

MANUAL DO PRODUTO



Treetech

MO

Monitor de Umidade



Sumário

1	PREFÁCIO	6
1.1	INFORMAÇÕES LEGAIS	6
1.1.1	<i>Isenção de responsabilidade</i>	6
1.2	APRESENTAÇÃO	6
1.3	CONVENÇÕES TIPOGRÁFICAS	6
1.4	INFORMAÇÕES GERAIS E DE SEGURANÇA	6
1.4.1	<i>Simbologia de segurança</i>	7
1.4.2	<i>Simbologia geral</i>	7
1.4.3	<i>Perfil mínimo recomendado para o operador e mantenedor do MO</i>	7
1.4.4	<i>Condições ambientais e de tensão requeridas para instalação e operação</i>	8
1.4.5	<i>Instruções para teste e instalação</i>	8
1.4.6	<i>Instruções para limpeza e descontaminação</i>	10
1.4.7	<i>Instruções de inspeção e manutenção</i>	10
1.5	ATENDIMENTO AO CLIENTE	11
1.6	TERMO DE GARANTIA	12
2	INTRODUÇÃO	13
2.1	CARACTERÍSTICAS E FUNÇÕES	14
2.1.1	<i>Entradas</i>	15
2.1.2	<i>Saídas</i>	15
2.1.3	<i>Comunicação</i>	15
2.2	FUNÇÃO OPCIONAL	15
2.3	FILOSOFIA BÁSICA DE FUNCIONAMENTO	16
2.3.1	<i>Saturação relativa e teor de água</i>	16
2.3.2	<i>Conversões de saturação relativa para diferentes temperaturas</i>	17
3	PROJETO E INSTALAÇÃO	18
3.1	TOPOLOGIA DO SISTEMA	18
3.2	INSTALAÇÃO ELÉTRICA	19
3.2.1	<i>Terminais de entrada e saída</i>	21
3.2.2	<i>Alimentação e terra</i>	22
3.2.3	<i>Sensor MO e sensor de temperatura 2</i>	22
3.2.4	<i>Saída analógica</i>	23
3.2.5	<i>Relés</i>	23
3.2.6	<i>Comunicação serial</i>	23
3.3	INSTALAÇÃO MECÂNICA	24
3.3.1	<i>Módulo de Interface</i>	24
3.3.2	<i>Sensor MO</i>	25
3.3.3	<i>Procedimento de instalação do Sensor MO</i>	26
4	OPERAÇÃO	27
4.1	FUNÇÃO DAS TECLAS	27
4.2	TELAS DE CONSULTAS	27
4.2.1	<i>Indicações de variáveis</i>	27
4.3	INDICAÇÕES DE ALARMES	28
4.4	CONSULTA DE VARIÁVEIS ADICIONAIS	28
4.5	INDICAÇÕES DE AUTODIAGNÓSTICOS	29
5	PARAMETRIZAÇÃO	31
5.1	ACESSO AO MENU DE PROGRAMAÇÃO	31
5.2	MAPA DE PARAMETRIZAÇÃO	33
5.3	MENU ALRM - ALARME	34



5.4	MENU CNF - CONFIGURAÇÕES	36
5.5	MENU SENS - SENSOR	37
5.6	MENU MED - MEDIÇÃO.....	38
5.7	MENU LOG - LOG DE MEDIÇÃO E EVENTOS (OPCIONAL)	40
5.8	MENU RLG - RELÓGIO.....	41
5.9	MENU FAB - FÁBRICA	41
5.10	MENU DWL.....	41
6	COMISSONAMENTO PARA COLOCAÇÃO EM SERVIÇO	42
6.1	FOLHA DE PARAMETRIZAÇÃO	43
7	RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS	44
7.1	O MO APRESENTA MENSAGENS DE AUTODIAGNÓSTICO EM SEU DISPLAY	44
8	DADOS TÉCNICOS E ENSAIOS DE TIPO	46
8.1	DADOS TÉCNICOS.....	46
8.2	ENSAIOS DE TIPO.....	48
9	ESPECIFICAÇÃO PARA PEDIDO	49
9.1	MONITOR DE UMIDADE MO - MÓDULO DE INTERFACE.....	49
9.2	MONITOR DE UMIDADE MO - Sonda MO	49
10	ACESSÓRIOS	50
10.1	ACESSÓRIOS OPCIONAIS	50
10.1.1	<i>Painel de instalação rápida - PIR.....</i>	<i>50</i>
10.1.2	<i>Abrigo meteorológico.....</i>	<i>51</i>



Índice de ilustrações

FIGURA 1 - A ESQUERDA MONITOR DE UMIDADE MO E A DIREITA SENSOR DE UMIDADE E ÓLEO.....	13
FIGURA 2 - DIAGRAMA DE BLOCOS DE INTERLIGAÇÃO.....	18
FIGURA 3 - DIAGRAMA DE LIGAÇÃO	20
FIGURA 4 - DETALHES DA BLINDAGEM DOS CABOS DE LIGAÇÃO DO SENSOR DE UMIDADE E ÓLEO	22
FIGURA 5 - DETALHES DA BLINDAGEM DO CABO DE COMUNICAÇÃO SERIAL	24
FIGURA 6 - DIMENSIONAL DO MÓDULO DE INTERFACE	25
FIGURA 7 - MÓDULO SENSOR COM CABEÇOTE.....	26
FIGURA 8 - FUNÇÃO DAS TECLAS.....	27
FIGURA 9 - INDICAÇÃO DAS VARIÁVEIS NO DISPLAY.....	28
FIGURA 10 - EXEMPLO DE INDICAÇÃO DE ALARME.....	28
FIGURA 11 - INDICAÇÕES DO AUTODIAGNÓSTICO.....	29
FIGURA 12 - ESTRUTURA DE ACESSO AOS SUBMENUS	33
FIGURA 13 - INDICAÇÕES DE AUTODIAGNÓSTICO	44



Índice de tabelas

TABELA 1 - CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO	8
TABELA 2 - TERMINAIS DE ENTRADA DO MO	21
TABELA 3 - TERMINAIS DE SAÍDA DO MO	21
TABELA 4 - CARGA MÁXIMA DA SAÍDA EM LOOP DE CORRENTE.....	23
TABELA 5 - VALORES TÍPICOS DE SOLUBILIDADE DA ÁGUA NOS TIPOS DE ÓLEO (A)	38
TABELA 6 - VALORES TÍPICOS DE SOLUBILIDADE DA ÁGUA NOS TIPOS DE ÓLEO (B)	39
TABELA 7 - MÓDULO DE INTERFACE	46
TABELA 8 - MEDIÇÃO DE TEMPERATURA	46
TABELA 9 - MEDIÇÃO DE PERCENTUAL DE SATURAÇÃO DE ÁGUA	46
TABELA 10 - SENSOR DE UMIDADE E ÓLEO	46
TABELA 11 - ENSAIOS EFETUADOS	48



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 Umidade.

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 MO.



1.4.1 Simbologia de segurança

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



Aviso:

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



Cuidado:

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



Risco de choque elétrico:

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

1.4.2 Simbologia geral

Este manual utiliza os seguintes símbolos de propósito geral:



Dica

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



Importante

Este símbolo é utilizado para evidenciar informações.

1.4.3 Perfil mínimo recomendado para o operador e mantenedor do MO

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 Umidade - MO.



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

Para manusear o MO, o profissional deverá:

1. Estar treinado e autorizado a operar, aterrar, ligar e desligar o MO, seguindo os procedimentos de manutenção de acordo com as práticas de segurança estabelecidas, estas sob inteira responsabilidade do operador e mantenedor do MO;
2. Estar treinado no uso de EPIs, EPCs e primeiros socorros;
3. Estar treinado nos princípios de funcionamento do MO, 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	-50...+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 Umidade.



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 MO.

1. Leia cuidadosamente este manual antes da instalação, operação e manutenção do MO. Erros na instalação, manutenção ou nos ajustes do MO 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 MO devem ser feitos por pessoal treinado e familiarizado com transformadores de potência com isolação 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 MO, incluindo o tipo e bitola dos cabos, local de instalação e colocação em serviço, incluindo a correta parametrização do equipamento.



O MO 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 MO 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 MO foi instalado tenha uma janela, utilize uma película G20 ou superior para impedir a incidência direta de luz solar (raios ultravioleta) 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 MO. 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 MO, 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.



A abertura do MO 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.



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.



1.5 Atendimento ao cliente

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

SAC

<https://sac.treotech.com.br/pt-BR/support/solutions/69000431975>

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

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

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

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

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 MO 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.



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



2 Introdução



Figura 1 - A esquerda Monitor de Umidade MO e a direita sensor de umidade e óleo

O excesso de água no óleo isolante de equipamentos de alta tensão como transformadores e reatores acarreta efeitos negativos amplamente conhecidos, tais como a diminuição da rigidez dielétrica e a migração de água para o papel isolante, com risco de formação de bolhas e envelhecimento acelerado na presença de altas temperaturas, colocando em risco a vida útil e a integridade do equipamento.

O Monitor de Umidade - MO é composto de um sensor de umidade e óleo (Sensor MO), instalado em contato com o óleo, e um Módulo de Interface que permitem a medição e monitoração on-line da água presente no óleo, proporcionando informações importantes para o diagnóstico do estado atual do equipamento:

- Medição do percentual de saturação de água no óleo e temperatura do óleo (RS%);
- Cálculo do percentual de saturação de água convertido para uma temperatura de referência selecionada pelo usuário (RS% @ T_{REF}), permitindo saber, por exemplo, qual seria o valor da saturação de água a uma temperatura padrão ou à menor temperatura esperada para o óleo durante a operação do transformador;
- Percentual de saturação de água convertido para um segundo valor de temperatura, medido em uma entrada para sensor Pt100 (RS% @ T₂), permitindo saber, por exemplo, qual seria o valor da saturação de água caso seja desenergizado o transformador e este esfrie até atingir a temperatura ambiente (neste caso, a temperatura T₂ seria a temperatura ambiente, medida através de um sensor Pt100);
- Teor de água no óleo em partes por milhão (ppm), calculado a partir das medições de percentual de saturação de água e temperatura do óleo, com constantes de solubilidade de água programáveis pelo usuário;
- Cálculo da tendência de evolução (taxa de aumento ou redução) do teor de água no óleo em ppm por dia (ppm/24h).

Baseado nas informações acima, são programados no MO valores limites para emissão de alarmes.



2.1 Características e funções

Autodiagnóstico

Função de autodiagnóstico, com um relé de saída NF e indicação em display, para detecção de qualquer condição de falha de sensor, dos cabos de conexão, de alimentação auxiliar ou falha interna ao MO.

IED (Intelligent Electronic Device)

Projetado especificamente para as condições de pátio de subestação (interferências, temperaturas extremas), aptos para integração a sistemas de supervisão ou de monitoração pela porta RS485 (Modbus padrão ou DNP3).

Hardware robusto

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

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.

Sem partes mecânicas

Total ausência de partes mecânicas para parametrização e calibração;

Compacto e versátil

O MO tem dimensões compactas, proporcionando economia de espaço e de custo de instalação;

Display de LED

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

Relés

Seis relés de saída programáveis pelo usuário para indicações de alarmes;

Saída em loop de corrente

Saída analógica programável para indicação remota das variáveis medidas e calculadas. Faixa de saída programável: 0 a 1 mA, 0 a 5 mA, 0 a 10 mA, 0 a 20 mA ou 4 a 20 mA;

Comunicação serial

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



2.1.1 Entradas

- ✓ Entrada para o Sensor MO.
- ✓ Caso o opcional esteja ativo, é possível utilizar uma entrada adicional para sensores Pt100 com autocalibração, precisão de 0,2 % do fim de escala e alta estabilidade em larga faixa de temperatura ambiente.

2.1.2 Saídas

- ✓ Saída analógica em loop de corrente (mA), que pode ser programada pelo usuário para indicar remotamente o valor das variáveis medidas e calculadas;
- ✓ Contato NF para indicação de autodiagnóstico ou falta de tensão;
- ✓ 6 contatos secos programáveis (4 contatos NA + 2 reversíveis NA/NF) para sinalização de alarmes.

2.1.3 Comunicação

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

2.2 Função opcional

Memória de massa

Memória de massa para armazenamento das medições de saturação relativa, teor de água no óleo, temperatura do óleo, temperatura do sensor 2 (se utilizado), tendência de evolução do teor de água e ocorrências de alarmes, baseada em relógio interno com dia, mês, ano, hora, minuto e segundo. Uma gravação na memória pode ser iniciada por:

- ✓ Intervalo de tempo entre gravações selecionado pelo usuário, ou;
- ✓ Ocorrência de qualquer alarme.

A memória de massa do MO 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 ou por variação nas medições de temperatura do óleo e teor de água no óleo superior aos limites ajustados. A capacidade da memória é de 1489 registros, cada registro com medições.

Protocolo DNP3

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



2.3 Filosofia básica de funcionamento

O Monitor de Umidade - MO faz a medição da umidade presente no óleo e para isso seu sensor de umidade e óleo é instalado em contato com o óleo, geralmente em uma válvula em local com boa circulação de óleo.

O sensor mede a porcentagem de saturação relativa de água no óleo, que é a proporção entre o teor de água dissolvida no óleo (ppm) e a solubilidade de água no óleo (ppm). A partir dessa medição são calculados, o teor de água no óleo em ppm e as conversões de saturação relativa para a temperatura de referência e para a temperatura ambiente.

Para sinalizar condições em que o excesso de água no óleo pode trazer perigo ao equipamento, podem ser programados no MO limites de alarme baseados nos diversos parâmetros medidos e calculados, além de ser possível programar relés de contato seco para atuarem na ocorrência de alarmes.

Além dos relés para atuarem na ocorrência de alarmes, o MO possui um contato fixo para atuar na ocorrência de autodiagnóstico, sinalizando qualquer condição de falha de medição, falta de alimentação auxiliar ou falha interna ao aparelho.

O equipamento também disponibiliza uma saída analógica em loop de corrente (mA), que pode ser programada pelo usuário para indicar remotamente o valor das temperaturas medidas.

O canal de comunicação serial RS-485 possibilita a comunicação com o sistema supervisor ou com outros equipamentos, além de permitir acesso à programação e consulta dos parâmetros, medições e memória do LAP. É selecionável o protocolo de comunicação que será utilizado, entre as opções Modbus e DNP3 (.

2.3.1 Saturação relativa e teor de água

A saturação relativa é a proporção entre o teor de água dissolvida no óleo (ppm) e a solubilidade de água no óleo (ppm), sendo a solubilidade o teor máximo de água que esse mesmo óleo poderia dissolver. Portanto, o teor de água no óleo em ppm corresponde à saturação relativa multiplicada pela solubilidade de água.

$$\text{Saturação Relativa} = \frac{\text{Teor de água dissolvida no óleo}}{\text{Solubilidade de água no óleo}}$$

A solubilidade de água no óleo depende de características próprias do óleo (composição, acidez, etc.) é calculada a partir de suas constantes de solubilidade (parâmetros **A1/A2** e **B** do capítulo 5), e varia também em função de sua temperatura. Por essa razão, o sensor de umidade e óleo mede também a temperatura do óleo.

As constantes de solubilidade de água no óleo são programadas pelo usuário usando valores típicos para o tipo de óleo utilizado ou usando valores obtidos através de ensaios. Para detalhes de como obter a solubilidade do óleo através de ensaios confira este artigo: [Determinação da Solubilidade de Água no Óleo, pelo MO.](#)

A partir da solubilidade de água calculada e da medição de saturação relativa, o MO pode então calcular o teor de água no óleo, em ppm.



2.3.2 Conversões de saturação relativa para diferentes temperaturas

Dado que a solubilidade de água no óleo varia em função da temperatura, é natural que a saturação relativa também varie, ainda que o teor de água em ppm permaneça constante. Logo, à medida que o óleo esfria, a solubilidade de água diminui, aumentando a saturação relativa.

Se a temperatura do óleo atingir níveis suficientemente baixos, chega um ponto em que a solubilidade se aproxima do teor de água, ocorrendo então a formação de água livre no óleo, com risco de falha do equipamento. Em geral convencionou-se que com valores de saturação relativa superiores a 50% já existe o risco de formação de água livre no óleo.

Do acima exposto conclui-se que pode existir a situação em que um equipamento em operação com temperatura elevada não apresenta risco de formação de água livre, porém esse mesmo equipamento ao ser desenergizado e resfriar até a temperatura ambiente apresentará água livre no óleo, impedindo assim sua reenergização.

Por essa razão, além de medir a saturação de água na temperatura atual do equipamento, o MO efetua também os cálculos de conversão da saturação de água para dois outros valores de temperatura utilizando as constantes de solubilidade de água no óleo A e B:

- Uma temperatura de referência, programada pelo usuário, que pode ser um valor padrão para permitir comparações entre equipamentos ou ainda o menor valor de temperatura ambiente esperada durante todo o ano;
- A temperatura medida na segunda entrada para sensor Pt100 existente no MO, utilizada tipicamente para medição da temperatura ambiente. Dessa forma o MO calcula de forma on-line a quanto se elevaria a saturação de água no óleo caso o equipamento seja desenergizado. A utilização dessa segunda entrada de medição de temperatura é opcional.



3 Projeto e instalação

3.1 Topologia do sistema

O MO pode ser dividido, para simplificar o entendimento, em blocos de terminais de entrada, saída e comunicação. Estes blocos serão individualmente explicados. Basicamente, o sistema do Supervisor de Temperatura é composto de:

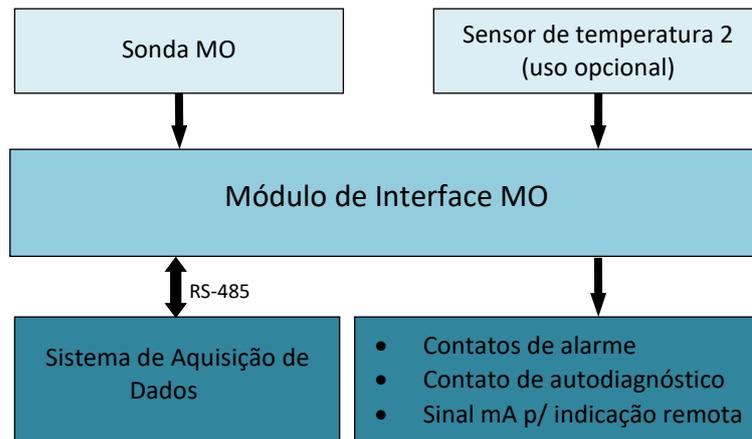


Figura 2 - Diagrama de Blocos de Interligação

Os itens principais necessários para a instalação são:

- Sensor de umidade e óleo - Sonda MO;
- Módulo de Interface MO;
- Sensor de temperatura 2 (uso opcional, por exemplo, para medição da temperatura ambiente);
- Cabo blindado de 6 vias para conexão do sensor de umidade e óleo ao Módulo de Interface;
- Cabo blindado de 3 vias para conexão do sensor de temperatura 2 (se utilizado) ao Módulo de Interface;
- Cabo par-trançado blindado 2 vias para comunicação serial e/ou indicação remota via loop de corrente (se utilizadas);
- Painel para instalação do Módulo de Interface (se aplicável);
- Insumos básicos: fita teflon, eletrodutos, etc.



3.2 Instalação elétrica

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

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



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



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

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



Deverá ser utilizado um disjuntor imediatamente antes da entrada de alimentação (*Alimentação universal - 38 ~ 265 Vcc/Vca, <8 W, 50/60 Hz*), que corresponde aos pinos, 18 e 19 do MO.

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

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



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

- 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 MO é de 300 V_{rms} para equipamentos e transdutores auxiliares, como Pt100. Para equipamentos com alimentação própria até 50 V_{rms}.

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

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

A Figura 3 mostra o diagrama de ligação geral para a instalação do MO, incluindo a interligação entre os Sensores de umidade e de Interface e suas entradas e saídas.

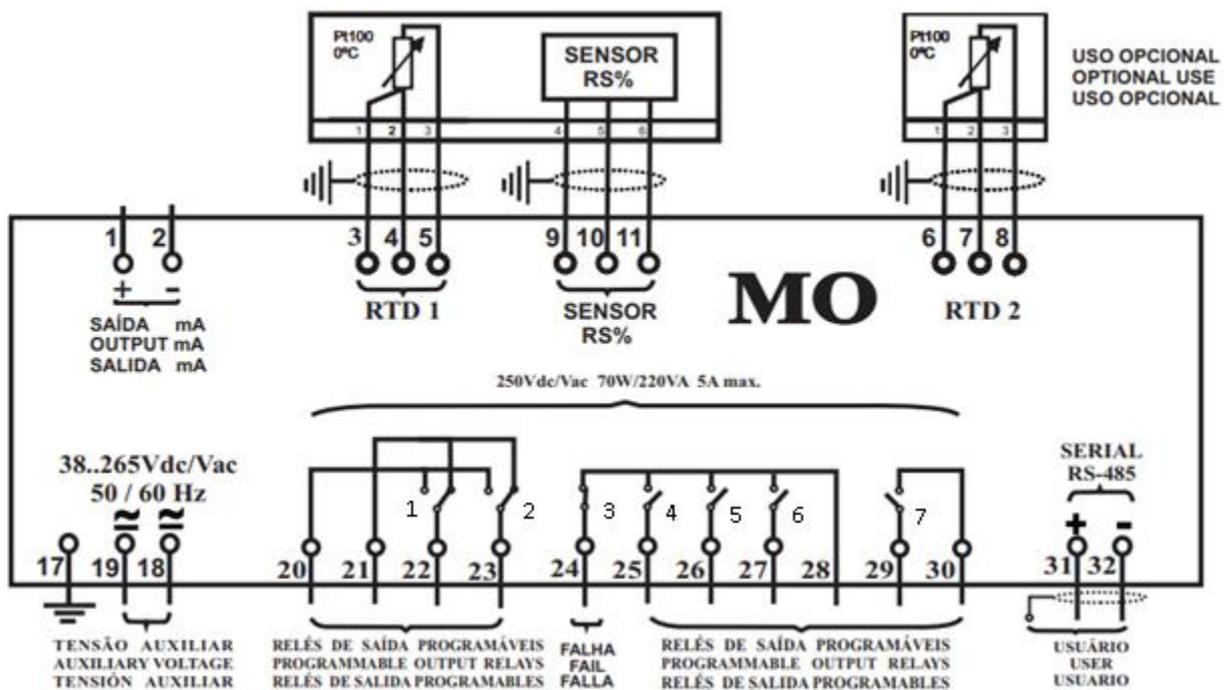


Figura 3 - Diagrama de ligação



3.2.1 Terminais de entrada e saída

O Módulo de Interface do Monitor de Umidade MO possui as seguintes entradas e saídas:

Tabela 2 - Terminais de entrada do MO

ENTRADAS	TERMINAIS
Alimentação auxiliar e terra Entrada para alimentação universal (38 ~ 265 Vcc/Vca, <8W, 50/60Hz).	17 - \equiv 18 - cc/ca 19 - cc/ca
Entradas para o sensor de umidade e óleo Uma entrada para conexão direta do sensor de umidade e óleo	Sensor Pt100 0 °C: 3, 4 e 5 Sensor RS%: 9, 10 e 11
Entrada para Sensor de Temperatura 2 Uma entrada de uso opcional para conexão direta de sensor Pt100Ω a 0°C	6, 7 e 8
Porta RS-485 Conexão ao sistema de aquisição de dados, protocolo MODBUS-RTU ou DNP3, via cabo de par trançado e blindado.	31 - (+) 32 - (-)

Tabela 3 - Terminais de saída do MO

SAÍDAS	TERMINAIS
Saída mA Uma saída para indicação remota com variável e faixa de saída (0...1, 0...5, 0...10, 0...20 ou 4...20 mA) selecionadas pelo usuário.	1 - (+) 2 - (-)
Relés programáveis Seis contatos de alarme livres de potencial para sinalização.	Relé 1 22 - (NF) 21 - (comum) 20 - (comum)
	Relé 2 23 - (NF) 21 - (comum) 20 - (comum)
	Relé 4 25 - (NA) 28 - (comum)
	Relé 5 26 - (NA) 28 - (comum)
	Relé 6 27 - (NA) 28 - (comum)



	Relé 7	29 - (NA) 30 - (comum)
Relé de autodiagnóstico Contato livre de potencial NF para sinalização de falha de alimentação, falha nos cabos de conexão, nos sensores ou falha interna.	Relé 3	24 - (NF) 28 - (comum)

3.2.2 Alimentação e terra

O MO possui entrada de alimentação universal (38 a 265 Vcc/Vac 50/60 Hz).

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

3.2.3 Sensor MO e sensor de temperatura 2

O sensor de umidade e óleo deve ser conectado ao Módulo de Interface através de cabo blindado, sem interrupção da malha, que deve ser aterrada apenas na extremidade próxima ao MO. Caso haja a necessidade de bornes intermediários para essa interligação, passar também a malha do cabo por borne, evitando a interrupção da mesma, como mostra a Figura 4.

O trecho de cabo sem blindagem devido à emenda deve ser o mais curto possível. Ele se aplica em relação ao sensor de temperatura 2, usado geralmente para medição de temperatura ambiente: deve ser utilizado cabo blindado, aterrado apenas na extremidade próxima ao MO e mantendo a malha sem interrupção, como mostrado na figura abaixo.

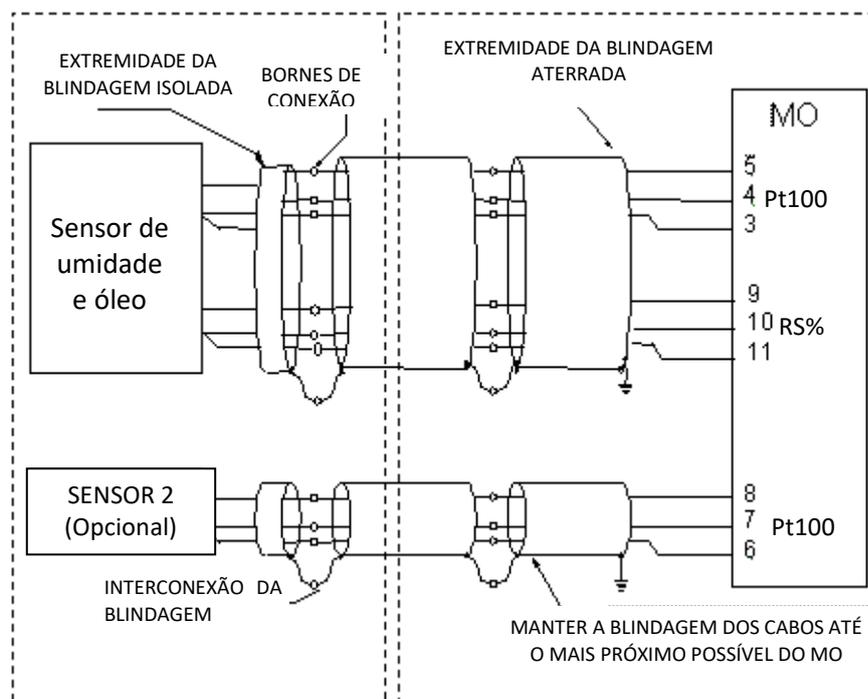


Figura 4 - Detalhes da blindagem dos cabos de ligação do sensor de umidade e óleo



3.2.4 Saída analógica

O MO possui uma saída analógica em loop de corrente (mA), que pode ser programada pelo usuário para indicar remotamente os valores medidos e calculados. É possível programar faixa de corrente de saída, o início e fim de escala assim como escolher qual variável será indicada na saída analógica, como explicado no subcapítulo 5.4.

A tensão máxima da saída em loop de corrente é de 10 V, o que resulta nas cargas máximas em ohms mostradas abaixo:

Tabela 4 - Carga máxima da saída em loop de corrente

Opção de saída	Carga máxima
0...1 mA	10 kΩ
0...5 mA	2 kΩ
0...10 mA	1 kΩ
0...20 mA	500 Ω
4...20 mA	500 Ω

É aconselhável a utilização de cabo tipo par trançado blindado, aterrado em apenas uma das extremidades, para minimizar interferências.

3.2.5 Relés

O MO possui sete relés livres de potencial, sendo quatro relés (NA) e dois relés reversíveis para atuarem em caso de alarmes, programáveis pelo usuário conforme subcapítulo 5.3, e um relé (NF) para autodiagnóstico.

Os contatos dos relés podem comutar cargas em até 250 Vcc/Vac, com potência máxima de 70 W/250 VA, considerando-se cargas resistivas. Sua capacidade de condução (limite devido ao efeito Joule) é de 5 A, ininterruptamente. Para mais informações, consulte nosso artigo [Especificações dos relés](#).



Em caso de desenergização do MO, os relés voltarão ao seu estado inicial.

3.2.6 Comunicação serial

O MO pode ser conectado a um sistema de aquisição de dados (sistema supervisório ou de monitoramento) através da porta de comunicação serial RS-485.

Até 31 equipamentos podem ser interligados numa mesma rede de comunicação. O protocolo de comunicação padrão é o Modbus RTU, mas também é possível utilizar o protocolo DNP3.

A interligação entre o MO e o sistema de aquisição de dados deve ser efetuada por meio de um cabo par trançado blindado, mantendo a malha sem interrupção em todo o percurso. Caso



haja a necessidade de bornes intermediários para interligação da comunicação serial, passar também a blindagem do cabo por borne, evitando a interrupção dela. O trecho de cabo sem blindagem devido à emenda deve ser o mais curto possível, e é aconselhável que a blindagem do cabo seja aterrada em apenas uma das extremidades. Deve ser obedecida a distância máxima de 1200 metros entre os extremos da rede de comunicação.



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

Outra medida que poderá ser tentada é a instalação de resistores de *pull-up* e *pull-down* em apenas um ponto da rede, conforme indicado na Figura 5. A tensão contínua de 5 V para alimentação dos resistores de *pull-up* e *pull-down* pode ser interna ao sistema de aquisição de dados. Observar que alguns equipamentos de comunicação podem já possuir esses resistores instalados internamente, dispensando o uso de resistores externos.

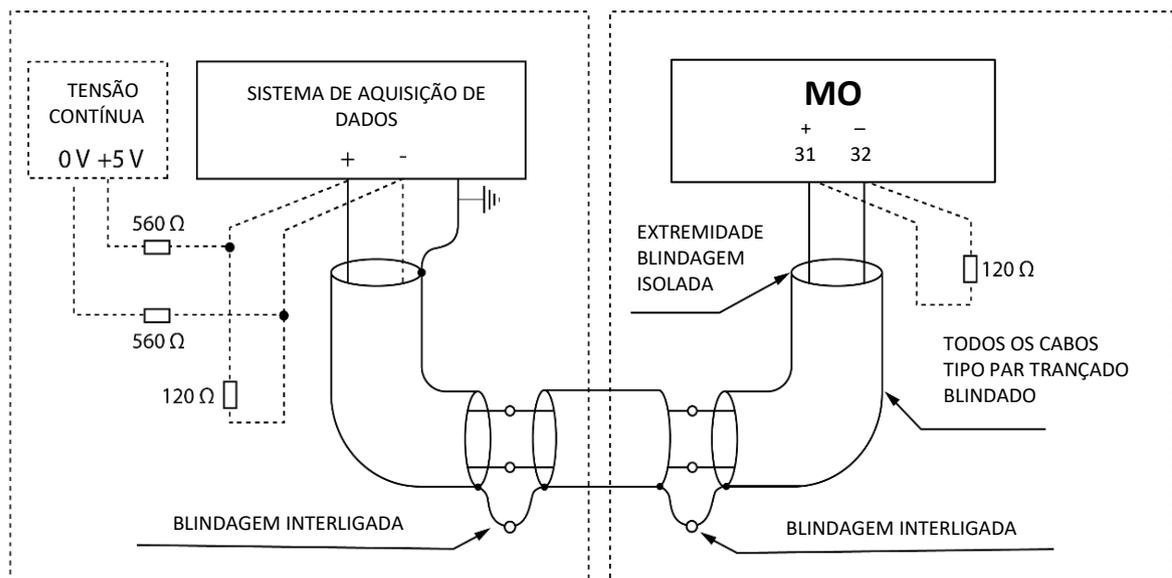


Figura 5 - Detalhes da blindagem do cabo de comunicação serial

3.3 Instalação mecânica

3.3.1 Módulo de Interface

O Módulo de Interface do Monitor de Umidade - MO deve ser instalado protegido das intempéries, seja no interior de painéis ou abrigado em edifícios. É recomendável a utilização de sistema anticondensação. O Módulo de Interface é adequado para instalação do tipo embutida, podendo ser fixado, por exemplo, em portas ou chapas frontais de painéis utilizando as presilhas com ele fornecidas.

Na Figura 6 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 impedir a inserção do equipamento. Os terminais de ligação estão instalados na parte traseira do MO, em 2 conectores removíveis, de forma a facilitar as conexões. Podem ser utilizados cabos de 0,3 a 2,5 mm², nus ou com terminais do tipo “pino” (ou “agulha”).

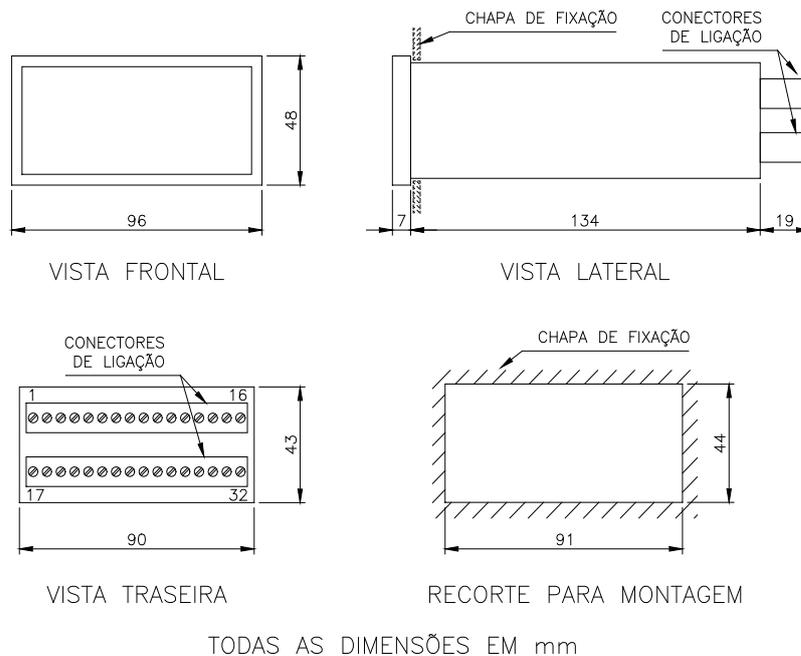


Figura 6 - Dimensional do Módulo de Interface

3.3.2 Sensor MO

O sensor de umidade e óleo do MO deve ser instalado em uma válvula de no mínimo ½” que permita o contato do mesmo com o óleo a ser medido. A válvula utilizada deve ser de passagem livre, do tipo esfera ou gaveta.



Não devem ser utilizadas válvulas que não permitem passagem livre, como as do tipo “globo”.

O sensor de umidade e óleo pode ser fornecido com a haste em três diferentes comprimentos, o qual deve ser escolhido em função da distância da extremidade da rosca onde será fixado o Sensor MO até o fluxo de óleo, como ilustrado nas próximas figuras. Dessa forma se garante que a extremidade onde estão os sensores seja inserida no fluxo de óleo.

O sensor de umidade e óleo possui rosca externa de ½” BSP (padrão) ou ½” NPT (sob pedido) que pode ser fixada diretamente na válvula, caso possua rosca compatível, ou utilizando adaptador adequado.

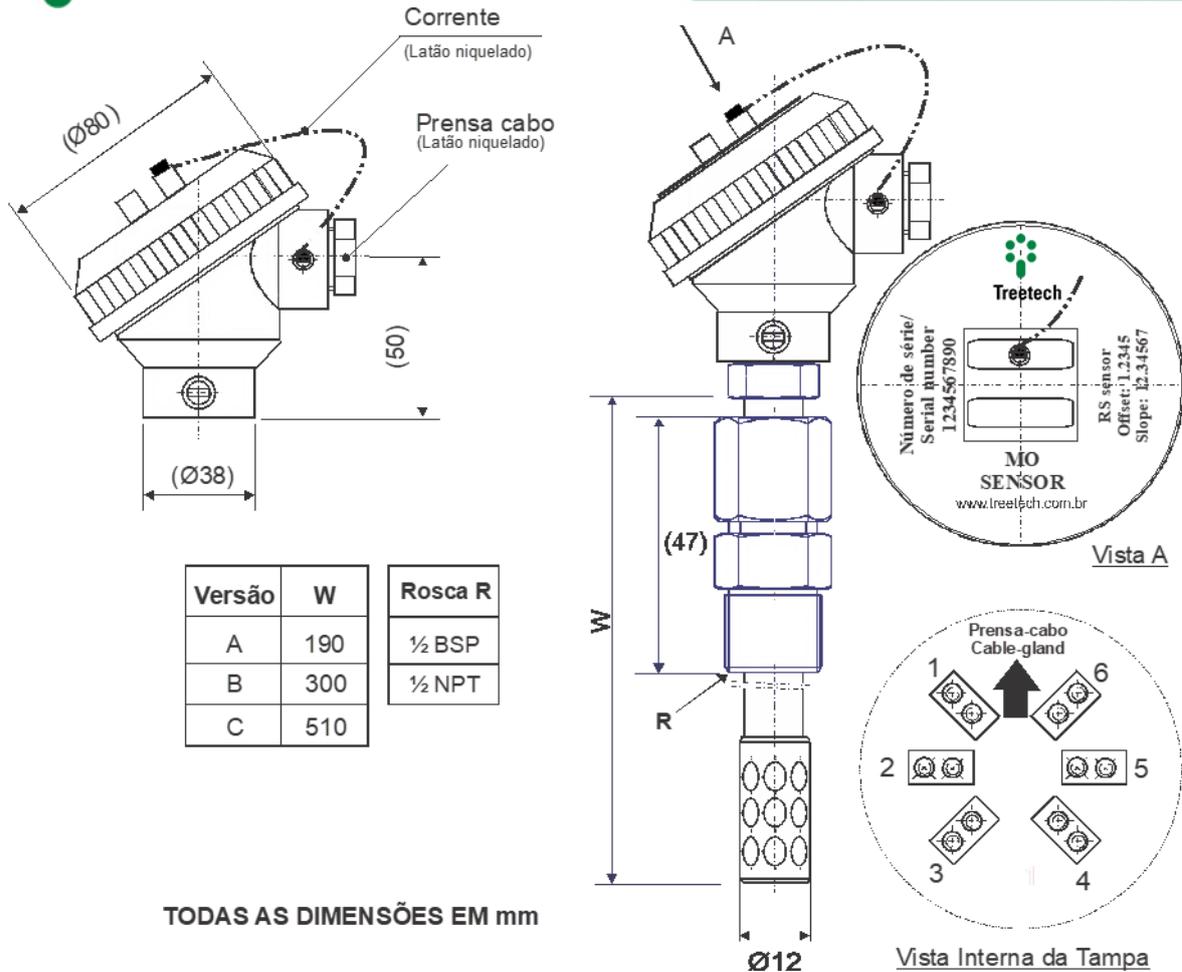


Figura 7 - Módulo sensor com cabeçote

O sensor deve ser instalado em uma região com boa circulação de óleo, de forma que a medição de umidade seja representativa da condição geral do equipamento.

Simultaneamente, deve ser dada preferência a áreas com menores temperaturas, de forma a aumentar a precisão da medição (por exemplo, em um óleo mineral típico, cada 1 % de variação na saturação relativa corresponde a pouco mais de 1 ppm de variação no teor de água com o óleo a 40 °C, enquanto a 80 °C esse mesmo 1 % de variação corresponde a mais de 4 ppm). Observar também os limites de temperatura de operação do sensor de umidade e óleo, de -40 a +85 °C.

3.3.3 Procedimento de instalação do Sensor MO

Para realizar a instalação do sensor MO, consulta o guia na página do SAC: [Procedimento de instalação do Sensor MO](#)



4 Operação

4.1 Função das teclas

Todas as operações no Monitor de Umidade são realizadas através do display, dos LEDs e das teclas no painel frontal do Módulo de Interface, com as seguintes funções:

Tecla	Função
	Tecla de programação: permite o acesso à senha para entrar nos menus de configuração. Nestes, abandona o menu atual retornando ao menu de nível anterior. Se acionado durante a alteração de um parâmetro, retorna para o menu de nível anterior sem salvar a alteração efetuada.
	Tecla sobe: navegação para os menus e incrementa valores programados.
	Tecla desce: navegação para os menus e decrementa valores programados.
	Tecla enter: seleciona a opção de menu e parâmetros apresentada no display, salva valores programados.

Figura 8 - Função das teclas

4.2 Telas de consultas

4.2.1 Indicações de variáveis

Durante o modo normal de trabalho, o Monitor de Umidade MO mostra em seu display o valor da variável indicada pelo LED aceso à sua esquerda, dentre as seguintes opções:

RS% - (Saturação Relativa de Água no Óleo, em %)

RS% @ t_{ref} (Saturação Relativa convertida à temperatura de referência t_{ref} , em %)

RS% @ t_2 (Saturação Relativa convertida à temperatura t_2 , em %)

H₂O ppm (Teor de Água no Óleo, em ppm)

Temp. Óleo (Temperatura do Óleo no sensor de umidade e óleo, em °C)

Qualquer das medidas acima pode ser consultada pressionando as teclas e . Os LEDs indicarão qual medida que está sendo mostrada no display do MO.



Figura 9 - Indicação das variáveis no display

4.3 Indicações de alarmes

Quando o valor de alarme programado para qualquer das variáveis (saturações relativas %, teor de água ppm ou tendência de evolução do teor de água) é atingido, a condição é sinalizada pelo LED correspondente à direita do display, como mostra o exemplo da figura 3.2. São acionados também o(s) contato(s) de saída programado(s) para este evento.

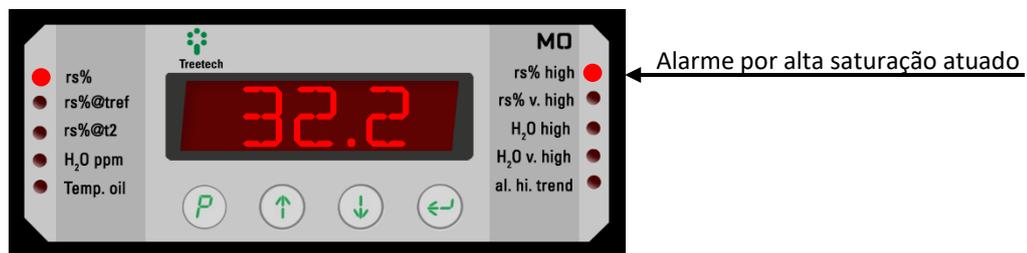


Figura 10 - Exemplo de indicação de alarme

4.4 Consulta de variáveis adicionais

Além das variáveis discriminadas pelos LEDs à esquerda do display, o MO disponibiliza também as seguintes variáveis, que podem ser consultadas através do teclado frontal. São elas:



TEND - Tendência de evolução (taxa de aumento ou redução) do teor de água no óleo em ppm por dia (ppm/24h);



T2 - Temperatura medida pelo sensor de temperatura 2 (caso seja utilizado);



HORA - Hora atual do relógio interno do equipamento;



MIN - Minuto referente a hora atual do relógio interno do equipamento;



SEG - Segundo referente ao minuto atual do relógio interno do equipamento;



DIA - Dia atual do calendário interno do equipamento;



MÊS - Mês atual do calendário interno do equipamento;



ANO - Ano atual do calendário interno do equipamento.

Para consultar essas variáveis, pressionar a tecla , aparecerá no display a sigla “TEND” alternada com o valor registrado para a medição de tendência de evolução do teor de água no óleo. Pressionando sucessivamente a tecla  a consulta avança para as seguintes variáveis: T2 (apenas se utilizado sensor de temperatura 2), HORA, MIN, SEG, DIA, MES e ANO, e pressionando a tecla  a consulta retorna para as variáveis anteriores. A qualquer momento pressionar a tecla  para retornar à indicação de variáveis padrão. Isso também acontecerá caso não ocorra nenhuma intervenção do usuário num período de 20 segundos.

4.5 Indicações de autodiagnósticos

Caso o sistema de autodiagnóstico do MO detecte algum problema com os sensores de medição, os cabos de conexão ou mesmo uma falha interna, o código de erro correspondente será indicado no display alternando com a sigla “ERR” (ver tabela de erros, capítulo IV).

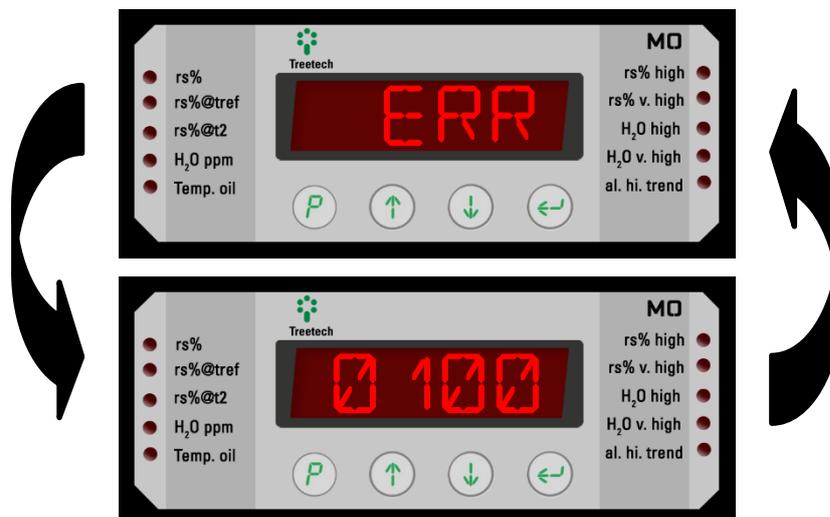


Figura 11 - Indicações do autodiagnóstico



Pressionando as teclas  ou  o display volta à indicação das variáveis, retornando à indicação do código de erro após algum tempo sem pressionar nenhuma tecla.

5 Parametrização

Para garantir a correta operação do sistema, devem ser ajustados no Módulo de Interface do MO 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 da porta de comunicação serial RS485.

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 ao menu de programação

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



1) Na tela de indicação geral, pressionar e manter pressionada a tecla  por 3 segundos.

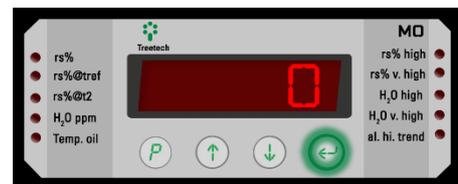


2) Será mostrada a tela de senha de acesso (password). Pressionar a tecla  para entrar o valor da senha.



3) Utilizando as teclas  e , ajustar a senha.

A senha de fábrica é 0 (zero), e pode ser reprogramada pelo usuário (ver submenu CNF).



4) Após ajustar a senha, pressionar a tecla  para entrar no primeiro menu de programação.





5) É mostrado o primeiro submenu (ALRM). Utilizar as teclas  e  para selecionar um submenu e pressionar  para acessar seus parâmetros.



O número inicial que é mostrado quando se chega a 3ª figura pode ser utilizado para recuperar a senha, em caso de esquecimento. Informar o número ao nosso Depto. de Assistência Técnica.

Os parâmetros programáveis estão divididos em diversos menus: ALRM (ajuste de alarmes), CNF (configurações do aparelho), SENS (características do sensor de saturação relativa), MED (características do óleo), LOG (configurações da memória de massa, somente se o equipamento estiver equipado com essa função opcional), RLG (ajuste do relógio), FAB (menu de fábrica, protegido por senha) e DWL (atualização do firmware).



5.2 Mapa de parametrização

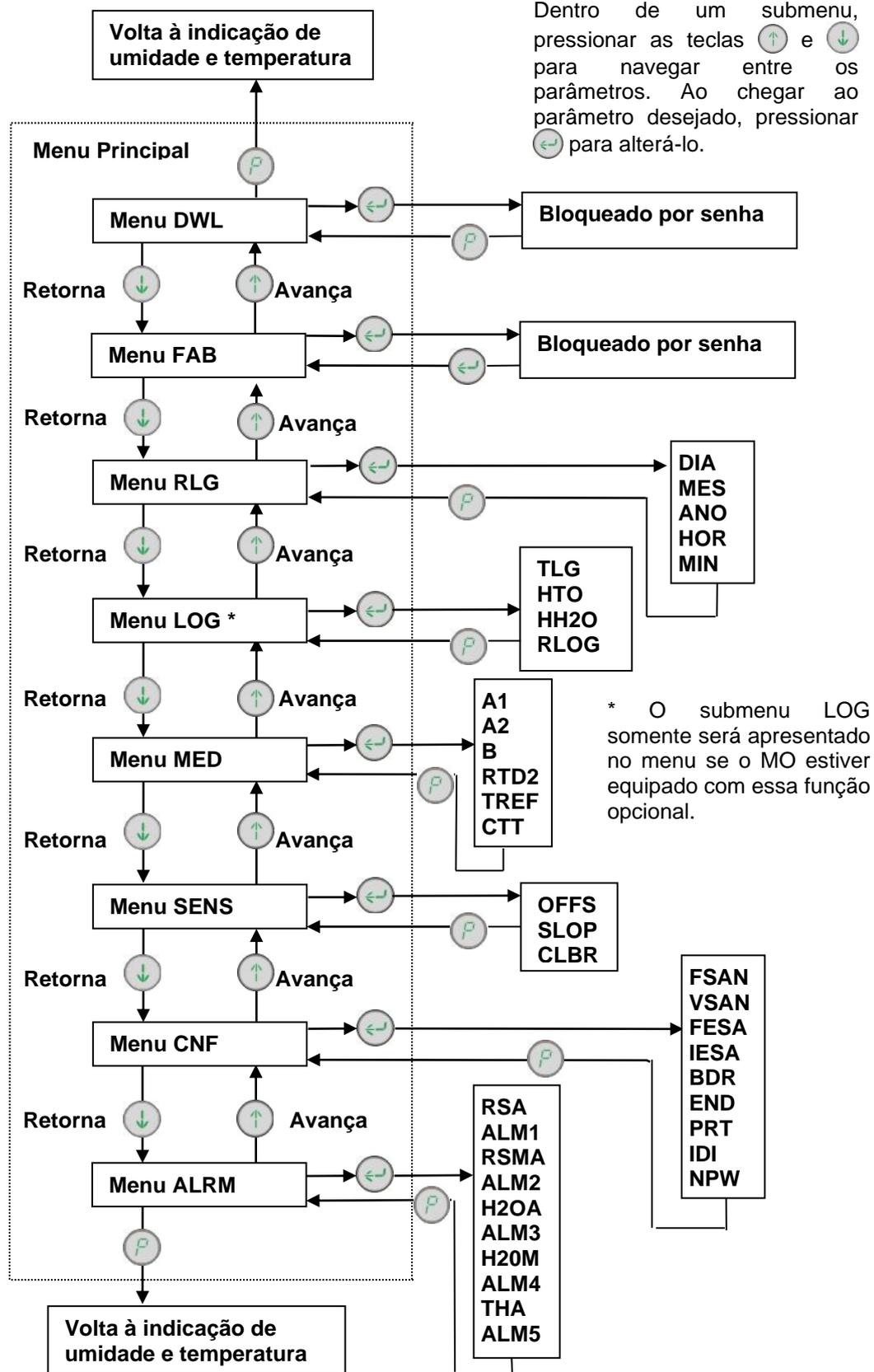


Figura 12 - Estrutura de acesso aos submenus



5.3 Menu ALRM - Alarme

Permite acesso a todos os parâmetros referentes a alarmes do MO.

RSA - Alarme por saturação de água no óleo alta

Determina o valor para emissão do alarme por saturação relativa de água no óleo alta.

Faixa de ajuste: 0 a 100 %, em passos de 1 %.

Valor padrão: 50 %.

ALM1 - Relé para sinalização do alarme por saturação relativa alta

Seleção do relé que irá atuar na ocorrência do alarme por saturação relativa de água no óleo alta

O mesmo relé pode ser utilizado para sinalizar simultaneamente outras condições de alarme.

Faixa de ajuste: NULL, RL1, RL2, RL4, RL5, RL6 e RL7.

Valor padrão: RL4.

RSMA - Alarme por saturação de água no óleo muito alta

Determina o valor para emissão do alarme por saturação relativa de água no óleo muito alta.

Faixa de ajuste: 0 a 100 %, em passos de 1%.

Valor padrão: 75 %.

ALM2 - Relé para sinalização do alarme por saturação relativa muito alta

Seleção do relé que irá atuar na ocorrência do alarme por saturação relativa de água no óleo muito alta.

O mesmo relé pode ser utilizado para sinalizar simultaneamente outras condições de alarme.

Faixa de ajuste: NULL, RL1, RL2, RL4, RL5, RL6 e RL7.

Valor padrão: RL5.

H2OA - Alarme por teor de água no óleo alto

Determina o valor para emissão do alarme por teor de água no óleo alto.

Faixa de ajuste: 0 a 500 ppm, em passos de 1 ppm.

Valor padrão: 50 ppm.



ALM3 - Relé para sinalização do alarme por teor de água no óleo alto

Seleção do relé que irá atuar na ocorrência do alarme por teor de água no óleo alto.



O mesmo relé pode ser utilizado para sinalizar simultaneamente outras condições de alarme.

Faixa de ajuste: NULL, RL1, RL2, RL4, RL5, RL6 e RL7.

Valor padrão: RL6.

H2OM - Teor de água no óleo muito alto

Determina o valor para emissão do alarme por teor de água no óleo muito alto.



Faixa de ajuste: 0 a 1000 ppm, em passos de 1 ppm.

Valor padrão: 75 ppm.

ALM4 - Relé para sinalização do alarme por teor de água no óleo Muito Alto)

Seleção do relé que irá atuar na ocorrência do alarme por teor de água no óleo muito alto.



O mesmo relé pode ser utilizado para sinalizar simultaneamente outras condições de alarme.

Faixa de ajuste: NULL, RL1, RL2, RL4, RL5, RL6 e RL7.

Valor padrão: NULL.

THA – Alarme por tendência de evolução do teor de água no óleo alta

Determina o valor para emissão do alarme por Tendência de evolução do teor de água no óleo alta.



Faixa de ajuste: 0 a 50,0 ppm/dia, em passos de 0,1ppm/dia.

Valor padrão: 25,0 ppm/dia.

ALM5 - Relé para sinalização do Alarme THA (Tendência de evolução do teor de água alta)

Seleção do relé que irá atuar na ocorrência do alarme por tendência de evolução do teor de água no óleo alta.



O mesmo relé pode ser utilizado para sinalizar simultaneamente outras condições de alarme.

Faixa de ajuste: NULL, RL1, RL2, RL4, RL5, RL6 e RL7.

Valor padrão: RL7.



5.4 Menu CNF - Configurações

Permite acesso a todos os parâmetros de configuração geral do MO.



FSAN - Faixa da saída analógica

Seleciona a faixa da saída em loop de corrente.

Faixa de ajuste: 0-1, 0-5, 0-10, 0-20 e 4-20 mA.

Valor padrão: 0-5 mA.



VSAN - Variável da saída analógica

Seleção da variável associada à saída em loop de corrente.

Faixa de ajuste:

RS = Percentual de saturação de água no óleo;

RSTR = Percentual de saturação de água no óleo, calculado com base na temperatura de referência;

RST2 = Percentual de saturação de água no óleo, calculado com base na temperatura 2;

H2O = Teor de água no óleo;

TO = Temperatura do óleo;

T2 = Temperatura medida pelo sensor 2;

TEND = Tendência de evolução do teor de água em óleo.

Valor padrão: RS.



FESA - Fim de escala da saída analógica

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

Faixa de ajuste: -55 a 500 em passos de 1.

Valor padrão: 33.



IESA - Início de escala da saída analógica

Define a correspondência entre a corrente inicial da saída analógica e o primeiro valor da escala da grandeza medida

Faixa de ajuste: -55 a 500 em passos de 1.

Valor padrão: 15.



BDR - Baud rate

Seleciona a velocidade da comunicação serial

Faixa de ajuste: 9.6, 19.2 e 38.4 kbps





Valor padrão: 19.2 kbps.

END - Endereço

Endereço do MO na rede de comunicação serial.

Faixa de ajuste: 1 a 31 em passos de 1

Valor padrão: 1.



PRT - Protocolo

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

Faixa de ajuste: Mdb (Modbus) ou dNP (DNP3).

Valor padrão: dNP.



IDI- Idioma

Seleção do idioma da interface.

Faixa de ajuste:

POR = Português;

ENG = Inglês;

ESP = Espanhol.

Valor padrão: POR.



NPW - Nova senha

Ajuste da nova senha de acesso ao menu de parametrização.

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

Valor padrão: 0 (valor de fábrica).



5.5 Menu SENS - Sensor

Permite informar ao Módulo de Interface as características do sensor de saturação de água. Os valores desses parâmetros podem ser obtidos na folha de dados fornecida junto com o sensor de umidade e óleo ou diretamente na etiqueta nele fixada.



OFFS - Offset

Programar o valor particular do sensor de umidade e óleo conectado ao Módulo de Interface, obtido na etiqueta fixada no sensor MO ou em sua folha de dados.



Faixa de ajuste: 0,600 a 1,200 mV, em passos de 0,001.

Valor padrão: 0,840.



SLOP - SLOPE

Programar o valor particular do sensor de umidade e óleo conectado ao Módulo de Interface, obtido na etiqueta fixada no sensor MO ou em sua folha de dados.



Faixa de ajuste: 28,00 a 32,00 mV, em passos de 0,01.

Valor padrão: 30,00.

CLBR - Ajuste fino de medição de saturação relativa

Permite que o usuário efetue uma calibração fina de medição de saturação relativa (RS%), através de um ajuste de offset.



Faixa de ajuste: -10.0 % a +10.0 % em passos de 0,1 %.

Valor padrão: 7,0 %.

5.6 Menu MED - Medição

Permite ajustar os parâmetros de cálculo utilizados pelo MO, tais como as características de solubilidade de água do óleo e outros.



A1 - Parte 1 da constante de solubilidade de água no óleo

Os parâmetros A1 e A2 representa o valor da constante A de solubilidade da água no óleo. Podem ser ajustados valores típicos, de acordo com o tipo do óleo, conforme Tabela 5, ou valores obtidos em ensaios.



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

Valor padrão: 7,0.

A2 -Parte 2 da constante de solubilidade de água no óleo

Complemento do parâmetro **A1** para formação do valor típico.



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

Valor padrão: 700.

O valor final da solubilidade será a concatenação dos parâmetros A1 e A2, portanto, o valor de A1 representa apenas a unidade e o décimo do valor, enquanto o valor de A2 representa os centésimos. Exemplo: A1 = 7.0 e A2 = 895 → Solubilidade = 7,0895.

Tabela 5 - Valores típicos de solubilidade da água nos tipos de óleo (A)

Tipo do Óleo	Valor típico de A
Mineral	7,0895
Silicone	6,2906
Envirotemp FR3	5,3318



B - Constante de saturação de água no óleo

O valor de B representa a constante B de solubilidade da água no óleo. Assim como o parâmetro A1 e A2, também pode ser ajustado com um valor típico, de acordo com o tipo do óleo, ou com os valores obtidos em ensaios.



Faixa de ajuste: 0 a 3000, em passos de 1.

Valor padrão: 1567.

Tabela 6 - Valores típicos de solubilidade da água nos tipos de óleo (B)

Tipo do Óleo	Valor típico de B
Mineral	1567
Silicone	1187
Envirotemp FR3	687

RTD2 - Habilitar sensor de temperatura 2

Permite habilitar ou desabilitar a entrada do sensor de temperatura 2, geralmente utilizado para medição de temperatura ambiente. Quando este sensor não for utilizado, a entrada deve ser desabilitada para evitar a emissão de um falso alarme de autodiagnóstico.



Faixa de ajuste:

ON = Entrada para sensor 2 habilitada;

OFF = Entrada para sensor 2 desabilitada.

Valor padrão: ON.

TREF - Temperatura de referência para cálculo

Esse parâmetro representa a temperatura de referência empregada no cálculo de saturação relativa convertida à temperatura de referência.



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

Valor padrão: 5 °C.

CTT - Constante de tempo para cálculo de tendência

Constante de tempo do filtro digital de primeira ordem utilizado no cálculo de tendência de evolução do teor de água no óleo. Essa filtragem evita que variações temporárias no teor de água provoquem cálculos de tendência elevados, causando alarmes indevidos.





Faixa de ajuste: 1 a 30 dias, em passos de 1 dia.

Valor padrão: 5 dias.

5.7 Menu LOG - Log de medição e eventos (opcional)

Permite ajustar as configurações para gravação de medições e eventos na memória de massa do MO. Esse submenu somente será apresentado caso o MO esteja equipado com essa função opcional.



A memória de massa do MO 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 ou por variação nas medições de temperatura do óleo e teor de água no óleo.

A capacidade da memória é de 1489 registros, cada registro com medições de saturação relativa, teor de água no óleo, temperatura do óleo, temperatura do sensor 2 (se utilizado), tendência de evolução do teor de água e ocorrências de alarmes.

TLG - Intervalo de tempo para efetuar gravação na memória

Determina o intervalo de tempo para que o MO efetue uma nova gravação na memória de massa.



Faixa de ajuste: 1 a 1000 minutos, em passos de 1.

Valor padrão: 5 minutos.

HTO - Histerese de temperatura do óleo

Determina um valor de variação na temperatura do óleo que se excedido faz com que o MO efetue uma nova gravação na memória de massa.



Faixa de ajuste: 0,1 a 10 °C, em passos de 0,1.

Valor padrão: 0,1 °C.

HH2O - Histerese do teor de água no óleo

Determina um valor de variação no teor de água no óleo, em ppm, que se excedido faz com que o MO efetue uma nova gravação na memória de massa.



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

Valor padrão: 0,5 ppm.

RLOG - Reset de LOG

Efetua o reset da memória de massa do MO. Ao selecionar a opção "SIM" e confirmar, todos os dados da memória de massa serão apagados.



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



Valor padrão: 0,5 ppm.

5.8 Menu RLG - Relógio

Permite ajustar o relógio e calendário do aparelho.

MES - Mês

Ajuste do mês atual no calendário do equipamento.

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

Valor padrão: 6 meses.



DIA - Dia

Ajuste do dia atual no calendário do aparelho

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

Valor padrão: dia 15.



ANO - Ano

Ajuste do ano atual no calendário do equipamento.

Faixa de ajuste: ano 06 (2006) a 99 (2099), em passos de 1 ano.

Valor padrão: ano 06 (2006).



HOR - Horas

Ajuste da hora atual no relógio do equipamento.

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

Valor padrão: 14 horas.



MIN - Minutos

Ajuste dos minutos no relógio do aparelho

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

padrão: 33 minutos



5.9 Menu FAB - Fábrica

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



5.10 Menu DWL

O menu DWL de uso exclusivo da assistência técnica e protegidos por senha, não estando disponível o seu acesso.





6 Comissionamento para colocação em serviço

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

- ✓ Verificar a instalação mecânica do sensor de umidade e óleo e do Módulo de Interface de acordo com as recomendações do capítulo 5. Deve ser tomado cuidado especial para que a haste do sensor de umidade e óleo não se aproxime demasiadamente de áreas sujeitas a campos elétricos elevados, de forma a não comprometer a isolamento do transformador.
- ✓ Verificar a instalação elétrica de acordo com as recomendações do capítulo 6. Checar a correção das ligações elétricas (por exemplo, através de ensaios de continuidade).
- ✓ Se for efetuar ensaios de rigidez dielétrica na fiação (tensão aplicada), desconectar o cabo de terra ligado ao terminal 17 do Módulo de Interface 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 300V. A aplicação de tensões elevadas durante longo período (por exemplo, 2kV por 1 minuto) causaria a destruição dessas proteções.
- ✓ Reconectar o cabo de terra ao terminal 17 do módulo de interface, caso tenha sido desconectado para ensaio de tensão aplicada. Energizar o Módulo de Interface do MO com qualquer tensão na faixa de 38 a 265Vcc/Vca 50/60Hz.
- ✓ Efetuar toda a parametrização do Módulo de Interface, de acordo com as instruções no capítulo 5. A parametrização efetuada pode ser anotada no formulário fornecido na página seguinte, e deve incluir:
- ✓ Verificar se as indicações de saturação relativa e teor de água no óleo estão condizentes com os valores presentes no óleo. Se necessário, reajustar as constantes de solubilidade de água no óleo A e B de acordo com o procedimento descrito no subcapítulo **2.3**.
- ✓ Verificar se as indicações de temperatura do óleo no sensor de umidade e óleo e temperatura ambiente (se utilizada) estão corretas.
- ✓ Com um miliamperímetro dc, verificar se a saída em loop de corrente apresenta valor condizente com o valor da variável a ela atribuída.
- ✓ Com um medidor de continuidade, testar a atuação dos contatos de alarme. A atuação dos contatos pode ser forçada reduzindo os ajustes de alarmes a valores inferiores às medições atuais.



6.1 Folha de parametrização

Abaixo segue o link, juntamente com o QR code levando para nossa Wiki e SAC contendo uma planilha (que pode ser impressa) com todos os parâmetros do MO, montada para auxiliar no processo de parametrização do equipamento.

Folha de parametrização:

<https://sac.treetech.com.br/pt-BR/support/solutions/articles/69000827500-folha-de-parametrizac%C3%A3o-do-mo>

Folha de parametrização





7 Resolução de problemas

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

7.1 O MO apresenta mensagens de autodiagnóstico em seu display

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

Ao detectar um problema, o MO acionará seu contato de autodiagnóstico e indicará em seu display a sigla “ERR”, alternada com o código da falha que está ocorrendo, como ilustra a figura. O código da falha é indicado através dos quatro dígitos do display em formato hexadecimal.

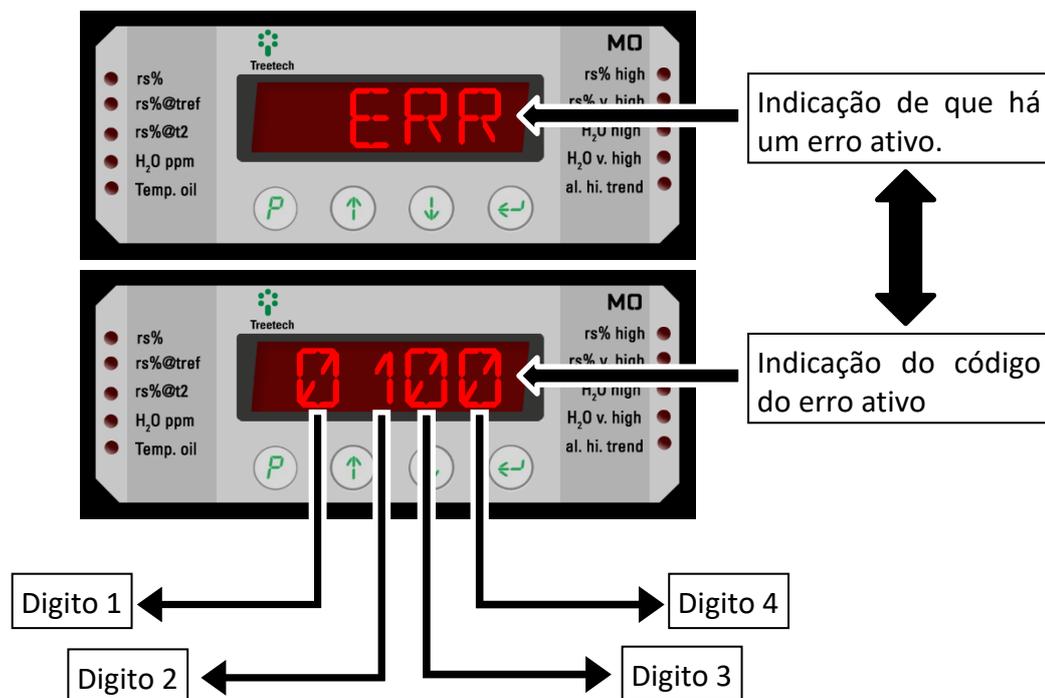


Figura 13 - Indicações de autodiagnóstico

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



Autodiagnósticos:

sac.treetech.com.br/pt-BR/support/solutions/

Autodiagnóstico





8 Dados técnicos e ensaios de tipo

8.1 Dados técnicos

Tabela 7 - Módulo de interface

Teste	Intervalo / Descrição
Tensão de Alimentação:	38...265 Vca/Vcc, 50/60 Hz
Consumo Máximo:	< 8 W
Temperatura de Operação:	-40...+85 °C
Grau de Proteção:	IP 20
Fixação:	Fixação em painel
Conexões - Terminais Removíveis:	0,3...2,5 mm ² , 22...12 AWG

Tabela 8 - Medição de temperatura

Medição de Temperatura	
Sensor:	Pt100...0 °C com autocalibração contínua
Faixa de Medição:	-55...+200 °C
Erro máximo a 20 °C:	0,2 % do fim de escala
Desvio por variação de temperatura:	20 ppm/ °C
Opções de conexão:	Até 2 sensores a três fios

Tabela 9 - Medição de percentual de saturação de água

Medição de Percentual de Saturação de Água	
Tipo de Entrada:	Sensor de umidade e óleo Treotech
Faixa de medição:	0...100% de saturação de água
Erro máximo a 20°C:	± 2 % de saturação de água
Conexão:	Três fios
Saídas a Relés:	Contatos livres de potencial
Tipo e funções (padrão):	5NA (configuráveis) + 3NF (2 configuráveis e 1 autodiagnóstico)
Potência Máxima de chaveamento:	70 W (dc) / 220 VA (ac)
Tensão máxima de chaveamento:	250 Vdc / Vac
Corrente Máxima de condução:	5 A
Saídas Analógicas:	2 com positivo comum
Variáveis:	Programáveis
Erro máximo:	0,5 % do fim de escala
Carga Máxima:	0...1 mA, 10 kΩ, 0...5 mA, 2 kΩ, 0...10 mA, 1 kΩ 0...20 mA, 500 Ω, 4...20 mA, 500 Ω.
Portas de Comunicação Serial:	1 RS485 (para MO) +1 RS485 / RS232 (para supervisor)
Protocolos de Comunicação:	Modbus RTU e DNP3 Nível 1
Memória de Massa (opcional):	Não volátil tipo FIFO (<i>First In First Out</i>)
Intervalo de gravação:	1 a 1000 horas
Capacidade:	1489 registros

Tabela 10 - sensor de umidade e óleo

Temperatura de Operação - Ambiente:	-40...+85 °C
Temperatura de Operação - Óleo:	-40...+85 °C
Temperatura de Armazenamento:	-51...+125 °C
Tempo de resposta típico:	10 minutos



Pressão máxima suportada no processo:	0,1 MPa (1,0 bar) / Vácuo pleno
Grau de Proteção:	IP 66 (NEMA 4)
Conexões:	6 fios 0,3...1,5 mm ² , 22...14 AWG
Instalação:	Válvula esfera ou gaveta 1/2" ou maior
Conexão à válvula:	Rosca 1/2" BSP (padrão) ou 1/2" NPT (opcional)



8.2 Ensaios de tipo

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

Tabela 11 - Ensaios efetuados

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



9 Especificação para pedido

O Monitor de umidade MO é um equipamento universal, tendo suas características selecionadas em seus menus de programação através de seu painel frontal ou pelas portas RS232 ou RS485. A entrada de alimentação é universal.

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

9.1 Monitor de Umidade MO - Módulo de Interface

1. Nome do produto

Sensores de umidade - MO

2. Quantidade

O número de unidades.

3. Funções opcionais desejadas

Opcional 1: Memória de massa

Opcional 2: Protocolo DNP3

9.2 Monitor de Umidade MO - Sonda MO

1. Nome do produto

Sensores de umidade MO

2. Quantidade

O número de unidades.

3. Versão de conector desejada

Plugue removível

Cabeçote

4. Versão de comprimento da haste desejada:

A (190 mm)

B (300 mm)

C (510 mm)

5. Tipo de rosca de conexão desejada

Rosca ½" BSP (Padrão)

Rosca ½" NPT



10 Acessórios

Existem acessórios complementares ao MO, sendo que, dependendo das funções escolhidas, uns são exigidos para seu funcionamento, enquanto outros são opcionais. Para mais informações sobre os acessórios fornecidos pela Treotech, consulte nosso [catálogo de acessórios](#).

10.1 Acessórios opcionais

10.1.1 Painel de instalação rápida - PIR

O Módulo de Interface do Monitor de Umidade MO deve ser instalado sempre abrigado das intempéries, e para isto é geralmente instalado no interior do painel de controle do transformador. Nos casos em que isto não for conveniente, como por exemplo, em modernizações de transformadores antigos, o Módulo de Interface pode ser fornecido em gabinete à prova de tempo, de fácil instalação.

Características	Intervalo/descrição
Fixação ao trafo	Parafusada ou com imãs de alta capacidade de carga
Fixação do MO	Em rack extraível
Conexão da fiação	Plugs multipolares removíveis na parte inferior do gabinete
Grau de proteção	IP55
Teste de isolamento	2 kV, 50/60 Hz, 1 min





10.1.2 Abrigo meteorológico

O Monitor de Umidade MO dispõe de uma segunda entrada para sensor de temperatura, cuja medição é utilizada para cálculo do percentual de saturação de água no óleo a esta temperatura medida. Tipicamente esta entrada é utilizada para medição da temperatura ambiente, o que permite monitorar qual será a saturação de água no óleo caso se desenergize o transformador.

A temperatura ambiente é medida através de um sensor de temperatura tipo Pt100 Ω 0°C instalado em um abrigo térmico, que minimiza os erros que sol, chuva, vento, etc. causariam sobre a medição. Caso necessário, a Tretech dispõe de sensor e abrigo térmico adequados para esta medição, fornecidos como acessórios opcionais.





Treotech

BRASIL

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

www.treotech.com.br