

MANUAL DO PRODUTO



TreeTech

TM

Monitor de Temperatura para Óleo e Enrolamentos



Sumário

1	PREFÁCIO	6
1.1	INFORMAÇÕES LEGAIS	6
1.1.1	<i>Isenção de responsabilidade</i>	6
1.2	APRESENTAÇÃO	6
1.3	CONVENÇÕES TIPOGRÁFICAS	6
1.4	INFORMAÇÕES GERAIS E DE SEGURANÇA	7
1.4.1	<i>Simbologia de segurança</i>	7
1.4.2	<i>Simbologia geral</i>	7
1.4.3	<i>Perfil mínimo recomendado para o operador e mantenedor do TM</i>	8
1.4.4	<i>Condições ambientais e de tensão requeridas para instalação e operação</i>	8
1.4.5	<i>Instruções para teste e instalação</i>	9
1.4.6	<i>Instruções para limpeza e descontaminação</i>	10
1.4.7	<i>Instruções de inspeção e manutenção</i>	10
1.5	ATENDIMENTO AO CLIENTE	11
1.6	TERMO DE GARANTIA	12
2	INTRODUÇÃO	13
2.1	FILOSOFIA BÁSICA DE FUNCIONAMENTO	14
2.2	USO PRETENDIDO	14
2.3	CARACTERÍSTICAS E FUNÇÕES	15
	IED (INTELLIGENT ELECTRONIC DEVICE)	15
2.4	FUNÇÃO OPCIONAL	15
2.4.1	<i>TM FUNC 3ENR – Monitoração de 3 enrolamentos</i>	15
2.5	FUNCIONALIDADES	15
2.5.1	<i>Pré-resfriamento</i>	15
2.5.2	<i>Diferencial de temperatura do comutador</i>	16
2.6	ENTRADAS, SAÍDAS E COMUNICAÇÃO	20
	<i>Entradas</i>	20
	<i>Saídas</i>	20
	<i>Comunicação</i>	20
3	PROJETO E INSTALAÇÃO	21
3.1	TOPOLOGIA DO SISTEMA	21
3.2	INSTALAÇÃO ELÉTRICA	21
3.3	ESPECIFICAÇÕES DOS CABOS	23
3.4	DIAGRAMA DE LIGAÇÃO	23
3.4.1	<i>Terminais das entradas</i>	24
3.4.2	<i>Alimentação e terra</i>	24
3.4.2.1	Portas de comunicação	25
3.4.2.2	Sensores de temperatura RTD	25
3.4.2.3	Saídas analógicas	26
3.4.2.4	Transformadores de corrente	27
3.4.2.5	Controle de resfriamento forçado	28
3.4.3	<i>Terminais de saída</i>	29
3.4.3.1	Lógica dos relés	30
3.5	INSTALAÇÃO MECÂNICA	31
4	OPERAÇÃO	32
4.1	INDICAÇÕES INICIAIS	32
4.2	FUNÇÃO DAS TECLAS	33
4.2.1	<i>Para acessar um submenu</i>	33
4.3	TELAS DE CONSULTA	33
4.3.1	<i>Tela geral</i>	34
4.4	INFORMAÇÕES DO EQUIPAMENTO	40



5	PARAMETRIZAÇÃO	43
5.1	ACESSO AOS MENUS DE PROGRAMAÇÃO	43
5.2	MAPA DE PARÂMETROS.....	44
5.3	MENU CLK.....	45
5.4	MENU CONF.....	46
5.4.1	Submenu GENR.....	46
5.4.2	Submenu COMM - Comunicação	47
5.5	MENU TEMP	49
5.5.1	Submenu CONF - Configuração.....	49
5.5.2	Submenu ALRM - Alarmes	50
5.5.2.1	VAL – Submenu Valor	50
5.5.2.2	CLAS – Submenu Classificação	52
5.5.3	Submenu TRF - Transformador	54
5.5.3.1	CONF – Submenu Configuração	54
5.5.3.2	CSTG - Estágios de resfriamento	55
	STAG - Número do estágio	55
5.5.4	Submenu COOL - Resfriamento forçado	57
5.5.4.1	Submenu CONF - Configuração	57
5.5.4.2	Submenu CST1 e CST2 - Estágio de resfriamento forçado 1 e 2.....	59
5.5.5	Submenu TDL - Diferencial de temperatura.....	60
5.6	MENU ADV.....	61
5.6.1	Submenu CONF	61
5.6.1.1	ANOU – Submenu saída mA.....	61
5.6.1.2	Submenu LOG	62
5.6.1.3	CTR - Relação do TC.....	63
5.6.1.4	Configurações padrão	63
5.6.2	Submenu RELY	64
5.6.2.1	GENR – Submenu geral	64
5.6.2.2	TEMP - Submenu de temperatura.....	65
5.6.3	Submenu FACT.....	66
6	COMISSIONAMENTO PARA A ENTRADA EM SERVIÇO.....	67
7	RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS	68
7.1	EQUIPAMENTO APRESENTA MENSAGENS DE AUTODIAGNÓSTICO NO <i>DISPLAY</i>	68
7.1.1	<i>Visualizando a memória de autodiagnóstico e memória de alarmes.....</i>	68
8	DADOS TÉCNICOS E ENSAIOS DE TIPO	71
8.1	DADOS TÉCNICOS	71
8.2	ENSAIOS DE TIPO.....	72
9	ESPECIFICAÇÃO PARA PEDIDO.....	74



Índice de ilustrações

Figura 1 - Monitor de Temperatura para Óleo e Enrolamentos - TM	13
Figura 2 - Medições de temperaturas do CSC, transformador e diferencial de temperatura	18
Figura 3 - Diferenciais de temperatura instantâneo e filtrado	19
Figura 4 - Composição do sistema de Monitoração de Temperatura	21
Figura 5 - Terminais entrada e saída do TM	23
Figura 6 - Conexão da blindagem da interligação entre sensores RTD e TM	26
Figura 7 - Detalhe de conexão de transformadores de corrente no Monitor de Temperatura	27
Figura 8 - Dimensional TM	31
Figura 9 - Indicações de TM	32
Figura 10 - LEDs de sinalização do TM	32
Figura 11 - Comando para acessar as informações do equipamento	40
Figura 12 - <i>Display</i> indicando versão de <i>firmware</i>	40
Figura 13 - <i>Display</i> indicando versão de <i>release</i> do <i>firmware</i>	41
Figura 14 - <i>Display</i> indicando versão do <i>bootloader</i>	41
Figura 15 - <i>Display</i> indicando versão de <i>release</i> do <i>bootloader</i>	41
Figura 16 - <i>Display</i> indicando o número de enrolamentos	42
Figura 17 - <i>Display</i> indicando parte 1 e parte 2 do número de série	42
Figura 18 - Estrutura de acesso aos menus	45
Figura 19 - Indicação de autodiagnóstico no TM	68
Figura 20 - Consulta à memória de autodiagnósticos	69
Figura 21 - Tela de consulta à memória de alarme	69



Índice de tabelas

Tabela 1 - Condições de operação.....	8
Tabela 2 - Especificações dos cabos	23
Tabela 3 - Terminais de Entrada do TM.....	24
Tabela 4 - Programação dos estágios de resfriamento	28
Tabela 5 - Terminais de saída do TM	29
Tabela 6 - Funções das teclas do TM	33
Tabela 7 - Telas de consulta do TM	34
Tabela 8 - Informações do submenu TEMP	35
Tabela 9 - Informações do submenu CLK	39
Tabela 10 - Expoente de enrolamento IEC	56
Tabela 11 - Expoente de enrolamento IEEE	56
Tabela 12 - Dados técnicos.....	71
Tabela 13 - Ensaios de tipo.....	72



1 Prefácio

1.1 Informações legais

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

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

1.1.1 Isenção de responsabilidade

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

1.2 Apresentação

Este manual apresenta todas as recomendações e instruções para instalação, operação e manutenção do Monitor de Temperatura para Óleo e Enrolamentos – TM.

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 TM.

1.4.1 Simbologia de segurança

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

**Aviso:**

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

**Cuidado:**

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

**Risco de choque elétrico:**

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

1.4.2 Simbologia geral

Este manual utiliza os seguintes símbolos de propósito geral:

**Dica**

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

**Importante**

Este símbolo é utilizado para evidenciar informações.



1.4.3 Perfil mínimo recomendado para o operador e mantenedor do TM

A instalação, manutenção e operação de equipamentos em subestações de energia elétrica requerem cuidados especiais e, portanto, todas as recomendações deste manual, normas aplicáveis, procedimentos de segurança, práticas de trabalho seguras e bom julgamento devem ser utilizados durante todas as etapas de manuseio do Monitor de Temperatura para Óleo e Enrolamentos - TM.



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

Para manusear o TM, o profissional deverá:

1. Estar treinado e autorizado a operar, aterrar, ligar e desligar o TM, seguindo os procedimentos de manutenção de acordo com as práticas de segurança estabelecidas, estas sob inteira responsabilidade do operador e mantenedor do TM;
2. Estar treinado no uso de EPIs, EPCs e primeiros socorros;
3. Estar treinado nos princípios de funcionamento do TM, assim como a sua configuração;
4. Seguir as recomendações normativas a respeito de intervenções em quaisquer tipos de equipamentos inseridos em um sistema elétrico de potência.

1.4.4 Condições ambientais e de tensão requeridas para instalação e operação

A tabela a seguir lista informações importantes sobre os requisitos ambientais e de tensão.

Tabela 1 - Condições de operação

Condição	Intervalo/descrição
Aplicação	Equipamento para uso abrigado em subestações, ambientes industriais e similares.
Uso interno/externo	Uso interno
Grau de proteção (IEC 60529)	IP20



1.4.5 Instruções para teste e instalação

Este manual deve estar disponível aos responsáveis pela instalação, manutenção e usuários do Monitor de Temperatura para Óleo e Enrolamentos - TM.

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 TM.

1. Leia cuidadosamente este manual antes da instalação, operação e manutenção do TM. Erros na instalação, manutenção ou nos ajustes do TM podem causar alarmes e desligamentos indevidos, deixar de emitir alarmes pertinentes e assim, causar a má compreensão do real estado de saúde e funcionamento do transformador.
2. A instalação, ajustes e operação do TM devem ser feitos por pessoal treinado e familiarizado com transformadores de potência com isolamento a óleo mineral ou vegetal, dispositivos de controle e circuitos de comando de equipamentos de subestações.
3. Atenção especial deve ser dada à instalação do TM, incluindo o tipo e bitola dos cabos, local de instalação e colocação em serviço, incluindo a correta parametrização do equipamento.
4. Ao efetuar ensaios de rigidez dielétrica na fiação (tensão aplicada), desconectar os cabos de terra ligados ao terminal 01 do Monitor de Temperatura para Óleo e Enrolamentos - TM a fim de evitar a destruição das proteções contra sobretensões existentes no interior dos aparelhos devido à aplicação de tensões elevadas durante longo período (por exemplo, 2 kV por 1 minuto). Estas proteções estão internamente conectadas entre os terminais de entrada/saída e o terra, grampeando a tensão em cerca de 300 V.



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

1.4.7 Instruções de inspeção e manutenção

Para inspeção e manutenção do TM, 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 TM 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 de o 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.



A versão de *firmware* relacionada com este manual é a v1.05



1.6 Termo de garantia

O Monitor de Temperatura para Óleo e Enrolamentos - TM, será garantido pela Treotech pelo prazo de 2 (dois) anos, contados a partir da data de aquisição, exclusivamente contra eventuais defeitos de fabricação ou vícios de qualidade que o tornem impróprio para o uso regular.

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

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

Nenhuma garantia expressa ou subentendida, além daquelas citadas acima é provida pela Treotech. A Treotech não provê qualquer garantia de adequação do TM 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 TM.

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 TM 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



Figura 1 - Monitor de Temperatura para Óleo e Enrolamentos - TM

O Monitor de Temperatura para Óleo e Enrolamentos – TM, da Treotech, possui um sistema completo para monitoração de temperaturas em transformadores e reatores imersos em óleo. Por ser um sistema modular, pode ser utilizado em aplicações simples, que requerem baixo custo, bem como em sistemas de monitoração completos.

O IED promove todo o controle, comando e proteção térmica dos transformadores de potência e reatores. Monitora as temperaturas de óleo, enrolamentos e comutador sob carga, bem como o sistema de refrigeração. A medição da temperatura do óleo é feita de forma direta, acrescentando um Pt100 Ω a 0°C no poço térmico de acesso ao óleo do equipamento, já a medição da temperatura do enrolamento é feita de forma indireta através do cálculo de imagem térmica.



2.1 Filosofia básica de funcionamento

A medição da temperatura do óleo é feita diretamente, acrescentando um PT100Ω a 0°C no poço térmico de acesso ao óleo do equipamento, já a medição da temperatura do enrolamento é feita de forma indireta através do cálculo de imagem térmica. O IED promove todo o controle, comando e proteção térmica dos transformadores de potência e reatores. Monitora as temperaturas de óleo, enrolamentos e comutador sob carga, bem como o sistema de refrigeração.

A medição da corrente de carga do transformador é efetuada através do secundário de um ou mais transformadores de corrente (TCs) que se conectam ao TM através de TCs de janela externos com núcleo seccionável.

O TM possui 2 grupos de resfriamento forçado, em modo manual ou automático, responsáveis por ativar os ventiladores ou bombas de resfriamento. Isso ocorre, quando a leitura de um dos RTDs for maior que a configurada para ativação, com o intuito de resfriar o transformador que está em monitoramento, sendo programável suas temperaturas de acionamento e a histerese para desligamento.

A partir da função de pré-resfriamento, o resfriamento forçado poderá ser comandado também com base nos carregamentos percentuais dos enrolamentos, considerando o maior carregamento medido. A função de pré-resfriamento faz com que, devido à inércia térmica do óleo e dos enrolamentos, os grupos de resfriamento sejam acionados antes de o transformador atingir os níveis de temperatura pré-estabelecidos nos ajustes para comando automático, reduzindo assim a temperatura média de operação do transformador.

2.2 Uso pretendido

O uso pretendido do Monitor de Temperatura para Óleo e Enrolamentos – TM é facilitar a monitoração das temperaturas de óleo em transformadores, enrolamentos e comutador sob carga.

A medição da temperatura do óleo é feita de forma direta, acrescentando um Pt100 Ω a 0°C no poço térmico de acesso ao óleo do equipamento, já a medição da temperatura do enrolamento é feita de forma indireta através do cálculo de imagem térmica.



2.3 Características e funções

IED (Intelligent Electronic Device)

- ✓ Este IED possui um design moderno e compacto, sendo projetado especificamente para aplicações em transformadores em subestações e instalações industriais ou comerciais.

Alarmes e autodiagnósticos

- ✓ Emissão de alarmes em caso de anormalidades e autodiagnóstico para detecção de falhas internas e integração com outros sensores.

Protocolo de comunicação

- ✓ Porta de comunicação serial RS-485 para integração a sistemas de supervisão ou de monitoração remota. Protocolos de comunicação abertos Modbus® RTU ou DNP3.

Memória de massa (default)

- ✓ Memória não volátil para armazenamento das medições e eventos de alarmes, desligamentos e outros. Programação pelo usuário do intervalo entre as gravações e de variação de temperatura para gravação.

Hardware robusto

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

2.4 Função opcional

2.4.1 TM FUNC 3ENR – Monitoração de 3 enrolamentos

Função opcional que expande o monitoramento para até 3 enrolamentos. O TM calcula a temperatura de cada enrolamento por imagem térmica, utilizando as medições de corrente de carga e da temperatura do óleo isolante.

2.5 Funcionalidades

Pré-resfriamento

Estende a vida útil da isolação ao acionar os grupos de resfriamento quando são atingidos níveis de carga previamente selecionados pelo usuário. O resfriamento forçado é acionado antes que a temperatura aumente excessivamente, proporcionando maior eficiência e segurança. As características/funções são:

- ✓ Percentual de carregamento para acionamento individual de cada estágio de resfriamento forçado;



- ✓ Ajuste de histerese para desligar os estágios de resfriamento forçado quando diminuir o carregamento.

Exercício do resfriamento

A função exercício do resfriamento previne inatividade dos ventiladores em períodos de baixo carregamento ou de baixa temperatura ambiente.

- ✓ 2 Grupos de resfriamento forçado que podem atuar, individualmente ou em conjunto;
- ✓ Aplicável como pré-resfriamento em transformadores sujeitos a cargas cíclicas previsíveis, podendo atuar antes de um pico de carga;
- ✓ Alternância automática dos grupos de resfriamento forçado.

Medição indireta da temperatura do enrolamento

Medição de temperatura de até três enrolamentos por meio de algoritmos com base em normas e em parâmetros do transformador.

Medição de temperaturas

Medição de até duas temperaturas, na qual é possível escolher entre: temperatura ambiente, do óleo do transformador e/ou do óleo do comutador. Podendo ser utilizados até 2 sensores PT100 a 3 fios.

Previsão de gradiente final

Cálculo da previsão de gradiente final de temperatura óleo-enrolamento para a carga atual.

Controle local do resfriamento

Operação do resfriamento selecionável via teclado frontal, em automático ou manual, ou remotamente, via protocolo de comunicação.

Função multigradiente

O comportamento térmico de um transformador não é constante durante sua operação. A relação entre carga, temperatura do óleo e temperatura dos enrolamentos é diretamente influenciada pelo sistema de refrigeração em funcionamento. Quando ocorre a entrada ou saída de ventiladores, bombas ou outros estágios de resfriamento, a capacidade de dissipação de calor do transformador se altera e, conseqüentemente, seus parâmetros térmicos também mudam.

A função Multigradiente do TM permite considerar essas diferentes condições de operação. Para cada estágio de refrigeração, podem ser utilizados parâmetros térmicos específicos, adequados à capacidade de resfriamento disponível naquele momento. Assim, quando há uma mudança no estágio de refrigeração ativo, o TM ajusta automaticamente o modelo utilizado para calcular e acompanhar o comportamento térmico do transformador.

Por exemplo, um transformador operando apenas com circulação natural de óleo e ar (ONAN) apresenta um comportamento térmico diferente daquele observado quando os ventiladores estão acionados (ONAF). Utilizar os mesmos parâmetros térmicos para ambas as situações pode produzir uma estimativa menos representativa da temperatura dos enrolamentos e do ponto mais quente (*hot-spot*).



Com o Multigradiente, o monitoramento passa a representar de forma mais fiel cada condição de refrigeração da máquina. Isso proporciona maior precisão na supervisão térmica, melhora a estimativa das temperaturas internas e reduz a possibilidade de alarmes ou atuações indevidas provocados pela utilização de parâmetros que não correspondem ao estágio de resfriamento em operação.

Em resumo, a função permite que o modelo térmico do TM acompanhe dinamicamente as mudanças na capacidade de refrigeração do transformador, tornando o monitoramento mais coerente com as condições reais de operação da máquina.

Diferencial de temperatura do comutador

O comutador sob carga é uma das principais fontes de falhas em transformadores, e a medição da diferença de temperatura entre o óleo do transformador e o do comutador pode indicar falhas térmicas neste equipamento antes que estas atinjam um grau de severidade que poderia causar problemas de maiores proporções. Como esta diferença de temperatura está sujeita à influência de variáveis externas, a monitoração é efetuada em dois modos distintos, de forma a aumentar a eficiência do diagnóstico e evitar alarmes falsos:

- ✓ Monitoração do diferencial instantâneo;
- ✓ Monitoração do diferencial com filtragem.

Alguns dos modos de falha mais comuns nos comutadores estão relacionados a contatos deteriorados ou a desajustes mecânicos que causam elevação da resistência de contato e levam a um aquecimento significativo, o qual tende a aumentar ainda mais esta resistência, num efeito cascata que leva à falha completa, em geral com alto grau de severidade.

Em condições normais de operação, o comutador é uma fonte de aquecimento pouco relevante comparado ao calor gerado pelas perdas do transformador, de forma que a temperatura do óleo no tanque do comutador é influenciada principalmente pela temperatura do óleo do transformador. O gráfico da próxima figura, elaborado a partir de medições reais, exemplifica esta situação. Nele se observam, além das temperaturas individuais do transformador e do comutador, a diferença de temperatura do comutador menos transformador, que é monitorada para detecção de defeitos como os mencionados acima. O diferencial de temperatura do comutador é calculado em relação à temperatura do óleo.

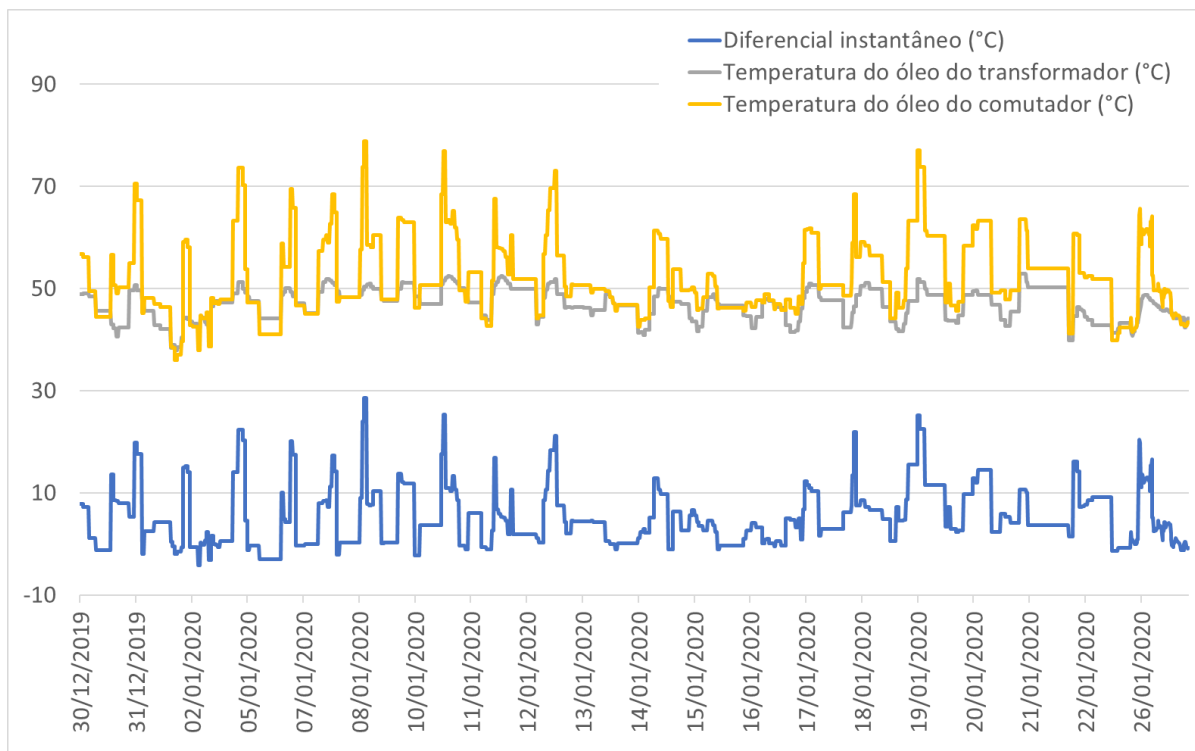


Figura 2 - Medições de temperaturas do CSC, transformador e diferencial de temperatura

Como o **diferencial de temperatura** está sujeito à influência de variáveis externas, tais como acionamento de resfriamento forçado, variações rápidas nas condições atmosféricas e outras, a monitoração é efetuada em dois modos distintos, ilustrados na próxima figura, de forma a aumentar a eficiência do diagnóstico e evitar alarmes falsos:

- **Monitoração do diferencial instantâneo** - A monitoração do diferencial de temperatura instantâneo proporciona alarmes com resposta rápida em caso de defeitos de grande intensidade, mesmo que de curta duração.
- **Monitoração do diferencial filtrado** - O diferencial de temperatura filtrado é obtido submetendo-se o diferencial instantâneo a um filtro passa-baixa com constante de tempo ajustável pelo usuário. Sua monitoração possibilita a detecção de tendência de evolução do diferencial que indiquem defeitos permanentes de pequena intensidade, embora com tempo de detecção mais longo.

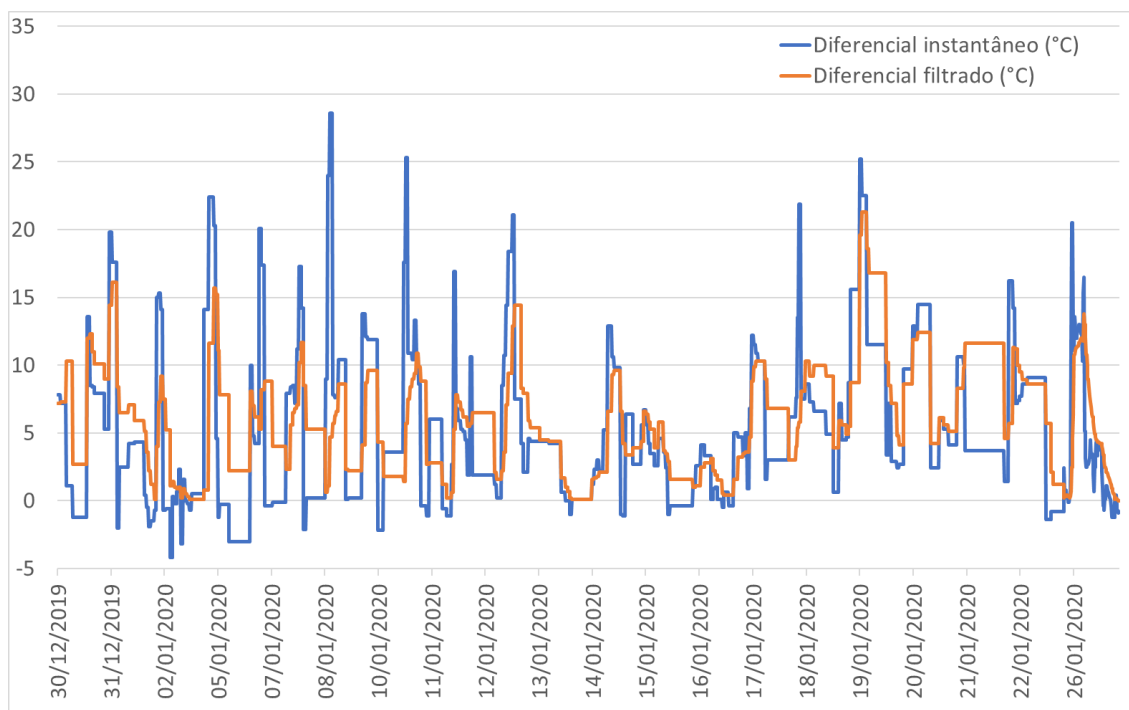


Figura 3 - Diferenciais de temperatura instantâneo e filtrado

Os ajustes de alarmes dos diferenciais de temperatura instantâneo e filtrado podem ser determinados automaticamente pelo Monitor de Temperatura, através de um período de aprendizado do comportamento normal do comutador. Esses alarmes podem ser posteriormente alterados de forma manual pelo usuário.

A duração deste período de aprendizado pode ser ajustada pelo usuário, sendo empregado tipicamente o valor de duas semanas. Durante esse período, são registrados os valores máximos atingidos pelos diferenciais de temperaturas instantâneo e filtrado, e a esses valores máximos é adicionada uma margem de tolerância programada, obtendo-se assim os valores de alarme por diferencial instantâneo e filtrado respectivamente.

Assim como a temperatura do óleo do transformador, a medição da temperatura do óleo do comutador sob carga é efetuada utilizando sensor tipo PT100Ω a 0 °C, que é conectado a uma entrada disponível no TM. O Monitor de Temperatura para Óleo e Enrolamentos possui disponível 2 entradas para sensores PT100; pelo menos uma delas deve ser empregada para temperatura do óleo do transformador, e a outra pode ser usada para medição redundante do óleo do transformador ou para temperatura do comutador, ambiente ou outras.



2.6 Entradas, saídas e comunicação

Entradas

- ✓ Entrada para alimentação 85 a 265 Vcc/Vca, 50/60 Hz;
- ✓ Entradas para sensores PT100 com auto-calibração e alta estabilidade em larga faixa de temperatura ambiente;
- ✓ Entradas universais de corrente AC True RMS de 0 a 10 A para medição de carga e cálculo da temperatura do enrolamento pelo processo de imagem térmica.

Saídas

- ✓ Contatos NA (Normalmente aberto) para desligamentos por temperaturas do óleo e dos enrolamentos. Temporização ajustável de 0 a 20 minutos com contagem regressiva no *display*;
- ✓ Contatos NA (Normalmente aberto) parametrizáveis;
- ✓ Contatos NF (Normalmente fechado) para acionamento de até 2 grupos de resfriamento forçado com temporização entre a partida dos grupos (mesmo com falta de alimentação para o TM) e operação forçada pelas rotinas de autodiagnóstico em caso de falha ou em falta de tensão;
- ✓ Contato NF (Normalmente fechado) para indicação de falha interna ou falta de tensão detectado pelo autodiagnóstico;
- ✓ Saídas de corrente para indicações remotas de temperaturas, com seleção da faixa de saída (0...1, 0...5, 0...10, 0...20 ou 4...20 mA).

Comunicação

- ✓ 2 portas de comunicação serial RS-485;
- ✓ 1 USB Device tipo C;
- ✓ Protocolo de comunicação Modbus® RTU ou DNP3, com suporte para *timestamp*, capazes de sinalizar eventos como alarmes, desligamentos, acionamento da refrigeração etc., com precisão de 1 ms.

3 Projeto e instalação

3.1 Topologia do sistema

Basicamente, o sistema de Monitoração de Temperatura para Óleo e Enrolamentos é composto de:

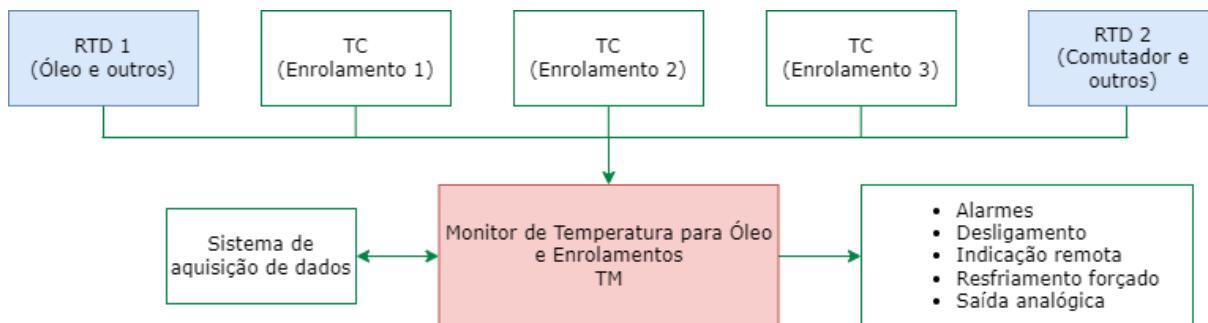


Figura 4 - Composição do sistema de Monitoração de Temperatura

Os itens necessários para o sistema são:

- Monitor de Temperatura para Óleo e Enrolamentos – TM;
- TCs externos de janela com núcleo seccionável (*clip-on*), para medição da corrente para imagem térmica. A quantidade varia conforme a aplicação de monitoração térmica (1 ou 3 enrolamentos);
- Cabos blindados de três vias para conexão do sensor RTD;
- Cabos par-trançado blindados duas vias para comunicação serial;
- Caixa para instalação desabrigada;
- Sensores RTD do tipo PT100 Ω a 0 °C, para a medição de temperaturas.

3.2 Instalação elétrica

O TM é um equipamento versátil que pode atender a diferentes aplicações. Portanto, sua instalação requer um nível de estudo e cuidado maior do que um equipamento dedicado exclusivamente a uma única aplicação ou tarefa. O TM apresenta distintas configurações de instalação elétrica. Essas configurações são determinadas se a aplicação em questão utilizará as funcionalidades e os opcionais disponíveis.



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



Este equipamento trabalha em níveis perigosos de tensão de alimentação, podendo ocasionar morte ou ferimentos graves ao operador ou mantenedor.



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



Deverá ser utilizado um disjuntor imediatamente antes da entrada de alimentação (Alimentação universal - 85 ~ 265 Vca/Vcc, <12 W, 50/60 Hz), que corresponde aos pinos 02 e 03 do TM.

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, e 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 TM.



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

- Alimentação CA/CC, Fase-Neutro: Disjuntor monopolar, $1 A \leq I_n \leq 2 A$, curva B ou C, normas NBR/IEC 60947-2, NBR/IEC 60898 ou IEEE 1015-2006;
- Alimentação CA/CC, Fase-Fase: Disjuntor bipolar, $1 A \leq I_n \leq 2 A$, curva B ou C, normas NBR/IEC 60947-2, NBR/IEC 60898 ou IEEE 1015-2006.



A isolamento mínima para os circuitos ligados ao TM é de 300 Vrms para equipamentos e transdutores auxiliares, como PT100, TCs de janela (*clip-on*) alimentados pelo TM e para equipamentos com alimentação própria até 50 Vrms.

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

Estes valores são relativos à isolamento intrínseca dos dispositivos conectados ao TM. Casos em que esses valores não se apliquem a equipamentos ou dispositivos conectados ao TM serão explicitamente informados neste manual.



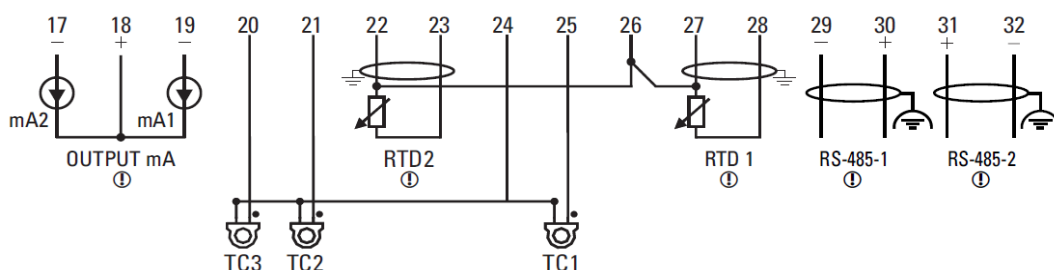
3.3 Especificações dos cabos

Tabela 2 - Especificações dos cabos

Especificação dos cabos		
Função	Especificação	Observação
Alimentação	1,5mm ² a 2,5mm ²	-
TCs de imagem térmica	2,5mm ²	
PT100	Exposto ao clima: Cabo 3X16 AWG com isolamento EPR Protegido do clima: Cabo 3x18AWG com isolamento PVC	Obrigatório, essa especificação atende até 265m, para distâncias maiores deve-se utilizar cabos dimensionados conforme necessidade da instalação, em caso de dúvidas contate a equipe Treotech, ver Atendimento ao cliente
Relés	1,5 mm²: Bitola mínima para sinalização (autodiagnósticos, alarmes...)	Recomendado de acordo com a especificação na NBR5410
RS485	Cabo 2x18AWG PVC	Recomendado consultar o tópico Comunicação serial RS-485 para instalação.
Saídas Analógicas	Cabo 2x18AWG PVC	Recomendado consultar o tópico Saídas analógicas para instalação.

3.4 Diagrama de ligação

O diagrama esquemático padrão da conexão do TM mostra todas as possibilidades de ligações, identificando-as, conforme a figura a seguir.



TM

- ① For more details and product usage, consult user manual.
- ⊥ Connect the cable shield to ground at the same point of TM grounding.
- ⊥ Connect only one end of the cable shield to a noiseless ground terminal.

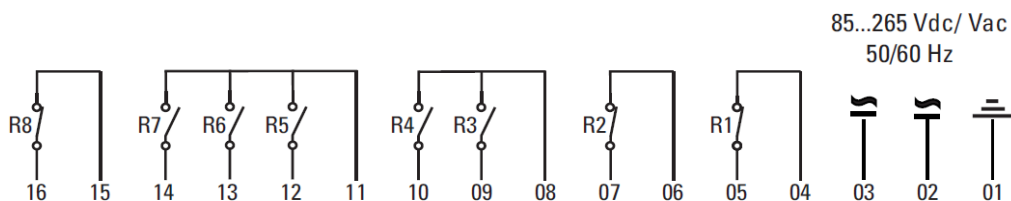


Figura 5 - Terminais entrada e saída do TM



3.4.1 Terminais das entradas

O Monitor de Temperatura para Óleo e Enrolamentos possui as seguintes entradas:

Tabela 3 - Terminais de Entrada do TM

Entradas	Terminais
Alimentação e Terra Entrada para alimentação 85 a 265 Vcc/Vca, 50/60 Hz, <12 W.	01 — Terra 02 — cc/ca 03 — cc/ca
Porta USB tipo C Conexão para computador externo, apenas para download de log.	Localizado no canto inferior direito no frontal do equipamento.
Portas RS-485 — Rede de Comunicação Serial com Sistema de Monitoração ou Supervisório Conexão para sistema de monitoração ou supervisório, utilizando o protocolo Modbus®RTU ou DNP3. Utilizar cabo do tipo par trançado e blindado.	RS485-1 29 — (-) 30 — (+) RS485-2 31 — (+) 32 — (-)
Sensores de temperatura — RTD Entrada para conexão direta de sensor PT100 Ω a 0 °C, na configuração de medição a três fios.	RTD 1 26 — (Vermelho) 27 — (Vermelho) 28 — (Branco) RTD 2 22 — (Vermelho) 23 — (Branco) 26 — (Vermelho)
Entradas de Corrente Entrada para conexão de TC de janela tipo <i>clip-on</i> .	20 — I _{en 3} 21 — I _{en 2} 24 — Comum 25 — I _{en 1}

3.4.2 Alimentação e terra

O TM possui entrada de alimentação universal 85 a 265 Vcc/Vac, em uma frequência de 50 ou 60 Hz.

3.4.2.1 Portas de comunicação

3.4.2.1.1 USB tipo C

O TM possui uma porta de comunicação USB tipo C localizada em sua parte frontal. Essa porta possui um endereço fixo de 247 e os protocolos de comunicação disponíveis são o Modbus® RTU e o DNP3 em somente 1 instância.

3.4.2.1.2 Comunicação serial RS-485

O TM disponibiliza 2 portas de comunicação serial que podem ser conectadas a um sistema de aquisição de dados (sistema supervisorio ou de monitoramento).

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

Embora o protocolo DNP3 esteja disponível em todas as portas de comunicação, sua utilização está limitada a apenas uma delas, selecionável pelo usuário.

A interligação entre o TM e o sistema de aquisição de dados deve ser efetuada por meio de um cabo par trançado blindado, mantendo a continuidade da malha ao longo de todo o percurso. Caso seja necessário utilizar bornes intermediários para a interligação da comunicação serial, a blindagem do cabo também deve ser passada por esses bornes, evitando a interrupção. O trecho de cabo sem blindagem devido à emenda deve ser o mais curto possível, e é aconselhável que a blindagem do cabo seja aterrada em apenas uma das extremidades. A distância máxima entre os extremos da rede de comunicação deve ser de 1200 metros e deve ser obedecida.



Em caso de problemas de comunicação, especialmente quando existem redes longas (distância maior que 1000 m) e taxas de transmissão elevadas (maiores que 9600 bps), o uso de um resistor de terminação de 120 Ω em cada extremo da rede de comunicação serial pode solucionar esses erros de transmissão, atenuando as reflexões do sinal no cabo.

Outra medida que pode ser tentada é a instalação de resistores de *pull-up* e *pull-down* em apenas um ponto da rede. A tensão contínua de 5 V para alimentação dos resistores de *pull-up* e *pull-down* pode ser fornecida internamente pelo sistema de aquisição de dados. É importante observar que alguns equipamentos de comunicação já podem possuir esses resistores instalados internamente, dispensando o uso de resistores externos.

3.4.2.2 Sensores de temperatura RTD

Duas entradas estão disponíveis para sensores de temperatura RTD, que devem ser conectados ao TM através de cabos blindados, mantendo a continuidade das malhas. Esses cabos devem ser aterrados apenas na extremidade conectada ao TM, o mais próximo possível dele.



A resistência máxima para cada uma das vias utilizadas no cabo de interligação do TM com os sensores PT100 é de $3\ \Omega$. Ou seja, $6\ \Omega$ para o percurso de ida e volta do sensor PT100 até o TM.



Considerando a resistência máxima permitida na ligação entre o PT100 e o TM temos que, para um cabo de cobre com bitola de $1,5\ \text{mm}^2$, o PT100 poderá ser instalado a uma distância máxima de 265 m do TM. Outros valores serão possíveis com o correto dimensionamento do cabo. Caso necessite de suporte para o dimensionamento do cabo, entre em contato com o SAC da Tretech.

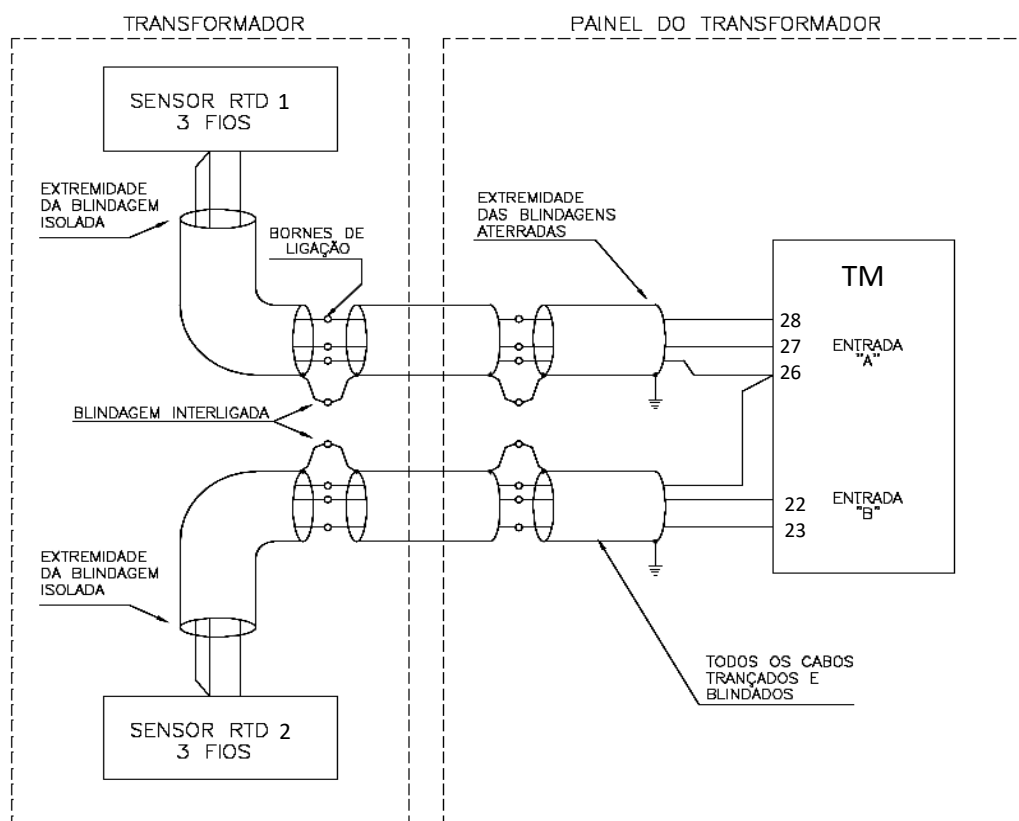


Figura 6 - Conexão da blindagem da interligação entre sensores RTD e TM

3.4.2.3 Saídas analógicas

O circuito de sinalização analógica (saída mA) deve ser interligado por meio de um cabo do tipo par-trançado blindado, mantendo a malha sem interrupção até sua terminação na entrada específica dos aparelhos, aterrando apenas na extremidade mais próxima do equipamento.

Caso haja a necessidade de bornes intermediários para interligação das saídas de corrente, passar também a malha do cabo por borne, evitando a interrupção dela. O trecho de cabo sem blindagem devido à emenda deve ser o mais curto possível.



As duas saídas referentes aos pinos 17 e 19 são interligadas, resultando em um positivo comum.



A utilização de cabos inadequados para a comunicação RS-485 e para a saída mA pode comprometer o desempenho do TM.

Utilize sempre os cabos recomendados.

3.4.2.4 Transformadores de corrente

A conexão dos transformadores de corrente deve ser efetuada de acordo com as instruções abaixo:

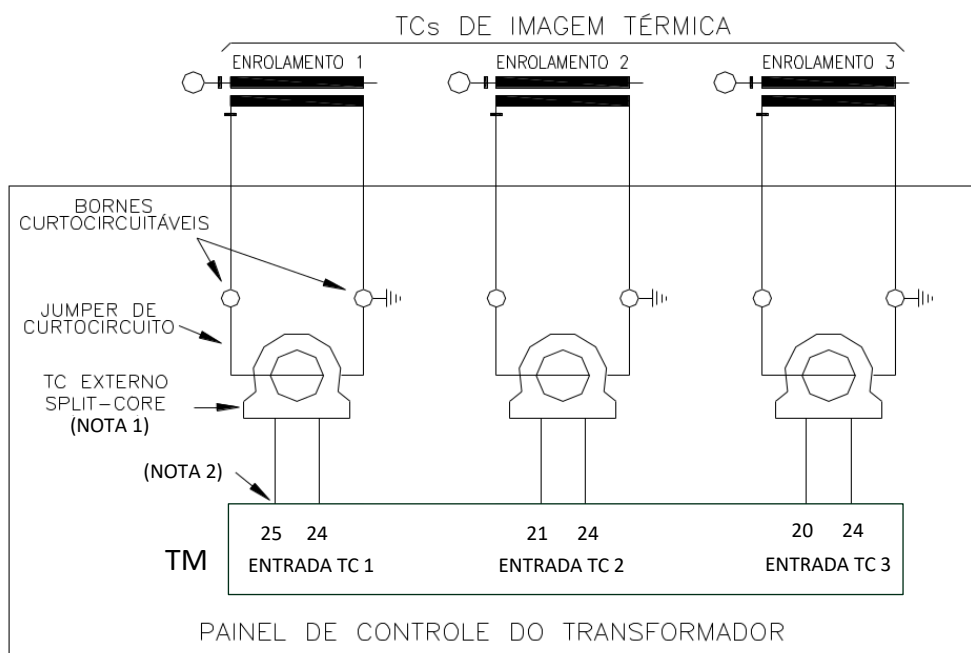


Figura 7 - Detalhe de conexão de transformadores de corrente no Monitor de Temperatura

Nota 1: Componente opcional fornecido pela Treotech

Nota 2: Não conectar os TCs de imagem térmica diretamente ao monitor de temperatura. Risco de danos pessoais ou avaria do equipamento devido abertura do secundário do TC.



3.4.2.5 Controle de resfriamento forçado

O Monitor de Temperatura para Óleo e Enrolamentos possui dois contatos NF independentes, livres de potencial, para comando de 1 a 2 grupos de resfriamento forçado, conforme programado pelo usuário.

O grupo 1 é controlado pelo contato 4 e 5 do TM, e o grupo 2 é controlado pelo contato 15 e 16, respectivamente. Ao energizar o Monitor de Temperatura, estes contatos mudam de estado, retornando à posição de repouso para ligar o resfriamento.

A programação de operação do resfriamento forçado está dividida em 2 estágios de resfriamento. Em cada estágio é programada sua temperatura de atuação (também o percentual de carga para atuação) e os grupos de resfriamento que estão inscritos e estão disponíveis para utilização por esse estágio. A tabela a seguir exemplifica a programação dos estágios de resfriamento:

Tabela 4 - Programação dos estágios de resfriamento

Estágio de resfriamento	Temperatura de Acionamento	Grupos de resfriamento	
		Grupo 1	Grupo 2
CST1	CS1T = 65 °C	SIM	SIM
CST2	CS2T = 70 °C	SIM	SIM

Quando a temperatura de atuação de um dado estágio é atingida, ele acionará apenas um dentre os seus grupos de resfriamento inscritos (os grupos inscritos no estágio são aqueles selecionados como “SIM”). A escolha de qual grupo acionar será baseada nos tempos de funcionamento dos grupos: aquele que apresentar o menor tempo de funcionamento será o escolhido. De forma similar, quando a temperatura cai abaixo do valor de desativação do estágio, ele desligará apenas um dentre os grupos de resfriamento que estão ligados e que estão inscritos no mesmo. A escolha de qual grupo desligar será baseada nos tempos de funcionamento dos grupos: aquele que apresentar o maior tempo de funcionamento será o escolhido. Dessa forma, a tendência será que os grupos de resfriamento tenham tempos de trabalho equivalentes, evitando assim o desgaste excessivo de algum grupo em detrimento de outros.



3.4.3 Terminais de saída

O Monitor de Temperatura para Óleo e Enrolamentos possui as seguintes saídas:

Tabela 5 - Terminais de saída do TM

Saídas	Terminais
Relé 01 — Grupo de resfriamento 1 Um relé NF (Normalmente Fechado), livre de potencial, destinado para comandos do grupo de resfriamento 1.	04 e 05
Relé 02 — Autodiagnóstico Um relé NF (Normalmente Fechado), livre de potencial para autodiagnóstico.	06 e 07
Relé 03 — Desligamento do óleo Um relé NA (Normalmente Aberto), livre de potencial para desligamento do óleo.	08 e 09
Relé 04 — Desligamento de enrolamentos 1, 2 e 3 Um relé NA (Normalmente Aberto), livre de potencial para desligamento referentes aos enrolamentos 1, 2 e/ou 3.	08 e 10
Relé 05 — Parametrizável Um relé NA (Normalmente Aberto), livre de potencial configurável.	11 e 12
Relé 06 — Parametrizável Um relé NA (Normalmente Aberto), livre de potencial configurável.	11 e 13
Relé 07 — Parametrizável Um relé NA (Normalmente Aberto), livre de potencial configurável.	11 e 14
Relé 08 — Grupo de resfriamento 2 Um relé NF (Normalmente Fechado), livre de potencial, destinado para comandos do grupo de resfriamento 2.	15 e 16
Saídas analógicas em loop de corrente (mA) Duas saídas para indicação remota de diversas grandezas, o padrão de saída também é selecionado pelo usuário dentre as opções: 0... 1, 0... 5, 0... 10, 0... 20 ou 4... 20 mA.	mA 1 18 (+) 19 (-) mA 2 17 (-) 18 (+)



3.4.3.1 Lógica dos relés

A seguir apresenta a lógica de funcionamento dos relés, mostrando como cada condição do sistema influencia seus estados.

Relés de Grupos de resfriamento 1 e 2

IED sem alimentação → RL fechado

IED com alimentação, grupo de resfriamento acionado → RL fechado

IED com alimentação, grupo de resfriamento desacionado → RL aberto

Relé de Autodiagnóstico

IED sem alimentação → RL fechado

IED com alimentação, autodiagnóstico acionado → RL fechado

IED com alimentação, autodiagnóstico desacionado → RL aberto

Relés de Desligamento do óleo e dos enrolamentos 1, 2 e 3

IED sem alimentação → RL aberto

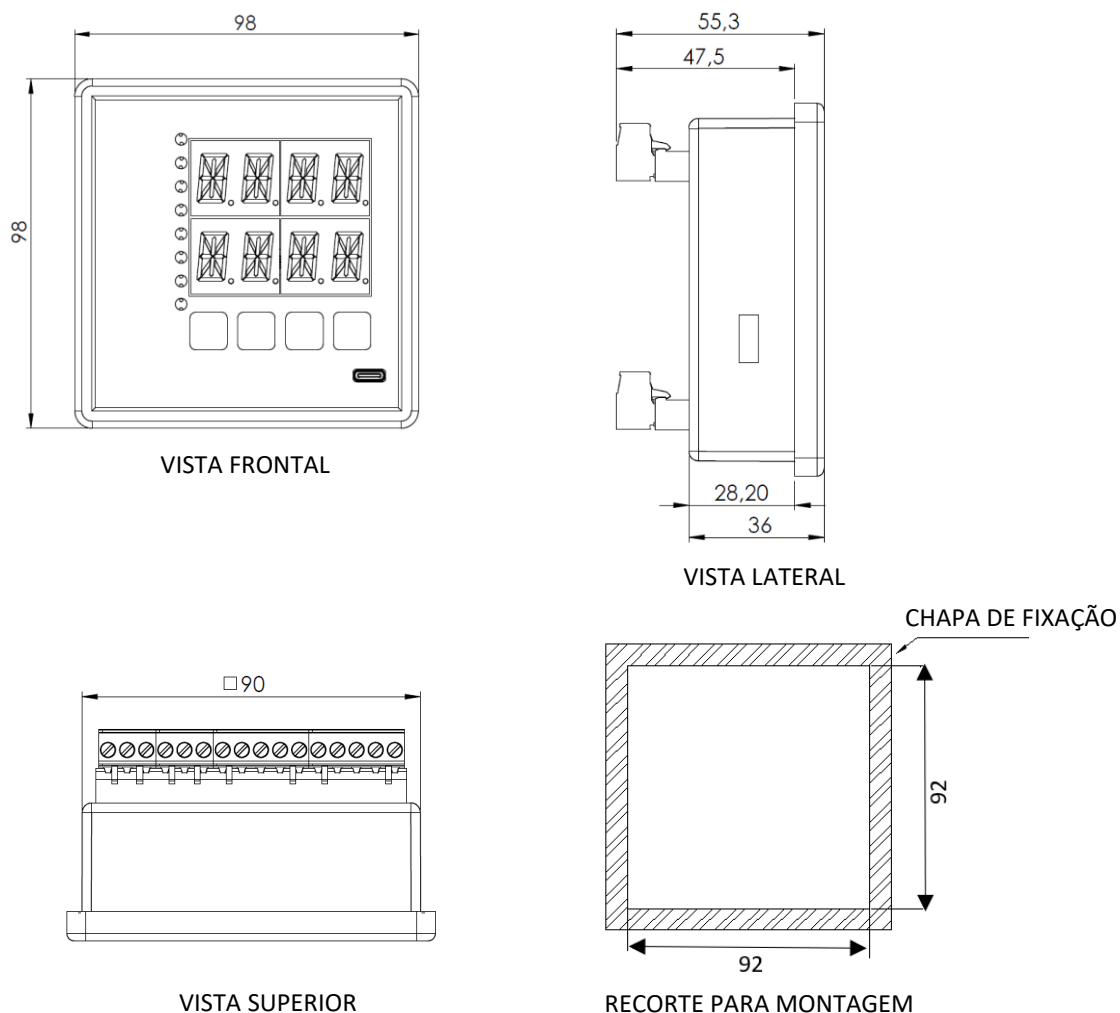
IED com alimentação, desligamento do óleo acionado → Relé fechado

IED com alimentação, desligamento do óleo desacionado → Relé aberto

3.5 Instalação mecânica

O Monitor de Temperatura para Óleo e Enrolamentos deve ser instalado e protegido de intempéries, seja no interior de painéis ou abrigados em edifícios. Em qualquer dos casos, deve haver sistema anti-condensação.

O Monitor de Temperatura TM é adequado para instalação do tipo embutida, podendo ser fixados, por exemplo, em portas ou chapas frontais de painéis. As presilhas para fixação são fornecidas com os aparelhos. Na figura abaixo são mostradas as principais dimensões do equipamento. Atenção especial deve ser dada à espessura das camadas de pintura da chapa onde é feito o recorte, pois em alguns casos, quando é utilizada pintura de alta espessura, a diminuição da área do recorte pode até mesmo impedir a inserção do equipamento. Os terminais de ligação estão instalados na parte traseira do TM, em 2 conectores removíveis, de forma a facilitar as conexões. Podem ser utilizados cabos de 0,5 a 2,5mm², nus ou com terminais do tipo “pino” (ou “agulha”) para os conectores removíveis.



TODAS AS DIMENSÕES EM mm

Figura 8 - Dimensional TM

4 Operação

Todas as operações no Monitor de Temperatura para Óleo e Enrolamentos são realizadas através do teclado de seu painel frontal, não sendo necessárias chaves seletoras externas. As temperaturas do óleo, do(s) enrolamento(s) e do comutador sob carga serão indicadas nos *displays*, e as ocorrências de alarmes, desligamentos e operações da refrigeração forçada serão indicadas pelos LEDs de sinalização.

4.1 Indicações iniciais

Durante o modo normal de trabalho, o Monitor de Temperatura indicará a temperatura do óleo e enrolamento(s) a ele conectado(s).

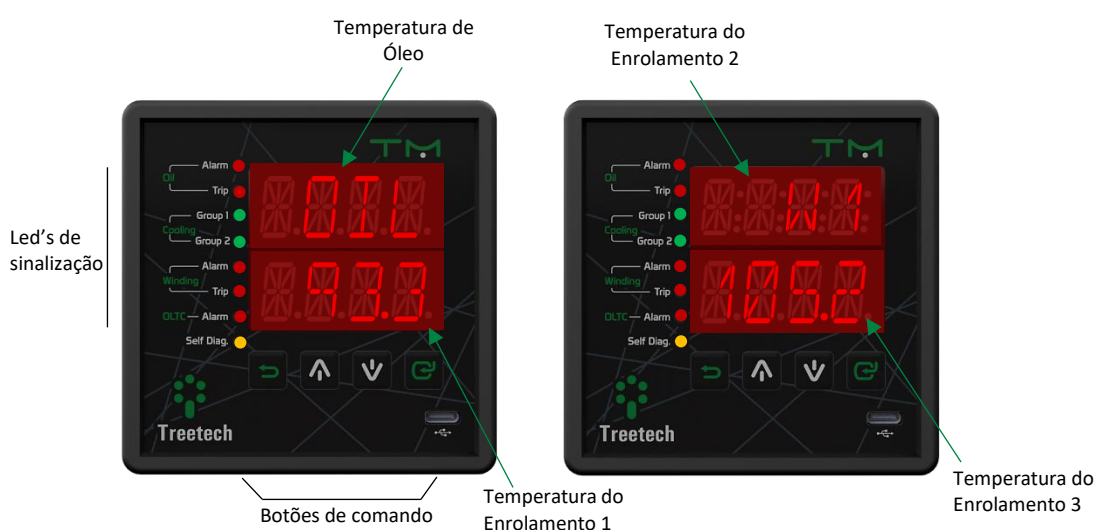


Figura 9 - Indicações de TM

Quando o valor de temperatura programado para um evento for atingido, o LED sinalizador correspondente acenderá, acionando também o contato de saída deste evento.

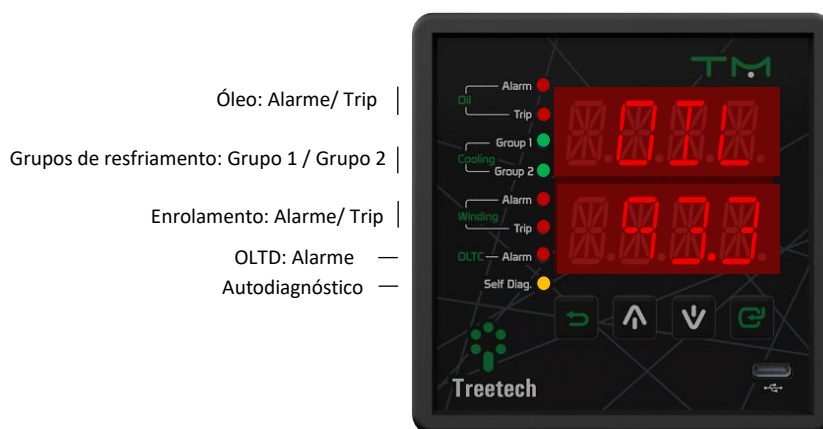


Figura 10 - LEDs de sinalização do TM

Caso ocorra alguma anomalia, o código de autodiagnóstico correspondente será indicado nos *displays*.



4.2 Função das teclas

As teclas possuem as seguintes funções:

Tabela 6 - Funções das teclas do TM

Tecla	Função
	Tecla de Programação: Nas telas de medições, permite o acesso à senha para entrar no menu de programação. Nos menus de programação, abandona o menu atual retornando para o menu de nível anterior. Se acionado durante a alteração de um parâmetro, retorna para o menu de nível anterior sem salvar a alteração efetuada.
	Tecla sobe: Navegação entre telas de medições e entre os menus e parâmetros de programação. Durante a edição de um parâmetro, incrementa o valor programado.
	Tecla desce: Navegação entre telas de medições e entre os menus e parâmetros de programação. Durante a edição de um parâmetro, decrementa o valor programado.
	Tecla Enter: Seleciona a opção de menu e parâmetros apresentada no <i>display</i> , salva valores programados.

4.2.1 Para acessar um submenu

Quando o submenu for exibido na tela do aparelho, pressionar a tecla para proceder à programação. A qualquer momento pressionar a tecla para retornar ao menu anterior. Os menus opcionais só serão mostrados caso estejam habilitados.

Após acessar o submenu desejado:

- Utilizar as teclas e para navegar entre os parâmetros do submenu;
- Pressionar para entrar na edição do parâmetro;
- Pressionar e para ajustar o valor desejado para o parâmetro;
- Pressionar para salvar a alteração efetuada no parâmetro;
- Pressionar para retornar ao menu anterior (caso essa tecla seja acionada antes do em uma edição de parâmetro, ele não será salvo).

4.3 Telas de consulta

O Monitor de Temperatura para Óleo e Enrolamentos disponibiliza diversas informações para orientação quanto às condições de trabalho do transformador. Estas informações são acessadas através das teclas, e durante o modo normal de trabalho.



4.3.1 Tela geral

Serão indicadas nos *displays* do aparelho as seguintes informações. Pressionando a tecla  temos a ordem indicada abaixo:

Tabela 7 - Telas de consulta do TM

Telas de consulta do TM	
Autodiagnóstico ativo (SDG1) Indica a ativação do autodiagnóstico.	
Status (ALST) Indicação de status do equipamento.	
Óleo (OIL) Indica a temperatura atual do óleo do transformador.	
Enrolamento (W1) Indica a medição da temperatura do enrolamento 1.	
Enrolamento (W2) Indica a medição da temperatura do enrolamento 2. Obs: Esta informação apenas será exibida mediante a alteração do parâmetro referente a quantidade de enrolamentos. (Opcional)	
Enrolamento (W3) Indica a medição da temperatura do enrolamento 3. Obs: Esta informação apenas será exibida mediante a alteração do parâmetro referente a quantidade de enrolamentos. (Opcional)	
Carregamento do enrolamento 1 (LDP1) (%) Exibe a carga atual no enrolamento 1 do transformador, indicando em percentual da corrente nominal do enrolamento monitorado.	
Carregamento do enrolamento 2 (LDP2) (%) Exibe a carga atual no enrolamento 2 do transformador, indicando em percentual da corrente nominal do enrolamento monitorado. Obs: Esta informação apenas será exibida mediante a alteração do parâmetro referente a quantidade de enrolamentos. (Opcional)	



Carregamento do enrolamento 3 (LDP3) (%) Exibe a carga atual no enrolamento 3 do transformador, indicando em percentual da corrente nominal do enrolamento monitorado. Obs: Esta informação apenas será exibida mediante a alteração do parâmetro referente a quantidade de enrolamentos. (Opcional)	
---	--

Tabela 8 - Informações do submenu TEMP

Informações do submenu TEMP	
Submenu TEMP Este submenu agrupa informações mais avançadas referente ao monitoramento da temperatura. Use as setas para continuar navegando entre as outras informações ou pressione nessa tela para acessar o submenu TEMP. Uma vez dentro, navegue usando as setas e . Para voltar ao nível anterior pressione .	
Temperatura máxima do óleo (>OIL): Indica a temperatura máxima atingida pelo óleo do transformador desde a última vez que o marcador foi resetado. Para reiniciar este registro após consulta, basta pressionar e manter pressionada a tecla por 5 segundos.	
Temperatura máxima do enrolamento 1 (>W1): Indica a máxima temperatura atingida no enrolamento 1 do transformador desde a última vez que este marcador foi resetado. Para reiniciar este registro após consulta, basta pressionar e manter pressionada a tecla por 5 segundos.	
Temperatura máxima do enrolamento 2 (>W2) Indica a máxima temperatura atingida no enrolamento 2 do transformador desde a última vez que este marcador foi resetado. Para reiniciar este registro após consulta, basta pressionar e manter pressionada a tecla por 5 segundos. Obs: Esta informação apenas será exibida mediante a alteração do parâmetro referente a quantidade de enrolamentos.	
Temperatura máxima do enrolamento 3 (>W3) Indica a máxima temperatura atingida no enrolamento 3 do transformador desde a última vez que este marcador foi resetado. Para reiniciar este registro após consulta, basta pressionar e manter pressionada a tecla por 5 segundos. Obs: Esta informação apenas será exibida mediante a alteração do parâmetro referente a quantidade de enrolamentos.	



Estágios de resfriamento (CSTG) Indica o número de estágios do resfriamento.	
Gradiente final 1 (FTG1) Indica qual será o gradiente final de temperatura entre o óleo e o enrolamento 1 caso o carregamento atual se mantenha.	
Gradiente final 2 (FTG2) Indica qual será o gradiente final de temperatura entre o óleo e o enrolamento 2 caso o carregamento atual se mantenha. Obs: Esta informação apenas será exibida mediante a alteração do parâmetro referente a quantidade de enrolamentos.	
Gradiente final 3 (FTG3) Indica qual será o gradiente final de temperatura entre o óleo e o enrolamento 3 caso o carregamento atual se mantenha. Obs: Esta informação apenas será exibida mediante a alteração do parâmetro referente a quantidade de enrolamentos.	
Corrente do enrolamento 1 em kA (W1KA) É a corrente do enrolamento 1 do transformador onde está sendo monitorada a temperatura, dada em kA.	
Corrente do enrolamento 2 em kA (W2KA) É a corrente do enrolamento 2 do transformador onde está sendo monitorada a temperatura, dada em kA. Obs: Esta informação apenas será exibida mediante a alteração do parâmetro referente a quantidade de enrolamentos.	
Corrente do enrolamento 3 em kA (W3KA) É a corrente do enrolamento 3 do transformador onde está sendo monitorada a temperatura, dada em kA. Obs: Esta informação apenas será exibida mediante a alteração do parâmetro referente a quantidade de enrolamentos.	
Corrente secundária do enrolamento 1 (AMP1) É a corrente que percorre o enrolamento 1, dada em amperes.	
Corrente secundária do enrolamento 2 (AMP2) É a corrente que percorre o enrolamento 2, dada em amperes. Obs: Esta informação apenas será exibida mediante a alteração do parâmetro referente a quantidade de enrolamentos.	



Corrente secundária do enrolamento 3 (AMP3) É a corrente que percorre o enrolamento 3, dada em amperes. Obs: Esta informação apenas será exibida mediante a alteração do parâmetro referente a quantidade de enrolamentos.	
Medição do sensor de temperatura 1 ligado ao TM (PT1) É a temperatura que está sendo medida através do sensor de temperatura 1, dada em °C. Para reiniciar este registro após consulta, basta pressionar e manter pressionada a tecla  por 5 segundos. Importante: Antes de reiniciar, verifique o correto funcionamento do sensor Pt100 e/ou realize as devidas verificações de resolução de problemas em caso de autodiagnóstico. Reiniciar o sistema com indicação de altas temperaturas pode ocasionar um TRIP indevido.	
Medição do sensor de temperatura 2 ligado ao TM (PT2) É a temperatura que está sendo medida através do sensor de temperatura 2, dada em °C. Para reiniciar este registro após consulta, basta pressionar e manter pressionada a tecla  por 5 segundos. Importante: Antes de reiniciar, verifique o correto funcionamento do sensor Pt100 e/ou realize as devidas verificações de resolução de problemas em caso de autodiagnóstico. Reiniciar o sistema com indicação de altas temperaturas pode ocasionar um TRIP indevido.	
Temperatura máxima do sensor de temperatura 1 ligado ao TM (>PT1) Mostra a temperatura máxima medida pelo sensor Pt100Ω desde a última vez que este marcador foi resetado. Para reiniciar este registro após consulta, basta pressionar e manter pressionada a tecla  por 5 segundos.	
Temperatura máxima do sensor de temperatura 2 ligado ao TM (>PT2) Mostra a temperatura máxima medida pelo sensor Pt100Ω desde a última vez que este marcador foi resetado. Para reiniciar este registro após consulta, basta pressionar e manter pressionada a tecla  por 5 segundos.	



Submenu TDL Este submenu agrupa informações referentes ao diferencial da temperatura do comutador. Use as setas  e  para continuar navegando entre as outras informações ou pressione  nessa tela para acessar o submenu TDL. Para voltar ao nível anterior pressione .	 
Status (TDLS) Indica o estado atual do monitoramento do diferencial de temperatura do comutador. Os estados do monitoramento são: • STOP: Monitoração parada; • MONI: Monitorando; • LRNG: Aprendizado dos alarmes;	
Diferencial de temperatura instantâneo (DIFI) Diferencial de temperatura instantâneo entre o óleo do transformador e o do comutador. Acompanha as variações mais bruscas e efêmeras do diferencial de temperatura e detecta falhas que se desenvolvem mais rapidamente.	
Diferencial de temperatura filtrado (DIFF) O diferencial de temperatura filtrado entre o óleo do transformador e o do comutador. Por ser filtrado, sofrerá menor influência de situações passageiras, tornando-se melhor para detectar diferenciais persistentes e tendências duradouras na diferença de temperatura.	
Diferencial de temperatura mínima instantâneo (MINI) Apresenta o menor diferencial de temperatura instantâneo desde a última vez que esse apontador foi resetado.	
Diferencial de temperatura mínima filtrado (MINF) Apresenta o menor diferencial de temperatura filtrado desde a última vez que esse apontador foi resetado.	
Diferencial de temperatura máxima instantâneo (MAXI) Apresenta o maior diferencial de temperatura instantâneo desde a última vez que esse apontador foi resetado.	
Diferencial de temperatura máxima filtrado (MAXF) Apresenta o maior diferencial de temperatura filtrado desde a última vez que esse apontador foi resetado.	
Temperatura máxima do comutador (>CT) Apresenta a maior temperatura medida no comutador desde a última vez que esse apontador foi resetado.	



Tempo restante para finalizar o aprendizado automático dos alarmes (TIME) Nessa tela é possível consultar o tempo em horas para finalizar o aprendizado automático dos alarmes.	
Tempo restante para finalizar o aprendizado automático dos alarmes (TIME) Nessa tela é possível consultar o tempo em minutos para finalizar o aprendizado automático dos alarmes.	

Tabela 9 - Informações do submenu CLK

Informações do submenu CLK	
Submenu CLK Use as setas e para continuar navegando entre as outras informações ou pressione nessa tela para acessar o submenu e consultar dados sobre data e hora. Para voltar ao nível anterior pressione .	
Indicação do mês (MNTH) Indicação do mês do calendário interno do aparelho.	
Indicação do dia (DAY) Indicação do dia do calendário interno do aparelho.	
Indicação do ano (YEAR) Indicação do ano do calendário interno do aparelho.	
Indicação de hora (HOUR) Indicação da hora do relógio interno do aparelho.	
Indicação de minutos (MIN) Indicação de minutos do relógio interno do aparelho.	

4.4 Informações do equipamento

Ao pressionar simultaneamente as teclas  e  é possível consultar informações do equipamento, serão apresentadas pelo *display* do equipamento os seguintes dados: nome, versionamento do *firmware* (FW), *release*, *bootloader* (BL), *release* do *bootloader*, funcionalidades, número de série 1 e 2.

Nome do Equipamento:

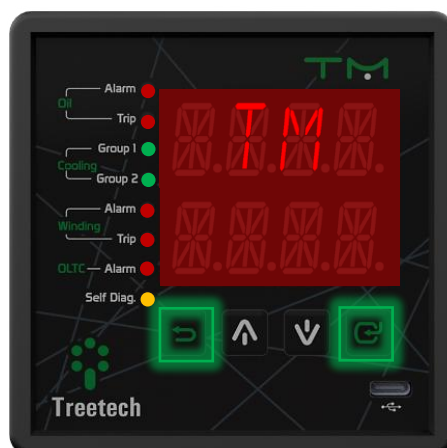


Figura 11 - Comando para acessar as informações do equipamento

Versão de Firmware:



Figura 12 - Display indicando versão de firmware



Release do *Firmware*:



Figura 13 - Display indicando versão de *release* do *firmware*

Versão do *Bootloader*:



Figura 14 - Display indicando versão do *bootloader*

Release do *Bootloader*:



Figura 15 - Display indicando versão de *release* do *bootloader*

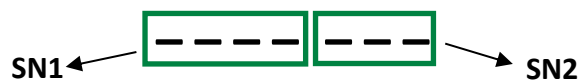
Funcionalidades:



Figura 16 - Display indicando o número de enrolamentos

Número de Série:

O Número de série é dividido em parte 1 e parte 2, a leitura do número de série completo é feita da seguinte forma:



Exemplo:

Se o número de série for 1234567, **SN1** será 1234 e **SN2** será 567.



Figura 17 - Display indicando parte 1 e parte 2 do número de série

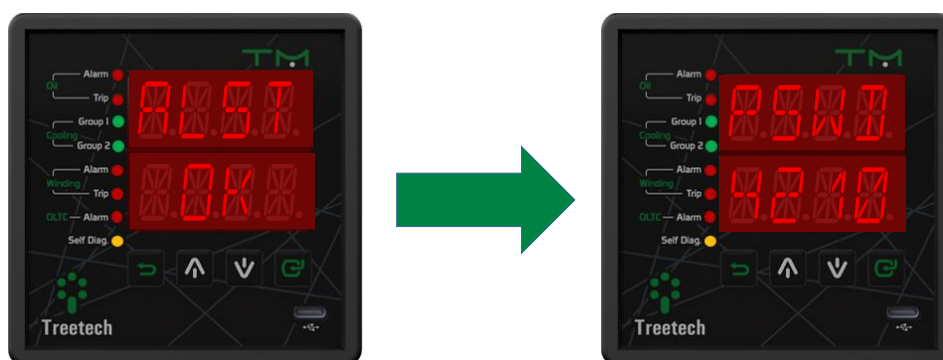
5 Parametrização

Para garantir a correta operação do sistema, devem ser ajustados no TM diversos parâmetros que fornecerão ao equipamento as informações necessárias ao seu funcionamento. Os ajustes podem ser efetuados por meio de seu teclado frontal, com o auxílio do *display*, ou pela parte traseira, através das portas de comunicação RS-485, disponível para o usuário no painel traseiro do aparelho. Os parâmetros programáveis estão organizados em menus com acesso protegido por senha. No menu principal, o usuário terá acesso aos submenus de programação, onde poderá navegar e ajustar os valores de acordo com as características do transformador e necessidades dos usuários.

5.1 Acesso aos menus de programação

Para acessar o menu de programação do Monitor TM, seguir o procedimento abaixo:

- 1) Na tela de indicação de temperatura, manter pressionada a tecla  por 5 segundos.
- 2) Será exibida a tela de senha de acesso (*password*).

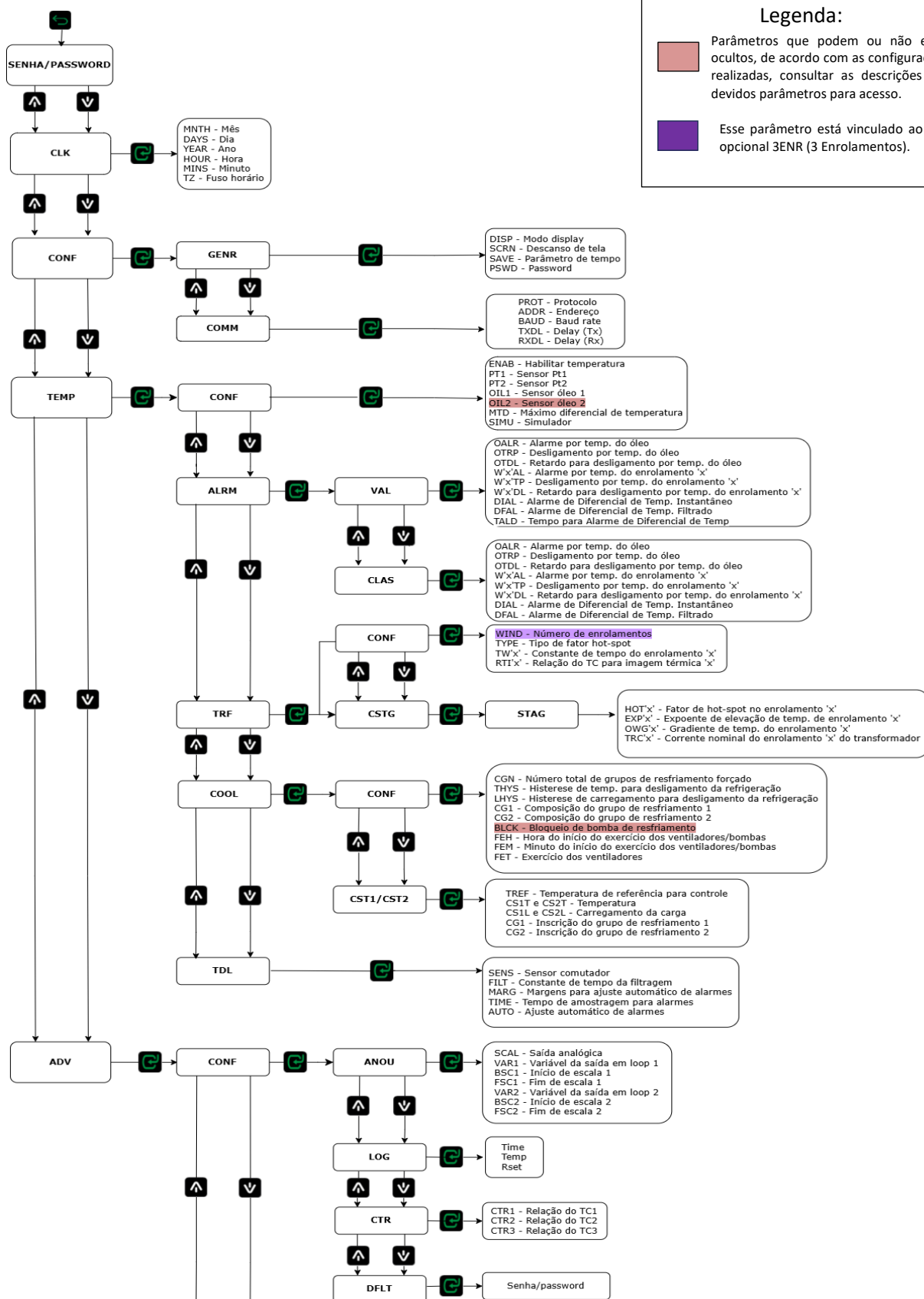


- 3) Utilize as teclas  e  para ajustar a senha (faixa = 0 a 9999). Se a indicação inicial for 4210, então a senha será 0, que é o valor original de fábrica.
- 4) Após ajustar a senha, pressionar e soltar a tecla  para entrar no menu de programação
- 5) Tela do menu principal, na qual é possível navegar para os submenus de programação.





5.2 Mapa de parâmetros



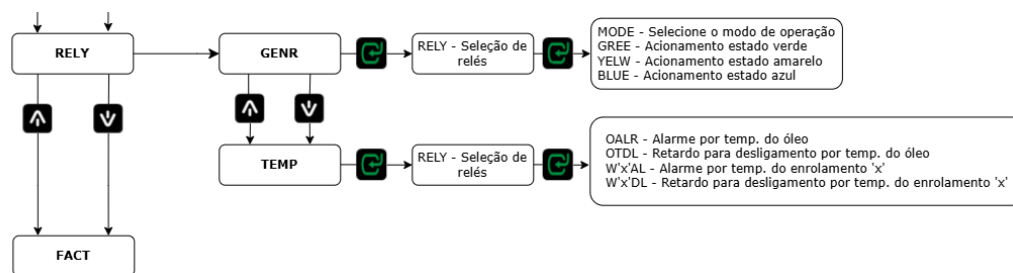


Figura 18 - Estrutura de acesso aos menus

5.3 Menu CLK

Permite ajustar o relógio e calendário do aparelho.

MNTH - Mês

Ajuste do mês atual no calendário do equipamento.

Faixa de ajuste: 1 a 12, em passos de 1 mês.

Valor padrão: 1.

DAYS - Dia

Ajuste do dia atual no calendário do equipamento.

Faixa de ajuste: 1 a 31, em passos de 1 dia.

Valor padrão: 1.

YEAR - Ano

Ajuste do ano atual no calendário do equipamento.

Faixa de ajuste: 0 a 99, em passos de 1 ano.

Valor padrão: 0.

HOURL - Hora

Ajuste da hora atual no relógio do equipamento.

Faixa de ajuste: 0 a 23, em passos de 1 hora.

Valor padrão: 0.

MINS - Minuto

Ajuste dos minutos no relógio do aparelho.

Faixa de ajuste: 0 a 59, em passos de 1 minuto.

Valor padrão: 0.

TZ - Fuso Horário

Ajuste do fuso horário, em horas, no relógio do equipamento.

Faixa de ajuste: -12 a +12, em passos de 1 hora.

Valor padrão: -3.





5.4 Menu CONF



Permite acesso aos parâmetros referentes às configurações básicas de usabilidade do TM.

5.4.1 Submenu GENR



Neste submenu permite realizar as configurações gerais do TM.

DISP - Display



Modo de exibição das temperaturas no *display* do TM em operação normal.

Faixa de ajuste:

- **SCRL** = Exibição alternada, o TM exibe durante 10 segundos cada uma das temperaturas medidas, de forma cíclica;
- **STAY** = A exibição permanece fixa no último sensor visualizado no frontal;

Valor padrão: SCRL.

SCRN - Tela padrão



Essa tela será exibida somente ao habilitar o modo STAY no *display* do TM.

Faixa de ajuste:

- LD3 (% carga 3);
- LD2 (% carga 2);
- LD1 (% carga 1);
- W3 (Temperatura do enrolamento 3);
- W2 (Temperatura do enrolamento 2);
- W1 (Temperatura do enrolamento 1);
- OIL (Temperatura do óleo);
- ALST (Status do alarme);
- NONE (nenhum).

Valor padrão: ALST.

Obs: Somente irá exibir as telas LD2, LD3, W2, W3, uma vez em que for configurado para 2 ou 3 enrolamentos no submenu TRF, caso contrário, elas permanecerão ocultas.

SAVE



Parâmetro de tempo para ativar o descanso de tela.

Faixa de ajuste: 1 a 15, em passos de 1 minuto.

Valor padrão: 5.

PSWD - Senha



Altera a senha de acesso ao menu de configuração do TM.

Faixa de ajuste: 0 a 8191.

Valor padrão: 0.

5.4.2 Submenu COMM - Comunicação

Permite acesso aos parâmetros referentes a comunicação serial.

Faixa de ajuste:

- U1 (RS-485 1);
- U2 (RS-485 2);
- USB (USB tipo C frontal).

Valor padrão: U1.

PROT – Protocolo de comunicação serial

Selecione o protocolo de comunicação a ser utilizado Modbus® RTU (Mdb) e DNP3 (DNP3).

Obs: O equipamento suporta que apenas uma das três portas esteja configurada em DNP3.

Faixa de ajuste:

- MDB = Modbus® RTU;
- DNP = DNP3;
- NONE = Nenhum.

Valor padrão: MDB.

ADDR - Endereço

Seleção do endereço do aparelho na rede de comunicação, utilizado para aquisição de dados.

Obs: A porta USB-C possui um endereço fixo 247.

Caso o protocolo Modbus® RTU estiver selecionado no parâmetro **PROT**.

Faixa de ajuste: 1 a 247.

Valor padrão: 247.

Apresentação Endereço DNP3 no Display

No endereço DNP3 será considerado a seguinte forma:

PARTE MAIS SIGNIFICATIVA → 

PARTE MENOS SIGNIFICATIVA → 

Quando o valor for acima de 9999, a parte mais significativa estará disponível nos dois *displays* de cima, e a menos significativa nos *displays* de baixo.



Suponha que o endereço seja 65519. Neste caso, a parte mais significativa seria 65 e a menos significativa seria 519.

Faixa de ajuste: 0 a 65519, em passos de 1.

Valor padrão: 247.

BAUD – Velocidade de transmissão



Seleção da velocidade de transmissão de dados.

Faixa de ajuste:

- 4.8 kbps;
- 9.6 kbps;
- 19.2 kbps;
- 38.4 kbps;
- 57.6 kbps;
- 115.2 kbps.

Valor padrão: 9.6 kbps.

TXDL – Tx Delay



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

Faixa de ajuste: 5 a 500, em passos de 1 milissegundo.

Valor padrão: 25 ms.

RXDL – Rx Delay



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

Faixa de ajuste: 5 a 500, em passos de 1 milissegundo.

Valor padrão: 5 ms.



5.5 Menu TEMP

Permite acesso aos submenus referentes a medição de temperatura, alarmes e grupos de resfriamento forçado.



5.5.1 Submenu CONF - Configuração

Permite a configuração dos sensores de temperatura.



ENAB – Habilitar temperatura

Habilita os parâmetros e medições relacionadas à leitura de temperatura nas telas de consulta do equipamento.



Faixa de ajuste: YES (sim), NO (não).

Valor padrão: YES (sim).

PT1 – Sensor Pt1

Habilita as medições do sensor RTD1. Caso esteja habilitado, mas não associado a nenhuma variável específica, ele realizará a medição da temperatura ambiente e não gerará alarmes.



Faixa de ajuste:

- 1X3 = 1 sensor PT100 a 3 fios habilitado;
- OFF = Desabilitado.

Valor padrão: 1X3.

PT2 – Sensor Pt2

Habilita as medições do sensor RTD2. Caso esteja habilitado, mas não associado a nenhuma variável específica, ele realizará a medição da temperatura ambiente e não gerará alarmes.



Faixa de ajuste:

- 1X3 = 1 sensor PT100 a 3 fios habilitado;
- OFF = Desabilitado.

Valor padrão: OFF.

OIL1 – Sensor do óleo 1

Seleciona qual sensor fará a leitura da temperatura do óleo.



Faixa de ajuste: PT1, PT2 e OFF (desabilitado).

Valor padrão: PT1.



OIL2 – Sensor do óleo 2



Seleciona o segundo sensor para ativar o modo de leitura em redundância.

Para medição redundante, é necessário que os parâmetros PT1 e PT2 estejam habilitados.

Faixa de ajuste: PT1, PT2 e OFF (desabilitado).

Valor padrão: OFF.

MTD – Máximo diferencial de temperatura



Parâmetro de máxima diferença de temperatura permitida entre sensores redundantes.

Faixa de ajuste: 1.0 a 6.0 °C.

Valor padrão: 4.0 °C.

SIMU – Simulador



No caso de algum teste ou experiência que envolva ligar um simulador de sensor de temperatura ao TM, indique qual entrada será usada para este fim.

Faixa de ajuste: OFF (desabilitado), PT1 e PT2 (caso esteja habilitado).

Valor padrão: OFF (desabilitado).

5.5.2 Submenu ALRM - Alarmes



Contém parâmetros relacionados à classificação e valores de acionamentos de alarmes.



Importante

A histerese dos alarmes de temperatura possui um valor fixo de 1 °C.

5.5.2.1 VAL – Submenu Valor



Contém parâmetros para selecionar valores de acionamento de alarmes por temperatura.

OALR – Alarme por temperatura do óleo



Determina o valor para alarme por temperatura do óleo do transformador.

O alarme é somente desativado se a temperatura cair 1 °C ou mais abaixo do valor de acionamento.

Faixa de ajuste: -55 a 200, em passos de 1°C.

Valor padrão: 95 °C.



OTRP – Desligamento por temperatura do óleo



Determina o valor para desligamento por temperatura do óleo. Uma vez acionado, o alarme somente é desativado se a temperatura cair 1 °C ou mais abaixo do valor de acionamento. Também pode ser utilizado como um alarme de segundo nível, caso não seja desejável o desligamento automático do transformador.

Faixa de ajuste: -55 a 200, em passos de 1 °C.

Valor padrão: 105 °C.

OTDL – Retardo para desligamento por temperatura do óleo



Permite inserir um atraso entre o momento em que a temperatura do óleo atinge o valor para desligamento e o instante em que o sinal de desligamento e os relés de saída associados são efetivamente acionados.

Faixa de ajuste: 0 a 20.0, em passos de 0.1 minuto.

Valor padrão: 20 minutos.



Este submenu contém configurações para os enrolamentos 1, 2 e 3. Estas configurações se repetem para todos eles.

O 'x' indica o número da saída.

Exemplo: (W1AL), (W2AL) e (W3AL).

W'x'AL - Alarme por temperatura do enrolamento 'x'



Determina o valor para alarme por temperatura do enrolamento 'x' do transformador. Uma vez acionado, o alarme somente é desativado se a temperatura cair 1 °C ou mais abaixo do valor de acionamento.

Faixa de ajuste: -55 a 200, em passos de 1 °C.

Valor padrão: 105 °C.

W'x'TP - Desligamento por temperatura do enrolamento 'x'



Determina o valor para desligamento por temperatura do enrolamento 'x' do transformador. Uma vez acionado, o alarme somente é desativado se a temperatura cair 1 °C ou mais abaixo do valor de acionamento. Também pode ser utilizado como um alarme de segundo nível, caso não seja desejável o desligamento automático do transformador.

Faixa de ajuste: -55 a 200, em passos de 1 °C.

Valor padrão: 120 °C.

W'x'DL - Retardo para desligamento por temperatura do enrolamento 'x'



Permite inserir um atraso entre o momento em que a temperatura do enrolamento 'x' atinge o valor para desligamento e o instante em que o sinal de desligamento e os relés de saída associados são efetivamente acionados.

Faixa de ajuste: 0 a 20.0, em passos de 0.1 minuto.

Valor padrão: 20 minutos.



DIAL – Alarme de Diferencial de temperatura instantânea

Determina o valor para acionamento do alarme de diferencial de temperatura instantânea. Uma vez acionado, proporciona alarmes com resposta rápida em caso de defeitos de grande intensidade, mesmo que de curta duração.



Faixa de ajuste: -40.0 a 40.0, em passos de 1 °C.

Valor padrão: 10.0 °C.

Observação: Só é possível configurar esse parâmetro caso os dois Pt100 estejam ativados no equipamento.

DFAL – Alarme de diferencial de temperatura filtrado

Determina o valor para acionamento do alarme de diferencial de temperatura filtrado, é obtido submetendo-se o diferencial instantâneo a um filtro passa-baixa com constante de tempo ajustável pelo usuário. Sua monitoração possibilita a detecção de tendência de evolução do diferencial que indiquem defeitos permanentes de pequena intensidade, embora com tempo de detecção mais longo.



Faixa de ajuste: -40.0 a 40.0, em passos de 1 °C.

Valor padrão: 10.0 °C.

TALD – Tempo para alarme de diferencial de temperatura

Temporização para emissão de alarmes por diferencial de temperatura dos comutadores.



Faixa de ajuste: 1 a 240, em passos de 1 minuto.

Valor padrão: 20 min.

5.5.2.2 CLAS – Submenu Classificação

Nem todos os alarmes têm o mesmo grau de severidade, nem devem ser atendidos com a mesma abordagem. De acordo com sua conveniência, nesse submenu o usuário pode classificar os diversos alarmes em três categorias diferentes.



A categoria azul possui uma prioridade baixa, devendo ser usada principalmente para avisos, a amarela deve ser usada quando detectado um problema sério e a vermelha quando a situação for de urgência.

OALR – Alarme por temperatura do óleo

Classifique este alarme em uma das categorias listadas na faixa de ajuste.



Faixa de ajuste: RED (vermelho), YELW (amarelo), BLUE (azul).

Valor padrão: RED (vermelho).

OTRP – Desligamento por temperatura do óleo

Classifique este alarme em uma das categorias listadas na faixa de ajuste.





Faixa de ajuste: RED (vermelho), YELW (amarelo), BLUE (azul).

Valor padrão: RED (vermelho).

OTDL – Retardo para desligamento por temperatura do óleo



Classifique este alarme em uma das categorias listadas na faixa de ajuste.

Faixa de ajuste: RED (vermelho), YELW (amarelo), BLUE (azul).

Valor padrão: RED (vermelho).



Os parâmetros a seguir contém configurações para os enrolamentos 1, 2 e 3. Estas configurações se repetem para todos eles.

O 'x' indica o número da saída.

Exemplo: (W1AL), (W2AL) e (W3AL).

W'x'AL - Alarme por temperatura do enrolamento 'x'



Classifique este alarme em uma das categorias listadas na faixa de ajuste.

Faixa de ajuste: RED (vermelho), YELW (amarelo), BLUE (azul).

Valor padrão: RED (vermelho).

W'x'TP - Desligamento por temperatura do enrolamento 'x'



Classifique este alarme em uma das categorias listadas na faixa de ajuste.

Faixa de ajuste: RED (vermelho), YELW (amarelo), BLUE (azul).

Valor padrão: RED (vermelho).

W'x'DL - Retardo para desligamento por temperatura do enrolamento 'x'



Classifique este alarme em uma das categorias listadas na faixa de ajuste.

Faixa de ajuste: RED (vermelho), YELW (amarelo), BLUE (azul).

Valor padrão: RED (vermelho).

DIAL – Alarme de diferencial de temperatura instantâneo



Classifique este alarme em uma das categorias listadas na faixa de ajuste.

Faixa de ajuste: RED (vermelho), YELW (amarelo), BLUE (azul).

Valor padrão: RED (vermelho).

DFAL – Alarme de diferencial de temperatura filtrado



Classifique este alarme em uma das categorias listadas na faixa de ajuste.

Faixa de ajuste: RED (vermelho), YELW (amarelo), BLUE (azul).

Valor padrão: RED (vermelho).



5.5.3 Submenu TRF - Transformador

O submenu de parametrização do transformador permite acesso a características gerais do transformador e aos estágios de resfriamento.

5.5.3.1 CONF – Submenu Configuração

Contém parâmetros para configurar as características básicas do transformador.

WIND – Número de enrolamentos

Permite ajustar o número de enrolamentos do transformador a serem monitorados.

Observação: A seleção de 2 ou 3 enrolamentos só estará disponível se a funcionalidade 3ENR (3 Enrolamentos) estiver ativa no equipamento. Se a função não estiver habilitada, o valor permanecerá restrito a 1.

Faixa de ajuste: 1 a 3.

Valor padrão: 1.

TYPE – Tipo de fator *hot-spot*

Escolha a norma cuja metodologia será adotada para calcular a temperatura dos enrolamentos, principalmente no que se refere ao *hot-spot*.

Faixa de ajuste: ANSI e IEC.

- ANSI IEEE C57.91/2011; ABNT NBR 5416/1997;
- IEC 60076-7/2018; ABNT NBR 5356-7/2017.

Valor padrão: ANSI.



Os parâmetros a seguir contém configurações para os enrolamentos e TCs de 1 a 3. Estas configurações se repetem para todos eles.

O 'x' indica a numeração do enrolamento e TC.

Exemplo: (TW1), (TW2) e (TW3).

TW'x' - Constante de tempo da inércia térmica do enrolamento 'x'

É a constante de tempo em segundos, relacionada à inércia térmica do enrolamento do transformador.

Este parâmetro pode ser medido durante o ensaio de aquecimento ou calculado pelo fabricante do transformador. Caso não seja possível obtê-lo por uma dessas duas formas, poderá ser adotado o valor típico de 300 s.

Faixa de ajuste: 72 a 999 segundos.

Valor padrão: 300 segundos.



RTI'x' - Relação do TC para imagem térmica 'x'

Parametrize a relação de transformação do TC de imagem térmica do enrolamento 'x'.



$$\text{Relação do TC} = \frac{\text{Corrente no primário do TC}}{\text{Corrente no secundário do TC}}$$

Faixa de ajuste: 1 a 9999.

Valor padrão: 500.

5.5.3.2 CSTG - Estágios de resfriamento

Configure os parâmetros de cálculo da temperatura dos enrolamentos e do *hot-spot* específicos para cada estágio de resfriamento ativo no transformador



STAG - Número do estágio

Selecione o estágio que deseja parametrizar.



Faixa de ajuste:

- **0:** Configura parâmetros para cálculo de elevações de temperatura quando nenhum estágio de resfriamento forçado está acionado;
- **1:** Configura parâmetros para cálculo de elevações de temperatura quando o primeiro estágio de resfriamento forçado está em operação;
- **2:** Configura parâmetros para cálculo de elevações de temperatura quando o segundo estágio de resfriamento forçado está em operação;
- **ALL (todos):** Aplica simultaneamente os mesmos parâmetros de cálculo térmico a todos os estágios de resfriamento. Recomendado para transformadores que não apresentam variações significativas na elevação de temperatura entre os regimes de refrigeração.

Valor padrão: 0.



Os parâmetros a seguir contém configurações para os enrolamentos 1, 2 e 3. Estas configurações se repetem para todos eles.

O 'x' indica o número da saída.

Exemplo: (HOT1), (HOT2) e (HOT3).

HOT'x' - Fator de *hot-spot* no enrolamento 'x'

Configure o fator de *hot-spot* conforme modelo adotado pelas seguintes normas:



- **HS+:** ANSI IEEE C57.91-1995 e ABNT NBR 5416 (1997);
- **HS*:** IEC 60076-7 e ABNT NBR 5356-7 (2017).

No primeiro caso (HS+), é a diferença entre a temperatura do ponto mais quente (*hot-spot*) e a temperatura média do enrolamento.



Segundo a norma IEC (HS*), é a relação entre a elevação de temperatura do ponto mais quente sobre a temperatura do topo do óleo e a elevação da temperatura média do enrolamento sobre a temperatura média do óleo.

Faixa de ajuste: 0.00 a 20.00.

Valor padrão: 1.00.

EXP'x' - Expoente de elevação de temperatura do enrolamento 'x'



Expoente usado no cálculo de elevação de temperatura do enrolamento em função das perdas no cobre, definida pelo tipo de circulação de óleo do transformador.

A seleção de valor é flexível, destacando-se, porém, alguns números notáveis:

Tabela 10 - Expoente de enrolamento IEC

Expoente do enrolamento — Normas IEC 60076-7 (2005) e ABNT NBR 5356 – 7 (2017)		
Número	Aplicabilidade	Descrição
1.3	Transformadores de potência de grande e médio porte	Transformadores resfriados por circulação natural ou forçada do óleo (ONAN, ONAF, OFAF, OFWF)
1.6	Transformadores de distribuição	Transformadores resfriados por circulação natural ou forçada do óleo (ONAN, ONAF, OFAF, OFWF)
2.0	Transformadores de potência de grande e média porte	Transformadores resfriados por circulação dirigida no óleo (ODAF, ODWF)

Tabela 11 - Expoente de enrolamento IEEE

Exp. do enrolamento — Normas ABNT NBR 5416 (1997) e IEEE C57.91 (2011)	
Número	Descrição
1.6	Transformadores resfriados por circulação natural ou forçada do óleo (ONAN, ONAF, OFAF, OFWF)
2.0	Transformadores resfriamento por circulação dirigida no óleo (ODAF, ODWF)

Faixa de ajuste: 0.0 a 4.0.

Valor padrão: 1.3.

OWG'x' - Gradiente de temperatura do enrolamento 'x'



Configure o OWG (gradiente de temperatura enrolamento-óleo), definido da seguinte forma:

- **IEC 60076-7 / NBR 5356-7:** a diferença entre a temperatura média do enrolamento e a temperatura média do óleo, após a estabilização termodinâmica do transformador em carga nominal;



- **NBR 5416 / IEEE C57.91-1995:** a elevação da temperatura média do enrolamento em relação à temperatura do topo do óleo, após a estabilização termodinâmica do transformador em carga nominal.

Este parâmetro é geralmente obtido pelo fabricante do transformador/reator nos ensaios de aquecimento ou por cálculo.

Faixa de ajuste: 0 a 50, em passos de 0.1 °C.

Valor padrão: 10 °C.

TRC'x' - Corrente nominal do enrolamento 'x'

Corrente nominal do enrolamento do transformador, onde está sendo determinada a temperatura.

Faixa de ajuste: 0.001 a 99.99 kA, em passos de 0.001 kA.

Valor padrão: 1.670 kA.



5.5.4 Submenu COOL - Resfriamento forçado

O submenu possui informações referentes ao funcionamento da refrigeração forçada e está subdividido em três outros menus.



5.5.4.1 Submenu CONF - Configuração

Contém parâmetros para ajustar as características gerais da refrigeração do transformador.



CGN – Número total de grupos de resfriamento forçado

Permite habilitar a quantidade de grupos de resfriamento que serão utilizados.



Faixa de ajuste: 1 a 2.

Valor padrão: 2.

THYS – Histerese de temperatura para desligamento da refrigeração

Valor de redução de temperatura, abaixo da temperatura de partida do estágio de resfriamento, para desligar os ventiladores/bombas, para evitar que sejam ligados e desligados seguidamente com pequenas variações de temperatura.



Faixa de ajuste: 0 a 30 °C, em passos de 1 °C.

Valor padrão: 5 °C.

LHYS – Histerese de carregamento para desligamento da refrigeração

Valor de redução do percentual de carregamento, abaixo do percentual de partida do estágio de resfriamento, para desligar os ventiladores/bombas, a fim de evitar que sejam ligados e desligados seguidamente com pequenas variações de carga.





Faixa de ajuste: 0 a 9, em passos de 1%.

Valor padrão: 5%.

CG1 – Composição do grupo de resfriamento 1



Informa se o grupo de resfriamento 1 possui bombas de óleo ou apenas ventiladores.

Faixa de ajuste: FAN (ventilador) e PUMP (bomba).

Valor padrão: FAN (ventilador).

CG2 – Composição do grupo de resfriamento 2



Informa se o grupo de resfriamento 2 possui bombas de óleo ou apenas ventiladores.

Faixa de ajuste: FAN (ventilador) e PUMP (bomba).

Valor padrão: FAN (ventilador).

BLCK – Bloqueio de bomba de resfriamento



Parâmetro de temperatura para bloqueio de bomba de resfriamento.

Observação: Este parâmetro só será exibido caso estiver habilitado o modo bomba na composição do grupo de resfriamento 1 ou 2.

Faixa de ajuste: -55 a 200, em passos de 1 °C.

Valor padrão: -25 °C.

FEH – Hora do início do exercício dos ventiladores/bombas



Ajuste da hora em que serão acionados os grupos de resfriamento forçado para o exercício diário dos ventiladores e/ou bombas.

Faixa de ajuste: 0 a 23, em passos de 1 hora.

Valor padrão: 22 horas.

FEM – Minuto do início do exercício dos ventiladores/bombas



Ajuste do minuto (complemento ao horário selecionado no parâmetro anterior) em que serão acionados os grupos de resfriamento forçado para o exercício diário dos ventiladores e/ou bombas.

Faixa de ajuste: 0 a 59, em passos de 1 minuto.

Valor padrão: 30 minutos.

FET – Duração do período de exercício dos ventiladores



Ajuste do tempo total diário que os grupos de resfriamento forçado deverão permanecer acionados para o exercício de ventiladores ou bombas.

Caso seja necessário desativar a função exercício de resfriamento, basta programar este parâmetro com o valor zero.



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

Valor padrão: 45 minutos.

5.5.4.2 Submenu CST1 e CST2 - Estágio de resfriamento forçado 1 e 2

Os dois submenus contêm parâmetros de ajuste de características específicas do primeiro e do segundo estágio de resfriamento forçado.

Estágios de resfriamento descrevem como devem se comportar e quais devem ser os grupos de resfriamento ativos em uma dada situação de temperatura ou carga do transformador. Nesses submenus, distribua e configure o funcionamento dos grupos de resfriamento em dois estágios de resfriamento distintos.

TREF – Temperatura de referência para controle

Selecionar, no modo automático, se o estágio de resfriamento deverá ser controlado pela temperatura do topo do óleo ou dos enrolamentos.

Faixa de ajuste: WIND (enrolamento), OIL (óleo).

Valor padrão: WIND (enrolamento).

CS1T e CS2T – Temperatura para acionar o estágio 'x'

Temperatura para acionamento do estágio 'x' de resfriamento forçado.

Quando o estágio de resfriamento for acionado, será ligado um dos grupos de resfriamento selecionados como "SIM" nos parâmetros "CG1" e "CG2", sendo priorizado o acionamento do grupo que tiver menor tempo de operação.

Faixa de ajuste: -55 a 200, em passos de 1 °C.

Valor padrão: Estágio 1 = 65 °C, estágio 2 = 70 °C.

CS1L e CS2L – Carregamento da carga para acionar o estágio 'x'

Carregamento percentual da carga para acionamento do estágio 'x' de resfriamento forçado.

Quando o estágio de resfriamento for acionado, será ligado um dos grupos de resfriamento selecionados como "SIM" nos parâmetros "CG1" e "CG2", sendo priorizado o acionamento do grupo que tiver menor tempo de operação.

Faixa de ajuste: 50 a 200, em passos de 1%.

Valor padrão: Estágio 1 = 65%, estágio 2 = 70%.

CG1 e CG2 - Inscrição do grupo de resfriamento 1 e 2 no estágio de Resfriamento forçado 'x'

Seleciona se o grupo de resfriamento 1 ou 2 está inscrito ou não no estágio 'x' de resfriamento forçado, ou seja, se poderá ser utilizado pelo estágio de resfriamento quando for atingida sua temperatura ou percentual de carga de acionamento.



Faixa de ajuste: YES (sim), NO (não).

Valor padrão: YES (sim).

5.5.5 Submenu TDL - Diferencial de temperatura

Neste submenu, configure as características da monitoração do diferencial de temperatura entre o transformador e o comutador.

SENS – Sensor comutador

Indique qual o sensor medirá a temperatura do comutador.

Obs: Só aparecerão como opção aqueles que ainda não estiverem escalados em outras funções. Sendo possível ajustar na seção 5.5.1 do submenu CONF deste manual.

Faixa de ajuste: OFF (desligado), PT1 (sensor RTD 1) e PT2 (sensor RTD 2).

Valor padrão: OFF.

FILT – Constante de tempo da filtragem

Constante de tempo para filtragem do diferencial de temperatura do comutador para formação do diferencial filtrado.

Faixa de ajuste: 0 a 720, em passos de 1 minuto.

Valor padrão: 180 minutos.

MARG – Margens para ajuste automático de alarmes

Margem de segurança somada ao maior diferencial registrado entre as temperaturas do comutador e do transformador durante o período de aprendizagem automática. Usado para definir o limiar do alarme.

Faixa de ajuste: 1 a 10, em passos de 1°C.

Valor padrão: 5°C.

TIME – Tempo de amostragem para alarmes

Tempo total de amostragem para o ajuste automático dos alarmes por diferencial de temperatura instantâneo e filtrado.

Faixa de ajuste: 1 a 720, em passos de 1 hora.

Valor padrão: 336 horas.

AUTO – Ajuste automático de alarmes

Permite iniciar ou interromper o processo de ajuste automático dos alarmes por diferenciais de temperatura instantâneo e filtrado.

Faixa de ajuste: YES (sim), NO (não).

Valor padrão: NO (não).



5.6 Menu ADV

Esse menu possui cinco submenus, para configurações avançadas, sendo eles relacionados a: ajustes da saída analógica em mA, relés e menu fábrica.

5.6.1 Submenu CONF

Possui configurações avançadas do equipamento, como ajustes da saída mA, memória de massa, relação do TC e o *reset* dos parâmetros do TM.

5.6.1.1 ANOU – Submenu saída mA

Contém parâmetros de configuração das saídas analógicas.

SCAL - Faixa de saída analógica (mA)

Define a faixa de saída em *loop* de corrente para indicação remota.

Faixa de ajuste:

- 0...1 (mA);
- 0...5 (mA);
- 0...10 (mA);
- 0...20 (mA);
- 4...20 (mA).

Valor padrão: 0... 20 mA.



Os parâmetros a seguir contêm as configurações para as saídas analógicas de 1 e 2. Estas configurações se repetem para todas elas.

O 'x' indica o número da saída.

Exemplo: VAR1, VAR2.

VAR'x' - Variável da saída analógica 'x' em loop de corrente mA

Selecione qual informação deseja transmitir pela saída analógica selecionada

Faixa de ajuste:

- | | |
|---------------------------------|---------------------------|
| • OIL (óleo); | • PT2 (sensor RTD 2); |
| • W1 (enrolamento 1); | • CT1 (corrente do TC 1); |
| • W2 (enrolamento 2); | • CT2 (corrente do TC 2); |
| • W3 (enrolamento 3); | • CT3 (corrente do TC 3); |
| • WH (enrolamento mais quente); | • NONE (nenhum). |
| • PT1 (sensor RTD 1); | |

Valor padrão: OIL (óleo).



BSC'x' - Valor aferido ao início de escala da saída mA 'x'



Defina correspondência entre a corrente inicial da escala mA e o primeiro valor da escala da grandeza medida.

Faixa de ajuste: -99.9 a 999.9.

Valor padrão: 0.0.

FSC'x' - Valor aferido ao fim de escala da saída mA 'x'



Defina correspondência entre a corrente final da escala mA e o último valor da escala da grandeza medida.

Faixa de ajuste: -99.9 a 999.9.

Valor padrão: 150.0

5.6.1.2 Submenu LOG



Permite acesso a todos os parâmetros referentes ao log de memória de massa.



O log de Memória de Massa registra as alterações de temperatura, acionamentos de alarmes, desligamentos e demais informações com data e do evento.

TIME - Intervalo das gravações



Seleciona o tempo entre os momentos em que as gravações serão feitas. O TM possui 24.868 posições para registro das variáveis. Para saber quanto tempo a memória demorará para ser completamente ocupada, basta fazer:

$$Tempo\ total = posições\ [grav.].intervalo\ \left[\frac{min}{grav.}\right] = 24.868.intervalo\ [min]$$

O Valor default para essa parametrização é de 60 min, isso daria:

$$Tempo\ total = 24868.60 = 1492080\ minutos \cong 1037\ dias$$

Quando a quantidade máxima de registros é atingida, os registros mais antigos são sobrescritos pelos novos.

Faixa de ajuste: 1 a 9999, em passos de 1 minuto.

Valor padrão: 60 minutos.

TEMP – Variação da temperatura para gravação



Independente do intervalo de gravação, se a temperatura do óleo do transformador variar acima do programado neste item, será efetuado um novo registro no log de todas as variáveis.

Faixa de ajuste: 1 a 20, em passos de 1°C.

Valor padrão: 5 °C.



RSET – Reset de gravação

Deve ser selecionado “YES” se a intenção for apagar o conteúdo da memória até o momento. Caso contrário mantenha o “NO” selecionado.



Faixa de ajuste: YES (sim), NO (não).

Valor padrão: NO (não).

5.6.1.3 CTR - Relação do TC

Neste submenu, estarão disponíveis parâmetros para configuração da relação de transformação do TC externo de janela seccionável (TC *clip-on*).



Este submenu contém as configurações de relação de transformação para os TCs de 1 a 3. O 'x' indica o número do TC.

Exemplo: CTR1, CTR2 e CTR3.

CTR'x' - Relação do TC 'x'

Informe o valor da relação de transformação do TC externo de janela seccionável (o acessório vendido pela Treotech possui a relação de 3000).



Faixa de ajuste: 1 a 10000.

Valor padrão: 3000.

5.6.1.4 Configurações padrão

Contém um parâmetro que permite restaurar as configurações de fábrica do equipamento.



PSWD – Senha

Altera a senha de acesso ao menu de configuração padrão.



Faixa de ajuste: 0 a 8191.

Valor padrão: 0.

DFLT – Configurações padrão

Ao alterar a senha, deve ser selecionado “YES” se a intenção for restaurar as configurações de fábrica. Caso contrário mantenha o “NO” selecionado;



Em seguida pressionar o botão , todos os parâmetros do equipamento irão voltar para os valores padrão de fábrica.

Faixa de ajuste: Yes (sim) ou NO (não).

Valor padrão: NO (não).



5.6.2 Submenu RELY

Este menu permite acesso a todos os parâmetros referentes ao funcionamento dos relés de saída do TM.



5.6.2.1 GENR – Submenu geral

Permite acesso aos parâmetros para configurar os relés para funções gerais.



RL'x' – Seleção de relés

Escolha qual relé deseja parametrizar.



Faixa de ajuste: 5, 6 ou 7.

Valor padrão: 5.

MODE - Modo de funcionamento

Os contatos 5, 6, 7 podem ser configurados para funcionar em modo normal (**NORM**) ou modo invertido (**INVE**).



Faixa de ajuste:

- **NORM (normal):** O relé muda de estado quando for acionado.
- **INVE (invertido):** Ao energizar o equipamento o contato irá mudar de estado. Quando o relé for acionado, os contatos voltarão para o estado de repouso.

Valor padrão: NORM (normal).

GREE – Acionamento no estado verde

Aciona o relé quando o estado geral de alarmes é verde, ou seja, quando não há nenhuma anormalidade detectada.



Faixa de ajuste: YES (sim), NO (não).

Valor padrão: NO (não).

YELW – Acionamento no estado amarelo

Aciona o relé quando o estado geral de alarmes é amarelo.



Faixa de ajuste: YES (sim), NO (não).

Valor padrão: NO (não).

BLUE - Acionamento no estado azul

Aciona o relé quando o estado geral de alarmes é azul.



Faixa de ajuste: YES (sim), NO (não).

Valor padrão: NO (não).



RED – Acionamento no estado vermelho

Aciona o relé quando o estado geral de alarmes é vermelho.



Faixa de ajuste: YES (sim), NO (não).

Valor padrão: NO (não).

Obs: Existem muito mais alarmes do que relés para sinalizá-los, mas um relé pode ser acionado por mais de um motivo e isso permite que se saiba o estado dos alarmes por categoria.

5.6.2.2 TEMP - Submenu de temperatura

Contém configurações de relés para funções relacionadas à monitoração da temperatura.



RL'x' - Seleção de relés

Escolha qual relé deseja parametrizar.



Faixa de ajuste: 5, 6 ou 7.

Valor padrão: 5.

OALR – Associação do relé ao alarme por temperatura do óleo

Aciona o relé conforme a atuação do alarme de temperatura do óleo.



Faixa de ajuste: YES (sim), NO (não).

Valor padrão: YES (sim).

OTDL – Associação do relé ao retardo de desligamento do óleo

Aciona o relé conforme a atuação do retardo de desligamento do óleo.



Faixa de ajuste: YES (sim), NO (não).

Valor padrão: NO (não).



Os parâmetros a seguir contém configurações para os enrolamentos 1, 2 e 3. Estas configurações se repetem para todos eles.

O 'x' indica o número de enrolamentos.

Exemplo: (W1AL), (W2AL) e (W3AL).

W'x'AL - Associação do relé ao alarme por temperatura do enrolamento 'x'

Aciona o relé conforme a atuação do alarme de temperatura do enrolamento 'x'.



Faixa de ajuste: YES (sim), NO (não).

Valor padrão: YES (sim).



W'x'DL - Associação do relé ao retardo de desligamento do enrolamento 'x'



Aciona o relé conforme a atuação do retardo de desligamento do enrolamento 'x'.

Faixa de ajuste: YES (sim), NO (não).

Valor padrão: NO (não).

DIAL – Associação do relé ao alarme de diferencial de temperatura instantâneo



Aciona o relé conforme a atuação do alarme por diferencial de temperatura instantâneo do comutador.

Faixa de ajuste: YES (sim), NO (não).

Valor padrão: NO (não).

DFAL – Associação do relé ao alarme de diferencial de temperatura filtrado



Aciona o relé conforme a atuação do alarme por diferencial de temperatura filtrado do comutador.

Faixa de ajuste: YES (sim), NO (não).

Valor padrão: NO (não).

Observação: Os parâmetros DIAL e DFAL somente estarão visíveis e disponíveis para configuração no submenu RELY > TEMP se o parâmetro SENS (Sensor comutador) estiver ativado (PT1 ou PT2) no submenu TDL (seção [5.5.5](#)), garantindo a medição ativa do comutador sob carga.

5.6.3 Submenu FACT



Permite acesso aos parâmetros de fábrica. Ele é de uso exclusivo da assistência técnica da Tretech e está protegido por senha, não sendo acessível ao operador do equipamento.

6 Comissionamento para a entrada em serviço

Uma vez efetuada a instalação dos equipamentos, a colocação em serviço deve seguir os passos básicos a seguir:

- ✓ Verificar as instalações mecânica e elétrica, de acordo com as recomendações do capítulo 3 deste manual. Checar também a correção das ligações elétricas (por exemplo, através de ensaios de continuidade);
- ✓ Certificar-se de que nenhum secundário de transformadores de corrente (TCs) estará aberto durante a instalação e operação dos monitores de temperatura;
- ✓ Se forem efetuados ensaios de rigidez dielétrica na fiação (tensão aplicada), desconecte os cabos ligados ao terminal terra do TM a fim de evitar a destruição das proteções contra sobretensões existentes no interior do aparelho. Estas proteções estão internamente conectadas entre os terminais de entrada/saída e o terra, grampeando a tensão em cerca de 300 V. A aplicação de tensões elevadas durante longo período (por exemplo, 2 kV por 1 minuto) causaria a destruição de tais proteções;
- ✓ Reconecte os cabos de terra aos terminais do TM, caso tenham sido desconectados para ensaios de tensão aplicada;
- ✓ Energize o TM com qualquer tensão na faixa de 85 a 265Vcc/Vca 50/60Hz;
- ✓ Efetue toda a parametrização do TM, segundo as instruções deste manual;
- ✓ Com um medidor de continuidade, testar a atuação dos contatos de alarme, desligamento e resfriamento forçado. A atuação dos contatos pode ser forçada, por exemplo, reduzindo os respectivos ajustes a valores inferiores às medições atuais;
- ✓ 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 simplesmente desacoplando o conector removível inferior (terminais 1...16);
- ✓ Conectar calibrador de temperatura, década resistiva ou verifique a temperatura do PT100 conectado a cada entrada de medição do TM, checando se as medições estão corretas;
- ✓ Com um miliamperímetro DC, verificar se as saídas em loop de corrente apresentam valores condizentes com os valores das temperaturas correspondentes;
- ✓ Reconectar os contatos que porventura tenham sido isolados, reacoplando o conector inferior (terminais 1...16).

7 Resolução de problemas

O Monitor de Temperatura para Óleo e Enrolamentos — TM verifica constantemente a integridade de suas funções e dos sensores e módulos a ele conectados. Qualquer anomalia verificada é sinalizada através de seu contato de falha. Além disso, mensagens indicando a falha serão exibidas no *display* do TM, auxiliando no processo de diagnóstico.

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

7.1 Equipamento apresenta mensagens de autodiagnóstico no *display*

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

O TM possui 2 índices de autodiagnósticos “SDG1” e “SDG2”, que surge alternando junto com o código no *display* em caso de ocorrência de uma anomalia.

O TM apresenta o código de autodiagnóstico piscando lentamente (cerca de 1 segundo).



Figura 19 - Indicação de autodiagnóstico no TM

7.1.1 Visualizando a memória de autodiagnóstico e memória de alarmes

O *firmware* do TM verifica constantemente a integridade de suas funções e dos sensores de temperatura a ele conectados através de seus circuitos e algoritmos de autodiagnóstico. Qualquer anomalia detectada é sinalizada através do contato de falha e mensagens de autodiagnóstico indicadas no *display* do equipamento, auxiliando no processo de diagnóstico e solução da falha.

A função Memória de Autodiagnósticos permite saber todos os eventos de diagnóstico ocorridos no TM, tais como maus-contatos na fiação dos sensores de temperatura ou falhas internas. Esta memória é não-volátil e cumulativa, ou seja, permite saber todos os eventos que ocorreram, mas não quando ocorreram.

Logo, a função Memória de Alarmes permite saber todos os eventos ocorridos no TM, tais como acionamento de alarmes e desligamentos. Esta memória é não-volátil e cumulativa, ou seja, permite saber todos os eventos que ocorreram, mas não quando ocorreram, caso se tenha dois eventos diferentes, o resultado apresentado na posição relativa a este evento é uma soma deles.

A Memória de Autodiagnósticos e a memória de alarmes são acessadas pressionando sequencialmente as teclas  e . Existem duas telas de memória de Autodiagnósticos, identificadas pelas siglas DGM1 e DGM2 e uma tela de memória de alarmes, identificada pela sigla ALM, que podem ser consultadas pressionando as teclas  e . Em cada uma das telas a sigla DGM1 ou DGM2 é indicada alternadamente com um código numérico que identifica os eventos ocorridos.



Figura 20 - Consulta à memória de autodiagnósticos



Figura 21 - Tela de consulta à memória de alarme



Para limpar (*resetar*) a memória de autodiagnóstico, pressione a tecla  durante 5 segundos. Se houver algum diagnóstico ativo, a memória será reiniciada já indicando sua ocorrência. Pressione a tecla  para retornar a tela de indicações.

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

Autodiagnósticos:



Alarmes:





8 Dados técnicos e ensaios de tipo

8.1 Dados técnicos

Tabela 12 - Dados técnicos

Hardware	Intervalo/Descrição
Tensão de alimentação	85...265 Vac/Vdc
Consumo máximo	<12 W
Temperatura de operação	-40...85 °C
Grau de proteção	IP20
Fixação	Painel
Entradas	
2 RTD's	PT100 Ω a 0 °C de 3 fios, faixa: -55...200 °C
3 Leituras de corrente (TC)	TC externo clip-on 0...10 Aca rms
Valor mínimo para leitura de corrente	100 mA
Saídas	
Saída a relés	5 relés NA (Normalmente Aberto) + 3 relés NF (Normalmente fechado)
Rigidez dielétrica	300 Vrms em normalmente aberto 400 Vrms em normalmente fechado
Tensão máxima de chaveamento	277 Vac / 125 Vdc em normalmente aberto 400 Vac / 300 Vdc em normalmente fechado
Corrente máxima de chaveamento	5,0 A @ 250 Vac; 1250 VA em normalmente aberto 6,0 / 5,0 A @ 250 Vac; 1250 / 1500 VA em normalmente fechado
Carga resistiva	0,4 A @ 125 Vdc; 50 W em normalmente aberto 0,50 A @ 125 Vdc; 62,5 W em normalmente fechado
Faixas de saída por loop de corrente	0...1 mA, 10 k Ω 0...5 mA, 2 k Ω 0...10 mA, 1k Ω 0...20 mA, 500 Ω 4...20 mA, 500 Ω
Interface de comunicação	
Protocolos de comunicação	DNP3 Modbus® RTU
Portas de comunicação	2 RS-485 (com base na norma TIA-485-A) 1 USB Device tipo C
Dimensão e peso	
Dimensão	98 mm x 36 mm x 98 mm
Peso	230 gramas



8.2 Ensaios de tipo

Tabela 13 - Ensaios de tipo

Ensaios de tipo	
Emissão conduzida (IEC 60255-26:2013)	
Limites de emissão conduzida (Classe A)	79 dB(μV) @ 150 kHz...500kHz (QP) 73 dB(μV) @ 500 kHz...30MHz (QP) 66 dB(μV) @ 150 kHz...500kHz (AV) 60 dB(μV) @ 500 kHz...30MHz (AV)
Emissão radiada (IEC 60255-26:2013)	
Limites de emissão conduzida (Classe B)	40 dB(μV) @ 30 MHz...230 MHz (QP) 47 dB(μV) @ 230 MHz...1 GHz (QP)
Imunidade à emissão irradiada (IEC 60255-26:2013)	
Nível	3
Intensidade de campo para teste	10 V/m
Imunidade à emissão conduzida (IEC 60255-26:2013)	
Nível	3
Nível de Tensão	10 V
Imunidade às variações de tensão, interrupções curtas e afundamentos (IEC 61000-4-11/2020)	
Variação de amplitude	0...80%
Ciclos afetados	½...300 ciclos
Alimentação	127 V...220 V – 60 Hz
Imunidade a campo magnético 60Hz (IEC-61000-4-8/2009)	
Classe	4
Intensidade de campo magnético	30 A/m
Imunidade a transientes elétricos rápidos (IEC 60255-26:2013)	
Nível	X
Alimentação e aterramento	4 kV
Portas de entradas e saídas	4 kV
Portas de comunicação	2 kV
Imunidade a surto (IEC 60255-26:2013)	
Nível	3
Linha para Linha	1 kV
Linha para terra	2 kV
Imunidade à descarga eletrostática -ESD (IEC 60255-26:2013)	
Nível	3
Descarga por contato	6 kV (+/-)
Descarga pelo ar	8 kV (+/-)
Teste de tensão impulsiva (IEC 60255-27:2005/COR1:2007)	
Tensão impulsiva aplicada pelo gerador de surto	5 kV
CDN externo	500 Ω
Suportabilidade ao frio (IEC 60068-2-1/2007)	
Temperatura	-40°C
Tempo de teste	16 horas
Suportabilidade ao calor seco (IEC 60068-2-2/2007)	
Temperatura	+85°C
Tempo de teste	16 horas
Suportabilidade ao calor úmido (IEC 60068-2-2/2007)	
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	72 horas
Resposta à vibração (IEC 60255-21-1:1988)	
Modo de aplicação	Senoidal
Amplitude e faixa de frequência	0,075 mm (10...58 Hz) 1 G (58...150 Hz)
Duração	8 min/eixo
Resistência à vibração (IEC 60255-21-1:1988)	
Modo de aplicação	Senoidal
Amplitude e faixa de frequência	2 G (10...150 Hz)
Duração	160 min/eixo



9 Especificação para pedido

1. Nome do produto

- Monitor de Temperatura para Óleo e Enrolamentos - TM.

2. Quantidade

- O número de unidades.

3. Opcionais

- TM FUNC 3ENR – Monitoração de 3 enrolamentos.

4. Acessórios

- Informar quais acessórios e a quantidade.



Treotech[®]

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