

MANUAL DO PRODUTO



Treetech

TM1/TM2

Monitor de temperatura



Sumário

1	Prefácio	6
1.1	Informações legais	6
1.1.1	Isenção de responsabilidade	6
1.2	Apresentação	6
1.3	Convenções tipográficas	6
1.4	Informações gerais e de segurança	6
1.4.1	Simbologia de segurança	7
1.4.2	Simbologia geral	7
1.4.3	Perfil mínimo recomendado para o operador e mantenedor do TM1/TM2	7
1.4.4	Condições ambientais e de tensão requeridas para instalação e operação	8
1.4.5	Instruções para teste e instalação	8
1.4.6	Instruções para limpeza e descontaminação	10
1.4.7	Instruções de inspeção e manutenção	10
1.5	Atendimento ao cliente	11
1.6	Termo de garantia	12
2	Introdução	13
2.1	Características e funções	14
2.1.1	Entradas	15
2.1.2	Saídas	15
2.1.3	Comunicação	15
2.2	Funções opcionais	16
2.2.1	DNP3 - Protocolo DNP3	16
2.2.2	PCOL - Pré-resfriamento	16
2.2.3	FEXC – Exercício do resfriamento	16
2.2.4	OLT D - Diferencial de temperatura do comutador	16
2.2.5	MMEM - Memória de massa (default)	17
2.3	Filosofia básica de funcionamento	18
2.3.1	Diferencial de temperatura dos comutadores sob carga (opcional)	18
3	Projeto e instalação	21
3.1	Topologia do sistema	21
3.2	Instalação elétrica	22
3.2.1	Terminais das entradas e saídas	24
3.2.2	Sensores de temperatura RTD	27
3.2.3	Comunicações seriais RS-485	28
3.2.4	Saídas analógicas	28
3.2.5	Transformadores de corrente	29
3.2.6	Controle de resfriamento forçado	30
3.2.7	Diagramas de aplicação típicos	38
3.3	Instalação mecânica	41
4	Operação	43
4.1	Indicações iniciais	43
4.2	Função das teclas	44
4.3	Telas de consulta	45
4.3.1	Telas de consulta TM1	45
4.3.2	Telas de consulta TM2	48
4.4	Comandos	49
5	Parametrização	50
5.1	Acesso aos menus de programação	50
5.2	Mapa de parâmetros	51



5.3	Menu LNG	52
5.4	Menu RLG.....	52
5.5	Menu ALM.....	53
5.5.1	Menu ALM - TM1.....	53
5.5.2	Menu ALM - TM2.....	54
5.6	Menu CNF.....	56
5.6.1	Menu CNF - TM1.....	56
5.6.2	Menu CNF - TM2.....	61
5.7	Menu TRF	64
5.7.1	Menu TRF - TM1	65
5.7.2	Menu TRF - TM2	67
5.8	Menu RF.....	69
5.8.1	Submenu CONF.....	69
5.8.2	Submenus ER1, ER2, ER3 e ER4	71
5.9	Menu DTC (opcional)	72
5.10	Menu LOG	75
6	Comissionamento para a entrada em serviço	77
7	Resolução de problemas	79
7.1	Equipamento apresenta mensagens de autodiagnóstico no <i>display</i>	79
8	Dados técnicos e ensaios de tipo	81
8.1	Dados técnicos.....	81
8.2	Ensaio de tipo.....	83
9	Especificação para pedido	84



Índice de ilustrações

Figura 1 - Monitores de Temperatura - TM1/TM2	13
Figura 2 - Medições de temperaturas do CSC, transformador e diferencial de temperatura	19
Figura 3 - Diferenciais de temperatura instantâneo e filtrado	20
Figura 4 - Diagrama de blocos	21
Figura 5 - Diagrama de ligação TM1	23
Figura 6 - Diagrama de ligação TM2	24
Figura 7 - Conexão da blindagem da interligação entre sensores RTD e TM1/TM2	27
Figura 8 - Terminais de entrada e saída do TM1/TM2 em sua configuração padrão	28
Figura 9 - Detalhe de conexão de transformadores de corrente diretamente aos Monitores de Temperatura	29
Figura 10 - Detalhe de conexão de transformadores de corrente a Monitores de Temperatura para TCs externos de núcleo seccionável	30
Figura 11 - Comando de 4 grupos iguais de resfriamento forçado, com alternância na operação dos grupos	32
Figura 12 - Comando de 1 grupo de resfriamento forçado com bombas e 3 grupos iguais com alternância na operação dos grupos de ventiladores	33
Figura 13 - Comando de 2 grupos de resfriamento forçado iguais com bombas e 2 grupos iguais com ventiladores, com alternância na operação independente entre grupos de bombas e grupos de ventiladores.....	34
Figura 14 - Comando de 4 grupos de resfriamento forçado iguais em 2 estágios de temperatura, com temporização na partida dos motores e alternância entre grupos.....	36
Figura 15 - Comando de 2 grupos de resfriamento forçado iguais com redundância no comando	37
Figura 16 - Opção 1 - 2 RTDs a 3 fios	38
Figura 17 - Opção 2 - 1 RTD a 4 fios	38
Figura 18 - Opção 3 - 1 RTD a 3 fios, RTD "A"	39
Figura 19 - Opção 4 - 1 RTD a 3 fios, RTD "B"	39
Figura 20 - Diagrama de ligação TM1/TM2.....	40
Figura 21 - Diagrama de ligação TM1/MT2.....	40
Figura 22 - Conexão do TM1 a sinal de sincronismo IRIG-B	41
Figura 23 - Dimensional TM1 e TM2.....	42
Figura 24 - Indicações TM1/TM2.....	43
Figura 25 - LEDs de sinalização do TM1	43
Figura 26 - LEDs de sinalização do TM2	44
Figura 27 - Indicações de autodiagnóstico.....	79



Índice de tabelas

Tabela 1 - Condições de operação.....	8
Tabela 2 - Terminais de entrada do TM1/TM2.....	24
Tabela 3 - Saídas do TM1/TM2.....	26
Tabela 4 - Programação dos estágios de resfriamento.....	30
Tabela 5 - Funções das teclas do TM1/TM2.....	44



1 Prefácio

1.1 Informações legais

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

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

1.1.1 Isenção de responsabilidade

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

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

1.2 Apresentação

Este manual apresenta todas as recomendações e instruções para instalação, operação e manutenção do Monitor de Temperatura - TM1/TM2

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 TM1/TM2.



1.4.1 Simbologia de segurança

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



Aviso:

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



Cuidado:

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



Risco de choque elétrico:

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

1.4.2 Simbologia geral

Este manual utiliza os seguintes símbolos de propósito geral



Importante

Este símbolo é utilizado para evidenciar informações.



Dica

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

1.4.3 Perfil mínimo recomendado para o operador e mantenedor do TM1/TM2

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 - TM1/TM2.



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

Para manusear o TM1/TM2, o profissional deverá:

1. Estar treinado e autorizado a operar, aterrar, ligar e desligar o TM1/TM2, 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 TM1/TM2, assim como a sua configuração;
4. Seguir as recomendações normativas a respeito de intervenções em quaisquer tipos de equipamentos inseridos em um sistema elétrico de potência.

1.4.4 Condições ambientais e de tensão requeridas para instalação e operação

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

Tabela 1 - Condições de operação

Condição	Intervalo/descrição
Aplicação	Equipamento para uso abrigado em subestações, ambientes industriais e similares.
Uso interno/externo	Uso interno
Grau de proteção (IEC 60529)	IP20
Altitude* (IEC EN 61010-1)	Até 2000 m
Temperatura (IEC EN 61010-1)	
Operação	-40...+85 °C
Armazenamento	-40...+95 °C
Umidade relativa (IEC EN 61010-1)	
Operação	5...95 % - Não condensada
Armazenamento	3...98 % - Não condensada
Flutuação de tensão da fonte (IEC EN 61010-1)	Até ±10 % da tensão nominal
Sobretensão (IEC EN 61010-1)	Categoria II
Grau de poluição (IEC EN 61010-1)	Grau 2
Pressão atmosférica** (IEC EN 61010-1)	80...110 kPa

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

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

1.4.5 Instruções para teste e instalação

Este manual deve estar disponível aos responsáveis pela instalação, manutenção e usuários do Monitor de Temperatura - TM1/TM2.



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 TM1/TM2.

1. Leia cuidadosamente este manual antes da instalação, operação e manutenção do TM1/TM2. Erros na instalação, manutenção ou nos ajustes do TM1/TM2 podem causar alarmes indevidos, deixar de emitir alarmes pertinentes e assim, causar a má compreensão do real estado de saúde e funcionamento do transformador.
2. A instalação, ajustes e operação do TM1/TM2 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 TM1/TM2, 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 13 dos Monitores de Temperatura TM1 e TM2 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 TM1/TM2 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 TM1/TM2 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 TM1/TM2 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 TM1/TM2. 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 TM1/TM2, 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 caso esta recomendação não seja seguida.



A abertura do TM1/TM2 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.



1.6 Termo de garantia

O Monitor de Temperatura TM1/TM2, será garantido pela Treetech 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 Treetech 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 Treetech. A Treetech não provê qualquer garantia de adequação do TM1/TM2 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 TM1/TM2.

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 TM1/TM2 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 - Monitores de Temperatura - TM1/TM2

Os Monitores de Temperatura TM1 e TM2 da Treotech formam 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 sistema é composto pelos módulos TM1 e TM2:

TM1 - Monitora a temperatura do óleo e de um enrolamento. Está equipado com:

- Entrada configurável para um sensor RTD a 4 fios, para temperatura do óleo, ou dois sensores a 3 fios, para medição redundante da temperatura do óleo ou medição simples da temperatura do óleo e de uma temperatura adicional (por exemplo, ambiente ou comutador);
- Uma entrada de medição de corrente de carga, para cálculo da temperatura do enrolamento.

TM2 - Aplicado como complemento ao TM1, monitora a temperatura de um ou dois enrolamentos adicionais. Está equipado com:

- Duas entradas de medição de corrente de carga, para cálculo das temperaturas de dois enrolamentos adicionais;
- Entrada configurável para um sensor RTD a 4 fios, um sensor a 3 fios na entrada A, um sensor a 3 fios na entrada B ou dois sensores a 3 fios nas entradas A e B, para medição de temperaturas adicionais (por exemplo, ambiente, comutadores sob carga ou outras).

Além destas funções básicas, estão disponíveis nos monitores TM1 e TM2 diversos opcionais que complementam o monitoramento do ativo. Vide funções opcionais adiante.



2.1 Características e funções

Medição de temperatura do óleo

Medição de temperatura do topo do óleo utilizando um sensor Pt100 a 3 fios, um Pt100 a 4 fios ou dois Pt100 a 3 fios (medição redundante de temperatura e validação da medição).

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.

Displays de LED

Displays tipo LED com 4 dígitos de alta luminosidade para fácil visualização em quaisquer condições de iluminação.

Hardware robusto

O projeto do TM1/TM2 excede as normas de EMC (Electromagnetic Compatibility) para suportar condições eletromagnéticas severas de subestações e temperatura de operação de -40 a 85 °C.

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.

Uso uniforme dos ventiladores e bombas

Alternância automática dos grupos de resfriamento forçado em estágios pré-programados, baseada nos seus tempos de trabalho, proporcionando uso uniforme dos ventiladores e/ou bombas.

Relógio interno

Relógio interno com ajuste mantido por 48 horas em caso de falta de alimentação, sem o uso de baterias, equipamento livre de manutenção.

Compacto e versátil

O TM1/TM2 tem dimensões compactas, proporcionando economia de espaço e de custo de instalação

Autodiagnóstico

Autodiagnóstico de falhas internas e de integração com equipamentos periféricos, com indicação em *display* junto de um relé de contato seco.



2.1.1 Entradas

- ✓ Entradas para sensores Pt100 com auto-calibração, precisão de 0,2 % do fim de escala e alta estabilidade em larga faixa de temperatura ambiente.
- ✓ Entradas universais de corrente AC True RMS de 0 a 10 A, precisão 0,5 % do fim de escala para medição de carga e cálculo da temperatura do enrolamento pelo processo de imagem térmica. Opcional de TC de janela seccionável externo.

2.1.2 Saídas

- ✓ Contatos NA (NF ou combinações sob pedido) para alarmes por temperaturas do óleo ou dos enrolamentos;
- ✓ Contatos NA para desligamentos por temperaturas do óleo e dos enrolamentos com dupla segurança no acionamento (ordem simultânea dos 2 microcontroladores para operação). Temporização ajustável de 0 a 20 minutos com contagem regressiva no *display*;
- ✓ Contatos NF para acionamento de até 4 grupos de resfriamento forçado (utilizando TM1 e TM2) com temporização entre a partida dos grupos (mesmo com falta de alimentação para o TM1 ou TM2) e operação forçada pelas rotinas de autodiagnóstico em caso de falha ou em falta de tensão;
- ✓ Contatos NF para indicação de falha interna ou falta de tensão detectado pelo autodiagnóstico;
- ✓ Contatos NA para indicação de entrada no modo de contagem para atuação do desligamento ou alarme de diferencial de temperatura do(s) comutador(es) sob carga (opcional);
- ✓ 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).

2.1.3 Comunicação

- ✓ 1 porta de comunicação serial RS-485;
- ✓ 1 porta de comunicação serial RS-232;
- ✓ Protocolo de comunicação Modbus[®], DNP3 (vide opcional abaixo), com suporte para timestamp, capazes de sinalizar eventos como alarmes, desligamentos, acionamento da refrigeração, etc., com precisão de 1 ms.



2.2 Funções opcionais

De acordo com o pedido, o TM pode ser fornecido com uma ou mais das funções opcionais listadas a seguir:

2.2.1 DNP3 - Protocolo DNP3

Protocolo de comunicação selecionável pelo usuário entre Modbus e DNP3, com suporte para carimbo de tempo (timestamp) com precisão de 1 ms.

2.2.2 PCOL - Pré-resfriamento

Estende a vida útil da isolação ao acionar os grupos de resfriamento quando são atingidos níveis de carga previamente selecionados pelo usuário. Aproveitando a grande inércia térmica do óleo, o resfriamento forçado é acionado antes que a temperatura aumente excessivamente, reduzindo a exposição dos enrolamentos a temperaturas elevadas e aumentando a vida útil da isolação. São programados pelo usuário:

- ✓ Percentual de carregamento para acionamento individual de cada estágio de resfriamento forçado, em até 4 estágios;
- ✓ Histerese para desligamento dos estágios de resfriamento forçado quando da diminuição no carregamento.

2.2.3 FEXC – Exercício do resfriamento

A função Exercício do resfriamento previne que os ventiladores e/ou bombas permaneçam inativos por longos períodos em transformadores operando com baixo carregamento ou durante períodos de baixa temperatura ambiente. Desta forma se evita o bloqueio do eixo por acúmulo de sujeira ou ressecamento da graxa. Os equipamentos de resfriamento serão acionados diariamente, de acordo com o relógio interno do equipamento e dependendo das seleções efetuadas pelo usuário:

- ✓ Hora e minuto de início da operação dos ventiladores;
- ✓ Tempo total de operação diária dos ventiladores, de 0 a 999 minutos;

A função de Exercício do resfriamento também pode ser empregada com a finalidade de pré-resfriamento em transformadores sujeitos a carregamentos cíclicos, programando-se a partida do resfriamento para um horário anterior ao pico diário de carga, com a antecedência desejada.

2.2.4 OLTD - 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 - Proporciona alarmes com resposta rápida, em caso de defeitos de alta intensidade, mesmo que de curta duração;



- ✓ Monitoração do diferencial com filtragem - Proporciona alarmes sensíveis a defeitos permanentes, mesmo que de pequena intensidade, com tempo de detecção mais longo.

Em transformadores trifásicos com três comutadores monofásicos em compartimentos individuais, os três diferenciais de temperatura são calculados em relação a temperatura do óleo do transformador

2.2.5 MMEM - Memória de massa (default)

Memória não volátil para armazenamento das medições de temperatura e ocorrências de alarmes. O usuário seleciona quais os grupos de variáveis que deseja armazenar, e uma gravação na memória pode ser iniciada por:

- ✓ Intervalo de tempo entre gravações selecionado pelo usuário;
- ✓ Variação em qualquer das temperaturas maior que o valor de banda morta selecionado pelo usuário, em °C;
- ✓ Mudança de estado de qualquer um dos relés de saída (controle de resfriamento, alarmes, desligamentos ou autodiagnóstico).



2.3 Filosofia básica de funcionamento

Baseado nas leituras da temperatura do óleo isolante e da corrente de carga do transformador, o Monitor de Temperatura efetua o cálculo (imagem térmica) da temperatura do enrolamento através do algoritmo implementado em seu firmware. Fazem parte deste algoritmo dados do transformador que são programados pelo usuário, adaptando o modelo às suas características.

A medição da temperatura do óleo é feita diretamente, utilizando sensores resistivos, tipo Pt100. 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 TM1 e TM2 diretamente ou através de TCs de janela externos com núcleo seccionável (fornecimento opcional).

Os Monitores de Temperatura TM1 e TM2 podem efetuar o comando de até 4 grupos de resfriamento forçado, em modo manual ou automático. No modo automático, o controle dos grupos de resfriamento forçado é feito sempre com base no maior valor medido dentre as temperaturas do óleo e dos enrolamentos 1, 2 e 3. Se estiver disponível a função opcional 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.

2.3.1 Diferencial de temperatura dos comutadores sob carga (opcional)

O comutador é uma das principais fontes de falhas em transformadores de potência, devido principalmente à existência de partes móveis que conduzem e interrompem altas correntes enquanto submetidas a elevados potenciais elétricos.

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.

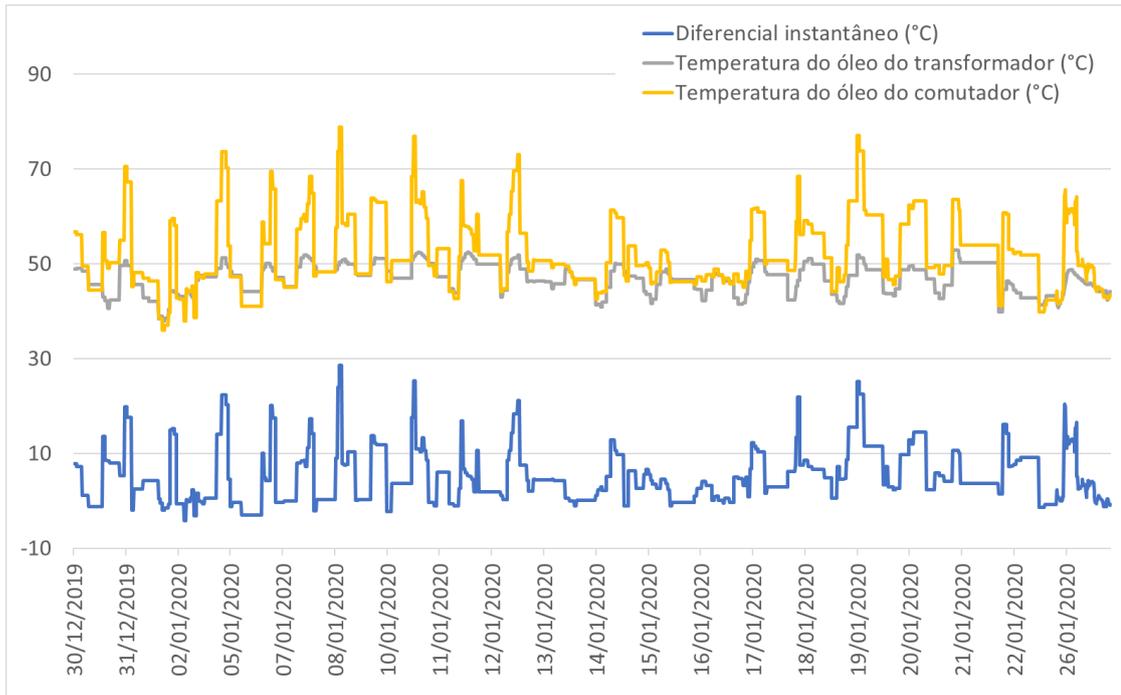


Figura 2 - Medições de temperaturas do CSC, transformador e diferencial de temperatura

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.

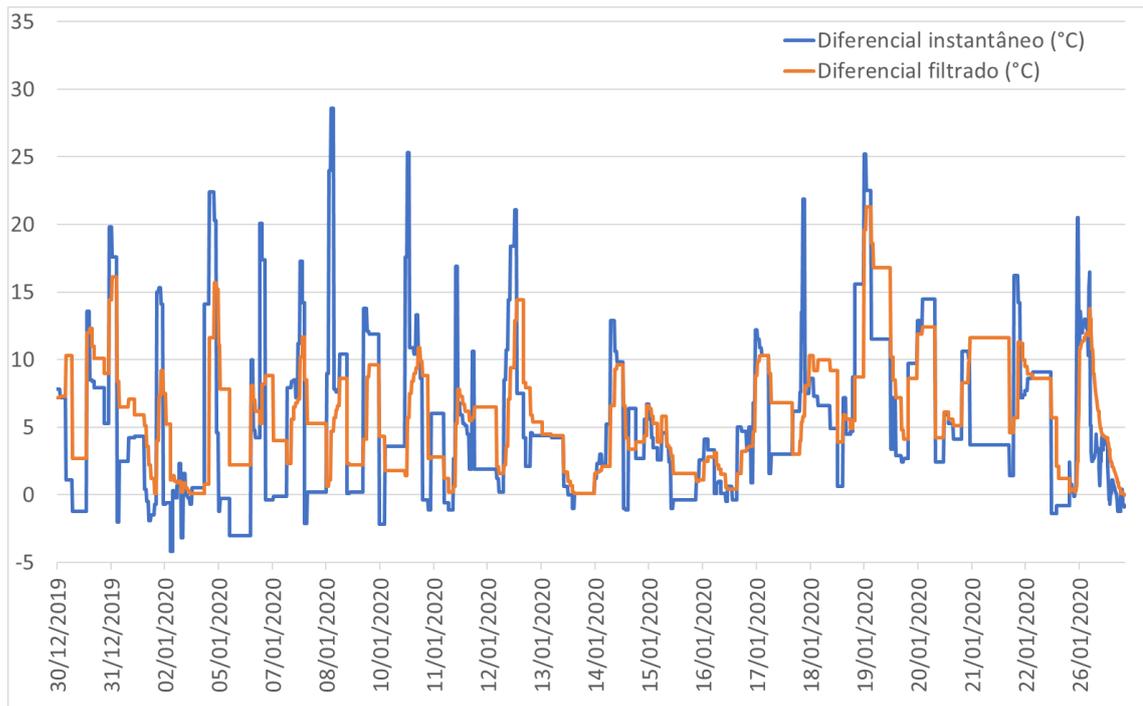


Figura 3 - Diferenciais de temperatura instantâneo e filtrado

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 uma semana. 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.

Se os valores medidos para os diferenciais de temperaturas instantâneo ou filtrado ultrapassarem seus respectivos valores de alarme, o Monitor de Temperatura sinalizará através do LED correspondente em seu frontal e, se programado desta maneira, acionará o contato de saída A1-A2 no TM1 e/ou TM2.

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 das entradas disponíveis no TM1 ou no TM2. O Monitor de Temperatura TM1 possui disponíveis 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. O TM2 possui 2 entradas adicionais livres para medição de temperatura dos comutadores, ambiente ou outras.



3 Projeto e instalação

3.1 Topologia do sistema

Basicamente, o sistema de Monitoração de Temperatura é composto de:

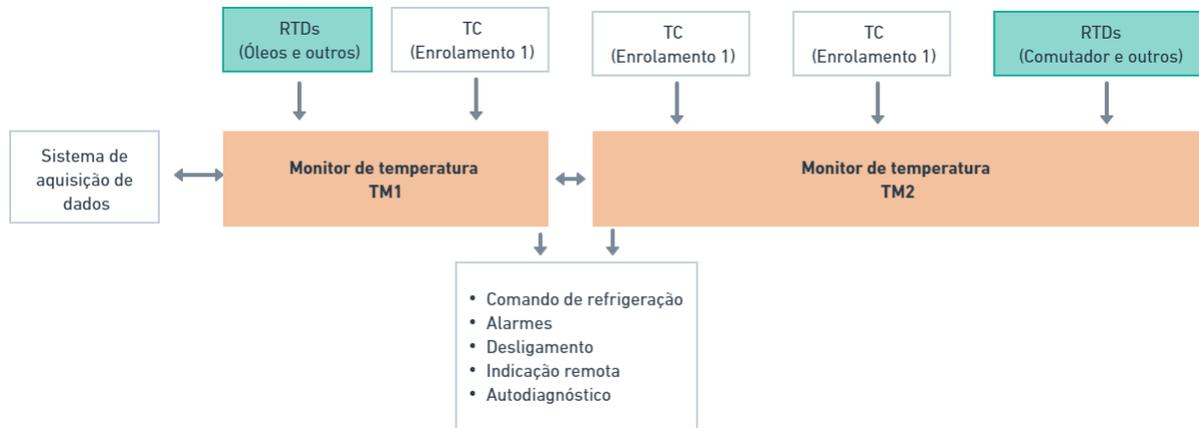


Figura 4 - Diagrama de blocos

Os itens necessários para o sistema são:

- Monitor de Temperatura TM1
- Sensores RTD (quantidade e tipo conforme configuração desejada)
- Monitor de Temperatura TM2 (somente se necessária medição de temperatura de mais de um enrolamento ou de mais de 2 sensores RTD)
- Transformadores de corrente (TC de bucha do transformador)
- Cabo par-trançado blindado 2 vias para comunicação serial
- Cabo blindado 3 ou 4 vias (conforme opção de ligação adotada) para conexão do(s) RTD(s)
- Caixa para instalação ao tempo (opcional)
- TCs externos de janela com núcleo seccionável (clip-on), de uso opcional.



3.2 Instalação elétrica

O TM1/TM2 é um equipamento versátil, que pode atender a diversos tipos diferentes de aplicações.

Assim, a sua instalação requer um nível de estudo e cuidado maior do que um equipamento dedicado exclusivamente a uma única aplicação ou tarefa

O TM1/TM2 apresenta distintas configurações de instalação elétrica. Essas configurações são determinadas se a aplicação em questão utilizar as funcionalidades e os opcionais disponíveis.



Estude e entenda a aplicação em que pretende utilizar o TM1/TM2. Conheça as características funcionais, elétricas e de configuração do TM1/TM2. 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 TM1 e TM2, conforme descrito a seguir.



Deverá ser utilizado um disjuntor imediatamente antes da entrada de alimentação (Alimentação universal - 38 ~ 265 Vca/Vcc, <8 W, 50/60 Hz), que corresponde aos pinos, 14 e 15 do TM1/TM2.

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 TM1/TM2.



É recomendada a seguinte especificação de disjuntor, quando utilizado exclusivamente para o TM1/TM2:

- 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 isolação mínima para os circuitos ligados ao TM1/TM2 é de 300 Vrms para equipamentos e transdutores auxiliares, como Pt-100, TCs de janela (clip-on) alimentados pelo TM1/TM2 e para equipamentos com alimentação própria até 50 Vrms.

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

Estes valores são relativos à isolação intrínseca dos dispositivos ligados ao TM1/TM2. Casos em que este valor não se aplique a equipamentos ou dispositivos conectados ao TM1/TM2 serão explicitamente informados neste manual.

O diagrama esquemático padrão das conexões do TM1/TM2 mostra todas as possibilidades de ligações que eles proveem, identificando-as, conforme a figura a seguir.

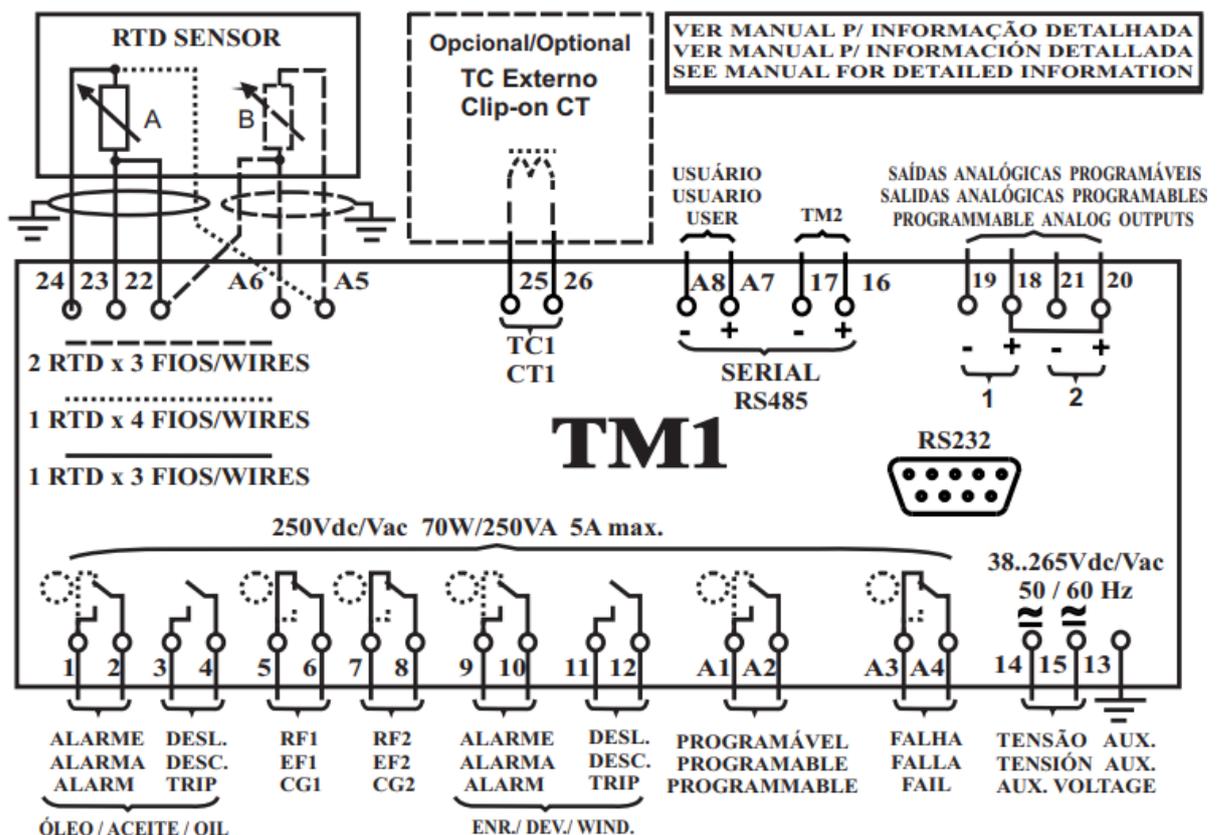


Figura 5 - Diagrama de ligação TM1

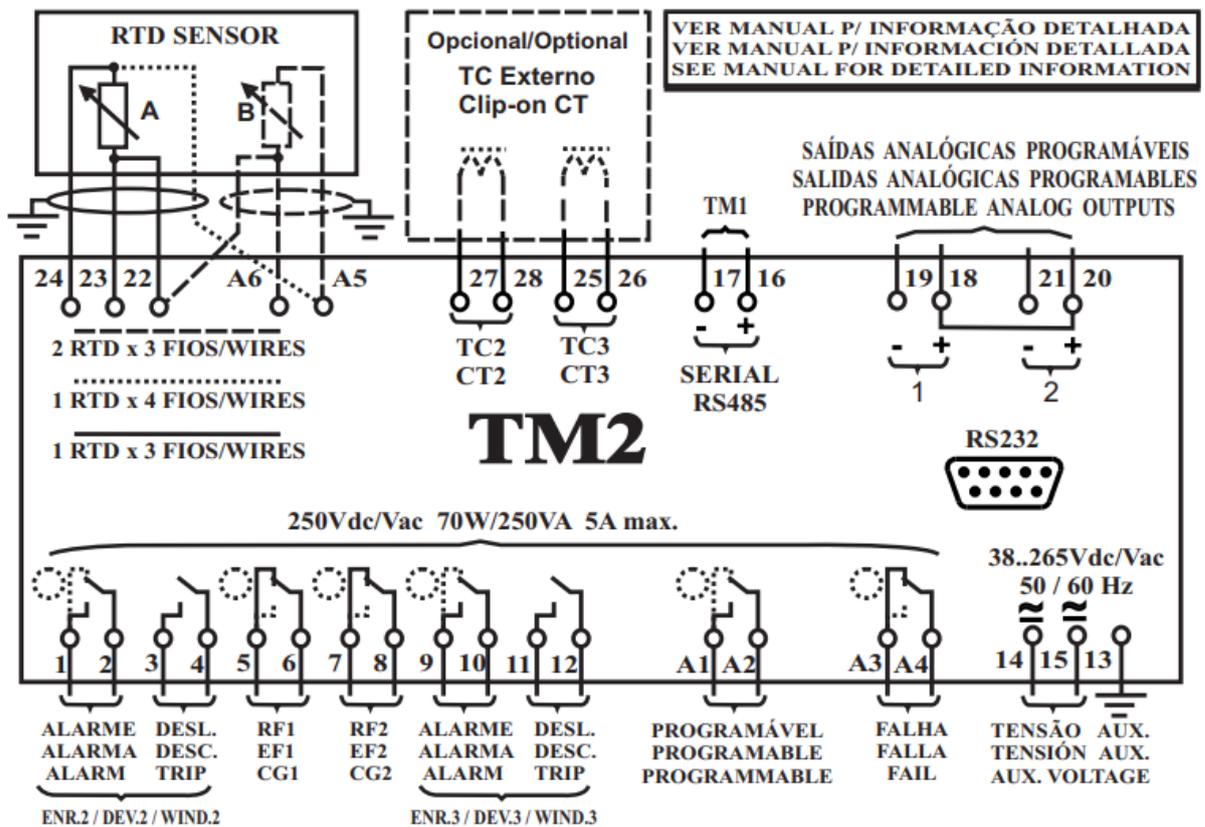


Figura 6 - Diagrama de ligação TM2

3.2.1 Terminais das entradas e saídas

Nos Monitores de Temperatura TM1 e TM2 estão disponíveis as seguintes entradas e saídas:

Tabela 2 - Terminais de entrada do TM1/TM2

ENTRADAS	TERMINAIS	
	TM1	TM2
Alimentação auxiliar e terra: Entrada para alimentação universal (38 ~ 265 Vca/Vcc, <8 W, 50/60 Hz).	13 - terra 14 - cc/ca 15 - cc/ca	13 - terra 14 - cc/ca 15 - cc/ca
Entrada para RTD no TM1: Essa entrada permite a conexão de sensores RTD em cinco configurações: <ul style="list-style-type: none"> a) 2 RTDs redundantes a três fios para medição de temperatura do óleo; b) 1 RTD a quatro fios para medição de temperatura do óleo; c) 1 RTD a três fios para medição de temperatura do óleo na entrada A; d) 1 RTD a três fios para medição de temperatura do óleo na entrada B; 	22, 23, 24, A5 e A6	



<p>e) 1 RTD a três fios para medição de temperatura do óleo na entrada A e um RTD a 3 fios para medição de outra temperatura (por exemplo, ambiente ou comutador) na entrada B.</p>		
<p>Entrada para RTD no TM2: Esta entrada permite a medição de temperaturas adicionais, por exemplo, ambiente, comutador ou outras, em quatro configurações (vide diagramas de opção de conexão):</p> <p>a) 1 RTD a quatro fios; b) 1 RTD a três fios na entrada A; c) 1 RTD a três fios na entrada B; d) 2 RTDs a três fios, 1 na entrada A e 1 na entrada B.</p>	-----	22, 23, 24, A5 e A6 (vide diagrama de ligação)
<p>Porta RS-485 TM2: Conexão com o Monitor de Temperatura complementar TM2 via cabo de par trançado e blindado.</p> <p>Quando utilizado a opção de protocolo DNP3 com a função de IRIG-B que realiza o sincronismo do relógio do equipamento via GPS utiliza-se esta porta, não se podendo utilizar assim o TM 2.</p>	16 (+) 17 (-)	-----
<p>Porta RS-485 TM1: Conexão com o Monitor de Temperatura TM1, via cabo de par trançado e blindado.</p>	-----	16 (+) 17 (-)
<p>Porta RS-485 / RS-232 - Scada: Conexão com o sistema de aquisição de dados, protocolo Modbus (padrão) ou DNP3 (opcional). A seleção do padrão de comunicação RS-485 ou RS-232 é efetuada na parametrização do equipamento.</p>	A7 (+) A8 (-) ou Conector DB9 (painel traseiro)	-----
<p>Entrada para TC: Entrada para medição direta do secundário do TC de bucha para imagem térmica ou para conexão de TC de janela tipo clip-on. Faixa de medição selecionada através do software do aparelho.</p>	25 e 26 (TC 1)	25 e 26 (TC 3) 27 e 28 (TC 2)



Tabela 3 - Saídas do TM1/TM2

Saídas	TERMINAIS	
	TM1	TM2
Saídas em loop de corrente: Duas saídas com positivo comum para indicação remota das temperaturas medidas, programáveis pelo usuário. Padrão de saída selecionado na parametrização (0...1, 0...5, 0...10, 0...20 ou 4...20 mA).	18(+) Comum 19(-) 20(+) Comum 21(-)	18(+) Comum 19(-) 20(+) Comum 21(-)
Relé de alarme: Dois contatos independentes, livres de potencial (NA), sinalizam alarme por temperatura alta do transformador. Sob pedido, estes contatos podem ser fornecidos normalmente fechados (NF).	1 e 2 - Alarme por temperatura do óleo 9 e 10 - Alarme por temperatura do enrolamento 1	1 e 2 - Alarme por temperatura do enrolamento 2 9 e 10 - Alarme por temperatura do enrolamento 3
Relé de desligamento: Dois contatos independentes, livres de potencial (NA), para proteção do transformador ou para alarme de 2º nível. Estes contatos podem ser programados para atuarem com temporização de até 20 minutos.	3 e 4 - Desligamento por temperatura do óleo 11 e 12 - Desligamento por temperatura do enrolamento 1	3 e 4 - Desligamento por temperatura do enrolamento 2 11 e 12 - Desligamento por temperatura do enrolamento 3
Relés de comando da refrigeração forçada: Dois contatos (NF) independentes em cada Monitor de Temperatura, livres de potencial, para comando de até 4 grupos de resfriamento forçado (utilizando TM1 e TM2). Ao energizar os Monitores de Temperatura, estes contatos mudam de estado, retornando à posição de repouso para ligar o resfriamento. Sob pedido, os mesmos podem ser fornecidos normalmente abertos (NA).	5 e 6 - Contatos para atuar GR1 7 e 8 - Contatos para atuar GR2	5 e 6 - Contatos para atuar GR3 ou GR1 7 e 8 - Contatos para atuar GR4 ou GR2 (dependem da parametrização)
Relé de autodiagnóstico: Contato livre de potencial (NF), sinaliza falha de alimentação, falha interna ou do sistema. Ao energizar o Monitor de Temperatura, este contato muda de estado, retornando à posição de repouso na ocorrência de falha. Sob pedido, este contato pode ser fornecido normalmente aberto (NA).	A3 e A4	A3 e A4
Relé de sinalização de desligamento ou diferencial de temperatura do comutador: Contato (NA) livre de potencial programável para sinalizar alarme por diferencial de temperatura do comutador ou desligamento do transformador - atua instantaneamente ao atingir temperatura para desligamento, sinalizando que um ou mais contatos de desligamento estão atuados ou em processo de temporização para atuar. Sob pedido, este contato pode ser fornecido normalmente fechado (NF).	A1 e A2	A1 e A2



3.2.2 Sensores de temperatura RTD

Os diversos sensores de temperatura RTD (óleo, ambiente, comutador sob carga ou outros) devem ser conectados aos Monitores de Temperatura TM1 e TM2 através de cabos blindados, sem interrupção das malhas, que devem ser aterradas apenas na extremidade conectada ao Monitor de Temperatura, o mais próximo possível deste. Caso haja a necessidade de bornes intermediários para interligação dos sensores RTD, 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.



A resistência máxima para cada uma das vias utilizadas no cabo de interligação do TM1/TM2 com os sensores Pt100 é de 3Ω . Ou seja, 6Ω para o percurso de ida e volta do sensor Pt100 até o TM1/TM2.



Considerando a resistência máxima permitida na ligação entre o Pt100 e o TM1/TM2 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 TM1/TM2. Outros valores serão possíveis com o correto dimensionamento do cabo. Caso necessite de suporte para o dimensionamento do cabo, entre em contato com a engenharia de aplicação da Treotech.

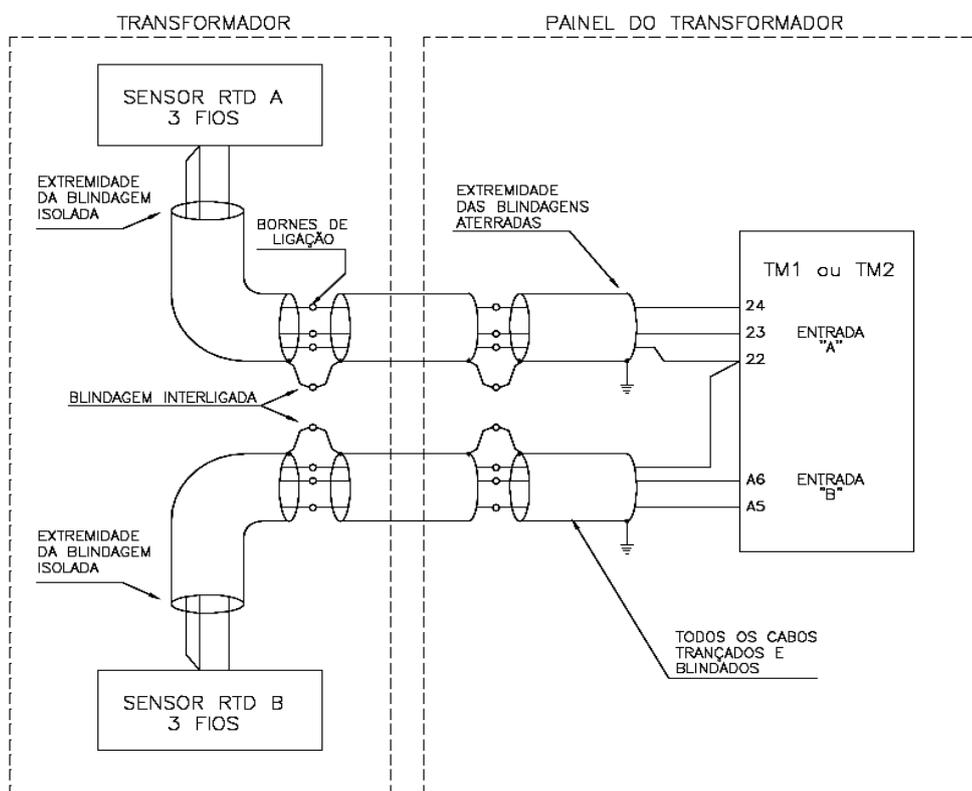


Figura 7 - Conexão da blindagem da interligação entre sensores RTD e TM1/TM2



3.2.3 Comunicações seriais RS-485

A comunicação serial (RS-485) entre os Monitores de Temperatura TM1 e TM2 deve ser interligada por meio de um cabo de par trançado blindado, mantendo a malha sem interrupção até sua terminação na entrada específica dos aparelhos, aterrando apenas uma das extremidades. O mesmo cuidado deve ser tomado ao conectar a comunicação serial RS-485 do Monitor de Temperatura TM1 a um sistema de aquisição de dados, lembrando que a distância máxima admitida para este tipo de comunicação serial é de 1200 metros.

Caso haja a necessidade de bornes intermediários para interligação da comunicação serial RS-485 e/ou dos sensores RTDs, 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.

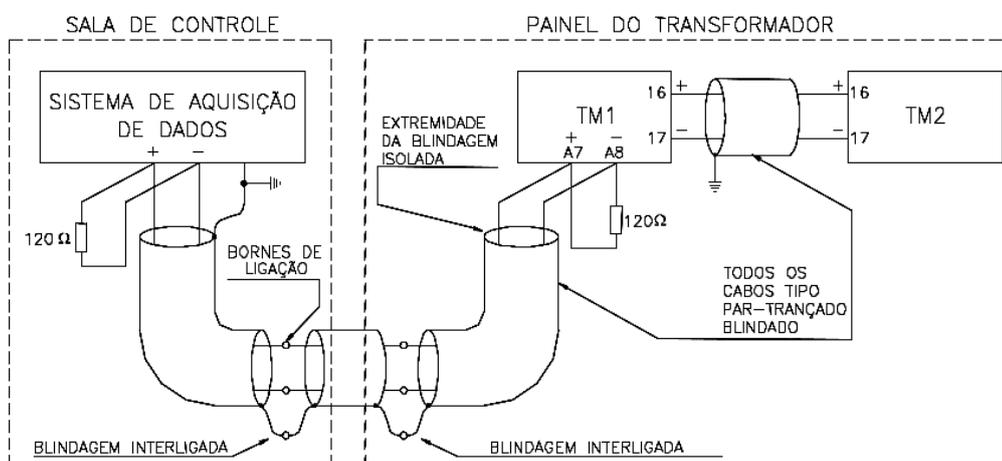


Figura 8 - Terminais de entrada e saída do TM1/TM2 em sua configuração padrão

3.2.4 Saídas analógicas

O circuito de sinalização analógica (saída mA) deve ser interligado por meio de um cabo de 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 18 e 20 são interligadas, resultando em um positivo comum.



A utilização de cabos inadequado para a comunicação RS-485 e para a saída mA pode comprometer o desempenho do TM1/TM2.

Utilize sempre os cabos recomendados

3.2.5 Transformadores de corrente

As conexões dos transformadores de corrente devem ser efetuadas de acordo com o modelo do Monitor de Temperatura adquirido:

- Para conexão direta dos secundários (0...10 A) dos TCs de imagem térmica aos Monitores de Temperatura;
- Carga do Circuito a 10A (Potência Máxima Consumida): 690,49 mW
- Impedância a 10A: 6,904 mΩ
- Tensão no TC a 10A: 69,04 mV
- Para conexão com o uso de TCs externos de núcleo seccionável (split-core).

Em ambos os casos devem ser tomados os devidos cuidados para evitar a abertura dos secundários dos TCs de imagem térmica, verificando que o transformador esteja desenergizado e/ou que os secundários estejam curto-circuitados e aterrados durante a instalação ou manutenção do sistema.

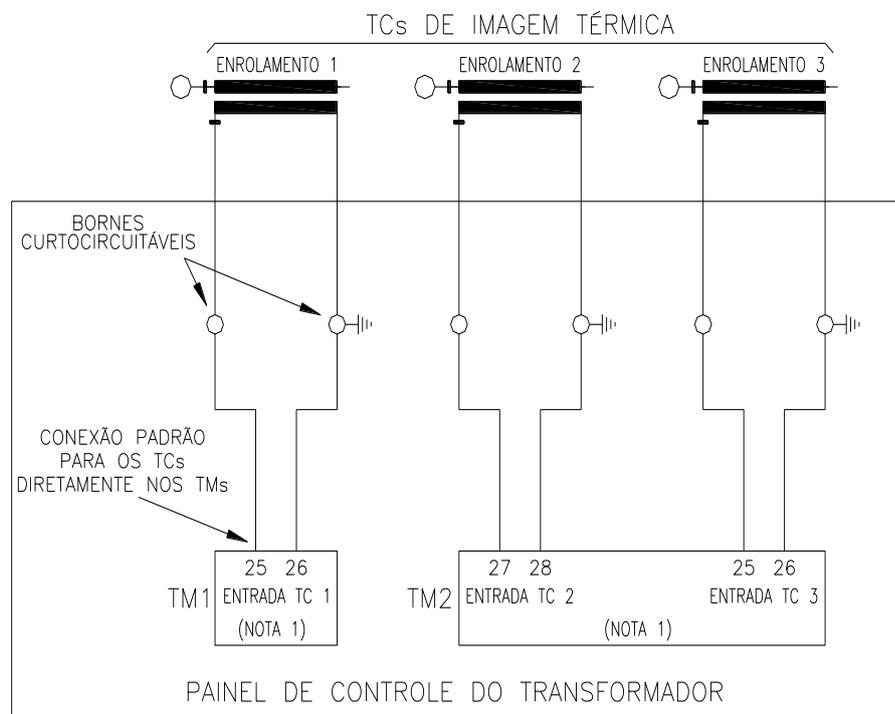


Figura 9 - Detalhe de conexão de transformadores de corretamente diretamente aos Monitores de Temperatura

Nota 1: TM1 e TM2 devem ser especificados no pedido de compra para conexão direta de TC

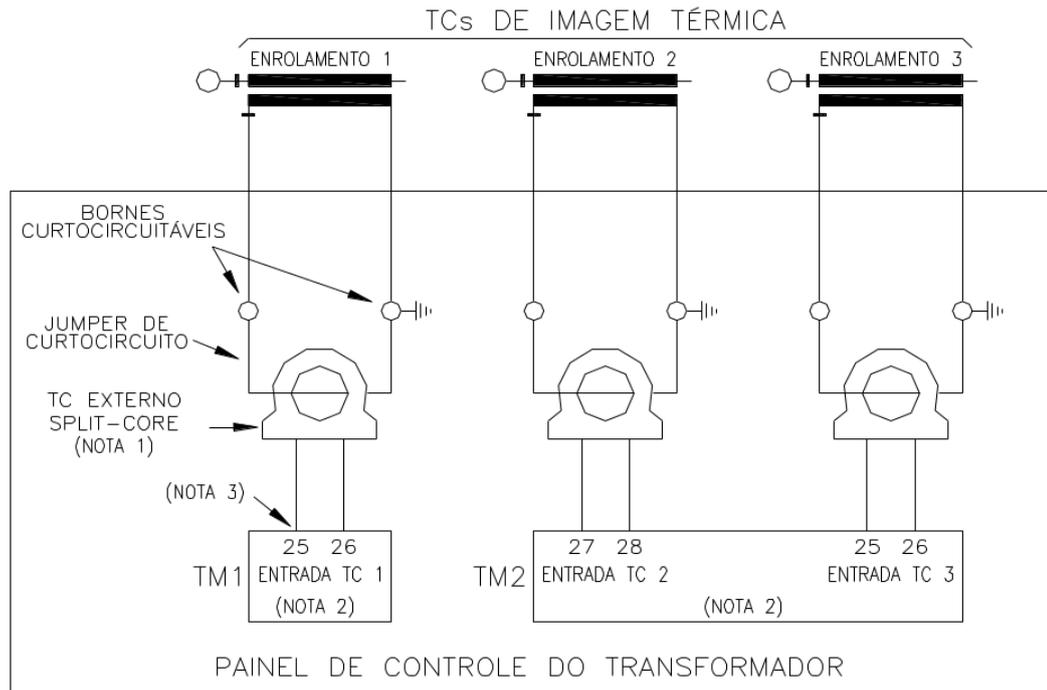


Figura 10 - Detalhe de conexão de transformadores de corrente a Monitores de Temperatura para TCs externos de núcleo seccionável

Nota 1: Componente opcional fornecido pela Treotech

Nota 2: TM1 e TM2 devem ser especificados no pedido de compra para uso com TC externo split-core.

Nota 3: Não conectar os TCs de imagem térmica diretamente ao monitor de temperatura preparado para utilizar TCs externos. Risco de danos pessoais ou avaria do equipamento devido abertura do secundário do TC.

3.2.6 Controle de resfriamento forçado

Cada um dos Monitores de Temperatura TM1 e TM2 possuem dois contatos NF independentes, livres de potencial, para comando de 1 a 4 grupos de resfriamento forçado, conforme programado pelo usuário. Os grupos 1 e 2 são controlados pelos contatos 5-6 e 7-8 do TM1, e os grupo 3 e 4 pelos contatos 5-6 e 7-8 do TM2, respectivamente. Ao energizar os Monitores de Temperatura, estes contatos mudam de estado, retornando à posição de repouso para ligar o resfriamento. Sob pedido, os mesmos podem ser fornecidos normalmente abertos (NA). A programação de operação do resfriamento forçado está dividida em 4 estágios de resfriamento. Em cada estágio é programada sua temperatura de atuação (também o percentual de carga para atuação, caso o opcional de **Pré-resfriamento** esteja disponível) 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	Grupo 3	Grupo 4
ER1	RF1 = 60 °C	SIM	SIM	NÃO	NÃO
ER2	RF2 = 65 °C	SIM	SIM	NÃO	NÃO
ER3	RF3 = 70 °C	NÃO	NÃO	SIM	SIM
ER4	RF4 = 75 °C	NÃO	NÃO	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.

A seguir são apresentados alguns exemplos de diferentes possíveis aplicações para o comando de resfriamento forçado do TM1/TM2, com suas respectivas configurações.

3.2.6.1 Exemplo 1 - Quatro grupos de resfriamento iguais com temperaturas de acionamento escalonadas

Neste exemplo, como os 4 grupos são iguais, é desejável que exista alternância no acionamento dos grupos à medida que se eleva a temperatura medida. Do contrário, se a ordem de acionamento dos grupos fosse fixa, os grupos acionados com menor temperatura poderiam ter desgaste significativamente maior que os demais. Para se obter a alternância total entre os 4 grupos, todos eles são inscritos (selecionados como “SIM”) em todos os estágios de resfriamento.

Para exemplificar esse conceito, digamos que os grupos de 1 a 4 têm os seguintes tempos de operação acumulados: 1034, 1056, 993 e 1042 horas, respectivamente. Quando a temperatura do enrolamento aumentar e atingir 60 °C, será acionado, dentre os grupos inscritos no estágio 1 (grupos 1, 2, 3 e 4) aquele com menor tempo de operação, no caso o grupo 3. Quando a temperatura atingir 65 °C, será acionado, dentre os grupos inscritos no estágio 2 e que ainda não estão em operação, aquele com menor tempo de operação, no caso o grupo 1. De forma similar, com 70 °C será acionado o grupo 4 e com 75 °C o grupo 2. Dando continuidade ao exemplo acima, digamos que após algum tempo em funcionamento com temperatura acima de 75 °C os tempos de operação acumulados para os grupos de 1 a 4 são: 1042, 1060, 1003 e 1048 horas, respectivamente. Supondo ainda um ajuste de histerese de 1 °C, quando a temperatura do enrolamento se reduzir abaixo de 74 °C será desligado, dentre os grupos inscritos no estágio 4 e que estão em operação, aquele com maior tempo de operação, no caso o grupo 2. Quando a temperatura for menor que 69 °C, será desligado, dentre os grupos inscritos no estágio 3 e que ainda estão em operação, aquele com maior tempo de operação, no caso o grupo 4. De forma similar, abaixo de 64 °C será desligado o grupo 1 e abaixo de 59 °C o grupo 3.



EXEMPLO 1: QUATRO GRUPOS IGUAIS DE RESFRIAMENTO FORÇADO

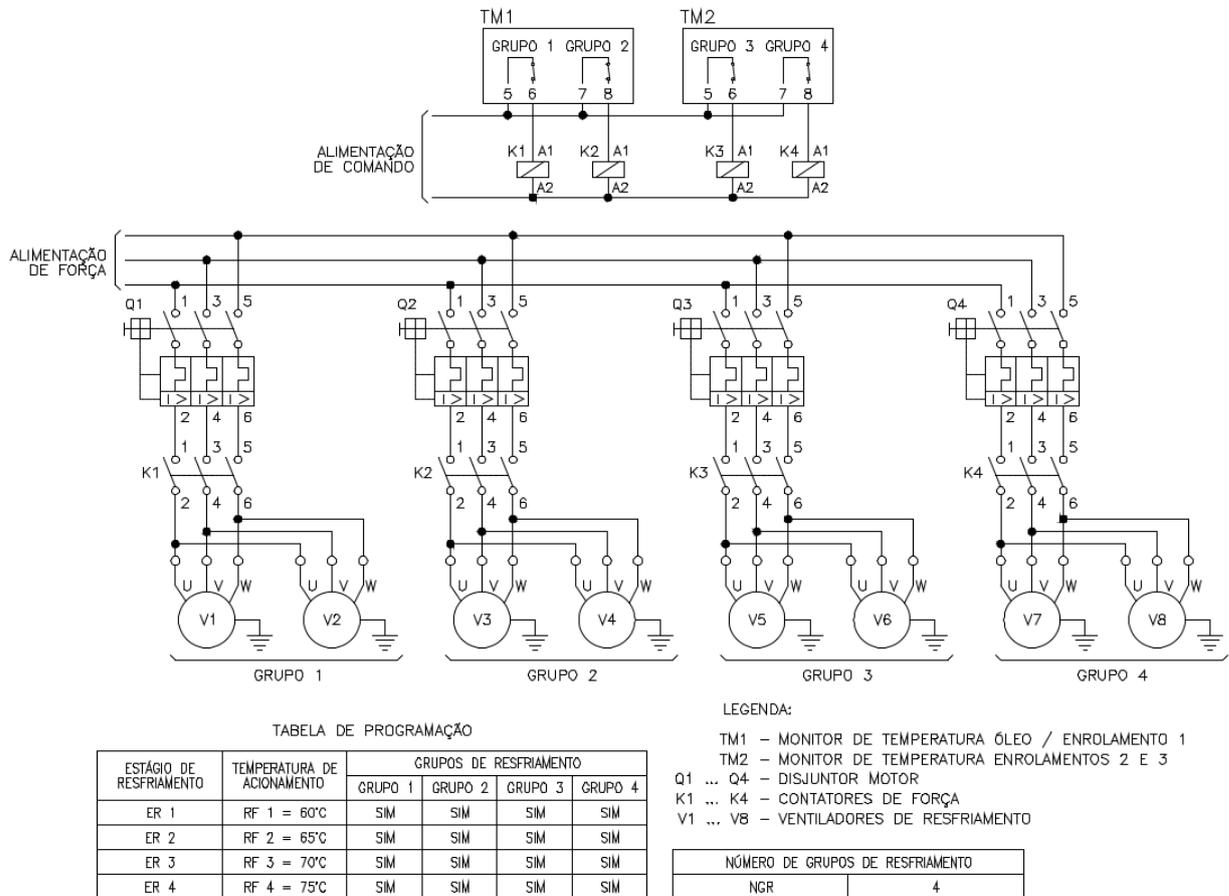


Figura 11 - Comando de 4 grupos iguais de resfriamento forçado, com alternância na operação dos grupos

3.2.6.2 Exemplo 2 - Um grupo de resfriamento com bombas e três grupos de resfriamento iguais com ventiladores com temperaturas de acionamento escalonadas

Neste exemplo, como o grupo 1 é diferente dos grupos 2 a 4, que por sua vez são iguais entre si, não deve existir alternância do grupo 1 com os demais, e é desejável que exista alternância entre os grupos 2, 3 e 4. Para isso, apenas o grupo 1 é inscrito (selecionado como "SIM") no estágio de resfriamento 1 e, para se obter a alternância entre os grupos 2, 3 e 4, eles são inscritos nos estágios de resfriamento 2, 3 e 4.

Para exemplificar esse conceito, digamos que os grupos de 1 a 4 têm os seguintes tempos de operação acumulados: 2011, 1245, 1191 e 1187 horas, respectivamente. Quando a temperatura do enrolamento aumentar e atingir 60 °C, será acionado obrigatoriamente o grupo 1, que é o único inscrito no estágio 1. Quando a temperatura atingir 65 °C, será acionado, dentre os grupos inscritos no estágio 2 (grupos 2, 3 e 4) aquele com menor tempo de operação, no caso o grupo 4. Quando a temperatura atingir 70 °C, será acionado, dentre os grupos inscritos no estágio 3 e que ainda não estão em operação, aquele com menor tempo de operação, no caso o grupo 3. De forma similar, com 75 °C será acionado o grupo 2.

Dando continuidade ao exemplo acima, digamos que após algum tempo em funcionamento com temperatura acima de 75 °C os tempos de operação acumulados para os grupos de 1 a 4

são: 2022, 1249, 1196 e 1197 horas, respectivamente. Supondo ainda um ajuste de histerese de 1 °C, quando a temperatura do enrolamento for abaixo de 74 °C, será desligado, dentre os grupos inscritos no estágio 4 e que estão em operação, aquele com maior tempo de operação, no caso o grupo 2. Quando a temperatura for menor que 69 °C, será desligado, dentre os grupos inscritos no estágio 3 e que ainda estão em operação, aquele com maior tempo de operação, no caso o grupo 4. De forma similar, abaixo de 64 °C será desligado o grupo 3 e abaixo de 59 °C o grupo 1, que é o único inscrito no estágio 1.

EXEMPLO 2: 1 GRUPO DE RESFRIAMENTO COM BOMBAS E 3 GRUPOS IGUAIS DE RESFRIAMENTO COM VENTILADORES

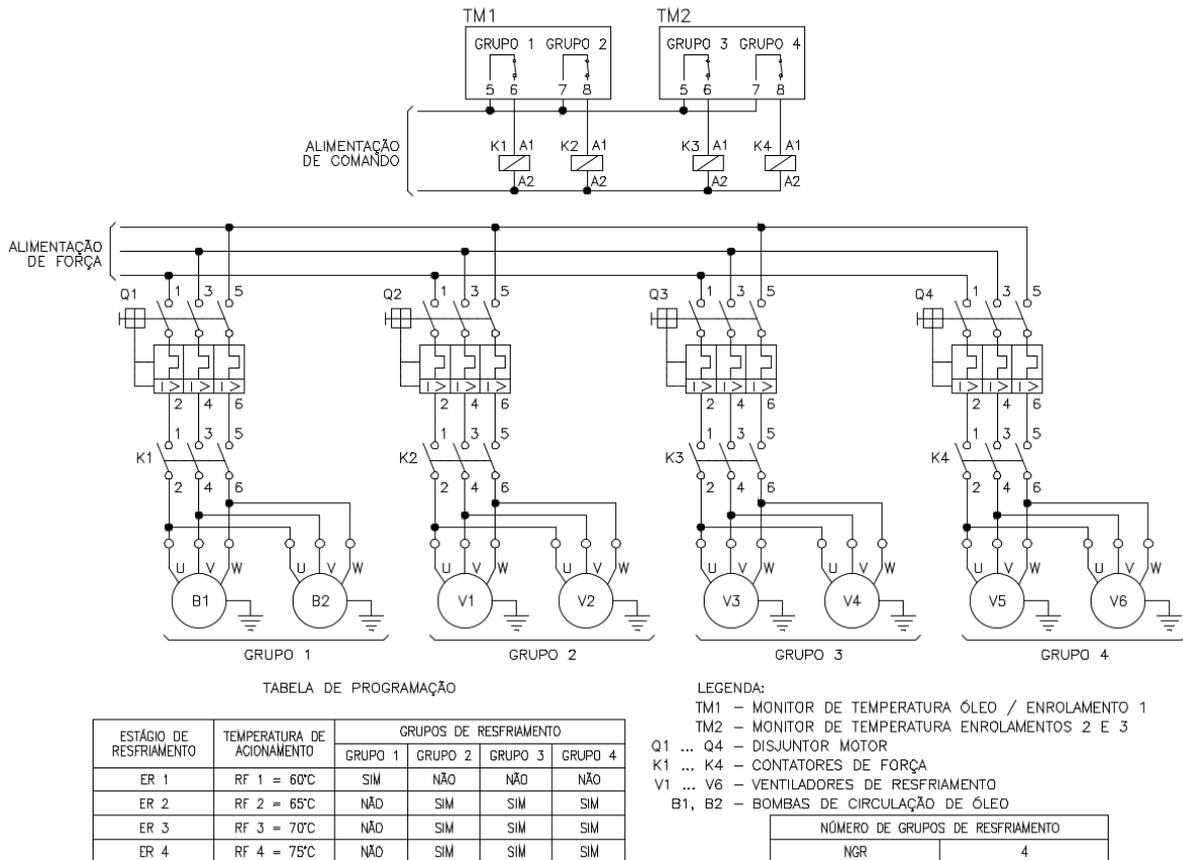


Figura 12 - Comando de 1 grupo de resfriamento forçado com bombas e 3 grupos iguais com alternância na operação dos grupos de ventiladores

3.2.6.3 Exemplo 3 - Dois grupos de resfriamento iguais com bombas e dois grupos iguais com ventiladores, com temperaturas de acionamento escalonadas

Neste exemplo, os grupos 1 e 2 são iguais entre si e diferentes dos grupos 3 e 4, que são por sua vez são iguais entre si. Com isso, não deve existir alternância do grupo 1 e 2 com os grupos 3 e 4, embora seja desejável que exista uma alternância do grupo 1 e 2 e outra alternância independente entre os grupos 3 e 4. Para isso, apenas os grupos 1 e 2 são inscritos (selecionado como "SIM") nos estágios de resfriamento 1 e 2, e os grupos 3 e 4 são inscritos nos estágios de resfriamento 3 e 4.

Para exemplificar esse conceito, digamos que os grupos de 1 a 4 têm os seguintes tempos de operação acumulados: 1803, 1798, 1501 e 1509 horas, respectivamente. Quando a temperatura do enrolamento aumentar e atingir 60 °C, será acionado, dentre os grupos inscritos no estágio 1 (grupos 1 e 2) aquele com menor tempo de operação, no caso o grupo 2. Quando a temperatura atingir 65 °C, será acionado, dentre os grupos inscritos no estágio 2 e que ainda não estão em operação, aquele com menor tempo de operação, no caso o grupo 1. Quando a temperatura atingir 70 °C, será acionado, dentre os grupos inscritos no estágio 3 e que ainda não estão em operação, aquele com menor tempo de operação, no caso o grupo 3. De forma similar, com 75 °C será acionado o grupo 4.

Dando continuidade ao exemplo acima, digamos que após algum tempo em funcionamento com temperatura acima de 75 °C os tempos de operação acumulados para os grupos de 1 a 4 são: 1809, 1810, 1505 e 1512 horas, respectivamente. Supondo ainda um ajuste de histerese de 1 °C, quando a temperatura do enrolamento se reduzir abaixo de 74 °C será desligado, dentre os grupos inscritos no estágio 4 e que estão em operação, aquele com maior tempo de operação, no caso o grupo 4. Quando a temperatura for menor que 69 °C, será desligado, dentre os grupos inscritos no estágio 3 e que ainda estão em operação, aquele com maior tempo de operação, no caso o grupo 3. De forma similar, abaixo de 64 °C será desligado o grupo 1 e abaixo de 59 °C o grupo 2.

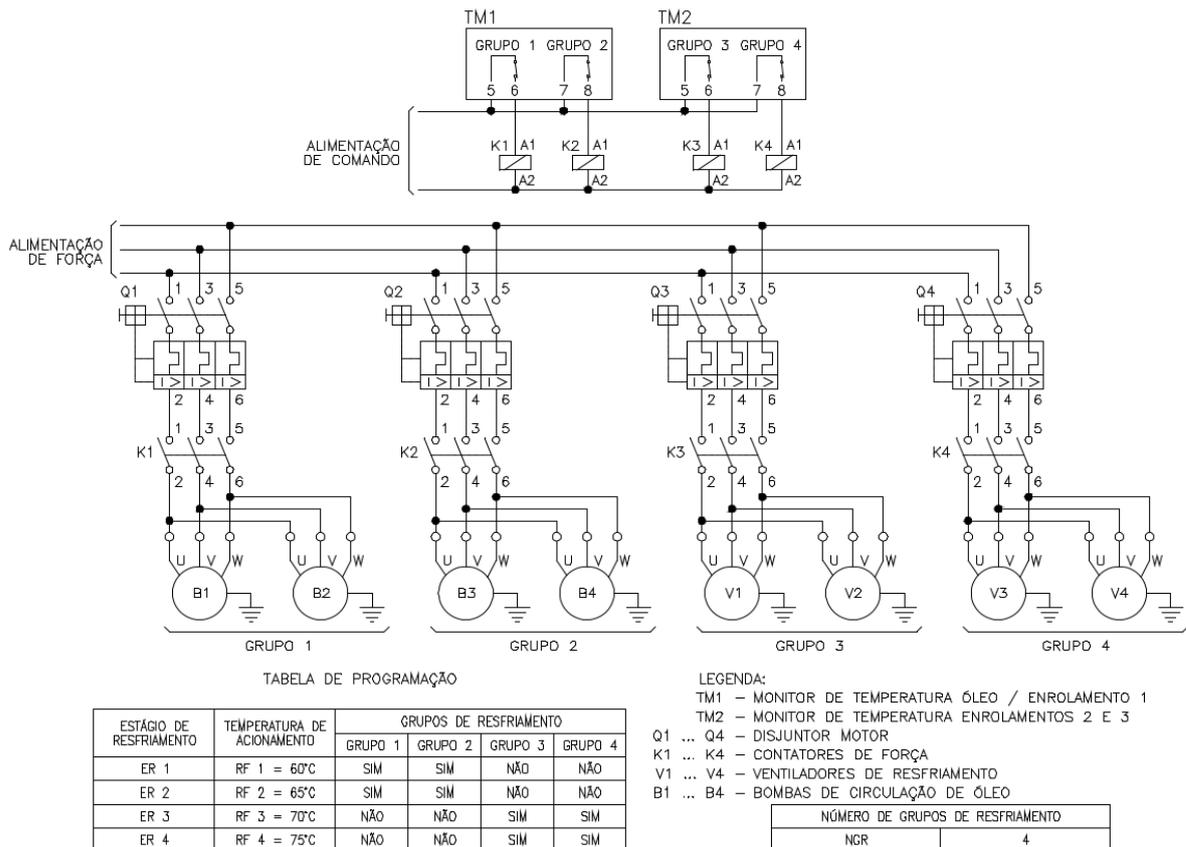


Figura 13 - Comando de 2 grupos de resfriamento forçado iguais com bombas e 2 grupos iguais com ventiladores, com alternância na operação independente entre grupos de bombas e grupos de ventiladores



3.2.6.4 Exemplo 4 - Quatro grupos de resfriamento iguais, com temporização na partida dos motores

Neste exemplo, os estágios de resfriamento devem ser acionados em apenas 2 patamares diferentes, 60 °C e 65 °C. Porém, com a finalidade de reduzir o pico de corrente devido à partida dos motores, os ventiladores foram divididos em 4 grupos de resfriamento iguais, de forma que quando qualquer um dos patamares de temperatura é atingido um grupo é acionado imediatamente, e outro é acionado após uma temporização de 10 segundos.

Para que exista alternância no acionamento dos ventiladores, os estágios de resfriamento 1 e 2 são programados com a mesma temperatura de acionamento, porém no estágio 1 são inscritos apenas os grupos 1 e 2 (selecionado como "SIM") e no estágio 2 são inscritos os grupos 3 e 4. De forma similar, os estágios 3 e 4 são programados com a mesma temperatura de acionamento, no estágio 3 são inscritos apenas os grupos 1 e 2 e no estágio 4 são inscritos os grupos 3 e 4.

Para exemplificar o funcionamento, digamos que os grupos de 1 a 4 têm os seguintes tempos de operação acumulados: 500, 503, 500 e 503 horas, respectivamente. Quando a temperatura do enrolamento aumentar e atingir 60 °C, será acionado, dentre os grupos inscritos no estágio 1 (grupos 1 e 2) aquele com menor tempo de operação, no caso o grupo 1, e após 10 segundos de temporização será acionado, dentre os grupos inscritos no estágio 2 (grupos 3 e 4) aquele com menor tempo de operação, no caso o grupo 3. Quando a temperatura atingir 65 °C, será acionado, dentre os grupos inscritos no estágio 3 e que ainda não estão em operação, aquele com menor tempo de operação, no caso o grupo 2, e após 10 segundos de temporização será acionado, dentre os grupos inscritos no estágio 4 (grupos 3 e 4) e que ainda não estão em operação, aquele com menor tempo de operação, no caso o grupo 4.

Dando continuidade ao exemplo acima, digamos que após algum tempo a temperatura cai abaixo de 59 °C e todos os grupos de resfriamento estão desligados, sendo agora os tempos de operação acumulados para os grupos de 1 a 4: 509, 508, 509 e 508 horas, respectivamente. Quando a temperatura do enrolamento aumentar e atingir 60 °C, será acionado, dentre os grupos inscritos no estágio 1 (grupos 1 e 2) aquele com menor tempo de operação, no caso o grupo 2, e após 10 segundos de temporização será acionado, dentre os grupos inscritos no estágio 2 (grupos 3 e 4) aquele com menor tempo de operação, no caso o grupo 4. Quando a temperatura atingir 65 °C, será acionado, dentre os grupos inscritos no estágio 3 e que ainda não estão em operação, aquele com menor tempo de operação, no caso o grupo 1, e após 10 segundos de temporização será acionado, dentre os grupos inscritos no estágio 4 (grupos 3 e 4) e que ainda não estão em operação, aquele com menor tempo de operação, no caso o grupo 3.



EXEMPLO 4: 2 GRUPOS DE RESFRIAMENTO COM VENTILADORES E ACIONAMENTO TEMPORIZADO

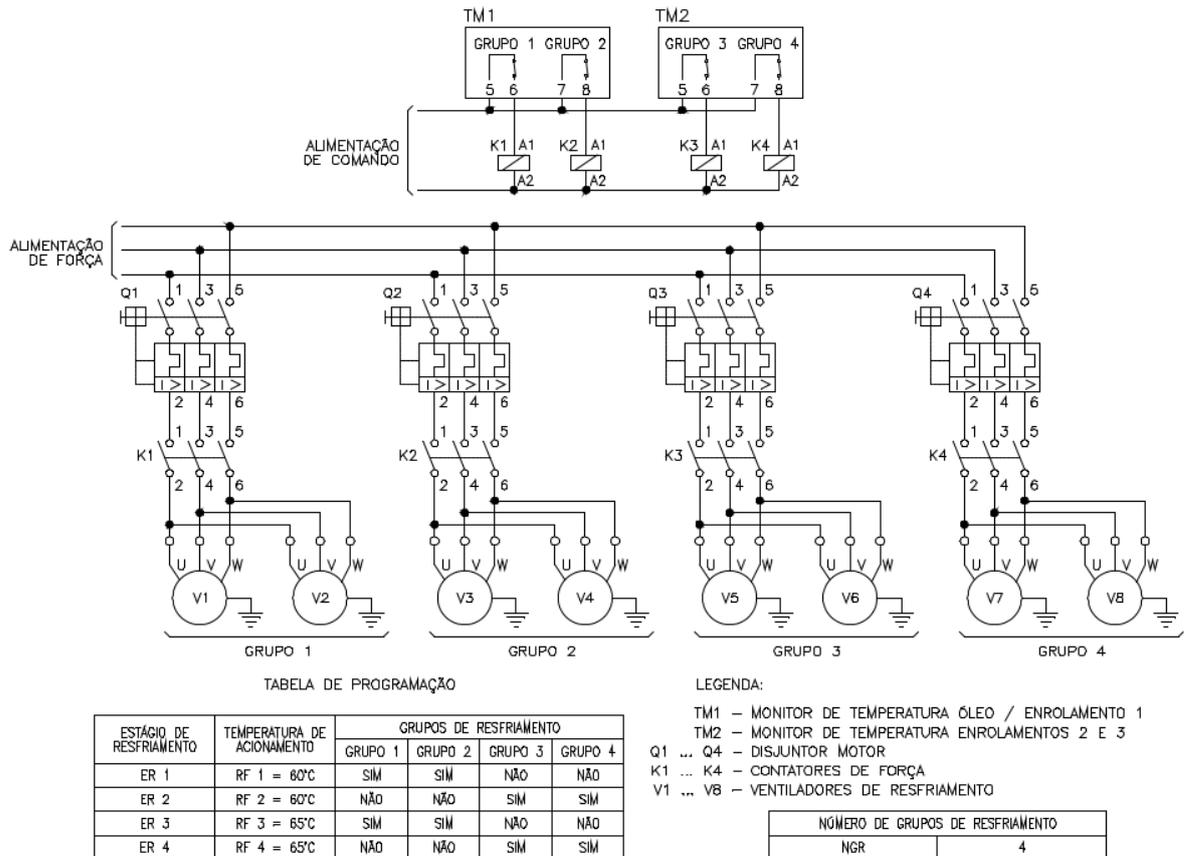


Figura 14 - Comando de 4 grupos de resfriamento forçado iguais em 2 estágios de temperatura, com temporização na partida dos motores e alternância entre grupos

Em transformadores com apenas 2 grupos de resfriamento, os contatos do TM2 são utilizados para controlar de forma redundante os grupos 1 e 2, devendo ser conectados em paralelo com os contatos do TM1.

3.2.6.5 Exemplo 5 - Dois grupos de resfriamento iguais, com redundância no controle do resfriamento

Neste exemplo, os estágios de resfriamento devem ser acionados em apenas 2 patamares diferentes, 60 °C e 65 °C. Porém, como não existe necessidade de temporização na partida dos motores, são utilizados apenas 2 grupos de resfriamento, e os contatos do TM2 são utilizados para controlar de forma redundante os grupos 1 e 2, devendo ser conectados em paralelo com os contatos do TM1.

Para que exista alternância no acionamento dos 2 grupos, ambos são inscritos (selecionados como “SIM”) nos dois estágios de resfriamento.

Para exemplificar o funcionamento, digamos que os grupos de 1 e 2 têm os seguintes tempos de operação acumulados: 645 e 648 horas, respectivamente. Quando a temperatura do enrolamento aumentar e atingir 60 °C, será acionado, dentre os grupos inscritos no estágio 1 (grupos 1 e 2) aquele com menor tempo de operação, no caso o grupo 1. Quando a

temperatura atingir 65 °C, será acionado, dentre os grupos inscritos no estágio 2 e que ainda não estão em operação, aquele com menor tempo de operação, no caso o grupo 2.

Dando continuidade ao exemplo acima, digamos que após algum tempo a temperatura cai abaixo de 59 °C e todos os grupos de resfriamento estão desligados, sendo agora os tempos de operação acumulados para os grupos 1 e 2: 651 e 650 horas, respectivamente. Quando a temperatura do enrolamento aumentar e atingir 60 °C, será acionado, dentre os grupos inscritos no estágio 1 (grupos 1 e 2) aquele com menor tempo de operação, no caso o grupo 2. Quando a temperatura atingir 65 °C, será acionado, dentre os grupos inscritos no estágio 2 e que ainda não estão em operação, aquele com menor tempo de operação, no caso o grupo 1.

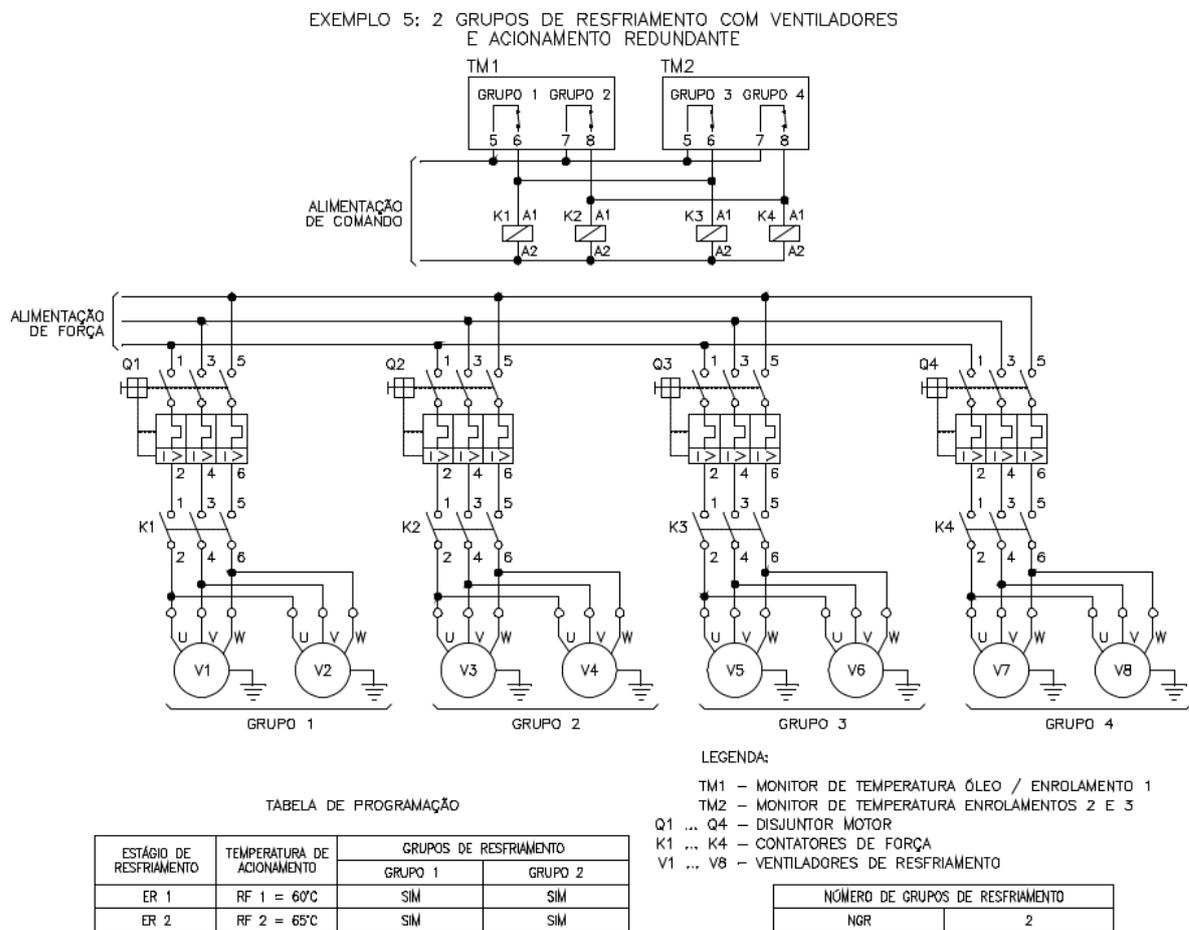
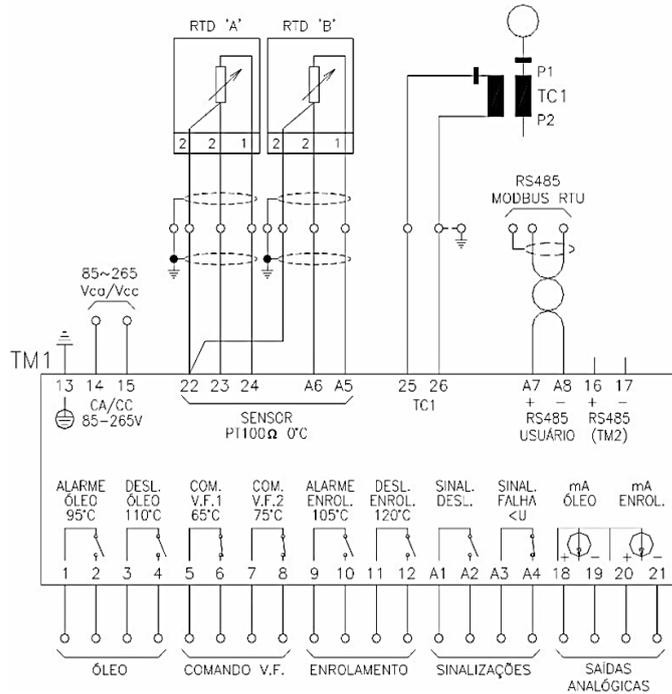


Figura 15 - Comando de 2 grupos de resfriamento forçado iguais com redundância no comando



3.2.7 Diagramas de aplicação típicos

Sensores RTD - OPÇÃO 1

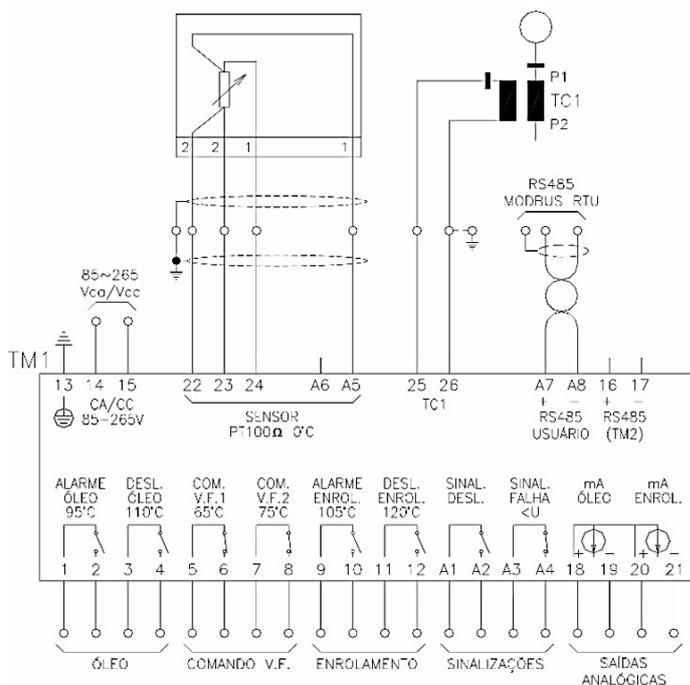


Essa opção de ligação pode ser utilizada:

- Para medição redundante de temperatura do óleo - neste caso ambos os sensores de temperatura, A e B, devem estar localizados na mesma região do topo do óleo;
- Para medição de temperatura do óleo com o sensor A e de uma segunda temperatura, por exemplo, ambiente ou comutador sob carga, com o sensor B.

Figura 16 - Opção 1 - 2 RTDs a 3 fios

Sensores RTD - OPÇÃO 2

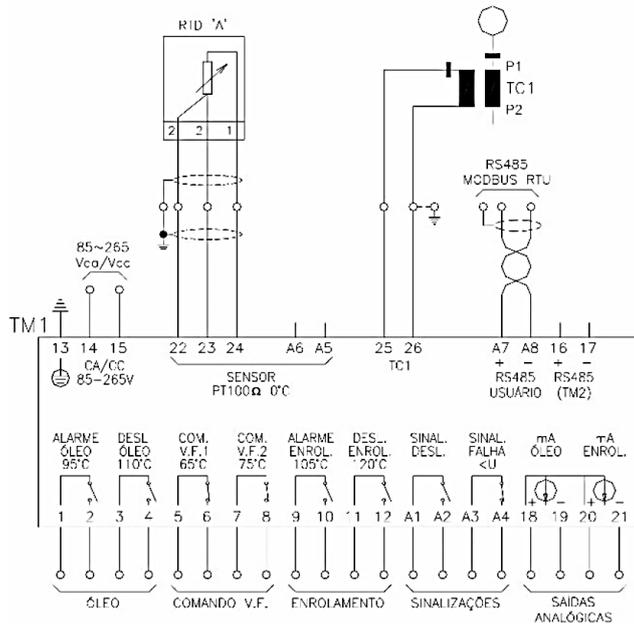


Nesta opção de ligação o sensor de temperatura deve ser utilizado para medição de temperatura do topo do óleo.

Figura 17 - Opção 2 - 1 RTD a 4 fios



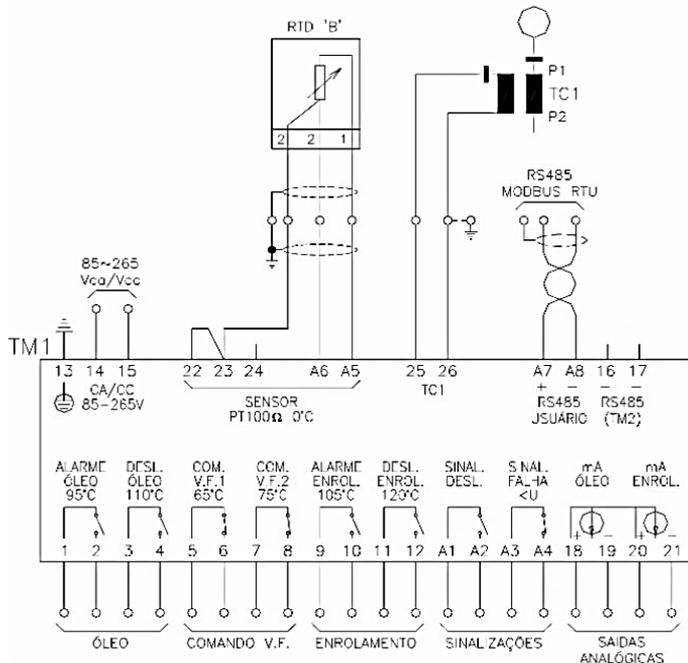
Sensores RTD - OPÇÃO 3



Nesta opção de ligação o sensor de temperatura A deve ser utilizado para medição de temperatura do topo do óleo

Figura 18 - Opção 3 - 1 RTD a 3 fios, RTD "A"

Sensores RTD - OPÇÃO 4



Nesta opção de ligação o sensor de temperatura B deve ser utilizado para medição de temperatura do topo do óleo.

Figura 19 - Opção 4 - 1 RTD a 3 fios, RTD "B"

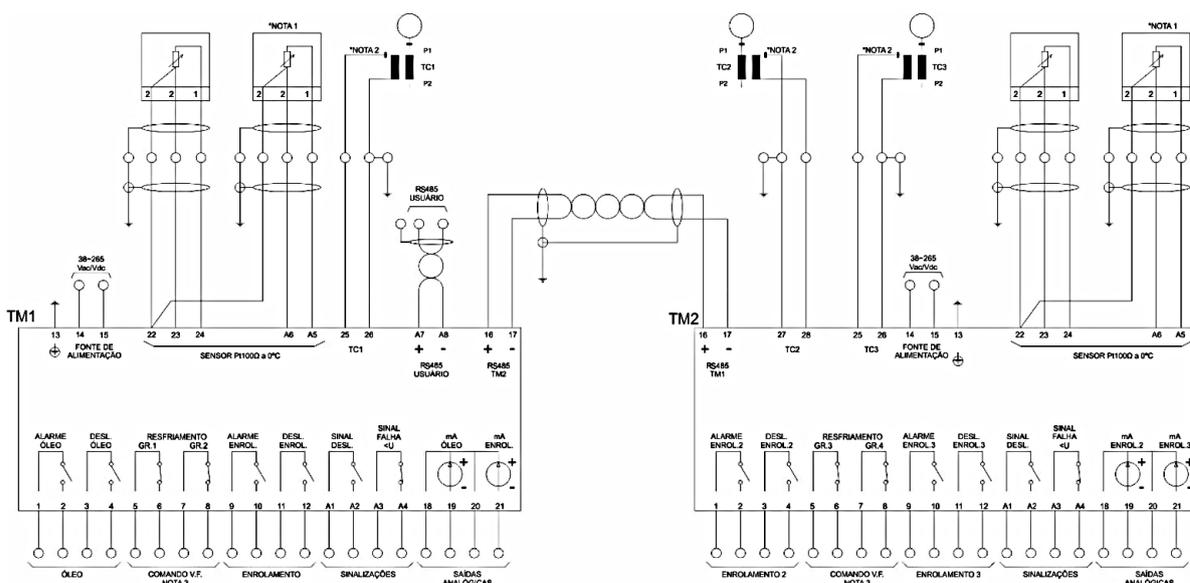


Figura 20 - Diagrama de ligação TM1/TM2

Nota 1: Ver opções de conexão de sensores RTD.

A medição de temperatura do topo do óleo (1 ou 2 sensores) deve ser conectada ao TM1. As demais entradas de sensores RTD no TM1 e TM2 podem ser utilizadas pelo usuário.

Nota 2: A conexão dos TCs deve ser efetuada de acordo com o modelo do monitor de temperatura adquirido. Para conexão direta de TCs 0-10 A ou para utilização de TCs de janela externos (acessórios opcionais). Vide manual técnico para detalhes de conexão.

Nota 3: Os contatos de comando de resfriamento no TM2 podem ser empregados como redundância aos do TM1, conectando-os em paralelo para o controle de 2 grupos de resfriamento.

Nota 4: Todos os contatos são mostrados na condição de TM1 e TM2 desenergizados.

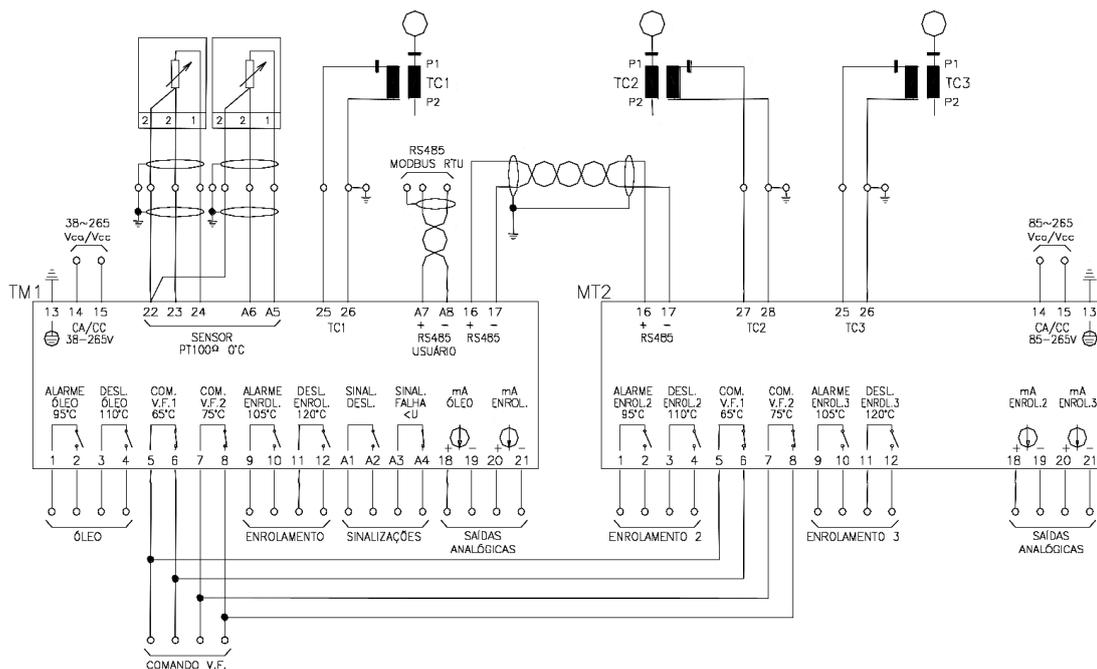


Figura 21 - Diagrama de ligação TM1/TM2

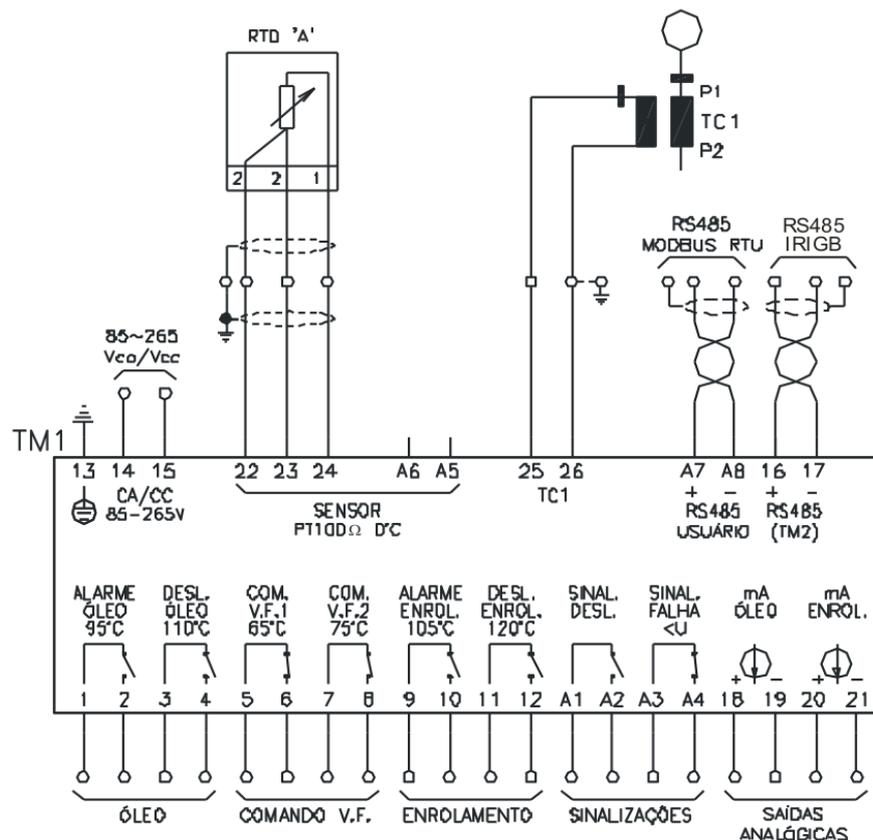


Figura 22 - Conexão do TM1 a sinal de sincronismo IRIG-B



Sempre que utilizar somente o Pt100 da entrada B do TM1/TM2, verificar a conexão obrigatória entre os pontos 22 e 23.

3.3 Instalação mecânica

Os Monitores de Temperatura devem ser instalados protegidos das intempéries, seja no interior de painéis ou em abrigados em edifícios. Em qualquer dos casos, deve haver sistema anti-condensação.

Os Monitores de Temperatura TM1 e TM2 são adequados 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, bem como as dimensões do recorte na chapa para inserção dele. Atenção especial deve ser dada à espessura das camadas de pintura da chapa onde é feito o recorte, pois em alguns casos, quando é utilizada pintura de alta espessura, a diminuição da área do recorte pode até mesmo impedir a inserção do equipamento. Os terminais de ligação estão instalados na parte traseira do TM1 e do TM2, em 2 conectores removíveis e em terminais aparafusados (conexão dos TCs para imagem térmica), 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, e até 6mm² para os conectores dos TCs com terminais do tipo olhal apropriados.

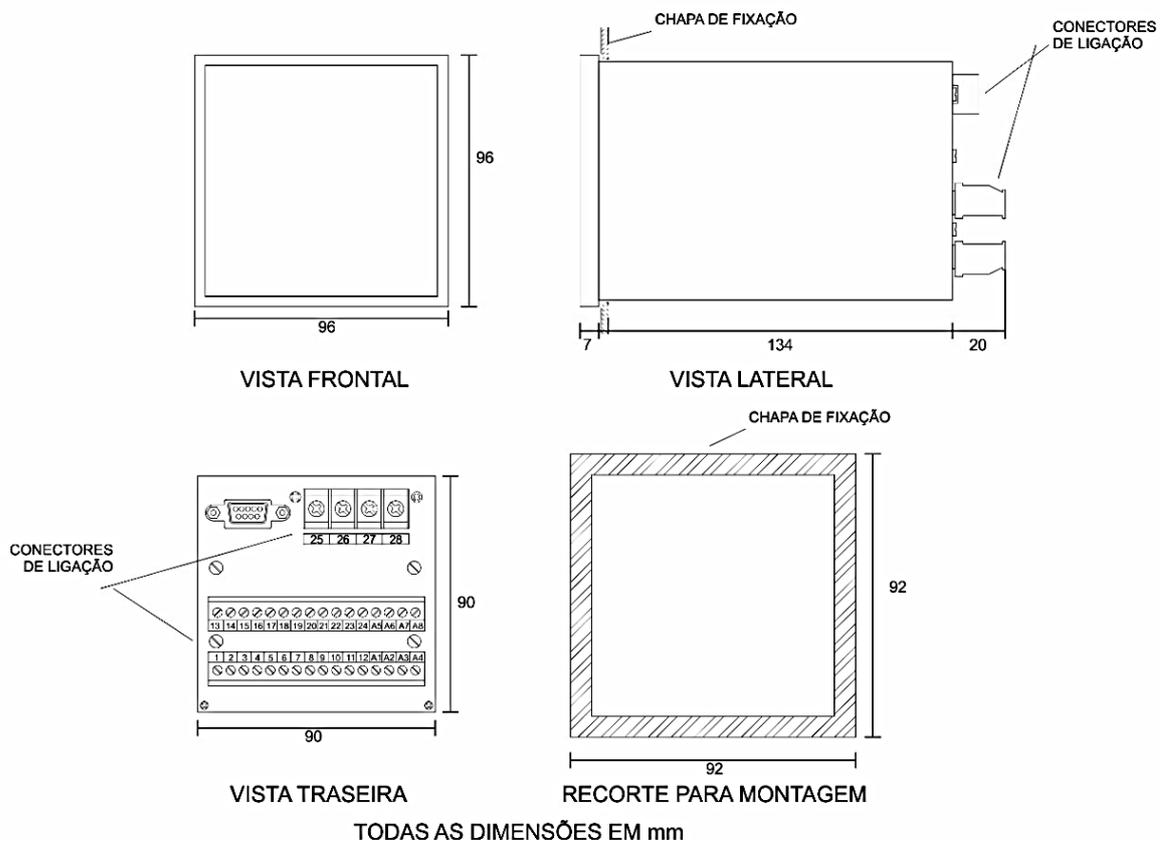


Figura 23 - Dimensional TM1 e TM2



4 Operação

Todas as operações nos Monitores de Temperatura TM1 e TM2 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 (opcional) 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 (ou enrolamentos) a ele conectado(s).

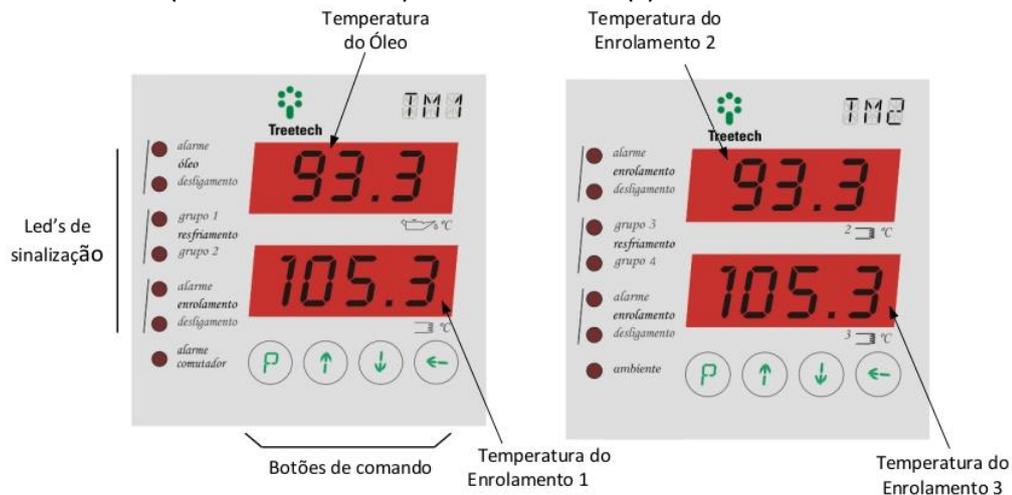


Figura 24 - Indicações TM1/TM2

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

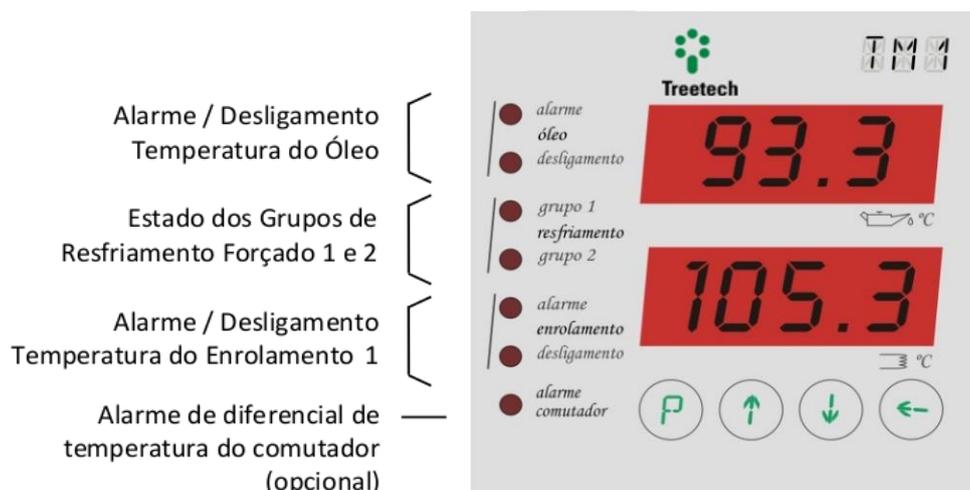


Figura 25 - LEDs de sinalização do TM1



Figura 26 - LEDs de sinalização do TM2



Caso seja selecionada a opção PTA ou PTB no parâmetro DSP do TM2, o LED indicando a apresentação desta temperatura no lugar da temperatura do enrolamento 3, que é a indicação padrão, acende no frontal do TM2. Esta é a sinalização para o modo de indicação do *display* inferior, parâmetro DSP do TM2.

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 5 - Funções das teclas do TM1/TM2

Tecla	Função
	Tecla de programação: Nas telas de medições, permite a consulta à versão de firmware do equipamento e o acesso à senha para entrar no menu de programação. Alterna os grupos de telas de medições, seleciona menus e parâmetros e salva os valores programados.
	Tecla sobe: Navegação entre telas de medições e entre os menus e parâmetros de programação. Durante a edição de um parâmetro, incrementa o valor programado.
	Tecla desce: Navegação entre telas de medições e entre os menus e parâmetros de programação. Durante a edição de um parâmetro, diminui o valor programado.
	Tecla volta: Retorna ao menu anterior



Para verificar facilmente a versão de firmware do seu TM1/TM2, basta pressionar simultaneamente por 0,5 segundos as teclas e .



4.3 Telas de consulta

Os Monitores de Temperatura disponibilizam 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 Telas de consulta TM1

Serão indicadas nos *displays* do aparelho as seguintes informações. As informações do óleo serão apresentadas no *display* superior e as do enrolamento 1 no inferior de forma sequencial ao pressionar a tecla . Pressionando a tecla  temos a ordem inversa ao indicado abaixo:

1. Temperatura máxima do óleo (MAX)

- É a temperatura máxima do óleo atingida no período, mostrada no *display* superior.
- Para reiniciar este registro após consulta, pressionar e manter pressionada a tecla  e pressionar a tecla . A indicação se igualará à temperatura atual do óleo.

2. Temperatura máxima do enrolamento 1 (MAX)

- É a temperatura máxima do enrolamento 1 atingida no período, mostrada no *display* inferior.
- Para reiniciar este registro após consulta, pressionar e manter pressionada a tecla  e pressionar a tecla . A indicação se igualará à temperatura atual do enrolamento 1.

3. Gradiente final (GFN)

- Indica qual será a diferença entre as temperaturas de óleo e enrolamento 1 após a estabilização térmica, mantendo-se a condição atual de carga.

4. Porcentagem de carregamento do enrolamento monitorado (%)

- É a carga no transformador, dada em percentual da corrente nominal do enrolamento que está sendo monitorado.

5. Corrente medida do secundário do TC (AMP)

- É a corrente no secundário do TC de imagem térmica do enrolamento monitorado, dada em amperes.

6. Corrente do enrolamento em kA

- É a corrente do enrolamento do transformador onde está sendo monitorada a temperatura, dada em kA.

7. Medição do sensor de temperatura A ligado ao TM1 (PTA)

- É a temperatura que está sendo medida através do sensor de temperatura "A", dada em °C.

8. Medição do sensor de temperatura B ligado ao TM1 (PTB)



- O aparelho só indica esta informação se for configurado para dois sensores (veja programação menu “CNF”)
- É a temperatura medida através do sensor de temperatura “B”, em °C, que pode ser a temperatura do óleo, ambiente ou outra, de acordo com a programação no menu de configuração “CNF”.

9. Indicação de hora (HOR)

- Indicação da hora do relógio interno do aparelho

10. Indicação de minutos (MIN).

- Indicação de minutos do relógio interno do aparelho.

11. Indicação de segundos (SEG).

- Indicação dos segundos do relógio interno do aparelho.

12. Indicação do dia (DIA).

- Indicação do dia do calendário interno do aparelho.

13. Indicação do mês (MES).

- Indicação do mês do calendário interno do aparelho.

14. Indicação do ano (ANO).

- Indicação do ano do calendário interno do aparelho.

15. Diferencial de temperatura do comutador sob carga (DTC).

- Esta indicação somente será mostrada se o TM1 possuir esta função opcional.

15.1 DT1 - Diferencial de temperatura instantâneo do comutador sob carga 1

15.2 DT2 - Diferencial de temperatura instantâneo do comutador sob carga 2

15.3 DT3 - Diferencial de temperatura instantâneo do comutador sob carga 3

15.4 DF1 - Diferencial de temperatura filtrado do comutador sob carga 1.

15.5 DF2 - Diferencial de temperatura filtrado do comutador sob carga 2.

15.6 DF3 - Diferencial de temperatura filtrado do comutador sob carga 3.

15.7 AAA - Tempo restante para a finalização do Ajuste Automático dos Alarmes de diferencial de temperatura dos comutadores, em horas. O valor 0 (zero) indica que o aprendizado para ajuste automático não está em curso.

15.8 DTC / MIN - Consulta aos valores mínimos atingidos pelos diferenciais de temperatura no período.



- **DT1 / MIN** - Valor mínimo atingido pelo diferencial instantâneo do comutador 1.
- **DT2 / MIN** - Valor mínimo atingido pelo diferencial instantâneo do comutador 2.
- **DT3 / MIN** - Valor mínimo atingido pelo diferencial instantâneo do comutador 3.
- **DF1 / MIN** - Valor mínimo atingido pelo diferencial filtrado do comutador 1.
- **DF2 / MIN** - Valor mínimo atingido pelo diferencial filtrado do comutador 2.
- **DF3 / MIN** - Valor mínimo atingido pelo diferencial filtrado do comutador 3.



15.9 DTC / MAX - Consulta aos valores máximos atingidos pelos diferenciais de temperatura no período.

- **DT1 / MAX** - Valor máximo atingido pelo diferencial instantâneo do comutador 1.
- **DT2 / MAX** - Valor máximo atingido pelo diferencial instantâneo do comutador 2.
- **DT3 / MAX** - Valor máximo atingido pelo diferencial instantâneo do comutador 3.
- **DF1 / MAX** - Valor máximo atingido pelo diferencial filtrado do comutador 1.
- **DF2 / MAX** - Valor máximo atingido pelo diferencial filtrado do comutador 2.
- **DF3 / MAX** - Valor máximo atingido pelo diferencial filtrado do comutador 3.
- **TC1 / MAX** - Valor máximo atingido pela temperatura do comutador 1.
- **TC2 / MAX** - Valor máximo atingido pela temperatura do comutador 2.
- **TC3 / MAX** - Valor máximo atingido pela temperatura do comutador 3.

4.3.2 Telas de consulta TM2

Serão indicadas nos *displays* do aparelho as seguintes informações, de forma sequencial ao pressionar a tecla . Pressionando a tecla temos a ordem inversa ao indicado abaixo. As informações do enrolamento 2 são mostradas no *display* superior, e as do enrolamento 3 no *display* inferior.

1. Temperatura máxima do enrolamento 2 (MÁX)

- É a temperatura máxima atingida pelo enrolamento 2 no período.
- Para reiniciar este registro após consulta, pressionar e manter pressionada a tecla e pressionar a tecla . A indicação se igualará à temperatura atual do enrolamento 2.

2. Gradiente final enrolamento 2 (GFN)

- Indica qual será a diferença entre as temperaturas de óleo e enrolamento 2 após a estabilização térmica, mantendo-se a condição atual de carga.

3. Porcentagem de carregamento do enrolamento 2 (%)

- É o carregamento percentual do enrolamento 2, referido à corrente nominal desse enrolamento.

4. Corrente medida do secundário do TC auxiliar 2 (AMP)

- É a corrente no secundário do TC de imagem térmica do enrolamento 2, dada em amperes.

5. Corrente do enrolamento 2 em kA (KA)

- É a corrente do enrolamento 2 do transformador, onde está sendo monitorada a temperatura, dada em kA.



6. Temperatura máxima do enrolamento 3 (MAX)

- É a temperatura máxima atingida pelo enrolamento 3 no período.
- Para reiniciar este registro após consulta, pressionar e manter pressionada a tecla  e pressionar a tecla . A indicação se igualará à temperatura atual do enrolamento 3.

7. Gradiente final enrolamento 3 (GFN)

- Indica qual será a diferença entre as temperaturas de óleo e enrolamento 3 após a estabilização térmica, mantendo-se a condição atual de carga.

8. Porcentagem de carregamento do enrolamento 3 (%)

- É o carregamento percentual do enrolamento 3, referido à corrente nominal desse enrolamento.

9. Corrente medida do secundário do TC auxiliar 3 (AMP)

- É a corrente no secundário do TC de imagem térmica do enrolamento 3, dada em amperes.

10. Corrente do enrolamento 3 em kA (KA)

- É a corrente do enrolamento 3 do transformador, onde está sendo monitorada a temperatura, dada em kA.

11. Medição do sensor de temperatura A ligado ao TM2 (PTA)

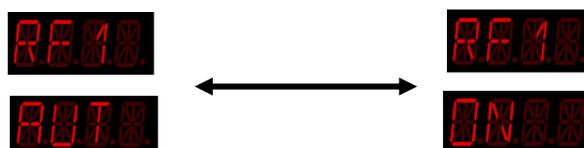
- É a temperatura que está sendo medida através do sensor de temperatura A, dada em °C. Esta indicação somente será mostrada se a entrada de RTD A do TM2 estiver habilitada.

12. Medição do sensor de temperatura B ligado ao TM2 (PTB).

- É a temperatura que está sendo medida através do sensor de temperatura B, dada em °C. Esta indicação somente será mostrada se a entrada de RTD B do TM2 estiver habilitada.

4.4 Comandos

Ao pressionar a tecla , podemos acessar os grupos de refrigeração forçada 1 a 4 (RF1 a RF4), e alterar seu estado entre "ON" (acionado) e "AUT" (automático) para ligar manualmente ou manter seu controle em automático através dos ajustes programados.





5 Parametrização

Para garantir a correta operação do sistema, devem ser ajustados no TM1 e TM2 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 software de parametrização, através das portas de comunicação serial RS-232 ou 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.

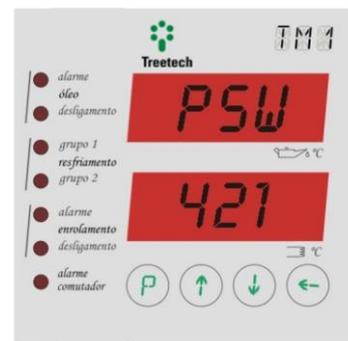
5.1 Acesso aos menus de programação

Para acessar o menu de programação dos Monitores TM1 e TM2, seguir o procedimento abaixo:



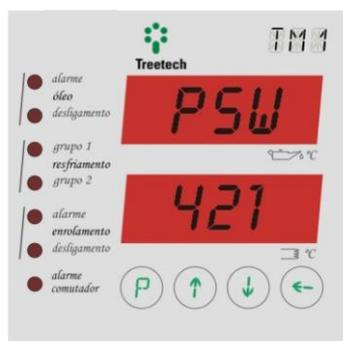
1) Na tela de indicação de temperatura, pressionar e manter pressionada a tecla

 por 5 segundos

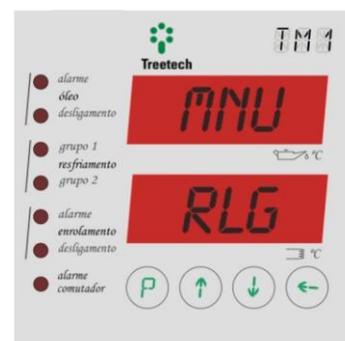


2) Será mostrada a tela de senha de acesso (password).

3) Utilizando as teclas  e  para ajustar a senha. (faixa = 0 a 999)
Se a indicação inicial é 421, então a senha é "0", que é o valor original de fábrica.
Esta senha pode ser alterada pelo usuário.



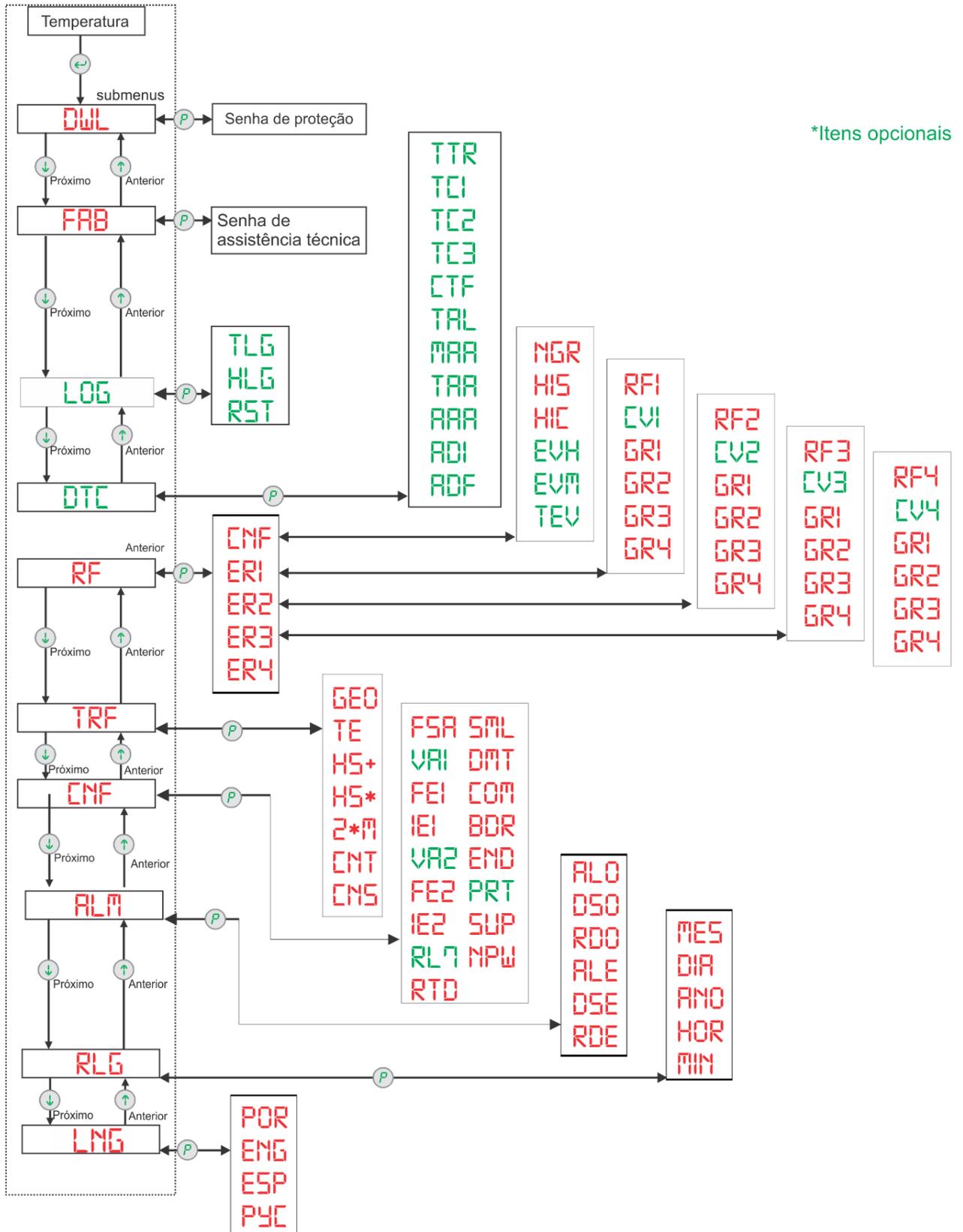
4) Após ajustar a senha pressionar e soltar a tecla  para entrar no menu de programação



5) Tela do menu principal, onde se pode navegar para os submenus de programação.



5.2 Mapa de parâmetros





5.3 Menu LNG

Permite ajustar o idioma de exibição do equipamento. Este ajuste é efetuado no TM1/TM2



IDI - Idioma

Selecione o idioma que deseja para a interface do produto.

Faixa de ajuste:

- POR = Português;
- ENG = Inglês;
- ESP = Espanhol;
- PYC = Russo.



Idioma padrão: Português

5.4 Menu RLG

Permite ajustar o relógio e calendário do aparelho. Este ajuste é efetuado somente no TM1.



Opcionalmente o ajuste do relógio pode ser efetuado pelo protocolo DNP3 ou pela entrada IRIG-B, se disponíveis, que realizam o sincronismo do relógio via GPS.



MES - Mês

Ajuste do mês atual no calendário do equipamento.

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

Valor padrão: 0.



DIA - Dia

Ajuste do dia atual no calendário do equipamento.

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

Valor padrão: 0.



ANO - Ano

Ajuste do ano atual no calendário do equipamento.

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

Valor padrão: 0.





HORA - Hora

Ajuste da hora atual no relógio do equipamento.

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

Valor padrão: 0.



MIN - Minuto

Ajuste dos minutos no relógio do aparelho

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

Valor padrão: 0.



5.5 Menu ALM

Permite acesso a todos os parâmetros referentes a alarmes e desligamentos. Temperatura estendida de -55 a 200 °C para hardware com 4 teclas e de 0 a 150 °C para hardware com 3 teclas.



5.5.1 Menu ALM - TM1

ALO - Alarme do óleo

Determina o valor para alarme 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.



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

Valor padrão: 95 °C.

DSO - Desligamento 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 °C, em passos de 1 °C.

Valor padrão: 110 °C.

RDO - Retardo para desligamento 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 min., em passos de 0,1 min.

Valor padrão: 5 min.

ALE - Alarme do enrolamento 1

Determina o valor para alarme por temperatura do enrolamento 1. 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 °C, em passos de 1 °C.

Valor padrão: 105 °C.

DSE - Desligamento do enrolamento 1

Determina o valor para desligamento por temperatura do enrolamento 1. 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 °C, em passos de 1 °C.

Valor padrão: 120 °C.

RDE - Retardo para desligamento do enrolamento 1

Permite inserir um atraso entre o momento em que a temperatura do enrolamento 1 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 min., em passos de 0,1 min.

Valor padrão: 5 min.

5.5.2 Menu ALM - TM2

ALE - Alarme do enrolamento 2

Determina o valor para alarme por temperatura do enrolamento 2. 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 °C, em passos de 1 °C.

Valor padrão: 105 °C.

DSE - Desligamento do enrolamento 2

Determina o valor para desligamento por temperatura do enrolamento 2. 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 °C, em passos de 1 °C.

Valor padrão: 120 °C.

RDE - Retardo para desligamento do enrolamento 2

Permite inserir um atraso entre o momento em que a temperatura do enrolamento 2 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 minutos, em passos de 0,1 minuto

Valor padrão: 5 min.

ALE - Alarme do enrolamento 3

Determina o valor para alarme por temperatura do enrolamento 3. 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 °C, em passos de 1 °C.

Valor padrão: 105 °C.

DSE - Desligamento do enrolamento 3

Determina o valor para desligamento por temperatura do enrolamento 3. 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 °C, em passos de 1 °C.

Valor padrão: 120 °C.

RDE - Retardo para desligamento do enrolamento 3

Permite inserir um atraso entre o momento em que a temperatura do enrolamento 3 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 minutos, em passos de 0,1 minuto.

Valor padrão: 5 min.



5.6 Menu CNF

5.6.1 Menu CNF - TM1

FSA - Faixa de saída analógica (mA)

Seleciona a faixa de saída do loop de corrente para indicação remota.



Faixa de ajuste:

- 0 = 0...1 mA;
- 1 = 0...5 mA;
- 2 = 0...10 mA;
- 3 = 0...20 mA;
- 4 = 4...20 mA.

Valor padrão: 4

VA1 - Variável analógica 1

Seleção da variável associada à saída de analógica 1. Caso o opcional **Diferencial de temperatura do comutador** não esteja habilitado e uma das variáveis de 9 a 16 for selecionada, a corrente na saída será nula.



Faixa de ajuste:

- 0 - Temperatura do óleo;
- 1 - Temperatura do enrolamento 1;
- 2 - Temperatura do enrolamento 2;
- 3 - Temperatura do enrolamento 3;
- 4 - Temperatura do enrolamento mais quente;
- 5 - Sensor de temperatura A (PTA) ligado ao TM1;
- 6 - Sensor de temperatura B (PTB) ligado ao TM1;
- 7 - Sensor de temperatura A (PTA) ligado ao TM2;
- 8 - Sensor de temperatura B (PTB) ligado ao TM2;
- 9 - Diferencial de temperatura instantâneo do comutador 1;
- 10 - Diferencial de temperatura instantâneo do comutador 2;
- 11 - Diferencial de temperatura instantâneo do comutador 3;
- 12 - Maior diferencial instantâneo dentre os 3 comutadores;
- 13 - Diferencial de temperatura filtrado do comutador 1;
- 14 - Diferencial de temperatura filtrado do comutador 2;
- 15 - Diferencial de temperatura filtrado do comutador 3;
- 16 - Maior diferencial filtrado dentre os 3 comutadores.

Valor padrão: 0.



FE1 - Fim de escala 1

Defina correspondência entre a corrente final da saída analógica 1 e o último valor da escala da grandeza medida 1.



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

Valor padrão: 150.

IE1 - Início de escala da saída de corrente 1

Defina correspondência entre a corrente inicial da saída analógica 1 e o primeiro valor da escala da grandeza medida 1.



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

Valor padrão: 0.

VA2 - Variável analógica 2

Seleção da variável associada à saída de corrente 2. Se o opcional de **Diferencial de temperatura do comutador** estiver habilitado, qualquer uma das 17 variáveis pode ser selecionada. Caso esse opcional não esteja habilitado e uma das variáveis de 9 a 16 for selecionada, a corrente na saída será nula.



Faixa de ajuste:

- 0 - Temperatura do óleo;
- 1 - Temperatura do enrolamento 1;
- 2 - Temperatura do enrolamento 2;
- 3 - Temperatura do enrolamento 3;
- 4 - Temperatura do enrolamento mais quente;
- 5 - Sensor de temperatura A (PTA) ligado ao TM1;
- 6 - Sensor de temperatura B (PTB) ligado ao TM1;
- 7 - Sensor de temperatura A (PTA) ligado ao TM2;
- 8 - Sensor de temperatura B (PTB) ligado ao TM2;
- 9 - Diferencial de temperatura instantâneo do comutador 1;
- 10 - Diferencial de temperatura instantâneo do comutador 2;
- 11 - Diferencial de temperatura instantâneo do comutador 3;
- 12 - Maior diferencial instantâneo dentre os 3 comutadores;
- 13 - Diferencial de temperatura filtrado do comutador 1;
- 14 - Diferencial de temperatura filtrado do comutador 2;
- 15 - Diferencial de temperatura filtrado do comutador 3;
- 16 - Maior diferencial filtrado dentre os 3 comutadores.

Valor padrão: 1



FE2 -Fim de escala 2

Defina correspondência entre a corrente final da saída analógica 2 e o último valor da escala da grandeza medida 2.



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

Valor padrão: 150.

IE2 -Início de escala 2

Defina correspondência entre a corrente inicial da saída analógica 2 e o primeiro valor da escala da grandeza medida 2.



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

Valor padrão: 0.

RL7 - Relé de saída 7

Seleção da função de sinalização associada ao relé de saída 7. Este parâmetro será apresentado somente se existir o opcional de **Diferencial de temperatura do comutador**. Caso contrário, o relé assume a função padrão de sinalização instantânea de desligamento.



Faixa de ajuste:

- 0 - Sinalização instantânea de desligamento;
- 1 - Alarme por diferencial de temperatura instantâneo;
- 2 - Alarme por diferencial de temperatura filtrado;
- 3 - Alarme por diferenciais de temperatura instantâneo ou filtrado.

Valor padrão: 3.

RTD - Configuração dos sensores de temperatura

Seleção da opção de configuração dos sensores de temperatura.



Faixa de ajuste:

2X3 = 2 sensores Pt100 a 3 fios redundantes para temperatura do óleo;

1X4 = 1 sensor Pt100 a 4 fios para temperatura do óleo;

X3A = 1 sensor Pt100 a 3 fios na entrada A para temperatura do óleo;

X3B = 1 sensor Pt100 a 3 fios na entrada B para temperatura do óleo (*Verificar diagrama de ligação 4.14 para mais detalhes*);

O+A = 2 sensores Pt100 a 3 fios para medir as temperaturas do óleo (sensor A) e outra temperatura, por exemplo, ambiente ou comutador (sensor B).

Valor padrão: X3A.



SML - Simulador eletrônico de RTD

Verificação das entradas de Pt100 através de um simulador eletrônico de RTD.



Durante a operação normal do sistema, este parâmetro deve estar selecionado "OFF". A cada vez que o aparelho é desligado e religado, este parâmetro assume a seleção "OFF".

Faixa de ajuste:

ON = Utilizar simulador eletrônico de sensor Pt100 externo para simulação.
OFF = Utilizar Pt100 para leitura de temperatura.

Valor padrão: OFF

DMT - Diferença máxima de temperatura

Diferença máxima de temperatura admissível entre os 2 Pt100 a 3 Fios, quando Utilizada a Opção 2x3 no Parâmetro RTD.



Faixa de ajuste: 1 a 6 °C, em passos de 0,1 °C.

Valor padrão: 1 °C.

COM - Comunicação

Seleção da porta de comunicação a ser utilizada.



Faixa de ajuste:

232 = utilizar a serial RS-232 (conector DB9);

485 = utilizar a serial RS-485 (bornes A7 e A8).

Valor padrão: 485.

BDR - Baud rate

Seleção da velocidade de transmissão de dados.



Faixa de ajuste:

9.6 = velocidade de 9,6 kbps;

19.2 = velocidade de 19,2 kbps;

38.4 = velocidade de 38,4 kbps.

Valor padrão: 9.6.



END - Endereço

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



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

Valor padrão: 1.

PRT - Protocolo

Tipo do protocolo a ser utilizado para comunicação com o aparelho de aquisição de dados.



Este é um módulo opcional e só será mostrado se estiver habilitado.

Faixa de ajuste:

Mdb = Modbus;

DNP = DNP3 com timestamp de 1ms.

Valor padrão: Modbus.

SUP - Modo de supervisão

Trata de quais aparelhos estão conectados na rede local. Caso esteja com o valor 0 (apenas TM1) e o TM2 esteja conectado ao TM1, este por sua vez, não irá apresentar os dados do TM2 até que esse parâmetro seja ajustado para a conexão correta, no caso seria o valor 1. A mesma lógica funciona para a conexão com MT2 ou IRIG-B.



Faixa de ajuste:

0 = Apenas TM1;

1 = TM1 + TM2;

2 = Não Utilizado (opção reservada);

3 = Não Utilizado (opção reservada);

4 = TM1 + MT2;

5 = TM1 + IRIG-B.

Obs.:

1) Utilizando TM1 + MT2 (SUP = 4), o endereço do MT2 deverá ser 1.

2) Utilizando a conexão TM1 + IRIG-B não é possível a utilização do TM2.

NPW - Nova senha

Definição de nova senha para acesso aos menus de programação.



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

Valor Padrão = 0.



5.6.2 Menu CNF - TM2

FSA - Faixa de saída analógica (mA)

Seleciona o padrão do loop de corrente para indicação remota;



Faixa de ajuste:

- 0 = 0...1mA;
- 1 = 0...5mA;
- 2 = 0...10mA;
- 3 = 0...20mA;
- 4 = 4...20mA.

Valor padrão: 4.

VA1 - Variável associada à saída de corrente 1

Seleção da variável associada à saída de corrente 1. Se o opcional de **diferencial de temperatura do comutador** estiver habilitado, qualquer uma das 17 variáveis pode ser selecionada. Caso esse opcional não esteja habilitado e uma das variáveis de 9 a 16 for selecionada, a corrente na saída será nula.



Faixa de ajuste:

- 0 - Temperatura do óleo;
- 1 - Temperatura do enrolamento 1;
- 2 - Temperatura do enrolamento 2;
- 3 - Temperatura do enrolamento 3;
- 4 - Temperatura do enrolamento mais quente;
- 5 - Sensor de temperatura A (PTA) ligado ao TM1;
- 6 - Sensor de temperatura B (PTB) ligado ao TM1;
- 7 - Sensor de temperatura A (PTA) ligado ao TM2;
- 8 - Sensor de temperatura B (PTB) ligado ao TM2;
- 9 - Diferencial de temperatura instantâneo do comutador 1;
- 10 - Diferencial de temperatura instantâneo do comutador 2;
- 11 - Diferencial de temperatura instantâneo do comutador 3;
- 12 - Maior diferencial instantâneo dentre os 3 comutadores;
- 13 - Diferencial de temperatura filtrado do comutador 1;
- 14 - Diferencial de temperatura filtrado do comutador 2;
- 15 - Diferencial de temperatura filtrado do comutador 3;
- 16 - Maior diferencial filtrado dentre os 3 comutadores.

Valor padrão: 2.



FE1 - Fim de escala 1

Defina correspondência entre a corrente final da saída analógica 1 e o último valor da escala da grandeza medida 1.



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

Valor padrão: 150.

IE1 - Início de escala 1

Defina correspondência entre a corrente inicial da saída analógica 1 e o primeiro valor da escala da grandeza medida 1.



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

Valor padrão: 0.

VA2 - Variável associada à saída de corrente 2

Seleção da variável associada à saída de corrente 2. Se o opcional de Diferencial de Temperatura do Comutador estiver habilitado, qualquer uma das 17 variáveis pode ser selecionada. Caso esse opcional não esteja habilitado e uma das variáveis de 9 a 16 for selecionada, a corrente na saída será nula.



Faixa de ajuste:

- 0 - Temperatura do óleo;
- 1 - Temperatura do enrolamento 1;
- 2 - Temperatura do enrolamento 2;
- 3 - Temperatura do enrolamento 3;
- 4 - Temperatura do enrolamento mais quente;
- 5 - Sensor de temperatura A (PTA) ligado ao TM1;
- 6 - Sensor de temperatura B (PTB) ligado ao TM1;
- 7 - Sensor de temperatura A (PTA) ligado ao TM2;
- 8 - Sensor de temperatura B (PTB) ligado ao TM2;
- 9 - Diferencial de temperatura instantâneo do comutador 1;
- 10 - Diferencial de temperatura instantâneo do comutador 2;
- 11 - Diferencial de temperatura instantâneo do comutador 3;
- 12 - Maior diferencial instantâneo dentre os 3 comutadores;
- 13 - Diferencial de temperatura filtrado do comutador 1;
- 14 - Diferencial de temperatura filtrado do comutador 2;
- 15 - Diferencial de temperatura filtrado do comutador 3;
- 16 - Maior diferencial filtrado dentre os 3 comutadores.

Valor padrão: 3.



FE2 - Fim de escala 2

Defina correspondência entre a corrente final da saída analógica 2 e o último valor da escala da grandeza medida 2.



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

Valor padrão: 150.

IE2 - Início de escala 2

Defina correspondência entre a corrente inicial da saída analógica 2 e o primeiro valor da escala da grandeza medida 2.



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

Valor padrão: 0.

RL7 - Função de sinalização do relé de saída 7 (opcional)

Seleção da função de sinalização associada ao relé de saída 7. Este parâmetro será apresentado somente se existir o opcional de **diferencial de temperatura do comutador**. Caso contrário, o relé assume a função padrão de sinalização instantânea de desligamento.



Faixa de ajuste:

- 0 - Sinalização instantânea de desligamento - um ou mais contatos de desligamento atuados ou em temporização;
- 1 - Alarme por diferencial de temperatura instantâneo;
- 2 - Alarme por diferencial de temperatura filtrado;
- 3 - Alarme por diferenciais de temperatura instantâneo ou filtrado.

Valor padrão: 3.

RTD - Configuração dos sensores de temperatura

Seleção da opção de configuração dos sensores de temperatura.



Faixa de ajuste:

OFF;

2X3 = 2 sensores Pt100 a 3 fios redundantes para temperatura do óleo;

1X4 = 1 sensor Pt100 a 4 fios para temperatura do óleo;

X3A = 1 sensor Pt100 a 3 fios na entrada A para temperatura do óleo;

X3B = 1 sensor Pt100 a 3 fios na entrada B para temperatura do óleo (*Verificar diagrama de ligação da Figura 19 para mais detalhes*);

O+A = 2 sensores Pt100 a 3 fios para medir as temperaturas do óleo (sensor A) e outra temperatura, por exemplo, ambiente ou comutador (sensor B);

Valor padrão: OFF.



SML - Simulador eletrônico de RTD

Verificação das entradas de Pt100 através de um simulador eletrônico de RTD.



Durante a operação normal do sistema, este parâmetro deve estar selecionado "OFF". A cada vez que o aparelho é desligado e religado, este parâmetro assume a seleção "OFF".

Faixa de ajuste:

ON = Utilizar simulador eletrônico de sensor Pt100 externo para simulação.

OFF = Utilizar Pt100 para leitura de temperatura.

Valor padrão: OFF.

END - Endereço

Endereço do aparelho para comunicação com TM1.

Quando utilizada a configuração TM1+TM2, este parâmetro deve ser 1.



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

Valor padrão: 1.

DSP - Display

Indica qual variável será exibida no *display* correspondente ao enrolamento 3, presente no TM2. Esta exibição acontece no *display* inferior do TM2.



Faixa de ajuste:

- EN3: Exibe a temperatura calculada para o enrolamento 03;
- PTA: Exibe a temperatura lida pelo Pt100 na entrada A;
- PTB: Exibe a temperatura lida pelo Pt100 na entrada B.

Valor padrão: EN3.

NPW - Nova senha

Definição de nova senha para acesso aos menus de programação.

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

Valor Padrão: 0.



5.7 Menu TRF

Permite acesso aos parâmetros referentes às características do transformador/reator.





5.7.1 Menu TRF - TM1

GEO - Gradiente de temperatura óleo/enrolamento 1

Este valor geralmente é fornecido pelo fabricante do transformador / reator, que o obtém em ensaios de aquecimento ou cálculo.



O GEO é definido pela IEC 60076-7 como a diferença entre a temperatura média do enrolamento e a temperatura média do óleo, após a estabilização termodinâmica do transformador em carga nominal.

Na NBR 5416 / IEEE C57.91-1995 o GEO é definido como a elevação da temperatura média do enrolamento em relação a temperatura do topo do óleo, após a estabilização termodinâmica do transformador em carga nominal.

Faixa de ajuste: 0 a 50 °C, em passos de 0,1 °C.

Valor padrão: 10 °C.

TE - Constante de tempo do enrolamento 1

É a constante de tempo em segundos, relacionada à inércia térmica do enrolamento 1 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, em passos de 1.

Valor padrão: 300 segundos.

HS+ - Fator de hot-spot (NBR 5416/IEEE C57.91-1995)

É a diferença entre a temperatura do ponto mais quente (*hot-spot*) e a temperatura média do enrolamento, conforme modelo adotado pelas normas ABNT NBR 5416 e IEEE C57.91-1995.



Caso não sejam selecionadas estas normas, este parâmetro obrigatoriamente deve ser programado 0 (zero).

Faixa de ajuste: 0 a 20 °C, em passos de 0,1 °C.

Valor padrão: 0.

HS* - Fator de hot-spot (IEC - 60076-7)

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, conforme modelo adotado pela norma IEC 60076-7. Se esta norma não for a selecionada, este parâmetro obrigatoriamente deve ser programado 1 (um).





Faixa de ajuste: 1 a 1,5 em passos de 0,01.

Valor padrão: 1.



2*M - Expoente de enrolamento

Constante definida pelo tipo de resfriamento do transformador.

O valor deste parâmetro é igual a duas vezes o expoente da elevação de temperatura do enrolamento em função das perdas no cobre.



Faixa de ajuste:

- 1,6 (óleo natural e óleo forçado);
- 1,8 (uso ainda não previsto em normas);
- 2,0 (óleo dirigido).

Valor padrão: 1.8.

CNT - Corrente nominal do enrolamento 1 do transformador

Corrente nominal do enrolamento 1 do transformador, onde está sendo determinada a temperatura.



Faixa de ajuste: 0 a 9,999 kA em passos de 0,001 kA.

Valor padrão: 1,670 kA.

CNS - Corrente no secundário do TC de imagem térmica do enrolamento 1

Corrente no secundário do TC de imagem térmica do enrolamento 1, com o transformador na condição de carregamento nominal.



Fórmula: $CNS = CNT / \text{relação do TC}$

Faixa de ajuste: 0,5 a 10A em passos de 0,01 A.

Valor padrão: 0,5 A.

5.7.2 Menu TRF - TM2

GEO - Gradiente de temperatura óleo/enrolamento 2

Este valor geralmente é fornecido pelo fabricante do transformador / reator, que o obtém em ensaios de aquecimento ou cálculo.



O **GEO** é definido pela **IEC 60076-7** como a diferença entre a temperatura média do enrolamento e a temperatura média do óleo, após a estabilização termodinâmica do transformador em carga nominal.

Na **NBR 5416 / IEEE C57.91-1995** o **GEO** é definido como a elevação da temperatura média do enrolamento em relação a temperatura do topo do óleo, após a estabilização termodinâmica do transformador em carga nominal.

Faixa de ajuste: 0 a 50 °C, em passos de 0,1 °C.

Valor padrão: 10.°C



TE - Constante de tempo do enrolamento 2

É a constante de tempo em segundos, relacionada à inércia térmica do enrolamento 2 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, em passos de 1.

Valor padrão: 300.

CNT - Corrente nominal do enrolamento 2 do transformador

Corrente nominal do enrolamento 2 do transformador, onde está sendo determinada a temperatura.



Faixa de ajuste: 0 a 9,999kA em passos de 0,001 kA.

Valor padrão: 1,670.

CNS - Corrente no secundário do TC de imagem térmica do enrolamento 2

Corrente no secundário do TC de imagem térmica do enrolamento 2, com o transformador na condição de carregamento nominal.

Fórmula: $CNS = CNT / \text{relação do TC}$



Faixa de ajuste: 0,5 a 10A em passos de 0,01 A.

Valor padrão: 0,5.

GEO - Gradiente de temperatura óleo/enrolamento 3

Este valor geralmente é fornecido pelo fabricante do transformador / reator, que o obtém em ensaios de aquecimento ou cálculo.

O **GEO** é definido pela **IEC 60076-7** como a diferença entre a temperatura média do enrolamento e a temperatura média do óleo, após a estabilização termodinâmica do transformador em carga nominal.



Na **NBR 5416 / IEEE C57.91-1995** o **GEO** é definido como a elevação da temperatura média do enrolamento em relação a temperatura do topo do óleo, após a estabilização termodinâmica do transformador em carga nominal.

Faixa de ajuste: 0 a 50 °C, em passos de 0,1 °C.

Valor padrão: 10.

TE - Constante de tempo do enrolamento 3

É a constante de tempo em segundos, relacionada à inércia térmica do enrolamento 3 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, em passos de 1 segundo.

Valor padrão: 300 segundos.

CNT - Corrente nominal do enrolamento 3 do transformador

Corrente nominal do enrolamento 3 do transformador, onde está sendo determinada a temperatura.



Faixa de ajuste: 0 a 9,999kA em passos de 0,001 kA.

Valor padrão: 1,670.

CNS - Corrente no secundário do TC de imagem térmica do enrolamento 3

Corrente no secundário do TC de imagem térmica do enrolamento 3, com o transformador na condição de carregamento nominal.

Fórmula: CNS = CNT / relação do TC



Faixa de ajuste: 0,5 a 10A em passos de 0,01 A.

Valor padrão: 0,5.

5.8 Menu RF

Permite acesso aos parâmetros referentes às configurações de operação do resfriamento forçado do transformador. Os ajustes são efetuados somente no TM1. Algumas funções especiais para controle dos equipamentos de resfriamento são opcionais.



Os ajustes de operação do resfriamento estão subdivididos em alguns submenus adicionais, mostrados a seguir.



5.8.1 Submenu CONF

Contém os parâmetros de configuração geral do resfriamento forçado.



NGR - Número total de grupos de resfriamento forçado

Caso seja utilizado apenas o Monitor de Temperatura TM1, dois contatos de saída estarão disponíveis para o comando do resfriamento, logo o parâmetro NGR permitirá **faixa de ajuste** de 1 a 2.



Caso sejam empregados TM1 e TM2, quatro contatos estarão disponíveis e o parâmetro terá **faixa de ajuste** de 1 a 4. Neste caso, é possível utilizar os contatos de comando de resfriamento do TM2 como redundância aos contatos do TM1, bastando para isso programar o número de grupos NGR como 2.



Valor padrão: 2.

HIS - Histerese

É a diferença entre a temperatura de partida e parada dos ventiladores e bombas.

Determina um valor de redução de temperatura, abaixo da temperatura de partida do resfriamento, para desligar os ventiladores e bombas, a fim de evitar que eles sejam ligados e desligados seguidamente com pequenas variações de temperatura.



Faixa de ajuste: 0 a 9 °C; passos de 1 °C.

Valor padrão: 5.

HIC - Histerese de carga

É a diferença entre a porcentagem de carga para partida e parada dos ventiladores/bombas. Determina um valor de redução do percentual de carga, abaixo da carga de partida do resfriamento, para desligar os ventiladores/bombas, a fim de evitar que eles sejam ligados e desligados seguidamente com pequenas variações de carga.

Este parâmetro somente será mostrado se o Monitor de Temperatura possuir a função opcional de **Pré-resfriamento**.

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

Valor padrão: 5%.



EVH - Hora de início do exercício de ventiladores/bombas

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

Este parâmetro somente será mostrado se o Monitor de Temperatura possuir a função opcional de **Exercício do resfriamento**.

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

Valor padrão: 0.



EVM - Minuto de início do exercício de ventiladores/bombas

Ajuste do minuto (em complemento à hora do parâmetro anterior) em que deverão ser acionados os grupos de resfriamento forçado para o exercício diário dos ventiladores ou bombas.

Este parâmetro somente será mostrado se o Monitor de Temperatura possuir a função opcional de **Exercício do resfriamento**.

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

Valor padrão: 0.





TEV - Tempo de exercício de 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 do resfriamento**, basta programar este parâmetro com o valor zero.

Este parâmetro somente será mostrado se o Monitor de Temperatura possuir a função opcional de **Exercício do resfriamento**.



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

Valor padrão: 0

5.8.2 Submenus ER1, ER2, ER3 e ER4

Os submenus ER1, ER2, ER3 e ER4 permitem ajustar os parâmetros de operação dos estágios de resfriamento forçado 1 a 4 respectivamente. Cada um dos submenus possui basicamente os mesmos parâmetros, como mostrado a seguir.



RF1 / RF2 / RF3 / RF4 - Temperatura de atuação do 1° / 2° / 3° / 4° estágio de resfriamento Forçado.

Quando a temperatura de um dos enrolamentos do transformador atingir o valor ajustado, será acionado um dos grupos de resfriamento cadastrados no estágio de resfriamento correspondente (selecionados como "SIM" nos parâmetros GR1, GR2, GR3 e GR4 de cada Estágio).



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

Valor padrão: 65 / 75 / 85 / 95 °C

CV1 / CV2 / CV3 / CV4 - Percentual de carregamento para atuação do 1° / 2° / 3° / 4° estágio de resfriamento forçado

Quando o percentual de carga de um dos enrolamentos do transformador atingir o valor ajustado, será acionado um dos grupos de resfriamento cadastrados no estágio de resfriamento correspondente (selecionados como "SIM" nos parâmetros GR1, GR2, GR3 e GR4 de cada estágio).



Faixa de ajuste: 10 a 1000%, em passos de 1%

Valor padrão: 70%

GR1 / GR2 / GR3 / GR4 - Inscrição do grupo de resfriamento 1 / 2 / 3 / 4 no 1° / 2° / 3° / 4° estágio de resfriamento forçado

Permite selecionar se o grupo de resfriamento (1 / 2 / 3 / 4) estará inscrito ou não no 1° / 2° / 3° / 4° Estágio de resfriamento Forçado, ou seja, se poderá ser considerado disponível ou não para utilização pelo estágio de resfriamento quando for atingida sua temperatura ou percentual de carga de acionamento.



Faixa de ajuste: SIM ou NÃO.



Valor padrão: -

5.9 Menu DTC (opcional)

Permite acesso aos parâmetros referentes à monitoração do diferencial de temperatura dos comutadores. Essa função de monitoração é opcional, portanto, esse submenu somente será mostrado quando o equipamento a possuir. Os ajustes são efetuados somente no TM1.



TTR - Seleção do sensor de temperatura do óleo do transformador

Seleção do sensor de temperatura do óleo do transformador, utilizado para os cálculos diferenciais.



Faixa de ajuste:

- 1 - Sensor RTD A do TM1;
- 2 - Sensor RTD B do TM1;
- 3 - Sensor RTD A do TM2;
- 4 - Sensor RTD B do TM2;
- 5 - Temperatura do topo do óleo.

Valor padrão: 5.

TC1 - Seleção do sensor de temperatura do comutador 1

Seleção do sensor de temperatura do comutador, utilizado para os cálculos diferenciais.



Faixa de ajuste:

- 0 - Nenhum (diferencial de temperatura do comutador 1 não utilizado);
- 1 - Sensor RTD A do TM1;
- 2 - Sensor RTD B do TM1;
- 3 - Sensor RTD A do TM2;
- 4 - Sensor RTD B do TM2.

Valor padrão: 2.

TC2 - Seleção do sensor de temperatura do comutador 2

Seleção do sensor de temperatura do comutador, utilizado para os cálculos diferenciais.



Faixa de ajuste:

- 0 - Nenhum (diferencial de temperatura do comutador 1 não utilizado);
- 1 - Sensor RTD A do TM1;
- 2 - Sensor RTD B do TM1;
- 3 - Sensor RTD A do TM2;
- 4 - Sensor RTD B do TM2.

Valor padrão: 0.





TC3 - Seleção do Sensor de Temperatura do Comutador 3

Seleção do sensor de temperatura do comutador, utilizado para os cálculos diferenciais.

Faixa de ajuste:

- 0 - Nenhum (diferencial de temperatura do comutador 2 não utilizado);
- 1 - Sensor RTD A do TM1;
- 2 - Sensor RTD B do TM1;
- 3 - Sensor RTD A do TM2;
- 4 - Sensor RTD B do TM2.



Valor padrão: 0.

CTF - Constante de tempo para filtragem

Constante de tempo para filtragem dos diferenciais de temperatura dos comutadores de carga.



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

Valor padrão: 180.

TAL – Tempo para alarmes

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



Faixa de ajuste: 0 a 240 minutos, em passos de 1 minuto.

Valor padrão: 20.

MAA - Margem para ajustes automáticos 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 °C, em passos de 1 °C.

Valor padrão: 5.

TAA - Tempo de amostragem para ajustes automáticos de alarmes

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



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

Valor padrão: 336.

AAA - Ajuste automático de alarmes

Permite iniciar (ON) ou interromper (OFF) o processo de ajuste automático dos alarmes por diferenciais de temperatura instantâneo e filtrado. Ao selecionar ON, será iniciada a contagem regressiva do tempo para o ajuste automático, conforme programado no parâmetro TAA acima.



Faixa de ajuste: ON ou OFF.

Valor padrão: ON.



ADI - Alarme por diferencial instantâneo

Valor para alarme por diferencial de temperatura instantâneo dos comutadores (consulta ou ajuste manual).



Faixa de ajuste: -40 a +40 °C, em passos de 0,1 °C.

Valor padrão: 10.

ADF - Alarme por diferencial filtrado

Valor para alarme por diferencial de temperatura filtrado dos comutadores.



Faixa de ajuste: -40 a +40 °C, em passos de 0,1 °C.

Valor padrão: 10.

5.10 Menu LOG

Permite ajustar as configurações para gravação de medições e eventos na memória de massa do TM. Esse submenu somente será apresentado se o TM possuir essa função opcional. A memória de massa é do tipo FIFO (First In First Out), isto é, ao chegar ao final da memória os dados mais antigos começam a ser sobrescritos por dados novos.



Uma nova gravação na memória pode ser iniciada por intervalo de tempo, por variação de temperatura maior que o valor ajustado ou ainda pela ocorrência de qualquer evento (alarmes, desligamentos ou acionamentos de ventilação forçada).



TLG - Intervalo de tempo para efetuar gravação na memória

Determina o intervalo de tempo para que seja efetuada uma nova gravação na memória de massa, em minutos.



Faixa de ajuste: 1 a 120 minutos, em passos de 1 minuto.

Valor padrão: 60.

HLG - Histerese do log

Determina um valor de variação nas temperaturas medidas, em °C, que se excedido faz com que o TM efetue uma nova gravação na memória de massa. Esse recurso permite prolongar o tempo para que os dados mais antigos da memória sejam sobrescritos, evitando gravações caso as medições não variem de forma significativa.



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

Valor padrão: 5.



RST - Comando para limpeza da memória

Permite reiniciar a memória de massa, apagando todos os dados armazenados. Esse processo poderá demorar vários segundos. Nesse tempo o *display* manterá a indicação RST / SIM.



Faixa de ajuste: NÃO ou SIM (Pressione a tecla  para confirmar).

Valor padrão: NÃO.



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 o transformador estiver energizado durante a instalação do TM1 e do TM2, curto-circuitar e aterrar os secundários de TCs que serão conectados aos equipamentos antes de qualquer operação. Depois de finalizada a instalação, proceder a minuciosa verificação destes circuitos antes de retirar o curto-circuito dos secundários;
- ✓ Se forem efetuados ensaios de rigidez dielétrica na fiação (tensão aplicada), desconecte os cabos de terra ligados aos terminais 13 do TM1 e do TM2 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 dessas proteções;
- ✓ Reconectar os cabos de terra aos terminais 13 do TM1 e do TM2, caso tenham sido desconectados para ensaios de tensão aplicada. Energizar o TM1 e o TM2 com qualquer tensão na faixa de 38 a 265 Vca/Vcc 50/60Hz;
- ✓ Efetuar toda a parametrização do TM1 e do TM2. A parametrização efetuada pode ser anotada na planilha de parametrização, fornecida no capítulo **Erro! Fonte de referência não encontrada.**;
- ✓ 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...A4);
- ✓ Conectar calibrador de temperatura, década resistiva ou verifique a temperatura do Pt100 conectado a cada entrada de medição do TM1, checando se as medições estão corretas;



- ✓ Injete corrente AC nas entradas de medição de corrente dos Monitores de Temperatura TM1 e TM2, verificando se as indicações estão corretas nas telas de consulta dos equipamentos;
- ✓ 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...A4).



7 Resolução de problemas

Os softwares dos Monitores de Temperatura TM1 e TM2 verificam 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. Mensagens serão indicadas no *display* dos TMs, auxiliando no processo de diagnóstico da falha.

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 a assistência técnica da Treotech ou seu representante autorizado.

7.1 Equipamento apresenta mensagens de autodiagnóstico no *display*

A função de autodiagnóstico implementada nos aparelhos TM1 e TM2 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.

Para acessar a memória de erros internos do TM, pressione e segure por alguns segundos as teclas  e . Todos os erros que já tiverem ocorrido serão mostrados em sobreposição, e para limpar essa memória basta pressionar por alguns segundos  e .

Ao detectar um problema, o TM indicará em seu *display* superior a sigla “ERR”, e em seu *display* inferior, o código do respectivo erro em hexadecimal, como ilustra a figura. Cada falha é representada por um dos seguintes valores: 1, 2, 4 e 8. O valor mostrado no dígito será a soma do valor de todos os alarmes ativos daquele dígito. Se, por exemplo, um certo dígito estiver mostrando o número 3, isto significa que os alarmes 1 e 2 estão ativos ($1 + 2 = 3$). No caso de um dígito mostrar a letra B por exemplo, os alarmes 1, 2 e 8 estão ativos no momento, pois em números hexadecimais $B=1+2+8$.

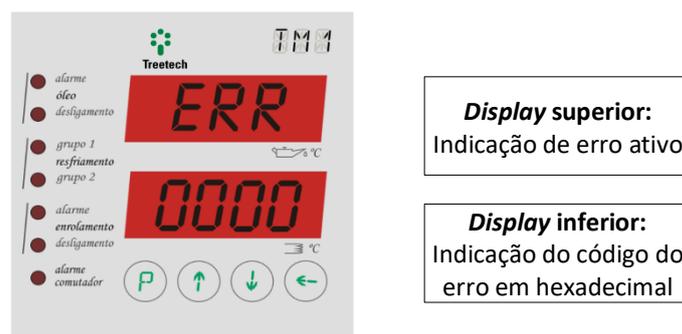


Figura 27 - Indicações de autodiagnóstico

Para checar o procedimento em caso de autodiagnóstico e possíveis erros gerados pelo TM1/TM2, siga as instruções clicando no link abaixo ou escaneando o QR code para ser redirecionado ao SAC da Treotech.



Autodiagnósticos:



FAQs:





8 Dados técnicos e ensaios de tipo

8.1 Dados técnicos

Hardware	Intervalo/Descrição
Tensão de alimentação:	38 a 265 Vca/Vcc 50/60 Hz
Consumo máximo:	< 8 W
Temperatura de operação:	-40...+85 °C
Grau de proteção:	IP 20
Conexões - Exceto entradas de TC:	0,3...2,5mm ² , 22...12 AWG
Conexões - Entradas de TC:	Um ou dois 1,5 a 2,5 mm ² , 16 a 12 AWG utilizando terminais tipo olhal apropriados
Fixação:	Fixação embutida em painel
Saídas analógicas: Erro máximo: Opções (selecionáveis) e carga máxima:	2 (com positivo comum) por equipamento (TM1 ou TM2) 0,5 % do fim de escala 0...1 mA, 10 kΩ 0...5 mA, 2 kΩ 0...10 mA, 1 kΩ 0...20 mA, 500 Ω 4...20 mA, 500 Ω
Saídas a relés: Tipo e funções (padrão): Potência máxima de chaveamento: Tensão máxima de chaveamento: Corrente máxima de condução: Corrente máxima de interrupção:	Contatos livres de potencial 5NA (alarmes/deslig) +3 NF (2 R.F.+1 autodiag.) por equipamento (TM1 ou TM2) 70 W (dc) / 220 VA (ac) não-indutivo 250 Vca / Vcc 5 A 5 A, 250 Vca, cosφ = 1 5 A, 30 Vcc, 0 ms 0,175 A, 125 Vcc, DC13 ou L/R = 40 ms 0,500 A, 125 Vcc, DC13 ou L/R = 40 ms (com diodo de polarização reversa ou diodo supressor de sobretensão)
Medições diretas de temperatura (por exemplo, óleo, ambiente, comutadores, etc.): Sensor: Faixa de medição: Erro máximo a 20 °C: Desvio por variação de temperatura: Opções de conexão em cada equipamento:	Entradas para sensores RTD com autocalibração contínua Pt100Ω a 0 °C -55...200 °C 0,4 % do fim de escala 20 ppm/ °C 2 sensores a três fios, ou 1 sensor a quatro fios, ou 1 sensor a três fios.
Medição de temperatura do enrolamento: Modelos matemáticos aplicados:	Calculada ABNT NBR 5416 (1997), IEEE C57.91 (1995) IEC 60076-7 (2005)



Entradas de medição de corrente AC:	Medição direta ou com TC externo clip-on
Faixa de trabalho:	0...10 A
Erro máximo a 20 °C:	0,5 % do fim de escala (1 % com TC <i>clip-on</i>)
Desvio por variação de temperatura:	50 ppm/ °C
Protocolos de comunicação (<i>Acesso via TM1</i>):	Modbus (padrão) / DNP3 level 1 (opcional)
Portas de comunicação serial:	1 RS-485 para interligação TM1/TM2 ou IRIG-B 1 selecionável RS-485 / RS-232 para sistema de supervisão (somente no TM1)
Memória de massa (opcional):	
Intervalo de gravação:	1 a 120 minutos
Variação de temperatura p/ gravação:	1 a 20 °C
Capacidade	
TM1 sem Diferencial de Temp. OLTC:	1465 registros
TM1 com Diferencial de Temp. OLTC:	948 registros
TM1+TM2 sem Diferencial de Temp. OLTC:	848 registros
TM1+TM2 com Diferencial de Temp. OLTC:	645 registros



8.2 Ensaios de tipo

Hardware	Intervalo/Descrição
Imunidade a surtos (IEC 60255-22-5)	
Surtos fase-neutro:	1 kV, 5 por polaridade (+/-)
Surtos fase-terra e neutro-terra:	2 kV, 5 por polaridade (+/-)
Imunidade a transitórios elétricos (IEC 60255-22-1 e IEEE C37.90.1)	
Valor de pico 1° ciclo:	2,5 kV
Frequência:	1,1 MHz
Tempo e taxa de repetição:	2 segundos, 400 surtos/seg.
Descaimento a 50%:	5 ciclos
Impulso de tensão (IEC 60255-5)	
Forma de onda:	1,2 / 50 seg.
Amplitude e energia:	5 kV
Número de pulsos:	3 negativos e 3 positivos, intervalo 5s
Tensão aplicada (IEC 60255-5)	
Tensão suportável à frequência industrial	2 kV 60 Hz 1 min. contra terra
Imunidade a campos eletromagnéticos irradiados (IEC 61000-4-3 / IEC60255-22-3)	
Frequência:	26 a 1000 MHz 10 V/m
Intensidade de campo:	
Imunidade a perturbações eletromagnéticas conduzidas (IEC 60255-22-6)	
Frequência:	0,15 a 80 MHz 10 V/m
Intensidade de campo:	
Descargas eletrostáticas (IEC 60255-22- e IEEE C37.90.3)	
Modo ar:	8 kV, dez descargas por polaridade
Modo contato:	6 kV, dez descargas por polaridade
Imunidade a transitórios elétricos rápidos (IEC60255-22-4 e IEEE C37.90.1)	
Teste na alimentação, entradas e saídas:	4 kV
Teste na comunicação serial:	2 kV
Ensaio climático: (IEC 60068-2-14)	
Faixa de temperatura:	-40 a +85 °C
Tempo total do teste:	96 horas
Resposta à vibração: (IEC 60255-21-1)	
Modo de Aplicação:	3 eixos (X, Y e Z), senoidal
Amplitude:	0,075 mm de 10 a 58 Hz 1 G de 58 a 150 Hz
Duração:	8 min/eixo
Resistência à vibração: (IEC 60255-21-1)	
Modo de Aplicação:	3 eixos (X, Y e Z), senoidal
Frequência:	10 a 150 Hz
Intensidade:	2 G
Duração:	160 min/eixo
Sobrecarga de curta duração (IEEE C57.109-1993 e NBR 8145/83):	Entradas de medição de corrente AC



9 Especificação para pedido

Os Monitores de Temperatura TM1 e TM2 são equipamentos universais, tendo a maioria de suas características selecionadas em seus menus de programação. Estes ajustes podem ser feitos diretamente em seu painel frontal ou pelas portas de comunicação serial RS-232 ou RS-485. A entrada de alimentação é universal (38 a 265 Vca/Vcc 50/60 Hz).

Deste modo, no pedido de compra do aparelho padrão, somente é necessário informar:

1. Nome do produto

Monitor de Temperatura - TM1 ou Monitor de Temperatura - TM2.

2. Quantidade

O número de unidades.

3. Tipo de conexão de TC:

a. TC interno

Padrão para conexão direta de TC (0 a 10 A).

b. TC externo

É necessária a utilização de TC externo com núcleo seccionável (acessórios **não** incluídos devem ser especificados separadamente).

4. Configuração do contato dos relés

Alguns relés do TM podem ser configurados com contato NA (Normalmente Aberto) ou NF (Normalmente Fechado). Caso deseje uma configuração específica, informe-a no pedido conforme a tabela a seguir.

PADRÃO	CONFIGURAÇÃO	RELÉS TM1	RELÉS TM2
NA	NA ou NF	Alarme óleo	Alarme enrolamento 2
NA	✘	Desligamento óleo	Desligamento enrolamento 2
NF	NA ou NF	Refrigeração forçada 1	Refrigeração forçada 1
NF	NA ou NF	Refrigeração forçada 2	Refrigeração forçada 2
NA	NA ou NF	Alarme enrolamento 1	Alarme enrolamento 3
NA	✘	Desligamento enrolamento 1	Desligamento enrolamento 3
NA	NA ou NF	Programável	Programável
NF	NA ou NF	Falha	Falha

*Se nenhuma configuração for especificada, o equipamento será enviado com a configuração padrão.

LEGENDA	
NA ou NF	Configurável
✘	Não configurável



Observação:

Os relés de desligamento **NÃO** são configuráveis;

5. Opcionais

Pode ser especificado mais de um item opcional para o mesmo equipamento.

- DNP3 - Protocolo DNP3 (antigo opcional 1)
- PCOL - Pré-resfriamento (antigo opcional 2)
- FEXC - Exercício do resfriamento (antigo opcional 3)
- OLTD - Diferencial de temperatura do comutador (antigo opcional 4)

Obs.: O Monitor de Temperatura TM2 trabalha obrigatoriamente com o Monitor de Temperatura TM1, não podendo ser aplicado em separado.



Treotech

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