

Guia de seleção de instrumento de leitura e sonda de temperatura industrial



1502A



1504



1523

1524



1529



1586A

Os sensores de temperatura industriais normalmente são calibrados com o uso de uma fonte de temperatura estável (bloco seco, fornalha, banho de calibração) e comparando sua saída com uma sonda padrão de referência conectada a um instrumento de leitura de termômetro. Este documento fornece orientação para selecionar um instrumento de leitura de termômetro e sonda padrão de referência que fornecerão a precisão de sistema adequada exigida para calibrar sensores de temperatura comuns, como PRTs e termopares.

Este guia abrange as aplicações mais comuns de termômetros de precisão na calibração, como a escolha de um termômetro para melhorar a precisão da calibração em um banho ou bloco seco ou para comparar com a instrumentação do processo in-situ (por exemplo um termobloco próximo a um medidor ou transmissor). Consulte um especialista em temperatura da Fluke Calibration para que ele lhe ajude na escolha do equipamento se você tiver uma aplicação especial, como medir temperaturas de superfícies, líquidos com pH alto, temperatura do ar ou temperatura dentro de um espaço fechado, como um freezer ou forno.

Cinco passos para escolher um instrumento de leitura de termômetro e uma sonda de referência:

etapa

1

Escolha o melhor instrumento de leitura do termômetro para a aplicação do sensor industrial.

etapa

2

Selecione a sonda de referência considerando a faixa de temperatura de aplicação do sensor e a profundidade de imersão exigida.

etapa

3

Determine a precisão combinada do sistema do instrumento de leitura e das sonda de referência selecionados.

etapa

4

Verifique se o sistema de instrumento e sonda selecionado oferecerá a precisão necessária para calibrar o sensor sob teste.

etapa

5

Avaliar se é necessária calibração adicional.

Etapa 1. Escolha o melhor instrumento de leitura do termômetro para a aplicação industrial.

Diversas questões devem ser consideradas ao selecionar o instrumento de leitura do termômetro correto:

- Quais sensores de temperatura precisam ser calibrados – PRTs/RTDs, termistores, termopares?
- O instrumento de leitura será usado no campo ou em um laboratório de calibração?
- Quantos canais o instrumento de leitura precisa ter?
- Qual o nível necessário de recursos para registro de dados, traçado de gráficos e gravação?
- O controle da fonte de temperatura dos blocos secos, banhos, ou das fornalhas é necessário para ajudar a automatizar a calibração do sensor?






A tabela a seguir fornece um guia para selecionar um instrumento de leitura com essas necessidades técnicas em mente.

						
Exigências técnicas	1523	1524	1502A	1504	1529	1586A
Mede PRTs/RTDs	•	•	•		•	•
Mede termistores	•	•		•	•	•
Mede termopares	•	•			•	•
Alimentação por bateria	•	•	Opcional	Opcional	Opcional	
Design portátil	•	•				
Canal único	•		•	•		
Multicanal (máximo de canais)		2			4	40
Registrar dados (máximo valor medido)	25	15.000			8.000	75.000
Registro de dados automático		•			•	•
Plotagem de gráficos (máximo dos canais)	1	2				4 (em cores)
Funções estatísticas (mínimo, máximo, média, etc.)	•	•			•	•
Controle da fonte de temperatura (Blocos secos, banhos e fornalhas Fluke Calibration)						•

Tabela 1. Dispositivos de leitura de termômetro Fluke Calibration.

Etapa 2. Selecione a sonda de referência considerando a faixa de temperatura de aplicação do sensor e a profundidade de imersão exigida.

É importante selecionar uma sonda de referência que cubra toda a faixa de temperatura da aplicação do sensor. A tabela 2 resume as faixas de temperatura das sondas de referência selecionadas.

Modelo	Faixa da sonda	Intervalo da junta de transição	Tamanho	Precisão básica ⁴	Profundidade de imersão mínima	
PRT de referência secundário¹						
	5615-6	-200 °C a 200 °C	-50 °C a 200 °C	152 mm x 4,76 mm (6,0 pol x 0,188 pol)	± 0,013 °C a 0,010 °C	100 mm (4,0 pol)
	5615-9	-200 °C a 420 °C	-50 °C a 200 °C	229 mm x 4,76 mm (9,0 pol x 0,188 pol)	± 0,013 °C a 0,010 °C	100 mm (4,0 pol)
	5615-12	-200 °C a 420 °C	-50 °C a 200 °C	305 mm x 6,35 mm (12,0 pol x 0,250 pol)	± 0,013 °C a 0,010 °C	127 mm (5,0 pol)
PRT industrial de precisão¹						
	5627A-6	-200 °C a 300 °C	0 °C a 150 °C	152 mm x 4,7 mm (6,0 pol x 0,187 pol)	± 0,05 °C a 0 °C	100 mm (4,0 pol)
	5627A-9	-200 °C a 300 °C	0 °C a 150 °C	229 mm x 4,7 mm (9,0 pol x 0,187 pol)	± 0,05 °C a 0 °C	100 mm (4,0 pol)
	5627A-12	-200 °C a 420 °C	0 °C a 150 °C	305 mm x 6,35 mm (12,0 pol x 0,250 pol)	± 0,05 °C a 0 °C	127 mm (5,0 pol)
PRT padrão secundário¹						
	5628	-200 °C a 661 °C	0 °C a 80 °C	305 ou 381 mm x 6,35 mm (12,0 ou 15,0 pol x 0,250 pol)	± 0,006 °C a 0 °C	127 mm (5,0 pol)
PRT de imersão total²						
	5606	-200 °C a 160 °C	-200 °C a 160 °C	50 mm x 3,1 mm (2,0 pol x 0,125 pol)	± 0,05 °C	76 mm (3,0 pol)
Sondas de termistor secundárias³						
	5610	0 °C a 100 °C	0 °C a 100 °C	152 ou 229 mm x 3,2 mm (6,0 ou 9,0 pol x 0,125 pol)	± 0,01 °C	76 mm (3,0 pol)

¹17025 Calibração certificada incluída.

²Nenhuma calibração incluída. Verifique com seu distribuidor as opções de calibração.

³Calibração rastreável NIST incluída. Calibração certificada pelo NVLAP opcional.

⁴"Precisão básica" inclui incerteza da calibração e repetibilidade de curto prazo. Não inclui desvio de longo prazo.

Tabela 2: faixas de temperatura das sondas selecionadas da Fluke Calibration.

Considere o comprimento

Verifique se a sonda de referência é longa o suficiente para alcançar o fundo do bloco seco ou se o elemento sensor da unidade sob teste em um banho. O elemento sensor de um PRT está normalmente a uma polegada da sonda, na parte inferior. O elemento sensor de um termistor está a poucos milímetros da sonda, na parte inferior. A junção de medição de um termopar é onde os dois arames diferentes se conectam.

Para garantir que a referência e a unidade sob teste estão na mesma temperatura durante a calibração de comparação, o elemento sensor da unidade sob teste precisa estar verticalmente alinhado ao centro do elemento sensor da sonda de referência. Além disso, podem ocorrer medições imprecisas se a sonda de referência ou a unidade sob teste não forem suficientemente imersas no bloco seco ou no banho.

Considere o diâmetro

A imersão mínima é a profundidade mínima que a sonda deve ser inserida no banho ou bloco seco para uma medição precisa. Ela é determinada pelo diâmetro da sonda selecionada e o comprimento de seu elemento sensor interno. Uma regra geral é que a imersão mínima da sonda deve ser 15 vezes o diâmetro da sonda mais o comprimento do sensor. Os PRTs de 6 e de 9 polegadas da Fluke Calibration têm um diâmetro de 3/16 polegadas, em vez de 1/4 polegada, e podem ser uma opção melhor para calibrar sondas mais curtas. Consulte a Tabela 2 quanto às profundidades de imersão mínimas para selecionar as sondas.

Segurança e outras considerações

Algumas aplicações podem exigir expor a sonda a temperaturas extremas mais do que seria desejável. Expor a sonda a temperaturas extremas apresenta preocupações com a segurança do usuário, pois ela pode ficar muito quente ou muito fria para tocar sem equipamento de segurança. A junção de transição está localizada dentro da base da alça da sonda, onde a sonda se conecta ao cabo e pode ser danificada por temperaturas extremas. Por fim, se as altas temperaturas na junção de transição fizerem com que a resistência de isolamento diminua abaixo de 100 MΩ, o desempenho da sonda também pode diminuir.


Por exemplo, um PRT de referência secundário 5615-12 pode operar em uma faixa de -200 °C a 420 °C. Porém, a faixa da junção de transição do 5615-12 é de -50 °C a 200 °C. Isso significa que a sonda é projetada para medir temperaturas entre -200 °C e 420 °C, mas a sonda será danificada se a alça for exposta a temperaturas do lado de fora na faixa de -50 °C a 200 °C. Mesmo se a sonda não for danificada, tocar uma alça de sonda que esteja extremamente quente ou fria com as mãos sem proteção pode resultar em queimaduras.

Neste exemplo, a 5615-12 pode ser usada para calibrar sensores em temperaturas tão baixas quanto -200 °C, mas seria danificado se colocado em um freezer a -80 °C pois o limite inferior da junção de transição é de -50 °C. Para uma aplicação em freezer, o PRT de imersão total 5606 seria a escolha certa pois a junção de transição pode funcionar em um limite inferior a -200 °C.

Etapa 3. Determine a precisão combinada do sistema do instrumento de leitura e das sonda de referência selecionados.

A tabela 3 mostra a precisão para os sistemas Fluke Calibration de instrumentos de leitura Super-DAQ 1523/1524, 1502A/1504, 1529 e 1586A e sondas de referência selecionadas (5615, 5627A, 5628, 5605, 5610) ou termopares dos tipos T e K. Por exemplo, o Super-DAQ 1586A com o Multiplexador DAQ-STAQ e um PRT padrão secundário 5628 tem uma precisão de sistema de $\pm 0,011 \text{ }^\circ\text{C}$ a $0 \text{ }^\circ\text{C}$.

As sondas de referência são conectadas ao instrumento de leitura de termômetro, mas nem todos os instrumentos de leitura compartilham o mesmo esquema de conexão. Quando um instrumento de leitura e a sonda estiverem pareados, escolha um modelo que use o conector correto. Para sua conveniência, os modelos de sondas com a terminação correta para o instrumento de leitura são mostrados na Tabela 3. Observe que a precisão da leitura com uma sonda 5606 assume que a sonda tenha recebido uma calibração opcional.


	1523/1524 precisão com sondas selecionadas ($\pm \text{ }^\circ\text{C}$)						
	PRT de referência secundário	PRT industrial de precisão	PRT padrão secundário	PRT de imersão total	Sonda do termistor	Termopar tipo T	Termopar Tipo K
Tipo de conector: P	5615-6-P 5615-9-P 5615-12-P	5627A-6-P 5627A-9-P 5627A-12-P	5628-12-P	5606-50-P	5610-9-P		
Temperatura ($^\circ\text{C}$)							
-200	0,025	0,027	0,024	0,031	n/d	0,856	0,885
0	0,021	0,051	0,035	0,049	0,012	0,339	0,333
100	0,029	0,067	0,041	0,067	0,028	0,285	0,322
300	0,044	0,107	0,054	n/d	n/d	0,239	0,332
420	0,054	0,135	0,062	n/d	n/d	n/d	0,330
660	n/d	n/d	0,080	n/d	n/d	n/d	0,344
1.300	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	0,451

O conector tipo P é um conector Lemo inteligente. Ele contém um microchip com os coeficientes de calibração da sonda para facilitar a medição "plug and play".

Um adaptador de termopar Lemo-Universal 2373-LTC está disponível para a conexão a termopares.

O 1524 pode medir dois canais de uma vez, mas só um canal pode ser um termopar.



5615-6 a faixa é $-200 \text{ }^\circ\text{C}$ a $300 \text{ }^\circ\text{C}$. 5615-9, -12 a faixa é $-200 \text{ }^\circ\text{C}$ a $420 \text{ }^\circ\text{C}$. 5627A-6, -9 a faixa é $-200 \text{ }^\circ\text{C}$ a $300 \text{ }^\circ\text{C}$. 5627A-12 a faixa é $-200 \text{ }^\circ\text{C}$ a $420 \text{ }^\circ\text{C}$.

	1502A/1504 precisão com sondas selecionadas ($\pm \text{ }^\circ\text{C}$)				
	PRT de referência secundário	PRT industrial de precisão	PRT padrão secundário	PRT de imersão total	Modelo 1504
Sonda do termistor					
Tipo de conector: D	5615-6-D 5615-9-D 5615-12-D	5627A-6-D 5627A-9-D 5627A-12-D	5628-12-D	5606-50-P	5610-9-D
Temperatura ($^\circ\text{C}$)					
-200	0,024	0,026	0,008	0,031	n/d
0	0,014	0,049	0,009	0,047	0,012
100	0,020	0,064	0,013	0,064	0,025
300	0,033	0,103	0,021	n/d	n/d
420	0,042	0,131	0,026	n/d	n/d
660	n/d	n/d	0,038	n/d	n/d



O 1502A funciona com sondas que usam o conector do tipo D.

Trata-se de um conector DIN padrão e não contém um microchip com os coeficientes da sonda.


5615-6 a faixa é $-200 \text{ }^\circ\text{C}$ a $300 \text{ }^\circ\text{C}$. 5615-9, -12 a faixa é $-200 \text{ }^\circ\text{C}$ a $420 \text{ }^\circ\text{C}$. 5627A-6, -9 a faixa é $-200 \text{ }^\circ\text{C}$ a $300 \text{ }^\circ\text{C}$. 5627A-12 a faixa é $-200 \text{ }^\circ\text{C}$ a $420 \text{ }^\circ\text{C}$.

	Precisão do 1529 com sondas seleccionadas (\pm °C) — duas entradas para termopares e duas para PRT/termistores						
	PRT de referência secundário	PRT industrial de precisão	PRT padrão secundário	PRT de imersão total	Sonda do termistor	Termopar tipo T	Termopar Tipo K
Tipo de conector: L 	5615-6-L 5615-9-L 5615-12-L	5627A-6-L 5627A-9-L 5627A-12-L	5628-12-L	5606-50-P	5610-9-L		
Temperatura (°C)							
-200	0,024	0,026	0,008	0,031	n/d	1,000	1,000
0	0,014	0,049	0,009	0,047	0,012	0,400	0,400
100	0,020	0,064	0,013	0,064	0,025	0,300	0,400
300	0,033	0,103	0,021	n/d	n/d	0,300	0,400
420	0,042	0,131	0,026	n/d	n/d	n/d	0,400
660	n/d	n/d	0,038	n/d	n/d	n/d	0,400
1.300	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	0,400



O 1529 funciona com sondas que usam o conector do tipo L. Esses conectores são minibornes com orelha folheados a ouro. O 1529 também é compatível com pinos dourados, miniplugues banana e fio desencapado dos terminais de termopares. Esta versão do 1529 também é compatível com miniconectores de termopar. 5616-6 a faixa é -200 °C a 300 °C. 5615-9, -12 a faixa é -200 °C a 420 °C. 5627A-6, -9 a faixa é -200 °C a 300 °C. 5627A-12 a faixa é -200 °C a 420 °C.

	Precisão do 1529-R com sondas seleccionadas (\pm °C) — quatro entradas para PRT/termistores				
	PRT de referência secundário	PRT industrial de precisão	PRT padrão secundário	PRT de imersão total	Sonda do termistor
Tipo de conector: L 	5615-6-L 5615-9-L 5615-12-L	5627A-6-L 5627A-9-L 5627A-12-L	5628-12-L	5606-50-P	5610-9-L
Temperatura (°C)					
-200	0,024	0,026	0,008	0,031	n/d
0	0,014	0,049	0,009	0,047	0,012
100	0,020	0,064	0,013	0,064	0,025
300	0,033	0,103	0,021	n/d	n/d
420	0,042	0,131	0,026	n/d	n/d
660	n/d	n/d	0,038	n/d	n/d

O 1529 funciona com sondas que usam o conector do tipo L. Esses conectores são minibornes com orelha folheados a ouro. O 1529 também é compatível com pinos dourados, miniplugues banana e fio desencapado dos terminais de termopares. 5615-6 a faixa é -200 °C a 300 °C. 5615-9, -12 a faixa é -200 °C a 420 °C. 5627A-6, -9 a faixa é -200 °C a 300 °C. 5627A-12 a faixa é -200 °C a 420 °C.

	Precisão do 1529-T com sondas selecionadas (\pm °C) — quatro entradas para termopar	
	Termopar tipo T	Termopar Tipo K
Temperatura (°C)		
-200	1,000	1,000
0	0,400	0,400
100	0,300	0,400
300	0,300	0,400
420	n/d	0,400
660	n/d	0,400
1.300	n/d	0,400

Esta versão do 1529 é compatível com miniconectores de termopar.

	Precisão do 1586A e do Multiplexador DAQ-STAQ com sondas selecionadas (\pm °C)						
	PRT de referência secundário	PRT industrial de precisão	PRT padrão secundário	PRT de imersão total	Sonda do termistor	Termopar tipo T	Termopar Tipo K
Tipo de conector: L 	5615-6-L 5615-9-L 5615-12-L	5627A-6-L 5627A-9-L 5627A-12-L	5628-12-L	5606-50-P	5610-9-L		
Temperatura (°C)							
-200	0,024	0,026	0,010	0,031	n/d	0,760	0,780
0	0,014	0,048	0,011	0,046	0,012	0,300	0,300
100	0,019	0,064	0,012	0,063	0,016	0,250	0,290
300	0,032	0,103	0,018	n/d	n/d	0,210	0,290
420	0,040	0,130	0,023	n/d	n/d	n/d	0,290
660	n/d	n/d	0,033	n/d	n/d	n/d	0,290
1.300	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	0,370

O 1586A funciona com sondas que usam o conector do tipo L. Esses conectores são minibornes com orelha folheadas a ouro.

O 1586A também é compatível com pinos dourados, miniplugues banana, fio desencapado e miniterminais de termopares.

5615-6 a faixa é -200 °C a 300 °C. 5615-9, -12 a faixa é -200 °C a 420 °C. 5627A-6, -9 a faixa é -200 °C a 300 °C. 5627A-12 a faixa é -200 °C a 420 °C.

Tabela 3: Precisão da leitura com sondas selecionadas.

Etapa 4. Verifique se o sistema de instrumento e sonda selecionado oferecerá a precisão necessária para calibrar o sensor sob teste.

O sistema de calibração formado pelo instrumento de leitura e uma sonda de referência precisa ter um nível de precisão superior ao do sensor de temperatura que está sendo calibrado. Uma "razão de precisão de teste" (TAR) de 4:1 ou 3:1 é comumente usada como referência. Uma TAR 4:1 significa que o sistema de calibração é quatro vezes mais preciso do que o sensor que está sendo calibrado. Neste exemplo, o sistema com uma TAR 4:1 seria mais preciso do que um sistema com TAR 3:1.

A tabela 4 mostra a precisão mínima do sistema exigida para calibrar sensores de temperatura comuns (PRTs de grau A e B, termopares dos tipo T e K). Por exemplo, seria necessário um sistema (instrumento de leitura, sonda de referência e fonte de temperatura) com uma precisão combinada de $\pm 0,06$ °C para calibrar um PRT de grau B a 0 °C com um TAR 4:1.

Temperatura (°C)	PRT grau A*	PRT grau B*	Tipo T especial	Tipo T padrão	Tipo K especial	Tipo K padrão
Razão de precisão de teste 4:1						
-200	0,12	0,27	n/d	0,25	n/d	0,55
0	0,03	0,06	0,13	0,25	0,28	0,55
100	0,08	0,17	0,13	0,25	0,28	0,55
300	0,16	0,38	0,30	0,56	0,30	0,56
370	0,19	0,45	0,37	0,69	0,37	0,69
420	0,21	0,50	n/d	n/d	0,42	0,79
660	0,31	0,76	n/d	n/d	0,66	1,24
1260	n/d	n/d	n/d	n/d	1,26	2,36
Razão de precisão de teste 3:1						
-200	0,16	0,36	n/d	0,33	n/d	0,73
0	0,04	0,08	0,17	0,33	0,37	0,73
100	0,10	0,22	0,17	0,33	0,37	0,73
300	0,21	0,50	0,40	0,75	0,40	0,75
370	0,25	0,60	0,49	0,93	0,49	0,93
420	0,28	0,67	n/d	n/d	0,56	1,05
660	0,42	1,01	n/d	n/d	0,88	1,65
1260	n/d	n/d	n/d	n/d	1,68	3,15

*Especificação ASTM E1137 "Especificação de padrões para termômetros de resistência de platina industriais"

Tabela 4: precisão mínima do sistema exigido para calibração de PRT e termopar (\pm °C).

Etapa 5. Avaliar se é necessária calibração adicional.

Calibração de fábrica

É prática padrão de todos os instrumentos da Fluke incluir uma calibração de fábrica rastreável por padrões nacionais. A rastreabilidade significa que há uma cadeia não quebrada de comparações entre o instrumento e um padrão nacional que oferece a garantia que as medições obtidas com o instrumento correspondem a um padrão nacional a um determinado nível de incerteza.

Em alguns casos, as sondas, como as 5606, não incluem uma calibração de fábrica, mas uma calibração é uma opção disponível. Se for comprada uma sonda não calibrada, a cadeia de rastreabilidade é quebrada até que seja executada uma calibração.

Com muitos instrumentos da Fluke, a calibração de fábrica também é certificada pela ISO 17025. A tabela 5 resume as calibrações de fábrica dos instrumentos abordados neste guia. Normalmente, os termopares dos tipos T e K são fornecidos sem calibração pelo fabricante. Verifique com seu distribuidor as opções de calibração de instrumento de temperatura disponíveis.

Modelo	Calibração de fábrica	
	Certificado	Rastreável
5615	Padrão	Padrão
5627A	Padrão	Padrão
5626	Padrão	Padrão
5610	Opcional	Padrão
5606	Opcional	Opcional
1523	Opcional	Padrão
1524	Opcional	Padrão
1502A	Padrão	Padrão
1504A	Padrão	Padrão
1529	Padrão	Padrão
1586A	Opcional	Padrão

Tabela 5: calibração de fábrica incluída com instrumentos de leitura e sondas Fluke selecionadas.

Calibração do sistema

Além de uma calibração de fábrica para a sonda e para o instrumento de leitura, você pode desejar verificar o desempenho da sonda e do instrumento de leitura em conjunto com uma “calibração de sistema”. Esta calibração de sistema fornece um nível de garantia superior que os instrumentos estão funcionando como esperado quando em conjunto e todos os coeficientes da sonda estão introduzidos corretamente na leitura. Verifique com seu distribuidor as opções de calibração de sistema disponíveis.

Resumo

Este guia abrangeu os passos a serem seguidos ao escolher um instrumento de leitura e uma sonda apropriada para sua aplicação. A faixa de temperatura da aplicação e a precisão exigida são as principais considerações, mas outros fatores discutidos nesse guia devem ser avaliados. Se você tiver uma aplicação especial, como medir temperaturas de superfícies, líquidos com pH alto, temperatura do ar ou temperatura dentro de um espaço fechado, como um freezer ou forno, consulte um especialista em temperatura da Fluke Calibration para que ele lhe ajude na escolha do equipamento.

Fluke Calibration.

Precisão, desempenho, confiança.™

Electricidade
RF
▶ Temperatura
Pressão
Fluxo
Software

Fluke Calibration
PO Box 9090, Everett, WA 98206 U.S.A.

Fluke Europe B.V.
PO Box 1186, 5602 BD
Eindhoven, Holanda

Para obter mais informações, ligue
Nos EUA (877) 355-3225 ou
Fax (425) 446-5116
Na Europa/Oriente Médio/África +31 (0) 40 2675 200 ou fax +31 (0) 40 2675 222
No Canadá (800)-36-FLUKE ou
Fax (905) 890-6866
Em outros países +1 (425) 446-5500 ou
Fax +1 (425) 446-5116
Site na Internet: <http://www.flukecal.com>

©2015 Fluke Calibration.
Especificações sujeitas a alterações sem prévio aviso.
Impresso nos EUA 4/2015 6004176A_BRPT
Pub-ID 13281-por

Não são permitidas modificações no documento sem a permissão por escrito da Fluke Calibration.