

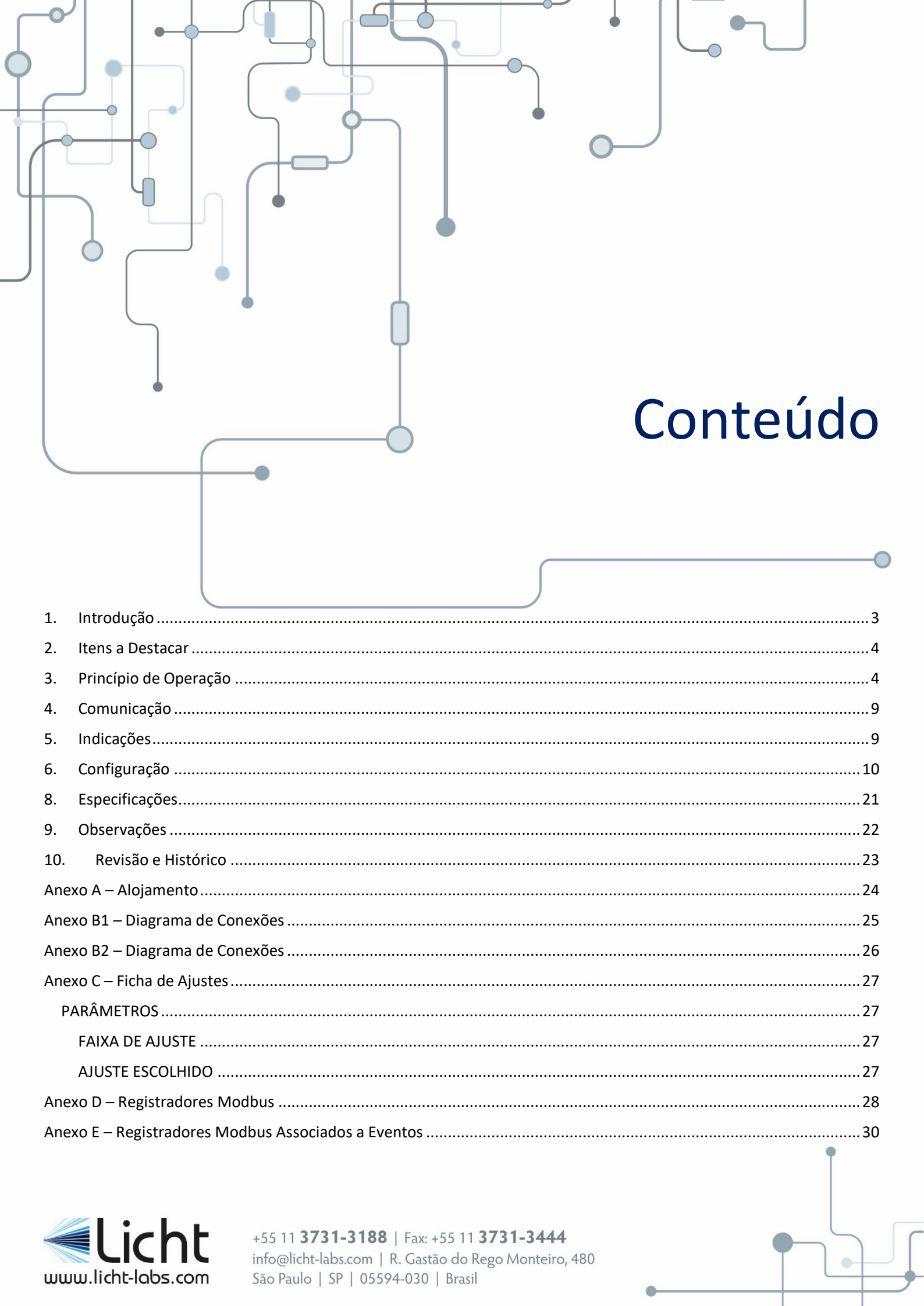
MANUAL TÉCNICO

Controlador de Temperatura

MFC-500/T

 **Licht**
www.licht-labs.com





Conteúdo

1. Introdução	3
2. Itens a Destacar	4
3. Princípio de Operação	4
4. Comunicação	9
5. Indicações	9
6. Configuração	10
8. Especificações	21
9. Observações	22
10. Revisão e Histórico	23
Anexo A – Alojamento	24
Anexo B1 – Diagrama de Conexões	25
Anexo B2 – Diagrama de Conexões	26
Anexo C – Ficha de Ajustes	27
PARÂMETROS	27
FAIXA DE AJUSTE	27
AJUSTE ESCOLHIDO	27
Anexo D – Registradores Modbus	28
Anexo E – Registradores Modbus Associados a Eventos	30

1. Introdução

O MFC-500/T é um sistema microcontrolado de alta precisão, confiabilidade e versatilidade desenvolvido especialmente para utilização em transformadores de força. O MFC-500/T foi projetado para realizar a leitura, cálculo, indicação e transmissão das temperaturas dos pontos mais quentes do óleo e de até 3 enrolamentos, e ativar sistemas de resfriamento, alarme e desligamento conforme necessário. A temperatura do óleo é medida diretamente através de RTDs (resistance temperature detectors). Temperaturas de enrolamentos são inferidas a partir da avaliação dos seguintes parâmetros:

- A temperatura do ponto mais quente do óleo (top oil).
- Correntes proporcionais à carga em cada enrolamento.
- Gradientes de temperatura de cada um dos enrolamentos sobre o óleo.
- O expoente de correção para cada tipo de resfriamento.

Uma vez que todas as temperaturas são conhecidas, o sistema ativa se necessário sistemas de resfriamento ou alarme (desligamento) utilizando set-points pré-programados. Entre os recursos disponíveis, destacamos: até 6 entradas compensadas e auto-calibradas para leitura de RTDs, 3 entradas AC true-RMS isoladas, uma porta RS-485 isolada, uma porta USB Frontal, uma porta TCP IP, uma entrada para SD CARD, 8 relés com retardo e set-point configuráveis, 2 pares de relés com alternância de atuação configurável e 4 saídas de corrente, estas saídas de corrente podem ser associadas a qualquer um dos canais desejado.

O MFC-500/T compartilha o mesmo fator de forma reduzido de outros controladores Licht para transformadores, como o relé regulador MFC-500/R e o controlador de paralelismo MFC-500/P. Todos os sinais que entram e saem do controlador são isolados galvanicamente dois a dois, impedindo que ruídos e transitórios sejam transferidos entre subcircuitos ou retransmitidos a outros equipamentos.



Figura 1.1. Controlador MFC-500/T (versão 96x96)

2. Itens a Destacar

O MFC-500/T foi desenvolvido para operação estável sob condições severas. Seu projeto incorpora mecanismos de proteção e redundância para evitar a ocorrência de falhas. Essas são algumas medidas incorporadas em seu projeto:

- Os sinais de corrente alternada representativos da carga do transformador são isolados por micro TCs de alta precisão/linearidade. Estes TCs transferem os sinais por meios magnéticos, o que garante que suas características não sofrem alteração com o tempo.
- Os TCs apresentam isolamento superior a 2500 V, 60 Hz, 1 min. entre primários e secundários.
- Nos sinais de corrente alternada, são considerados somente os valores eficazes (RMS). Assim sendo, o sistema não considera valores transitórios que poderiam causar picos espúrios de temperatura.
- Ruídos e transitórios normalmente presentes em canais de comunicação não podem ser transferidos ao interior do aparelho. Os canais de comunicação têm isolamento galvânica plena contra os demais pontos do aparelho.
- O aparelho automaticamente aciona um contato para alarme (desligamento) e todos os contatos de resfriamento forçado caso haja rompimento de RTDs.
- Todos os componentes são para uso industrial (classe 85 °C). Assim sendo, a operação contínua pode ser em até 70 °C.
- Possui alimentação auxiliar isolada para 100-260 Vcc/Vca.

3. Princípio de Operação

3.1. Princípio Geral

O propósito principal do MFC-500/T é o monitoramento de temperaturas e a ativação de sistemas de resfriamento. Este controlador pode incorporar até 6 entradas para RTDs com compensação de comprimento de cabos e linearização da resposta de temperatura particular a cada tipo de sensor. O primeiro RTD mede a temperatura mais alta do óleo, enquanto os RTDs restantes (se instalados) podem ser usados para outros propósitos. O MFC-500/T pode medir as correntes de até 3 enrolamentos, que são usadas para inferir as temperaturas dos mesmos. Para corretamente modelar o transformador em questão, os parâmetros a seguir devem ser configurados pelo usuário:

- A corrente nominal de cada enrolamento.
- O gradiente de temperatura cobre/óleo (em carga nominal).
- A constante de tempo para os enrolamentos.
- O fator de correção para o tipo de resfriamento.



Neste manual denotaremos por canal um identificador de RTD ou de enrolamento. O MFC-500/T possui 08 relés configuráveis pelo usuário, e cada um deve ser associado a um canal. Por exemplo, o relé associado ao RTD #2 somente responde a variações de temperatura do RTD #2.

Uma vez calculadas as temperaturas, o aparelho é responsável por acionar sistemas de alarme, desligamento ou resfriamento baseado em set-points pré-definidos. Existem 8 set-points de temperatura programáveis, correspondentes a 8 relés. Cada relé pode ser associado à temperatura de um RTD ou à temperatura de um determinado enrolamento. Existem também 8 set-points de corrente configuráveis, correspondentes aos mesmos 8 relés. Estes permitem que sistemas de alarme, desligamento ou resfriamento sejam acionados com base nas correntes dos enrolamentos. A decisão de atuar ou não um relé pode não depender exclusivamente da temperatura associada ao mesmo, mas também de outros parâmetros que podem ser programados pelo usuário. Por exemplo, um relé pode ser configurado para estar permanentemente atuado ou desatuado. No evento de falha de RTD por desligamento da ligação ou curto-circuito, o MFC-500/T automaticamente atua todos os relés associados ao resfriamento.

Se a temperatura de um canal for superior à de um set-point de temperatura a ele aplicável, é iniciada uma contagem regressiva. Existe um timer por set-point de temperatura, responsável por atuar um relé associado no instante de sua expiração. Analogamente, quando a corrente de um enrolamento excede um set-point de corrente a ela aplicável, é iniciada uma contagem regressiva. Existe um timer por set-point de corrente, responsável por atuar um relé associado no instante de sua expiração. Timers de corrente e temperatura são independentes. O limiar de atuação de um relé é igual ao seu set-point. No entanto, seu limiar de desatuação é viesado por meio de uma constante que denotamos histerese. Se o limiar de desatuação fosse igual ao de atuação, o resfriamento seria ligado e desligado intermitentemente enquanto o transformador permanecesse no valor de limiar. Para evitar que isso ocorra, cada set-point está associado a um valor configurável de histerese. Apresentamos abaixo o diagrama de decisões pertinente a atuações para um relé k , onde:

- T_k é a temperatura do canal;
- I_k é a corrente do canal;
- SPT_k é o set-point de temperatura;
- HT_k é a histerese de temperatura;
- SPI_k é o set-point de corrente;
- HII_k é a histerese de corrente.

Note que I_k , SPI_k e HII_k estão somente definidos quando o relé k está associado a um canal de enrolamento. Relés associados a canais de RTD não respondem a medidas de corrente. Relés dedicados a funções de resfriamento podem também ser atuados diariamente com horário e duração configuráveis. A atuação diária de bombas e ventiladores em regiões frias é desejável para manter partes mecânicas bem lubrificadas e prevenir o acúmulo de sujeira. Durante a operação normal são registrados em memória não volátil os picos de temperatura de cada um dos canais. É registrada a temperatura máxima por canal por hora para o período das últimas 24 horas. O MFC-500/T possui 4 saídas analógicas de corrente (para as temperaturas do óleo e de 3 enrolamentos), configuráveis nos intervalos 0-1, 0-5, 0-10, 0-20 e 4-20 mA, podendo cada saída ser associada a um canal desejado.



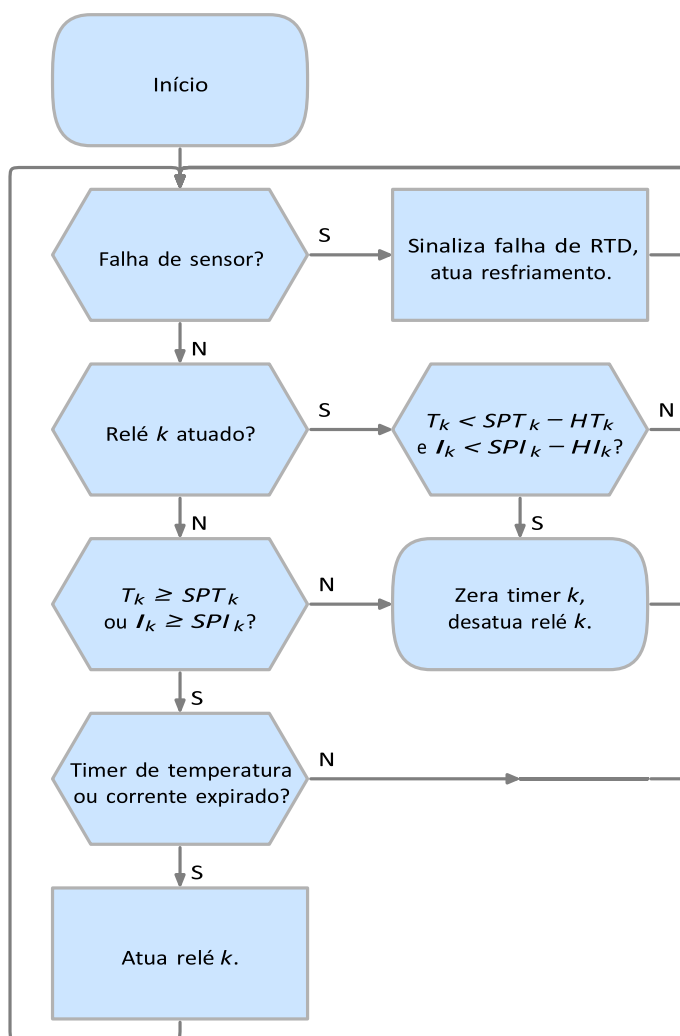


Figura 3.1. Lógica de Atuação dos Relés

3.2. Operação dos RTDs

O MFC-500/T pode ser fornecido em configurações com até 6 RTDs independentes ou até 6 RTDs redundantes. A configuração com RTDs independentes cria um canal de temperatura para cada RTD, permitindo a associação de relés a RTDs específicos. O primeiro RTD é destinado à medida da temperatura do óleo, e os RTDs restantes podem ser usados para qualquer outro propósito. A configuração com RTDs redundantes associa até 6 RTDs à medida da temperatura do óleo. O MFC-500/T constantemente avalia o estado de cada RTD e de sua conexão, e automaticamente ignora sensores que estejam inoperantes ou que apresentem comportamento anormal.

Na configuração de RTDs redundantes, a temperatura atribuída ao óleo é aquela medida pelo primeiro RTD operacional. A opção de usar somente um RTD é intrinsecamente mais robusta do que alternativas que calculam médias entre sensores. De fato, dada uma probabilidade p de perturbação de um RTD (que consideramos pequena), um algoritmo que calcula médias de N RTDs aumentará a probabilidade de perturbação do sistema para aproximadamente $N \cdot p$, diminuindo a confiabilidade

total. Considerando que a precisão de medidas de RTDs significativamente excede os requisitos de controle de temperatura para transformadores de potência, o uso de médias entre sensores revela-se desnecessário e indesejável. Em ambas configurações, a detecção de problemas em um ou mais RTDs é sinalizada através da atuação de um relé de falha de RTD (relé 09, ver item 3.3 e diagrama de conexões no anexo C), que está reservado exclusivamente para esta função. Os contatos do relé 09 são normalmente abertos. Estes contatos se fecham ao ocorrer a falha no RTD, quando é acionado o led (R9) no painel. Os seguintes eventos são considerados falhas:

- Temperatura medida abaixo de 0 °C ou acima de 255 °C.
- Temperatura com taxa de variação superior a 20 °C/s.
- Detecção de inconsistências no circuito de medida.
- Diferença de temperatura entre sensores superior ao valor do parâmetro Máxima Diferença de Temperatura (somente para a configuração de RTDs redundantes). Na configuração de RTDs independentes, qualquer um dos eventos acima resulta na atuação do relé de falha de RTD, no acionamento de todos os relés associados à função de refrigeração e no bloqueio de relés associados a alarmes (desligamento). Caso a situação seja normalizada (por exemplo, através a substituição de um RTD com defeito), o sistema somente retornará à operação normal após um atraso de 30 segundos. Na configuração de RTDs redundantes, qualquer evento acima implica na atuação do relé de falha de RTD. A falha de todos os RTDs ou a existência de uma discrepância de medida superior ao valor do parâmetro Máxima Diferença de Temperatura implica no acionamento automático de todos os relés associados à função de resfriamento e no bloqueio de atuações futuras. Em particular, a falha de um único RTD não bloqueia a operação do sistema. Assim como no caso anterior, o sistema somente desatua o relé de RTD (e retorna à operação normal, se estiver bloqueado) 30 segundos após verificar a ausência de falhas.

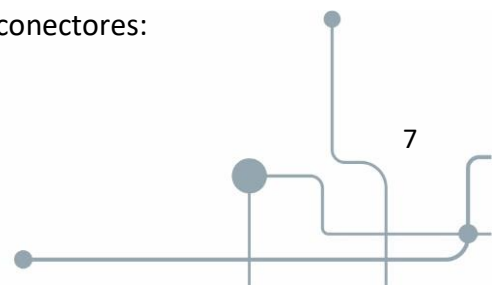
3.3. Máxima Temperatura

Durante a operação normal é registrada em memória não volátil a temperatura máxima medida por cada RTD, desde seu último reinício. Podendo ser visualizada no display do MFC500/T no menu visualizar máximas. Essas máximas também podem ser resetadas em “resetar máximas”.

3.4. Relés

O MFC-500/T é fornecido com até 10 relés. Os relés 1 à 8 são configuráveis, enquanto que os relés 09 e 10 são específicos para falhas. A atuação do relé 09 (falha de RTD) ocorre como descrito no item 3.2. O relé 10, falha de alimentação e auto supervisão, atua de maneira inversa: é ligado, por software, assim que o MFC-500/T é energizado, e é desligado quando o MFC-500/T perde a alimentação auxiliar, ou apresenta falha. Assim que o relé 10 é acionado, simultaneamente ocorre o acionamento de seu respectivo led (R10) no painel. **Portanto, este led fica permanentemente ligado quando o MFC-500/T está em condições normais de operação.** Os contatos dos relés 1 a 10 são reversíveis.

A tabela 3.4 ilustra as funções de cada um dos relés e seus respectivos conectores:



RELÉ	FUNÇÃO	BORNES
1	Configurável	3, 4, 5
2	Configurável	6,7,8
3	Configurável	9,10,11
4	Configurável	12,13,14
5	Configurável	15,16,17
6	Configurável	18,19,20
7	Configurável	21,22,23
8	Configurável	24,25,26
9	Falha de RTD	27,28,29
10	Falha de alimentação Auxiliar	30,31,32

Tabela 3. 4

3.5. Fator de Hotspot

Hot Spot é o ponto mais quente do enrolamento, obtido por cálculo, ou eventualmente medido com um sensor de fibra ótica colocado em um ponto do enrolamento previamente definido no projeto do transformador.

Esta medida dá origem ao chamado Fator de Hot Spot, que é um Fator que multiplicado pelo gradiente Delta T cu/óleo, reproduz o ponto mais quente do enrolamento no controlador de temperatura.

O Fator de Hot Spot usual sugerido pela norma IEC 60076-7, equivalente à norma NBR5356-7, é de 1,1 para transformadores de distribuição, e de 1,3 para transformadores médios até 100 MVA.

Para transformadores de potência superior a 100 MVA recomenda-se consultar o fabricante. Assim, ao desejar que o Controlador de Temperatura MFC-500/T indique o ponto mais quente do enrolamento, deve-se acrescentar o Fator de Hot Spot ao Delta T cu/óleo a ser parametrizado no equipamento.

Por exemplo, se o Delta T cu/óleo é 20 e o Fator de Hot Spot é 1,3, deve-se programar o Delta T cu/óleo como 26, proveniente da operação $20 \times 1,3 = 26$.

3.6. Log de Eventos

O MFC500/T possui um módulo de memória, permitindo que estes registrem eventos. Um evento consiste registra todas as temperaturas medidas (RTDs 1-6, óleo e enrolamentos 1-3) e o estado de todos os relés. de uma mudança no estado de um relé, que por sua vez pode ser causada por setpoints configuráveis pelo usuário ou falhas do sistema, conforme descrito neste manual. Note que um relé não precisa estar em uso (ou instalado) para que este gere eventos através de seus setpoints. Quando um evento ocorre é registrado todas as temperaturas medidas (RTDs 1-6, óleo e enrolamentos 1-3) e o estado de todos os relés.

O MFC500/T também pode ser forçado a gerar eventos periódicos a cada n minutos (com $1 < n \leq 60$) através da configuração do parâmetro Timer de Eventos. Quando um evento ocorre, o MFC500/T registra todas as temperaturas medidas dos RTDS disponíveis (1-6), o estado de todos os relés, bem como a data e o horário dos eventos. O MFC500/T escreve eventos em uma fila FIFO (first in, first out) não volátil e pode registrar até 3584 eventos; Note que se o parâmetro Timer de Eventos estiver configurado para 10 minutos, esta fila reciclará em aproximadamente 597 horas, e se este timer for configurado para 1 minuto, a fila reciclará aproximadamente em 59 horas, se o timer for de 60 minutos, a fila reciclará em aproximadamente 149 dias. Se desligado, os eventos serão registrados no momento em que qualquer relé for acionado.

O log de eventos pode ser visualizado no display do equipamento acessando o menu Visualizar eventos. O evento mais recente é indicado primeiro, e os outros eventos podem ser acessados pressionando as teclas $\uparrow$ ou $\downarrow$, os eventos podem ser apagados no menu “apagar eventos da memória”. Os Logs também podem ser gravados em um computador através do software do MFC500/T, usando a interface USB (opcional), RS485, via TCP/IP ou ainda localmente através do cartão de memória que deve ser inserido para retirada dos eventos gravados.(Obs.: O cartão de memória deverá possuir memória máxima de 32GB, sendo que a opção (Gravar eventos no cartão” só poderá ser visualizada a partir do momento da inserção do cartão em seu slot.

O arquivo pode ser aberto no bloco de notas, word ou similar.

4. Comunicação

O MFC-500/T possui algumas formas de acesso ao equipamento utilizando o software para windows “**CONTROLE MFC500T**”.

- Comunicação via RS485.
- Comunicação Via USB.
- Comunicação via TCP/IP, podendo ser localmente com ip interno ou remotamente via IP FIXO ou serviço ddns, necessitando apenas a liberação de porta específica na rede em que o equipamento esteja instalado. **(obs.: Somente para comunicação com o software Controle MFC500/T)**

5. Indicações

Durante a operação normal o MFC-500/T alterna entre a indicação de cada canal. O tipo de indicação pode ser escolhido entre Temperatura, Corrente e Porcentagem. Na indicação de Temperatura, o valor apresentado para o óleo é aquele lido pelo RTD, após a compensação de sua não-linearidade intrínseca e da resistência das conexões. As temperaturas de óleo são inferidas e dependem da escolha de um modelo adequado (em particular, da definição correta dos parâmetros $\Delta T[1-3]$, m e τ). Na indicação de Corrente são apresentadas as grandezas físicas medidas pelo MFC-500/T: a resistência medida no RTD (já descontada a resistência de conexões) e a corrente representativa da carga de cada enrolamento.

Na indicação de Porcentagem são apresentadas as cargas dos enrolamentos, tendo como referência seus valores nominais.

O tipo de indicação pode ser alternado temporariamente mediante as teclas ↑ e ↓.



Figura 5.1. Painel Frontal

6. Configuração

O MFC500/T possui 4 teclas que permitem acessar toda sua funcionalidade. O procedimento para a configuração de qualquer parâmetro é o seguinte:

1. Pressione a tecla **PROG**, será mostrada a tela de senha de acesso.
2. Escreva a senha de 4 letras uma letra por vez, usando as teclas **↑** e **↓** para ajustar a senha e a tecla **PROG** para avançar entre letras. A senha padrão é AAAA.
3. Após o ajuste da senha será exibida a tela dos submenus.
4. Pressione novamente a tecla **PROG** para acessar os submenus.
5. Usando as teclas **↑** e **↓**, escolha os parâmetros.
6. Pressione novamente **PROG** para confirmar a escolha do parâmetro.
7. Para voltar a qualquer submenu pressione a tecla **ESC**.
8. Os parâmetros podem ser avançados rapidamente mantendo pressionada a tecla **↑** ou **↓**.
9. A qualquer momento a programação pode ser cancelada pressionando a tecla **ESC**.
10. O MFC500/T possui um timer de inatividade. Se o usuário não pressionar qualquer tecla durante 30 segundos, o equipamento retorna à tela principal (óleo/enrolamento...).

6.1. Reset de Parâmetros

O MFC-500/T pode ser restaurado à sua configuração de fábrica se for energizado com a tecla ESC pressionada. Este procedimento também reseta sua senha para AAAA.

7. Parâmetros Programáveis

O MFC-500/T foi desenvolvido visando proporcionar ao usuário do produto a maior versatilidade possível, de forma que toda a supervisão e configuração do sistema possa ser executada no próprio aparelho (através do teclado ou conexão USB) ou à distância (através do link RS-485 ou TCP IP) utilizando o software Controle MFC500T. A seguir são definidos todos os parâmetros configuráveis pelo usuário. Para configurar os parâmetros no teclado do MFC-500/T selecione “alterar configuração” e pressione PROG.

7.1. Configurações Gerais

PARÂMETRO: TIPO DE INDICAÇÃO

Opções: Temperatura, grandeza, porcentagem.

Descrição: Tipo dos valores indicados no painel.

Padrão de fábrica: Temperatura (°C).

PARÂMETRO: FREQUÊNCIA DE OPERAÇÃO

Opções: 60, 50 Hz.

Descrição: Define a frequência de operação do equipamento.

Padrão de fábrica: 60 Hz.

PARÂMETRO: RTDS REDUDANTES

Opções: RTDs de 2 a 6, sim ou não.

Descrição: Define se o RTD selecionado seja redundante ao óleo.

Padrão de fábrica: RTDS 2 a 6, não reduntante.

PARÂMETRO: NÚMEROS DE RTDS ATIVOS

Opções: 1 a 6.

Descrição: Define a quantidade de Rtds ativos.

Padrão de fábrica: Depende de quantos Rtds foram calibrados na fabricação do equipamento.

PARÂMETRO: TIMER DE EVENTOS

Opções: Desabilitado, ou 1 a 60 minutos, em incrementos de 1 minuto.

Descrição: intervalo de tempo entre o registro forçado de eventos (se esta opção estiver instalada).

Padrão de fábrica: 0 Min.

PARÂMETRO: ENDEREÇO IP (*OBS: Somente para comunicação com o software Controle MFC500/T*)

Opções: Endereço definido pelo usuário da rede.

Descrição: Define o endereço IP do equipamento.

Padrão de fábrica: 192.168.1.50.

PARÂMETRO: PORTA

Opções: Porta de rede definida pelo usuário.

Descrição: Define a porta em que o equipamento irá se comunicar com a internet.

Padrão de fábrica: 43101.

7.2. Configuração dos Relés

PARÂMETRO: SET POINT RTD (°C)[1-8]

Opções: 0 a 255 °C, em incrementos de 1 °C.

Descrição: Ponto de atuação (set-point) de temperatura dos relés 1-8.

Padrão de fábrica: 100°C

PARÂMETRO: HISTERESE RTD (°C)[1-8]

Opções: 1 a 255 °C, em incrementos de 1 °C.

Descrição: Histerese de temperatura na atuação/desatuação dos relés 1-8.

Padrão de fábrica: 1°C

PARÂMETRO: RETARDO ATUAÇÃO[1-8]

Opções: 0.1 a 25.5 minutos, em incrementos de 0.1 minuto.

Descrição: Retardo de atuação dos relés 1-8.

Padrão de fábrica: 0.1 min.

PARÂMETRO: CANAL ASSOCIADO[1-8]

Opções: Óleo, Enr. 1, Enr. 2, Enr. 3, RTD 2, RTD 3, RTD 4, RTD 5, RTD 6.

Descrição: Canal associado a cada relé. Note que set-points de temperatura estão ativos em todos os canais, enquanto set-points de corrente estão ativos somente em canais associados a enrolamentos.

Padrão de fábrica: Relés 1 a 8 óleo.

PARÂMETRO: FORÇA RELE[1-8]

Opções: Normal, Força (permanente).

Descrição: Seleciona se o relé responde a variações de temperatura ou corrente (Normal), ou está permanentemente atuado (Permanente).

Padrão de fábrica: Operação Normal

PARÂMETRO: LÓGICA RELÉ[1-8]

Opções: Normal, Inversa.

Descrição: Lógica de atuação de cada relé.

Padrão de fábrica: Normal.

PARÂMETRO: SET POINT CORRENTE (I%)[1-8]

Opções: 0 a 150% da corrente nominal do enrolamento associado, em incrementos de 1%.

Descrição: Ponto de atuação (set-point) de corrente dos relés 1-10. Note que este setpoint é válido para relés associados a enrolamentos, é ignorado em relés associados a RTDs. Atenção que desligamentos indevidos do transformador poderão ocorrer, se a parametrização desta função assim o permitir.

Padrão de fábrica: 0%.

PARÂMETRO: HISTERESE CORRENTE (I%)[1-8]

Opções: 1 a 255%, em incrementos de 1%.

Descrição: Histerese de corrente para a atuação/desatuação dos relés 1-8.

Padrão de fábrica: 1%.

PARÂMETRO: FUNÇÃO ASSOCIADA[1-8]

Opções: Alarme (desligamento), Resfriamento.

Descrição: Define a função associada a cada relé. Relés associados a resfriamento são automaticamente atuados no evento de falhas de RTD, e são atuados diariamente se a opção Resfriamento Diário estiver habilitada.

Padrão de fábrica: Alarme (Desligamento).

PARÂMETRO: MÁXIMA DIFERENÇA DE TEMPERATURA

Opções: 1 a 200 °C, em incrementos de 1 °C.

Descrição: em controladores com sensores de temperatura redundantes, configura o limiar para máxima diferença de temperatura permitida entre sensores diferentes. Se a temperatura de quaisquer dois sensores diferir por mais do que o limiar configurado, o MFC-500/T acusa falha de RTD. Este parâmetro não está disponível em controladores fornecidos com configurações de sensores independentes.

Padrão de fábrica: 200°C.

PARÂMETRO: RESFRIAMENTO DIÁRIO (INÍCIO)

Opções: 00:00 a 23:59, em incrementos de 1 minuto.

Descrição: Horário do dia no qual todos os relés de resfriamento são ativados. Use esta opção para garantir lubrificação adequada de ventiladores e bombas operando em climas frios.

PARÂMETRO: RESFRIAMENTO DIÁRIO (DURAÇÃO)

Opções: Desabilitado, ou 1 a 999 minutos, em incrementos de 1 minuto.

Descrição: Duração do ciclo diário de resfriamento.

Padrão de fábrica: 0 Min.

PARÂMETRO: ALTERNÂNCIA DE SET POINTS

Opções: Desabilitada, Somente 5-6, Somente 7-8, 5-6 e 7-8.

Descrição: Habilita a atuação alternada dos relés 5 com 6 e/ou 7 com 8, tipicamente usada para assegurar desgaste igual dos equipamentos de resfriamento forçado. Um par de relés pode ser configurado para atuação alternada somente se seus parâmetros de Histerese (°C), Histerese (I%), Retardo, Canal Associado e Função Associada forem iguais. Caso contrário, o MFC-500/T não permitirá habilitação da alternância. Se a opção Alternância de Set Points estiver habilitada, pares de relés alternantes terão seus parâmetros Histerese (°C), Histerese (I%), Retardo, Canal Associado e Função Associada modificados simultaneamente, de forma a mantê-los iguais. Por exemplo, se a Alternância de Set Points estiver configurada para Somente 7-8, qualquer ajuste do parâmetro Histerese[7] será repetido automaticamente no parâmetro Histerese[8].

Para permitir maior flexibilidade, a atuação alternada utiliza os set-points de ambos os relés. Sua operação pode ser melhor entendida por meio de um exemplo. Consideremos que o par 7-8 tenha sido configurado para atuação alternada, usando os seguintes parâmetros:

- Set Point[5]: 80 °C
- Set Point[6]: 90 °C
- Histerese[5], Histerese[6]: 1 °C
- Canal Associado[5], Canal Associado[6]: Enrolamento 1

Ignorando a influência da histerese, se a temperatura do enrolamento 1 estiver abaixo de 80.0 °C, nem o relé 5 nem o 6 estarão atuados. Se estiver entre 80.0 e 89.9 °C, apenas um estará atuado. Se for maior ou igual a 90.0 °C, ambos estarão atuados. A alternância se manifesta quando a temperatura do enrolamento realiza a transição 89.9 → 90.0 °C, neste caso, o relé atuado é o que permaneceu desligado na última transição.

Padrão de fábrica: Desabilitada.

A **Tabela 6.1.** apresenta um exemplo de atuação alternada.

TRANSIÇÃO	AÇÃO
75.0 °C → 83.0 °C	Atua relé 5
83.0 °C → 78.0 °C	Desatua relé 5
78.0 °C → 86.0 °C	Atua relé 6
86.0 °C → 94.0 °C	Atua relé 5 (relés 5 e 6 atuados)
94.0 °C → 89.5 °C	Nenhuma alteração (efeito da histerese no relé 5)
89.5 °C → 85.0 °C	Desatua relé 5 (relé 6 ainda atuado)
85.0 °C → 79.5 °C	Nenhuma (efeito da histerese no relé 6)
79.5 °C → 78.0 °C	Desatua relé 6 (relés 5 e 6 desatuados)

Tabela 6.1.

7.3. Configuração RS485

PARÂMETRO: CONFIGURAR SERIAL

Opções: Serial 1 a 3.

Descrição: Seleciona a serial desejada.

OBS.: Equipamentos com mais saídas são opcionais e devem ser indicadas no ato da compra, equipamentos possuem apenas a saída serial 1 como padrão de fábrica.

PARÂMETRO: PROTOCOLO.

Opções: Modbus, DNP3.

Descrição: Seleciona o protocolo de saída, podendo por exemplo selecionar um protocolo na saída 1 e outro em outra saída.

Padrão de fábrica: Modbus

OBS.: Os protocolos Modbus e DNP3 não estão disponíveis na interface Ethernet, somente nas saídas RS485 disponíveis.

PARÂMETRO: BAUD RATE MODBUS

Opções: 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 bps.

Descrição: taxa de bits para a comunicação RS-485.

Padrão de fábrica: 9600.

PARÂMETRO: FORMATO MODBUS

Opções: 8N1, 8E1, 8O1, 8N2.

Descrição: formato de transmissão de cada símbolo, onde:

- 8N1: 8 bits de dados, sem paridade, 1 bit de parada.
- 8E1: 8 bits de dados, paridade par, 1 bit de parada.
- 8O1: 8 bits de dados, paridade ímpar, 1 bit de parada.
- 8N2: 8 bits de dados, sem paridade, 2 bits de parada.

Padrão de fábrica: 8N1.

PARÂMETRO: ENDEREÇO MODBUS

Opções: 1 a 247.

Descrição: endereço do MFC-500/T no bus MODBUS.

Padrão de fábrica: 1.

Nota: os nomes dos parâmetros DNP3 foram mantidos no original em inglês para evitar dúvidas relativas à terminologia usada na norma.

PARÂMETRO: BAUD RATE DNP3

Opções: 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 bps.

Descrição: taxa de bits para a comunicação RS-485.

Padrão de fábrica: 9600.

PARÂMETRO: FORMAT DNP3

Opções: 8N1, 8E1, 8O1, 8N2.

Descrição: formato de transmissão de cada símbolo, onde:

- 8N1: 8 bits de dados, sem paridade, 1 bit de parada.
- 8E1: 8 bits de dados, paridade par, 1 bit de parada.
- 8O1: 8 bits de dados, paridade ímpar, 1 bit de parada.
- 8N2: 8 bits de dados, sem paridade, 2 bits de parada.
- Padrão de fábrica: °C.

Padrão de fábrica: 8N1.

PARÂMETRO: ADDRESS DNP3

Opções: 0x0000 a 0xFFEF.

Descrição: endereço do MFC-500/T em notação hexadecimal.

Padrão de fábrica: 0X1234.

PARAMETER: APPLICATION LAYER CONFIRMATION

Options: Only when transmitting events or multi-fragment responses, Always.

Description: Seleciona quando o MFC-500/T deve requisitar confirmações da camada de aplicação.

Padrão de fábrica: Events/Multifrag.

PARAMETER: MAXIMUM INTER-OCTET GAP

Options: 2 a 100 ms.

Description: A norma DNP3 estabelece que quadros não devem ter pausas entre bytes (inter-octet gaps). De acordo com a especificação, o MFC-500/T nunca insere pausas entre bytes. No entanto, disponibilizamos a opção de tolerar pausas durante a recepção. Quadros com pausas maiores que Maximum Inter-Octet Gap são silenciosamente ignorados.

Padrão de fábrica: ≤ 5ms

PARAMETER: BACKOFF DELAY (FIXED)

Options: 1 a 100 ms.

Description: Veja a descrição de Backoff Delay (Random).

Padrão de fábrica: (Fixed) 20ms.

PARAMETER: BACKOFF DELAY (RANDOM)

Options: 1 a 100 ms.

Description: O MFC-500/T foi projetado para enlaces com topologia de bus, onde mais de um escravo pode transmitir. Um mecanismo de espera (backoff) é implementado para prevenir colisões. Antes de transmitir, o MFC-500/T espera até que a linha se torne ociosa. Ao detectar a ociosidade, espera $T_{delay} = T_{fixed} + T_{random}$ ms, onde T_{fixed} é o fixed backoff delay, e T_{random} é um valor aleatório, uniformemente distribuído entre 0 e o parâmetro random backoff delay. Se após T_{delay} ms a linha ainda estiver ociosa, o MFC-500/T inicia a transmissão.

Padrão de fábrica: (Random) 50ms.

PARAMETER: INSERT INTER-FRAME GAP

Options: Never, Always.

Description: A norma DNP3 estabelece que pausas entre quadros são desnecessárias. No entanto, já foram observados mestres que ignoram quadros quando nenhuma pausa entre quadros é fornecida. Essa opção permite a comunicação com tais mestres. Seu uso é desencorajado, pois pausas forçadas implicam em backoff delays forçados.

Padrão de fábrica: Never Insert.

7.4. Saídas de Corrente (Opcional)

PARÂMETRO: ESCALA DE SAÍDA

Opções: 0-1 (opcional), 0-5, 0-10, 0-20, 4-20 mA

Descrição: Correntes de saída dos canais 1-4.

Padrão de fábrica: 4- 20mA

PARÂMETRO: TFE ÓLEO (FUNDO DE ESCALA)

Opções: 0 a 255 °C, em incrementos de 1 °C.

Descrição: Fundo de escala da temperatura do óleo. Por exemplo, se TFE Oleo = 150 °C e Escala de Saída = 4-20 mA, a temperatura indicada será 0 °C para 4.0 mA e 150 °C para 20.0 mA.

Padrão de fábrica: 150°C

PARÂMETRO: ASSOCIAR SAÍDA AO CANAL

Opções: Saída 1 a 4 (Oleo, Enr. 1, Enr. 2, Enr. 3, RTD2, RTD3, RTD4, RTD5, RTD6)

Descrição: Associa a saída ao canal desejado.

Padrão de fábrica: lout 1- Oleo, lout 2- Enr.1, lout 3- Enr.2, lout 4 Enr.3.

7.5. Entrada de Corrente (TC)

PARÂMETRO: DELTA T $\Delta T[1-3]$

Opções: 0 a 99 °C, em incrementos de 1 °C.

Descrição: Gradiente de temperatura cobre/óleo para os enrolamentos 1-3. Representa a temperatura que o enrolamento atinge acima do óleo sob carga nominal.

Padrão de fábrica: $\Delta T1$ 20°C, $\Delta T2$ 0°C, $\Delta T3$ 0°C.

PARÂMETRO: CORRENTE NOMINAL $I_N[1-3]$

Opções: 0.2 a 5.0 A em incrementos de 0.1 A.

Descrição: Corrente nominal considerada pelo aparelho no cálculo da temperatura dos enrolamentos 1-3.

Padrão de fábrica: 5.0A.

PARÂMETRO: CONSTANTE DE TEMPO (T)

Opções: 0.0, ou de 3.0 a 20.0 minutos, em incrementos de 0.1 minuto.

Descrição: Constante de tempo do modelo de primeira ordem dos enrolamentos. Quando programada em 0, considera que o transformador tem capacidade calorífica nula.

Padrão de fábrica: 3.0 min.

PARÂMETRO: M

Opções: 0.5 a 1.0, em incrementos de 0.1.

Descrição: Expoente para o tipo refrigeração utilizado. Levando em conta sua constante de tempo, a curva de temperatura para um degrau de corrente com amplitude I_D é:

$$T_{enr}(t) = T_{oleo} + \Delta T \left(\frac{I_D}{I_N} \right)^{2m} \left(1 - e^{-t/\tau} \right)$$

Logo, a temperatura final (em equilíbrio térmico) de um enrolamento com corrente constante / é dada por:

$$T_{enr}(\infty) = T_{oleo} + \Delta T \left(\frac{I}{I_N} \right)^{2m}$$

Padrão de fábrica: 0.8 .

7.6. Data e Hora

PARÂMETRO: DATA/HORA

Opções: HH:MM:SS DD/MM/AAAA

Descrição: ajuste da data e hora atual.

7.7. MUDAR IDIOMA

PARÂMETRO: DATA/HORA

Opções: Português, Inglês, Espanhol

Descrição: Define o idioma em que serão apresentadas as informações no display.

Padrão de Fábrica: Inglês.

7.8. MUDAR SENHA

PARÂMETRO: MUDAR SENHA

Opções: AAAA-ZZZZ

Descrição: Define a senha de proteção do equipamento.

Padrão de Fábrica: AAAA.

8. Especificações

Alimentação	Isolada 100-260 Vca/Vcc.
Consumo	8 W
Temperatura de Operação	-10 a 70 °C (display LCD) -40 a 70 °C (display VFD)
Grau de Proteção	IP20
Fixação	Painel
Dimensões	98 x 98 x 138 mm (ver anexo A)
Peso	600 g
Entradas DC	Tipos: RTD, loop de corrente, tensão Erro/Não-linearidade: 0.2% + 0.1% / 10 °C
Entradas AC	Escala: 0-5 A Erro/Não-linearidade: 0.5% (+/- 0.01 A), + 0.1% / 10 °C
Saídas de Corrente	Escalas: 0-1, 0-5, 0-10, 0-20, 4-20 mA Erro/Não-linearidade: 0.2% (+/- 0.01 mA) + 0.1% / 10 °C
Isolação Galvânica (50/60 Hz, 1 min.)	Entradas AC - 2.0 kV Saídas - 2.0 kV Comunicação - 2.0 kV Relés – 2.0 kV
Comunicação	RS-485 - MODBUS RTU e DNP3 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 bps 8N1, 8E1, 8O1, 8N2, USB, TCP IP (via ip interno ou DDNS).
Displays	2 linhas de 16 caracteres (5 mm). LCD com backlight ou VFD.
Relés	5 A @ 250 Vca, 5 A @ 30 Vcc Isolação galvânica, bobina/contatos: 4.0 kV, 50/60 Hz, 1 min.

9. Observações

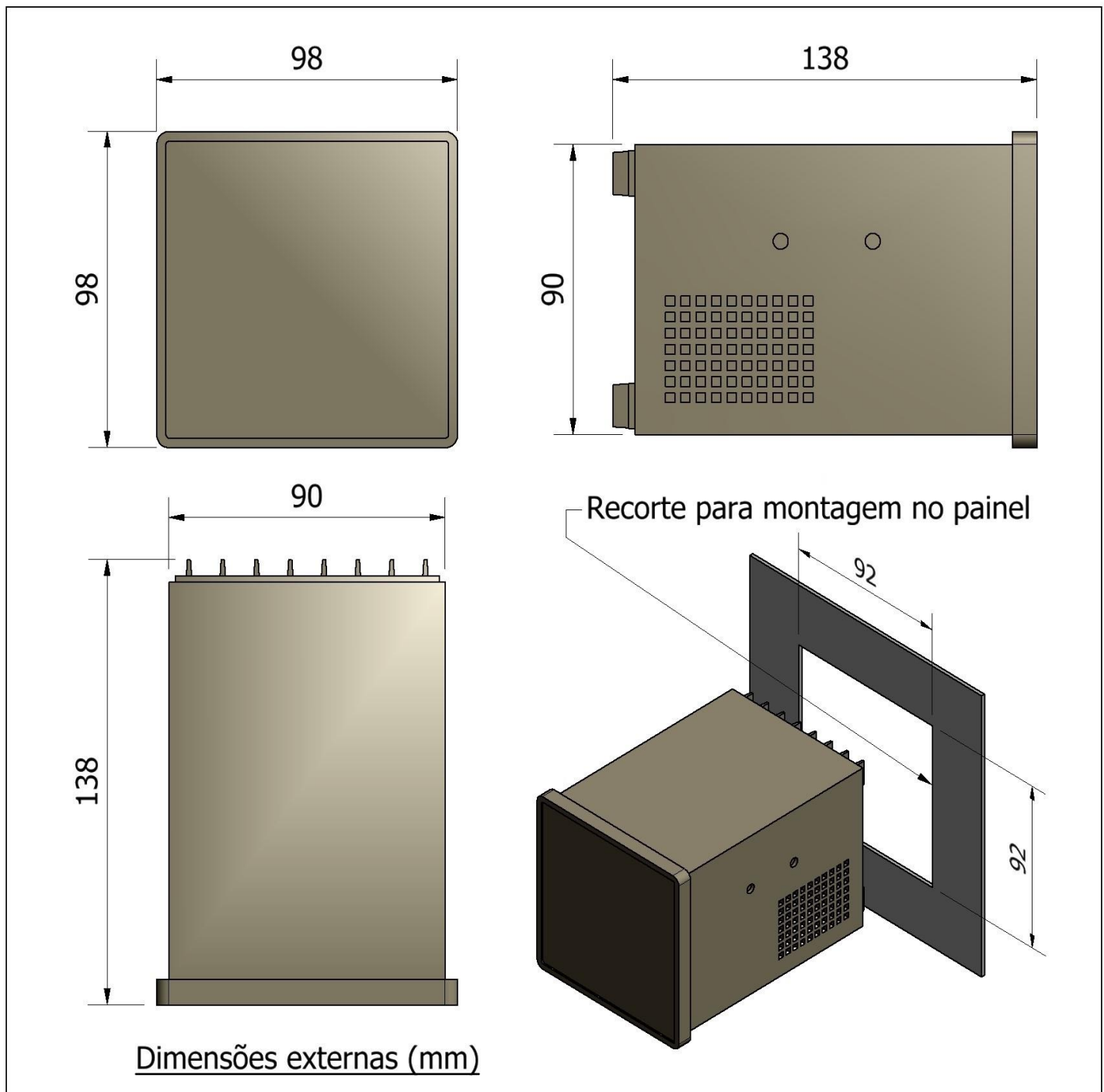
A instalação de qualquer equipamento eletrônico em subestações deve atender às recomendações das normas pertinentes. A norma mais abrangente e atual é a IEC 61000-5-2:1997, que compreende resultados de décadas de pesquisas em laboratório e em campo. A seguir listamos algumas das recomendações presentes nesta norma, e que devem ser observadas, em subestações de toda natureza. Recomendamos a leitura dos artigos e notas de aplicação para instalação que estão disponíveis on-line em nosso site.

- a. Devem ser usados cabos blindados para as conexões dos RTDs, saídas de corrente, comunicação RS-485 e alimentação auxiliar.
- b. Cabos devem estar segregados em bandejas ou canaletas de acordo com suas funções. Em particular, cabos de potência nunca devem ser roteados na proximidade de cabos de sinal, ainda que estes estejam blindados. As distâncias mínimas que devem ser observadas estão descritas na norma IEC 61000-5-2:1997 e em artigos disponíveis on-line na página deste controlador.
- c. A continuidade elétrica de cabos, canaletas, calhas e eletrodutos deve existir até frequências da ordem de MHz ao longo de toda sua extensão, incluindo curvas e junções. Para garantir esta continuidade, emendas e junções de cabos, canaletas e eletrodutos devem garantir contato elétrico ao longo de suas seções transversais, e nunca em um só ponto. Em particular, emendas de canaletas devem ser feitas com chapas soldadas (ideal) ou parafusadas em múltiplos pontos (aceitável) e nunca devem ser feitas com fios.
- d. Caso cabos precisem ser emendados, a blindagem não deve ser interrompida. Blindagens devem ser emendadas de forma circular, de forma a preservar a malha de blindagem ao longo de 360°.
- e. Trechos sem blindagens (por exemplo, nas terminações de régua de bornes) devem ser os mais curtos possíveis.
- f. Canaletas, calhas e eletrodutos devem ser eletricamente contínuos, e devem ser aterrados em ambas extremidades. Esta configuração permite que canaletas, calhas e eletrodutos simultaneamente ofereçam blindagem e trabalhem como condutores paralelos.
- g. Cabos blindados devem ter suas blindagens aterradas em ambas extremidades. É imprescindível que a canaleta, calha ou eletroduto que contém cada cabo também esteja aterrada em ambas extremidades, de forma que trabalhe como condutor paralelo. Na ausência de um condutor paralelo, a blindagem de cada cabo estará exposta a correntes excessivas que comprometerão sua operação.
- h. Pares RS-485 devem estar terminados em ambos extremos por resistores de 120 Ω .
- i. Dispositivos RS-485 devem formar um bus ou conexão ponto-a-ponto. Não devem ser feitas redes com outras topologias (árvore, estrela, anel, etc.).
- j. Entradas para contatos secos devem estar livres de potenciais.

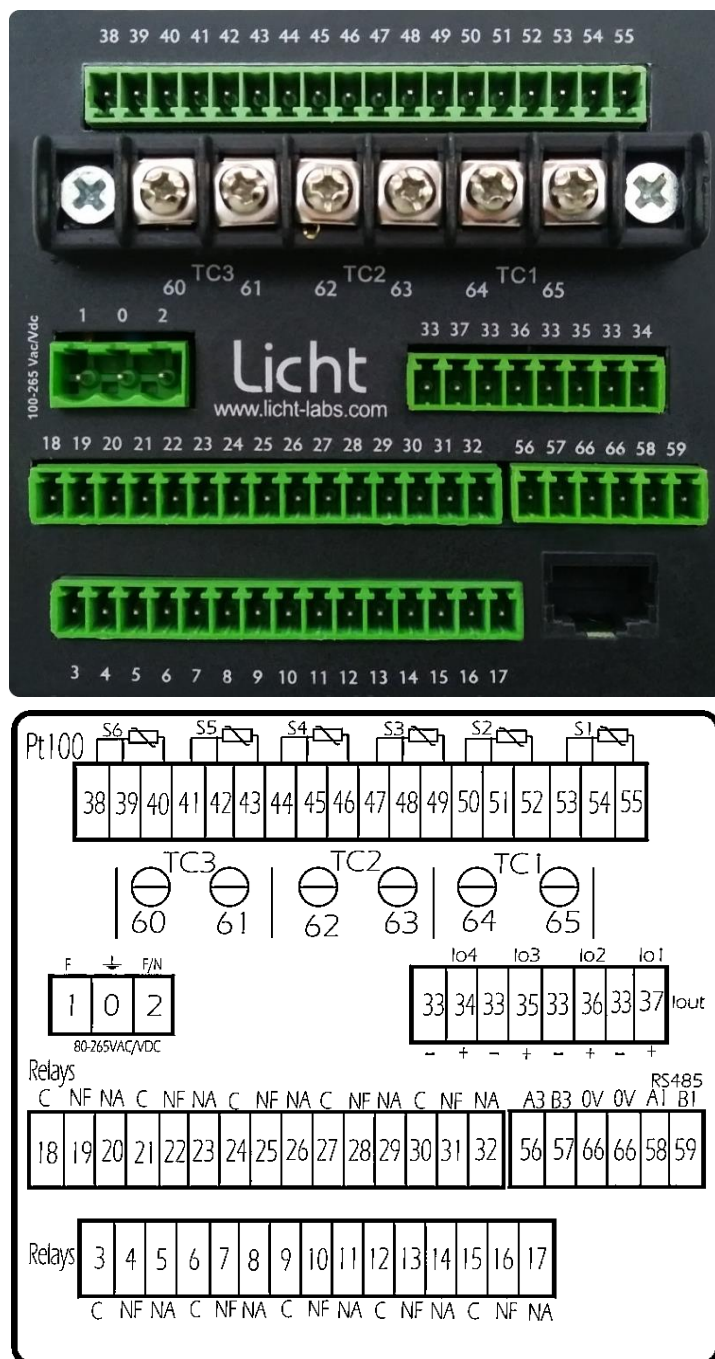
10. Revisão e Histórico

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO/ALTERAÇÃO EFETUADA	ELABORADO POR	APROVADO POR
01	08/02/2021	Versão Preliminar	Ricardo Hemmel	Liscio Ribeiro
02	27/05/2021	Primeira publicação	Ricardo Hemmel	Liscio Ribeiro
03	29/11/2023	Alteração no texto esclarecendo que a interface TCP IP é exclusiva para comunicação com o software Licht e não possui o protocolo Modbus e Dnp3.0, alteração no mapa de registradores contendo a informação para ajuste de offset de 150°C para os parâmetros de temperatura	Ricardo Hemmel	Liscio Ribeiro
04	02/12/2024	Alteração do anexo B2 diagrama de conexões, alteração na numeração da saída SERIAL 1, e retirada da indicação da serial 03	Ricardo Hemmel	Liscio Ribeiro

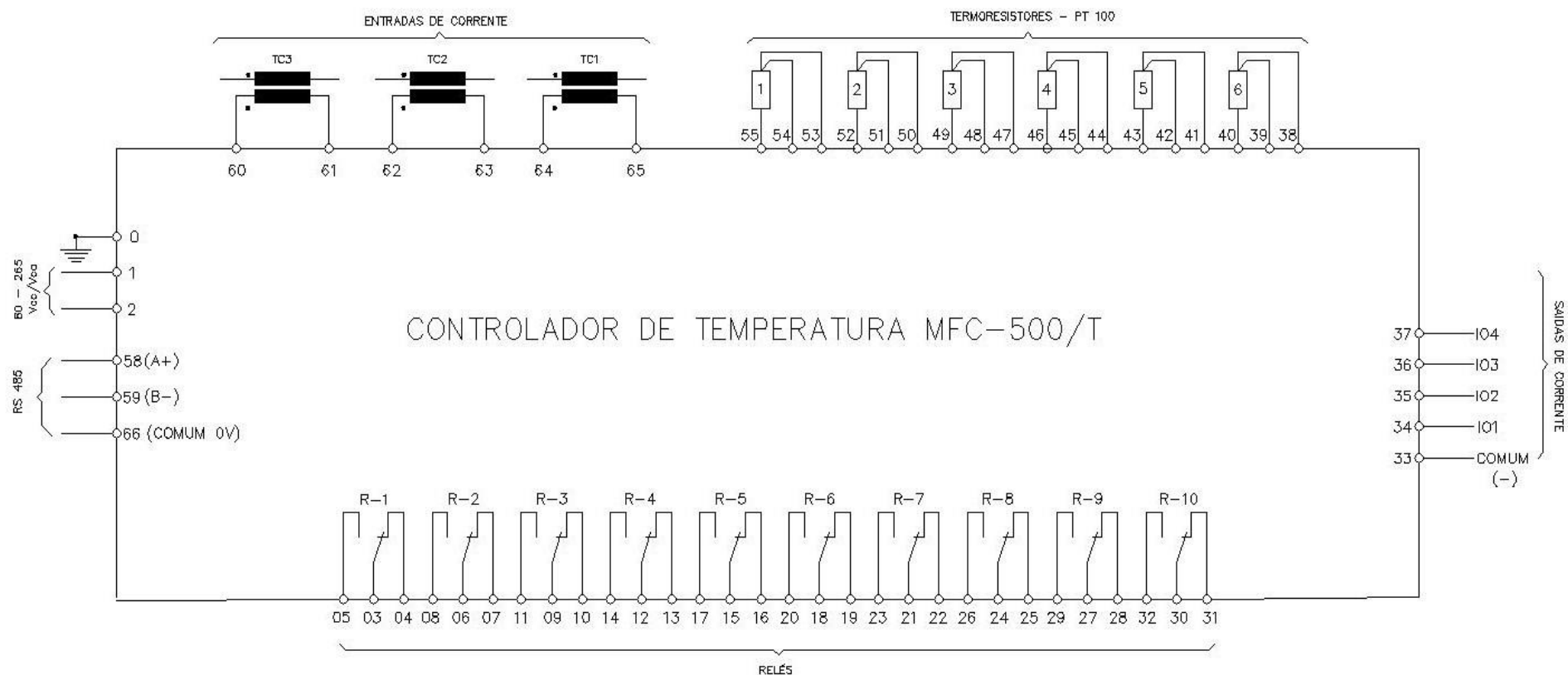
Anexo A – Alojamento



Anexo B1 – Diagrama de Conexões



Anexo B2 – Diagrama de Conexões



Anexo C – Ficha de Ajustes

PARÂMETROS	FAIXA DE AJUSTE	AJUSTE ESCOLHIDO
Relé	1 a 10	
Função	Alarme (desligamento), resfriamento	
Set Point (°C)	0 a 255 °C	
Histerese (°C)	1 a 255 °C	
Set Point (I%)	0 a 150 %	
Histerese (I%)	1 a 255 %	
Retardo	0.1 a 25.5 min.	
Canal Associado	Óleo, Enr. 1-3, RTD 2-6	
Atuação Forçada	Normal, Permanente	
Lógica de Atuação	Normal, Inversa	
Tipo de indicação	Temperatura, Corrente, Porcentagem	
$\Delta T1$	0-99 °C	
$\Delta T2$	0-99 °C	
$\Delta T3$	0-99 °C	
IN1	0.0-5.0 A	
IN2	0.0-5.0 A	
IN3	0.0-5.0 A	
Alternância de Set Points	Desabilitada, 7-8, 9-10, 7-8 e 9-10	
Constante de Tempo	0.0, 3.0-20.0 min.	
m	0.0, 0.5-1.0	
Frequência de Operação	60 Hz, 50 Hz	
Resfriamento Diário (Início)	00:00 a 23:59	
Resfriamento Diário (Duração)	Desabilitado, 1 a 999 minutos	
Timer de Eventos	Desabilitado, 1 a 60 minutos	
Máxima Diferença de Temperatura	1-200 °C	
Escala de Saída	0-1, 0-5, 0-10, 0-20, 4-20 mA	
TFE	0-255 °C	
Baud Rate	9600, 19200, 38400, 57600, 115200	
Formato	8N1, 8E1, 8O1, 8N2	
Endereço	1-247	
Data	01-Jan-2000 a 31-Dez-2099	
Hora	00:00:00-23:59:59	

Anexo D – Registradores Modbus

O MFC-500/T implementa as funções Read Holding Register (0x03), Write Single Register (0x06) e Write Multiple Register (0x10) do protocolo MODBUS RTU. O uso de qualquer outra função retornará uma exceção do tipo "unsupported function code". Apresentamos abaixo a tabela de registradores remotamente acessíveis.

HOLDING REGISTER	DESCRIÇÃO	AJUSTE	MULTIPLICADOR
1-10	Set Point (°C)[1-10]	0 a 255 °C	1
21-30	Histerese (°C)[1-10]	1 a 255 °C	1
41-50	Retardo[1-10]	0.1 a 25.5 min.	10
61-70	Canal Associado[1-10]	0: Óleo 1-3: Enrolamentos 1 a 3 4-8: RTDs 2 a 6	1
81-90	Atuação Forçada[1-10]	0: operação normal 1: sempre atuado	1
101-110	Lógica de Atuação[1-10]	0: normal 1: invertida	1
121-130	Set Point (I%)[1-10]	0 a 150 %	1
141-150	Histerese (I%)[1-10]	1 a 255 %	1
161-170	Função Associada[1-10]	0: alarme (desligamento) 1: resfriamento	1
201	Tipo de Indicação	0: temperatura 1: corrente 2: porcentagem	1
202-204	ΔT [1-3]	0 a 99 °C	1
205-207	IN[1-3]	0.2 a 5.0 A	10
208	Alternância de Set Points	0: desativada 1: somente 7-8 2: somente 9-10 3: 7-8 e 9-10	1
209	Constante de Tempo (τ)	0.0, ou 3.0-20.0 min.	10
210	m	0.0, ou 0.5-1.0	10
211	Frequência de Operação	0: 60 Hz 1: 50 Hz	1
212	Resfriamento Diário (Início)	0 a 1439 (minutos a partir de 00:00)	1
213	Resfriamento Diário (Duração)	0 a 999 minutos	1
214	Timer de Eventos	0: Desabilitado 1 a 60 minutos	1
215	Máxima Diferença de Temperatura	1 a 200 °C	1
301	Loop de Corrente -Escala de Saída	0: 0-1 mA 1: 0-5 mA 2: 0-10 mA 3: 0-20 mA 4: 4-20 mA	1
302	TFE Óleo	0 a 255 °C	1

HOLDING REGISTER	DESCRIÇÃO	AJUSTE	MULTIPLICADOR
401	Hora local	0 a 23	1
402	Minuto local	0 a 59	1
403	Segundo local	0 a 59	1
404	Dia local	1 a 31	1
405	Mês local	1 a 12	1
406	Ano local (2000-2099)	0 a 99	1
*PARA OS PARÂMETROS DE TEMPERATURA DEVE-SE AJUSTAR A ESCALA COM UM OFFSET DE 150°C			
501-503	Temperatura Enrolamento[1-3]	0.0 a 255.0 °C	10
504-506	Corrente Enrolamento[1-3] (A)	0.00 a 5.00 A	100
507-509	Corrente Enrolamento[1-3] (%)	0.0 a 200.0 %	10
510	Temperatura RTD1/Óleo	0.0 a 255.0 °C	10
511	Resistência RTD1	0.0 a 255.0 Ω	10
512	Temperatura RTD2	0.0 a 255.0 °C	10
513	Resistência RTD2	0.0 a 255.0 Ω	10
514	Temperatura RTD3	0.0 a 255.0 °C	10
515	Resistência RTD3	0.0 a 255.0 Ω	10
516	Temperatura RTD4	0.0 a 255.0 °C	10
517	Resistência RTD4	0.0 a 255.0 Ω	10
518	Temperatura RTD5	0.0 a 255.0 °C	10
519	Resistência RTD5	0.0 a 255.0 Ω	10
520	Temperatura RTD6	0.0 a 255.0 °C	10
521	Resistência RTD6	0.0 a 255.0 Ω	10
601-610	Estado do Rele[1-10]	0: desatuado 1: atuado	1
701-3	Temperatura máxima Enr[1-3]	0 a 255 °C	1
704	Temperatura máxima RTD1	0 a 255 °C	1
705	Temperatura máxima RTD2	0 a 255 °C	1
706	Temperatura máxima RTD3	0 a 255 °C	1
707	Temperatura máxima RTD4	0 a 255 °C	1
708	Temperatura máxima RTD5	0 a 255 °C	1
709	Temperatura máxima RTD6	0 a 255 °C	1

Anexo E – Registradores Modbus Associados a Eventos

HOLDING REGISTER	DESCRIÇÃO	AJUSTE	MULTIPLICADOR
801	ID do evento a ser lido	0 a 3583	1
802	ID do último evento	0 a 3583	1
803	Timestamp em ms desde 01-01-1970	bits 0-15	1
804	Timestamp em ms desde 01-01-1970	bits 16-31	1
805	Timestamp em ms desde 01-01-1970	bits 32-47	1
806-808	Temperatura evento Enr[1-3]	0 a 255 °C	1
809	Temperatura evento RTD1	0 a 255 °C	1
810	Temperatura evento RTD2	0 a 255 °C	1
811	Temperatura evento RTD3	0 a 255 °C	1
812	Temperatura evento RTD4	0 a 255 °C	1
813	Temperatura evento RTD5	0 a 255 °C	1
814	Temperatura evento RTD6	0 a 255 °C	1
815	Mapa de bits dos relés	bit n: estado do relé n+1	1



 **Licht**
www.licht-labs.com

+55 11 **3731-3188** | Fax: +55 11 **3731-3444**
info@licht-labs.com | R. Gastão do Rego Monteiro, 480
São Paulo | SP | 05594-030 | Brasil