SISTEMA DE CALIBRAÇÃO DE TEMPERATURA

Daniel Ferrando [1]

Charles Magnus Brito Maya [2]

John Welvins Barros de Araujo [3]

Edson Massayuki Kakuno [4]

Resumo:

O desenvolvimento tecnológico tem proporcionado muitas facilidades à vida moderna. Um dos eixos impulsionadores mais importantes da tecnologia está relacionado intimamente com a capacidade de realizar medidas melhores, i.e. medições com melhor acurácia, melhor precisão, etc. Uma etapa importante neste processo é o processo de calibração dos sensores (e do sistema de medidas). Nesse sentido, o objetivo desse trabalho é desenvolver um sistema de calibração de sensores térmicos (e os respectivos sistemas de medida) o que conduz a uma maior acurácia e precisão das medidas de temperatura. O fator motivador desse trabalho é o desenvolvimento de um sistema de calibração que utilize sensores de referência e transferir a qualidade da referência aos sistemas de medidas de maior escala (termômetros que utilizam sensores mais acessíveis e mais viáveis do ponto de vista econômico). Este trabalho recebeu apoio material e financeiro do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência - PIBID/UNIPAMPA, através do Edital CAPES no. 061/2013, pela Portaria CAPES nº 096/2013 e CNPQ processo 405472 / 2015-3 e Programa de Desenvolvimento Acadêmico (PDA), Edital Nº 077/2018.

Palavras-chave: Sistema de calibração, Temperatura, Pt100

Modalidade de Participação: Iniciação Científica

SISTEMA DE CALIBRAÇÃO DE TEMPERATURA

[1] Aluno de graduação. danielf.kiyoshi@gmail.com. Autor principal

[2] grauando. cmbm1313@gmail.com. Co-autor

[3] graduado. johnwelvins@gmail.com. Co-autor

[4] Docente. edson.kakuno@gmail.com. Orientador

SISTEMA DE CALIBRAÇÃO DE TEMPERATURA

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento tecnológico tem proporcionado muitas facilidades à vida moderna. Um dos eixos impulsionadores mais importantes da tecnologia está relacionado intimamente com a capacidade de realizar medidas melhores, *i.e.* medições com melhor acurácia, melhor precisão, etc. Uma etapa importante neste processo é o processo de calibração dos sensores (e do sistema de medidas). Nesse sentido, o objetivo desse trabalho é desenvolver um sistema de calibração de sensores térmicos (e os respectivos sistemas de medida) o que conduz a uma maior acurácia e precisão das medidas de temperatura. O fator motivador desse trabalho é o desenvolvimento de um sistema de calibração que utilize sensores de referência e transferir a qualidade da referência aos sistemas de medidas de maior escala (termômetros que utilizam sensores mais acessíveis e mais viáveis do ponto de vista econômico).

2. METODOLOGIA

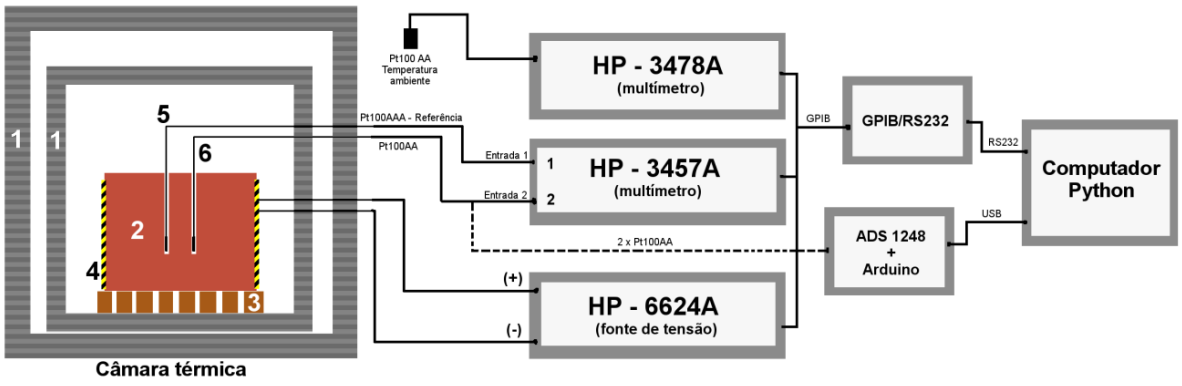
A metodologia desse trabalho é realizada através da comparação entre um sensor de temperatura tipo PT100 de classe AA (utilizada nos sistemas de medição de temperatura por nós desenvolvido) e de um sensor superior de classe AAA. O Pt100AA, que é basicamente uma resistência de fio metálico, platina, com valor nominal de 100 ohms (Ω) a zero graus Célsius e sua classificação, nesse caso AA corresponde a uma acurácia (o quanto próximo o sensor retorna do valor real de temperatura) de +/- 0,08 °C a zero °C, *i.e.* possui uma resistência de 100,0 Ω +/- 0,04 Ω a zero °C (Omega, 2018, e Temperature, 2018,). O Pt100 classe AAA é especificado para 100 Ω a zero °C, e uma acurácia de +/- 0,03 °C a zero °C, i.e. possui uma resistência de 100,0 Ω +/- 0,012 Ω a zero °C. A leitura dos sensores é realizada a temperaturas distintas para que, posteriormente, seja possível realizar um ajuste matemático (linear ou polinomial) que permita comparar os sensores em teste com os sensores de referência e ajustar seus resultados através de um *software*. Por meio da análise dos dados, constatamos que a correção feita pelo

procedimento, ainda que pequena, é significativa para sistemas de alta precisão e alta acurácia.

O sistema de calibração térmica opera na faixa da temperatura ambiente até 150 °C, com estabilidade térmica melhor que 0,003°C em 30 segundos, tempo necessário para realizar a coleta de dados de dois Pt100AA e o de referência (Pt100AAA, 1PT100KN1515CL1/10 da Omega). Usamos a referência do sistema com maior precisão e acurácia para calibrar o sensor de menor especificação.

O Pt100AAA, que no nosso sistema possui duas finalidades, fornecer a referência de temperatura que é utilizado para calibrar o sensor de teste e a temperatura de referência também é utilizado para controlar a câmara térmica. O Pt100AAA, de referência é monitorado por um multímetro de 61/2 dígitos (HP3457A), os dois Pt100AA são monitorados por um conversor análogo digital ADS1248 (doravante ADC) e a temperatura ambiente é medida por outro multímetro (HP3478A). A temperatura é alterada por um fio resistivo, controlado através de uma fonte HP6624A. Todos os equipamentos são controlados via comunicação GPIB com o computador e linguagem Python, e estão dispostos conform a Figura 1:

Figura 1: Diagrama em blocos do sistema de controle de temperaturas.

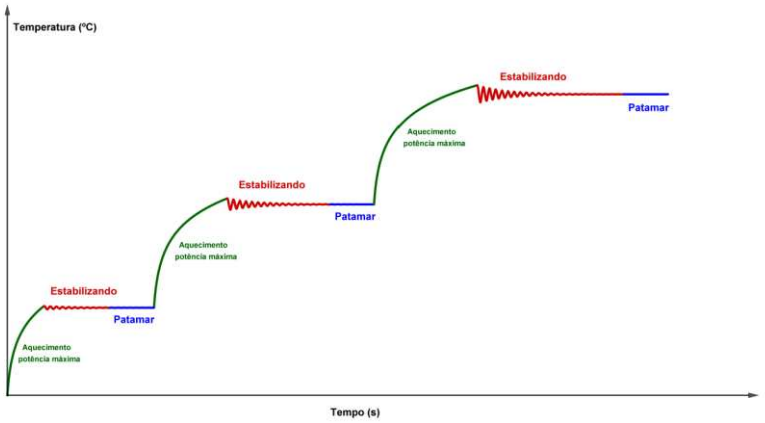


Fonte: autor.

O *hardware* do sistema de calibração é composto por (1) duas caixas de isolação térmica (isopor), uma dentro da outra, com espaço (ar) entre as caixas, (2) um bloco de cobre que tem a função de aumentar a inércia

térmica e garantir o acoplamento térmico entre os sensores, (3) base de madeira perfurada para proteger o isopor do bloco de cobre aquecido, (4) fio resistivo envolvendo o bloco de cobre e (5 e 6) sensores térmicos (Pt100AAA e Pt100AA O *software* do sistema de calibração gera automaticamente o número de patamares (ou degraus) de temperatura (eixo vertical) estável, como uma escada, onde cada degrau representaria uma temperatura estável na qual são coletados os dados para calibração, como ilustrado na Figura 2:

Figura 2: Representação da resposta desejada do sistema de calibração, eixo vertical indica a temperatura na câmara térmica e o eixo horizontal o tempo, valores arbitrários.



Fonte: Autor

Para averiguar a confiança do HP-3457A na faixa de interesse, foram utilizados três resistores de precisão (VISHAY, VHP103 e Z201T) de 100,000 Ω +/- 0,005%, identificados por: RA, RB e RC, em várias combinações diferentes: (1) medidas do RA sozinho, (2) RA e RC em série (RA+RC), (3) RB em paralelo com RC (RB//RC) e (4) uma associação mista de RB em paralelo com RC em série com RA (RB//RC + RA).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O primeiro passo da calibração do sistema de medição de temperatura foi calibrar a eletrônica de condicionamento de sinal que foi realizada através de resistências padrão os quais os valores (considerados reais) foram obtidos através de 2000 medidas de cada combinação de resistores com o HP3457A. Em seguida

estas combinações de resistências foram utilizadas para calibrar a parte eletrônica do sistema de temperaturas (Texas, 2018), composto basicamente pelo conversor analógico digital da TI, ADS1248. Também foram realizadas 2000 medidas em cada combinação de resistência com o ADS1248. A Figura 3 mostra o resultado final desta calibração da parte eletrônica, em um gráfico que representa a resistência obtida pela eletrônica (ADS1248) contra o resultado da mesma resistência obtido pelo HP3457A.

Figura 3: Curvas de calibração do sistema eletrônico de medidas de temperatura.

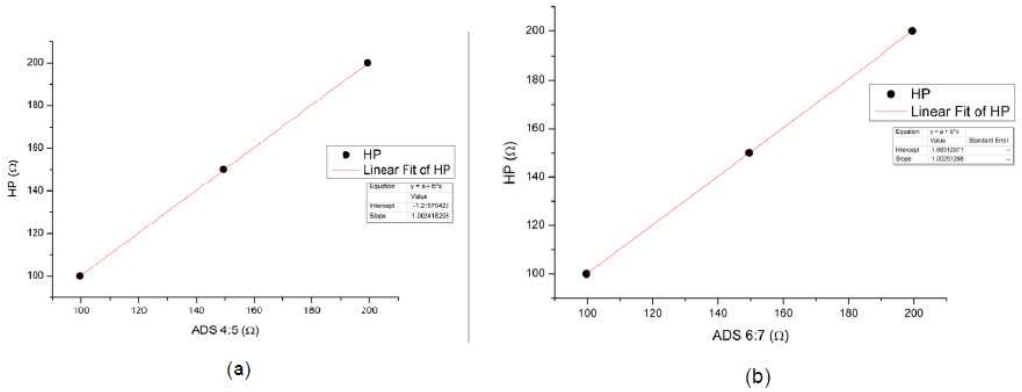


Figura 4.10 - Curvas de calibração do ADS1248 utilizando as resistências padrão de 100Ω, 150Ω e 200Ω

Fonte: Autor

Optou-se por utilizar diretamente o valor lido da resistência para se obter a curva de calibração, pois o que altera com a temperatura no Pt100 é a resistência.

A calibração da eletrônica de condicionamento de sinal resultou nas equações de correção apresentadas a seguir, onde z é o valor medido e x o valor de resistência já corrigida.

$$x_1(\Omega) = 1{,}00242\, z - 1{,}21570\ [\Omega]\,.$$
$$x_2(\Omega) = 1{,}00251\, z + 1{,}68313\ [\Omega]\,.$$

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando um valor medido x de 100 ohms, temos uma correção percentual entre 0,0427% e 0,0386%. Portanto, se trata de uma correção muito

pequena, mas que para leitura de temperatura com o Pt100, corresponde a uma correção de aproximadamente 0,1 °C, que está dentro da tolerância indicada pelo fabricante (OMEGA, F2222-100-1/3B) do sensor testado. Este trabalho recebeu apoio material e financeiro do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – PIBID/UNIPAMPA, através do Edital CAPES no. 061/2013, pela Portaria CAPES nº 096/2013 e CNPQ processo 405472 / 2015-3 e Programa de Desenvolvimento Acadêmico (PDA), Edital Nº 077/2018.

5. REFERÊNCIAS

Omega, 2018, (https://www.omega.com/temperature/pdf/F1500_F2000_F4000.pdf), acessado em 12 de setembro de 2018.

Temperature Controls, 2018, (http://www.temperature.com.au/Support/RTDSensors/RTDaccuracyClassAClassB13DIN110DIN.aspx), acessado em 12 de setembro de 2018.

Texas Instruments, 2018 (http://www.ti.com/europe/downloads/2-%203-%204-Wire%20RTD%20Measurement.pdf), acessado em 12 de setembro de 2018.