

PRESYS®



Empresa Nacional
Tecnologia 100% Brasileira



Calibrador de Temperatura para Sensores de Superfície T-500PS

Manual Técnico

ATENÇÃO!

Para evitar risco de choque elétrico ao tocar na caixa do equipamento:

- Não use fio de força, sem o terceiro fio terra;
- Não utilize tomadas de força, sem o pino de terra.

ATENÇÃO!

Alta voltagem é utilizada dentro deste equipamento. Para fazer qualquer serviço de reparação dentro deste equipamento, desconecte o fio de força da tomada.

ATENÇÃO!

Ruídos elétricos podem causar instabilidade ao equipamento.

Este equipamento é provido de filtros de interferência eletromagnética que protegem tanto a linha, quanto o próprio equipamento de ruídos. Estes filtros perdem a atuação caso o fio terra não esteja ligado a um ponto de terra efetivo da instalação.

ATENÇÃO!

Altas temperaturas estão presentes neste equipamento.

Riscos de fogo e explosão podem resultar, caso não se tome medidas de segurança. Sinalize através de cartazes as altas temperaturas.

Não obstrua a ventilação para evitar risco de fogo no equipamento.

Não utilizar materiais abrasivos ou produtos de limpeza na área de medição.

CUIDADO!

O instrumento descrito por este manual técnico é um equipamento para aplicação em área técnica especializada. O usuário é responsável pela configuração e seleção de valores dos parâmetros do instrumento. O fabricante alerta para os riscos de ocorrências com danos tanto a pessoas quanto a bens, resultantes do uso incorreto do instrumento.

Índice

1.0 - Introdução	1
1.1 - Especificações Técnicas	2
1.1.1 - Especificações Técnicas da Entrada	2
1.2 - Código de Encomenda	3
1.3 - Acessórios	4
2.0 - Operação dos Calibradores T-500PS	5
2.1 - Menu IN	6
2.1.1 - Ligações de Entrada ou Medição	7
2.1.2 - Ligação do Probe Externo	8
2.2 - Menu CONF	9
2.3 - Modo de Operação Manual	13
2.4 - Modo de Operação Programável	14
2.5 - Modo de Operação Automático	15
3.0 - Recomendações de uso	17
4.0 - Instruções de Segurança	17
5.0 - Mensagens de Aviso do Calibrador	17
6.0 - Ajuste dos Parâmetros do PID	18
7.0 - Calibração	19
7.1 - Calibração das Entradas	19
7.2 - Calibração do Probe	21
8.0 - Manutenção	22
8.1 - Instruções para Hardware	22
9.0 - Instruções para Colocação da Alça para Transporte	22

1.0 - Introdução



T-500PS

O Calibrador para Termômetros Infravermelhos T-500PS produz valores de temperatura de forma a possibilitar a calibração de sensores e termômetros de superfície, como RTD, termopares, termistores e sensores tipo fita. As temperaturas geradas possuem elevada exatidão e sua superfície de alumínio retificada garante um perfeito contato físico entre o sensor e a área de medição. O calibrador também conta com uma grande área de temperatura uniforme, possibilitando a calibração de mais de um sensor por vez.

Este calibrador possui entrada para termopares e termorresistências, além da função de medidor de corrente. É possível fazer-se do uso de sensor Pt-100 com leitura na própria entrada RTD do calibrador, ajustada por coeficientes *Callendar-Van Dusen*.

O calibrador dispõe de uma entrada para probe externo que possibilita realizar a leitura da temperatura a partir de um sensor padrão de termorresistência (opcional) a ser inserido em um orifício abaixo da superfície de calibração e que se estende até o centro da zona de medição. A curva de calibração do sensor padrão segue a parametrização de *Callendar-Van Dusen*.

- O calibrador T-500PS gera temperaturas desde ambiente até 500°C.
- Possui entrada para leitura de termopares, termorresistências e termostatos.
- Possibilita a leitura da temperatura da superfície por probe externo (opcional). O cálculo de temperatura utiliza os coeficientes *Callendar-Van Dusen* do sensor.
- Dispensa o uso de termômetro padrão externo.
- Realiza calibrações automáticas com ou sem o uso do computador.
- Exatidão de até 0,4°C + 0,1% da leitura, estabilidade de 0,2°C e resolução de 0,01°C.
- Comunicação com computador e *software* ISOPLAN.
- Portátil, compacto, dispõe de alça e bolsa para transporte.

Possui amplos recursos de programação, onde o calibrador é programado para gerar temperaturas pré-configuradas.

Compatível com programas de calibrações automáticas e documentadas, com aplicação do *software* ISOPLAN em plataforma PC/Windows, usando-se a porta serial para fazer a ligação entre o PC e o calibrador que se comunicam por meio de RS-232 ou RS-485. Com o *software* ISOPLAN pode-se cadastrar os termômetros e instrumentos da fábrica, gerar ordens de serviço, produzir e imprimir certificados e relatórios de calibração, ou seja, todo o poderio da informática é trazido para o ambiente das calibrações.

O calibrador T-500PS possui ainda inúmeras características, dentre as quais destacamos:

- O calibrador de sinais elétricos é independente da função do controle de temperatura.
- Sinal sonoro configurável quando atinge a temperatura desejada.
- Teclado numérico que facilita a operação e configuração do calibrador.
- Display de vácuo fluorescente para apresentação dos valores.
- Leitura de termoelementos pelas escalas de temperatura ITS-90 ou IPTS-68.
- Leitura de termorresistência ou probe externo configurável com ajustes de coeficientes Callendar-Van Dusen.
- Fonte interna regulada de 24 Vcc para alimentação de transmissores a 2 fios.
- Bateria recarregável e carregador de bateria internos para o calibrador de sinais elétricos.
- Circuito independente para proteção e segurança para alta temperatura.

1.1 - Especificações Técnicas

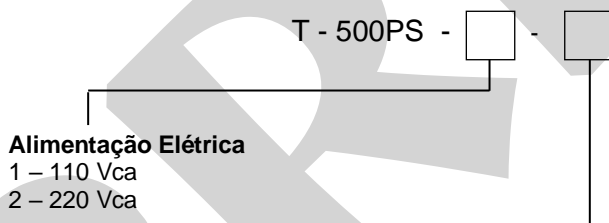
Faixa de Operação	Ambiente a 500 °C
Alimentação Elétrica	110 Vca ou 220 Vca 50/60 Hz, conforme código de encomenda.
Diâmetro da Superfície	80 mm
Resolução	0,01 °C ou 0,01 °F
Exatidão (referência interna)	$\pm (0,4 \text{ °C} + 0,1 \% \text{ da leitura})$
(referência externa)	TC-N: $\pm 0,2 \text{ °C}$ / Pt-100: $\pm 0,1 \text{ °C}$ *
Estabilidade (após 10 minutos)	$\pm 0,2 \text{ °C}$
Consumo Nominal	1000 W
Tempo de Aquecimento	30 minutos (50 °C a 500 °C)
Tempo de Resfriamento	30 minutos (500 °C a 100 °C)
Dimensões (A,L,P)	250 x 180 x 270 mm
Peso	9,0 kg
Garantia	Um ano (exceto para baterias recarregáveis)

* Exatidão referente apenas as entradas elétricas do calibrador.

1.1.1 - Especificações Técnicas da Entrada

	Ranges de entrada	Resolução	Exatidão	Observações
milivolt	-150 a 150mV	0,001 mV	± 0,01 % FS	R _{entrada} > 10 MΩ auto-range
	-500 a -150mV	0,01 mV	± 0,02 % FS	
	150 a 2450mV	0,01 mV	± 0,02 % FS	
mA	-5 a 24,5mA	0,0001 mA	± 0,02 % FS	R _{entrada} < 160 Ω
Resistência	0 a 400 Ω > 400 a 2500 Ω	0,01 Ω	± 0,01 % FS ± 0,03 % FS	corrente de excitação 0,9mA (autorange)
Pt-100	-200 a 850 °C / -328 a 1562 °F	0,01 °C / 0,01 °F	± 0,1 °C / ± 0,2 °F	IEC-751
Pt-1000	-200 a 400 °C / -328 a 752 °F	0,1 °C / 0,1 °F	± 0,1 °C / ± 0,2 °F	IEC-751
Cu-10	-200 a 260 °C / -328 a 500 °F	0,1 °C / 0,1 °F	± 2,0 °C / ± 4,0 °F	Minco 16-9
Ni-100	-60 a 250 °C / -76 a 482 °F	0,1 °C / 0,1 °F	± 0,2 °C / ± 0,4 °F	DIN-43760
TC-J	-210 a 1200 °C / -346 a 2192 °F	0,1 °C / 0,1 °F	± 0,2 °C / ± 0,4 °F	IEC-584
TC-K	-270 a -150 °C / -454 a -238 °F	0,1 °C / 0,1 °F	± 0,5 °C / ± 1,0 °F	IEC-584
	-150 a 1370 °C / -238 a 2498 °F	0,1 °C / 0,1 °F	± 0,2 °C / ± 0,4 °F	IEC-584
TC-T	-260 a -200 °C / -436 a -328 °F	0,1 °C / 0,1 °F	± 0,6 °C / ± 1,2 °F	IEC-584
	-200 a -75 °C / -328 a -103 °F	0,1 °C / 0,1 °F	± 0,4 °C / ± 0,8 °F	IEC-584
	-75 a 400 °C / -103 a 752 °F	0,1 °C / 0,1 °F	± 0,2 °C / ± 0,4 °F	IEC-584
TC-E	-270 a -150 °C / -454 a -238 °F	0,1 °C / 0,1 °F	± 0,3 °C / ± 0,6 °F	IEC-584
	-150 a 1000 °C / -238 a 1832 °F	0,1 °C / 0,1 °F	± 0,1 °C / ± 0,2 °F	IEC-584
TC-N	-260 a -200 °C / -436 a -328 °F	0,1 °C / 0,1 °F	± 1,0 °C / ± 2,0 °F	IEC-584
	-200 a -20 °C / -328 a -4 °F	0,1 °C / 0,1 °F	± 0,4 °C / ± 0,8 °F	IEC-584
	-20 a 1300 °C / -4 a 2372 °F	0,1 °C / 0,1 °F	± 0,2 °C / ± 0,4 °F	IEC-584
TC-L	-200 a 900 °C / -328 a 1652 °F	0,1 °C / 0,1 °F	± 0,2 °C / ± 0,4 °F	DIN-43710

1.2 - Código de Encomenda



Alimentação Elétrica

- 1 – 110 Vca
- 2 – 220 Vca

Probe de Referência

- 0 – Não Utiliza
- 1 – Sensor Pt-100 - Secundário
- 2 – Sensor Termopar Tipo N

1.3 - Acessórios

- **Interfaces de Comunicação:**

Descrição	Código de Encomenda
RS-232 - Conector DB-9F (COM1)	06.02.0002 - 00
RS-232 - Conector DB-25F (COM2)	06.02.0004 - 00
RS-485	06.02.0006 - 00

- **Bolsa para Transporte.** Código de Encomenda: 06.01.0006-00.
- **Software ISOPLAN.**
- **Certificado de Calibração.**

2.0 - Operação dos Calibradores T-500PS

O calibrador T-500PS mantém controlada a temperatura da área de medição e é próprio para calibrações de termômetros e sensores de superfície.

O calibrador possui 3 modos de operação:

- *Modo Manual* para seleção da temperatura diretamente pelo teclado numérico.
- *Modo Programável*: 6 programas distintos com 11 valores de setpoints de temperatura. A temperatura da área de medição é selecionada entre os valores programados pelas teclas \uparrow e \downarrow . O *Modo Programável Temporizado* faz a varredura automática dos setpoints de temperatura.
- *Modo Automático*: para calibração de termoelementos. A calibração do termoelemento é realizada de forma automática pelo calibrador. O planejamento e o resultado da calibração, além das leituras do termoelemento são armazenadas na memória do calibrador.

O menu abaixo é mostrado ao ligar o calibrador T-500PS pela tecla **ON/OFF**. O setpoint de temperatura inicial é 25,00°C:

⇒ IN	EXEC	
CONF	CAL	COM

Através das teclas \uparrow , \downarrow , \leftarrow e \Rightarrow , escolha as opções do menu e tecle **ENTER**.

IN: seleção do sinal de entrada do calibrador. Escolha entre mV, Ohms, termopares, termorresistências, mA, contato seco ou nenhuma. Maiores detalhes no item 2.1 - *Menu IN*.

EXEC: O calibrador entra no modo de operação manual ou programável.

CONF: Acessa as opções de configuração do calibrador. Maiores detalhes no item 2.2 - *Menu CONF*.

CAL: Esta opção acessa as funções de ajuste do calibrador, protegida por senha. Maiores detalhes na seção 7 - *Calibração*.

COM: Acessa os comandos para calibração automática. É possível realizar a calibração sem uso de computador ou com o seu uso (via software ISOPLAN). Maiores detalhes no item 2.5 - *Modo de Operação Automático*.

2.1 - Menu IN

⇒ mV	OHM	TC	
RTD	mA	SW	NO

mV, mA, SW: seleciona a leitura dos sinais elétricos de milivolt, miliampere ou contato seco, respectivamente.

OHM: seleciona entrada em ohms. O menu de escolha da leitura a 2, 3 ou 4 fios é apresentado a seguir.

⇒ 2-WIRE	3-WIRE
4-WIRE	

TC: seleciona o termopar utilizado. Escolha entre os tipos **J, K, T, E, N** e **L**. No menu seguinte, é escolhido o tipo de compensação de junta fria: interna ou manual.

⇒ INTERNAL
MANUAL

Ao escolher a compensação interna, o valor da temperatura da junta fria é lida e indicada pelo calibrador. Se a opção **MANUAL** for selecionada, o valor da junta fria deve ser fornecido pelo operador. Ao confirmar o valor com a tecla **ENTER**, o calibrador retorna à operação.

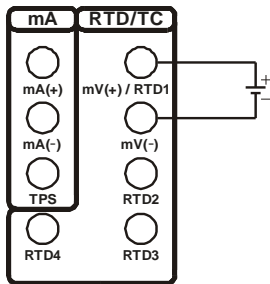
RTD: Seleciona o tipo de termorresistência utilizada. Escolha entre os tipos **PT100, NI100, CU10** e **PT1000**. Escolha também entre a leitura a 2, 3 ou 4 fios.

NO: Desabilita a leitura de qualquer sinal externo.

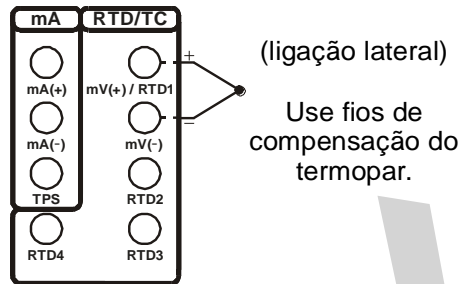
Selecionando qualquer uma das opções acima, o calibrador retorna ao modo de operação manual, sem a necessidade de selecionar a opção **EXEC**.

2.1.1 - Ligações de Entrada ou Medição

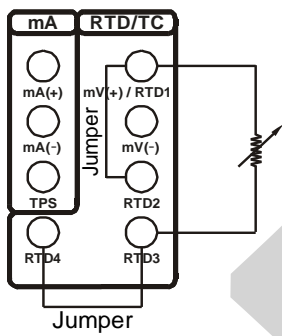
Milivolts



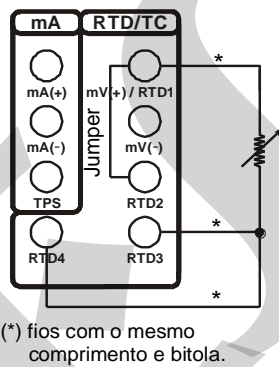
Termopar (TC)



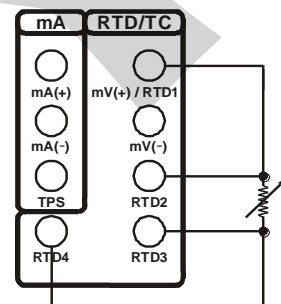
Ohm / RTD (2-fios)



Ohm / RTD (3-fios)

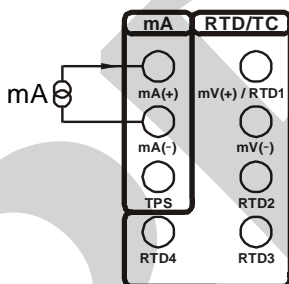


Ohm / RTD (4-fios)

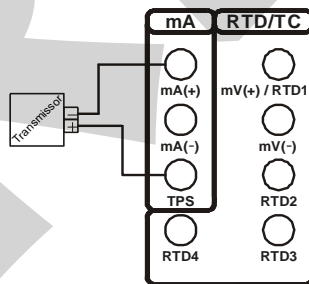


(*) fios com o mesmo comprimento e bitola.

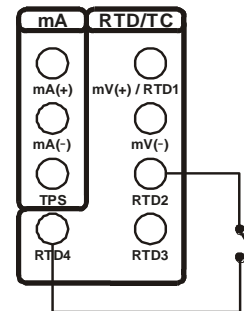
mA



mA com alimentação

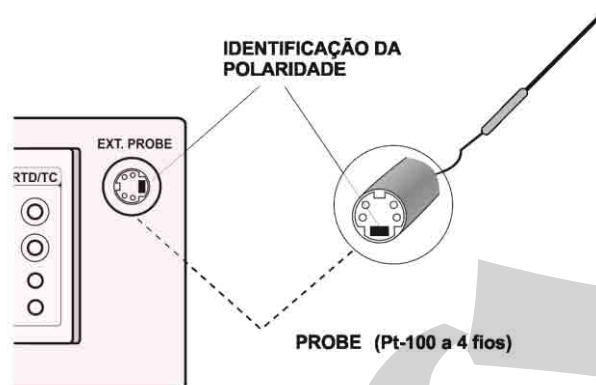


Contato (SW)



2.1.2 - Ligação do Probe Externo

Insira o sensor padrão tipo Pt-100 a 4 fios no bloco de prova e encaixe seu conector mini-DIN na entrada de probe externo (**EXT. PROBE**) localizada no painel frontal do banho térmico, conforme indicado na figura abaixo:



A indicação de temperatura pelo probe externo deve ser habilitada através da opção **PRBe** do menu **PRG**. Maiores detalhes no item 2.2 - *Menu CONF*.

2.2 - Menu CONF

⇒ CF	PRG	MEM	LCD
SC	BT	DT	BZ
			TU

CF: Seleciona a unidade de temperatura entre °C ou °F. As escalas de temperatura ITS-90 ou IPTS-68 são selecionadas tanto para leitura das entradas como também para medição da referência interna da superfície de medição.

⇒ °C-90	°F-90
°C-68	°F-68

Caso tenha sido selecionada entrada RTD Pt-100, este menu se altera, acrescentando as opções °C-CvD e °F-CvD:

°C-68	°F-68
⇒ °C-CvD	°F-CvD

Nestas opções é possível configurar os parâmetros da curva Callendar-Van Dusen para entrada RTD Pt-100. Estes coeficientes pertencem à equação descrita abaixo:

$$R(t) = R_0 \cdot \{1 + A \cdot t + B \cdot t^2 + C \cdot t^3 \cdot (t-100)\}, \text{ com } C=0 \text{ para } t \geq 0^\circ\text{C}$$

Essa equação é normalmente utilizada na escala de temperatura IPTS-68, onde t se refere à temperatura nesta escala e R₀, à resistência a 0 °C. No entanto também pode ser utilizada na escala ITS-90.

Configure os coeficientes R₀, A, B e C e seus respectivos expoentes em E_A, E_B, E_C.

⇒ R0	A	B	C
E_A	E_B	E_C	

Ao entrar o valor de um coeficiente, deve-se separá-lo em mantissa e expoente assim como utilizado em notação científica. Para um coeficiente C de -3.151052×10^{-2} , por exemplo, digite sua mantissa (um inteiro e parte fracionária de seis algarismos) no mnemônico **C** e o expoente, em módulo, no mnemônico **E_C**. Assim, tem-se **C** = -3.151052 e **E_C** = 2.

Deve-se observar que o sinal de um número pode ser invertido ao se apertar a tecla ZERO quando houver um número nulo no display. Isso muda o sinal de + para - e vice-versa.

Os coeficientes para a escala ITS-90 de acordo com o padrão IEC-60751 são mostrados abaixo:

R ₀ = 100.00000	
A = +3.908300	E_A = 03
B = -5,775000	E_B = 07
C = -4,183000	E_C = 12

LCD: Esta opção permite a mudança de contraste do display de vácuo fluorescente. Utilize as teclas \uparrow e \downarrow até conseguir a melhor visualização do display e termine a operação com a tecla **ENTER**.

BT: Indica o valor da tensão da bateria ou do carregador de bateria, conforme a fonte de alimentação do instrumento esteja desligada ou ligada, respectivamente.

Nível da bateria	Estado da bateria	Display
4,0 a 7,0V	normal	-----
< 4,0V	fraca	LOW BATTERY

DT: Atualiza a data e a hora do calibrador. Desta forma, quando o calibrador realiza uma calibração no modo automático via ISOPLAN são registrados os dados de calibração conjuntamente com a data e hora de sua ocorrência. Toda vez que o calibrador for desligado, o relógio interno deixa de ser atualizado. O software ISOPLAN pode atualizar automaticamente a data e hora do calibrador pelo relógio do computador. Ou, se preferir, utilize as teclas \uparrow e \downarrow para alterar o campo que pisca e as teclas \Rightarrow e \Leftarrow para passar para outro campo. A tecla **ENTER** confirma a última seleção.

BZ: Menu de configuração da buzina piezoelétrica.



NO: Desabilita o funcionamento da buzina.

YES: Um sinal sonoro é emitido quando a temperatura da superfície de medição se aproxima do setpoint.

ENDCAL: Um sinal sonoro é emitido ao final de uma calibração no modo de operação automático.

TU: Menu de configuração dos parâmetros de controle PID da parte de aquecimento (*heating*). Maiores detalhes na seção 6 - *Ajuste dos Parâmetros do PID*.



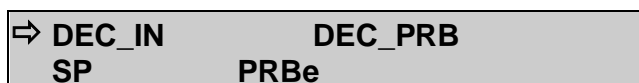
K: Ganho proporcional.

I: Ganho integral.

D: Ganho derivativo.

FACT: Restaura os parâmetros de controle para os valores de fábrica.

PRG: Menu de programação do calibrador.



DEC_IN: Seleção do número de casas decimais da leitura do termoelemento. O número default depende do sinal de entrada.

⇒	DEFAULT				
	0	1	2	3	4

DEC_PRB: Número de casas decimais da indicação de temperatura da superfície de medição e do valor do setpoint. O número default é 2.

	0	1	⇒ 2
--	----------	----------	------------

SP: Habilita o *Modo Programável* de operação do calibrador, além de permitir a configuração dos valores programados. O programa atual é indicado pela seta de seleção. Escolha entre os **6** programas de temperatura ou **NO** para desabilitar o *Modo Programável*.

Selecione qualquer um dos 6 programas e confirme com a tecla **ENTER**. A seguir, é mostrado o menu de configuração dos setpoints de temperatura do programa.

⇒	10%	20%	25%
	VARIABLE		

Altere a configuração para passos (STEPS) de **10%**, **20%**, **25%**, **VARIABLE** ou teclé **C/CE** para manter a configuração já armazenada na memória. A faixa de temperatura do programa deve ser configurada através dos valores em **SETPOINT HIGH** e **SETPOINT LOW** no caso de passos fixos de **10%**, **20%** ou **25%** da faixa. A opção **VARIABLE** permite que o usuário defina de 2 a 11 valores quaisquer de setpoint de temperatura, não necessariamente em ordem ascendente.

A consulta dos valores dos passos de um programa deve ser realizada pela opção **VARIABLE**, confirmando-se os valores mostrados no display com a tecla **ENTER**. As opções **10%**, **20%** e **25%** alteram automaticamente o número de passos e recalculam seus valores através de **SETPOINT HIGH** e **SETPOINT LOW**.

PRBe: Essa opção permite habilitar o uso de um probe externo para o controle de temperatura do banho térmico quando se seleciona **YES**. Para desabilitá-lo, selecione **NO**. Quando o probe externo for habilitado, configure os parâmetros de calibração no menu **PARAM** e a unidade de temperatura em **CF** como graus Celsius ou Fahrenheit. Os parâmetros de calibração correspondem aos coeficientes R_0 , A, B e C da equação de Callendar-Van Dusen, que devem ser configurados como descrito para a opção **CF** do menu **CONF**.

SC: Esta função realiza o escalonamento das leituras do termoelemento. O escalonamento é muito útil na calibração de transmissores de temperatura, por exemplo, pois facilita a visualização da temperatura atual e a leitura do transmissor na mesma escala. O erro pode ser verificado diretamente em °C ou °F. Selecione a opção **SC** e teclé **ENTER**. Caso nenhuma entrada esteja selecionada na opção **IN**, o

calibrador mostrará a mensagem **SELECT INPUT FIRST**. Retorne ao menu **IN** e selecione o tipo de sinal de entrada.

A função **SC** mostrará **IN** ou **NO**. Confirme **IN** para configurar o escalonamento ou **NO** para desabilitar a função **SC**, com a tecla **ENTER**.

O escalonamento é realizado através dos parâmetros: **INPUT HIGH** e **INPUT LOW** correspondendo aos valores máximo e mínimo do sinal de entrada do calibrador de sinais elétricos, na unidade de engenharia deste sinal. A seguir, configuram-se os parâmetros **SCALE DEC (0-4)**, **SCALE HIGH** e **SCALE LOW** de acordo com os valores máximo e mínimo da escala do transmissor e o número de casas decimais desejado. O valor escalonado aparece no display com a unidade **#**.

Por exemplo, transmissor de temperatura com entrada de 0 a 100°C e saída de 4 a 20mA. O escalonamento com 1 casa decimal seria:

INPUT HIGH: 20.0000 mA

INPUT LOW: 4.0000 mA

SCALE DEC (0-4): 1

SCALE HIGH: 100.0 #

SCALE LOW: 0.0 #

MEM: O calibrador T-500PS admite diversas programações e funções especiais, que podem tornar-se de uso frequente. Nestas situações, é útil armazenar na memória tais configurações, com o objetivo de economizar tempo. Até 8 sequências de operação podem ser gravadas na memória.

Selecionando a opção **MEM**, é possível gravar a configuração atual (**WRITE**), recuperar uma configuração armazenada (**RECALL**) ou limpar todas as posições da memória (**CLEAR ALL**).

⇒ WRITE	RECALL
CLEARALL	

Selecionando a opção **WRITE** ou **RECALL** será apresentado um novo menu com os números de 1 a 8, representando cada uma das posições da memória. Escolha uma das posições e tecla **ENTER**. A operação de escrita (**WRITE**) pode ser realizada sobre uma posição de memória já utilizada. O calibrador pede a confirmação da superposição com a mensagem **OVERWRITE MEMORY?**. A operação **CLEAR ALL** mostra a mensagem **ARE YOU SURE?** para confirmar. Em ambos os casos, tecla **ENTER** para confirmar a operação ou **C/CE** para cancelar.

2.3 - Modo de Operação Manual

O display indica o valor da temperatura selecionada da área de medição, além do valor de temperatura atual do alvo ou da indicação da entrada selecionada no calibrador.

Há 6 maneiras de visualização no display, envolvendo o valor da entrada do calibrador (**IN**), a temperatura da área de medição (**PRBi**, medida com probe interno), a temperatura do probe externo (**PRBe**) e do setpoint de temperatura (**SET**). A tecla ← alterna a forma de apresentação do display:

IN = 23.456 mV PRBi = 25.01 °C
PRBi = 25.01 °C SET = 25.00 °C
23.456 mV
25.01 ^{PRi} °C
25.10 ^{PRe} °C
IN = 23.456 mV PRBe = 25.10 °C

O setpoint de temperatura da área de medição é selecionado diretamente pelo teclado numérico, mesmo se a indicação **SET** não estiver aparecendo. O teclado numérico ativa a seleção de **SET**, em qualquer uma das formas de apresentação do display, para alteração de setpoint.

O valor do setpoint é incrementado pela tecla ↑ e decrementado pela tecla ↓. Enquanto as teclas são mantidas pressionadas, o setpoint continua sendo incrementado ou decrementado.

A tecla ⇒ não possui função no modo de operação manual do calibrador.

2.4 - Modo de Operação Programável

Os programas personalizados podem ser carregados da memória do calibrador, ativando o modo de operação programável. Os valores programados de temperatura da superfície de medição são utilizados diretamente, sem digitação.

O display indica **STEPn** ao lado do valor de setpoint de temperatura da superfície de medição na operação programável. O número do programa é indicado por **n**. Utilizando-se as teclas \uparrow e \downarrow , é feita a mudança de setpoint de temperatura entre os valores programados. O teclado numérico continua disponível para seleção manual da temperatura da área de medição, da mesma forma que no modo de operação manual.

A varredura temporizada das temperaturas programadas pode ser implementada, definindo-se o tempo de estabilização do termoelemento na área de medição.

A tecla \Rightarrow habilita a varredura temporizada dos pontos. Quando pressionada, a mensagem **STEPn** dá lugar a **0s** e o calibrador aguarda a configuração do tempo de estabilização de 1 a 9 minutos, pelas teclas de **1** a **9**. A varredura temporizada é desabilitada pressionando-se novamente a tecla \Rightarrow .

A contagem regressiva do tempo de estabilização, somente é iniciada quando a temperatura da área de medição atinge um valor bem próximo da temperatura programada ($\pm 0,15^{\circ}\text{C}$). Neste instante um sinal sonoro é emitido, caso a buzina esteja configurada para **YES**.

2.5 - Modo de Operação Automático

A calibração do termoelemento é realizada de forma automática pelo calibrador T-500PS. A configuração, assim como a verificação da calibração, são realizadas no próprio calibrador. Também é possível utilizar o software ISOPLAN e suas ordens de serviço, nos moldes de CAC - Calibração Assistida por Computador.

A calibração automática independente, sem o uso do ISOPLAN, é planejada na opção **TAGMAN** do menu **COM**.

TAG	EXEC	VERIF
ADDRESS	⇒ TAGMAN	

Antes de iniciar sua programação, porém, configure o sinal que será lido pelo calibrador no menu **IN**. Para a calibração de termômetros com indicação local, por exemplo, não existe sinal elétrico a ser lido. Neste caso, a opção **IN** do menu deve estar configurada para **NO** e o calibrador pedirá a digitação do valor indicado pelo termômetro, ao final do tempo de estabilização de cada ponto de calibração.

Os dados de uma calibração automática envolvem:

- **TAG**: a identificação do tag do termoelemento.
- **SP**: os valores de referência de temperatura da área de medição para calibração (pontos de calibração).
- **TOL**: a tolerância máxima para a operação do termoelemento.
- **STB**: o tempo de estabilização, em segundos, para correta indicação da temperatura do termoelemento, contado partir do instante que a superfície atinge e se estabiliza na temperatura do setpoint.
- **STR**: a estratégia de calibração dos valores de referência programados. As estratégias disponíveis são: ↑ (SOBE), ↓ (DESCE), ↑↓ (SOBE - DESCE), ↓↑ (DESCE - SOBE), ↑↓↑ (SOBE - DESCE - SOBE) e ↓↑↓ (DESCE - SOBE - DESCE).
- **RP**: o número de repetições da estratégia.
- **RGI**: a faixa de indicação do termoelemento.
- **RGO**: a faixa de temperatura de operação correspondente à faixa de indicação acima.

A calibração automática tem início ao selecionar a opção **EXEC** do menu **COM**. Todas as operações são realizadas automaticamente pelos calibradores T-500PS. O teclado fica bloqueado até o final da calibração.

Ao final do tempo de estabilização, o calibrador armazena a leitura do termoelemento na memória e passa ao ponto seguinte, caso algum sinal de entrada tenha sido previamente configurado no menu **IN** e os terminais ligados à borneira do calibrador de sinais elétricos.

A mensagem **CALIBRATION END** aparece no display ao final da calibração automática. Tecle **ENTER** para confirmar. Os resultados podem ser verificados na opção **VERIF** do menu **COM**.

A primeira mensagem da opção **VERIF** informa o resultado da calibração, com o número de pontos aprovados ou não. A seguir, aperte **ENTER** para verificar cada uma das leituras realizadas pelo calibrador. As teclas \Rightarrow e \Leftarrow alternam entre 2 telas: uma com a indicação dos valores de temperatura e indicação do termoelemento e outra com mensagem indicando o número do ponto de calibração e o resultado (**OK** ou **FAIL**), além do valor do erro em %.

A opção **TAG** do menu **COM** possui uma lista de até 4 tags reservados para *download* e *upload* com o software ISOPLAN. A tecla **ENTER** seleciona o tag a ser calibrado, dentre todos os tags da lista. O início da calibração automática faz-se pela opção **EXEC** do menu **COM** e a verificação dos dados da calibração na opção **VERIF**. Para calibração automática independente do ISOPLAN, existe um tag manual reservado. A seleção do tag manual é feita na confirmação da opção **TAGMAN** com a tecla **ENTER**.

A opção **ADDRESS** seleciona o endereço de comunicação dos calibradores T-500PS. O protocolo de comunicação utilizado é o ModBus - RTU, sem paridade e baud rate de 9600. A comunicação dos calibradores diretamente com o computador pode utilizar RS-232 ou RS-485, para opção em rede, conforme a interface de comunicação utilizada. Para comunicação com o *software* ISOPLAN configure **ADDRESS** com o valor 1.

3.0 - Recomendações de uso

Os sensores de superfície possuem, de um modo geral, uma resposta rápida de leitura. Para a realização das medições, basta posicionar a superfície do termoelemento na área de medição do calibrador e aguardar alguns instantes até sua estabilização.

Como o calibrador T-500PS trabalha com altas temperaturas, disponha sempre de um local apropriado para descanso dos sensores após as leituras, para evitar riscos de acidentes até que estes retornem a temperatura ambiente.

Recomenda-se que o calibrador T-500PS seja utilizado em ambiente de temperatura controlada e que seja evitado que ventiladores ou saídas de ar condicionado estejam direcionados diretamente à área de medição.

Para aumentar a exatidão da indicação de temperatura, pode ser adquirido um sensor externo como opcional. Este sensor é fornecido com os parâmetros da curva Callendar-Van Dusen que podem ser configurados para a própria entrada RTD do calibrador T-500PS ou para a entrada de probe externo.

4.0 - Instruções de Segurança

- Não deixe o local onde o calibrador estiver ligado sem identificação e avisos.
- Antes de desligar o calibrador, retorne a temperatura da superfície de medição para valores próximos da temperatura ambiente.

5.0 - Mensagens de Aviso do Calibrador

Aviso	Significado	Procedimento
RAM ERROR READ MANUAL	Memória RAM com problema	Desligar e ligar o calibrador, se o erro persistir, enviar o instrumento para fábrica
EEPROM ERROR READ MANUAL	Memória EEPROM com problema	Idem ao anterior
LOW BATTERY	Nível da tensão da bateria baixo	Verificar a alimentação do instrumento
UNDER / OVER	Sinal de entrada fora das especificações ou da faixa de escalonamento	Consultar o item 1.11 de Especificações de Entrada
?????.??°C	Sensor de entrada aberto	Verificar as ligações de entrada do sensor

6.0 - Ajuste dos Parâmetros do PID

O calibrador de termômetros infravermelhos T-500PS possui algoritmo de controle PID para calcular a saída de controle da área de medição.

As características de estabilidade e tempo de resposta do instrumento estão fortemente relacionadas aos parâmetros do PID, explicados a seguir:

O parâmetro K (ganho proporcional) amplifica o sinal do erro entre o setpoint e a temperatura da área de medição para estabelecer o sinal de saída. Quando este parâmetro está muito grande, a reação da saída a mudanças nas condições externas é muito rápida, no entanto isto pode levar o sistema a oscilar. Abaixando-se muito este parâmetro pode fazer com que a temperatura do bloco não reaja rapidamente a variações externas, dando impressão de momentânea perda de controle.

O parâmetro I (ganho integral) é responsável pela ação integral e é a parte mais importante para o controle no setpoint. Enquanto houver erro entre o setpoint e a temperatura do bloco, a ação integral atua no sinal de saída até levar o erro a zero.

O parâmetro D (ganho derivativo) é responsável pela ação derivativa que fornece uma resposta rápida na saída de controle em virtude de uma variação rápida na temperatura do bloco. É utilizado para eliminar oscilações. No entanto, pode ocasionar efeito inverso, isto é, causar oscilações quando há muito ruído presente no sistema.

Todos os calibradores de temperatura são sintonizados na fábrica com o ajuste ótimo dos parâmetros. Caso se queira privilegiar alguma das características de performance (tempo de estabilização ou tempo de resposta) pode-se alterar com critério estes parâmetros.

7.0 - Calibração

Advertência: Somente entre nas opções a seguir, após sua perfeita compreensão. Caso contrário, poderá ser necessário retornar o instrumento à fábrica para recalibração! Neste manual calibração significa ajuste.

Selecione a opção **CAL** no menu principal e pressione **ENTER**. Deve-se então, introduzir a senha (**PASSWORD**) 9875 de acesso ao menu de calibração.

A senha funciona como uma proteção às faixas de calibração. Uma vez satisfeita a senha, o menu exibe as opções:



Escolha então, a faixa de entrada (**IN**), pois a faixa de saída (**OUT**) não está disponível para o usuário. **DATE** é a opção que permite registrar a data em que se realizou a calibração e uma vez preenchida, aparecerá toda vez que o instrumento for religado.

As opções de calibração de **IN** são:



7.1 - Calibração das Entradas

Selecione o mnemônico correspondente e injete os sinais mostrados nas tabelas abaixo.

Na calibração das entradas, o display exibe na 2ª linha o valor medido pelo calibrador e na 1ª linha o mesmo valor expresso em porcentagem.

Observe que os sinais injetados precisam apenas estar próximos dos valores da tabela.

Uma vez injetado o sinal, armazene os valores do 1º e 2º ponto de calibração, através das teclas 1 (1º ponto) e 2 (2º ponto).

Entrada mV	1º ponto	2º ponto
G4	0,000 mV	70,000 mV
G3	0,000 mV	120,000 mV
G2	0,000 mV	600,000 mV
G1	600,000 mV	2400,000 mV

Entrada mA	1º ponto	2º ponto
Faixa única	0,0000 mA	20,0000 mA

A calibração da entrada, em Ω , é feita em duas etapas:

a) Aplicação de sinal de mV:

Na calibração abaixo, deixe os bornes RTD3 (+) e RTD4 (+) curto-circuitados.

Sinal de mV	Bornes	1º ponto	2º ponto
V_OHM3	RTD3(+) e mV(-)	90,000 mV	120,000 mV
V_OHM4	RTD4(+) e mV(-)	90,000 mV	120,000 mV

b) Aplicação de resistores padrões:

Conecte uma década ou resistores padrões aos bornes RTD1, RTD2, RTD3 e RTD4 (ligação a quatro fios).

Resistores	1º ponto	2º ponto
OHM3	20,000 Ω	50,000 Ω
OHM2	100,000 Ω	500,000 Ω
OHM1	500,000 Ω	2200,000 Ω

A calibração da junta fria (CJC) é feita medindo-se a temperatura do borne mV(-). Armazene apenas o 1º ponto.

Junta Fria	1º ponto
CJC	32,03 $^{\circ}\text{C}$

7.2 - Calibração do Probe

As opções de calibração / probe são:



°C: Ajuste do sensor de temperatura interno (Probe interno).

RESTORE: Restaura os parâmetros de calibração do sensor de temperatura interno para os valores de fábrica.

Para reajustar o Probe interno é necessário fazer uma comparação entre o valor indicado pelo calibrador (Probe) e o valor de temperatura de um outro probe externo de altíssima acurácia medido num supertermômetro (ST) e introduzido no orifício lateral da área de medição (\varnothing 3 mm).

A opção para ajuste do sensor interno possui sete pontos de correção da temperatura. Estes pontos são armazenados via teclas 1 a 7.

Antes de iniciar a calibração (ajuste) armazene nestes pontos seus respectivos valores iniciais de armazenamento, conforme tabela abaixo.

Vá para o modo de operação manual (menu **EXEC**) e faça um ensaio nos sete níveis de temperatura (setpoints da tabela), anotando o valor indicado pelo supertermômetro (ST). Volte para a opção Calibração / Probe / °C e agora armazene os valores indicados pelo supertermômetro.

Setpoint da temperatura gerada	Valor inicial de armazenamento	Indicação do ST	Novo valor de armazenamento	Nova indicação do ST	Tecla
50	50,00	49,971	49,97	49,995	tecla 1
125	125,00	124,964	124,96	124,995	tecla 2
200	200,00	199,943	199,94	199,990	tecla 3
275	275,00	274,906	274,91	275,009	tecla 4
350	350,00	349,847	349,85	350,000	tecla 5
425	425,00	424,815	424,82	424,995	tecla 6
500	500,00	499,782	499,78	500,005	tecla 7

8.0 - Manutenção

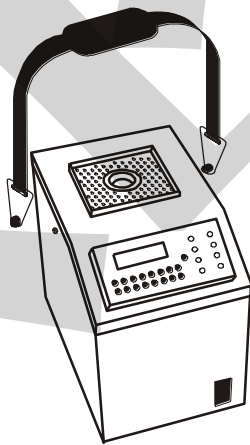
8.1 - Instruções para Hardware

Não há peças ou componentes no calibrador T-500PS que possam ser reparados pelo usuário. Apenas o fusível de alimentação de 6,3 A, colocado junto com a tomada de força pode ser substituído pelo usuário.

O rompimento do fusível pode ser devido a um surto de potência da rede ou a falha de um componente do calibrador. Substitua o fusível uma vez. Caso um segundo fusível venha a romper é porque foi causado por algum componente interno do calibrador. Retorne o calibrador à fábrica para reparos.

9.0 - Instruções para Colocação da Alça para Transporte

A alça para transporte já vem inclusa junto com o instrumento. Ela é muito útil durante o período de transporte e sua colocação é muito simples. Basta atarrachar manualmente o parafuso de cada ponta da alça nos respectivos furos localizados nas laterais da caixa do instrumento. Veja ilustração abaixo.



PRESTY

PRESYS