

PRESYS®



Calibrador de Bloco Seco Controle de Temperatura T-650PH

Manual Técnico



CUIDADO!

Evite o risco de choque elétrico ao tocar o equipamento:

- Use somente cabo de alimentação com pino de terra;
 - Nunca alimente o equipamento em rede elétrica sem ligação de terra efetivo.
-



CUIDADO!

Alta tensão está presente no interior destes equipamentos. Ela pode causar grandes danos e lesões. Não faça qualquer serviço de reparo dentro do equipamento sem desconectá-lo da rede elétrica.



CUIDADO!

O excesso de ruído eletromagnético pode causar instabilidade ao equipamento. O equipamento é fornecido com filtros de interferência eletromagnética que protegem não só a rede, mas também o próprio equipamento contra o ruído. Estes filtros não têm função se o equipamento não estiver ligado à um terra efetivo.



CUIDADO!

Altas temperaturas são alcançadas nestes equipamentos. Atenção para o risco de incêndio e explosão caso medidas de segurança não forem tomadas. Sinalize através de cartazes de advertência as áreas perigosas devido a altas temperaturas. Não coloque o equipamento em superfícies inflamáveis ou mesmo em materiais que podem ser deformados devido às altas temperaturas. Não obstrua qualquer área de ventilação para evitar risco de incêndio no equipamento.



CUIDADO!

Os instrumentos descritos neste manual técnico são equipamentos para uso na área técnica especializada. O usuário é responsável pela configuração e seleção dos valores dos parâmetros dos instrumentos. O fabricante alerta contra o risco de incidentes com lesões tanto a pessoas quanto a bens, resultante do uso incorreto do instrumento.



CUIDADO!

Nunca remover o *insert* do bloco ou os termoelementos do *insert* enquanto estes estiverem em temperaturas muito longe da temperatura ambiente. Aguardar até que eles atinjam a temperatura ambiente de modo que o resfriamento heterogêneo das partes não cause um travamento. Em caso de travamento, veja o item Instruções para caso de Emperramento do *Insert* para proceder corretamente.

Disposição do calibrador:



NÃO JOGUE EM LIXO DOMÉSTICO!

Os calibradores da linha T são constituídos por vários materiais diferentes. Eles não devem ser descartados como lixo doméstico.

Índice

| | |
|---|-----------|
| 1 - Introdução | 1 |
| 1.1 - Especificações Técnicas..... | 2 |
| 1.1.1 - Especificações Técnicas de Entrada..... | 3 |
| 1.2 - Código de Pedido..... | 3 |
| 1.3 - Acessórios..... | 3 |
| 2 - Operação dos Calibradores T-650PH | 5 |
| 2.1 - Menu IN..... | 6 |
| 2.1.1 - Diagramas de Conexão das Entradas..... | 7 |
| 2.1.2 - Conexão da Sonda Externa..... | 8 |
| 2.2 - Menu CONF..... | 9 |
| 2.3 - Modo de Operação Manual..... | 13 |
| 2.4 - Modo de Operação Programável..... | 13 |
| 2.5 - Modo de Operação Automático..... | 14 |
| 3 - Recomendações em Relação à Exatidão das Medições | 16 |
| 3.1 - Obtendo Melhor Exatidão do Bloco Seco..... | 16 |
| 3.2 - Recomendações para Outros Tipos de insert..... | 17 |
| 4 - Instruções de Segurança | 17 |
| 5 - Mensagens de Alerta do Calibrador | 17 |
| 6 - Parâmetros de Controle PID | 18 |
| 7 - Calibração | 19 |
| 7.1 - Calibração de Entrada..... | 19 |
| 7.2 - Calibração do Probe..... | 20 |
| 8 - Manutenção | 22 |
| 8.1 - Instruções sobre o Hardware..... | 22 |
| 8.2 - Instruções para Encaixe Travado do <i>Insert</i> | 22 |
| 9 - Instruções para Fixação da Alça de Transporte | 22 |

1 - Introdução



T-650PH

O calibrador de bloco seco T-650PH controla a temperatura de um insert para calibrar termopares, termorresistências, termômetros de vidro, termochaves, entre outros. Além de fornecer valores de temperatura com alta exatidão, também permite a medição de sinais gerados pelos termoelementos que estão sendo calibrados. Isso é possível devido a um calibrador embutido específico para esse tipo de sinal, incluindo sinais de 4-20 mA. Dessa forma, ele incorpora as funções de bloco seco, termômetro padrão e calibrador para RTD, TC e mA.

- O modelo T-650PH gera temperaturas desde a temperatura ambiente até 650 °C (1202 °F).
- Possui entrada para termopares, RTDs e termochaves. Além de gerar temperatura, mede o sinal do sensor em calibração.
- Permite o controle da temperatura do bloco seco com uso de sonda externa (opcional). O cálculo da temperatura utiliza coeficientes Callendar-Van Dusen.
- Não utiliza termômetro padrão externo.
- Realiza calibrações totalmente automáticas, com ou sem uso de computador.
- Exatidão de até 0,1 °C (0,1% da leitura), estabilidade de 0,05 °C e resolução de 0,01 °C.
- Capacidade de documentação: comunicação com o computador e com o software de calibração ISOPLAN.
- Portátil, compacto, com inserts intercambiáveis e maleta de transporte.

O equipamento apresenta diversos recursos de programação, permitindo a execução de calibrações automáticas de termopares, RTDs e termochaves. Nesses casos, o sensor é inserido no bloco e seus terminais elétricos são conectados ao calibrador embutido. O operador define os pontos de calibração e o número de repetições, e então o processo é iniciado e toda a sequência é realizada automaticamente.

Outra forma de realizar calibrações automáticas e documentadas é através do Software de Calibração ISOPLAN para PC/Windows™, utilizando comunicação serial RS-232 ou RS-485 para conectar o computador ao bloco seco. Com o ISOPLAN é possível cadastrar

sensores e instrumentos, gerar ordens de serviço, criar e imprimir certificados e relatórios de calibração - ou seja, traz todos os benefícios da gestão de dados via computador para o ambiente de calibração.

O T-650PH também possui várias outras funcionalidades, como:

- O calibrador de sinal elétrico é independente da função de bloco seco.
- Emite sinal sonoro quando a temperatura atinge o valor desejado.
- Teclado que facilita a operação e configuração do equipamento.
- Display gráfico OLED com dígitos grandes.
- Leitura de termoelementos escalada conforme ITS-90 ou IPTS-68.
- Fonte de alimentação interna de 24 Vcc para transmissores de 2 fios.
- Bateria interna recarregável e carregador de bateria inclusos no calibrador de sinais.
- Circuito independente para proteção contra superaquecimento e segurança.
- insert à escolha, maleta de transporte, alça e cabos de teste inclusos.

O calibrador funciona com baterias de Níquel-Hidreto Metálico (Ni-MH).

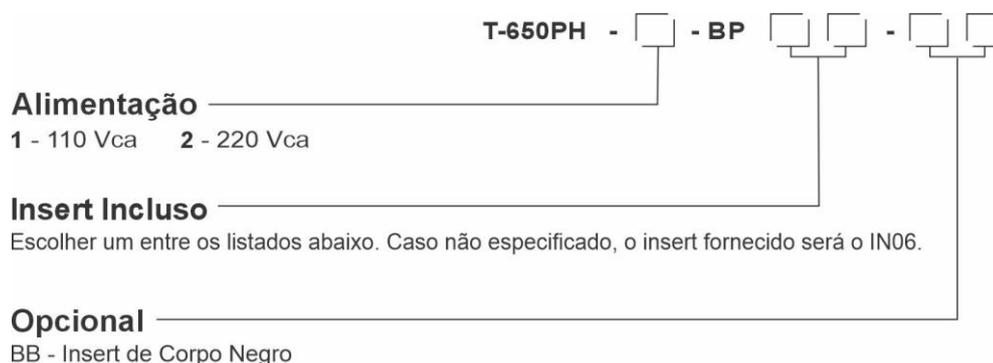
1.1 - Especificações Técnicas

| | |
|---------------------------------------|---|
| Faixa de operação | Temperatura ambiente até 650 °C (1202 °F) |
| Alimentação | 110 Vca ou 220 Vca – 50/60 Hz (conforme código de pedido) |
| Profundidade do poço | 124 mm |
| Resolução | 0,01 °C (0,01 °F) |
| Exatidão | Referência interna: $\pm 0,1 \text{ °C} \pm 0,1 \%$ da leitura Sonda externa: $\pm 0,10 \text{ °C}$ Termômetro externo: $\pm 0,05 \text{ °C}$ |
| Estabilidade (Após 10 minutos) | $\pm 0,05 \text{ °C}$ |
| Consumo de energia | 1000 W |
| Taxa de aquecimento | 20 minutos (de 50 °C a 650 °C) |
| Taxa de resfriamento | 21 minutos (de 650 °C a 200 °C) |
| Dimensões (A x L x P) | 215 x 390 x 310 mm |
| Peso | 9,0 kg |
| Garantia | 1 ano |

1.1.1 - Especificações Técnicas de Entrada

| Faixa | | Resolução | Exatidão | Observações |
|-------------|---------------------------------|-------------------|--------------------------|--|
| millivolt | -150 a 150mV 150 a 2450mV | 0,001mV 0,01mV | ± 0,01% FS ± 0,02% FS | R de entrada > 10 MΩ (autoajuste de faixa) |
| mA | -1 a 24.5mA | 0,0001 mA | ± 0,02% FS | R de entrada < 160 Ω |
| Resistência | 0 a 400 Ω 400 a 2500 Ω | 0,01 Ω 0,01 Ω | ± 0,01% FS ± 0,03% FS | Corrente de excitação: 0,9 mA |
| Pt-100 | -200 a 850 °C / -328 a 1562 °F | 0,01 °C / 0,01 °F | ± 0,1 °C / ± 0,2 °F | IEC-60751 |
| Pt-1000 | -200 a 400 °C / -328 a 752 °F | 0,1 °C / 0,1 °F | ± 0,1 °C / ± 0,2 °F | IEC-60751 |
| 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-60584 |
| TC-K | -270 a -150 °C / -454 a -238 °F | 0,1 °C / 0,1 °F | ± 0,5 °C / ± 1,0 °F | IEC-60584 |
| | -150 a 1370 °C / -238 a 2498 °F | 0,1 °C / 0,1 °F | ± 0,2 °C / ± 0,4 °F | |
| TC-T | -260 a -200 °C / -436 a -328 °F | 0,1 °C / 0,1 °F | ± 0,6 °C / ± 1,2 °F | IEC-60584 |
| | -200 a -75 °C / -328 a -103 °F | 0,1 °C / 0,1 °F | ± 0,4 °C / ± 0,8 °F | |
| | -75 a 400 °C / -103 a 752 °F | 0,1 °C / 0,1 °F | ± 0,2 °C / ± 0,4 °F | |
| TC-E | -270 a -150 °C / -454 a -238 °F | 0,1 °C / 0,1 °F | ± 0,3 °C / ± 0,6 °F | IEC-60584 |
| | -150 a 1000 °C / -238 a 1832 °F | 0,1 °C / 0,1 °F | ± 0,1 °C / ± 0,2 °F | |
| TC-N | -260 a -200 °C / -436 a -328 °F | 0,1 °C / 0,1 °F | ± 1,0 °C / ± 2,0 °F | IEC-60584 |
| | -200 a -20 °C / -328 a -4 °F | 0,1 °C / 0,1 °F | ± 0,4 °C / ± 0,8 °F | |
| | -20 a 1300 °C / -4 a 2372 °F | 0,1 °C / 0,1 °F | ± 0,2 °C / ± 0,4 °F | |
| 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 Pedido



1.3 - Acessórios

• **Insert:**

| Inserts | Furações | Código de Pedido para T-650PH |
|-------------|--|-------------------------------|
| BP01 | 1 x 3/4" | 06.04.0111-00 |
| BP02 | 1 x 1/2" | 06.04.0112-00 |
| BP03 | 1 x 6,0 mm e 3 x 1/4" | 06.04.0113-00 |
| BP04 | 3 x 6,0 mm e 1 x 1/4" | 06.04.0114-00 |
| BP05 | 4 x 6,0 mm | 06.04.0115-00 |
| BP06 | 2 x 6,0 mm and 2 x 1/4" | 06.04.0116-00 |
| BP07 | 1 x 6,0 mm, 1 x 8,0 mm e 1 x 3/8" | 06.04.0117-00 |
| BP08 | 1 x 6,0 mm, 1 x 3,0 mm e 2 x 1/4" | 06.04.0118-00 |
| BP09 | Sem furação, para ser usinado pelo Cliente | 06.04.0119-00 |
| BP10 | Outros, sob encomenda | 06.04.0120-00 |

Nota: Quando solicitado, o certificado de calibração será fornecido para o primeiro insert adquirido.

- **Interface de Comunicação:**

| Descrição | Código de Pedido |
|--|-------------------------|
| RS-232 - Conector tipo D de 9 vias (COM1) | 06.02.1002-00 |
| RS-232 - Conector tipo D de 25 vias (COM2) | 06.02.1004-00 |
| RS-485 | 06.02.1006-00 |

- **Maleta flexível de transporte** - Código de pedido: 06.01.1020-00
- **Software ISOPLAN**
- **Certificado de Calibração**

2 - Operação dos Calibradores T-650PH

Os calibradores T-650PH mantêm a temperatura do bloco controlada e permitem a leitura de um termoelemento conectado aos seus terminais. É possível verificar termopares, RTDs, transmissores de temperatura, entre outros, junto com a leitura da temperatura do bloco e o valor do ponto de ajuste (setpoint).

O calibrador possui 3 modos de operação:

- **Modo Manual:** seleção direta da temperatura do bloco através do teclado.
- **Modo Programável:** até 6 programas diferentes, com 11 valores de setpoint cada.
- A temperatura do bloco é escolhida entre os valores programados usando as teclas (↑) e (↓). O modo programável com temporizador percorre os pontos automaticamente.
- **Modo Automático:** calibração automática de termoelementos. O processo é executado pelo próprio calibrador, que armazena o cronograma e os resultados da calibração, além das leituras dos sensores.

Ao ser ligado (tecla ON/OFF), o calibrador executa um autoteste e mostra a data da última calibração e a voltagem da bateria. A voltagem da bateria é monitorada constantemente e um aviso de bateria fraca é exibido quando necessário. Após o autoteste, o display exibe o menu inicial.

| | | |
|------|------|-----|
| ⇒ IN | EXEC | |
| CONF | CAL | COM |

O valor de setpoint inicial é 25,00 °C.

Use as teclas ↑, ↓, ← e ⇒, para navegar nas opções do menu e pressione ENTER para confirmar.

IN: seleção da entrada de sinal do calibrador. Escolha entre mV, ohms, termopares, termorresistências, mA, chave (switch) ou nenhum. Mais 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. Mais detalhes no item 2.2 - Menu CONF.

CAL: esta opção acessa as funções de ajuste do calibrador T-650PH, protegidas por senha. Mais detalhes na seção 7 - Calibração.

COM: acessa os parâmetros de calibração automática. É possível realizar uma calibração com ou sem computador (via software ISOPLAN). Mais detalhes no item 2.5 – Modo de Operação Automático.

2.1 - Menu IN

| | | | |
|------|-----|----|----|
| ⇒ mV | OHM | TC | |
| RTD | mA | SW | NO |

mV, mA, SW: seleciona, respectivamente, a entrada de milivolt, miliampere ou chave (switch).

OHM: seleciona entrada de resistência (ohms). Em seguida, escolha no menu o tipo de ligação: 2, 3 ou 4 fios.

| | |
|----------|--------|
| ⇒ 2-WIRE | 3-WIRE |
| 4-WIRE | |

TC: seleciona entrada de termopar. Escolha entre os tipos J, K, T, E, N e L. No menu seguinte, escolha o tipo de compensação da junta fria: INTERNAL (interna) ou MANUAL.

| |
|------------|
| ⇒ INTERNAL |
| MANUAL |

Se for selecionada a compensação interna, o valor da temperatura da junta fria será exibido pelo calibrador.

Se for selecionada a opção **MANUAL**, o valor da junta fria deverá ser fornecido pelo operador. Após confirmar o valor pressionando **ENTER**, o calibrador retorna ao modo de operação.

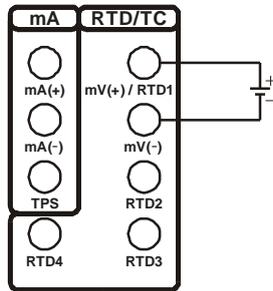
RTD: seleciona o tipo de termorresistência utilizado. Escolha entre os tipos **PT100, NI100, CU10** e **PT1000**. Também será necessário escolher o tipo de ligação: 2, 3 ou 4 fios.

NO: desativa a leitura de sinal externo.

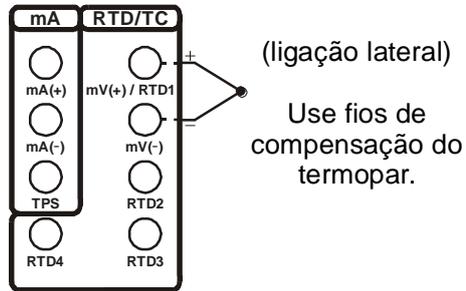
Ao selecionar uma das opções acima, o calibrador entra diretamente no modo de operação manual, sem necessidade de selecionar a opção **EXEC**.

2.1.1 - Diagramas de Conexão das Entradas

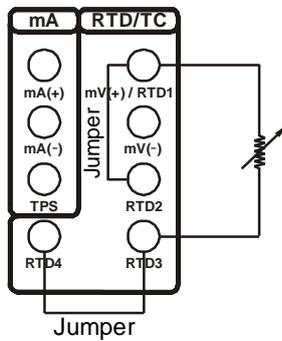
Milivolts



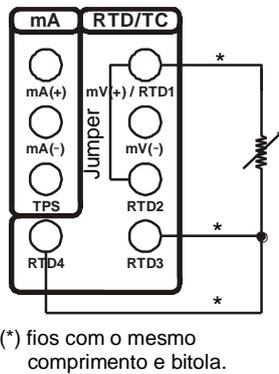
Termopar (TC)



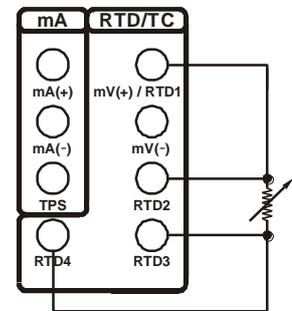
Ohm / RTD (2-fios)



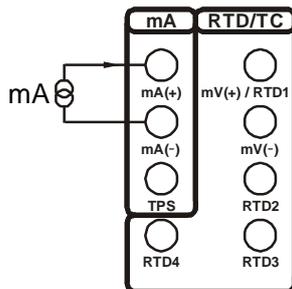
Ohm / RTD (3-fios)



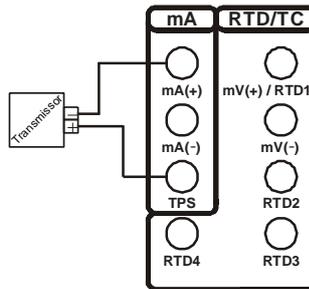
Ohm / RTD (4-fios)



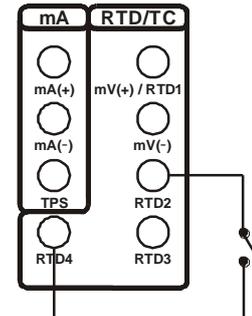
mA



mA com alimentação

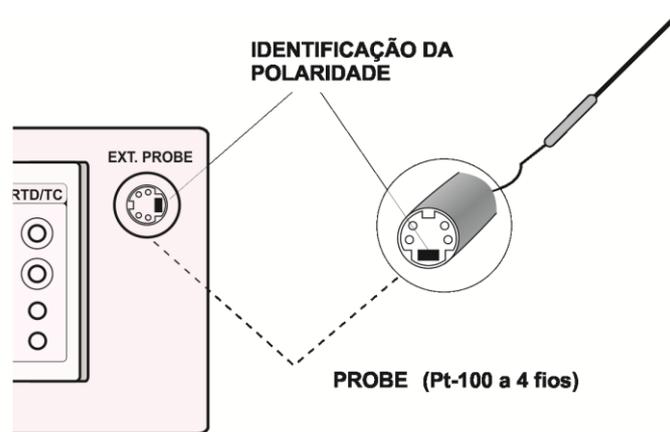


Contato (SW)



2.1.2 - Conexão da Sonda Externa

Insira o sensor padrão Pt-100 de 4 fios no insert e conecte o conector mini-DIN na entrada da sonda externa (**EXT. PROBE**), localizada no painel frontal do calibrador, conforme ilustrado na figura abaixo:



O controle de temperatura utilizando a sonda externa deve ser habilitado pela opção **PRBe** do menu **PRG**.

Mais detalhes estão disponíveis no item 2.2 - *Menu CONF*.

2.2 - Menu CONF

| | | | |
|------|-----|-----|-----|
| ⇒ CF | PRG | MEM | DSP |
| 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 os termoelementos quanto para as leituras da referência interna do bloco.

| | |
|---------|-------|
| ⇒ °C-90 | °F-90 |
| °C-68 | °F-68 |

DSP: Esta opção ajusta o contraste do display OLED. Use as teclas (↑) e (↓) até obter o contraste desejado e finalize pressionando a tecla ENTER.

BT: Exibe o valor da voltagem da bateria ou do carregador, dependendo se o bloco seco está desligado ou ligado, respectivamente.

| Nível de Bateria | Estado da Bateria | Exibição |
|------------------|-------------------|-------------|
| 4.0 a 7.0 V | normal | ----- |
| < 4.0 V | baixa | LOW BATTERY |

DT: Atualiza a data e hora do calibrador. Assim, quando o calibrador realiza uma calibração no modo automático via ISOPLAN, todos os dados são registrados com data e hora.

Sempre que o calibrador for desligado, o relógio interno deixará de ser atualizado. Entretanto, o software ISOPLAN pode atualizar automaticamente a data e hora do calibrador com base no relógio interno do computador.

Use as teclas (↑) e (↓) para alterar o campo que pisca e as teclas (⇒) e (⇐) para mover entre os campos. Pressione **ENTER** para confirmar a última seleção.

BZ: Menu que configura o buzzer piezoelétrico.

| | | |
|------|-----|--------|
| ⇒ NO | YES | ENDCAL |
|------|-----|--------|

NO: desativa o buzzer.

YES: o buzzer soa quando o bloco atinge o setpoint e estabiliza.

ENDCAL: o buzzer soa apenas ao final de uma calibração no modo automático.

TU: Menu que configura os parâmetros de controle PID para o aquecimento. Mais detalhes na Seção 6 - Parâmetros de Controle 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: seleciona o número de casas decimais para leitura de termoelemento. O valor padrão depende do tipo de sinal de entrada.

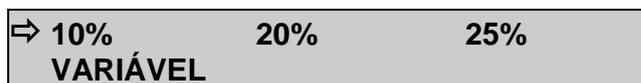


DEC_PRB: seleciona o número de casas decimais para a temperatura do bloco e para o valor do setpoint. O padrão é 2.



SETPOINT: Ativa o modo de operação programável do calibrador e permite configurar os valores programados. O programa selecionado é indicado pela seta de seleção. Escolha um dos 6 programas de temperatura ou NO para desativar o modo programável.

Após selecionar um dos 6 programas e confirmar com **ENTER**, aparece o menu de configuração dos setpoints de temperatura:



Altere a configuração para passos (**STEPS**) de **10%**, **20%**, **25%**, **VARIÁVEL** ou pressione **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 **VARIÁVEL** permite ao usuário definir de 2 a 11 valores de setpoint de temperatura, não necessariamente em ordem crescente. Altere a configuração para etapas (**STEPS**) de 10%, 20%, 25%, **VARIÁVEL** ou pressione **C/CE** para manter a configuração já armazenada na memória.

A faixa de temperatura do programa deve ser configurada por meio dos valores SETPOINT HIGH (setpoint máximo) e SETPOINT LOW (setpoint mínimo) nos casos de etapas fixas de **10%, 20% ou 25%**.

A opção VARIÁVEL permite ao usuário definir de 2 a 11 valores de setpoint de temperatura, não necessariamente em ordem crescente. Para verificar os valores das etapas de um programa, selecione a opção VARIÁVEL e confirme os valores exibidos no visor com a tecla ENTER. As opções 10%, 20% e 25% alteram automaticamente o número de etapas e recalculam os valores com base nos parâmetros **SETPOINT HIGH** e **SETPOINT LOW**.

PRBe: Esta opção habilita o uso de uma sonda externa para controle de temperatura do bloco seco quando se seleciona **YES**. Para usar a sonda interna, selecione **NO**.

Ao habilitar a sonda externa, configure os parâmetros de Calibração do Probe no menu **PARAM** e selecione a unidade de temperatura no menu **CF** como graus Celsius ou Fahrenheit. Os parâmetros de calibração correspondem aos coeficientes R0, A, B e C da equação de *Callendar-Van Dusen*:

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

Essa equação é geralmente usada na escala de temperatura IPTS-68, onde t representa a temperatura nessa escala e R0 é a resistência a 0°C. No entanto, também pode ser utilizada na escala ITS-90.

Menu de configuração dos coeficientes:

| | | | |
|------|-----|-----|---|
| ⇒ R0 | A | B | C |
| E_A | E_B | E_C | |

Para inserir o valor de um coeficiente, ele deve ser dividido em uma mantissa e um expoente, como é usado na notação científica. Para um coeficiente C igual a $3,151052 \times 10^{-2}$, por exemplo, digite sua mantissa (uma parte inteira e uma parte fracionária com seis dígitos) no mnemônico C e seu expoente, como um valor absoluto, no mnemônico **E_C**. Dessa forma, **C** = 3,151052 e **E_C** = 2.

Observe que o sinal pode ser invertido pressionando a tecla **ZERO** quando o número exibido estiver em zero. Isso altera o sinal de + para -, ou vice-versa.

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

| | |
|----------------------------------|-----------|
| R₀ = 100.00000 | |
| A = +3.908300 | E_A = -03 |
| B = -5.775000 | E_B = -07 |
| C = -4.183000 | E_C = -12 |

MD: Desvio máximo em relação ao setpoint para o controle de temperatura com sonda externa. A temperatura é estabilizada pelo controle após entrar na faixa limitada por SET ± MD. Este parâmetro deve ser configurado como 1,0 °C.

SC: Esta função aplica uma escala à leitura de entrada. A escala é muito útil na calibração de transmissores de temperatura, por exemplo, pois exibe a temperatura atual e a leitura do transmissor (mA) na mesma unidade. Assim, o erro pode ser verificado diretamente em °C ou °F. Selecione a opção SC e pressione ENTER. Se nenhuma entrada estiver selecionada no menu IN, o calibrador exibirá a mensagem **SELECT INPUT FIRST**. Neste caso, vá até o menu **IN** e selecione o tipo de sinal de entrada.

A função **SC** exibirá **IN** ou **NO**. Confirme **IN** para configurar a escala ou **NO** para desativar a função **SC**, usando a tecla **ENTER**.

A escala é realizada por meio dos parâmetros INPUT HIGH e INPUT LOW, que correspondem aos valores máximo e mínimo da entrada de sinal do calibrador, na unidade de engenharia desse sinal.

Em seguida, configure 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 é mostrado no display com a unidade #.

Exemplo: Transmissor de temperatura com entrada de 0 a 100 °C e saída de 4 a 20 mA. A escala com uma 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: Os calibradores T-650PH permitem diversos programas e funções especiais que podem ser usadas com frequência. Em situações como essa, é útil armazenar a configuração atual na memória para ganhar tempo. Podem ser armazenadas até 8 configurações na memória.

Ao selecionar a opção **MEM**, é possível armazenar a configuração atual (**WRITE**), restaurar uma configuração armazenada anteriormente (**RECALL**) ou apagar as 8 configurações da memória (**CLEAR ALL**).

| | |
|-----------------|---------------|
| ⇒ WRITE | RECALL |
| CLEARALL | |

Selecionando a opção **WRITE** ou **RECALL**, será exibido um novo menu com os números de 1 a 8, representando cada uma das posições de memória. Escolha uma das posições e pressione ENTER. A operação de gravação (**WRITE**) pode ser feita em uma posição de memória já usada. O calibrador pedirá confirmação de sobrescrita com a mensagem: **OVERWRITE MEMORY?** A operação **CLEAR ALL** exibirá a mensagem de confirmação: **ARE YOU SURE?** Em ambos os casos, pressione **ENTER** para confirmar a operação ou **C/CE** para cancelar.

2.3 - Modo de Operação Manual

O display mostra o valor de temperatura selecionado do bloco e também o valor de temperatura atual do bloco ou do termoelemento.

Há 4 formas de apresentação das informações, envolvendo o valor de entrada do calibrador (**IN**), a temperatura do bloco (**PRBi** ou **PRBe**, medida com a sonda interna ou externa, respectivamente) e o setpoint de temperatura (**SET**).

A tecla \leftarrow alterna a forma de apresentação no visor:

| | |
|------------------|----------------------|
| IN | = 23.456 mV |
| PRBi/PRBe | = 25.01 °C |
| PRBi/PRBe | = 25.01 °C |
| SET | = 25.00 °C |
| 23.456 mV | |
| 25.01 | PRi/PRe °C |

O valor de setpoint da temperatura do bloco pode ser selecionado diretamente pelo teclado, mesmo que a mensagem **SET** não esteja sendo exibida. O teclado numérico permite a seleção do **SET** em qualquer uma das formas de apresentação do display, para alterar o setpoint.

O valor de setpoint é aumentado pela tecla \uparrow e diminuído pela tecla \downarrow . Enquanto essas teclas forem mantidas pressionadas, o setpoint continuará aumentando ou diminuindo.

A tecla \circ não possui função no modo de operação manual dos calibradores T-650PH.

2.4 - Modo de Operação Programável

Programas pré-configurados podem ser carregados da memória do calibrador, ativando o modo de operação programável. Os valores programados de temperatura do bloco são utilizados diretamente, sem a necessidade de inserir o setpoint manualmente.

O display mostra **STEPn** ao lado do valor de setpoint da temperatura do bloco no modo programável. O número do programa é indicado por **n**.

Com as teclas \uparrow e \downarrow , os valores programados de temperatura do setpoint são alterados. O teclado numérico permanece disponível para seleção manual da temperatura do bloco da mesma forma que no modo manual.

A varredura automática sobre as temperaturas programadas é realizada definindo-se o tempo de estabilização do termoelemento no bloco.

A tecla ⇨ ativa a varredura automática dos pontos. Quando pressionada, a mensagem **STEPn** é substituída por **0s**, e o calibrador aguarda o tempo de estabilização configurado entre 1 a 9 minutos, pelas teclas 1 a 9.

A varredura automática é desativada pressionando novamente a tecla ⇨. A contagem regressiva do tempo de estabilização só é iniciada quando a temperatura do bloco atinge a temperatura programada e estabiliza dentro de uma faixa de aproximadamente $\pm 0,15$ °C. Nesse momento, o buzzer emite um bip, se estiver configurado como **YES**.

2.5 - Modo de Operação Automático

A calibração do termoelemento é realizada de forma automática pelo calibrador T-650PH. A configuração, bem como a verificação da calibração, são feitas pelo próprio calibrador. Também é possível utilizar o software ISOPLAN e suas ordens de trabalho, como o CAC - Calibração Assistida por Computador.

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

| | | |
|----------------|-------------|---------------|
| TAG | EXEC | VERIF |
| ADDRESS | ⇨ | TAGMAN |

Antes de iniciar a programação, configure primeiro o sinal que será lido pelo calibrador no menu **IN**. Para calibrar termômetros de vidro, por exemplo, não há sinal elétrico a ser lido. Nesse caso, a opção **IN** do menu deve ser configurada para **NO**, e o calibrador solicitará que seja inserido o valor indicado pelo termômetro ao final do tempo de estabilização de cada ponto de calibração.

Os dados de uma calibração automática incluem:

- **TAG**: identificação do termoelemento.
- **SP**: valores de referência de temperatura do bloco (pontos de calibração).
- **TOL**: tolerância máxima para operação do termoelemento.
- **STB**: tempo de estabilização, em segundos, para que a temperatura do termoelemento indique corretamente. Este temporizador inicia assim que o bloco atinge e estabiliza na temperatura de setpoint.
- **STR**: estratégia de calibração dos valores de referência programados. As estratégias disponíveis são: ↑ (UP), ↓ (DOWN), ↑↓ (UP - DOWN), ↓↑ (DOWN - UP), ↑↓↑ (UP - DOWN - UP) and ↓↑↓ (DOWN - UP - DOWN).
- **RP**: número de repetições da estratégia.
- **RGI**: faixa de indicação do termoelemento.
- **RGO**: faixa de temperatura de operação correspondente à faixa de indicação acima.

A calibração automática começa quando a opção **EXEC** do menu **COM** é selecionada. Todas as operações são executadas automaticamente pelo calibrador T-650PH. O teclado fica desativado até o final da calibração.

Ao final do tempo de estabilização, o calibrador armazena a leitura do termoelemento na memória e passa ao próximo ponto, desde que algum sinal de entrada tenha sido previamente configurado no menu **IN** e conectado aos terminais do calibrador.

A mensagem **CALIBRATION** END aparece no display ao término da calibração automática. Pressione **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 que foram bem-sucedidos. Em seguida, pressione **ENTER** para verificar cada uma das leituras realizadas pelo calibrador. As teclas \Rightarrow e \Leftarrow alternam entre 2 telas: uma que mostra o valor da temperatura do bloco e do termoelemento, e outra que exibe uma mensagem indicando o número do ponto de calibração e seu estado (**OK** ou **FAIL**), além do valor do erro em %.

A opção **TAG** do menu **COM** pode apresentar uma lista com até 4 tags que foram baixadas ou carregadas com o *software* ISOPLAN. A tecla **ENTER** seleciona a tag a ser calibrada a partir da lista. A calibração automática inicia pela opção **EXEC** do menu **COM**, e os dados da calibração podem ser verificados em **VERIF**. Para calibrar automaticamente sem usar o ISOPLAN, há um espaço reservado para uma tag manual. A seleção da tag manual é feita confirmando a opção **TAGMAN** com a tecla **ENTER**.

A opção **ADDRESS** seleciona o endereço de comunicação do calibrador T-650PH. O protocolo de comunicação utilizado é ModBus - RTU, sem paridade e taxa de transmissão (baud rate) de 9600. A comunicação do calibrador com o computador pode usar RS232 ou RS485, para a opção em rede, conforme a interface de comunicação utilizada. Para se comunicar com o *software* ISOPLAN, configure o **ADDRESS** como 1.

3 - Recomendações em Relação à Exatidão das Medições

Os calibradores de temperatura tipo bloco seco da **PRESYS** são instrumentos de alto nível de exatidão, exigindo a observação de todos os procedimentos descritos nesta seção para que se atinjam as condições necessárias e, assim, os níveis de exatidão durante as calibrações.

- Deve-se dar atenção especial à limpeza do insert. Quando necessário, ele deve ser sempre lavado com água e sabão, bem enxaguado e seco. Óleo, graxa e partículas sólidas podem dificultar a transferência de calor para o insert e até travar o insert dentro do bloco.
- O sensor a ser calibrado deve se encaixar firmemente no furo apropriado. Caso o sensor esteja folgado, a medição perde completamente a confiabilidade. O conceito de folga entre o sensor e o respectivo furo deve ser entendido de forma subjetiva, sendo o bom senso essencial. Assim, o sensor deve entrar no insert (ambos completamente limpos) de forma que fique firme, sem movimentar ou balançar, mas sem precisar ser forçado a ponto de travar.

3.1 - Obtendo Melhor Exatidão do Bloco Seco

O controle de temperatura é baseado na medição de temperatura de um sensor interno localizado no bloco. Essa sonda de controle é ajustada em fábrica por meio de outra sonda de alta exatidão, conectada a um supertermômetro, conforme descrito no item 7.2 - *Calibração do Probe*. Dessa forma, na fábrica, a exatidão do supertermômetro é transferida ao calibrador tipo bloco seco. Essa transferência só é eficaz quando há equilíbrio térmico perfeito entre o sensor de controle interno e a sonda do supertermômetro.

Portanto, não deve haver folga entre o insert e o bloco nem entre a sonda e o insert. Tanto o sensor interno quanto a sonda devem estar na mesma profundidade. O usuário atingirá a melhor exatidão do bloco seco, conforme especificado neste manual técnico, caso consiga reproduzir as mesmas condições do ajuste feito na fábrica - ou seja, mesmo insert utilizado na fábrica, sem folgas, mesma profundidade, etc.

Resumindo, o mais importante para obter a melhor exatidão do bloco seco é reproduzir o processo utilizado na fábrica para ajustar o próprio bloco.

Se for necessária uma exatidão superior à especificada neste manual técnico, recomenda-se o uso de um supertermômetro externo como referência ou padrão para comparar com o termoelemento em calibração. Nesse caso, o bloco seco será utilizado apenas como gerador de calor, e não como calibrador padrão de temperatura. O usuário pode aproveitar o fato de que o valor de estabilidade do bloco seco é muito menor que o valor de exatidão. Assim, colocando a sonda do supertermômetro e o termoelemento em calibração em um insert de dois furos, é possível comparar ambas as medições de temperatura.

3.2 - Recomendações para Outros Tipos de insert

Quando o usuário utiliza um tipo diferente de insert daquele usado no ajuste de fábrica do bloco seco, a exatidão informada neste manual deixa de ser válida, já que o contato térmico será diferente em relação ao insert original.

No entanto, um novo ajuste do sensor de controle pode ser feito para o novo *insert*. Para isso, utilize uma sonda externa de alta exatidão, posicionada no novo *insert*, e siga os passos descritos no item 7.2 - *Calibração do Pobre*.

Esse novo reajuste da indicação do calibrador sobrescreve a calibração de fábrica, e permanece mesmo após o bloco ser desligado.

Caso se deseje retornar à calibração de fábrica, ative a opção **RESTORE** no menu de calibração / sonda.

4 - Instruções de Segurança

- Não deixe o local onde o calibrador estiver ligado sem identificação e avisos.
- Antes de desligar o calibrador, retorne a temperatura do bloco térmico para valores próximos da temperatura ambiente.
- Nunca remova o *insert* do bloco térmico, nem os termoelementos do *insert*, quando estiverem em temperaturas elevadas. Aguarde até que cheguem à temperatura ambiente. Do contrário, o esfriamento heterogêneo das peças pode provocar um travamento mecânico entre os mesmos. Se, por acaso, vier a acontecer um emperramento, refira-se ao item 8.2 - *Instruções para Casos de Emperramento do Insert*.
- Jamais troque o insert de um calibrador T-650P com o de um outro calibrador de faixa de temperatura diferente (como o T-350P), pois apesar de terem o mesmo diâmetro, o material não é resistente a temperaturas muito elevadas.

5 - Mensagens de Alerta do Calibrador

| Alerta | Significado | Procedimento |
|-----------------------------|--|---|
| RAM ERROR READ MANUAL | Problema na memória RAM | Desligue e ligue novamente o calibrador. Se o erro persistir, entre em contato com o suporte técnico da Presys. |
| EEPROM ERROR READ MANUAL | Problema na memória EEPROM | Mesmo procedimento do item anterior. |
| LOW BATTERY | Verifique a fonte de alimentação do calibrador. | Verifique a fonte de alimentação do calibrador. |
| UNDER / OVER | Sinal de entrada fora das especificações ou da faixa de escala | Verifique o item 1.1.1 - Especificações de Entrada . |
| ????.?°C | Sensor de entrada está aberto | Verifique as conexões de entrada e o sensor. |

6 - Parâmetros de Controle PID

O calibrador de temperatura T-650PH possui um algoritmo de controle PID para calcular a saída de controle do bloco.

As características de estabilidade e tempo de resposta do bloco seco estão relacionadas aos parâmetros PID, explicados abaixo:

- O parâmetro **K** (ganho proporcional) amplifica o sinal de erro entre o setpoint e a temperatura do bloco para estabelecer o sinal de saída. Quando este parâmetro está muito alto, a reação da saída é muito rápida, no entanto, isso pode levar o sistema à oscilação. Ao diminuir esse parâmetro, o bloco seco pode não reagir rapidamente o suficiente a variações externas, dando a impressão de perda de controle súbita.
- O parâmetro **I** (ganho integral) é responsável pela ação integral e é a parte mais importante no controle do setpoint. Enquanto houver erro entre o setpoint e a temperatura do bloco, a ação integral atuará sobre o sinal de saída até que o erro seja anulado.
- O parâmetro **D** (ganho derivativo) é responsável pela ação derivativa, que proporciona uma resposta rápida na saída de controle resultante de qualquer variação brusca na temperatura do bloco. Ele é usado para eliminar oscilações, porém, pode causar oscilações em presença de muito ruído.

Todos os calibradores de temperatura são ajustados em fábrica, e os parâmetros são definidos próximos aos valores ótimos. Caso se deseje melhorar alguma característica específica do calibrador (como tempo de estabilização ou tempo de resposta, por exemplo), certifique-se de que a alteração seja feita com bom senso.

7 - Calibração

⚠ ATENÇÃO: Com o objetivo de prevenir possíveis danos à calibração do instrumento por ajuste feito de forma indevida, a senha de acesso deve ser solicitada à Presys Instrumentos e Sistemas.

Senha de acesso ao procedimento de ajuste:

Para executar o ajuste das entradas, o proprietário do calibrador deve contatar a **PRESYS** fornecendo o **número de série** do equipamento, e nesse caso receberá a senha que permite o acesso ao ajuste.

>>> Contatar: assistencia.tecnica@presys.com.br

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

Selecione a opção **CAL** no menu principal e pressione a tecla **ENTER**. Será solicitado que você insira a senha (**PASSWORD**) para acessar o menu de calibração.

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

| | | |
|------|-----|------|
| ⇒ IN | OUT | DATE |
|------|-----|------|

Deve-se então escolher a faixa de entrada (**IN**), já que a faixa de saída (**OUT**) não está disponível para o usuário. A opção **DATE** permite registrar a data em que a calibração foi realizada e, uma vez preenchida, ela será exibida toda vez que o calibrador for ligado.

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

| | | | |
|-------|----|-----|-----|
| ⇒ mV | mA | OHM | CJC |
| PROBE | | | |

7.1 - Calibração de Entrada

Selecione o mnemônico correspondente e aplique os sinais apresentados nas tabelas abaixo.

Durante a calibração de entradas, o display mostra na 2ª linha o valor medido pelo calibrador, e na 1ª linha esse mesmo valor expresso em percentual.

Observe que os sinais aplicados devem estar próximos aos valores indicados na tabela.

Após aplicar o sinal, armazene os valores do 1º e 2º ponto de calibração, pressionando as 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 para Ω é realizada em duas etapas:

a) Aplicação de sinal de mV:

Para a calibração abaixo, mantenha os terminais RTD3 (+) e RTD4 (+) em curto-circuito.

| Sinal mV | Terminais | 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 padrão:

Conecte uma caixa de décadas ou resistores padrão nos terminais RTD1, RTD2, RTD3 e RTD4 (conexão a 4 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 junção fria (CJC) é realizada medindo a temperatura do terminal mV(-). Armazene apenas o 1º ponto:

| Junção Fria | 1º ponto |
|-------------|----------|
| CJC | 32,03 °C |

7.2 - Calibração do Probe

As opções de calibração / sonda são:

| | |
|------|---------|
| ⇒ °C | RESTORE |
|------|---------|

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

RESTORE: Restaura os parâmetros de Calibração do Probe interna para os valores de fábrica.

Para reajustar a sonda interna, é necessário comparar o valor indicado pelo calibrador (Probe) com o valor de temperatura medido por uma sonda externa posicionada no insert do bloco seco.

A temperatura da sonda externa deve ter alta precisão e deve ser medida por um supertermômetro (ST).

A opção de ajuste do sensor interno possui sete pontos de ajuste. Esses pontos são gravados pelas teclas de 1 a 7.

Antes de iniciar a calibração (ajuste), registre nesses pontos os respectivos valores iniciais, conforme a tabela disponível.

Acesse o modo de operação manual (menu **EXEC**) e gere os sete níveis de temperatura (setpoints da tabela), anotando o valor indicado pelo supertermômetro (ST). Agora, retorne à opção Calibração / Sonda / °C e registre os valores indicados pelo supertermômetro.

Para o T-650PH:

| Setpoint da temperatura gerada (°C) | Valor inicial a registrar (°C) | Indicação do ST | Novo valor a registrar | Nova indicação do ST | Tecla |
|--|---------------------------------------|------------------------|-------------------------------|-----------------------------|--------------|
| 50 | 50.00 | 49.971 | 49.97 | 49.995 | tecla 1 |
| 150 | 150.00 | 149.964 | 149.96 | 149.995 | tecla 2 |
| 250 | 250.00 | 249.943 | 249.94 | 249.990 | tecla 3 |
| 350 | 350.00 | 349.906 | 349.91 | 350.009 | tecla 4 |
| 450 | 450.00 | 449.847 | 449.85 | 450.000 | tecla 5 |
| 550 | 550.00 | 549.815 | 549.82 | 549.995 | tecla 6 |
| 650 | 650.00 | 649.782 | 649.78 | 650.005 | tecla 7 |

8 - Manutenção

8.1 - Instruções sobre o Hardware

Não há peças ou componentes nos calibradores de temperatura T-650PH que possam ser reparados pelo usuário. Somente o fusível de 6 Amperes, localizado dentro do soquete na parte traseira, pode ser substituído pelo usuário (fusível de 10 Amperes para o modelo T-650PH 110Vac).

The fuse may blow due to a voltage spike in the mains or a calibrator component fault. Replace the fuse once. If a second fuse blows again, it is because the fault is not that simple. Contact Presys Technical Support Department or send the calibrator to the factory for repair.

8.2 - Instruções para Encaixe Travado do *Insert*

Se, por acaso, ocorrer o travamento de um *insert* dentro do bloco, proceda da seguinte forma:

- 1 - aplique óleo lubrificante entre as partes;
- 2 - aplique líquido de resfriamento dentro dos furos do *insert* para provocar a contração do mesmo;
- 3 - tente novamente remover o *insert*.

Após retirar o *insert*, lixe ambas as superfícies com lixa fina, faça o polimento com pasta apropriada e, por fim, limpe as partes com álcool ou solvente.

9 - Instruções para Fixação da Alça de Transporte

A alça de transporte é fornecida junto com o bloco seco. Ela é muito útil durante o transporte, e sua fixação é muito simples. Basta parafusar manualmente os parafusos em cada extremidade da alça nos furos localizados nas laterais do bloco seco. Veja a ilustração abaixo.



