



Manual do Produto

treotech.com.br



Sumário

1	PREFÁCIO	7
1.1	INFORMAÇÕES LEGAIS	7
1.1.1	<i>Isenção de responsabilidade</i>	<i>7</i>
1.2	APRESENTAÇÃO	7
1.3	CONVENÇÕES TIPOGRÁFICAS	7
1.4	INFORMAÇÕES GERAIS E DE SEGURANÇA	8
1.4.1	<i>Simbologia de segurança</i>	<i>8</i>
1.4.2	<i>Simbologia geral.....</i>	<i>8</i>
1.4.3	<i>Perfil mínimo recomendado para o operador e mantenedor do SDB</i>	<i>9</i>
1.4.4	<i>Condições ambientais e de tensão requeridas para instalação e operação.....</i>	<i>9</i>
1.4.5	<i>Instruções para teste e instalação.....</i>	<i>10</i>
1.4.6	<i>Instruções para limpeza e descontaminação</i>	<i>11</i>
1.4.7	<i>Instruções de inspeção e manutenção</i>	<i>11</i>
1.5	ATENDIMENTO AO CLIENTE	12
1.6	TERMO DE GARANTIA	13
2	INTRODUÇÃO	14
2.1	USO PRETENDIDO.....	14
2.2	CAMPO DE APLICAÇÃO	15
2.3	FILOSOFIA BÁSICA DE FUNCIONAMENTO.....	16
2.4	DETECÇÃO DE DEFEITOS COM EVOLUÇÃO RÁPIDA EM BUCHAS	18
2.5	CARACTERÍSTICAS.....	20
2.6	FUNÇÕES.....	20
2.7	ENTRADAS, SAÍDAS E COMUNICAÇÃO	21
2.7.1	<i>Entradas</i>	<i>21</i>
2.7.2	<i>Saídas</i>	<i>21</i>
2.7.3	<i>Comunicação.....</i>	<i>21</i>
3	PROJETO E INSTALAÇÃO	23
3.1	INSTALAÇÃO E REMOÇÃO DOS BORNES	23
3.2	INSTALAÇÃO MECÂNICA.....	23
3.2.1	<i>Instalação padrão trilho DIN</i>	<i>23</i>
3.2.2	<i>Instalação embutida em painel.....</i>	<i>24</i>
3.3	INSTALAÇÃO ELÉTRICA.....	26
3.3.1	<i>Tabela de especificação dos cabos.....</i>	<i>27</i>
3.3.2	<i>Diagrama de ligação</i>	<i>28</i>
3.3.3	<i>Terminais de entrada</i>	<i>28</i>
3.3.4	<i>Terminais de saída</i>	<i>29</i>
3.3.5	<i>Terminais de comunicação.....</i>	<i>30</i>
3.3.6	<i>Sensor de temperatura.....</i>	<i>31</i>
3.4	ADAPTADOR DE TAP	32
3.4.1	<i>Instalação mecânica.....</i>	<i>33</i>
3.4.2	<i>Instalação elétrica</i>	<i>33</i>
3.4.3	<i>Layout dos bornes da tomada do adaptador de TAP</i>	<i>34</i>
4	OPERAÇÃO	35
4.1	INFORMAÇÕES GERAIS SOBRE A INTERFACE WEB	36
4.1.1	<i>Navegação</i>	<i>36</i>
4.1.2	<i>Login.....</i>	<i>37</i>
4.1.3	<i>Configuração</i>	<i>38</i>
4.1.4	<i>Tela de monitoramento.....</i>	<i>39</i>



4.2	APLICAÇÃO E COMUNICAÇÃO.....	40
4.2.1	Configuração da aplicação.....	40
4.2.2	Como configurar a comunicação.....	41
4.3	ABA ONLINE.....	42
4.3.1	Status dos dados	42
4.3.2	Disposição dos dados	42
4.4	ABA ANÁLISE.....	44
4.4.1	Gerenciar bancos de dados do SDB.....	44
4.4.2	Análise dos conjuntos.....	44
4.4.3	Análise de tensão	46
4.5	ABA DOWNLOADS.....	47
4.5.1	Logs	47
4.5.2	Bancos do SDB.....	47
5	PARAMETRIZAÇÃO	49
5.1	ENVIO E VALIDAÇÃO DE PARÂMETROS	49
5.2	PARAMETRIZAÇÃO GERAL.....	49
5.2.1	Básico	50
5.2.2	Alarmes automáticos	51
5.2.3	Temperatura	52
5.3	PARAMETRIZAÇÃO DOS CONJUNTOS.....	52
5.3.1	Valores iniciais.....	53
5.3.2	Alarmes por corrente de fuga.....	53
5.3.3	Alarmes por capacitância.....	54
5.3.4	Alarmes por tangente delta	54
5.3.5	Diagnósticos	55
5.4	PARAMETRIZAÇÃO DOS RELÉS	55
5.5	COMANDOS.....	57
5.5.1	Comandos dos conjuntos.....	57
5.5.2	Comando de temperatura	58
6	COMISSIONAMENTO PARA ENTRADA EM SERVIÇO	59
7	RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS	60
7.1	AUTODIAGNÓSTICOS	60
7.2	AUTODIAGNÓSTICOS DE FALHA INTERNA.....	62
8	DADOS TÉCNICOS E ENSAIOS DE TIPO	63
8.1	DADOS TÉCNICOS.....	63
8.2	ENSAIOS DE TIPO.....	64
9	ESPECIFICAÇÕES PARA PEDIDO.....	66
APÊNDICE A – CONFIGURAÇÃO DATA E HORA EM DNP3		67



Índice de ilustração

FIGURA 1 - TOPOLOGIA DE SISTEMA	14
FIGURA 2 - VISTA SUPERIOR DE UMA BUCHA CONDENSIVA	15
FIGURA 3 - FORMA CONSTRUTIVA DE UMA BUCHA CONDENSIVA	15
FIGURA 4 - CIRCUITO EQUIVALENTE DE UMA BUCHA CONDENSIVA ENERGIZADA	16
FIGURA 5 - CORRENTES DE FUGA E SOMATÓRIA DE TRÊS BUCHAS EM UM SISTEMA TRIFÁSICO; (A) PARA UMA DADA CONDIÇÃO INICIAL; (B) COM ALTERAÇÃO NA CAPACITÂNCIA E FATOR DE DISSIPACÃO DA BUCHA DA FASE A	17
FIGURA 6 - SDB FO FO	21
FIGURA 7 - SDB FO SR	22
FIGURA 8 - SDB RJ45	22
FIGURA 9 - BORNE COM PARAFUSOS	23
FIGURA 10 - INSTALAÇÃO TRILHO DIN	23
FIGURA 11 - INSTALAÇÃO TRILHO DIN, VISTAS FRONTAL E LATERAL	24
FIGURA 12 - INSTALAÇÃO EM PAINEL, VISTA INFERIOR E RASGO	24
FIGURA 13 - INSTALAÇÃO EM PAINEL, VISTAS FRONTAL E LATERAL	25
FIGURA 14 - DIAGRAMA DE LIGAÇÃO DO SDB	28
FIGURA 15 - CONEXÃO E ATERRAMENTO DA BLINDAGEM DA COMUNICAÇÃO SERIAL RS-485	31
FIGURA 16 - DETALHES DE CONEXÃO E ATERRAMENTO DOS CABOS E BLINDAGEM	32
FIGURA 17 - ADAPTADOR DE TAP DP-141	32
FIGURA 18 - DETALHES DE CONEXÃO E ATERRAMENTO	34
FIGURA 19 - BORNE DA TOMADA DO ADAPTADOR DE TAP	34
FIGURA 20 - DISPOSIÇÃO E FUNÇÃO DOS LEDS	35
FIGURA 21 - TELA INICIAL	36
FIGURA 22 - ABA DE IDIOMAS	36
FIGURA 23 - ÍCONE INFORMATIVO	37
FIGURA 24 - TELA DE LOGIN	37
FIGURA 25 - ABA DO USUÁRIO	38
FIGURA 26 - LIMITE DE TEMPO	38
FIGURA 27 - ABA DE CONFIGURAÇÃO	39
FIGURA 28 - EXIBIÇÃO DOS ALARMES E AUTODIAGNÓSTICOS	39
FIGURA 29 - EXIBIÇÃO DAS MEDIÇÕES	40
FIGURA 30 - APLICAÇÃO	40
FIGURA 31 - ÁREA DE CONFIGURAÇÃO	41
FIGURA 32 - CONFIGURAÇÃO DA SAÍDA	41
FIGURA 33 - STATUS DE COMUNICAÇÃO DOS DADOS	42
FIGURA 34 - QUADRO DE INFORMAÇÕES	42
FIGURA 35 - GUIAS HORIZONTAIS DA ABA ONLINE	43
FIGURA 36 - GUIAS VERTICAIS DA ABA ONLINE	43
FIGURA 37 - FILTROS POR TEXTO E QUALIDADE	43
FIGURA 38 - ABA ANÁLISE	44
FIGURA 39 - GERENCIAR BANCO DE DADOS	44
FIGURA 40 - BOTÃO DO LOG DE EVENTOS	44
FIGURA 41 - RESULTADO DA EVOLUÇÃO DA TANGENTE DELTA EM GRÁFICO	45
FIGURA 42 - MEDIÇÃO DAS CORRENTES DE FASE EXIBIDAS EM GRÁFICO	45
FIGURA 43 - MEDIÇÕES DE REFERÊNCIA	45
FIGURA 44 - MEDIÇÕES DE REFERÊNCIA	46
FIGURA 45 - AMPLITUDE DAS TENSÕES DE FASE EXIBIDA EM GRÁFICO	46
FIGURA 46 - EFETUAR DOWNLOAD DOS LOGS DO SDB	47
FIGURA 47 - EFETUAR DOWNLOAD DE INFORMAÇÕES RELEVANTES DO SDB	47
FIGURA 48 - ABA PARAMETRIZAÇÃO	49
FIGURA 49 - BOTÃO ENVIAR	49
FIGURA 50 - PARAMETRIZAÇÃO GERAL	50
FIGURA 51 - PARAMETRIZAÇÃO BÁSICA	50
FIGURA 52 - ALARMES AUTOMÁTICOS	51



FIGURA 53 - PARÂMETROS DE TEMPERATURA	52
FIGURA 54 - PARÂMETROS DOS CONJUNTOS.....	53
FIGURA 55 - VALORES INICIAIS.....	53
FIGURA 56 - PARAMETRIZAÇÃO DOS DIAGNÓSTICOS.....	55
FIGURA 57 - PARAMETRIZAÇÃO DOS RELÉS.....	56
FIGURA 58 – ABA COMANDOS.....	57
FIGURA 59 - COMANDOS DOS CONJUNTOS.....	57
FIGURA 60 – COMANDO DE TEMPERATURA	58
FIGURA 61 - ANEXO A: ABA DE CONFIGURAÇÃO E SELEÇÃO	67
FIGURA 62 - ANEXO A: OPÇÃO DE VISUALIZAÇÃO E EDIÇÃO NA ÁREA DE CONFIGURAÇÃO	67
FIGURA 63 - ANEXO A: ACESSO À PORTA DE COMUNICAÇÃO DO PROTOCOLO DNP3.....	68
FIGURA 64 - ANEXO A: HABILITAÇÃO DO PARÂMETRO ACCEPT DATE TIME NO IED VIRTUAL.....	68



Lista de Tabelas

TABELA 1 - CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO	9
TABELA 2 - ESPECIFICAÇÃO DOS CABOS	27
TABELA 3 - TERMINAIS DE ENTRADA	28
TABELA 4 - TERMINAIS DE SAÍDA	29
TABELA 5 - TERMINAIS DE COMUNICAÇÃO	30
TABELA 6 - AUTODIAGNÓSTICOS	60
TABELA 7 - AUTODIAGNÓSTICOS DE FALHA INTERNA.....	62



1 Prefácio

1.1 Informações legais

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

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

1.1.1 Isenção de responsabilidade

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

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

1.2 Apresentação

Este manual apresenta todas as recomendações e instruções para instalação, operação e manutenção do *Smart Device Bushing* - SDB.

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 SDB.

1.4.1 Simbologia de segurança

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

**Aviso:**

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

**Cuidado:**

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

**Risco de choque elétrico:**

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

1.4.2 Simbologia geral

Este manual utiliza os seguintes símbolos de propósito geral:

**Importante**

Este símbolo é utilizado para evidenciar informações.

**Dica**

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



1.4.3 Perfil mínimo recomendado para o operador e mantenedor do SDB

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 *Smart Device Bushing* – SDB.



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

Para manusear o SDB, o profissional deverá:

1. Estar treinado e autorizado a operar, aterrar, ligar e desligar o SDB, seguindo os procedimentos de manutenção de acordo com as práticas de segurança estabelecidas, estas sob inteira responsabilidade do operador e mantenedor do SDB;
2. Estar treinado no uso de EPIs, EPCs e primeiros socorros;
3. Estar treinado nos princípios de funcionamento do SDB, 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
Tensão de alimentação	85~250 Vac/Vdc
Aplicação	Equipamento para uso abrigado em subestações, ambientes industriais e similares.
Uso interno/externo	Uso Interno
Grau de proteção (IEC 60529)	IP20
Altitude* (IEC EN 61010-1)	Até 2000 m
Temperatura (IEC EN 61010-1)	
Operação	-40...+85 °C
Armazenamento	-50...+95 °C
Umidade relativa (IEC EN 61010-1)	
Operação	5...90 % - Não condensada
Armazenamento	5...90 % - Não condensada
Sobretensão (IEC EN 61010-1)	Categoria II
Grau de poluição (IEC EN 61010-1)	Grau 2



*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 *Smart Device Bushing* - SDB.

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 SDB.

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



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



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



1.4.6 Instruções para limpeza e descontaminação

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



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

1.4.7 Instruções de inspeção e manutenção

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



Não abra seu equipamento. Nele não há partes reparáveis pelo usuário. Isto deve ser feito pela assistência técnica Treotech, ou técnicos por ela credenciados. Este equipamento é completamente livre de manutenção, sendo que inspeções visuais e operativas, periódicas ou não, podem ser realizadas pelo usuário. Estas inspeções não são obrigatórias.



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



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



1.5 Atendimento ao cliente

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

[SAC](#)



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

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



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



Este manual se relaciona com a versão de *middleware* 4.3.45 e *firmware* v1.01 r3



1.6 Termo de Garantia

O *Smart Device Bushing* - SDB será garantido pela Treotech pelo prazo de 2 (dois) anos, contados a partir da data de aquisição, exclusivamente contra eventuais defeitos de fabricação ou vícios de qualidade que o tornem impróprio para o uso regular.

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

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

Nenhuma garantia expressa ou subentendida, além daquelas citadas acima é provida pela Treotech. A Treotech não provê qualquer garantia de adequação do SDB 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 SDB. 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 SDB ou quaisquer equipamentos associados, custos de capital, custos de energia adquirida, custos de equipamentos, instalações ou serviços substitutos, custos de paradas, reclamações de clientes ou funcionários do comprador, não importando se os referidos danos, reclamações ou prejuízos estão baseados em contrato, garantia, negligência, delito ou qualquer outro. Em nenhuma circunstância o vendedor será imputado por qualquer dano pessoal, de qualquer espécie.

2 Introdução

2.1 Uso pretendido

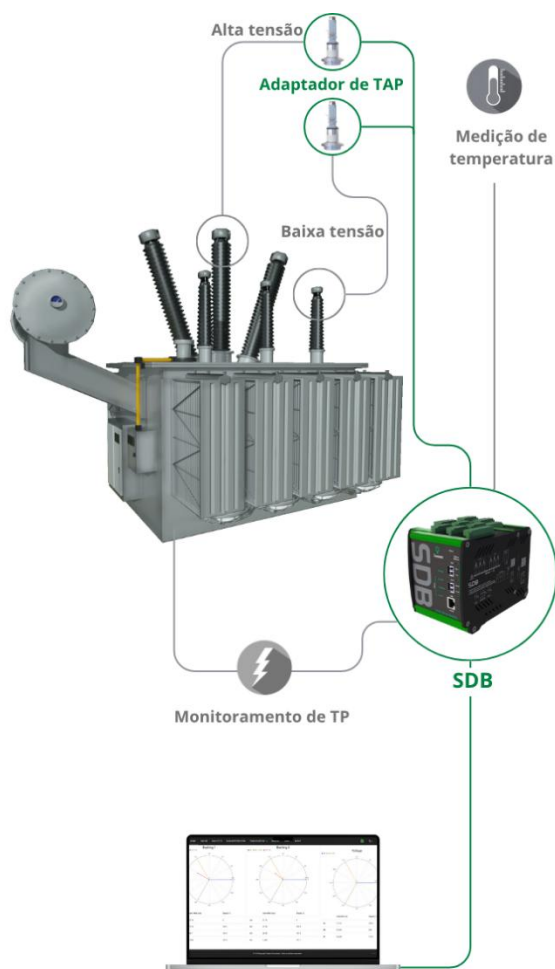


Figura 1 - Topologia de sistema

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

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

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

2.2 Campo de aplicação

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

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

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

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

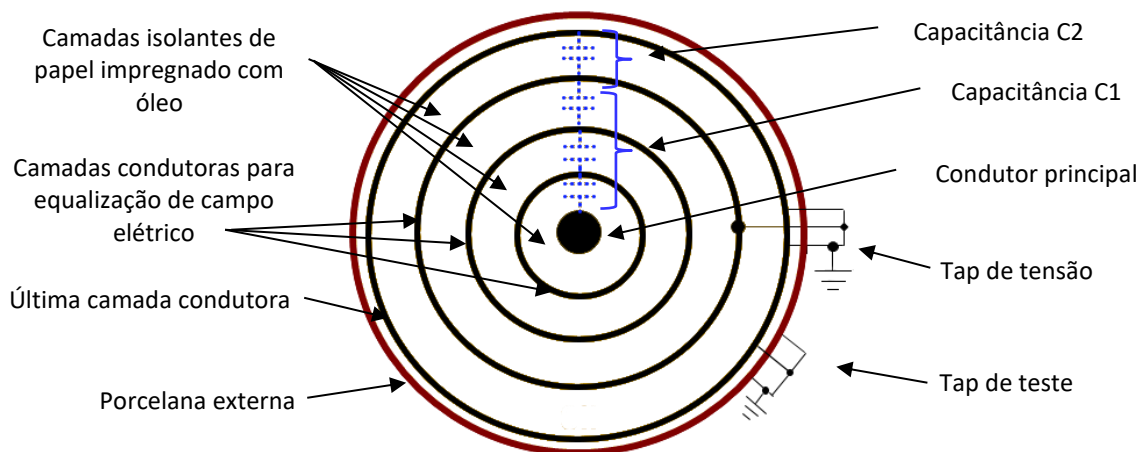


Figura 2 - Vista superior de uma bucha condensiva

Taps de Potencial e de Teste

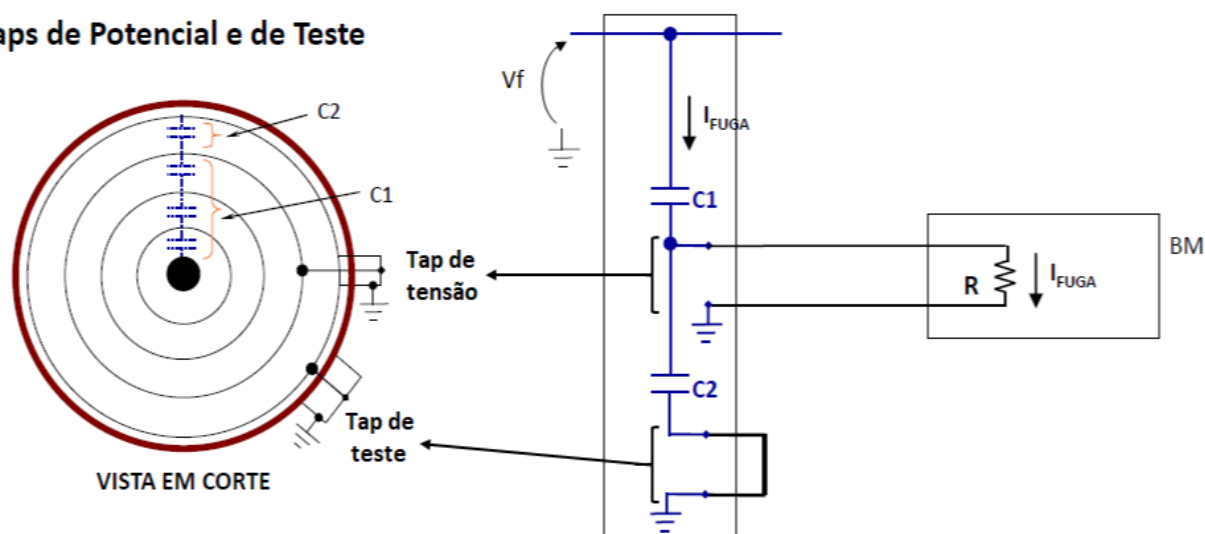


Figura 3 - Forma construtiva de uma bucha condensiva



O conjunto descrito acima atua eletricamente como diversos capacitores conectados em série, formando um divisor de tensão capacitivo. Desta forma, a diferença de potencial total do condutor principal em relação ao terra é dividida igualmente entre os diversos capacitores. Quando a tensão de operação é aplicada a uma bucha condensiva, uma corrente, denominada corrente de fuga, passa a circular através de sua 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.

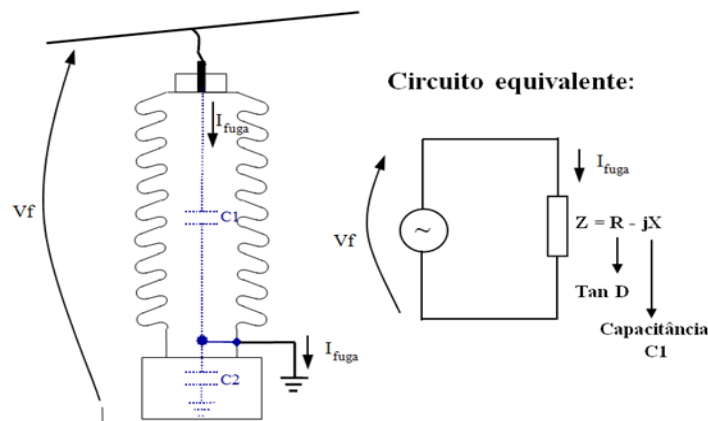


Figura 4 - Circuito equivalente de uma bucha condensiva energizada

O objetivo da monitoração on-line de buchas condensivas é a detecção de alterações na isolação 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 isolação, ou seja, mudanças na impedância “Z” da isolação da bucha.

2.3 Filosofia básica de funcionamento

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

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

Uma das técnicas que permite superar a limitação prática demonstrada é a utilização da soma vetorial da corrente de fuga das três buchas em um sistema trifásico. Em um arranjo como este, as três correntes de fuga estão defasadas entre si em aproximadamente 120° , e normalmente tem a mesma ordem de magnitude, pois as três buchas têm capacitâncias em



princípio semelhantes e as tensões das três fases estão próximas do equilíbrio. Com isso, a somatória das três correntes de fuga tende a um valor bastante menor que cada uma das correntes de fuga tomadas individualmente, como ilustrado na Figura 5(a) para uma dada condição inicial de capacitâncias e fatores de dissipação.

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

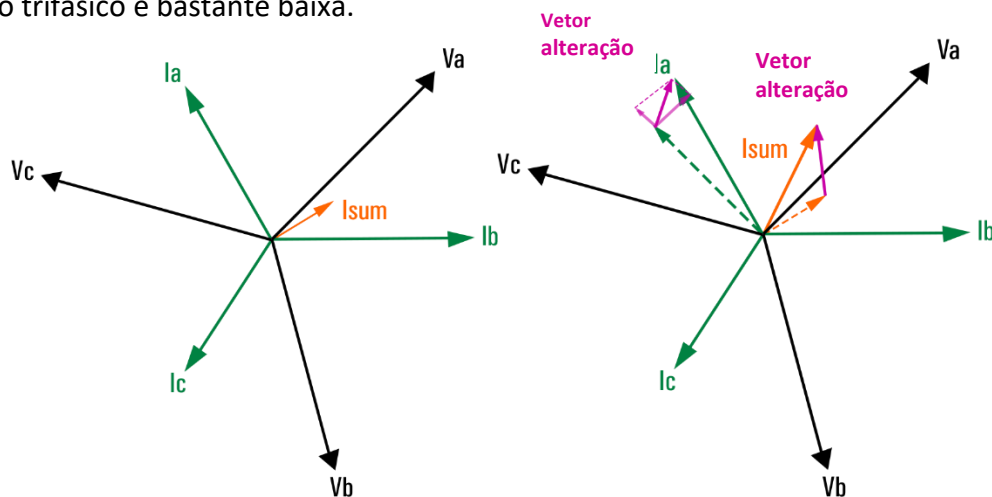


Figura 5 - Correntes de fuga e somatória de três buchas em um sistema trifásico; (a) Para uma dada condição inicial; (b) Com alteração na capacitância e fator de dissipação da bucha da fase A

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

- É necessária a determinação de uma referência inicial de correntes para o sistema, para em seguida compará-la às novas medições on-line, de forma a determinar as alterações ocorridas na capacitância e no fator de dissipação das buchas;
- Não é efetuada a medição dos valores absolutos de capacitância e tangente delta das buchas, mas sim a medição das variações ocorridas nestes parâmetros. Porém, uma vez que sejam conhecidos os valores iniciais de capacitância e tangente delta de cada bucha (valores presentes quando é determinada a referência inicial de correntes), a medição das variações ocorridas permite conhecer os valores atuais de capacitância e tangente delta;
- No caso de buchas novas, podem ser utilizados como valores iniciais de capacitância e tangente delta os valores de placa determinados pelo fabricante das buchas. Porém para buchas já em operação é recomendável que, na instalação do sistema de monitoramento on-line, seja efetuada a medição destes parâmetros através de



métodos off-line, com as buchas desenergizadas. Com isso se garante que estão sendo utilizados pelo sistema de monitoramento valores iniciais corretos;

- Em caso de alarmes por capacitância ou tangente delta alta em uma das buchas, não apenas uma, mas todas as buchas do conjunto trifásico devem ser verificadas, por exemplo, através de medições off-line de capacitância e tangente delta.

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

Como exposto acima na introdução, a construção física da bucha dá origem a um divisor de tensão capacitivo, sendo a porção inferior deste divisor normalmente curto-circuitada aterrando o tap da bucha, de modo que a tensão deste em relação ao terra é de zero volts. Para que seja possível a medição da corrente de fuga da bucha, este aterramento direto é removido e substituído pelo circuito de medição da corrente de fuga. Devido à baixa impedância deste circuito, a tensão do tap em relação ao terra permanece próxima de zero. Deve ser observado que, em caso de interrupção acidental deste circuito de medição, o divisor de tensão capacitivo gerará uma tensão no tap da bucha que normalmente é superior à rigidez dielétrica do tap em relação ao terra, com riscos de danos à bucha.

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

2.4 Detecção de defeitos com evolução rápida em buchas

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

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

Com a popularização da monitoração on-line, iniciada muito recentemente, o acompanhamento contínuo da evolução das alterações na capacitância e tangente delta tem



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

Para atender a essa necessidade, a Tretech desenvolveu um método, com patentes requeridas mundialmente, para detecção e alarme de evolução rápida de defeitos em que a 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.



2.5 Características

Hardware robusto

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

Compacto e versátil

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

Normas internacionais atendidas

IEEE C57.91:2011 e IEC 60076-7:2018; UL-508.

Normas nacionais atendidas

ABNT NBR 5416:1997 e ABNT NBR 5356-7:2017.

Expertise em Sistemas embarcados

A Tretech possui especialistas em sistemas operacionais embarcados com ampla experiência na área. Este conhecimento foi agregado ao SDB, tornando-o um produto extremamente seguro e estável, enquanto permanece fácil de operar.

2.6 Funções

Conjuntos de monitoramento

Monitoramento de 3 ou 6 buchas.

Alarmes:

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

Autodiagnósticos

Detectam falhas internas com indicação a partir de relé.

Monitoramento de TP

Além da medição de corrente, o SDB também mede tensão e disponibiliza os dados para análise em sua interface web.

Medição de temperatura

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

Relé de TRIP

Relé equipado com a função de TRIP a partir dos alarmes de corrente.

2.7 Entradas, saídas e comunicação

2.7.1 Entradas

- ✓ 2 Conjuntos de entrada de corrente para dois conjuntos trifásicos de buchas (primário e secundário);
- ✓ 1 Conjunto de entrada de tensão trifásica.
- ✓ 1 Entrada para sensor PT100.

2.7.2 Saídas

- ✓ 3 contatos de saída configuráveis (NA) para alarmes por valores absolutos, por tendências de evolução elevadas ou correntes de fuga das buchas alta ou muito alta;
- ✓ 1 contato de saída fixo (NF) para autodiagnóstico;

2.7.3 Comunicação

O SDB dispõe de três modelos nos quais variam as portas de comunicação Ethernet, todos atendem aos protocolos de comunicação Modbus RTU/TCP e DNP3 RTU/TCP, IEC Goose Publisher e IEC MMS Server.

- ✓ **FO FO:** 2 Ethernet Fibra Óptica (Certificação UL)



Figura 6 - SDB FO FO

- ✓ **FO SR:** 1 Ethernet Fibra Óptica + 1 Serial Fibra Óptica



Figura 7 - SDB FO SR

- ✓ **RJ45:** 2 Ethernet RJ45

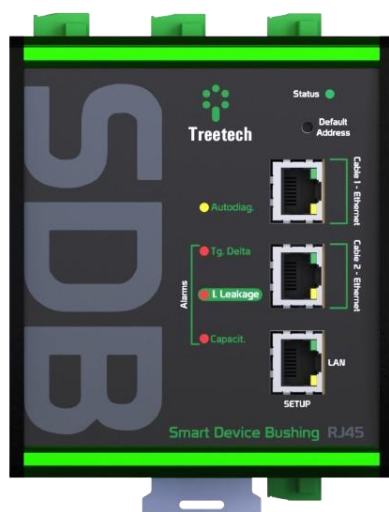


Figura 8 - SDB RJ45

Além destas, o SDB também conta com:

- ✓ 1 RS-485 para comunicação via protocolos Modbus/DNP3 RTU;
- ✓ 1 RS-485/RS-232 para comunicação via protocolos Modbus/DNP3 RTU;
- ✓ 1 Ethernet RJ45 exclusiva para **parametrização**.



3 Projeto e instalação

3.1 Instalação e remoção dos bornes

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

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



Figura 9 - Borne com parafusos

3.2 Instalação mecânica

3.2.1 Instalação padrão trilho DIN

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

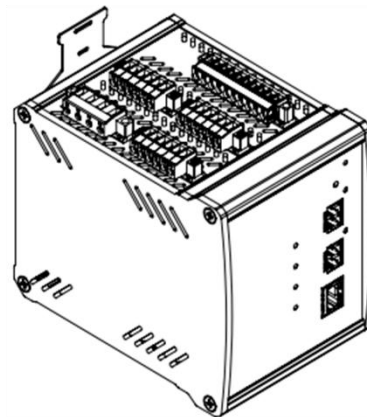
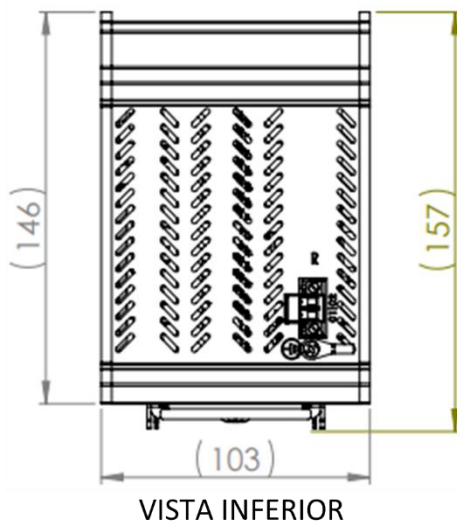


Figura 10 - Instalação trilho DIN

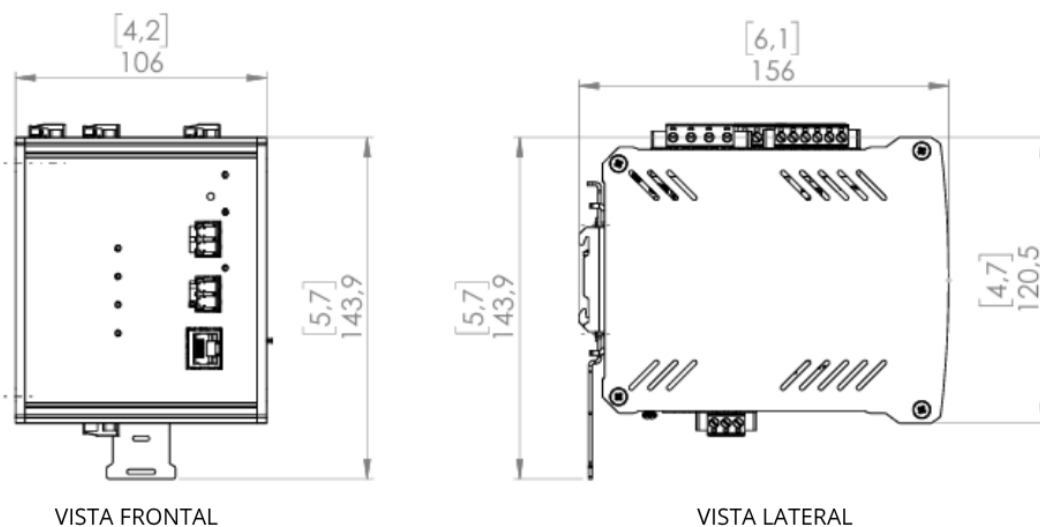


Figura 11 - Instalação trilho DIN, vistas frontal e lateral

3.2.2 Instalação embutida em painel

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

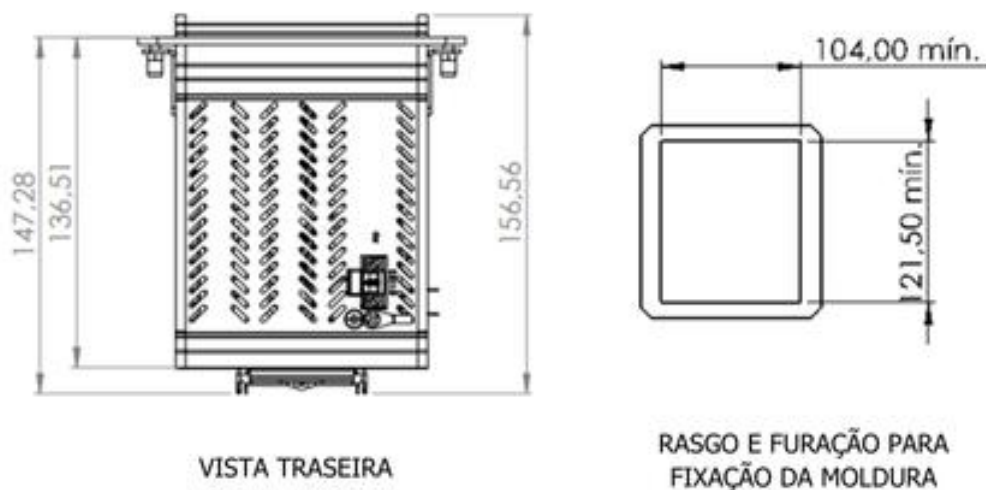
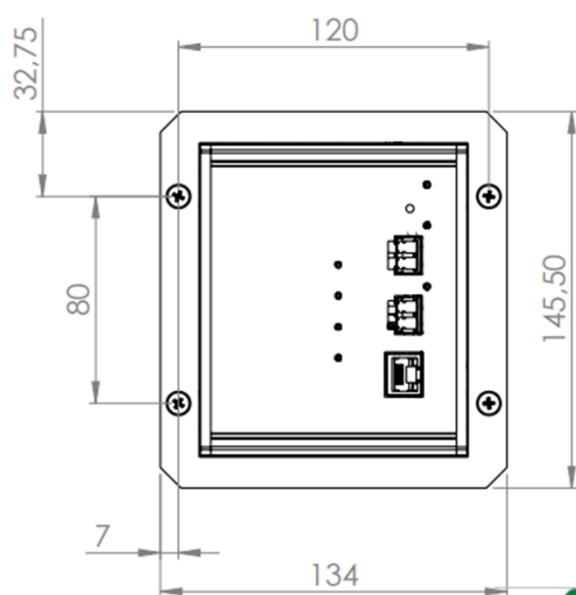
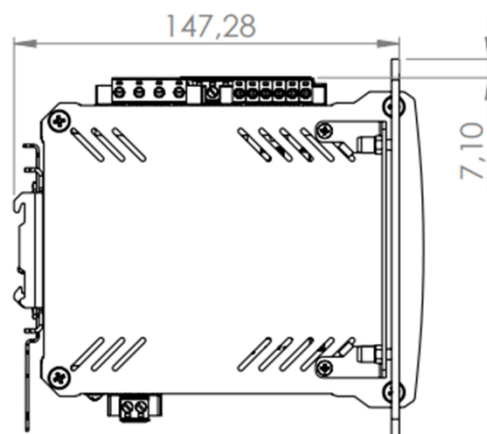


Figura 12 - Instalação em painel, vista inferior e rasgo



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

Figura 13 - Instalação em painel, vistas frontal e lateral



3.3 Instalação elétrica

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



Os terminais de ligação estão instalados na parte superior do SDB, em três conectores removíveis, de forma a facilitar as conexões. Podem ser utilizados cabos de 0,3 a 2,5 mm² seguindo as boas práticas de instalação.



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



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

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

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



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

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

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



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

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



3.3.1 Tabela de especificação dos cabos

Tabela 2 - Especificação dos cabos

Especificação dos cabos		
Função	Especificação	Observação
Alimentação	1,5mm ² a 2,5mm ²	-
Adaptador de TAP	Exposto ao clima: Cabo blindado (BTC), 2 x 18 AWG, isolação EPR 90°C, 0,6/1 kV. Protegido do clima: Cabo blindado (BTC), 2 x 18 AWG, isolação PVC.	Obrigatório, referente a NBR7286
Sinal de tensão trifásica	1,5mm ²	-
PT100	Exposto ao clima: Cabo 3X16 AWG com isolação EPR Protegido do clima: Cabo 3x18AWG com isolação PVC	Obrigatório, essa especificação atende até 265m, para distâncias maiores deve-se utilizar cabos dimensionados conforme necessidade da instalação, em caso de dúvidas contate a equipe Treotech, ver Atendimento ao cliente
Relés	1,5 mm²: Bitola mínima para sinalização (autodiagnósticos, alarmes...) 2,5 mm²: Bitola mínima para circuitos de força (relé de TRIP).	Recomendado de acordo com a especificação na NBR5410
RS485/232	Cabo 2x18AWG PVC ou Cabo 3x18AWG	Recomendado consultar o tópico Terminais de comunicação para instalação.

3.3.2 Diagrama de ligação

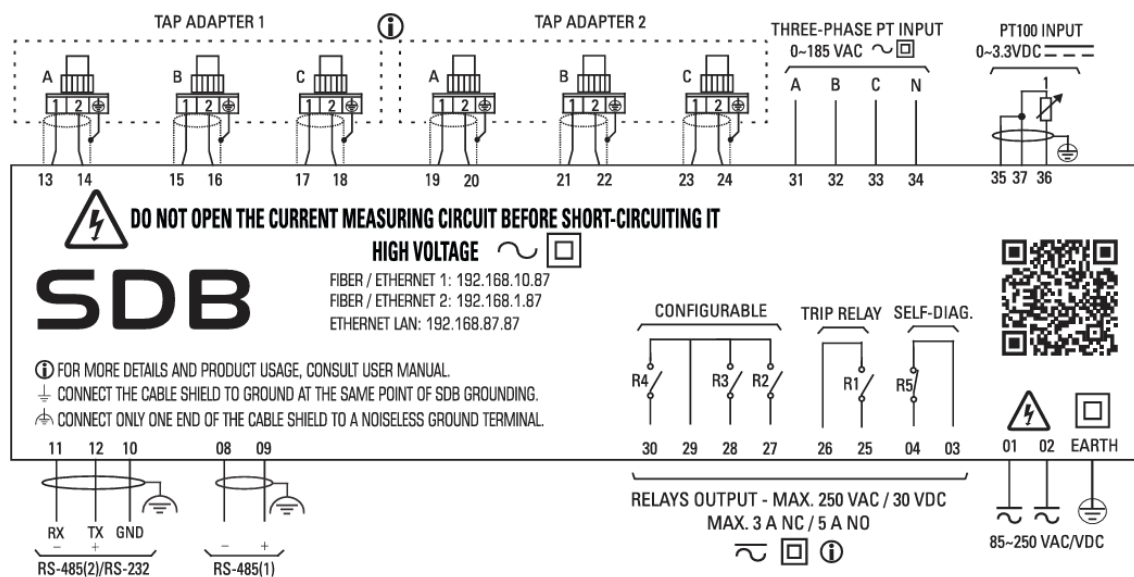


Figura 14 - Diagrama de ligação do SDB

3.3.3 Terminais de entrada

Tabela 3 - Terminais de entrada

Entradas	
Alimentação Entrada para alimentação universal – 85 ~250 Vca/Vcc, 50/60Hz, 12 W	01 – Vac/Vdc 02 – Vac/Vdc
Conjunto de buchas (1)	13 – Entrada de sinal (Adaptador A) 14 – Entrada do comum (Adaptador A) 15 – Entrada de sinal (Adaptador B) 16 – Entrada do comum (Adaptador B) 17 – Entrada de sinal (Adaptador C) 18 – Entrada do comum (Adaptador C)
Conjunto de buchas (2)	19 – Entrada de sinal (Adaptador A) 20 – Entrada do comum (Adaptador A) 21 – Entrada de sinal (Adaptador B) 22 – Entrada do comum (Adaptador B) 23 – Entrada de sinal (Adaptador C) 24 – Entrada do comum (Adaptador C)
Entrada de tensão trifásica Trata-se de uma entrada de tensão trifásica, em que cada uma das três entradas corresponde às fases A, B e C de um conjunto de buchas trifásicas. Esta entrada permite a medição das amplitudes e dos ângulos de defasagem entre as fases.	31 – Fase A 32 – Fase B 33 – Fase C 34 – Neutro
Entrada para PT100	35 – VM



Entrada para conexão direta de sensor PT100 Ω a 0 °C, na configuração de medição a três fios.

36 – BR
37 – VM

3.3.4 Terminais de saída

Tabela 4 - Terminais de saída

Saídas	
Relé de autodiagnóstico Relé (NF), sinaliza falhas internas, na alimentação ou problema com os cabos de conexão.	03 – Comum 04 – Relé 5 (NF)
Relé de TRIP Relé (NA), tem a função de desligar o transformador e entra em ação quando ocorre o alarme por corrente de fuga alta ou muito alta.	25 – Relé 1 (NA) 26 - Comum
Relés de sinalização programáveis Relé (NA), com função programável. A programação desses relés pode ser vista em Parametrização dos relés	27 – Relé 2 (NA) 28 – Relé 3 (NA) 29 – Comum 30 – Relé 4 (NA)



A corrente total combinada de todos os relés deve respeitar o máximo de 10A.



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



3.3.5 Terminais de comunicação

Tabela 5 - Terminais de comunicação

Comunicação	
RS-485 Conexão com sistema de aquisição de dados, protocolos Modbus RTU ou DNP3, utilizar cabo par-trançado, blindado.	08 – (-) 09 – (+)
RS-485 ou RS-232 O SDB também tem uma porta de comunicação RS-232 para conexão com qualquer sistema de controle, supervisão ou monitoramento, utilizar um cabo blindado e trançado de três vias.	10 – GND (RS-232) 11 – RX (RS-232) / - (RS-485) 12 – TX (RS-232) / + (RS-485)
Porta Ethernet Porta de comunicação via RJ45 ou fibra óptica multimodo SC para comunicação entre SDB e sistema de controle/supervisório ou comunicação com os IEDs. Protocolos de saída Modbus® TCP (slave), Modbus® TCP/RTU (slave), DNP3 TCP (outstation) e IEC 61850 (server e publisher).	Disponível em todos os modelos, consulte em Comunicação .
Porta fibra óptica serial Porta de comunicação via fibra óptica multimodo SC para comunicação entre SDB e sistema de controle/supervisório ou comunicação com os IEDs. Protocolos de saída Modbus® RTU (slave), DNP3 RTU (outstation).	Disponível apenas no modelo FOSR, consulte os modelos em Comunicação .
Porta Ethernet configuração (setup) A porta RJ45 (LAN/setup) está presente em todos os modelos, é destinada exclusivamente à parametrização do equipamento, não sendo utilizada para coleta ou transmissão de dados operacionais.	-

Comunicação com o sistema de aquisição de dados

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

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

Em conjunto com os resistores de terminação devem ser utilizados resistores de *pull-up* e *pull-down* em apenas um ponto da rede, conforme indicado na Figura 15.

A tensão contínua de 5 V para alimentação dos resistores de *pull-up* e *pull-down* pode ser interna ao sistema de aquisição de dados. Observar que alguns equipamentos de comunicação podem já possuir esses resistores instalados internamente, dispensando o uso de resistores



externos. Deve ser obedecida a distância máxima de 1200 m entre os extremos da rede de comunicação.

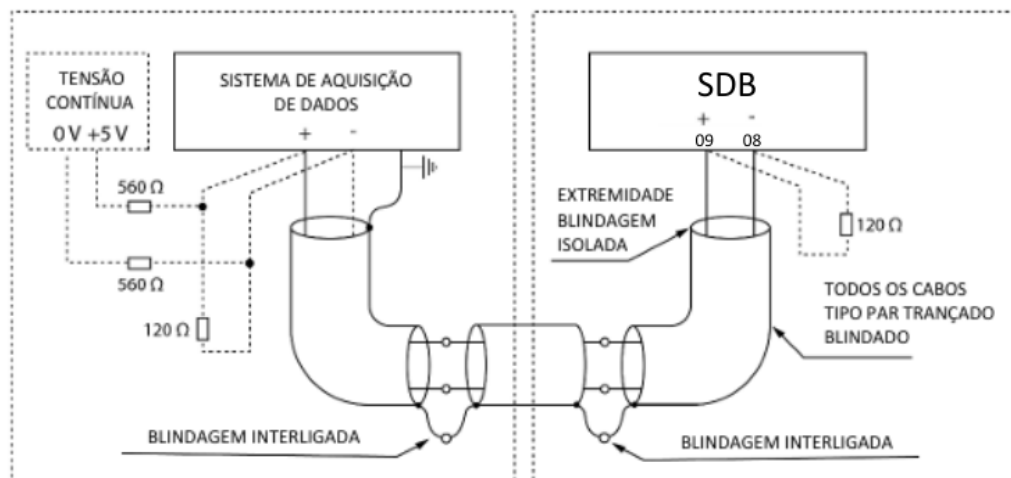


Figura 15 - Conexão e aterramento da blindagem da comunicação serial RS-485

3.3.6 Sensor de temperatura

O SDB possui uma entrada para sensor de temperatura RTD do tipo Pt100 Ω a 0 °C. O sensor deve ser conectado ao SDB com cabos blindados, mantendo a malha contínua e aterrada apenas na extremidade ligada ao equipamento. Caso sejam utilizados bornes intermediários, a blindagem deve passar por eles sem interrupções, e os trechos sem blindagem devem ser os mais curtos possíveis. A resistência máxima permitida por via é de 3 Ω (6 Ω no percurso total entre o PT100 e o SDB).

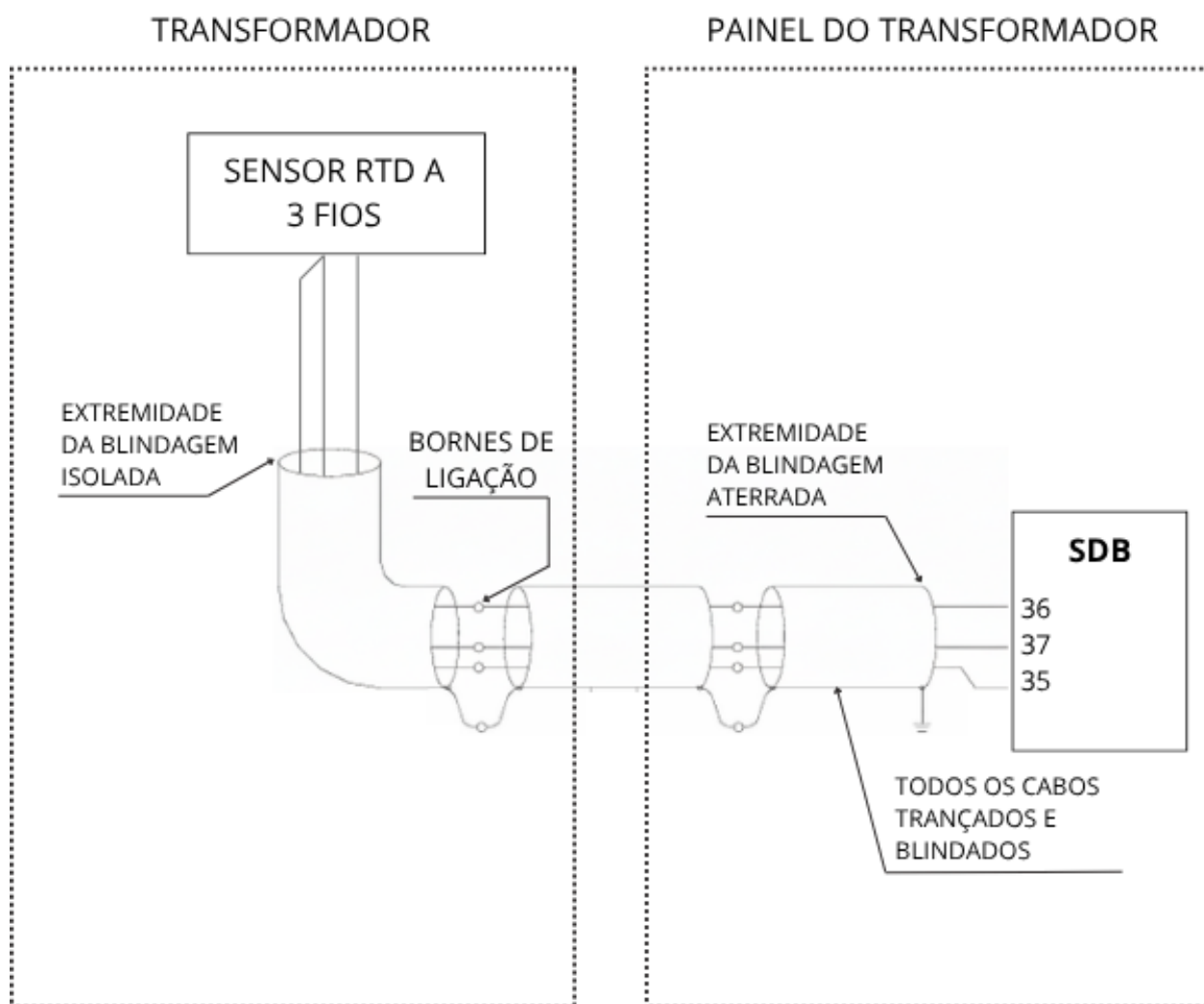


Figura 16 - Detalhes de conexão e aterramento dos cabos e blindagem

3.4 Adaptador de TAP



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

Figura 17 - Adaptador de TAP DP-141



3.4.1 Instalação mecânica

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

3.4.2 Instalação elétrica

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

Para garantir a resistência mecânica do cabo, não é recomendada a utilização de bitolas muito pequenas, de forma a reduzir a possibilidade de abertura accidental do TAP da bucha. As blindagens dos cabos de conexão entre os adaptadores de TAP e o SDB devem passar também por bornes, evitando a interrupção delas. O trecho de cabo sem blindagem, devido à emenda, deve ser o mais curto possível, e a blindagem deve ser aterrada em um único extremo, preferencialmente no adaptador de TAP.



ATENÇÃO: Em hipótese alguma o TAP da bucha pode permanecer em aberto estando a bucha energizada. Por isso, é altamente recomendado que os cabos provenientes dos adaptadores de TAP não sejam conectados diretamente 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 18. Com isso é possível curto-cuitar os bornes intermediários e desviar as correntes de fuga, permitindo a retirada de operação do módulo de medição mesmo com as buchas energizadas.

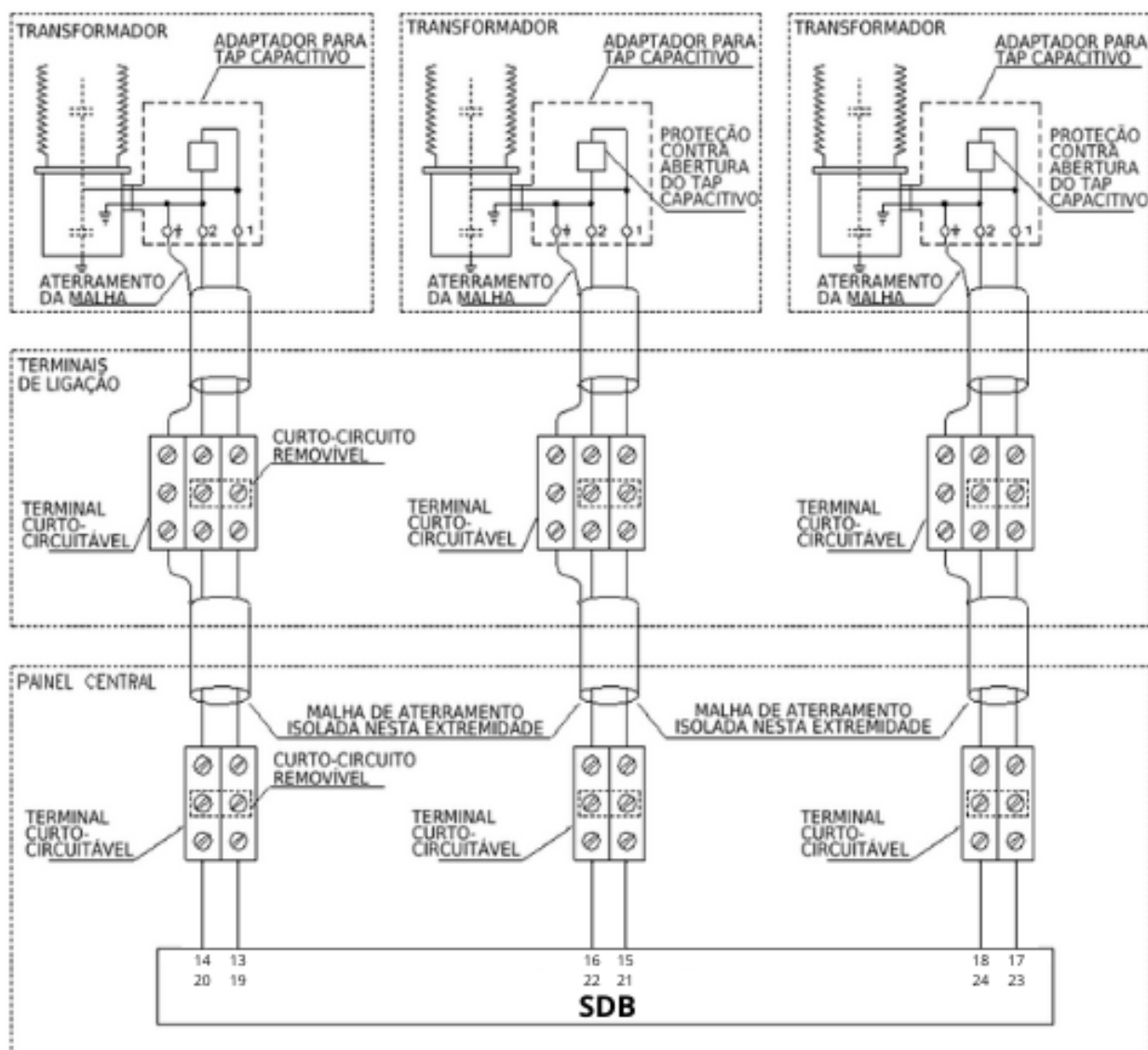
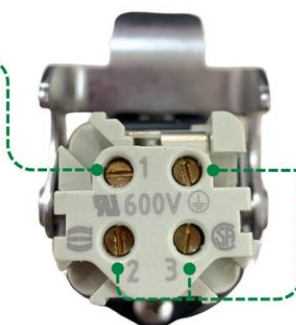


Figura 18 - Detalhes de conexão e aterramento

3.4.3 Layout dos bornes da tomada do adaptador de TAP

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



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

Figura 19 - Borne da tomada do adaptador de TAP

4 Operação

Todas as funcionalidades do *Smart Device Bushing* (SDB) são acessadas exclusivamente por meio de sua interface web, a qual disponibiliza em tempo real, informações referentes às medições, ao estado operacional, aos alarmes e aos procedimentos de autodiagnóstico. O equipamento não dispõe de display ou teclas físicas em seu painel frontal para navegação, a única operação que pode ser realizada diretamente no frontal equipamento é a alteração do IP através do botão “*Default Address*”. A sinalização de estado, alarmes e falhas internas é realizada simultaneamente pela interface web e por indicadores luminosos (LEDs).

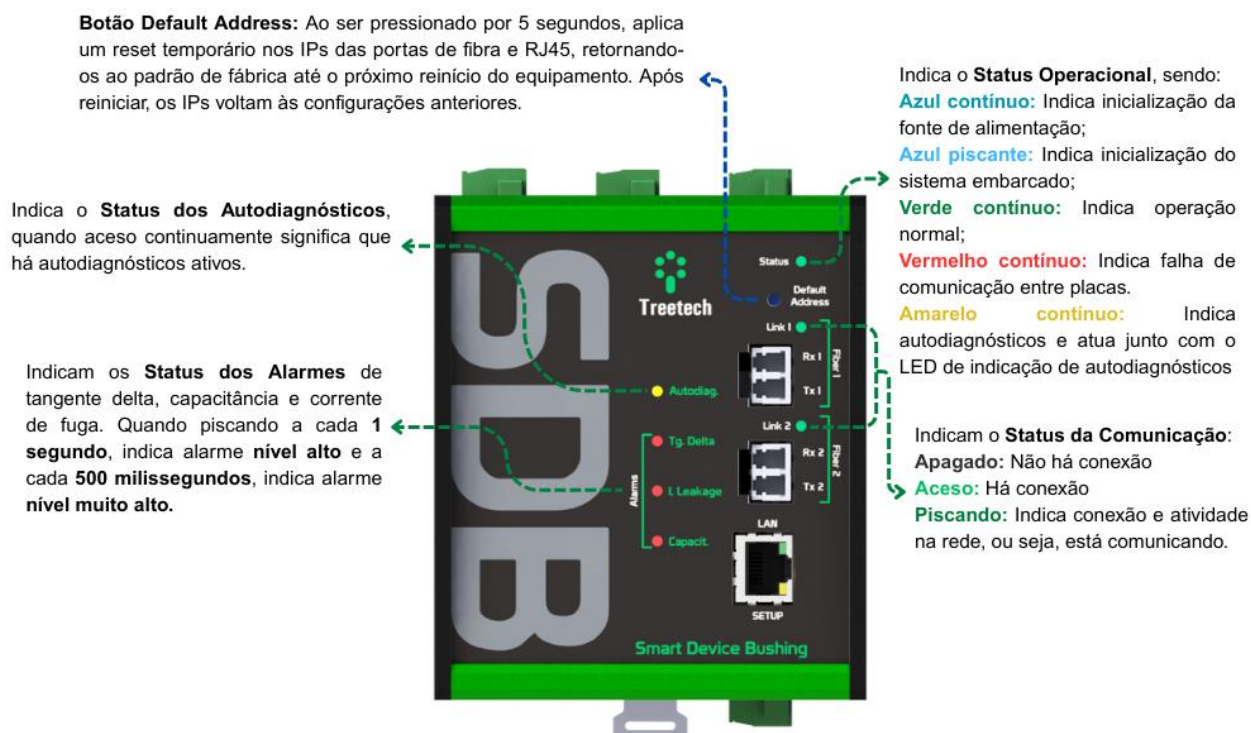


Figura 20 - Disposição e função dos LEDs

4.1 Informações gerais sobre a Interface Web

A interface web do *Smart Device Bushing* (SDB) permite o acesso a todas as funcionalidades do equipamento. Por meio dela, é possível visualizar medições em tempo real, estado operacional, alarmes e autodiagnósticos efetuando o login ou não. Essa ferramenta centraliza o monitoramento e a configuração do SDB de forma prática e segura.



Figura 21 - Tela inicial

4.1.1 Navegação

Para facilitar a navegação na interface web do SDB, é utilizada uma simbologia padronizada, presente em diversas seções do sistema. A exibição de determinados campos e funcionalidades pode variar entre antes e após o login, e conforme o perfil de acesso do usuário, restringindo visualizações ou ajustes a quem possui as permissões apropriadas.

Idioma

A interface web do SDB está disponível em três idiomas: português, inglês e espanhol. O usuário pode selecionar o idioma desejado conforme sua preferência, garantindo maior acessibilidade e compreensão das informações durante a operação e configuração do equipamento.

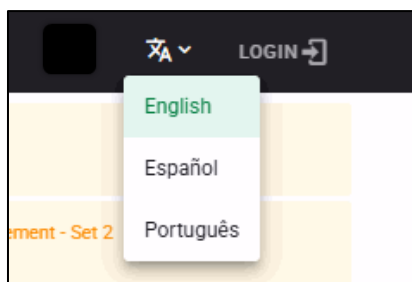


Figura 22 - Aba de idiomas

Informações

Este ícone fornece informações contextuais sobre a página, sendo exibido principalmente nas áreas de configuração. É útil para esclarecer dúvidas rápidas durante o ajuste de parâmetros.



Figura 23 - Ícone informativo

Status

Indica a qualidade da comunicação interna do SDB. Por meio de legendas coloridas, é possível identificar rapidamente se a comunicação está falha ou instável. Essa sinalização contribui para diagnósticos rápidos e maior confiabilidade na supervisão do equipamento. Os ícones a seguir também estão presentes na aba online e representam o status dos elementos exibidos nessa área.

 **Má comunicação:** Falha na comunicação com o equipamento;

 **Comunicação instável:** Estado de comunicação não confiável.

4.1.2 Login

Usuário e senha

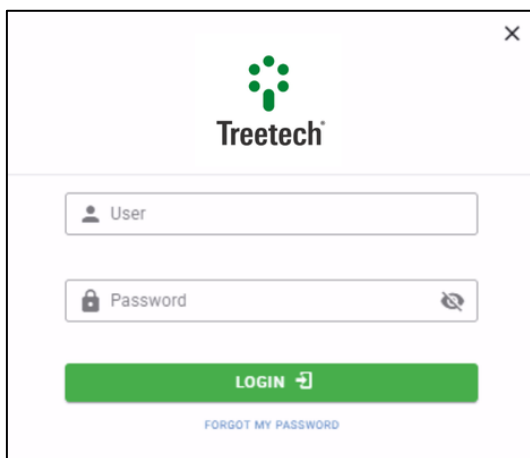


Figura 24 - Tela de login

Para acessar mais detalhes do IED e adquirir dados online por meio da página web, é necessário possuir um nome de usuário e uma senha válidos. Para isso, basta clicar no botão verde “Login”, localizado no canto superior direito da tela. Uma janela será exibida com campos para identificação do usuário e senha. Após preencher os campos, basta clicar novamente no botão verde “Login” para acessar o sistema. Os dados de login padrão são:

Usuário: default | **Senha:** Default123



Configuração do usuário

Nessa aba é possível configurar o perfil, criar usuários e reiniciar o equipamento, ela é disponibilizada após o login e para acessá-la basta clicar no ícone de usuário.

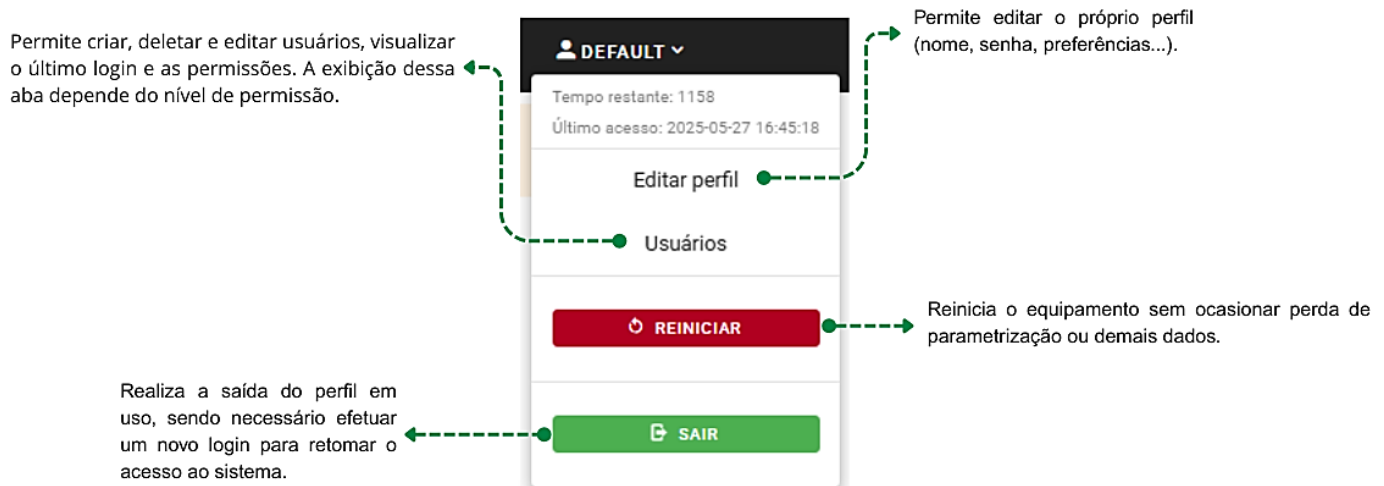


Figura 25 - Aba do usuário

Usuário e/ou senha incorretos

Caso o nome de usuário e/ou a senha estejam incorretos, uma mensagem em caixa vermelha será exibida informando o erro e a quantidade de tentativas restantes. Ao exceder o número de tentativas permitidas (até 3), o login será temporariamente bloqueado por aproximadamente 1 minuto, sendo ainda possível acessar com outro perfil, se necessário.

Limite de tempo

Se o usuário fizer login, mas permanecer inativo no sistema, a sessão expirará após dez minutos. Nos últimos trinta segundos, uma janela com contagem regressiva alertará sobre o encerramento da sessão.



Figura 26 - Limite de tempo

4.1.3 Configuração

A aba "Configuração", disponível após login, reúne os ajustes gerais do equipamento, permitindo ao usuário definir parâmetros essenciais para seu funcionamento. Nela, é possível configurar a aplicação utilizada, ajustar data e hora, definir as informações de rede e realizar atualizações de firmware. Essas configurações garantem o alinhamento do sistema com as necessidades específicas de cada instalação.

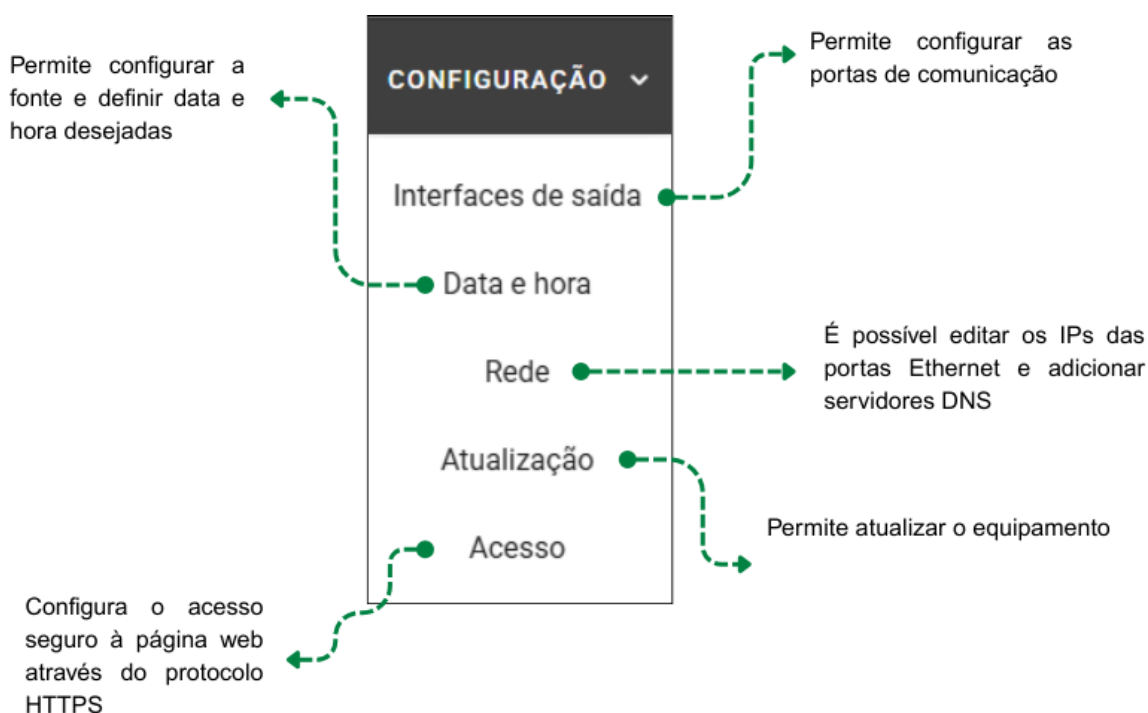


Figura 27 - Aba de configuração

Exibição das medições

A página inicial da interface web do SDB apresenta, em tempo real, as correntes dos conjuntos e as tensões das fases, com valores RMS e ângulos. As correntes de fuga são exibidas em gráficos por fase, assim como as tensões A, B e C. Essa estrutura permite monitoramento rápido e técnico das condições do sistema.

Ao clicar sobre as medições, é aplicado um recurso de ampliação (zoom) na corrente somatória, disponível nos fatores de 10x, 100x ou 1000x.

Exibição de alarmes e autodiagnósticos

A página inicial também exibe avisos de alarmes e autodiagnósticos, que indicam anormalidades nos sinais ou falhas internas detectadas automaticamente nos conjuntos monitorados. Esses alertas são destacados na parte superior da tela para rápida identificação. Cada ocorrência é acompanhada da data e hora exatas em que foi registrada.

 Autodiagnóstico de sequência de fases - Conjunto 1 01/01/2000 00:00:56 UTC	 Alarme por capacitância - Muito alta - Conjunto 2 - Fase A 01/01/2000 00:00:57 UTC
 Autodiagnóstico de corrente do canal A com corrente de fuga baixa - Conjunto 1 01/01/2000 00:00:56 UTC	 Autodiagnóstico de corrente do canal A com corrente de fuga baixa - Conjunto 2 01/01/2000 00:00:57 UTC

Figura 28 - Exibição dos alarmes e autodiagnósticos



Figura 29 - Exibição das medições



Na tela de exibição das medições, também são disponibilizadas duas caixas de seleção associadas à referência angular. Ao habilitá-las, torna-se possível visualizar a referência angular diretamente do próprio conjunto, em vez de utilizar a referência angular geral.

4.2 Aplicação e comunicação

4.2.1 Configuração da aplicação

A aba de Interfaces de Saída pode ser encontrada em [Configuração](#), ao clicar será exibida a seguinte tela:

Interfaces de saída

Área de execução

Versão: SDB 4.2.8

Data: 2025.07.30

Visualizar

Exportar

Aplicar área de configuração

Área de configuração

Versão: SDB 4.2.7

Data: 2025.06.26

Visualizar/Editar

Exportar

Copiar área de execução

Copiar área de fábrica

Importar

Figura 30 - Aplicação

Área de execução

Armazena os dados atuais que estão sendo usados pelos processos do sistema e não pode ser editada em tempo de execução.

- **Visualizar:** Permite observar os dados que estão em execução;



- **Exportar:** Baixa uma cópia dos dados atuais e serve como *backup* para eventuais atualizações;
- **Aplicar área de configuração:** Aplica as configurações definidas na “Área de configuração”.

Área de configuração

É a área em que os dados podem ser alterados e pode ser editada a qualquer tempo, enquanto esses dados não são aplicados eles não interferem na execução do sistema.

- **Visualizar/Editar:** Permite observar os dados e que o usuário faça alterações no sistema. Qualquer alteração só terá efeito após aplicar as modificações da área de configuração para a área de execução.
- **Exportar:** Baixa uma cópia dos dados da área de configuração, que serve como *backup* para eventuais atualizações;
- **Copiar área de execução:** Copia para a configuração a aplicação que está sendo usada na área de execução;
- **Copiar área de fábrica:** Apaga a atual configuração e retoma a configuração de fábrica;
- **Importar:** Permite importar o arquivo (.back), por segurança, ele está criptografado.

4.2.2 Como configurar a comunicação

Área de configuração

Na área de configuração, clicar em “Visualizar/Editar”, após isso, clique em “adicionar”.



Figura 31 - Área de configuração

Configurando a saída



Figura 32 - Configuração da saída

1. Escolha do protocolo

Para iniciar a configuração, selecione primeiramente um dos protocolos disponíveis a seguir:

- Modbus;

- DNP3;
- IEC;
- Outros.

2. Configurar a conexão

Após a escolha do protocolo, o próximo passo é ajustar os parâmetros de conexão, que variam conforme o protocolo selecionado.

3. IED

Por fim, selecione o SDB, configure o nome e defina o endereço, se aplicável.

4.3 Aba online

A aba online exibe alarmes ativos, autodiagnósticos, medição de tensão, temperatura e medições das buchas, como capacitância e tangente delta, permitindo monitoramento centralizado e resposta rápida a anomalias.

4.3.1 Status dos dados

Assim como descrito na seção [Navegação](#), é possível acompanhar o status da comunicação do equipamento. Da mesma forma, os parâmetros exibidos também podem ser monitorados em tempo real, conforme demonstrado a seguir.

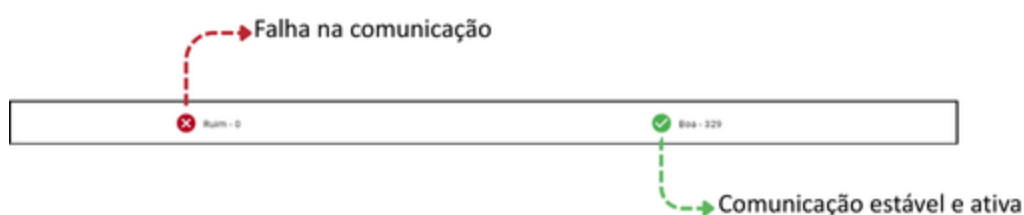


Figura 33 - Status de comunicação dos dados

4.3.2 Disposição dos dados

> GERAL AUTODIAGNÓSTICO DEBUG ALARME											
> GERAL CONJUNTO 1 CONJUNTO 2 TENSÃO TEMPERATURA	RELÉS <table> <tr> <th>Descrição</th><th>Valor</th></tr> <tr> <td>✓ Estado do relé de saída 1</td><td>Não acionado</td></tr> <tr> <td>✓ Estado do relé de saída 2</td><td>Não acionado</td></tr> <tr> <td>✓ Estado do relé de saída 3</td><td>Não acionado</td></tr> <tr> <td>✓ Estado do relé de saída 4</td><td>Não acionado</td></tr> </table> Items per page: 10 1-4 of 4 < < > >	Descrição	Valor	✓ Estado do relé de saída 1	Não acionado	✓ Estado do relé de saída 2	Não acionado	✓ Estado do relé de saída 3	Não acionado	✓ Estado do relé de saída 4	Não acionado
Descrição	Valor										
✓ Estado do relé de saída 1	Não acionado										
✓ Estado do relé de saída 2	Não acionado										
✓ Estado do relé de saída 3	Não acionado										
✓ Estado do relé de saída 4	Não acionado										

Figura 34 – Quadro de informações

A aba online possui um quadro que organiza os alarmes, autodiagnósticos, medições e informações de *debug*, permitindo um monitoramento contínuo e eficiente das condições operacionais. A imagem a seguir mostra o que cada guia contém na parte horizontal.

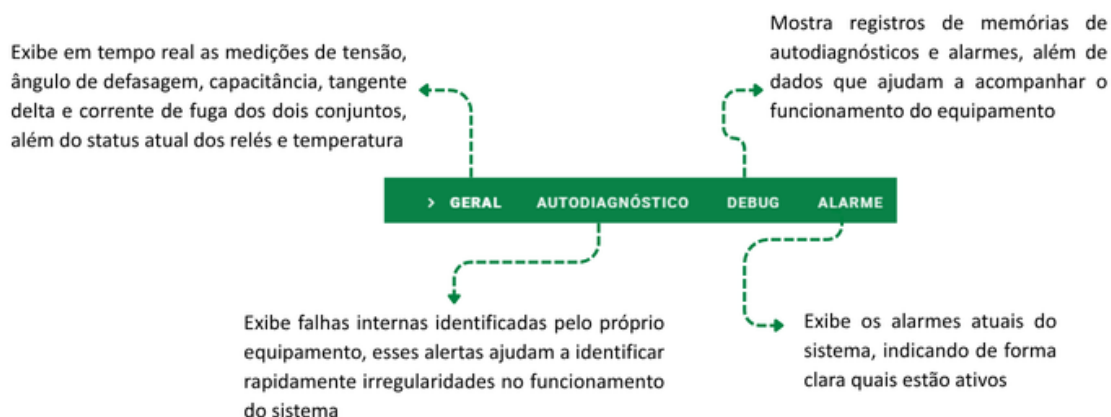


Figura 35 – Guias horizontais da aba online

Já na parte vertical do quadro as seções são divididas da seguinte maneira:

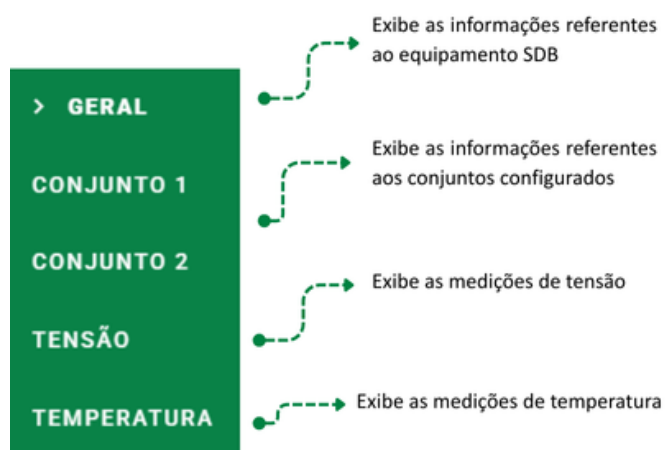


Figura 36 - Guias verticais da aba online

Também é possível usar filtros para encontrar os dados desejados de maneira mais rápida e eficiente.



Figura 37 - Filtros por texto e qualidade

4.4 Aba análise

A aba análise permite a visualização gráfica dos dados dos conjuntos 1 e 2 e das medições de tensão, com seleção de variáveis em períodos de até 31 dias. É possível explorar e baixar os dados e gráficos exibidos. Na ausência de informações no período escolhido, é apresentada a mensagem “não existem dados para serem exibidos”



Figura 38 - Aba análise

4.4.1 Gerenciar bancos de dados do SDB

Caso necessário, é possível transferir os bancos de dados de um equipamento para outro, exportando ou importando, e assim preservar o histórico de aprendizado, as configurações realizadas e as parametrizações definidas pelo usuário.



Figura 39 - Gerenciar banco de dados

4.4.2 Análise dos conjuntos

Permite obter graficamente os cálculos e resultados de um determinado período, desde que este não ultrapasse o intervalo de 31 dias.

Log de eventos

Exibe mensagens referentes a eventos que ocorreram nos conjuntos, como autodiagnósticos, alarmes, erros de leitura, comandos, entre outros, informando também a data e a hora que ocorreram.



Figura 40 - Botão do Log de eventos

Resultados

Exibe graficamente os resultados dos cálculos (tangente delta e capacitância), permitindo analisar sua evolução ao longo do tempo.

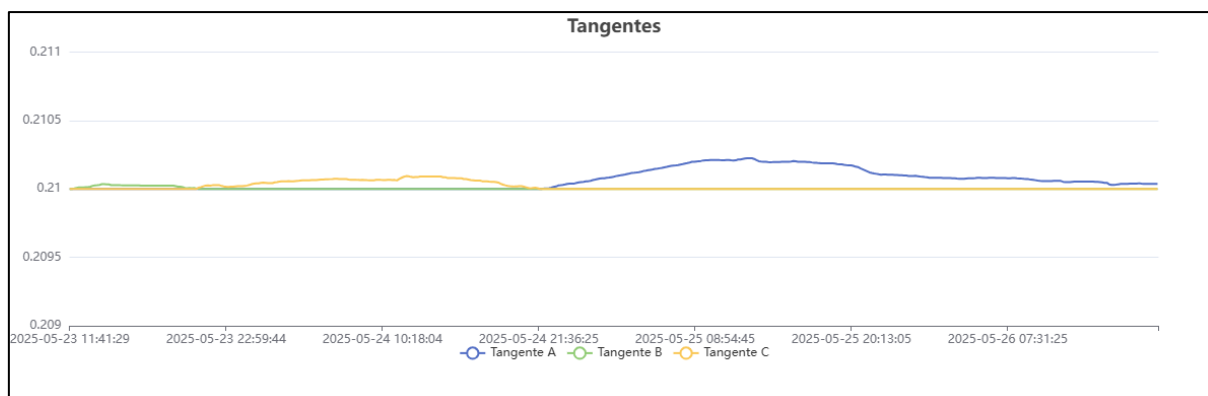


Figura 41 - Resultado da evolução da tangente delta em gráfico

Cálculos

Exibe graficamente as medições de corrente somatória, das correntes de fase e a frequência, permitindo analisar as variações em função do tempo.

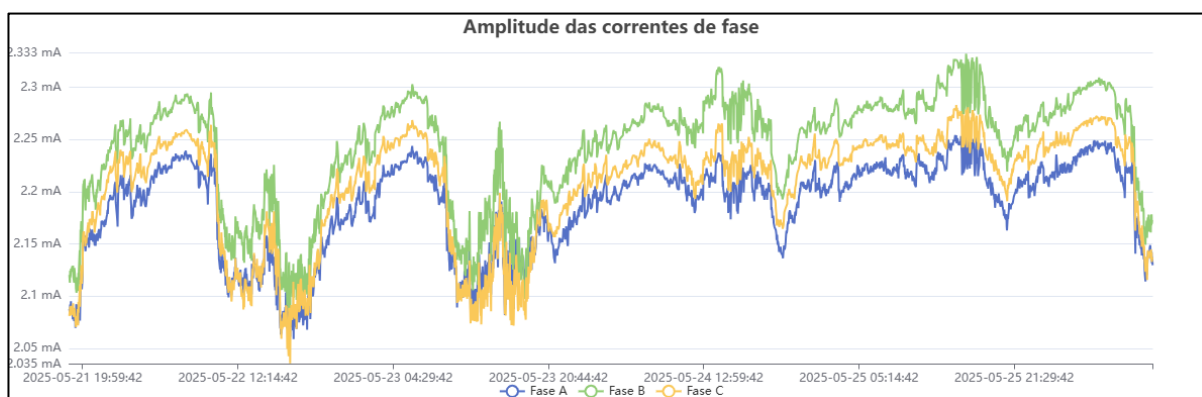


Figura 42 - Medição das correntes de fase exibidas em gráfico

Referência

Exibe os sinais medidos pelo SDB durante o período de aprendizado.



Figura 43 - Medições de referência

É possível comparar os cálculos com os valores de referência, permitindo validar se os valores apresentados nas medições e os acionamentos do SDB (como alarmes) estão coerentes.



Figura 44 - Medições de referência

4.4.3 Análise de tensão

Nessa aba é possível analisar graficamente os valores de tensão das fases A, B e C, a variação e a defasagem ao longo do tempo.

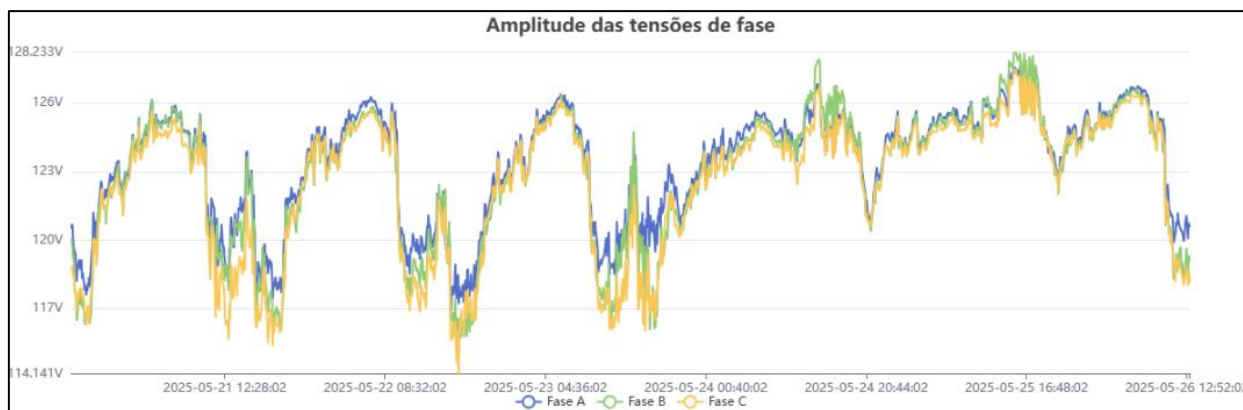


Figura 45 - Amplitude das tensões de fase exibida em gráfico

4.5 Aba Downloads

4.5.1 Logs

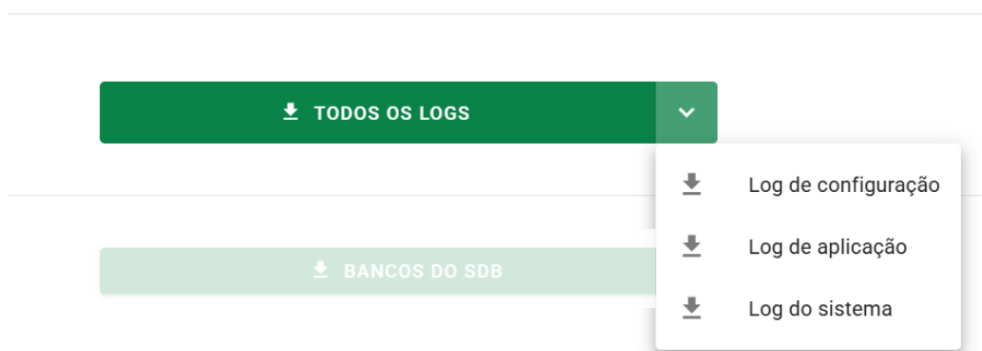


Figura 46 – Efetuar download dos logs do SDB

4.5.2 Bancos do SDB

Para uma análise mais detalhada, o usuário pode realizar o download dos registros disponíveis, basta selecionar o item desejado e iniciar a exportação dos dados.

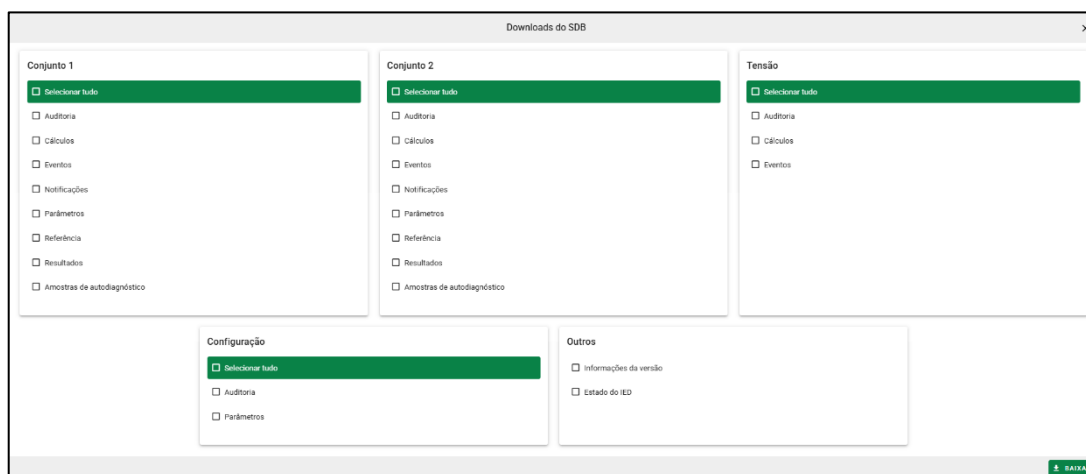


Figura 47 - Efetua download de informações relevantes do SDB

- **Auditoria:** Contém registros detalhados das operações realizadas no equipamento, permitindo o rastreamento de ações executadas pelos usuários ao longo do tempo;
- **Cálculos:** Armazena os valores das medições realizadas pelo equipamento, utilizados para análise e verificação do comportamento dos conjuntos monitorados;
- **Eventos:** Reúne os registros gerados automaticamente pelo sistema, como alarmes, autodiagnósticos e outras ocorrências relevantes ao funcionamento do equipamento;
- **Notificações:** Contém registros das notificações de alarmes, autodiagnósticos e suas respectivas memórias;
- **Parâmetros:** Contém os valores atuais dos parâmetros do equipamento, permitindo acompanhar ajustes configurados;
- **Referência:** Armazena os valores de referência previamente salvos no sistema, servindo como base comparativa para os resultados de medição e cálculo dos conjuntos;



- **Resultados:** Reúne os valores calculados de tangente delta e capacitância para a avaliação da condição dielétrica dos conjuntos monitorados;
- **Amostras de autodiagnóstico:** Contém registros detalhados capturados no momento da ativação de um autodiagnóstico, permitindo a análise do estado operacional do equipamento no instante da ocorrência;
- **Informações da versão:** Exibe o histórico de versões do middleware utilizadas no equipamento, facilitando o controle de atualizações e a rastreabilidade de mudanças no sistema;
- **Estado do IED:** Permite baixar um retrato atual do dispositivo, consolidando todas as leituras em tempo real e os parâmetros configurados no instante da requisição.

5 Parametrização

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

- ✓ Conectar o SDB à rede através de qualquer uma de suas portas de comunicação;
- ✓ Digitar o endereço IP do equipamento em qualquer navegador, é importante verificar se o dispositivo utilizado para o acesso está conectado à mesma rede que o SDB;
- ✓ Efetuar login com usuário e senha (ver [Login](#)) e acessar a aba de parametrização, destacada na imagem abaixo.

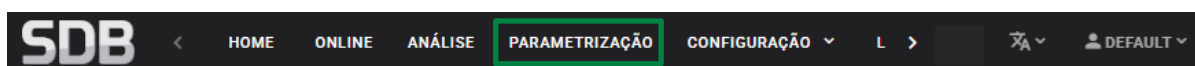


Figura 48 - Aba parametrização

Para o primeiro acesso à interface web, usar o IP padrão, sendo:

- **RJ45:** 192.168.87.87
- **Fibra 1:** 192.168.10.87
- **Fibra 2:** 192.168.1.87

Após o primeiro acesso, se desejar, é possível alterar o IP do equipamento (ver [Configuração](#)).

5.1 Envio e validação de parâmetros

Envio de parâmetros

Para que uma alteração de parâmetro seja efetivada no SDB, é necessário clicar no botão “Enviar” em cada tela onde a modificação for realizada. O sistema salva os parâmetros de forma individual por tela, e não de maneira global. Isso significa que, ao navegar para uma nova aba sem clicar em “Enviar”, as alterações feitas anteriormente não serão registradas.



Figura 49 - Botão enviar

5.2 Parametrização Geral

A parametrização geral do SDB abrange os ajustes essenciais para o funcionamento adequado do sistema, reunindo as configurações básicas de operação, critérios de atuação dos alarmes automáticos e diretrizes para os diagnósticos gerais. Esses parâmetros definem o comportamento do equipamento frente às condições de operação, eventos e falhas, permitindo que o usuário personalize o monitoramento conforme as características e exigências do transformador.

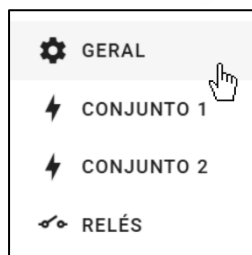


Figura 50 - Parametrização geral

5.2.1 Básico

As parametrizações básicas permitem configurar comandos essenciais dos conjuntos, ativação do modo automático de alarmes e ajuste da histerese. Esses ajustes garantem flexibilidade e precisão no monitoramento do sistema.



Figura 51 - Parametrização básica

Habilitar monitoramento do conjunto 'x'

Parâmetro que ativa o monitoramento dos conjuntos

Faixa de ajuste: Ativado, desativado

Padrão: Desativado

Habilitar modo automático dos alarmes (Corrente de fuga/Capacitância/Tangente delta)

Parâmetro que ativa o modo automático dos alarmes

Faixa de ajuste: Ativado, desativado

Padrão: Desativado

Caso todos esses parâmetros estejam desativados, a tela de [Alarmes automáticos](#) não será exibida. Para parametrizar manualmente os alarmes, é necessário desabilitar o modo automático.

Constante de tempo para cálculo de tendências de evolução

Define a constante de tempo do filtro digital que suaviza variações temporárias na capacitância e tangente delta, evitando alarmes indevidos por tendência.

Faixa de ajuste: 0 a 120 dias

Padrão: 30 dias

Histerese dos alarmes

Parâmetro que permite definir um valor de histerese para a desativação dos alarmes de capacitância e tangente delta, de modo a desativarem em níveis mais baixos do que no acionamento.

Faixa de ajuste: 0 a 20 %

Padrão: 0,5%

Tempo para alarme por corrente de fuga – Alta – Conjunto “x”:

Parâmetro que define um tempo para acionar o alarme de corrente de fuga alta.

Faixa de ajuste: 30 a 1800s

Padrão: 60s

Tempo para alarme por corrente de fuga – Muito Alta – Conjunto “x”:

Parâmetro que define um tempo para acionar o alarme de corrente de fuga muito alta.

Faixa de ajuste: 30 a 1800s

Padrão: 60s

5.2.2 Alarmes automáticos

Aba em que é possível parametrizar os limites percentuais para geração automática de alarmes, com base em desvios dos valores de referência. As configurações incluem alarmes por corrente de fuga (alta e muito alta), capacitância (alta e muito alta) e tangente delta (alta e muito alta), além dos ajustes de histerese para evitar atuações por variações momentâneas.



Figura 52 - Alarmes automáticos

Valor percentual para alarmes automáticos por corrente de fuga – Alta

Define o valor em percentual para o alarme automático por corrente de fuga – Alta.

Faixa de ajuste: 1 a 2000 %

Padrão: 150%

Só será exibido se o modo alarme automático para corrente de fuga estiver habilitado.

Valor percentual para alarmes automáticos por corrente de fuga – Muito alta

Define o valor em percentual para o alarme automático por corrente de fuga – Muito alta.

Faixa de ajuste: 1 a 2000 %

Padrão: 200%

Só será exibido se o modo alarme automático para corrente de fuga estiver habilitado.

Valor percentual para alarmes automáticos por corrente de fuga – Histerese

Define o valor em percentual para histerese de desativação dos alarmes de corrente de fuga.

Faixa de ajuste: 1 a 50 %

Padrão: 10%

Só será exibido se o modo alarme automático para corrente de fuga estiver habilitado.

Alarme por capacitância automática – Alta – Geral

Define o valor em percentual para acionar o alarme automático por capacitância alta.

Faixa de ajuste: 0,00 a 320,0 %

Padrão: 3%

Só será exibido se o modo alarme automático para capacitância estiver habilitado.

Alarme por capacitância automática – Muito alta – Geral

Define o valor em percentual para acionar o alarme automático por capacitância muito alta.

Faixa de ajuste: 0,00 a 320,0 %

Padrão: 5%

Só será exibido se o modo alarme automático para capacitância estiver habilitado.

Alarme por tangente delta automática – Alta – Geral

Define o valor em percentual para acionar o alarme automático por tangente delta alta.

Faixa de ajuste: 0 a 32000 %

Padrão: 100%

Só será exibido se o modo alarme automático para tangente estiver habilitado.

Alarme por tangente delta automática – Muito alta – Geral

Define o valor em percentual para acionar o alarme automático por tangente delta muito alta

Faixa de ajuste: 0 a 32000 %

Padrão: 200%

Só será exibido se o modo alarme automático para tangente delta estiver habilitado.

5.2.3 Temperatura



Figura 53 - Parâmetros de temperatura

Habilitação do sensor de temperatura

Ao ser acionado, o parâmetro habilita a medição de temperatura.

Faixa de ajuste: Habilita, desabilita

Padrão: Desabilitado

5.3 Parametrização dos conjuntos

A parametrização dos conjuntos permite configurar individualmente os limites e comportamentos de cada um dos módulos monitorados pelo SDB. Nessa aba, o usuário ajusta os valores de referência e critérios que orientam o monitoramento da capacitância, tangente delta e corrente de fuga, assegurando que cada conjunto opere conforme as características específicas do transformador.

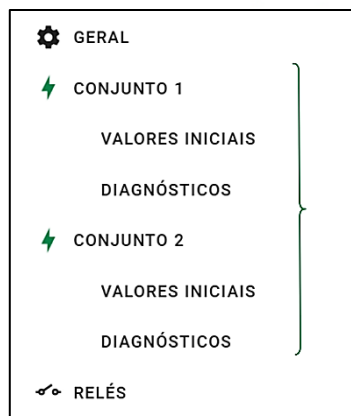


Figura 54 - Parâmetros dos conjuntos

5.3.1 Valores iniciais

Nessa aba são parametrizados os valores iniciais de referência de capacitância e tangente delta dos conjuntos 1 e 2, discriminados por fase (A, B e C). Esses dados servem como base para comparação durante o monitoramento contínuo, permitindo a detecção de desvios e tendências ao longo do tempo.



Figura 55 - Valores iniciais

Valor inicial de capacitância – Conjunto 'x' – Fase A, B ou C

Valor inicial de capacitância.

Faixa de ajuste: 50,0 a 3200,0 pF

Padrão: 500 pF

Valor inicial de tangente delta – Conjunto 'x' – Fase A, B ou C

Valor inicial de tangente delta.

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

Padrão: 0,3%

5.3.2 Alarmes por corrente de fuga

Essa tela só será exibida se o modo de alarme automático para corrente de fuga estiver desabilitado, ver [Básico](#).

Permite configurar os limites percentuais para emissão de alarmes com base na variação da corrente de fuga em relação ao valor de referência.



Alarme por corrente de fuga – Alta – Conjunto ‘x’ – Fase A, B ou C

Define o valor em que o alarme deve ser acionado por corrente de fuga alta

Faixa de ajuste: 0,01 a 150,00 mA

Padrão: 80 mA

Alarme por corrente de fuga – Muito Alta – Conjunto ‘x’ – Fase A, B ou C

Define o valor em que o alarme deve ser acionado por corrente de fuga muito alta

Faixa de ajuste: 0,01 a 150,00 mA

Padrão: 90 mA

Valor percentual para corrente de fuga – Baixa

Define o valor em percentual para diagnóstico por corrente de fuga – Baixa.

Faixa de ajuste: 20 a 80%

Padrão: 50%

5.3.3 Alarmes por capacitância

Essa tela só será exibida se o modo de alarme automático para capacitância estiver desabilitado, ver [Básico](#).

Define os patamares de atuação para alarmes por variações na capacitância calculada com níveis ajustáveis para situações de alerta e falha.

Alarme por capacitância – Alta – Conjunto ‘x’ – Fase A, B ou C

Define o valor em que o alarme deve ser acionado por capacitância alta.

Faixa de ajuste: 50,0 a 3200,0 pF

Padrão: 515 pF

Alarme por capacitância – Muito alta – Conjunto ‘X’ – Fase A, B ou C

Define o valor em que o alarme deve ser acionado por capacitância muito alta.

Faixa de ajuste: 50,0 a 3200,0 pF

Padrão: 525 pF

Alarme por tendência de evolução de capacitância – Alta – Conjunto ‘x’ – Fase A, B ou C

Define valor para o alarme por tendência de capacitância alta, é acionado quando a projeção indica que o limite será atingido em menos dias do que o valor definido.

Faixa de ajuste: 0 a 365 dias

Padrão: 30 dias

5.3.4 Alarmes por tangente delta

Essa tela só será exibida se o modo de alarme automático para tangente delta estiver desabilitado, ver [Básico](#).

Habilita a parametrização de alarmes com base no aumento da tangente delta, indicando possíveis deteriorações no isolamento.

Alarme por tangente delta – Alta – Conjunto ‘x’ – Fase A, B ou C

Valor que deve ser considerado para que o alarme seja acionado por tangente delta alta.



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

Padrão: 0,7 %

Alarme por tangente delta – Muito Alta – Conjunto 'x' – Fase A, B ou C

Valor que deve ser considerado para que o alarme seja acionado por tangente delta muito alta.

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

Padrão: 1,8 %

Alarme por tendência de evolução de tangente delta – Alta – Conjunto 'x' – Fase A, B ou C

Define o valor para o alarme por tendência de tangente delta alta, é acionado quando a projeção indica que o limite será atingido em menos dias do que o valor definido.

Faixa de ajuste: 1 a 365 dias

Padrão: 30 dias

5.3.5 Diagnósticos

Configura os critérios de atuação do autodiagnóstico relativo à corrente de fuga baixa.



Figura 56 - Parametrização dos diagnósticos

Corrente de fuga mínima – Conjunto 'x' – Fase A, B ou C

Define o valor mínimo de corrente de fuga para que o diagnóstico seja acionado.

Faixa de ajuste: 0,08 a 100,0 mA

Padrão: 10 mA

5.4 Parametrização dos relés

A aba de parametrização dos relés permite configurar o comportamento das saídas físicas do SDB associadas a eventos específicos de alarmes. O usuário pode definir o modo de operação (Normal Aberto ou Normal Fechado), os tempos de retenção e o mapeamento dos relés para diferentes condições de alarme, garantindo uma resposta adequada e personalizada do sistema às ocorrências identificadas.



Seleção de operação do relé 'x'

Altera o modo de operação do relé.

Faixa de ajuste: NA (Normalmente Aberto), NF (Normalmente Fechado), Qualquer.

Padrão: NA (Normalmente Aberto)

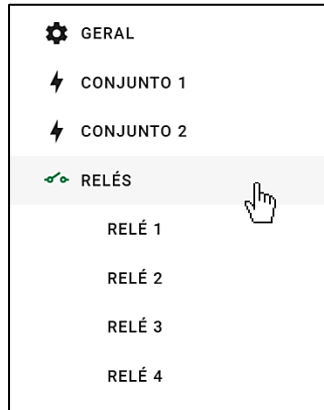


Figura 57 - Parametrização dos relés

Seleção de fase – Relé 'x'

Define uma fase para o relé.

Faixa de ajuste: Não selecionado, Fase A, B ou C, Qualquer.

Padrão: Não selecionado

Seleção do conjunto – Relé 'x'

Define um conjunto para o relé.

Faixa de ajuste: Não selecionado, Conjunto 1, Conjunto 2, Qualquer.

Padrão: Não selecionado

Seleção de alarme – Relé 'x'

Define um alarme para o relé.

Faixa de ajuste:

- Não selecionado;
- Capacitância Alta;
- Capacitância Muito Alta;
- Tendência de Capacitância Alta;
- Tangente delta Alta;
- Tangente delta Muito Alta;
- Tendência de Tangente delta Alta;
- Corrente de Fuga Alta;
- Corrente de Fuga Muito Alta;
- Qualquer.

Padrão: Não selecionado

5.5 Comandos

Reúne as funções de controle direto sobre os conjuntos monitorados, permitindo a reinicialização do aprendizado e a execução de resets nas memórias de alarmes e autodiagnósticos.

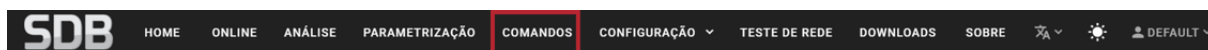


Figura 58 – Aba comandos

5.5.1 Comandos dos conjuntos



Figura 59 - Comandos dos conjuntos

Carga dos parâmetros padrão do usuário do conjunto 'x'

Faixa de ajuste: Sem comando, efetua reset

Padrão: Sem comando

Reset de aprendizado do conjunto 'x'

Esse parâmetro envia um comando para reinicializar a aprendizagem dos conjuntos.

Faixa de ajuste: Sem comando, efetua reset

Padrão: Sem comando

Reset de médias do banco de cálculo do conjunto 'x'

Ao ser acionado, esse parâmetro efetua um reset das médias de cálculo dos conjuntos.

Faixa de ajuste: Sem comando, efetua reset

Padrão: Sem comando

Reset da memória de autodiagnósticos do conjunto 'x'

Ao ser acionado, o parâmetro reinicia a memória de autodiagnóstico dos conjuntos.

Faixa de ajuste: Sem comando, efetua reset

Padrão: Sem comando

Reset da memória de alarmes do conjunto 'x'

Ao ser acionado, o parâmetro reinicia a memória de alarmes dos conjuntos.

Faixa de ajuste: Sem comando, efetua reset

Padrão: Sem comando

Reset de tendência da tangente delta da fase 'A/B/C' – Conjunto 'x'



Ao ser acionado, o parâmetro reinicia a tendência da tangente delta dos conjuntos.

Faixa de ajuste: Sem comando, efetua reset

Padrão: Sem comando

Reset de tendência da capacitância da fase 'A/B/C' – Conjunto 'x'

Ao ser acionado, o parâmetro reinicia a tendência da capacitância dos conjuntos.

Faixa de ajuste: Sem comando, efetua reset

Padrão: Sem comando

Reset de tendência da tangente delta geral – Conjunto 'x'

Ao ser acionado, o parâmetro reinicia a tendência da tangente delta de todas as fases dos conjuntos.

Faixa de ajuste: Sem comando, efetua reset

Padrão: Sem comando

Reset de tendência da capacitância geral – Conjunto 'X'

Ao ser acionado, o parâmetro reinicia a tendência da capacitância de todas as fases dos conjuntos.

Faixa de ajuste: Sem comando, efetua reset

Padrão: Sem comando

5.5.2 Comando de temperatura



Figura 60 – Comando de temperatura

Reset do autodiagnóstico de salto de temperatura

Ao ser acionado, o parâmetro efetua um reset no autodiagnóstico de salto de temperatura

Faixa de ajuste: Sem comando, efetua reset

Padrão: Sem comando



6 Comissionamento para entrada em serviço

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

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



7 Resolução de problemas

7.1 Autodiagnósticos

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

Tabela 6 - Autodiagnósticos

AUTODIAGNÓSTICOS	RECOMENDAÇÃO
Autodiagnóstico de sequência de fases	Verificar a instalação, esse autodiagnóstico indica que pode haver inversão de fases, ou seja, os cabos podem estar invertidos.
Autodiagnóstico de corrente do canal com alta diferença de frequência	Verificar a instalação, também pode indicar falha interna.
Autodiagnóstico de corrente do canal com corrente de fuga baixa	Verificar instalação, esse autodiagnóstico indica que pode haver erro na instalação ou cabos soltos.
Autodiagnóstico de corrente do canal com offset fora dos limites	Verificar o adaptador de TAP, a exibição desse autodiagnóstico pode indicar defeito no adaptador de TAP.
Autodiagnóstico de somatório de corrente calculada com alta diferença de frequência	Verificar a instalação, também pode indicar falha interna.
Autodiagnóstico de somatório de corrente calculada com corrente de fuga baixa	Verificar instalação, esse autodiagnóstico indica que pode haver erro na instalação ou cabos soltos.
Autodiagnóstico de somatório de corrente calculada com offset fora dos limites	Verificar o adaptador de TAP, a exibição desse autodiagnóstico pode indicar defeito no adaptador de TAP.
Autodiagnóstico de somatório de corrente medida com alta diferença de frequência	Verificar a instalação, também pode indicar falha interna.
Autodiagnóstico de somatório de corrente medida com corrente de fuga baixa	Verificar instalação, esse autodiagnóstico indica que pode haver erro na instalação ou cabos soltos.
Autodiagnóstico de somatório de corrente medida com offset fora dos limites	Verificar o adaptador de TAP, a exibição desse autodiagnóstico pode indicar defeito no adaptador de TAP.



Autodiagnóstico disparidade entre frequências	Verificar a instalação, também pode indicar falha interna.
Autodiagnóstico de calibração do RTD	a) Verificar a existência de maus-contatos ou desconexões em todo o percurso dos cabos conectados aos terminais 1 e 2 do sensor de temperatura, incluindo a conexão ao SDB, aos bornes de passagem e a conexão ao sensor.
Autodiagnóstico de leitura do RTD	b) Verificar se está sendo utilizado cabo blindado na ligação do sensor de temperatura ao SDB.
Autodiagnóstico de leitura do cabo do RTD	c) Verificar que a blindagem do cabo de ligação do sensor de temperatura esteja aterrada somente em um lado da conexão e a outra extremidade isolada.
Autodiagnóstico de salto de temperatura	d) Substituir o sensor de temperatura defeituoso.



7.2 Autodiagnósticos de falha interna

Em caso de ocorrência de qualquer um dos autodiagnósticos listados abaixo, é necessário reinicializar o SDB. Isso pode ser feito removendo e reconectando a fonte de alimentação ou, alternativamente, utilizando o botão “reiniciar” disponível na aba de login da interface web (ver [Login](#)). Caso o autodiagnóstico persista ou volte a ocorrer após algum tempo, recomenda-se contatar o suporte técnico da Tretech (ver [Atendimento ao cliente](#)) para análise e orientação adequada.

Tabela 7 - Autodiagnósticos de falha interna

FALHA INTERNA
Autodiagnóstico de falha de comunicação entre microcontroladores
Autodiagnóstico de imprecisão geral nos ângulos de fase
Autodiagnóstico de inconsistência na somatória
Autodiagnóstico de falha na medição
Autodiagnóstico de corrente do canal com onda indeterminada
Autodiagnóstico de corrente do canal próxima à saturação do ADC
Autodiagnóstico de corrente do canal com imprecisão angular
Autodiagnóstico de somatório de corrente calculada com onda indeterminada
Autodiagnóstico de somatório de corrente calculada próxima à saturação do ADC
Autodiagnóstico de somatório de corrente calculada com imprecisão angular
Autodiagnóstico de somatório de corrente medida com onda indeterminada
Autodiagnóstico de somatório de corrente medida próxima à saturação do ADC
Autodiagnóstico de somatório de corrente medida com imprecisão angular
Autodiagnóstico de overflow de temperatura



8 Dados técnicos e ensaios de tipo

8.1 Dados técnicos

Tabela 6 - Dados técnicos

HARDWARE	
Tensão de alimentação	85...250 Vac/Vdc
Frequência	50/60 Hz
Consumo máximo	<12 W
Temperatura de operação IEC/UL	-40...+85 °C
Grau de proteção	IP20
Fixação	Painel Trilho DIN
Material da caixa	Alumínio
Umidade	5% a 90% de umidade de condensação
Altitude	2000 metros
Grau de poluição	II
Categoria de sobretensão	II
Equipamento aberto	Sim
Cabeamento	Bitola de Fio de 12 a 30AWG / 0,2 - 2,5mm ² Torque de aperto Fixação 0,2 a 0,25Nm Torque de aperto Fio 0,4 a 0,5Nm Material: Cobre Conformidade: UL508 – utilizar cabos com fios para 60/75 °C somente
ENTRADAS	
Entradas de corrente (2 conjuntos)	0...100mA
Entradas de tensão trifásica (1 conjunto)	0...185 Vac
1 RTD	PT100 Ω a 0° a 3 fios, faixa: -55...200°C
SAÍDAS	
1x Relé de autodiagnóstico	Contato NF (Normalmente Fechado) Rigidez dielétrica: 4000Vrms 3 A at 125 VAC (NF) 3 A at 250 VAC (NF) 3 A at 30 VDC (NF)
1x Relé para TRIP	Contato NA (Normalmente Aberto) Rigidez dielétrica: 4000Vac 5 A at 125 VAC (NA) 5 A at 250 VAC (NA) 5 A at 30 VDC (NA)
3x Relés de sinalização	Contatos NA (Normalmente Aberto) Rigidez dielétrica: 4000Vac 5 A at 125 VAC (NA) 5 A at 250 VAC (NA) 5 A at 30 VDC (NA) A capacidade de condução do terminal comum é de 10A. Portanto, caso múltiplos relés sejam utilizados ao mesmo tempo, a soma de suas correntes deve respeitar este limite para evitar sobrecarga e superaquecimento da conexão.
INTERFACE DE COMUNICAÇÃO	
Protocolos de comunicação	DNP3 Modbus® RTU IEC MMS server IEC GOOSE Publisher



Portas de comunicação	1 RS-485 (com base na norma TIA-485-A), 1 RS-485 (TIA-485-A) ou 1 RS-232 (TIA-232-F)
Portas de comunicação IEEE 802.3 (10/100 Mbps) ¹	Modelos disponíveis: RJ45: 2 Ethernet RJ45 (10/100BASE-T), FOFO: 2 Ethernet Fibra Óptica (10/100BASE-FX; MM 1310nm LC conector) (Certificação UL), FOSR: 1 Ethernet Fibra Óptica (10/100BASE-FX; MM 1310nm conector LC) + 1 Serial Fibra Óptica (MM 850nm conector SC).
Porta de parametrização	RJ45: 1 Ethernet RJ45 (10/100BASE-T)
Protocolo Mestre / Escravo	Modbus® (RTU e TCP) e DNP3 (RTU e TCP)
Protocolo Cliente / Servidor	Modbus® (RTU e TCP) e DNP3 (RTU e TCP) IEC 61850 (MMS server / GOOSE Publisher)
DIMENSÃO E PESO	DESCRIÇÃO
Dimensão	156x134x103
Peso	1000g

8.2 Ensaios de tipo

Tabela 7 - Ensaios de tipo

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



Limites de emissão conduzida (Classe A)	79 dB (uV) @ 150 kHz...500 kHz (QP) 73 dB (uV) @ 500 kHz...30 MHz (QP) 66 dB (uV) @ 150 kHz...500 kHz (AV) 60 dB (uV) @ 500 kHz...30 MHz (AV)
EMIÇÃO IRRADIADA (IEC 60255-25)	
Limites de emissão irradiadas (Classe B)	50 dB (uV/m) @ 30 MHz...230 MHz (QP) 57 dB (uV/m) @ 230 MHz...1 GHz (QP)
FALHA DE ALIMENTAÇÃO (IEC 61000-4-11)	
Varição de amplitude	0...80% de amplitude
Ciclos afetados	1/2...300 ciclos
Alimentação	85 V...265 V - 50/60 Hz
Interrupções curtas	5 segundos 85 V e 265 V 50/60 Hz
SUPORTABILIDADE AO FRIO (IEC 60068-2-1)	
Temperatura	-40°C
Tempo de teste	16 horas
SUPORTABILIDADE A CALOR SECO (IEC 60068-2-2)	
Temperatura	+85 °C
Tempo de teste	16 horas
SUPORTABILIDADE A CALOR ÚMIDO (IEC 60068-2-78)	
Temperatura e umidade relativa	+40 °C...85% UR
Tempo de teste	24 horas
CICLO TÉRMICO (IEC 60068-2-14)	
Faixa de temperatura	-40...85 °C
Tempo total de teste	120 horas
RESPOSTA À VIBRAÇÃO (IEC 60255-21-1)	
Modo de aplicação	Senoidal
Amplitude e faixa de frequência	0,075 mm (10...59 Hz) 1 G (59...150 Hz)
Duração	8 min/eixo
DURABILIDADE À VIBRAÇÃO (IEC 60255-21-1)	
Modo de aplicação	Senoidal
Amplitude e faixa de frequência	2G (10...150 Hz)
Duração	160 min/eixo



9 Especificações para pedido

No pedido de compra do produto é necessário especificar:

- ✓ Nome do produto;
- ✓ Quantidade;
- ✓ Modelo:
 - **FO FO:** 2 Ethernet Fibra Óptica (Certificação UL);
 - **FO SR:** 1 Ethernet Fibra Óptica + 1 Serial Fibra Óptica;
 - **RJ45:** 2 Ethernet RJ45.
- ✓ Acessórios.



APÊNDICE A – Configuração data e hora em DNP3

Para realizar o envio de comandos e a leitura de data e hora utilizando o protocolo DNP3, siga o procedimento abaixo:

- Acesse a aba Configuração no menu principal e selecione a opção Interfaces de saída.

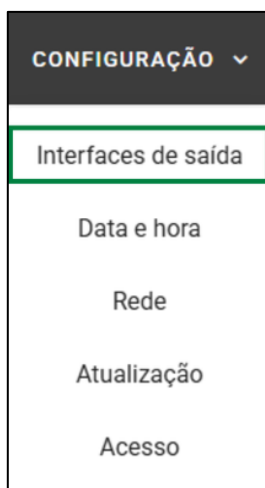


Figura 61 - Anexo A: Aba de configuração e seleção

- Na seção Área de configuração, clique na opção Visualizar/Editar.



Figura 62 - Anexo A: Opção de visualização e edição na área de configuração

- Identifique a porta de comunicação configurada com protocolo DNP3 e clique no respectivo ícone de visualização.



Figura 63 - Anexo A: Acesso à porta de comunicação do protocolo DNP3

- Clique em Definições de IED virtual DNP3 e, em seguida, habilite a opção Accept Date Time.

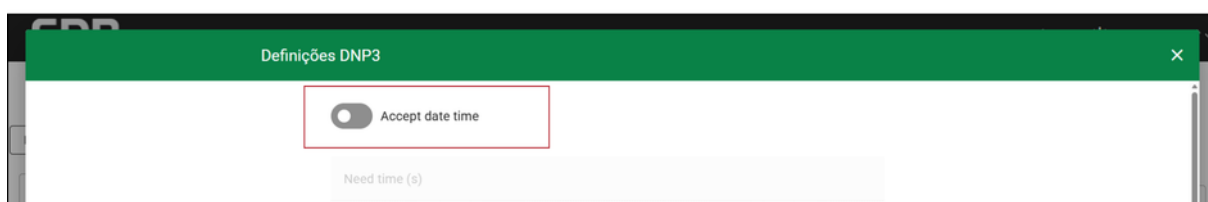


Figura 64 - Anexo A: Habilitação do parâmetro Accept date time no IED virtual



Treotech®

Treotech Tecnologia
Rua José Alvim, 112, Centro
Cep 12940-750 – Atibaia/SP
+55 11 2410 1190
www.treotech.com.br