SIMPROIN
SIMPÓSIO DE CONTROLE E PROCESSOS INDUSTRIAIS
IFPR - CAMPUS PARANAVAÍ

Sistema de medição de temperatura utilizando Arduino e termopar tipo K

Ana Maria Denardi[1] – ana.denardi@ifpr.edu.br
Anderson Rodrigo Piccini[1] – anderson.piccini@ifpr.edu.br
Aurasil Ferreira Garcia Júnior[1] – aurasil.junior@ifpr.edu.br
Eber de Santi Gouvêa[1]– eber.gouvea@ifpr.edu.br
Gustavo Henrique Bazan[1]– gustavo.bazan@ifpr.edu.br
Julio Estefano Augusto Rosa Filho[1]– julio.estefano@ifpr.edu.br
Brenner Bressan de Lima[1]– brennerbres@hotmail.com
Bruno Tokio Iaemori Filho[1]– brunofilho2001@hotmail.com
Lucas Hideki Shiki[1]– lucashlu@hotmail.com
Matheus Albuquerque do Nascimento[1]– teteunascimento@outlook.com
Althier Dionizio dos Santos[1]– althierdionizio@gmail.com
Ricardo Toshiyuki Kato (Orientador[1]**)**– ricardo.kato@ifpr.edu.br

1 – Instituto Federal do Paraná – IFPR Paranavaí

Resumo: O artigo apresentado consiste na construção e validação de um meio de medição de temperatura utilizando seis termopares tipo “K”, que são gerenciados por uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre de baixo custo conhecida como Arduino. Este sistema foi desenvolvido para análise do perfil de temperatura de tubulações para estudos específicos, contudo, pode ser aplicado em equipamentos, estruturas ou experimentos onde requer o monitoramento constante da sua temperatura. Para validação do meio de medição, as temperaturas obtidas pelo sistema serão comparadas com as temperaturas obtidas através de um termômetro de mercúrio.
Palavras-chave: Arduino. Termopar. Medição. Temperatura.

1. Introdução

Muitas aplicações requerem um dispositivo de monitoramento de temperatura que seja confiável e de baixo custo, que seja capaz de realizar diversas medições de temperatura em diferentes pontos de medição utilizando apenas um módulo de controle.

Os termopares são comumente utilizados para este tipo de aplicação por abranger uma ampla faixa de medição e apresentar uma boa precisão em suas medições quando calibradas corretamente. Contudo, para que essas medições sejam realizadas, normalmente requer um acompanhamento para que sejam realizadas.

Por isso, é importante desenvolver um sistema que gerencie a coleta de dados de forma precisa através da utilização de uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre, que permita a realização de medições e também a execução ações em determinadas condições de operação.

2. Materiais e métodos

Para a construção do sistema de medição de temperatura, utilizou-se uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre de baixo custo conhecida como Arduino (Figura 2.1), que controla e gerencia a leitura de seis termopares e o módulo que converte este

ISSN 2525-9458

sinalem um valor de temperatura que, através de um cabo USB, é armazenado e exibido em um computador.

Figura 2.1: ArduinoMega 2650

Fonte: Arduino(2015)

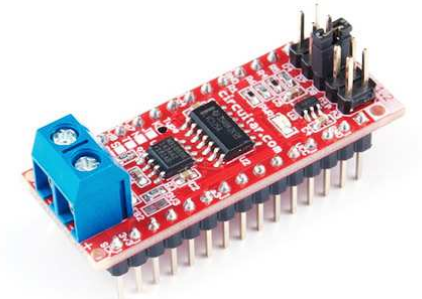
Para a medição de temperatura foram utilizados seis termopares (Figura 2.2) cujo funcionamento baseia-se no fenômeno conhecido como Efeito de *Seebeck*, descoberto pelo físico Thomas Seebeck em 1822, onde a junção de dois metais gera uma corrente elétrica em função da temperatura. Para o sistema de medição foram utilizados termopares tipo “K” (cromel/ alumel), devido ao seu custo ser relativamente baixo e a sua ampla faixa de operação que pode variar desde -200°C à 1200°C.

Figura 2.2: Termopar tipo “K”

Fonte: Autor (2015)

Para converter a diferença de potencial gerada pelos termopares em um valor de temperatura em graus Celsius, utilizou-se um módulo denominado NanoshieldThermocouple (Figura 2.3), que opera a temperaturas entre -270°C até 1800°C com 0,25°C de resolução usando um sensor termopar tipo “K”. Ele é constituído por um circuito integrado MAX31855, que possui um sensor interno de temperatura, amplificador e conversor analógico-digital. Assim, a leitura já é convertida diretamente para graus Celsius e lida pelo microcontrolador (Arduino) através de uma interface SPI (*Serial Peripherial Interface*).

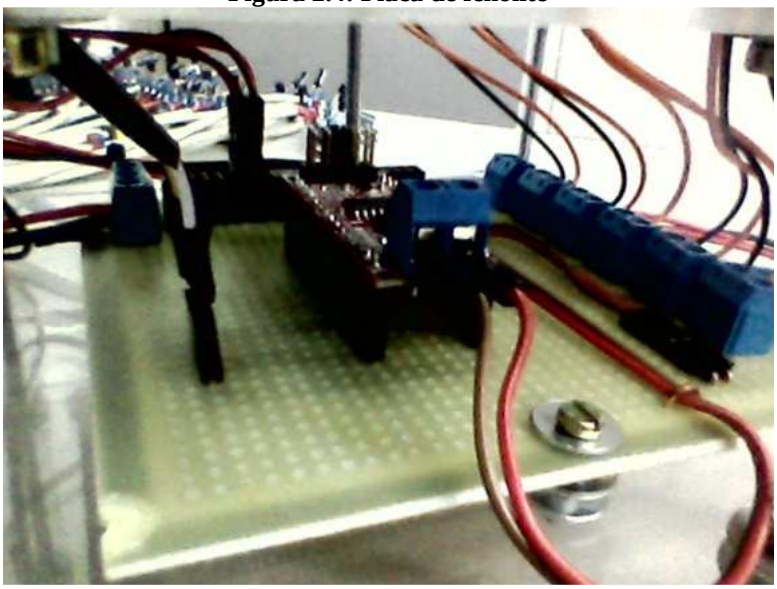
Figura 2.3: NanoshieldThermocouple



Fonte: Multilógica (2015)

Para cada termopar utilizado, seria necessário um módulo Nanoshield Thermocouple. Contudo todos os seis termopares foram ligados em um único módulo conversor. Para isso, primeiramente foi utilizado uma placa de fenolite que transformava a única saída onde se conectava o termopar em seis saídas ligadas em paralelo (Figura 2.4). Desta forma, as seis medições seriam realizadas ao mesmo tempo, o que causaria interferência entre os termopares, acusando uma temperatura errada.

Figura 2.4: Placa de fenolite



Fonte: Autor (2015)

Para resolver este problema foram utilizados dois módulos, cada um composto por 8 relés (Figura 2.5).

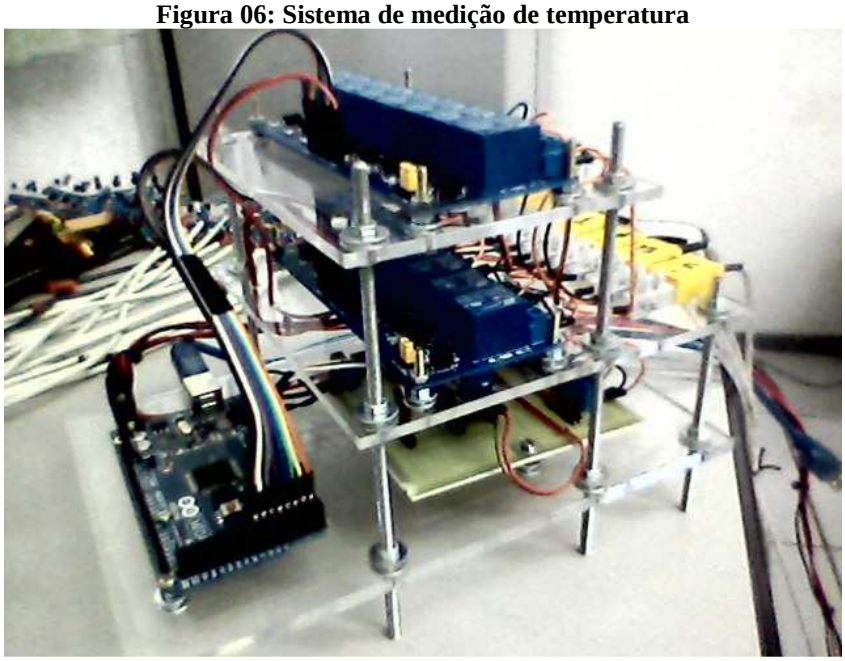
Figura 2.5: Modulo relé

Fonte: Autor (2015)

Cada termopar foi ligado em um par de relés, sendo um positivo e outro negativo. Assim, para a leitura de temperatura de cada termopar, era acionado um par de relés correspondentes dos termopares, executando assim a leitura da temperatura de cada termopar de modo independente.

Todo o controle dos relés e leitura dos termopares é gerenciado pelo Arduino, sendo sua programação feita em linguagem C++. O sistema montado com todos os seus componentes é apresentado na Figura 2.6.

Figura 06: Sistema de medição de temperatura



Fonte: Autor (2015)

3. Resultados e discussões

Para verificação dos resultados fornecidos pelo meio de medição de temperatura gerenciados por uma plataforma de prototipagem eletrônica, foram realizadas seis medições da temperatura ambiente para cada termopar em um intervalo de tempo de dez minutos entre a primeira e a ultima medição e no mesmo instante foram realizadas mais seis medições da temperatura ambiente com um termômetro de mercúrio.

Quadro 1 – Resultados obtidos com a medição da temperatura do dispositivo

	Med. 1 (°C)	**Med. 2 (°C)**	**Med. 3 (°C)**	**Med. 4 (°C)**	**Med. 5 (°C)**	**Med. 6 (°C)**	**Média (°C)**	**Erro %**
Termopar 1	22,25	22,50	22,25	22,25	22,25	22,25	**22,29**	**0,93%**
Termopar 2	22,25	22,25	22,50	22,25	22,25	22,25	**22,29**	**0,93%**
Termopar 3	22,25	22,25	22,50	22,25	22,25	22,25	**22,29**	**0,93%**
Termopar 4	22,25	22,25	22,50	22,25	22,50	22,25	**22,33**	**0,74%**
Termopar 5	22,25	22,25	22,50	22,50	22,50	22,50	**22,42**	**0,37%**
Termopar 6	22,25	22,25	22,25	22,25	22,50	22,50	**22,33**	**0,74%**
Termômetro mercúrio	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	**22,50**	

Fonte: Autor (2015)

No quadro 01, são apresentadas as temperaturas coletadas pelos seis termopares e pelo termômetro de mercúrio à temperatura ambiente. Observando o erro percentual das medições dos termopares em comparação com o termômetro de mercúrio, verifica-se que o maior erro encontrado não ultrapassa o valor um por cento. Se analisarmos os resultados obtidos de forma individual em comparação com as temperaturas obtidas no termômetro de mercúrio, verifica-se que as maiores diferenças de temperaturas ficaram em 0,25°C. Como visto

anteriormente, a resolução e a precisão do módulo NanoshieldThermocouple é de ±0,25°C. Portanto os resultados obtidos são satisfatórios.

4. Conclusões

Dos resultados obtidos pelo meio de medição de temperatura gerenciados por uma plataforma de prototipagem eletrônica em comparação com um termômetro de mercúrio, pode-se verificar que o dispositivo de medição desenvolvido funcionou de maneira adequada ao projeto. E mesmo com a utilização de um único módulo Nanoshield Thermocouple para a conversão da diferença de potencial gerada pelos termopares em uma temperatura em graus Celsius, e com a alternância dos termopares utilizando os módulos de relés, não houve influencia significante.

Analisando individualmente cada temperatura medida pelo meio, verifica-se que as maiores diferenças encontradas foram de 0,25°C em relação às temperaturas registradas pelo termômetro de mercúrio. Esta diferença é perfeitamente justificada, pois a resolução do módulo Nanoshield Thermocouple fica na faixa de 0,25°C.

Portando o meio desenvolvido é adequado para ser utilizado em equipamento, estruturas ou experimentos onde se deseja um monitoramento constante da temperatura, e admitam um erro de medição de até um por cento.

5. Referências Bibliográficas

ARDUINO. Disponível em <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>. Acesso em: 25 jun. 2015.

MULTILÓGICA: Open Source Hardware. Disponível em: <https://multilogica-shop.com/nanoshield-thermocouple>. Acesso em: 25 jun. 2015

PROTOLAB: Laboratório de Propriedades Termofísicas. Disponível em: <http://www.protolab.com.br/Termopar.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2015.