

Linha Advanced

Certificado com
Cálculo de Incerteza

Metodologia e
Exemplo de Cálculo

SMART
CALIBRATORS

CMMS - ERP



PRESYS[®]
www.presys.com.br

Índice

1 - Introdução	1
2 - Metodologia Utilizada	2
3 - Exemplo de Cálculo	6
Anexo I	12
Anexo II	13

1 - Introdução

Os calibradores da Linha Advanced possuem a capacidade de emitir certificados de calibração de maneira autônoma. O objetivo deste documento é definir como são realizados os cálculos internamente no instrumento a partir dos dados coletados na calibração até a expressão da incerteza expandida U .

2 - Metodologia Utilizada

A incerteza expandida U é calculada de acordo com o Guia para incerteza de medição (ISO GUM) multiplicando-se a incerteza-padrão combinada u_c por um fator de abrangência k , o qual para uma distribuição t com v_{eff} graus de liberdade efetivos corresponde a uma probabilidade de abrangência P . A incerteza-padrão de medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02.

$$U = k \cdot u_c \quad (i)$$

A incerteza-padrão combinada u_c é dada por:

$$u_c^2 = u_{di}^2 + u_p^2, \text{ onde } (ii)$$

u_c = incerteza-padrão combinada, na unidade de saída do instrumento a calibrar;
 u_{di} = incerteza dada pelo desvio-padrão das leituras, na unidade de saída do instrumento a calibrar;
 u_p = incerteza dada pela incerteza do padrão, na unidade de saída do instrumento a calibrar.

A incerteza u_{di} , é a soma quadrática das incertezas dos desvios-padrão da entrada e saída do instrumento a calibrar. Assim:

$$u_{di}^2 = u_{di_e}^2 + u_{di_s}^2, \text{ onde } (iii)$$

u_{di} = incerteza dada pelo desvio-padrão das leituras, na unidade de saída do instrumento a calibrar
 u_{di_e} = incerteza dada pelo desvio-padrão das leituras da entrada do instrumento a calibrar, na unidade de saída do instrumento a calibrar
 u_{di_s} = incerteza dada pelo desvio-padrão das leituras da saída do instrumento a calibrar, na unidade de saída do instrumento a calibrar.

As incertezas u_{di_e} e u_{di_s} são obtidas a partir do cálculo do desvio-padrão s_x das leituras da entrada e saída do instrumento a calibrar, respectivamente. O desvio-padrão s_x é dado por:

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}}, \text{ onde } (iv)$$

x_i = i -ésima leitura,
 \bar{x} = média das leituras,
 n = número de leituras.

De (iii), calcula-se:

$$u_{di} = \frac{s_x}{\sqrt{n}}, \text{ na unidade de saída do instrumento a calibrar } (v)$$

A incerteza u_p , é a soma quadrática das incertezas do padrão de entrada e saída do instrumento a calibrar. Assim:

$$u_p^2 = u_{p_e}^2 + u_{p_s}^2, \text{ onde} \quad (\text{vi})$$

u_p = incerteza do padrão, na unidade de saída do instrumento a calibrar;

u_{p_e} = incerteza do padrão de entrada, na unidade de saída do instrumento a calibrar;

u_{p_s} = incerteza do padrão de saída, na unidade de saída do instrumento a calibrar.

A incerteza do padrão é obtida através do certificado de calibração do padrão. O ponto de calibração é localizado na tabela de resultados do certificado de calibração. Caso o ponto esteja contido na tabela, a incerteza do padrão é a mesma do certificado de calibração. Caso o ponto não esteja contido no certificado de calibração, três regras devem ser seguidas:

- 1) Se o ponto de calibração for menor que o primeiro ponto de calibração, a incerteza do padrão é a maior dentre a incerteza do primeiro e do segundo pontos;
- 2) Se o ponto de calibração for maior que o primeiro ponto e menor que o último ponto, localiza-se os pontos inferior e superior mais próximos. Em seguida verifica-se a maior incerteza desses dois pontos;
- 3) Se o ponto de calibração for maior que o último ponto de calibração, a incerteza do padrão é a maior dentre a incerteza do penúltimo e do último ponto;

A incerteza do padrão é obtida através da incerteza expandida declarada no certificado dividida pelo k :

$$u_p = \frac{U}{k} \quad (\text{vii})$$

Note que a incerteza final sempre é expressa na unidade de saída do instrumento a calibrar. Assim, caso a unidade da incerteza de entrada do instrumento a calibrar for diferente da unidade de saída do instrumento a calibrar, a mesma deve ser propagada. Para instrumentos com função linear entre entrada e saída, a propagação é realizada por:

$$u_S = \frac{S_{MAX} - S_{MIN}}{E_{MAX} - E_{MIN}} \cdot u_E, \text{ onde} \quad (\text{viii})$$

u_S = incerteza na unidade de saída do instrumento a calibrar;

u_E = incerteza na unidade de entrada do instrumento a calibrar;

S_{MAX} = ponto superior da faixa de saída do instrumento a calibrar;

S_{MIN} = ponto inferior da faixa de saída do instrumento a calibrar;

E_{MAX} = ponto superior da faixa de entrada do instrumento a calibrar;

E_{MIN} = ponto inferior da faixa de entrada do instrumento a calibrar;

A partir da incerteza-padrão combinada u_c , calcula-se os graus de liberdade efetivos pela equação de *Weich-Satterthwaite*:

$$v_{eff} = \frac{u_c^4}{\sum_{i=1}^n \frac{u_i^4}{v_i}}, \text{ onde (ix)}$$

v_{eff} = graus de liberdade efetivo, adimensional;
 u_c = incerteza-padrão combinada;
 u_i = incertezas-padrão com graus de liberdade finitos;
 v_i = graus de liberdade da incerteza-padrão u_i .

O fator de abrangência k é obtido na tabela de distribuição de Student (Tabela 1), para uma determinada probabilidade de abrangência p e graus de liberdade dados por (viii). A probabilidade de abrangência p utilizada para os cálculos é de 95,45 %.

Graus de liberdade ν	Fração p da distribuição em porcentagem					
	68,27	90	95	95,45	99	99,73
1	1,84	6,31	12,71	13,97	63,66	235,80
2	1,32	2,92	4,30	4,53	9,92	19,21
3	1,20	2,35	3,18	3,31	5,84	9,22
4	1,14	2,13	2,78	2,87	4,60	6,62
5	1,11	2,02	2,57	2,65	4,03	5,51
6	1,09	1,94	2,45	2,52	3,71	4,90
7	1,08	1,89	2,36	2,43	3,50	4,53
8	1,07	1,86	2,31	2,37	3,36	4,28
9	1,06	1,83	2,26	2,32	3,25	4,09
10	1,05	1,81	2,23	2,28	3,17	3,96
11	1,05	1,80	2,20	2,25	3,11	3,85
12	1,04	1,78	2,18	2,23	3,05	3,76
13	1,04	1,77	2,16	2,21	3,01	3,69
14	1,04	1,76	2,14	2,20	2,98	3,64
15	1,03	1,75	2,13	2,18	2,95	3,59
16	1,03	1,75	2,12	2,17	2,92	3,54
17	1,03	1,74	2,11	2,16	2,90	3,51
18	1,03	1,73	2,10	2,15	2,88	3,48
19	1,03	1,73	2,09	2,14	2,86	3,45
20	1,03	1,72	2,09	2,13	2,85	3,42
25	1,02	1,71	2,06	2,11	2,79	3,33
30	1,02	1,70	2,04	2,09	2,75	3,27
35	1,01	1,70	2,03	2,07	2,72	3,23
40	1,01	1,68	2,02	2,06	2,70	3,20
45	1,01	1,68	2,01	2,06	2,69	3,18
50	1,01	1,68	2,01	2,05	2,68	3,16
100	1,005	1,660	1,984	2,025	2,626	3,077
∞	1,000	1,645	1,960	2,000	2,576	3,000

Tabela 1 - DISTRIBUIÇÃO -t PARA ν GRAUS DE LIBERDADE

Se v_{eff} não é um número inteiro, calcula-se k por interpolação linear dos pontos imediatamente inferior e posterior da tabela. Para graus de liberdade maiores que 100, considera-se graus de liberdade infinitos.

Além de calcular a incerteza de medição, é necessário calcular o erro de medição. O erro de medição E é dado por:

$$E = V_i - V_p, \text{ onde} \quad (x)$$

E = erro de medição, na unidade de saída do instrumento a calibrar;

V_i = média de n leituras do instrumento a calibrar, na unidade de saída do instrumento a calibrar;

V_p = Valor do Padrão ou Valor Convencional, na unidade de saída do instrumento a calibrar;

O valor padrão V_p pode ou não ser corrigido, de acordo com opção do usuário. Caso não seja corrigido, V_p é o próprio ponto de calibração. Caso a opção de correção do padrão esteja selecionada, deve-se calcular o erro sistemático do padrão, a partir do Certificado de Calibração. O erro sistemático do padrão E_{sp} é calculado por interpolação entre dois pontos expressos no Certificado de Calibração. Para tal, utiliza-se Interpolação Linear através da Forma de Lagrange:

$$E_{sp} = E_{inf} \cdot \frac{(V_{ip} - V_{sup})}{(V_{inf} - V_{sup})} + E_{sup} \cdot \frac{(V_{ip} - V_{inf})}{(V_{sup} - V_{inf})}, \text{ onde} \quad (xi)$$

E_{sp} = erro sistemático do padrão, na unidade de saída do instrumento a calibrar;

E_{inf} = valor do erro conhecido no ponto inferior (Certificado)

E_{sup} = valor do erro conhecido no ponto superior (Certificado)

V_{inf} = valor indicado conhecido no ponto inferior (Certificado)

V_{sup} = valor indicado conhecido no ponto superior (Certificado)

V_p = valor indicado no ponto de medição (indicação do padrão)

Caso E_{sp} não esteja na mesma unidade de saída do instrumento a calibrar, o mesmo deve ser convertido utilizando-se (vii), substituindo-se o valor da incerteza de entrada pelo erro sistemático do padrão, na unidade de entrada do instrumento a calibrar. O valor padrão fica:

$$V_p = V_{ip} + (-E_{sp}) \quad (xii)$$

A incerteza expandida U está associada a E . O erro de medição E_m é expresso pela forma:

$$E_m = E \pm U$$

Para o laudo de aprovado/reprovado, o calibrador verifica se a soma aritmética do módulo do Erro com a incerteza expandida é menor que o critério de aceitação cadastrado na criação da tarefa. O critério é baseado em uma porcentagem da leitura, SPAN ou Fundo de Escala.

$$E_{m\acute{a}x} = |E| + U$$

3 - Exemplo de Cálculo

O certificado de número 0070.F1EA.19 (Anexo I) servirá de exemplo para os cálculos a seguir, utilizando os certificados do padrão de número R0900.03.19 e R0901.03.19 (Anexo II). Podem existir pequenas diferenças nos resultados por conta de erros de arredondamento.

1) Cálculo da Correção do Valor do Padrão - Ref. Corr.

a) Ponto 8 mA:

Correção da Entrada mA:

V_{Sup}: 8,0001 mA E_{sup}: 0,00012 mA

V_{inf}: 4,0001 mA E_{inf}: 0,00011 mA

V_i: 8,0000 mA

$$E = E_{inf} \cdot \frac{(V_{ip} - V_{sup})}{(V_{inf} - V_{sup})} + E_{sup} \cdot \frac{(V_{ip} - V_{inf})}{(V_{sup} - V_{inf})}$$

$$E_e = 0,00011 \left(\frac{8,0000 - 8,0001}{4,0001 - 8,0001} \right) + 0,00012 \left(\frac{8,0000 - 4,0001}{8,0001 - 4,0001} \right) = 0,00012 \text{ mA}$$

Correção da Saída Pt-100:

V_{Sup}: 100,00 °C

E_{sup}: -0,005 °C

V_{inf}: 0,00 °C

E_{inf}: -0,003 °C

V_i: 25,00 °C

$$E_s = -0,003 \left(\frac{25,00 - 100,00}{0,00 - 100,00} \right) + (-0,005) \left(\frac{25,00 - 0,00}{100,00 - 0,00} \right) = -0,0035 \text{ °C}$$

Erro convertido* para mA: -0,00056 mA

$$Ref. Corr. = V_i - E_s + E_e$$

$$Ref. Corr. = 8,0000 - (-0,00056) + 0,00012 = 8,00068$$

Ref. Corr. = 8,0007 mA

b) Ponto 12 mA:

Correção da Entrada mA:

Ponto do certificado: 12,0000 mA

Erro: 0,00010 mA → E_e = 0,00010 mA

Correção da Saída Pt-100:

V_{Sup}: 100,00 °C

E_{sup}: -0,005 °C

V_{inf}: 0,00 °C

E_{inf}: -0,003 °C

V_i: 50,00 °C

$$E_s = -0,003 \left(\frac{50,00-100,00}{0,00-100,00} \right) + (-0,005) \left(\frac{50,00-0,00}{100,00-0,00} \right) = -0,004 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Erro convertido* para mA: -0,00064 mA

$$\begin{aligned} \text{Ref. Corr.} &= V_i - E_s + E_e \\ \text{Ref. Corr.} &= 12,0000 - (-0,00064) + 0,00010 = 12,00074 \end{aligned}$$

Ref. Corr. = 12,0007 mA

*Para conversão do erro de $^\circ\text{C}$ para mA, foi utilizada a equação:

$$E_{mA} = \frac{S_{MAX}-S_{MIN}}{E_{MAX}-E_{MIN}} \cdot E_{^\circ C}, \text{ onde:}$$

S_{max} e S_{min} = Saída Máxima e Mínima do Transmissor (em mA)
 E_{max} e E_{min} = Entrada Máxima e Mínima do Transmissor (em $^\circ\text{C}$)
 E_{mA} = Erro em mA
 $E_{^\circ C}$ = Erro em $^\circ\text{C}$

2) Cálculo da Média e Desvio Padrão

a) Ponto 8 mA

Instrumento a Calibrar 1.^a leitura = $X_1 = 8,0024$ mA

Instrumento a Calibrar 2.^a leitura = $X_2 = 8,0052$ mA

Instrumento a Calibrar 3.^a leitura = $X_3 = 8,0117$ mA

Instrumento a Calibrar 4.^a leitura = $X_4 = 7,9981$ mA

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = 8,00435 \text{ mA}$$

$n = 4$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}} = 0,005704 \text{ mA}$$

Média = 8,00435 mA

Desvio Padrão = 0,005704 mA

Instrumento Padrão 1.^a leitura = $X_1 = 25,00$ $^\circ\text{C}$

Instrumento Padrão 2.^a leitura = $X_2 = 25,00$ $^\circ\text{C}$

Instrumento Padrão 3.^a leitura = $X_3 = 25,00$ $^\circ\text{C}$

Instrumento Padrão 4.^a leitura = $X_4 = 25,00$ $^\circ\text{C}$

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = 25,00 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$n = 4$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}} = 0,00 \text{ °C} = 0,000 \text{ mA}$$

Média = 25,00 °C

Desvio Padrão = 0,000 mA

b) Ponto 12 mA

Instrumento a Calibrar 1.^a leitura = X1 = 12,0011 mA

Instrumento a Calibrar 2.^a leitura = X2 = 12,0044 mA

Instrumento a Calibrar 3.^a leitura = X3 = 12,0131 mA

Instrumento a Calibrar 4.^a leitura = X3 = 11,9932 mA

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = 12,00295 \text{ mA}$$

n = 4

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}} = 0,008238 \text{ mA}$$

Média = 12,00295 mA

Desvio Padrão: 0,008238 mA

Instrumento Padrão 1.^a leitura = X1 = 50,00 °C

Instrumento Padrão 2.^a leitura = X2 = 50,00 °C

Instrumento Padrão 3.^a leitura = X3 = 50,00 °C

Instrumento Padrão 4.^a leitura = X3 = 50,00 °C

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = 50,00 \text{ °C}$$

n = 4

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}} = 0,00 \text{ °C} = 0,000 \text{ mA}$$

Média = 50,00 °C

Desvio Padrão = 0,000 mA

3) Cálculo do Erro

a) Ponto 8 mA

Erro = Média - Ref.Corr

Erro = 8,00435-8,0007

Erro = 0,0037 mA

b) Ponto 12 mA

Erro = Média - Ref.Corr

Erro = 12,00295-12,0007

Erro = 0,0022 mA

4) Cálculo de u_p

a) Ponto 8 mA

$$u_p = \frac{U}{k}$$

$$u_{p_e} = 0,0016/2 = 0,0008 \text{ mA}$$

$$u_{p_s} = 0,030/2 = 0,015 \text{ }^\circ\text{C} = 0,0024 \text{ mA}$$

$$u_p^2 = u_{p_e}^2 + u_{p_s}^2$$

$$u_p = \sqrt{0,0008^2 + 0,0024^2}$$

 $u_p = 0,00253 \text{ mA}$

b) Ponto 12 mA

$$u_p = \frac{U}{k}$$

$$u_{p_e} = 0,0018/2 = 0,0009 \text{ mA}$$

$$u_{p_s} = 0,030/2 = 0,015 \text{ }^\circ\text{C} = 0,0024 \text{ mA}$$

$$u_p^2 = u_{p_e}^2 + u_{p_s}^2$$

$$u_p = \sqrt{0,0009^2 + 0,0024^2}$$

 $u_p = 0,00257 \text{ mA}$ **5) Cálculo de u_{di}**

a) Ponto 8 mA

$$u_{di} = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

$$u_{di_e} = \frac{0,005704}{\sqrt{4}}$$

$$u_{di_e} = 0,002852 \text{ mA}$$

$$u_{di_s} = \frac{0,000}{\sqrt{4}}$$

$$u_{di_s} = 0,000 \text{ mA}$$

$$u_{di}^2 = u_{di_e}^2 + u_{di_s}^2$$

 $u_{di} = 0,002852 \text{ mA}$

b) Ponto 12 mA

$$u_{di} = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

$$u_{di_e} = \frac{0,008238}{\sqrt{4}}$$

$$u_{di_e} = 0,004119 \text{ mA}$$

$$u_{di_s} = \frac{0,000}{\sqrt{4}}$$

$$u_{di_s} = 0,000 \text{ mA}$$

$$u_{di}^2 = u_{di_e}^2 + u_{di_s}^2$$

 $u_{di} = 0,004119 \text{ mA}$

6) Cálculo de u_c

a) Ponto 8 mA

$$u_c^2 = u_{di}^2 + u_p^2$$

$$u_c = \sqrt{0,002852^2 + 0,00253^2}$$

$u_c = 0,003812$ mA

b) Ponto 12 mA

$$u_c^2 = u_{di}^2 + u_p^2$$

$$u_c = \sqrt{0,004119^2 + 0,00257^2}$$

$u_c = 0,0048515$ mA

7) Cálculo de v_{eff} :

a) Ponto 8 mA

$$v_{eff} = \frac{u_c^4}{\sum_{i=1}^n \frac{u_i^4}{v_i}}$$

$$u_i = u_{di} = 0,002852 \text{ mA}$$

$$v_{eff} = \frac{0,003812^4}{\frac{0,002852^4}{3}}$$

$v_{eff} = 9,578$

b) Ponto 12 mA

$$v_{eff} = \frac{u_c^4}{\sum_{i=1}^n \frac{u_i^4}{v_i}}$$

$$u_i = u_{di} = 0,004119 \text{ mA}$$

$$v_{eff} = \frac{0,0048515^4}{\frac{0,004119^4}{3}}$$

$v_{eff} = 5,773$

8) Cálculo de k :

a) Ponto 8 mA

$$v = 9, k = 2,32$$

$$v = 10, k = 2,28$$

$$v = 9,578$$

$$k = 2,32 \left(\frac{9,578 - 10}{9 - 10} \right) + 2,28 \left(\frac{9,578 - 9}{10 - 9} \right) = 2,297$$

$k = 2,297$

b) Ponto 12 mA

$$v = 5, k = 2,65$$

$$v = 6, k = 2,52$$

$$v = 5,773$$

$$k = 2,65 \left(\frac{5,773 - 6}{5 - 6} \right) + 2,52 \left(\frac{5,773 - 5}{6 - 5} \right) = 2,550$$

$k = 2,550$

9) Cálculo de U:

a) Ponto 8 mA

$$U = k \cdot u_c$$
$$U = 2,297.0,003812$$

$$U = 0,0088 \text{ mA}$$

b) Ponto 12 mA

$$U = k \cdot u_c$$
$$U = 2,550.0,004834$$

$$U = 0,0124 \text{ mA}$$

10) Critério de Aceitação e Laudo Aprovado/Reprovado

a) Ponto 8 mA

$$E_{m\acute{a}x} < 1\%SPAN$$
$$E_{m\acute{a}x} < 0,01 \cdot (12 - 8)$$
$$E_{m\acute{a}x} < 0,04mA$$

$$E_{m\acute{a}x} = |E| + U$$
$$E_{m\acute{a}x} = |0,0037| + 0,0088$$
$$E_{m\acute{a}x} = 0,0125$$

$$0,0125 \text{ mA} < 0,04 \text{ mA} \text{ Aprovado}$$

b) Ponto 12 mA

$$E_{m\acute{a}x} < 1\%SPAN$$
$$E_{m\acute{a}x} < 0,01 \cdot (12 - 8)$$
$$E_{m\acute{a}x} < 0,04mA$$

$$E_{m\acute{a}x} = |E| + U$$
$$E_{m\acute{a}x} = |0,0022| + 0,0124$$
$$E_{m\acute{a}x} = 0,0146$$

$$0,0146 \text{ mA} < 0,04 \text{ mA} \text{ Aprovado}$$

Anexo I

PRESYS INSTRUMENTOS CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO NÚMERO 0070.F1EA.19													
CLIENTE: Presys Instrumentos ENDEREÇO: Rua Luis da Costa Ramos, 260 - Saúde - São Paulo - SP													
TAG: TT-19							MODELO:						
NÚMERO DE SÉRIE: 030919							FABRICANTE:						
FAIXA DE SAÍDA: 8 a 12 mA							CRIT. ACEIT. 1% SPAN(SPAN 4 mA)						
FAIXA DE ENTRADA: 25 a 50 °C (RTD)							SETOR:						
PROCEDIMENTO UTILIZADO: CP-TT-01 : O instrumento permaneceu ligado por durante aproximadamente 2 horas, para estabilidade e equilíbrio com as condições ambientais. O instrumento foi calibrado em relação a um padrão rastreado e foram executadas 4 (quatro) leituras por ponto.													
PADRÃO:													
<i>FABRICANTE</i>			<i>NÚM. SÉRIE</i>			<i>MODELO</i>			<i>PROX. CAL.</i>			<i>NÚM. CERTIFICADO</i>	
Presys			417.10.14			MCS-XV			12/03/2024			R0900.03.19	
Presys			417.10.14			MCS-XV			12/03/2024			R0901.03.19	
Calibração final realizada por: Viviane Perrotti CONDIÇÕES DE CALIBRAÇÃO: UMIDADE: 50,00 % TEMPERATURA: 25,00 °C DATA 03/09/2019													
Calibração (°C)	Referência (mA)	Cal. Corr. (°C)	Ref. Corr. (mA)	Leitura 1 (mA)	Leitura 2 (mA)	Leitura 3 (mA)	Leitura 4 (mA)	Média (mA)	Erro (mA)	U (mA)	k	Crit. Aceit.	Resultado
25,00	8,0000	25,00	8,0007	8,0024	8,0052	8,0117	7,9981	8,0044	0,0037	0,0088	2,297	0,0400	Aprovado
50,00	12,0000	50,00	12,0007	12,0011	12,0044	12,0131	11,9932	12,0030	0,0022	0,0124	2,550	0,0400	Aprovado
OBSERVAÇÕES: O campo Ref. Corr. corresponde ao Valor Convencional. O campo Média corresponde à Indicação. A incerteza de medida U está associada à Indicação. A incerteza expandida foi calculada para uma probabilidade de abrangência de 95,45%. A incerteza padrão de medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02 Os resultados apresentados referem-se exclusivamente ao instrumento calibrado. Este documento não pode ser reproduzido sem a aprovação do laboratório, exceto se reproduzido na íntegra. Os valores de temperatura apresentados estão em conformidade com a Escala Internacional de Temperatura de 1990 (ITS-90).													
Data de Calibração: 03/09/2019					 Viviane Perrotti ASSINADO ELETRONICAMENTE EM 03/09/2019 14:18:35				Data de Emissão: 03/09/2019				

Laboratório de Metrologia PRESYS – PRYME LAB

REDE BRASILEIRA DE CALIBRAÇÃO
Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre de acordo com a
ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0193

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Nº R0900.03.19

RESULTADOS DA CALIBRAÇÃO:

Os resultados da calibração estão contidos na(s) tabela(s) a seguir. O campo Valor Indicado corresponde à indicação do instrumento sob calibração e o campo Valor Padrão corresponde ao Valor Verdadeiro Convencional. A Incerteza da Medida está associada ao Valor Indicado no modo Medidor e ao Valor Padrão no modo Fonte.

FAIXA	VALOR INDICADO (V)	VALOR PADRÃO (V)	INCERTEZA DA MEDIDA (V)	k	v_{eff}
10 Vcc Modo Medidor Resolução: 0,0001 V	1,0001	1,00000	0,0001	2,00	∞
	3,0001	3,00000	0,0001	2,00	∞
	4,9999	5,00000	0,0001	2,00	∞
	7,0001	7,00000	0,0002	2,12	21,3
	10,0002	10,00001	0,0003	2,06	46,2

FAIXA	VALOR INDICADO (V)	VALOR PADRÃO (V)	INCERTEZA DA MEDIDA (V)	k	v_{eff}
10 Vcc Modo Fonte Resolução: 0,0001 V	1,0000	1,00001	0,00005	2,00	∞
	3,0000	2,99992	0,00006	2,00	∞
	5,0000	4,99994	0,00008	2,00	∞
	7,0000	6,99993	0,00010	2,00	∞
	10,0000	9,99994	0,00013	2,00	∞

FAIXA	VALOR INDICADO (mA)	VALOR PADRÃO (mA)	INCERTEZA DA MEDIDA (mA)	k	v_{eff}
4 a 20 mAcc Modo Medidor Resolução: 0,0001 mA	4,0001	3,99999	0,0003	2,00	∞
	8,0001	7,99998	0,0004	2,00	∞
	12,0000	11,9999	0,0016	2,00	∞
	16,0000	15,9998	0,0018	2,00	∞
	20,0001	19,9998	0,0020	2,00	∞

Laboratório de Metrologia Presys - PRYME LAB*
Rua Luiz da Costa Ramos, 260 - Saúde - São Paulo - SP - CEP 04157-020
Tel: (11) 3056-1900 Fax: (11) 5073-3366 e-mail: prymelab@presys.com.br
*Serviços Metroológicos realizados na filial da Av. Ramalho Ortigão, 315 - Vila Gumercindo - São Paulo - SP - CEP 04130-010

Laboratório de Metrologia PRESYS – PRYME LAB

REDE BRASILEIRA DE CALIBRAÇÃO
Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre de acordo com a
ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0193

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Nº R0900.03.19

RESULTADOS DA CALIBRAÇÃO:

FAIXA	VALOR INDICADO (mA)	VALOR PADRÃO (mA)	INCERTEZA DA MEDIDA (mA)	k	v_{eff}
4 a 20 mAcc Modo Fonte Resolução: 0,0001 mA	4,0000	3,99989	0,00023	2,00	∞
	8,0000	7,99988	0,00039	2,00	∞
	12,0000	11,9998	0,0016	2,00	∞
	16,0000	15,9997	0,0018	2,00	∞
	20,0000	19,9997	0,0020	2,00	∞

OBSERVAÇÕES:

- a) A incerteza expandida de medição relatada é declarada como a incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência k, o qual para uma distribuição t com v_{eff} graus de liberdade efetivos corresponde a uma probabilidade de abrangência de 95,45%. A incerteza padrão da medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02.
- b) Este certificado atende aos requisitos de acreditação pela Cgcre, o qual avaliou a competência do laboratório e comprovou sua rastreabilidade a padrões nacionais de medida.

CÓPIA INFORMÁTICA

Laboratório de Metrologia Presys - PRYME LAB*

Rua Luiz da Costa Ramos, 260 - Saúde - São Paulo - SP - CEP 04157-020

Tel: (11) 3056-1900 Fax: (11) 5073-3366 e-mail: prymelab@presys.com.br

*Serviços Metroológicos realizados na filial da Av. Ramalho Ortigão, 315 - Vila Gumercindo - São Paulo - SP - CEP 04130-010

Laboratório de Metrologia PRESYS – PRYME LAB

REDE BRASILEIRA DE CALIBRAÇÃO
 Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre de acordo com a
 ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0193

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Nº R0901.03.19



CLIENTE: PRESYS INSTRUMENTOS E SISTEMAS LTDA						
ENDEREÇO: RUA LUIS DA COSTA RAMOS, 260 - SAÚDE - SÃO PAULO - SP						
INSTRUMENTO: Multicalibrador			FABRICANTE: Presys			
MODELO: ISOCAL MCS-XV-CH-1-6-M			Nº DE SÉRIE: 417.10.14			
TAG: ---			OSC: 1066/19			
CARACTERÍSTICAS DO INSTRUMENTO: Simulador e Medidor Digital Portátil: mV, V, mA, Hz, ohm, RTD (Pt-100, Pt-1000, Cu-10, Ni-100), termopares (J, K, T, B, R, S, E, N, U, L, C) e Medidor de Pressão.						
CONDIÇÕES AMBIENTAIS DO LABORATÓRIO: TEMPERATURA: (23 ± 2) °C UMIDADE: (55 ± 20) %						
PROCEDIMENTO DE CALIBRAÇÃO: O instrumento permaneceu ligado durante aproximadamente 2 horas, para estabilidade e equilíbrio com as condições ambientais. O instrumento foi calibrado em relação a um padrão rastreado e foram executadas 3 leituras por ponto. Procedimentos de Referência: PTEC-LMP.TE.01/07, PTEC-LMP.TE.05/07.						
PADRÕES UTILIZADOS NA CALIBRAÇÃO:						
ATIVO FIXO	FABRICANTE	Nº SÉRIE	MODELO	DESCRIÇÃO	PRÓX. CAL.	Nº DO CERTIFICADO
916	Agilent	MY45044125	3458A	Multímetro Digital	22/03/20	RBC 18/0442 (Metrcal/28.03.18)

DATA DA CALIBRAÇÃO:

12/03/19

RESPONSÁVEL:

Viviane Perrotti - Técnica
 Assinado Eletronicamente

DATA DA EMISSÃO:

12/03/19

- ♦ Os resultados apresentados referem-se exclusivamente ao instrumento calibrado, nas condições especificadas, não sendo extensivos a quaisquer lotes, mesmo que similares.
- ♦ A utilização do documento para outros fins depende de prévia autorização do Laboratório de Metrologia **PRESYS – PRYME LAB**. A reprodução do mesmo para outros fins só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Laboratório de Metrologia Presys - PRYME LAB*

Rua Luiz da Costa Ramos, 260 - Saúde - São Paulo - SP - CEP 04157-020

Tel: (11) 3056-1900 Fax: (11) 5073-3366 e-mail: prymelab@presys.com.br

*Serviços Metrologicos realizados na filial da Av. Ramalho Ortigão, 315 - Vila Gumercindo - São Paulo - SP - CEP 04130-010

Laboratório de Metrologia PRESYS – PRYME LAB

REDE BRASILEIRA DE CALIBRAÇÃO
Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre de acordo com a
ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0193

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Nº R0901.03.19

RESULTADOS DA CALIBRAÇÃO:

Os resultados da calibração estão contidos na(s) tabela(s) a seguir. O campo Valor Indicado corresponde à indicação do instrumento sob calibração e o campo Valor Padrão corresponde ao Valor Verdadeiro Convencional. A Incerteza da Medida está associada ao Valor Indicado no modo Medidor e ao Valor Padrão no modo Fonte.

FAIXA	VALOR INDICADO (°C)	VALOR PADRÃO (°C)	INCERTEZA DA MEDIDA (°C)	k	v_{eff}
Pt-100 - 4 Fios (-100 a 800 °C) Modo Medidor Resolução: 0,01 °C	-99,99	-100,000	0,03	2,00	∞
	0,02	0,000	0,03	2,11	26,0
	100,01	100,001	0,03	2,09	30,9
	400,02	400,000	0,03	2,00	∞
	800,02	800,000	0,05	2,00	∞

FAIXA	VALOR INDICADO (°C)	VALOR PADRÃO (°C)	INCERTEZA DA MEDIDA (°C)	k	v_{eff}
Pt-100 (-100 a 800 °C) Modo Fonte Resolução: 0,01 °C	-100,00	-99,990	0,030	2,00	∞
	0,00	0,003	0,030	2,02	131
	100,00	100,005	0,030	2,00	∞
	400,00	400,007	0,030	2,00	∞
	800,00	800,020	0,050	2,00	∞

FAIXA	VALOR INDICADO (°C)	VALOR PADRÃO (°C)	INCERTEZA DA MEDIDA (°C)	k	v_{eff}
TC "K" (-90 a 1200 °C) Modo Medidor Junta Fria em Zero Resolução: 0,1 °C	-90,1	-90,01	0,1	2,00	∞
	-0,1	0,00	0,1	2,00	∞
	100,0	99,99	0,1	2,00	∞
	500,0	499,99	0,1	2,00	∞
	1200,0	1199,99	0,1	2,00	∞

Laboratório de Metrologia Presys - PRYME LAB*
Rua Luiz da Costa Ramos, 260 - Saúde - São Paulo - SP - CEP 04157-020
Tel: (11) 3056-1900 Fax: (11) 5073-3366 e-mail: prymelab@presys.com.br

*Serviços Metroológicos realizados na filial da Av. Ramalho Ortigão, 315 - Vila Gumercindo - São Paulo - SP - CEP 04130-010

Laboratório de Metrologia PRESYS – PRYME LAB

REDE BRASILEIRA DE CALIBRAÇÃO
Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre de acordo com a
ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número CAL 0193

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Nº R0901.03.19

RESULTADOS DA CALIBRAÇÃO:

FAIXA	VALOR INDICADO (°C)	VALOR PADRÃO (°C)	INCERTEZA DA MEDIDA (°C)	k	v_{eff}
TC "K" (-90 a 1200 °C) Modo Fonte Junta Fria em Zero Resolução: 0,1 °C	-90,0	-90,079	0,020	2,00	∞
	0,0	-0,040	0,020	2,23	12,2
	100,0	99,948	0,020	2,00	∞
	500,0	499,949	0,020	2,00	∞
	1200,0	1199,941	0,060	2,00	∞

FAIXA	VALOR INDICADO (°C)	VALOR PADRÃO (°C)	INCERTEZA DA MEDIDA (°C)	k	v_{eff}
TC "J" (-90 a 1000 °C) Modo Medidor Junta Fria em Zero Resolução: 0,1 °C	-90,0	-90,00	0,1	2,00	∞
	0,0	0,00	0,1	2,00	∞
	99,9	100,00	0,1	2,00	∞
	500,0	500,01	0,1	2,00	∞
	1000,0	999,99	0,1	2,00	∞

FAIXA	VALOR INDICADO (°C)	VALOR PADRÃO (°C)	INCERTEZA DA MEDIDA (°C)	k	v_{eff}
TC "J" (-90 a 1000 °C) Modo Fonte Junta Fria em Zero Resolução: 0,1 °C	-90,0	-90,026	0,020	2,05	50,9
	0,0	-0,029	0,020	2,02	127
	100,0	99,969	0,020	2,00	∞
	500,0	499,973	0,020	2,00	∞
	1000,0	999,956	0,040	2,18	15,3

OBSERVAÇÕES:

- a) A incerteza expandida de medição relatada é declarada como a incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência k, o qual para uma distribuição t com v_{eff} graus de liberdade efetivos corresponde a uma probabilidade de abrangência de 95,45%. A incerteza padrão da medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02.
- b) Os valores de temperatura apresentados estão em conformidade com a Escala Internacional de Temperatura de 1990 (ITS-90), exceto quando explicitamente indicado em contrário.
- c) Este certificado atende aos requisitos de acreditação pela Cgcre, o qual avaliou a competência do laboratório e comprovou sua rastreabilidade a padrões nacionais de medida.

Laboratório de Metrologia Presys - PRYME LAB*
Rua Luiz da Costa Ramos, 260 - Saúde - São Paulo - SP - CEP 04157-020
Tel: (11) 3056-1900 Fax: (11) 5073-3366 e-mail: prymelab@presys.com.br

*Serviços Metroológicos realizados na filial da Av. Ramalho Ortigão, 315 - Vila Guercino - São Paulo - SP - CEP 04130-010



PRESYS[®]
www.presys.com.br

Rua Luiz da Costa Ramos, 260
São Paulo - SP - 04157-020
Tel: (11) 3056.1900
Fax: (11) 5073.3366
<http://www.presys.com.br>
E-mail: vendas@presys.com.br

