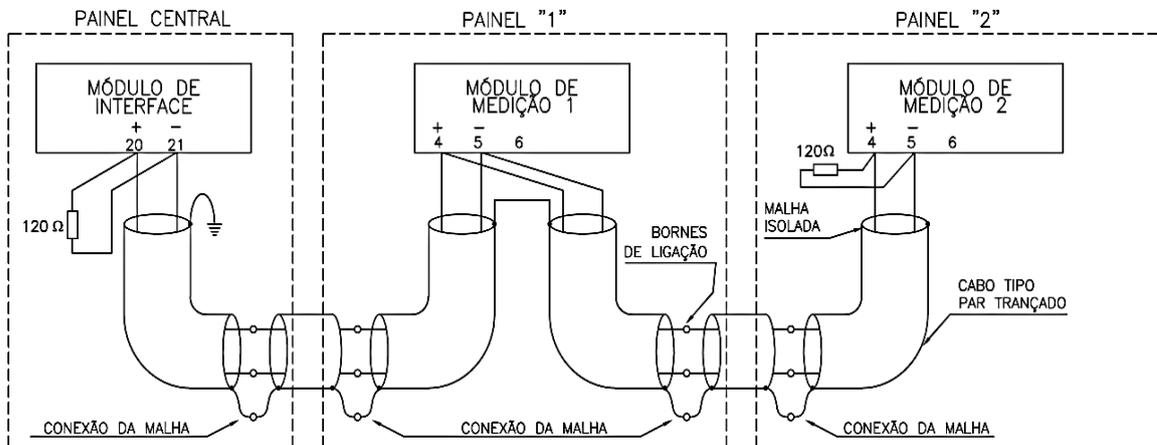


Figura 14 - Detalhes de conexão e aterramento da blindagem dos cabos de interligação entre Módulos de Medição e Módulo de Interface.

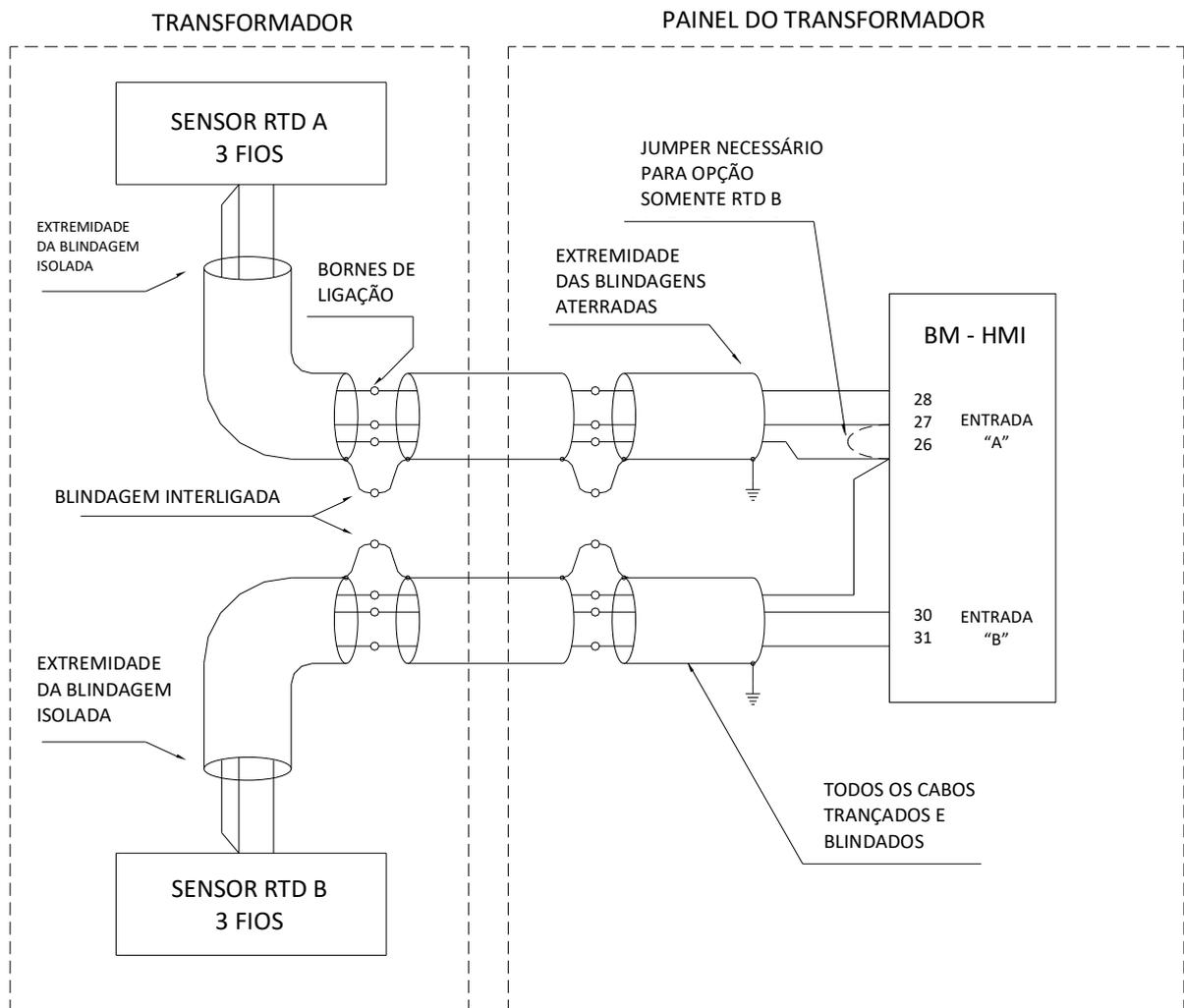


Figura 15 - Detalhes de conexão e aterramento dos cabos e blindagem entre Pt100 e BM-HMI.

Tabela 5 - Saídas do BM-HMI

Saídas	Terminais do BM-HMI
Saída Loop de Corrente: Saídas programáveis para indicação remota dos valores atuais de capacitância e tangente delta das buchas. Padrão de saída selecionado por software (0...1, 0...5, 0...10, 0...20 ou 4...20 mA).	22 (+) comum 23 (-) 24 (+) comum 25 (-)
Relé de Autodiagnóstico: Contato livre de potencial (NF), sinaliza falha de alimentação, falha interna ou nos cabos de conexão. Ao energizar o Monitor de Buchas, este contato muda de estado, retornando à posição de repouso na ocorrência de falha.	15 e 16
Relés de sinalização programáveis (NA): Contatos livres de potencial (NA), com função e modo de operação (NA ou NF) programáveis. Alarmes por valores altos, muitos altos ou ainda por tendências de elevação altas da capacitância e/ou tangente delta, programáveis através do menu.	1 e 2 - Relé 1 3 e 4 - Relé 2 9 e 10 - Relé 5 11 e 12 - Relé 6 13 e 14 - Relé 7



Relés de sinalização programáveis (NF): Contato livre de potencial (NF), com função e modo de operação (NA ou NF) programáveis. Alarmes por valores altos, muitos altos ou ainda por tendências de elevação altas da capacitância e/ou tangente delta, programáveis através do menu.	5 e 6 - Relé 3 7 e 8 - Relé 4
Porta RS-485 / RS-232 - Scada: Conexão com sistema de aquisição de dados, protocolos Modbus RTU ou DNP3, via cabo par-trançado blindado (RS-485) ou conector DB9 traseiro (RS-232).	31 (+) 32 (-) ou Conector DB9 (painel traseiro)

3.3.2 Diagramas de aplicação

O sistema de monitoração de buchas BM tem uma concepção modular, em que um Módulo de Interface pode receber informação de até três Módulos de Medição. Esta concepção permite que sejam feitas diversas combinações de aplicação em transformadores trifásicos, monofásicos, reatores, TCs ou combinações destes equipamentos. Nas figuras a seguir são apresentados alguns exemplos de possíveis esquemas de ligação dos Adaptadores de Tap, Módulos de Medição e Módulo de Interface.



Observar que caso existam transformadores ou reatores reserva, suas buchas somente serão monitoradas quando estes entrarem em serviço. Para isto, deve-se desconectar do módulo de medição o adaptador de tap da unidade que está sendo retirada de operação e conectar em seu lugar os cabos provenientes do adaptador do tap da bucha da unidade reserva



ATENÇÃO: Especial cuidado deve ser tomado para garantir que o tap de nenhuma das buchas em operação seja deixado em aberto, sob risco de graves danos à bucha e danos pessoais. Recomenda-se que mesmo nas buchas fora de operação o tap seja mantido aterrado, somente retirando-se o aterramento quando da sua reconexão ao módulo de medição.

Sempre que houver a substituição de qualquer bucha sendo monitorada é necessário que o BM atualize os valores iniciais de capacitância e tangente delta das buchas entrando em operação e que seja reiniciado o processo de aprendizado da referência inicial. Para facilitar essas operações pode ser utilizado o menu “Troca de Buchas”. Esse procedimento deve ser efetuado em quaisquer das situações exemplificadas abaixo:

- Entrada em operação da unidade reserva;
- Saída de operação da unidade reserva e retorno à operação da unidade normal;
- Substituição de qualquer bucha sendo monitorada por uma nova bucha.

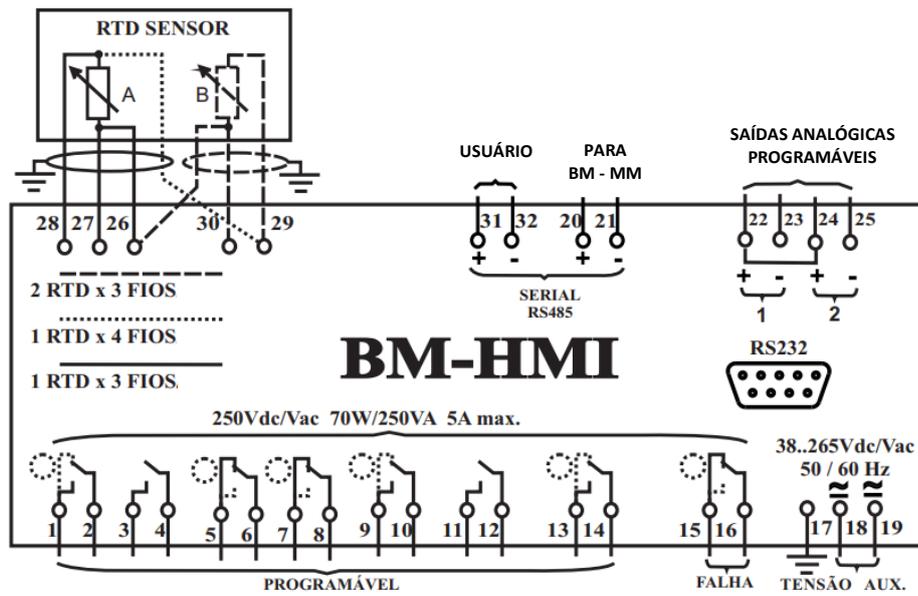


Figura 16 - Diagrama de Ligação do BM-HMI, o módulo de interface do BM

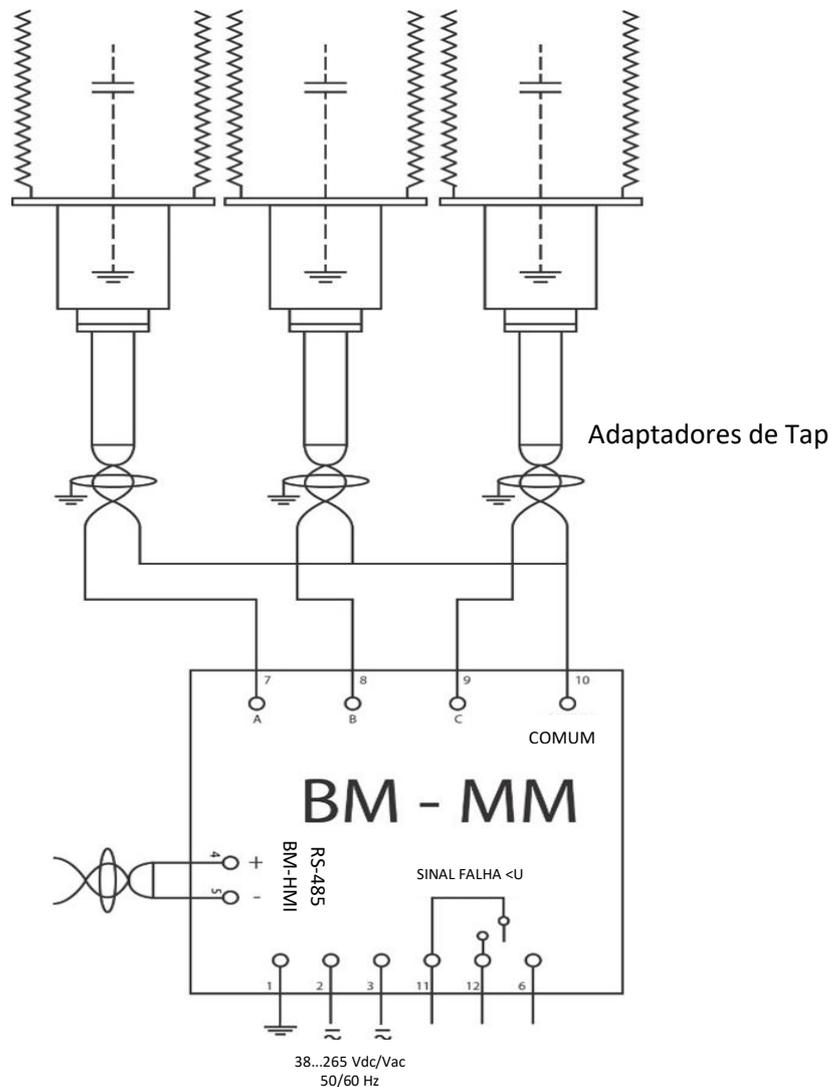


Figura 17 - Diagrama de aplicação do BM-MM o módulo de medição do BM

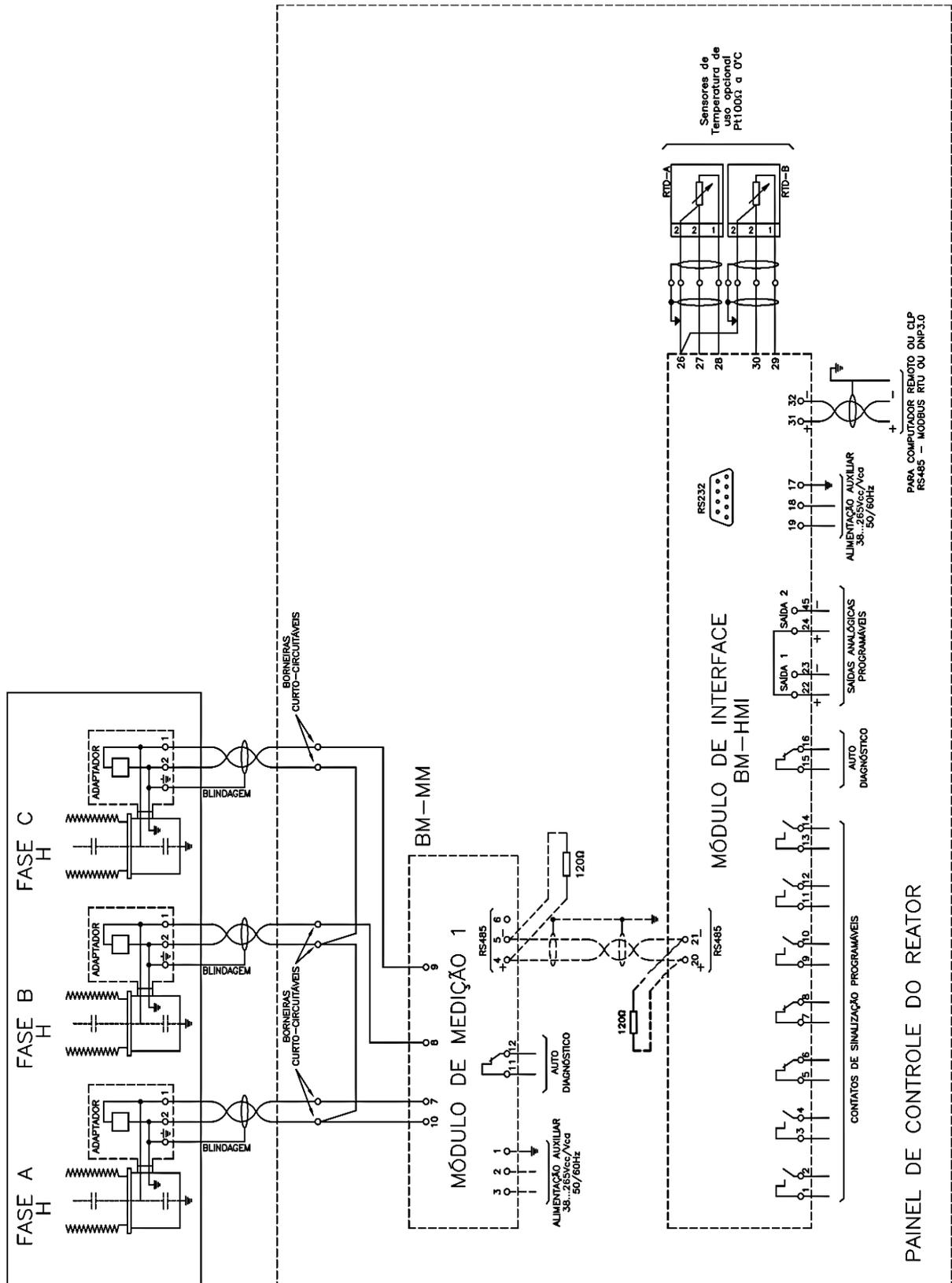


Figura 20 - Diagrama básico de ligação para aplicação a um reator trifásico, monitorando 1 conjunto de buchas



3.4 Precauções

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



Deverá ser utilizado um disjuntor imediatamente antes da entrada de alimentação (Alimentação universal - 38 ~ 265 Vca/Vcc, <8 W, 50/60 Hz), que corresponde aos pinos, 14 e 15 do BM. Este 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, e prover proteção térmica e elétrica aos condutores que alimentam o equipamento. O disjuntor 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.



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 1015-2006;
- 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 1015-2006.



A isolamento mínima para os circuitos ligados ao BM é de 300 Vrms para equipamentos e transdutores auxiliares, como Pt-100, TCs de janela (clip-on) alimentados pelo BM e para equipamentos com alimentação própria até 50 Vrms.

A isolamento mínima é de 1,7 kVrms para equipamentos alimentados até 300 Vrms, conforme a IEC EN 61010-1.

Estes valores são relativos à isolamento 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.



4 Operação

4.1 Parametrização do Módulo de Medição - BM-MM

Cada Módulo de Medição conectado a um mesmo Módulo de Interface deve possuir um endereço único, sem repetições. Os endereços devem ser programados de acordo com o conjunto de buchas conectado ao módulo, conforme tabela abaixo:

Tabela 6 - Endereços de programação

Conjunto de buchas	Endereço do Módulo de Medição
1	1
2	2
3	3

Caso existam apenas dois módulos de medição, serão programados apenas os endereços 1 e 2, o endereço 3 não existirá. Dessa forma, se existir apenas um módulo de medição, será programado apenas o endereço 1, os endereços 2 e 3 não existirão.

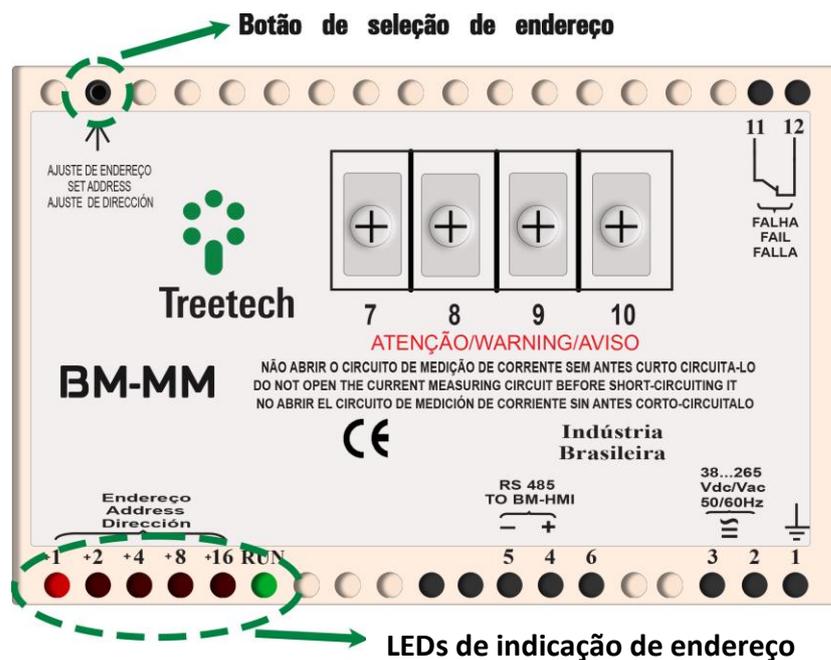


Figura 21 - Programação de endereço no Módulo de Medição

A programação do endereço em um Módulo de Medição é efetuada pressionando com um objeto com ponta (uma caneta, por exemplo) o botão situado na parte superior esquerda do módulo, como mostrado na figura. Para alterar o endereço, manter este botão pressionado. Após 3 segundos, o endereço começará a ser incrementado em uma unidade por segundo. Soltar o botão ao atingir o endereço desejado. Após atingir o endereço máximo (31), um novo incremento fará que o endereço retorne ao mínimo (1).



O endereço programado é visualizado através da combinação dos LEDs situados na parte esquerda inferior do módulo (vide Figura 21), como mostra a tabela a seguir. Os endereços de 4 a 31 são reservados para uso futuro.

Tabela 7 - Combinações possíveis do painel de LED

Endereço do Módulo de Medição	Estado dos LEDs (1=aceso, 0=apagado)				
	+1	+2	+4	+8	+16
1	1	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0
3	1	1	0	0	0
4	0	0	1	0	0
5	1	0	1	0	0
6	0	1	1	0	0
7	1	1	1	0	0
8	0	0	0	1	0
9	1	0	0	1	0
10	0	1	0	1	0
11	1	1	0	1	0
12	0	0	1	1	0
13	1	0	1	1	0
14	0	1	1	1	0
15	1	1	1	1	0
16	0	0	0	0	1
17	1	0	0	0	1
18	0	1	0	0	1
19	1	1	0	0	1
20	0	0	1	0	1
21	1	0	1	0	1
22	0	1	1	0	1
23	1	1	1	0	1
24	0	0	0	1	1
25	1	0	0	1	1
26	0	1	0	1	1
27	1	1	0	1	1
28	0	0	1	1	1
29	1	0	1	1	1
30	0	1	1	1	1
31	1	1	1	1	1



4.2 Operação local do Monitor de Buchas - BM-HMI

Todas as consultas de medições e programações do Monitor de Buchas podem ser realizadas através do painel frontal do Módulo de Interface - BM-HMI, mostrado na Figura 21.

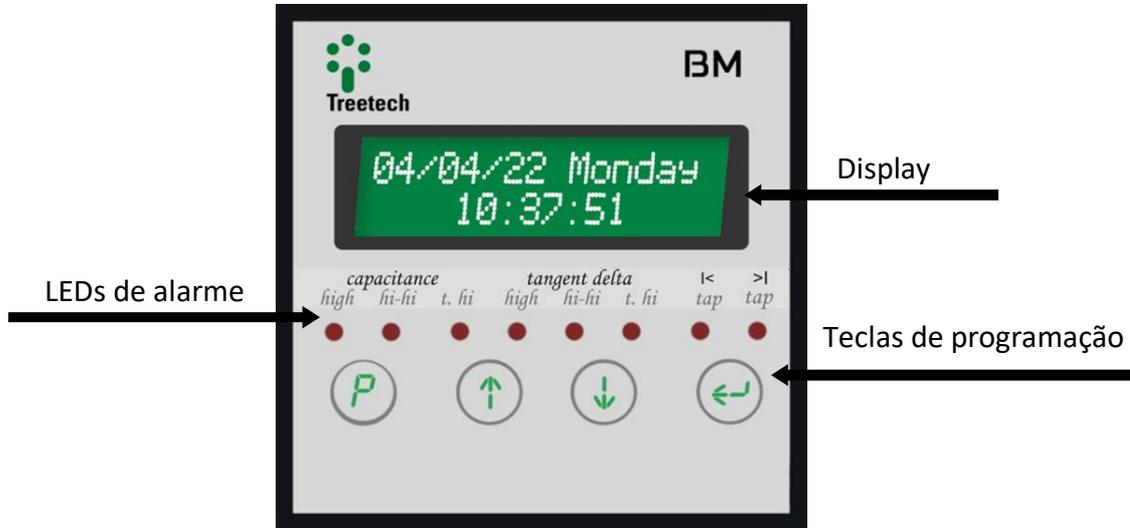


Figura 22 - Painel Frontal do Módulo de Interface - BM-HMI

4.3 LEDs de sinalização

Os LEDs de sinalização permitem a fácil visualização de eventuais alarmes e avisos, como mostra a figura abaixo.

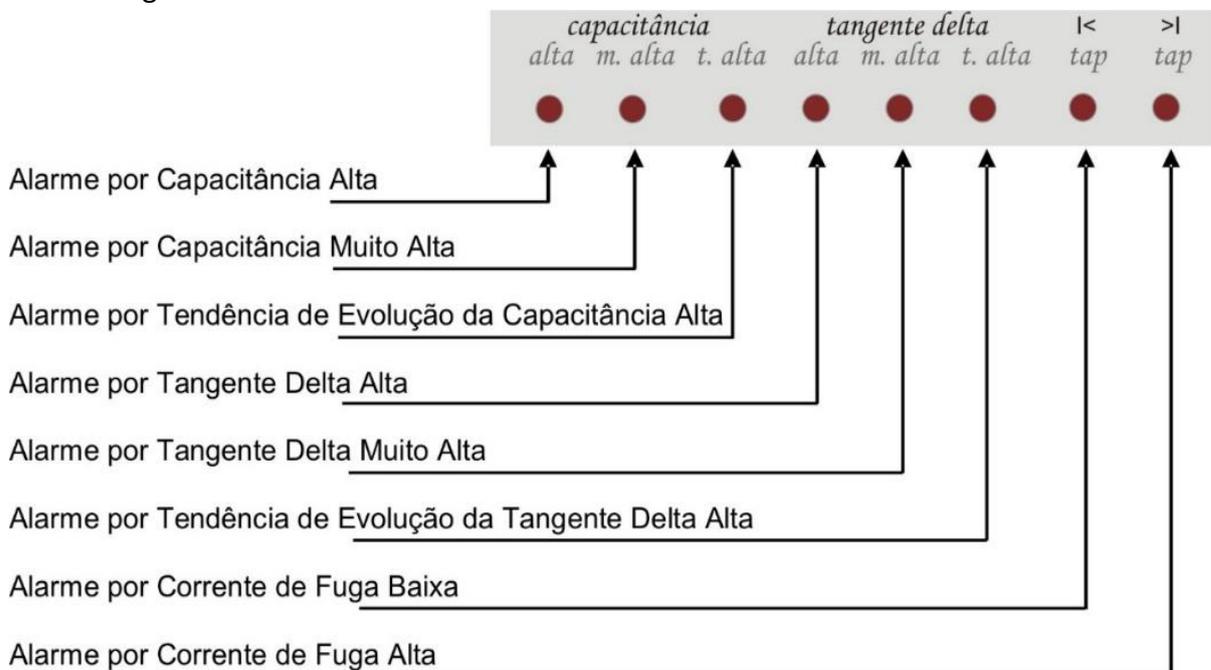


Figura 23: LEDs de Sinalização do Módulo de Interface - BM-HMI



4.4 Teclas de operação e programação

As teclas possuem as seguintes funções:

- Tecla de Programação:** Nas telas de medições, permite a consulta à versão de *firmware* do equipamento e o acesso à senha para entrar no menu de programação. Nos menus de programação, abandona o menu atual retornando para o menu de nível anterior. Se acionado durante a alteração de um parâmetro, retorna para o menu de nível anterior sem salvar a alteração efetuada.
- Tecla Sobe:** Navegação entre telas de medições e entre os menus e parâmetros de programação. Durante a edição de um parâmetro, incrementa o valor programado.
- Tecla Desce:** Navegação entre telas de medições e entre os menus e parâmetros de programação. Durante a edição de um parâmetro, diminui o valor programado.
- Tecla Enter:** Alterna os grupos de telas de medições, seleciona menus e parâmetros e salva os valores programados. Permite também o ajuste de brilho do display.

4.5 Display

Durante o modo normal de trabalho, o display do Módulo de Interface - BM-HMI indicará as grandezas medidas ou a data e hora do relógio interno, conforme a programação efetuada pelo usuário, dentre as opções:

- **Tela padrão**, onde o usuário determina qual tela deve ser indicada;
- **Forma sequencial**, onde as telas de medição são alternadas a intervalos de aproximadamente 10 segundos.

Independente do modo programado, as telas de medição podem ser consultadas manualmente utilizando as teclas e .

As telas de indicações do BM estão divididas em dois grupos: Indicações principais e Indicações auxiliares. A mudança entre os grupos de indicações pode ser efetuada através da tecla .

A sequência de telas dos dois grupos de indicações é mostrada no subcapítulo 4.7.

Caso ocorra alguma anomalia, o código de erro correspondente será indicado no display (ver Resolução de problemas).



4.6 Ajuste de contraste do display

O BM permite alterar o contraste de seu display em sete níveis de luminosidade utilizando o teclado de seu painel frontal. Seguir os seguintes passos para ajuste do contraste:



Nas telas iniciais de medições, pressionar e segurar a tecla  será mostrada a tela de ajuste do contraste.



Utilizar as teclas:  e  para aumentar e diminuir a luminosidade respectivamente.

Ao pressionar a tecla  e  será gravado o novo ajuste e o display retorna às telas de indicação.

4.7 Teclas de indicações

Durante a operação normal de trabalho, o BM indicará as grandezas medidas ou a data e hora do relógio interno, conforme programado pelo usuário. As formas de apresentação podem ser:

- Tela padrão, onde o usuário determina qual tela deve ser indicada;
- Forma sequencial, onde as sete telas de medição são mostradas, com intervalos de aproximadamente 15 segundos;
- Forma estática, onde uma tela é mostrada por tempo indeterminado.

Quando são utilizadas as opções de apresentação de tela padrão ou estática, o BM irá inverter (texto em negativo) e normalizar intermitentemente a iluminação dos pontos do display a fim de evitar o desgaste prematuro do display que seria causado pela apresentação de uma mesma imagem por longo tempo. Independente do modo programado, as telas de medição podem ser consultadas manualmente utilizando as teclas  e .

As telas de indicações do BM estão divididas em dois grupos: indicações principais e indicações auxiliares. Cada grupo conterá informações para os 3 conjuntos de medição. Apertar  para alternar entre eles.

As indicações principais mostram informações de valores de capacitância, tangente delta por fase e tempo para alarmes por capacitância e tangente delta alta e muito alta.



As indicações auxiliares mostram informações sobre aumento diário de capacitância e tangente delta, tensões de fase e linha, corrente por fase, corrente de fuga ABC, somatório de corrente e ângulo.

Nas telas de consulta, manter pressionada uma das setas é um atalho para ver as mesmas informações do outro conjunto.

Veja abaixo quais são as telas de consulta do BM:

Tabela 8 – Indicações principais

Indicações principais		
Data Dia da Semana Hora GMT	07/08/23 Segunda 09:44:57	↑ ↓
Capacitância por fase Conjunto de medição 1	Conj1 PF A:000.0 B:000.0 C:000.0	↑ ↓
Tangente delta por fase Conjunto de medição 1	Cj.1TD % A:000.0 B:000.0 C:000.0	↑ ↓
Tempo para alarme de capacitância alta Conjunto de medição 1	Conj1 Cap.Alta Fase A > 90 dias	↑ ↓
Tempo para alarme de capacitância muito alta Conjunto de medição 1	Conj1 Cap.M.Alta Fase A > 90 dias	↑ ↓
Tempo para alarme de tangente delta alta Conjunto de medição 1	Conj1 TandD Alta Fase A > 90 dias	↑ ↓
Tempo para alarme de tangente delta muito alta Conjunto de medição 1	Conj1 TD M.Alta Fase A > 90 dias	↑ ↓
Capacitância por fase Conjunto de medição 2	Conj2 PF A:000.0 B:000.0 C:000.0	↑ ↓
Tangente delta por fase Conjunto de medição 2	Cj.2TD % A:000.0 B:000.0 C:000.0	↑ ↓
Tempo para alarme de capacitância alta Conjunto de medição 2	Conj2 Cap.Alta Fase A > 90dias	↑ ↓



Tempo para alarme de capacitância muito alta Conjunto de medição 2	Conj2 Cap.M.Alt Fase A > 90 dias	↑ ↓
Tempo para alarme de tangente delta alta Conjunto de medição 2	Conj2 TandD Alta Fase A > 90 dias	↑ ↓
Tempo para alarme de tangente delta muito alta Conjunto de medição 2	Conj2 TD M.Alt Fase A > 90 dias	↑ ↓
Capacitância por fase Conjunto de medição 3	Conj3 PF A:000.0 B:000.0 C:000.0	↑ ↓
Tangente delta por fase Conjunto de medição 3	Cj.3TD % A:000.0 B:000.0 C:000.0	↑ ↓
Tempo para alarme de capacitância alta Conjunto de medição 3	Conj3 Cap.Alt Fase A > 90 dias	↑ ↓
Tempo para alarme de capacitância muito alta Conjunto de medição 3	Conj3 Cap.M.Alt Fase A > 90 dias	↑ ↓
Tempo para alarme de tangente delta alta Conjunto de medição 3	Conj3 TandD Alta Fase A > 90 dias	↑ ↓
Tempo para alarme de tangente delta muito alta Conjunto de medição 3	Conj3 TD M.Alt Fase A > 90 dias	↑ ↓

Tabela 9 – Indicações auxiliares

Indicações auxiliares		
Aumento diário de capacitância Conjunto de medição 1	Cj.1 PF/d A:0.00 B:0.00 C:0.00	↑ ↓



Aumento diário de tangente delta Conjunto de medição 1	Cj.1 %/d A:0.000 B:0.000 C:0.000	↑ ↓
Tensão de fase Conjunto de medição 1	Conj1 kV A:000.0 B:000.0 C:000.0	↑ ↓
Tensão de linha Conjunto de medição 1	Conj1 kV AB:00.0 BC:00.0 CA:00.0	↑ ↓
Corrente Conjunto de medição 1	Conj1 mA A:00.00 B:00.00 C:00.00	↑ ↓
Corrente de fuga ABC Conjunto de medição 1	Conj.1 Ifuga ABC 0° 000.0° 000.0°	↑ ↓
Somatório de corrente e ângulo Conjunto de medição 1	Conj1 As:000.0° Is: 00.000 mA	↑ ↓
Número de amostras Conjunto de medição 1	Conj.1 Referenc. Amostra: 0000	↑ ↓
Aumento diário de capacitância Conjunto de medição 2	Cj.2 µF/d A:0.00 B:0.00 C:0.00	↑ ↓
Aumento diário de tangente delta Conjunto de medição 2	Cj.2 %/d A:0.000 B:0.000 C:0.000	↑ ↓
Tensão de fase Conjunto de medição 2	Conj2 kV A:000.0 B:000.0 C:000.0	↑ ↓
Tensão de linha Conjunto de medição 2	Conj2 kV AB:00.0 BC:00.0 CA:00.0	↑ ↓
Corrente Conjunto de medição 2	Conj2 mA A:00.00 B:00.00 C:00.00	↑ ↓



Corrente de fuga ABC Conjunto de medição 2	Conj.2 Ifuga ABC 0° 000.0° 000.0°	↑ ↓
Somatório de corrente e ângulo Conjunto de medição 2	Conj2 As:000.0° Is: 00.000 mA	↑ ↓
Número de amostras Conjunto de medição 2	Conj.2 Referenc. Amostra:0000	↑ ↓
Aumento diário de capacitância Conjunto de medição 3	Cj.3 pF/d A:0.00 B:0.00 C:0.00	↑ ↓
Aumento diário de tangente delta Conjunto de medição 3	Cj.3 %/d A:0.000 B:0.000 C:0.000	↑ ↓
Tensão de fase Conjunto de medição 3	Conj3 kV A:000.0 B:000.0 C:000.0	↑ ↓
Tensão de linha Conjunto de medição 3	Conj3 kV AB:00.0 BC:00.0 CA:00.0	↑ ↓
Corrente Conjunto de medição 3	Conj3 mA A:00.00 B:00.00 C:00.00	↑ ↓
Corrente de fuga ABC Conjunto de medição 3	Conj.3 Ifuga ABC 0° 000.0° 000.0°	↑ ↓
Somatório de corrente e ângulo Conjunto de medição 3	Conj3 As:000.0° Is:00.000 mA	↑ ↓
Número de amostras Conjunto de medição 3	Conj.3 Referenc. Amostra:0000	↑ ↓



Observação: O Monitor de Buchas - BM não mede tensão, portanto as tensões de fase e linha são calculadas a partir das capacitâncias e corrente de fuga.



4.8 Telas de alerta

O BM pode exibir textos de alerta no seu display com o objetivo de informar o usuário sobre a ocorrência de determinados eventos, tais como alarmes ou erros de parametrização. As telas de alerta e os procedimentos a adotar serão mostrados no capítulo 7 - Resolução de problemas, em razão da função que as originou.

Autodiagnóstico IHM

A função de autodiagnóstico implementada no BM-HMI permite que eventuais defeitos externos ao equipamento, ou mesmo falhas internas, sejam detectados e diagnosticados, permitindo que na maioria dos casos o próprio usuário identifique e corrija os problemas com rapidez.



```
Autod. IHM
0000
```

Autodiagnóstico MM

Indica que ocorreu um erro em um dos módulos MM's, indicado pelo número do módulo e o código do erro correspondente.



```
Autod. MM1:0000
0000 0000
```



5 Menus de parametrização

Para garantir a correta operação da monitoração de buchas, devem ser ajustados no BM-HMI 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 pelas portas de comunicação serial RS-232 ou RS-485, disponíveis para o usuário no painel traseiro do aparelho.

Os parâmetros programáveis estão organizados em diversos submenus, inseridos em um menu principal com acesso protegido por senha. Dentro de cada submenu o usuário terá acesso a um conjunto de parâmetros que deverão ser ajustados de acordo com as necessidades de cada aplicação e características do transformador/buchas condensivas.

No mapa dos menus de parametrização mais adiante serão apresentadas todas as telas de parametrização possíveis. Para acessar o menu de parametrização do BM, basta seguir o procedimento abaixo:

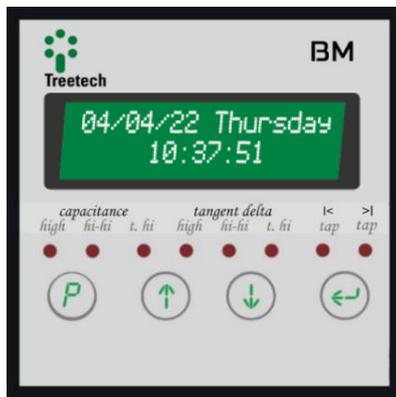


Figura 24 – Tela de medições



Figura 25 – Tela de senha

- 1) Em qualquer tela de indicação de medições, pressionar a tecla  por 5 segundos.
- 2) Será mostrada a tela de senha de acesso. Utilizando as teclas  e , ajustar a senha.

Obs: O número inicial mostrado nesta tela pode ser usado para recuperar a senha em caso de esquecimento. Informar o número ao nosso departamento de suporte técnico para decifrá-lo, caso necessário.

- 3) Utilizando as teclas  e , ajustar a senha de acesso ao menu principal (faixa de ajuste = 0 a 999). O valor de fábrica da senha é 0 (zero), e a senha pode ser alterada pelo usuário (ver menu configuração).



Figura 26 – Confirmação da senha

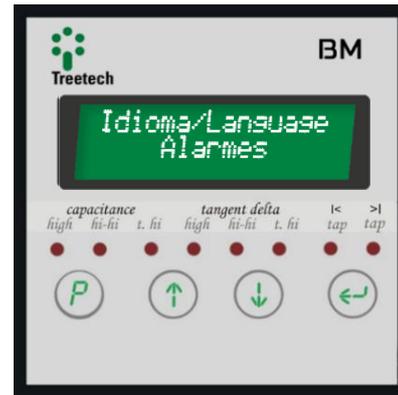


Figura 27 - Tela de idiomas

4) Após ajustar a senha, pressionar a tecla para confirmar e acessar os menus de programação.

5) São mostrados os submenus disponíveis, dois de cada vez.

Utilizar as teclas e para navegar entre eles. O submenu selecionado é mostrado em destaque.

Pressionar a tecla para acessar o submenu desejado.

Existem cinco menus para programação básica e um menu de configuração avançada. Em grande parte das aplicações, apenas a programação básica já será suficiente para a operação do Monitor de Buchas:

- Idioma / Language;
- Alarmes;
- Alarmes I Fuga;
- Programar Relés;
- Módulo de Medida;
- Ajustar Relógio;
- Configuração Avançada;
 - Configuração;
 - Alarme;
 - Módulo de Medida;
 - Saída Analógica;
 - Somente Fábrica;

O submenu Somente Fábrica é utilizado apenas para assistência técnica, e está bloqueado por senha exclusiva do fabricante.

5.1.1 Para acessar um menu

- Utilize a tecla para selecionar um menu ou parâmetro;
- Dentro de um menu, utilize as teclas e/ou para navegar entre os parâmetros e/ou ajustá-los depois de selecionados;
- Para retornar ao parâmetro anterior ou sair do menu, utilize a tecla .

5.1.2 Após acessar o menu desejado:

- Utilize as teclas e para navegar entre os parâmetros do menu;
- Pressione para selecionar os parâmetros que se deseja ajustar;
- Utilize as teclas e para ajustar o seu valor desejado para o parâmetro;
- Pressione para salvar a alteração efetuada no parâmetro.



Pressione **P** para abandonar o parâmetro retornando ao menu principal, sem salvar as eventuais alterações efetuados nos parâmetros.

5.2 Mapa de parâmetros

A seguir é possível ver o diagrama da estruturação dos menus:

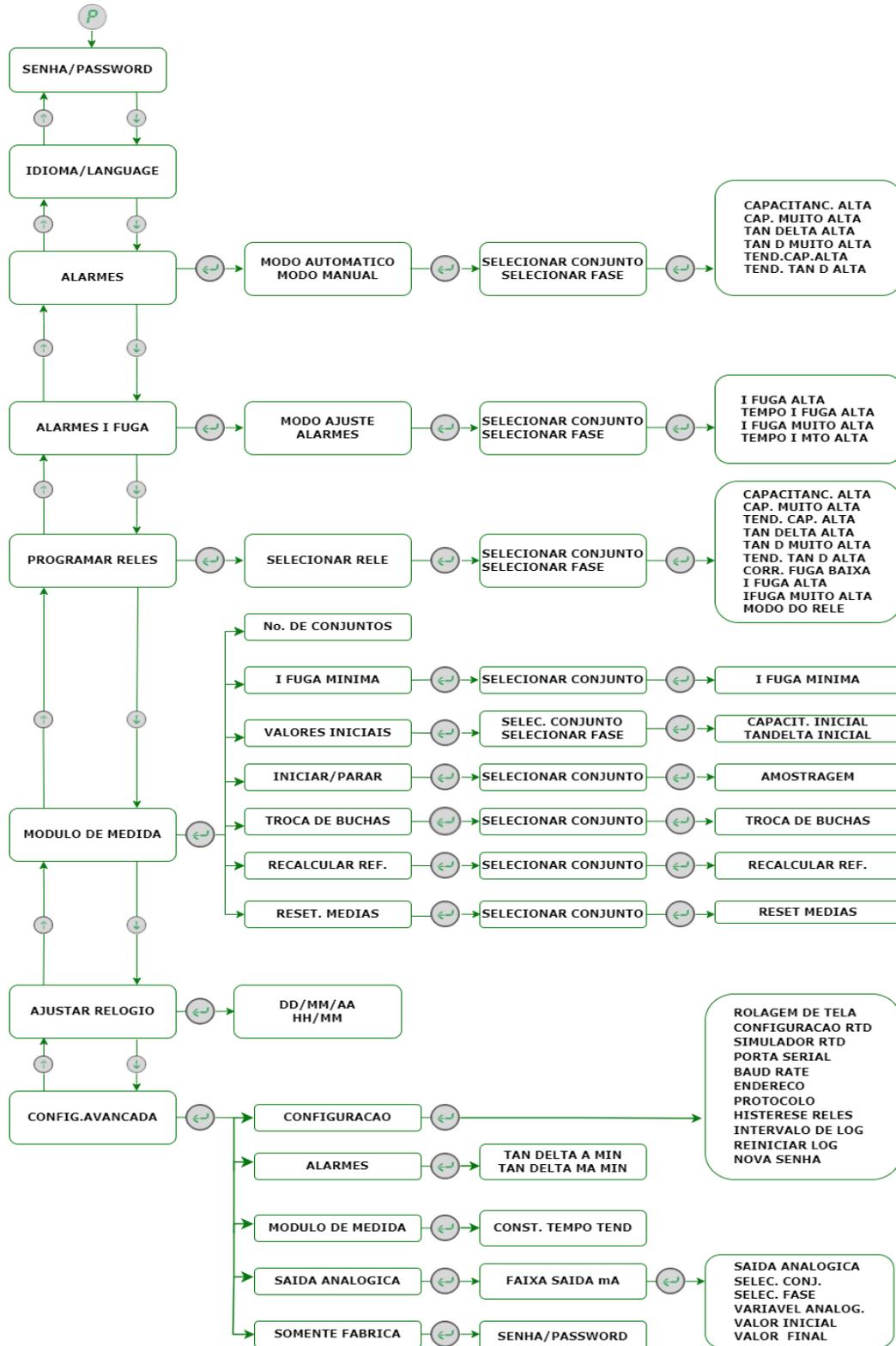


Figura 24 - Diagrama de estruturação dos menus



5.2.1 Menu Idioma

Seleção do idioma de interface em que as legendas do aparelho serão apresentadas no display.

```
Idioma/Lan9ua9e
Alarmes
```

Faixa de ajuste:

- Portugues;
- English;
- Espanol.

```
Idioma/Lan9ua9e
Portugues
```

Valor padrão: Portugues.

5.2.2 Menu Alarmes

Permite acesso ao submenu de alarmes. Neste submenu estão localizadas as programações dos valores para emissão de alarme (setpoints).

```
Idioma/Lan9ua9e
Alarmes
```

Modo automático (recomendado)

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

```
Modo Automatico
Modo Manual
```

Modo de programação em que se informam os valores limites de alarme em valores absolutos de tangente delta (%).

A seleção de cada alarme a ajustar é efetuada primeiramente selecionando-se a bucha a que se referem os alarmes, o que é feito pela seleção do conjunto de buchas e em seguida da fase da bucha:

- **Conjunto:** seleção dos conjuntos de buchas para a qual se deseja ajustar os alarmes.

```
Seleç. Conjunto
1
```

Faixa de ajuste: conjunto 1, 2, 3 ou todos.

- **Fase:** seleção das fases do(s) conjunto(s) selecionado pertence a(s) bucha(s) que se deseja ajustar os alarmes.

```
Selecionar Fase
A
```

Faixa de ajuste: fase A, B, C, R (Reserva) ou todos.



Para tornar mais ágeis os ajustes de alarmes, utilizar a programação no modo "Automático", selecionando a opção "Todos" nas escolhas do conjunto e da fase. Dessa forma, com apenas 6 ajustes de alarmes se programam simultaneamente os 54 alarmes das buchas (9 buchas x 6 alarmes = 54 alarmes).



Capacitância alta

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

Faixa de ajuste: 000,0 - 150,0 % das capacitâncias iniciais;

Valor padrão: 3.0%.

Capacitanc. Alta
3.0%

Capacitância muito alta

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

Faixa de ajuste: 000,0 - 150,0 % das capacitâncias iniciais;

Valor padrão: 5.0 %.

Cap. Muito Alta
5.0%

Tangente delta alta

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

Faixa de ajuste: 0 - 1500 % das tangentes delta iniciais;

Valor padrão: 100 %.

Tan Delta Alta
100%



Valores recomendados: o dobro do valor inicial (100 %) de variação ou 0,7 % em valor absoluto, o que for maior.

Tangente delta muito alta

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

Faixa de ajuste: 0 - 1500 % das tangentes delta iniciais;

Valor padrão: 200 %.

Tan D Muito Alta
0200%



Valores recomendados: o triplo do valor inicial (200 %) de variação ou 1 % em valor absoluto, o que for maior.

Tendência de evolução de capacitância alta

Ajuste de alarme por tendência de evolução de capacitância alta, emitido caso o número de dias para atingir valores de capacitância alta ou muito alta for inferior ao valor aqui ajustado.

Faixa de ajuste: 1 a 365 dias, em passos de 1.

Valor padrão: 14 dias.

Tend. Cap. Alta
014d



Tendência de evolução de tangente delta alta

Ajuste de alarme por tendência de evolução de tangente delta alta, emitido caso o número de dias para atingir valores de tangente delta alta ou muito alta for inferior ao valor aqui ajustado.

Faixa de ajuste: 1 a 365 dias, em passos de 1.

Valor padrão: 14 dias.

```
Tend.Tan D Alta
014d
```

Modo manual

Modo de programação em que se informam os valores limites de alarme em valores absolutos de capacitância (pF).

A seleção de cada alarme a ajustar é efetuada primeiramente selecionando-se a bucha a que se referem os alarmes, o que é feito pela seleção do conjunto de buchas e em seguida da fase da bucha:

- **Conjunto:** seleção dos conjuntos de buchas para a qual se deseja ajustar os alarmes.

Faixa de ajuste: conjunto 1, 2, 3 ou todos.

- **Fase:** seleção das fases do(s) conjunto(s) selecionado pertence a(s) bucha(s) que se deseja ajustar os alarmes.

Faixa de ajuste: fase A, B, C, R (Reserva) ou todos.

```
Modo Automatico
Modo Manual
```

```
Selec. Conjunto
1
```

```
Selecionar Fase
A
```

Capacitância alta

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

Faixa de ajuste: 0000,0 - 3200,0 pF;

Valor padrão: 0515.0 pF.

```
Capacitanc.Alt
0515.0 pF
```

Capacitância muito alta

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

Faixa de ajuste: 0000,0 - 3200,0 pF;

Valor padrão: 0525.0 pF.

```
Cap.Muito Alta
0525.0 pF
```

Tangente delta alta

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

Faixa de ajuste: 0,000 - 32,000;

Valor padrão: 01.326.

```
Tan Delta Alta
01.326
```



Tangente delta muito alta

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

Faixa de ajuste: 0,000 - 32,000;

Valor padrão: 00.750.

```
Tan D Muito Alta
00.750
```

Tendência de evolução de capacitância alta

Ajuste de alarme por tendência de evolução de capacitância alta, emitido caso o número de dias para atingir valores de capacitância alta ou muito alta for inferior ao valor aqui ajustado.

Faixa de ajuste: 1 a 365 dias, em passos de 1.

Valor padrão: 30 dias.

```
Tend. Cap. Alta
030d
```

Tendência de evolução de tangente delta alta

Ajuste de alarme por tendência de evolução de tangente delta alta, emitido caso o número de dias para atingir valores de tangente delta alta ou muito alta for inferior ao valor aqui ajustado.

Faixa de ajuste: 1 a 365 dias, em passos de 1.

Valor padrão: 30 dias.

```
Tend. Tan D Alta
030d
```

5.2.3 Menu de Alarmes por Corrente de Fuga

Dá acesso ao submenu Alarmes I Fuga. Este menu contém a programação para os valores de alarme por corrente de fuga (valores nominais). Este processo envolve estatísticas e estruturas matemáticas patenteadas.

Modo de ajuste

Modo automático (recomendado)

Alarmes são definidos em percentagem (%) de aumento da corrente de fuga típico, baseado no maior valor obtido durante o processo de aprendizagem BM. Se todos os conjuntos e fases são configurados com os mesmos percentuais, escolha este parâmetro.

Corrente de fuga alta

A definição é feita em porcentagem caso o parâmetro modo ajuste esteja habilitado em modo automático. Por outro lado, a definição é em mA quando o parâmetro modo ajuste estiver configurado para o modo manual.

Faixa de ajuste: 000,1 a 200,0 %, em passos de 0,1;

Valor padrão: 015.0 %.

```
Alarmes I Fuga
Programar Reles
```

```
Modo Ajuste
Automatico
```

```
I Fuga Alta
015.0%
```



Tempo para alarme por corrente de fuga alta

Ajuste de quanto tempo a corrente de fuga deve se manter acima do valor programado para emissão do alarme por corrente de fuga alta.

```
Tempo IFuga Alta
0060s
```

Faixa de ajuste: 30 a 1800 s, em passos de 1.

Valor padrão: 0060s.

Corrente de fuga muito alta

A definição é feita em porcentagem (%) caso o parâmetro modo ajuste esteja habilitado em modo automático. Se o parâmetro modo ajuste estiver configurado para o modo manual, a definição é em mA.

```
I Mto. Alta
025.0%
```

Faixa de ajuste: 000,1 a 200,0 %, em passos de 0,1;

Valor padrão: 025.0 %.

Tempo para alarme por corrente de fuga muito alta

Ajuste de quanto tempo a corrente de fuga deve se manter acima do valor programado para emissão do alarme por corrente de fuga alta.

```
Tempo I Mto Alta
0060s
```

Faixa de ajuste: 30 a 1800 s, em passos de 1.

Valor padrão: 0060s.

Modo manual

Os alarmes são definidos como valores diretos (mA) da corrente de fuga.

```
Modo Ajuste
Manual
```

Alarmes

Neste submenu é possível ver os valores calculados pelo modo automático, alterá-los ou definir novos valores apenas no modo manual.

O "Tempo IFuga Alta" e "Tempo I Mto Alta" são utilizadas em ambos os modos.

```
Alarmes
---->
```

Cada alarme é ajustado selecionando primeiro as buchas relacionadas com os alarmes, o que é feito através da seleção do conjunto de buchas e a sua fase:

- **Conjunto:** seleção dos conjuntos de buchas para a qual se deseja ajustar os alarmes.

```
Selec. Conjunto
1
```

Faixa de ajuste: Conjunto 1, 2, 3 ou todos.

```
Selecionar Fase
A
```



- **Fase:** seleção das fases do(s) conjunto(s) selecionado pertence a(s) bucha(s) que se deseja ajustar os alarmes.

Faixa de ajuste: Fase A, B, C ou Todas.

Corrente de fuga alta

A definição é feita em porcentagem caso o parâmetro modo ajuste esteja habilitado em modo automático. Por outro lado, a definição é em mA quando o parâmetro modo ajuste estiver configurado para o modo manual.

```
I Fuga Alta
080.00 mA
```

Faixa de ajuste: 000,01 a 150,00 mA;

Valor padrão: 080.00 mA.

Tempo para alarme por corrente de fuga alta

Ajuste de quanto tempo a corrente de fuga deve se manter acima do valor programado para emissão do alarme por corrente de fuga alta.

```
Tempo IFuga Alta
0060s
```

Faixa de ajuste: 30 a 1800 s, em passos de 1.

Valor padrão: 0060s.

Corrente de fuga muito alta

A definição é feita em mA caso o parâmetro modo ajuste esteja habilitado em modo manual.

```
IFuga Muito Alta
090.00 mA
```

Faixa de ajuste: 000,01 a 150,00 mA;

Valor padrão: 090.00 mA.

Tempo para alarme por corrente de fuga muito alta

Ajuste de quanto tempo a corrente de fuga deve se manter acima do valor programado para emissão do alarme por corrente de fuga alta.

```
Tempo I Mto Alta
0060s
```

Faixa de ajuste: 30 a 1800 s, em passos de 1.

Valor padrão: 0060s.



Para fazer os valores de alarme mais ágeis de ajuste, use a programação em modo "automático". Se for usado o modo "manual", você pode escolher a opção "Todos" na escolha de conjuntos e fases.

Desta forma, ajustando apenas quatro valores de alarmes, as definições dos 36 alarmes para as buchas são feitas (9 buchas x 4 alarmes por bucha = 36 alarmes totais).



5.2.4 Menu de Programação dos Relés

Permite acesso ao submenu de programação de relés. Neste submenu está localizado o setup dos conjuntos e fases desejadas, assim como alarme e modo de funcionamento para cada relé.

```
Alarmes I Fuga
Programar Relés
```

Seleção do relé

Deve-se selecionar o relé desejado para programação.

```
Selecione o Relé
1
```

Faixa de ajuste: 1 - 7.

Cada relé pode emitir alarmes dos três conjuntos de medição e das três fases monitoradas.

```
Conj: ->1->2->3
Fase: ->A->B->C
```

- **Conjunto:** seleção dos conjuntos de buchas para associação de alarme ao relé.
- **Fase:** seleção das fases para associação de alarme ao relé.

Utilize a tecla para avançar nas seleções de conjuntos e fases.

Utilize as teclas e para selecionar ou cancelar a seleção de cada conjunto e fase.

O sinal “->” indica quais conjuntos e fases estão selecionados.

Cada relé pode ser acionado por um ou por vários tipos de alarmes, selecionando-se “SIM” ou “NÃO” para cada um dos parâmetros a seguir:

```
Cap. Muito Alta
NAO
```

- Capacitância Alta;
- Capacitância Muito Alta;
- Tendência de Capacitância Alta;
- Tangente Delta Alta;
- Tangente Delta Muito Alta;
- Tendência de Tangente Delta Alta;
- Corrente de Fuga Baixa;
- Corrente de Fuga Alta;
- Corrente de Fuga Muito Alta.

Faixa de ajuste: SIM, NÃO.

Modo de operação dos relés

Seleção da lógica de funcionamento dos relés, independente da configuração física do relé.

```
Relé 1
Normalm. Aberto
```

Faixa de ajuste: Normalmente Aberto / Normalmente Fechado.

5.2.5 Menu Módulo de Medida

Permite acesso ao submenu de configuração dos módulos de medição.

```
Modulo de Medida
Ajustar Relogio
```



Número de Conjuntos

Deve-se selecionar o número de conjuntos trifásicos de buchas sendo monitorados. Reflete a quantidade de Módulos de Medição conectados ao Módulo de Interface.

```
No.de Conjuntos
1
```

Faixa de ajuste: 1 - 3.

Corrente de fuga mínima

Valor mínimo das correntes de fuga, abaixo do qual haverá alarme por corrente de fuga baixa, o qual pode ser um indicativo de abertura dos cabos ou do circuito de medição de corrente, devendo ser imediatamente verificado. O BM não emite esse alarme caso as três fases apresentem baixa corrente de fuga simultaneamente, por considerar que se trata de desenergização do equipamento (transformador, reator, etc.).

```
I Fuga Minima
----->
```

```
Selec.Conjunto
1
```

- **Conjunto:** a que conjunto pertence a bucha para a qual se deseja ajustar os valores iniciais.

```
I Fuga Minima
005.0 mA
```

Faixa de ajuste: conjunto 1, 2, 3 ou todos.

Faixa de ajuste: 000,8 a 100 mA.

Valor padrão: 005.0 mA.

Valores Iniciais

Neste menu estão localizadas as programações dos valores iniciais de capacitância e tangente delta de cada bucha monitorada, obtidos da placa de identificação da bucha (no caso de buchas novas) ou através de medições off-line efetuadas quando da instalação do sistema de monitoração.

```
Valores Iniciais
----->
```

A programação dos valores iniciais é efetuada primeiramente selecionando-se a bucha a que se referem os ajustes, o que é feito pela seleção do conjunto de buchas e em seguida da fase da bucha:

- **Conjunto:** a que conjunto pertence a bucha para a qual se deseja ajustar os valores iniciais.

Faixa de ajuste: conjunto 1, 2, 3 ou todos.

```
Selec.Conjunto
1
```

- **Fase:** a qual fase do conjunto selecionado acima pertence a bucha para a qual se deseja ajustar os valores iniciais.

Faixa de ajuste: fase A, B, C, R (reserva) ou todos.

```
Selecionar Fase
A
```

- **Capacitância:** valor inicial de capacitância da bucha selecionada nos itens “conjunto” e “fase”.

Faixa de ajuste: 50 a 3200,00 pF.

Valor padrão: 0500.0 pF.

```
Capacit.Inicial
0500.0 pF
```



- **Tangente Delta:** valor inicial de tangente delta da bucha selecionada nos itens “conjunto” e “fase”.

```
TanDelta Inicial
00.300
```

Faixa de ajuste: 0,010 a 32,000 %.

Valor padrão: 00.300.

Nota: as mudanças nos parâmetros de valores iniciais só têm efeito se o BM ainda estiver na fase de aprendizado de sua referência inicial. Mudanças efetuadas após esse período só terão efeito se selecionada a opção SIM no menu **Recalcular Referência**.

Monitoração das buchas

Permite iniciar ou parar a monitoração das buchas de cada um dos conjuntos trifásicos sendo monitorados para eventuais testes ou manutenções. Primeiro deve-se selecionar o conjunto desejado:

```
Iniciar/Parar
----->
```

- **Conjunto:** qual o conjunto que se deseja parar ou iniciar a monitoração.

Faixa de ajuste: conjunto 1, 2, 3 ou todos.

```
Seleç. Conjunto
1
```

- **Amostragem:** seleção do estado de funcionamento do conjunto selecionado.

Faixa de ajuste: Rodando, Parado.

```
Amostragem
Rodando
```

Troca de Buchas

Através deste menu pode-se realizar a troca de parâmetros das buchas em operação, possibilitando a troca pela bucha reserva sem perder os parâmetros das buchas que não estiverem sendo monitoradas, em qualquer uma das seguintes situações:

```
Troca de Buchas
----->
```

- Entrada em operação da unidade reserva;
- Saída de operação da unidade reserva e retorno à operação da unidade normal;
- Substituição de qualquer bucha sendo monitorada por uma nova bucha.

Este recurso é particularmente útil em aplicações com bancos de equipamentos monofásicos, uma vez que os dados reservam da unidade podem ser pré-programados no BM, e quando de sua entrada ou saída de serviço basta informar essa condição no menu Troca de Buchas.

Primeiro deve-se selecionar o conjunto trifásico desejado.

- **Conjunto:** a que conjunto pertence a bucha que se deseja trocar.

Faixa de ajuste: conjunto 1, 2, 3 ou todos.

```
Seleç. Conjunto
1
```

- **Troca de Bucha:** seleção das buchas que ficarão em operação.



Faixa de ajuste:

ABC - Buchas A, B e C em operação, Reserva fora de serviço);

ABR - Buchas A, B e Reserva em operação, C fora de serviço);

ARC - Buchas A, Reserva e C em operação, B fora de serviço);

RBC - Buchas Reserva, B e C em operação, A fora de serviço).

Troca de Buchas
ABC

Quando houver a troca de alguma bucha, o monitor de buchas seguirá automaticamente para o parâmetro **Recalcular Referência**. A troca de buchas só será efetivada se for confirmada a opção SIM neste parâmetro.

Recalcular Referência

Através deste menu pode-se refazer o cálculo da referência inicial, por motivo de troca de buchas, ou para efetuar uma nova parametrização dos valores iniciais de capacitância e tangente delta. Para isto deve-se primeiro selecionar o conjunto trifásico desejado.

- **Conjunto:** qual o conjunto onde será reiniciado o aprendizado da referência inicial.

Faixa de ajuste: conjunto 1, 2, 3 ou todos.

- **Recalcular Referência:** confirmação.

Faixa de ajuste: SIM, NÃO.

Recalcular Ref.
----->

Selec. Conjunto
1

Recalcular Ref.
NAO

Reset Medias

Através deste menu pode-se resetar as medias, por motivo de troca de buchas, ou por alguma falha que tenha obtido dados indesejados, assim o BM é resetado para os dados obtidos em seu aprendizado. Para isto deve-se primeiro selecionar o conjunto de buchas que deseja resetar.

- **Conjunto:** Qual o conjunto onde será resetado para o aprendizado.

Faixa de ajuste: conjunto 1, 2, 3 ou todos.

- **Reset Medias:** Confirmação.

Faixa de ajuste: SIM, NÃO.

Reset Medias
----->

Selec. Conjunto
1

Reset Medias
NAO



5.2.6 Menu de Ajuste do Relógio

Relógio interno

Uma vez aberto o menu de ajuste do relógio, se escolhida a opção de relógio interno. Neste instante, o relógio será reiniciado com os segundos começando em zero.

```
Modulo de Medida
Ajustar Relogio
```

```
04/04/22 Quarta
16:17:00
```

O formato da data é definido em função do idioma selecionado no *menu idioma*:

- Português e espanhol: DD/MM/AA;
- Inglês: MM/DD/AA.

O dia da semana é calculado automaticamente pelo BM.

5.2.7 Menu Configurações Avançadas

Permite o ajuste das configurações avançadas do Monitor de Buchas.

```
Config.Avançada
```

5.2.7.1 Configuração

Selecione através das teclas e entre Configurações Gerais ou Configurações de Comunicação Serial e pressionar a tecla na opção Configuração.

```
Configuracao
Alarmes
```

Rolagem de telas

Este recurso permite escolher o modo de exibição das telas de informação do BM.

```
Rolagem da tela
NAO
```

Faixa de ajustes:

- **NÃO:** permanecerá indefinidamente no display a última tela visualizada.
- **SIM:** todas as telas de medição serão apresentadas ciclicamente no display, com intervalo aproximado de 15 segundos entre cada tela.

Valor padrão: NÃO.

Configuração de RTD

Seleção da opção de conexão do(s) sensor(es) de temperatura tipo Pt100Ω a 0 °C.

```
Configuracao RTD
A e B Desligados
```

Obs.: Quando selecionada a opção “Somente RTD B”, verificar se existe jumper conforme diagrama de ligação, vide Figura 15.

Faixa de ajuste:

- A e B Desligados;
- Somente RTD A;
- Somente RTD B;
- A e B Ligados.

Valor padrão: A e B desligados.



Simulador de RTD

Utilizado para verificação das entradas de Pt100 através de simulador eletrônico de RTD. Durante a operação normal do sistema, este parâmetro deve estar selecionado "OFF". A cada vez que o aparelho é desligado e religado, este parâmetro assume a seleção "OFF".

```
Simulador de RTD  
OFF
```

Faixa de ajuste: ON ou OFF.

Porta serial

Seleção da porta serial utilizada para parametrização e aquisição remota de dados.

Faixa de ajuste: RS-232 ou RS-485.

```
Porta Serial  
RS-485
```

Baud rate

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

```
Baud Rate  
9600 bps
```

Faixa de ajuste:

- 38400 bps;
- 19200 bps;
- 9600 bps;

Endereço

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

```
Endereco  
247
```

Faixa de ajuste: 1 a 247, em passos de 1.

Protocolo

Aqui se seleciona o protocolo padrão a ser usado para comunicação com sistema de aquisição de dados ou parametrização.

```
Protocolo  
Modbus
```

Faixa de ajuste:

- Modbus;
- DNP3.

Valor padrão: Modbus.

Histerese de atuação dos relés

Determina um valor, em percentual do setpoint de alarme, que será adotado como histerese para o retorno ao normal dos relés de alarme, a fim de evitar que o relé de alarme feche e abra repetidamente devido a pequenas oscilações nas medições.

```
Histerese Relés  
00.5%
```

Por exemplo: se o alarme por tangente delta alta for acionado em 0,70 % e capacitância alta em 300 pF e a histerese for ajustada em 1 %, os relés de alarme somente retornarão ao estado normal quando as medições de tangente delta e capacitância retornarem a valores abaixo de 0,693 % e 297 pF respectivamente.



Faixa de ajuste: 0,0 a 20,0 %, em passos de 0,1;
Valor padrão: 00.5 %.

Intervalo de log

Intervalo de tempo para gravação das medições na memória de massa (gravações também são realizadas na ocorrência de qualquer alarme).

```
Intervalo de Log  
012h
```

Faixa de ajuste: 1 a 720 horas.
Valor padrão: 012h.

Reset da memória de massa

Permite reiniciar a memória de massa, apagando todos os dados armazenados. Será solicitada confirmação do procedimento ao usuário.

```
Reiniciar Log  
----->
```

Faixa de ajuste: SIM, NÃO.

Nova Senha

Programação de nova senha para controle de acesso aos menus de programação do BM. A senha padrão de fábrica é "000".

```
Nova Senha  
000
```

Faixa de ajuste: 0 a 999 em passos de 1.



Observação: O número inicial mostrado no campo senha quando do acesso ao menu de programação pode ser utilizado para recuperar a senha em caso de esquecimento. Informar este número ao nosso departamento de suporte técnico para decifrá-lo.

5.2.7.2 Alarmes

```
Configuracao  
Alarmes
```

Valor mínimo para tangente delta alta

Caso o BM esteja em modo automático, este parâmetro será o valor mínimo para emissão do alarme por tangente delta alta, deve ser no mínimo 0.700 ou duas vezes a tangente delta calculada.

```
Tan Delta A Min  
01.326
```

Valor padrão: 01.326.

Exemplo: Como ilustrado no gráfico abaixo, caso o valor mínimo aqui parametrizado seja de 0.7, o *parâmetro de alarme por tangente delta alta*, no modo automático, esteja com um valor de 100 % e o *Valor inicial* parametrizado no menu *Modulo de Medida* seja de 0.3, valores medidos de tangente delta acima de 0.6 ($0.3 + 100\% \text{ de } 0.3 = 0.6$) deveriam causar alarme, entretanto devido ao valor mínimo parametrizado, apenas valores acima de 0.7 irão emitir alarme.



Faixa de ajuste: 0 a 32 %, em passos de 0,001.

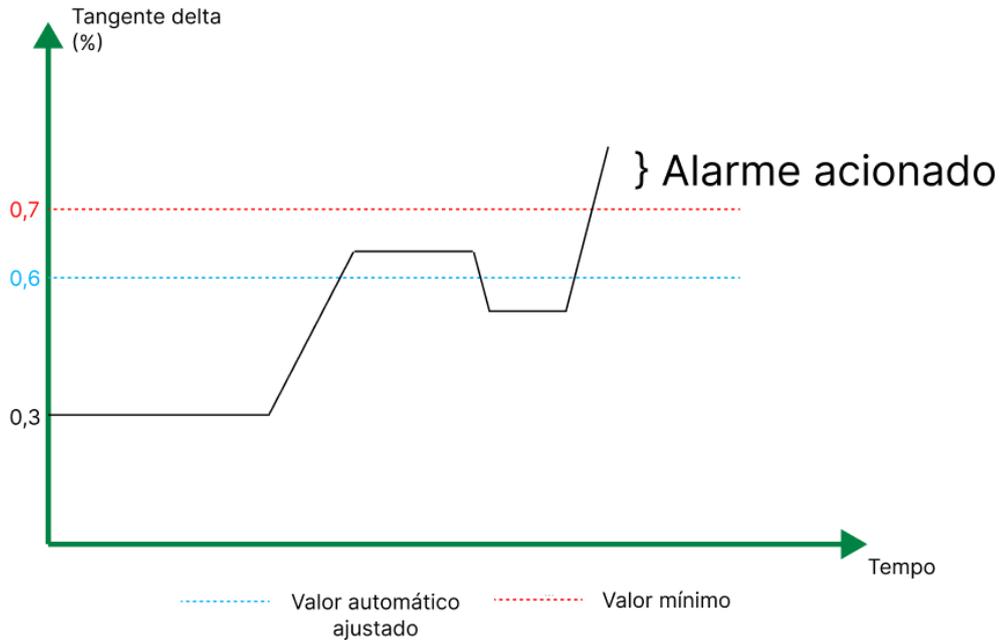


Figura 29 - Comportamento do alarme por tangente delta no modo automático

Valor mínimo para tangente delta muito alta

```
Tan Delta MA Min  
01.050
```

Caso o BM esteja em modo automático, este parâmetro será o valor mínimo para emissão do alarme por tangente delta muito alta, deve ser no mínimo 1.050 ou duas vezes a tangente delta calculada.

Segue a mesma lógica do parâmetro “Valor mínimo para tangente delta alta”.

Faixa de ajuste: 0 a 32 %, em passos de 0,001.

Valor padrão: 01.050.

5.2.7.3 Módulo de medida

```
Modulo de Medida  
Saida Analogica
```

Constante de tempo de tendência

```
Const. Tempo Tend  
30d
```

Constante de tempo do filtro digital de primeira ordem utilizado no cálculo de tendência de evolução da capacitância e da tangente delta.

Esse filtro evita que variações temporárias nestas variáveis provoquem cálculos de tendência elevados, causando alarmes indevidos.

Faixa de ajuste: 0 a 90 dias.

Valor padrão: 30d.

5.2.7.4 Saída analógica

```
Modulo de Medida  
Saida Analogica
```

Faixa de saída mA

```
Faixa Saida mA  
0-10 mA
```

Seleção da faixa de corrente a ser utilizada pelas saídas em loop de corrente para indicação remota



Faixa de ajuste:

- 0...1 mA
- 0...5 mA
- 0...10 mA
- 0...20 mA
- 4...20 mA

Valor padrão: 0...10 mA.

Saída analógica

```
Saida Analogica
1
```

Seleção da saída analógica a ser parametrizada.

Cada saída pode indicar valores de vários conjuntos de medição e de várias fases monitoradas.

Faixa de ajuste: 1 ou 2.

- **Conjunto:** seleção dos conjuntos de buchas para indicação na saída analógica.
- **Fase:** seleção das fases para indicação na saída analógica.

```
Conj: ->1->2->3
Fase: ->A->B->C
```

Utilize a tecla para avançar nas seleções de conjuntos e fases. Utilize as teclas e para selecionar ou cancelar a seleção de cada conjunto e fase. O sinal -> indica quais conjuntos e fases estão selecionados.



Atenção: Na seleção de mais de um conjunto e/ou mais de uma fase para indicação na saída analógica, somente o maior valor será representado.

Variável analógica

```
Variavel Analog.
Cap
```

Seleção da variável a ser indicada pela saída selecionada.

Faixa de ajuste: Tan (tangente delta) ou Cap (capacitância).

Valor padrão: Cap.

Valor inicial

```
Valor Inicial
00.050%
```

Seleção do valor de capacitância, em pF, ou tangente delta, em %, correspondente ao início de escala da saída analógica selecionada para indicação remota.

Faixa de ajuste:

0,00 – 32.000 % (se selecionada tangente delta);

Valor padrão: 00.050%.

0 – 3200.0 pF (se selecionada capacitância).

Valor padrão: 0005.0 pF.



Valor final

Seleção do valor de capacitância, em pF, ou tangente delta, em %, correspondente ao fim de escala da saída analógica selecionada para indicação remota.

Faixa de ajuste:

0,00 - 32,000 % (se selecionada tangente delta);

Valor padrão: 01.000%.

0 – 3200.0 pF (se selecionada capacitância).

Valor padrão: 0100.0 pF.



Valor Final
01.000%

5.2.7.5 Somente fábrica

Este menu é exclusivo para uso em fábrica e assistência técnica. Será solicitada a senha de fábrica. Este menu é de uso exclusivo do suporte técnico da Treetech, não estando disponível ao usuário do equipamento.



Somente Fabrica



Senha/Password
000



6 Procedimento para colocação em serviço

Uma vez efetuada a instalação dos equipamentos de acordo com o capítulo 3 deste manual, a colocação em serviço deve seguir os passos básicos a seguir:

- ✓ No início da operação do Monitor de Buchas - BM, será necessário parametrizar no equipamento os valores atuais de capacitância e tangente delta das buchas. No caso de buchas já em operação, é necessário efetuar a medição destes parâmetros de forma convencional (off-line), com a bucha desenergizada;
- ✓ Checar a instalação mecânica dos adaptadores de tap, de acordo com o subcapítulo 3.2, assegurando que não haverá entrada de água no tap das buchas;
- ✓ Checar a correção das ligações elétricas de acordo com o subcapítulo 3.3 (por exemplo, através de ensaios de continuidade), garantindo que o tap da bucha não está em aberto e que a corrente de fuga fluirá para o terra através do Módulo de Medição;
- ✓ Se for efetuar ensaios de rigidez dielétrica na fiação (tensão aplicada), desconectar os cabos de terra ligados ao terminal 17 do Módulo de Interface e ao terminal 1 do Módulo de Medição e desconectar o plug do adaptador de tap, mantendo sua carcaça isolada de qualquer parte aterrada, a fim de evitar a destruição das proteções contra sobretensões existentes no interior dos aparelhos. Estas proteções estão internamente conectadas entre os terminais de entrada/saída e o terra, grampeando a tensão em valores inferiores a 350 V. A aplicação de tensões elevadas durante longo período (por exemplo, 2 kV por 1 minuto) causaria a destruição dessas proteções;
- ✓ Verificar que os bornes intermediários de medição das buchas não estão curto-circuitados;
- ✓ Energizar os Módulos de Medição BM-MM com a tensão 38 a 265 Vca/Vcc;
- ✓ Energizar o Módulo de Interface - BM-HMI com a tensão de alimentação de 38 a 265 Vca/Vcc;
- ✓ Efetuar a parametrização do(s) Módulo(s) de Medição, de acordo com as instruções no subcapítulo 5.2.5;
- ✓ Efetuar toda a parametrização do Módulo de Interface, de acordo com as instruções no capítulo 0. A parametrização efetuada pode ser anotada no formulário fornecido na página seguinte;
- ✓ Consultar as medições das correntes de fuga das buchas das fases A, B e C de cada conjunto monitorado. Verificar que os valores lidos estão coerentes com o valor teórico aproximado calculado pela fórmula:
$$\text{Corrente Fuga} = 6,28 \cdot (\text{Frequência}) \times (\text{Tensão Fase - Terra}) \times (\text{Capacitância } C1)$$
- ✓ Verificar a comunicação serial do Módulo de Interface com o sistema de aquisição de dados, caso exista;
- ✓ Verificar o funcionamento das saídas analógicas e dos contatos de saída programáveis, caso sejam utilizados;



- ✓ Com um ohmímetro, verificar a continuidade dos três circuitos de entrada de corrente dos Módulos de Medição, medindo sua resistência. A medição irá variar continuamente, devido ao processo interno de leitura do Módulo de Medição, na faixa aproximada mostrada na tabela a seguir:

Tabela 10 - Faixa de medição do Módulo de Medição

Medição efetuada entre os terminais:	Varição esperada:
7 e 10 (do módulo de medição)	10 a 2200 Ω
8 e 10 (do módulo de medição)	10 a 2200 Ω
9 e 10 (do módulo de medição)	2200 Ω



7 Resolução de problemas

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

7.1 O BM-HMI apresenta mensagens de autodiagnóstico em seu display

A função de autodiagnóstico implementada no BM-HMI permite que eventuais defeitos externos ao equipamento, ou mesmo falhas internas, sejam detectados e diagnosticados, permitindo que na maioria dos casos o próprio usuário identifique e corrija os problemas com rapidez.

Ao detectar um problema, o BM-HMI acionará seu contato de autodiagnóstico e indicará em seu display uma tela de erros, onde é apresentado o código da falha que está ocorrendo, como ilustra a figura abaixo.

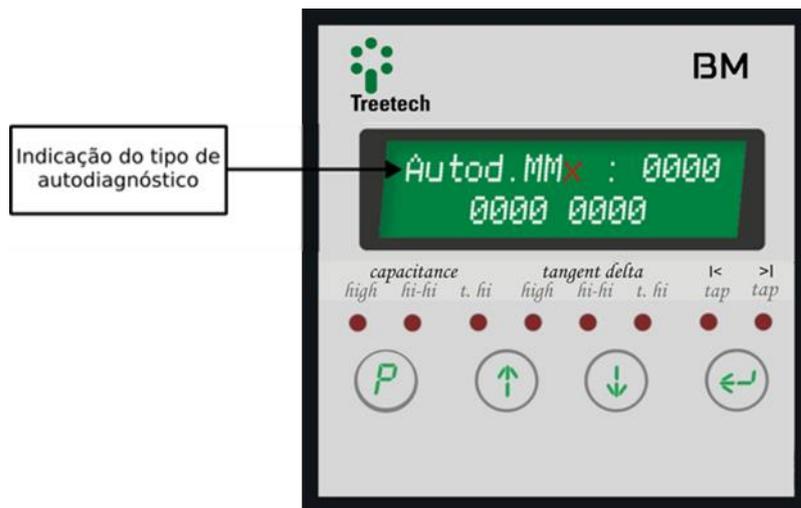


Figura 25 - Tela de indicação do autodiagnóstico

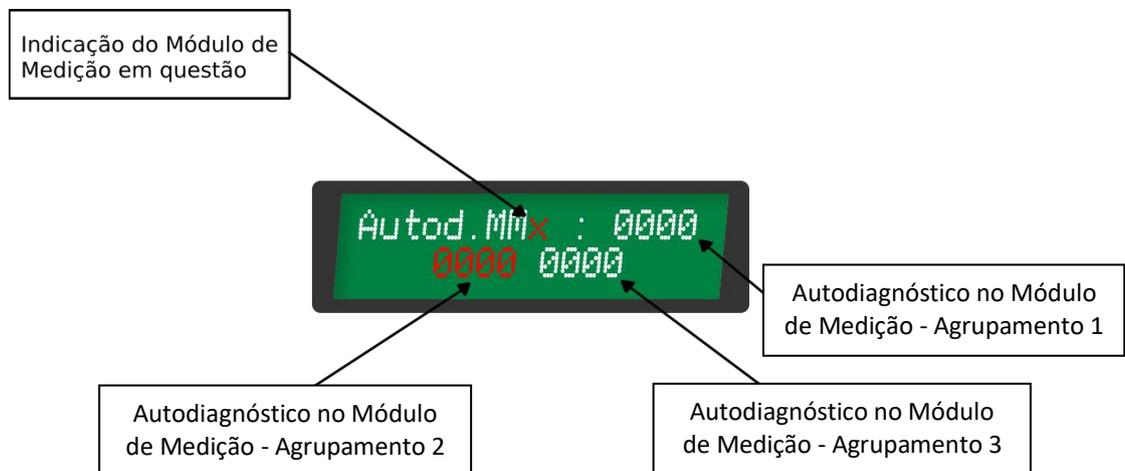


Figura 26 - Detalhamento dos códigos de autodiagnóstico



O significado dos códigos de falhas é mostrado nas tabelas a seguir, respeitando o dígito do display em que o código aparece. O sistema de indicação dos códigos está em codificação hexadecimal, em que o conjunto de caracteres permitido é $S = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F\}$. Os erros individuais são indicados pelo conjunto $M = \{1, 2, 4, 8\}$. Caso ocorram falhas simultâneas, o número indicado em um dado dígito será a soma dos erros individuais, sendo assim indicados pelo conjunto complementar $N = \{3, 5, 6, 7, 9, A, B, C, D, E, F\}$.

Para checar o procedimento em caso de autodiagnóstico e possíveis erros gerados pelo B, siga as instruções clicando no link abaixo ou escaneando o QR code para ser redirecionado ao SAC da Treetech.

Autodiagnósticos



FAQs:





7.2 Consulta de versão de *firmware* e memória das mensagens de autodiagnóstico

Para visualizar a versão do *firmware* basta pressionar a tecla durante a tela de medições.

Para sair da tela de visualização da versão de *firmware*, basta pressionar a tecla novamente. A figura abaixo mostra a tela que será apresentada indicando a versão do *firmware* instalada.

```
BMHMIPx F3.02R15  
5000000 B3.02R12
```

```
BM-MM1x F7.00R49  
5000000 B3.00R08
```

```
BMHMIS F4.22R02  
5000000 B3.00R12
```

Toda mensagem de autodiagnóstico identificada pelo BM é armazenada e pode ser consultada pelo usuário na tela frontal do equipamento.

Para visualizar a memória de autodiagnóstico basta pressionar simultaneamente as teclas e . A figura abaixo mostra a tela que será apresentada indicando os códigos de autodiagnóstico ocorridos.

```
Mem. Autod. IHM  
0000
```

```
M. AD. MM1: 0000  
0000 0000
```

Obs: A quantidade de telas do autodiagnóstico MM vai depender das quantidades de BMM que estiverem na rede.

O valor mostrado para cada dígito da memória de autodiagnóstico é o valor da soma dos valores de cada erro que já tenha ocorrido para aquela posição, e não apenas daqueles que estejam ativos no momento. Assim é possível saber todos os erros que ocorreram desde a última vez que a memória foi resetada.

Para *resetar* os valores armazenados na memória, pressione as teclas e .



8 Dados técnicos e ensaios de tipo

8.1 Dados técnicos

8.1.1 Módulo de Interface - BM-HMI

Tabela 2 - Módulo de Interface - BM-HMI

Condição	Intervalo / Descrição
Tensão de alimentação	85 a 265 Vca/Vcc - 50/60 Hz
Consumo máximo	< 8 W
Temperatura de operação	- 40 a + 85 °C
Grau de proteção	IP 20
Conexões - Terminais Removíveis	0,3 a 2,5 mm ² , 22 a 12 AWG
Fixação	Fixação em painel
Medição de Temperatura	
Sensor	Pt100Ω a 0 °C com autocalibração contínua
Faixa de medição	-55 a +200 °C
Erro máximo a 20 °C	0,2% do fim da escala
Desvio máx. por variação de temperatura	20 ppm/°C
Opções de conexão	Até dois sensores a três fios
Saídas	
Saídas a relés	Contatos livres de potencial
Tipo e funções (padrão)	7 configuráveis (NA ou NF) e um fixo NF para autodiagnóstico
Potência máxima de chaveamento	70 W(cc) / 220 VA (ca) - carga resistiva
Tensão máxima de chaveamento	250 Vcc / Vca
Corrente máxima de condução	5 A
Saídas analógicas em loop de corrente	2 com positivo comum
Erro máximo	0,5 % do fim de escala
Faixa de saída	Programável (0-1,0-5,0-10,0-20 e 4-20 mA)
Carga máxima	0...1 mA, 10 kΩ 0...5 mA, 2 kΩ 0...10 mA, 1 kΩ 0...20 mA, 500 Ω 4...20 mA, 500 Ω
Comunicação	
Portas de comunicação serial	1 RS-485 para BM-MM + 1 RS-485/RS-232 para supervisor
Protocolos de comunicação	Modbus-RTU e DNP3
Memória	
Memória de massa	Não volátil, tipo FIFO (First in first out)
Capacidade	712, 420 ou 297 registros (para 1, 2 ou 3 BM-MM conectados)
Intervalo de gravação	1 à 720 horas



8.1.2 Módulo de Medição - BM-MM

Tabela 12 - Módulo de Medição - BM-MM

Condição	Intervalo / Descrição
Tensão de alimentação	85 a 265 Vca/Vcc - 50/60 Hz
Consumo máximo	5 W
Temperatura de operação	- 40 ... + 85 °C
Entrada para medição de corrente CA	3 para corrente de fuga das buchas (0...100 mA)
Grau de Proteção	IP 20
Fixação	Montagem em trilho DIN 35 mm
Porta de Comunicação Serial	RS-232 para conexão ao BM-HMI
Conexões (exceto entradas mA)	0,3 a 2,5 mm ² , 22 a 12 AWG
Conexões (entradas mA)	1,5 a 2,5 mm ² , 16 a 12 AWG utilizando terminais tipo olhal apropriados
Grandezas Monitoradas	
Capacitância	0...6500 pF
Variação máxima	0,5 %
Tangente delta	0...9,999%
Variação máxima absoluta	0,05 %
Corrente de fuga	0...100 mA
Variação máxima de medição	0,5 % do fundo de escala
Corrente mínima para cálculo de defasagem entre fases	< 1.3 mA
Saídas	
Saídas a relés	1 NF para autodiagnóstico
Potência máxima de chaveamento	70 W(cc) / 220 VA(ca)
Tensão máxima de chaveamento	250 Vcc / 250 Vca
Corrente máxima de condução	5 A

8.1.3 Adaptador de tap

A construção mecânica do adaptador para o tap varia de acordo com o modelo e o fabricante da bucha. Os adaptadores para tap são equipados com proteção contra abertura do tap que evita que se desenvolvam tensões perigosas em caso de desconexão do cabo que leva a corrente de fuga até o Módulo de Medição.

Tabela 13- Adaptador de tap

Condição	Intervalo / Descrição
Tensão máxima desenvolvida em caso de desconexão dos cabos	14 ± 2 Vca
Capacidade de condução permanente a 125°C com cabos desconectados	2 x 250 mA (redundant protection)
Temperatura de operação	- 25 °C a 120 °C
Grau de proteção	IP 65 (NEMA 4)
Bitola do cabo	0.3 a 1.5 mm ² (22 a 14 AWG)
Torque máximo de aperto	15 N.m
Esforço vertical máximo	20 kg



8.2 Ensaios de tipo

O BM é um equipamento construído sobre a plataforma Smart Sensor 2, que foi submetida aos seguintes ensaios de tipo:

Tabela 14 - Ensaios Efetuados

Ensaios de Tipo	
Imunidade a Surtos (IEC 60255-22-5)	
Surtos fase-neutro:	1 kV, 5 por polaridade (+/-)
Surtos fase-terra e neutro-terra:	2 kV, 5 por polaridade (+/-)
Imunidade a Transitórios Elétricos (IEC 60255-22-1 e IEEE C37.90.1)	
Valor de pico 1º ciclo:	2,5 kV
Frequência:	1,1 MHz
Tempo e taxa de repetição:	2 segundos, 400 surtos/seg.
Decaimento a 50 %:	5 ciclos
Impulso de Tensão (IEC 60255-5)	
Forma de onda:	1,2 / 50 seg.
Amplitude e energia:	5 kV
Número de pulsos:	3 neg. e 3 pos., intervalo 5s
Tensão Aplicada (IEC 60255-5)	
Tensão suportável à frequência industrial:	2 kV 60 Hz 1 min. contra terra
Imunidade a Campos Eletromagnéticos Irrradiados (IEC 61000-4-3 / IEC60255-22-3)	
Frequência:	26 a 1000 MHz
Intensidade de campo:	10 V/m
Imunidade a Perturbações Eletromagnéticas Conduzidas (IEC 60255-22-6)	
Frequência:	0,15 a 80 MHz
Intensidade de campo:	10 V/m
Descargas Eletrostáticas (IEC 60255-22-2 e IEEE C37.90.3)	
Modo ar:	8 kV, dez descargas/polaridade
Modo contato:	6 kV, dez descargas/polaridade
Imunidade a Transitórios Elétricos Rápidos (IEC60255-22-4 e IEEE C37.90.1):	
Teste na alimentação, entradas e saídas:	4 kV
Teste na comunicação serial:	2 kV
Ensaio Climático: (IEC 60068-2-14)	
Faixa de temperatura:	-40 a +85 °C
Tempo total do teste:	96 horas
Resposta à vibração: (IEC 60255-21-1)	
Modo de Aplicação:	3 eixos (X, Y e Z), senoidal
Amplitude:	0,075 mm de 10 a 58 Hz
Duração:	1 G de 58 a 150 Hz 8 min/eixo
Resistência à vibração: (IEC 60255-21-1)	
Modo de Aplicação:	3 eixos (X, Y e Z), senoidal
Frequência:	10 a 150 Hz
Intensidade:	2 G
Duração:	160 min/eixo



9 Especificações para pedido

O Monitor de Buchas - BM é um equipamento universal, tendo suas características selecionadas em seus menus de programação através de seu painel frontal ou pelas portas RS-232 ou RS-485. A entrada de alimentação é universal.

Deste modo, no pedido de compra do aparelho **somente é necessário especificar:**

1. Nome do produto

Monitor de Buchas:

- Módulo de interface - BM-HMI
- Módulo de medição - BM-MM

Adaptadores para tap de bucha

2. Quantidade

- **Quantidade de Módulos de Medição BM-MM** (cada BM-MM efetua a medição de 3 buchas de um mesmo conjunto trifásico);
- **Quantidade de Módulos de Interface BM-HMI** (a cada BM-HMI podem estar conectados de um a três módulos de medição BM-MM);
- **Quantidade de Adaptadores para tap de bucha** com os respectivos fabricantes, modelos das buchas e tipos de tap (teste ou tensão). A construção mecânica do adaptador para o tap varia de acordo com o modelo e o fabricante da bucha. A Treetech dispõe de adaptadores prontos para diversos modelos de bucha comuns no mercado, e outros modelos de adaptadores são prontamente desenvolvidos, sempre que necessário.



Treotech

BRASIL

Treotech Tecnologia Ltda.
Rua José Alvim, 112, Centro
CEP 12.940-750 - Atibaia/SP
+ 55 11 2410-1190

www.treotech.com.br