



Fatec
Bauru

27/05 a 29/05/2024

PLATAFORMA EDUCACIONAL PARA ESTUDO E AVALIAÇÃO DE SENSORES DE TEMPERATURA COM ÊNFASE EM SENSOR NTC

Antonia C. R. da Conceição¹, Jhulyane A. de Freitas², Patrícia K. M. C. de Castro³, José R. de Oliveira⁴

¹Graduanda em Tecnologia em Sistemas Biomédicos pela Fatec Bauru,
antonia.conceicao@fatec.sp.gov.br.

²Graduanda em Tecnologia em Sistemas Biomédicos pela Fatec Bauru,
jhulyane.freitas@fatec.sp.gov.br

³Graduanda em Tecnologia em Sistemas Biomédicos pela Fatec Bauru,
patricia.castro@fatec.sp.gov.br

⁴Mestre em Engenharia Elétrica – Automação e Docente na Fatec Bauru,
jose.oliveira45@fatec.sp.gov.br

RESUMO

A medição precisa da temperatura corporal é essencial para diagnósticos médicos e avaliações de saúde, influenciando diretamente as decisões clínicas. No entanto, a educação em biomedicina e automação muitas vezes carece de recursos práticos para análise de temperatura, que nem sempre estão disponíveis. Para suprir essa necessidade, foi desenvolvido um kit didático, utilizando componentes eletrônicos básicos e uma plataforma de prototipagem Arduino, validado por meio de testes com um medidor multiparâmetros calibrado. Esse kit pode ser aplicado em aulas práticas das disciplinas de Instrumentação Biomédica, Tecnologia de Automação 1 e 2, promovendo um aprendizado mais eficaz para os alunos do Curso Superior de Tecnologia em Sistemas Biomédicos. Além disso, ele contribui para democratizar o ensino nessas áreas e pode ser adaptado para diversas outras aplicações além da análise de temperatura. Em conclusão, o kit didático representa uma ferramenta valiosa para capacitar os alunos na análise de sensores de temperatura, preparando-os adequadamente para o mercado de trabalho e proporcionando um avanço significativo na qualidade do ensino nesse campo.

Palavras-chave: Arduino; temperatura; termistor; NTC.

1 INTRODUÇÃO

A temperatura corporal é um dos parâmetros de saúde mais cruciais e amplamente monitorados em contextos biomédicos. A precisão na medição da temperatura é fundamental para diagnósticos precisos e a avaliação do estado de saúde de um indivíduo (CHILDS, 2018).

No âmbito da educação, a compreensão da medição de temperatura e o uso de sensores de temperatura desempenham um papel crítico nas disciplinas de Instrumentação Biomédica, Tecnologia de Automação 1 e Tecnologia de Automação 2. No entanto, a disponibilidade de recursos didáticos acessíveis e práticos para a análise de sensores de temperatura corpórea é muitas vezes limitada.



Fatec
Bauru

27/05 a 29/05/2024

Este projeto tem como objetivo abordar essa lacuna educacional ao desenvolver um Kit Didático que permitirá aos alunos e entusiastas aprimorar suas habilidades na análise de sensores de temperatura. Especificamente, o kit se concentra no uso de sensores transistorizados do tipo *Negative Temperature Coefficient* (NTC), que são comumente empregados para medições de temperatura em aplicações biomédicas.

Ao promover o desenvolvimento de competências práticas em análise de temperatura corpórea, este projeto tem o potencial de aprimorar o aprendizado dos estudantes do curso superior de Tecnologia em Sistemas Biomédicos da Fatec Bauru, visando proporcionar uma sólida base educacional e prática para futuros profissionais de saúde e automação, enquanto torna a aprendizagem mais acessível e eficaz.

Um kit didático para análise de sensores de temperatura pode ser uma ferramenta valiosa para promover o aprendizado prático e o desenvolvimento de habilidades técnicas em diversos campos. Além disso, pode contribuir para a compreensão de conceitos importantes relacionados à medição e controle de temperatura, preparando os usuários para desafios em suas carreiras e projetos pessoais.

O objetivo deste trabalho é desenvolver e implementar um Kit Didático que facilite o aprendizado prático da análise de sensores de temperatura, especificamente utilizando sensores transistorizados do tipo *Negative Temperature Coefficient* (NTC). Este kit visa suprir a carência de recursos didáticos acessíveis e práticos nas disciplinas de Instrumentação Biomédica, Tecnologia de Automação 1 e Tecnologia de Automação 2, melhorando a formação dos estudantes do curso superior de Tecnologia em Sistemas Biomédicos da Fatec Bauru. Além de proporcionar uma base sólida de conhecimentos técnicos e práticos, o kit pretende democratizar o acesso ao ensino de qualidade em áreas biomédicas e de automação, preparando os alunos para enfrentar desafios em suas futuras carreiras profissionais e projetos pessoais.

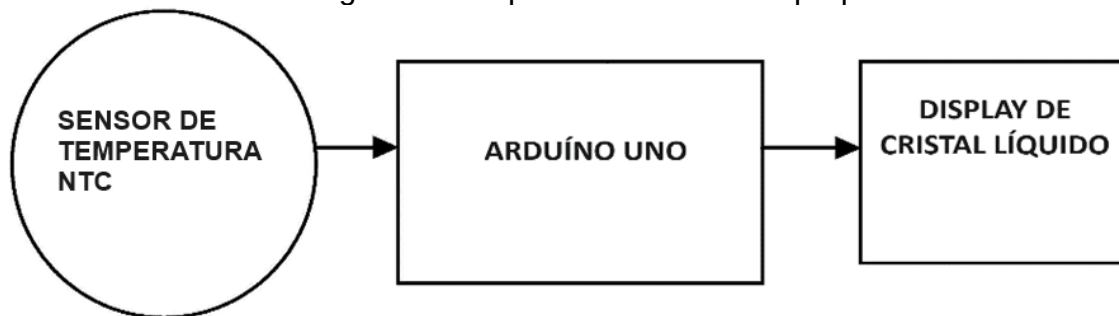
2 MATERIAIS E MÉTODO

Para o desenvolvimento de um kit didático eficiente que permita a interação entre sensores de temperatura e uma plataforma de prototipagem, utilizamos uma abordagem prática e acessível. O objetivo é proporcionar aos alunos uma experiência de aprendizado hands-on, facilitando a compreensão dos princípios de medição de temperatura e a aplicação de sensores NTC em um sistema automatizado.

Este kit, baseado na plataforma Arduino, oferece uma solução completa, desde a captura de dados de temperatura até sua visualização em um display LCD, permitindo um ensino prático e interativo nas disciplinas de Instrumentação Biomédica e Tecnologia de Automação. A seguir, detalhamos os materiais utilizados e os métodos aplicados para o desenvolvimento deste kit didático.

A arquitetura do sistema proposto pode ser vista na Figura 1.

Figura 1 – Arquitetura do sistema proposto



Fonte: Adaptado de Pawar, 2014.

Para o desenvolvimento do kit didático, serão utilizados os seguintes materiais:

- **Sensores de temperatura NTC:** Sensores termoresistivos do tipo *Negative Temperature Coefficient* (NTC) para medir a temperatura corporal;
- **Plataforma de prototipagem Arduino Uno:** que servirá como núcleo de processamento dos dados recebidos dos sensores NTC;
- **Display de cristal líquido (LCD):** Um display LCD 16x2 para a visualização das leituras de temperatura processadas pelo Arduino.
- **Componentes Eletrônicos Adicionais:** Resistores, potenciômetro, jumpers, e protoboard para montar o circuito.

2.1 Sensores de temperatura NTC

Os sensores de coeficiente de temperatura negativo (NTC) são sensores de temperatura do tipo termistores, utilizados, principalmente, no controle da corrente elétrica (LALL; GOYAL, 2020).

Estes são dispositivos elétricos que alteram sua resistência elétrica para diferentes valores de temperatura, sendo amplamente utilizados em termômetros e outros equipamentos eletrônicos (MARTINAZZO; ORLANDO, 2016).

Por serem muito pequenos, os termistores são utilizados no interior de muitos outros dispositivos de controle de temperatura (LALL; GOYAL, 2020).

Para o desenvolvimento deste projeto, utilizamos o sensor de temperatura NTC de 10 K, modelo MF521033950 (NTC 10 K), tipo 103, cujas características elétricas são descritas a seguir:

- Resistência elétrica de 10 K Ω a 25°C (DEMETRAS, 2024);
- Faixa temperatura entre -55°C a 125°C (DEMETRAS, 2024);
- Dimensão aproximada de 5 mm (primeiro da esquerda para a direita na Figura 2).

A Figura 2 apresenta o aspecto físico dos sensores NTC.

Figura 2 – Aspecto físico dos sensores NTC



Fonte: Stefanello e Morim, 2020.

2.2 Arduino UNO®

O Arduino, segundo Pawar (2014), é uma plataforma de prototipagem eletrônica de código aberto baseada em hardware e software flexíveis e fáceis de usar. O Arduino Uno é considerado como placa de ponto de partida para eletrônica e codificação devido à sua natureza robusta (NAYYAR; PURI, 2016).

Arduino é uma placa de hardware de código aberto, baseada no microcontrolador ATmega328 com tecnologia AVR de 8, 16 e 32 bits, controlador RISC AVR de 8 bits e tecnologia Dual Inline Package (DIP); possui oscilador clock de 20 MHz, memória flash de 32 kB, SRAM de 1kB, 23 pinos programáveis de E/S, 6 canais ADC de 10 bits e 6 saídas PWM (NAYYAR; PURI, 2016).

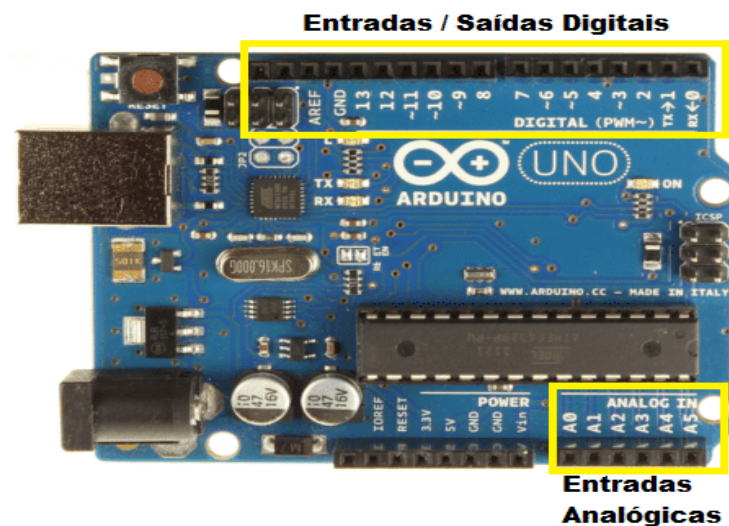
O Arduino Uno dispõe de 14 pinos digitais de entrada/saída, 6 pinos analógicos e 6 saídas PWM, sendo possível a sua conexão ao PC através de USB (NAYYAR; PURI, 2016).

Atualmente, a plataforma Arduino é utilizada como sistema de aquisição de dados de forma automática de baixo custo, permitindo o desenvolvimento de dispositivos que auxiliem na melhora no processo de ensino e aprendizagem, haja vista que a plataforma Arduino permite o desenvolvimento de código de fácil manipulação de dados, uma vez que é um sistema de código aberto (MARTINAZZO; ORLANDO, 2016).

O Arduino UNO é uma escolha sólida para a construção de um kit de medição de temperatura corporal devido à sua versatilidade, facilidade de uso e ampla disponibilidade de recursos e suporte. Com ele, você pode criar um kit personalizado de medição de temperatura corporal e até mesmo expandi-lo para incluir recursos adicionais de acordo com suas necessidades.

A Figura 3 apresenta a plataforma de prototipagem eletrônica Arduino.

Figura 3 – Arduino Uno



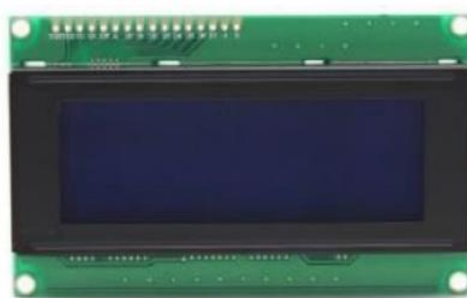
Fonte: Souza, 2013.

2.3 Display de Cristal Líquido LCD

Um display LCD 16x2 com controlador HD44780, com *backlight* (luz de fundo) azul foi utilizado com uma régua de pinos soldados para fixação na Protoboard de 830 pontos.

A Figura 4 apresenta um Display de Cristal Líquido LCD com os pinos soldados.

Figura 4 – Display LCD 16x2



Fonte: Barusso *et al.*, 2022.

2.4 Método

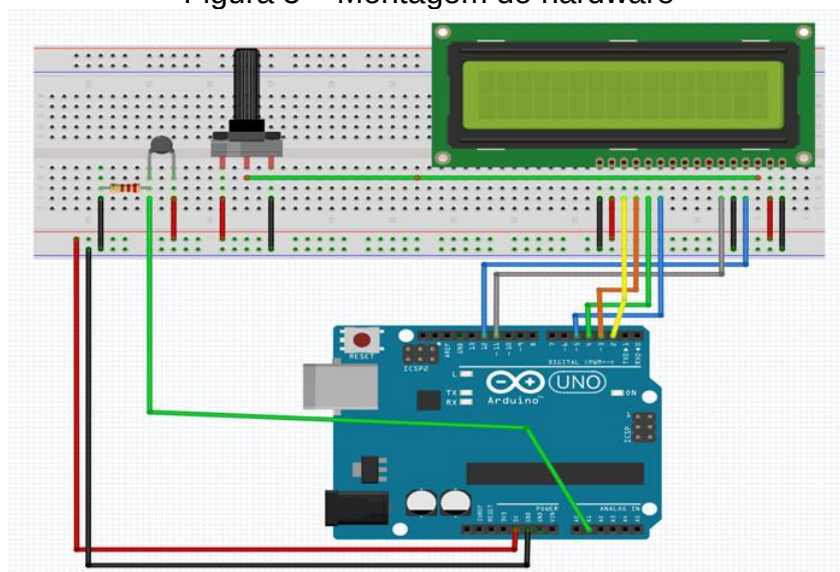
Para garantir o sucesso do desenvolvimento do kit didático, seguimos uma série de etapas estruturadas que abrangem desde o projeto inicial até a implementação e validação do sistema.

Para garantir o funcionamento adequado do Kit Didático, utilizamos os itens descritos na tabela 1. Esses componentes foram montados em uma placa de desenvolvimento (protoboard), possibilitando a execução dos testes de funcionamento eficazmente, conforme ilustrado na figura 5.

Tabela 1 - Relação de Componentes e funções no Kit Didático	
COMPONENTES	FUNÇÃO/DESTINO
Protoboard (830 pontos)	Plataforma de desenvolvimento
Jumpers	Kit (20 unidades) cabos ligação macho / macho.
Display LCD	Display LCD 16X2 com pinos soldados, onde o display poderá ser de qualquer cor (fundo verde, azul ou vermelho). Utilizou-se o de fundo Azul.
Potenciômetro Linear de 1 k Ω	O valor do potenciômetro aumenta quando giramos o eixo do componente na direção do polo negativo para o polo positivo.
Sensor de Temperatura Termistor NTC 10K	Modelo MF521033950, tipo: 103 (resistência elétrica de 10K Ω a 25°C), faixa de temperatura: -55°C ~ 125°C e dimensão de 3mm ou 5mm.
Resistor	Resistor 10 k Ω 1/4W
Plataforma de prototipagem Arduino	Arduino UNO R3 original

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Figura 5 – Montagem do hardware



Fonte: Ferreira, 2018.

Da montagem realizada, as tabelas 2 e 3 apresentam as conexões da plataforma de prototipagem eletrônica ARDUINO UNO e display LCD com o circuito da Figura 5.

Tabela 2 – Conexões terminais Arduino e Display LCD

PORTAS ARDUINO	DESTINO
5 V	Terminal positivo (+) da protoboard
GND	Terminal negativo (-) da protoboard
Entrada analógica A1	Terminal comum do circuito de divisor de tensão (nó comum do termistor com o resistor).
Pino Digital 2	Terminal D7 do display LCD
Pino Digital 3	Terminal D6 do display LCD
Pino Digital 4	Terminal D5 do display LCD
Pino Digital 5	Terminal D4 do display LCD
Pino Digital 11	Terminal E do display LCD
Pino Digital 12	Terminal RS do display LCD

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

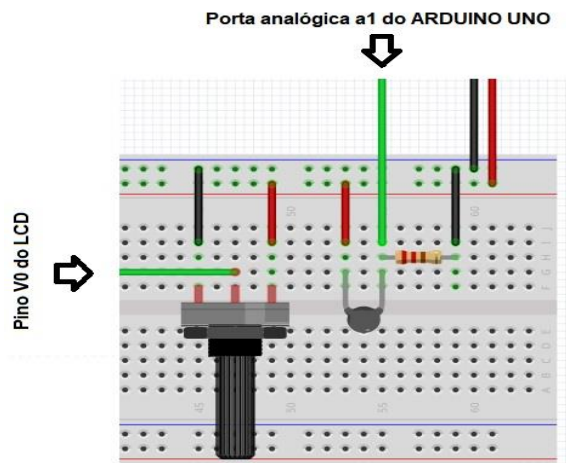
Tabela 3 – Demais conexões

COMPONENTE	DESTINO
LCD terminal A	Terminal positivo (+) da protoboard
LCD terminal K	Terminal negativo (-) da protoboard
LCD terminal RW (5)	Terminal negativo (-) da protoboard
LCD terminal V0 (3)	Terminal central do potenciômetro
LCD terminal Vdd (2)	Terminal positivo (+) da protoboard
LCD terminal Vss (1)	Terminal negativo (-) da protoboard
Circuito divisor de tensão	Jumpers Vermelhos – alimentação positiva.
Circuito divisor de tensão	Jumpers Pretos – alimentação negativa.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

A Figura 6 visa detalhar as conexões entre a porta analógica A1 do Arduino com o circuito divisor de tensão, como também a conexão do pino V0 do display LCD com o terminal central do potenciômetro.

Figura 6 - Composição física do circuito divisor de tensão



Fonte: Adaptado de Ferreira, 2018.

Abaixo, apresentamos a o código completo utilizado para o funcionamento do Kit Didático desenvolvido.

Figura 7 – Código desenvolvido para o projeto

```

projeto01.ino
1  //*****
2  *
3  *   Projeto 01 - Usando o sensor de temperatura temistor NTC 10K com LCD
4  *   http://squids.com.br/arduino
5  *
6  *   *****/
7  #include <Thermistor.h>
8  #include <LiquidCrystal.h>
9
10 Thermistor temp(1); // termistor conectado na porta A1 (cria o objeto)
11
12 LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
13
14 void setup() {
15   Serial.begin(9600);
16   lcd.begin(16, 2);
17 }
18
19 void loop() {
20   float temperature = temp.getTemp(); //calcula a temperatura
21
22   //Imprimindo no monitor serial
23   Serial.print("Temperatura: ");
24   Serial.print(temperature);
25   Serial.println("°C");
26
27   //imprimindo no LCD
28   lcd.setCursor(0,0); // Define o cursor na posição de início
29   lcd.print("Temp. = ");
30   lcd.print(temperature);
31   lcd.write(0x00000000); // Imprime o símbolo de grau
32   lcd.print("°C");
33   lcd.setCursor(2,1);
34   lcd.print("Fatec Bauru");
35
36   delay(1000);
37 }
38

```

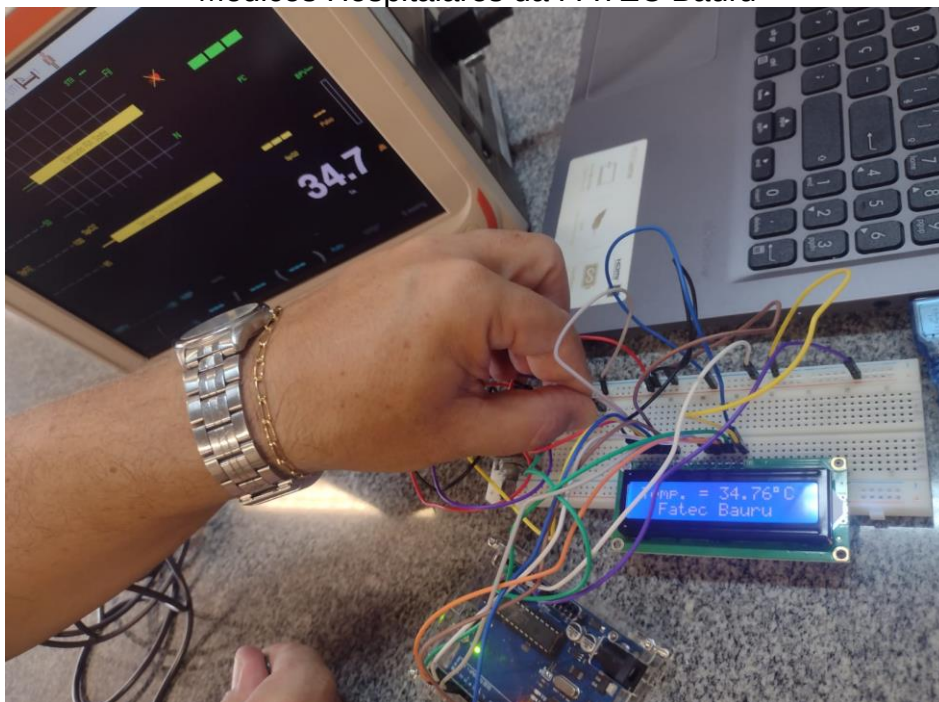
Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O desenvolvimento do kit didático para estudo e avaliação de sensores de temperatura, com ênfase no sensor NTC, foi bem-sucedido. O kit utiliza componentes eletrônicos básicos, como transistores NTC, e um microcontrolador Arduino Uno. Foram realizados testes de validação do kit com um medidor multiparâmetros calibrado, demonstrando a precisão e eficácia do sistema na medição de temperatura. O display LCD facilita a visualização da temperatura lida. O kit é fácil de se utilizar e configurar, tornando-o ideal para fins didáticos e pode ser adaptado para diversas aplicações além da análise de temperatura, como por exemplo, monitoramento ambiental e controle de algum processo.

A Figura 8 mostra o teste de validação feito com um medidor multiparâmetro calibrado do Laboratório de Análise de Equipamentos Médicos da FATEC Bauru, onde podem ser vistas as leituras de temperaturas iguais, (34,7 °C) em ambos os monitores dos medidores.

Figura 8 – Teste de operação no Laboratório de Análise de Equipamentos Médicos Hospitalares da FATEC Bauru



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

A plataforma educacional desenvolvida oferece uma abordagem prática e acessível para o estudo e avaliação de sensores de temperatura, especialmente o sensor NTC. A utilização do Arduino Uno como núcleo de processamento proporciona flexibilidade e facilidade de integração com outros componentes eletrônicos. Além disso, a escolha do sensor NTC permite uma

resposta precisa e rápida às variações de temperatura, tornando-o adequado para aplicações biomédicas. Falando-se na importância da temperatura corporal na área da saúde, destaca-se a relevância do monitoramento preciso para diagnósticos e avaliações médicas. A plataforma educacional desenvolvida visa preencher uma lacuna na educação em biomedicina e automação, proporcionando aos alunos uma experiência prática e enriquecedora no estudo de sensores de temperatura.

Pode-se pensar em fatores de implementações para melhorias, como uma maior portabilidade, fazendo-se uso de uma bateria de 9V, acoplada ao Arduino, e ainda, o uso de uma memória interna com capacidade de armazenamento de dados, para armazenar as leituras de temperatura, ou mesmo uma placa com um módulo de comunicação wireless, como Bluetooth ou Wi-Fi, para que os dados de temperatura possam ser transmitidos para um computador que receberia e armazenaria os parâmetros medidos, ou mesmo um smartphone, numa função de maior monitoramento e alerta.

Outra oportunidade de melhoria, seria futuramente, a utilização de um Módulo Sensor de Tensão de 0 a 25 VDC, como o da Figura 9, na entrada de alimentação do Arduino, trazendo várias vantagens, como:

- a) **Maior precisão:** A principal vantagem de alimentar um Arduino com um sensor de tensão é a maior precisão. A tensão de alimentação da placa Arduino pode flutuar devido a diversos fatores, como ruído na linha de alimentação ou consumo de corrente variável por outros componentes. Isso pode levar a leituras instáveis dos sensores e a um desempenho inconsistente do Arduino.

Um sensor de tensão mede a tensão real de alimentação da placa e fornece essa informação ao Arduino. O Arduino pode então usar essa informação para ajustar suas leituras dos sensores e garantir que elas sejam precisas. Isso é especialmente importante para aplicações que exigem alta precisão, como medição de temperatura, pressão ou corrente.

- b) **Maior confiabilidade:** Outra vantagem de alimentar um Arduino com um sensor de tensão é a maior confiabilidade. As flutuações na tensão de alimentação podem causar instabilidade no Arduino, o que pode levar a travamentos, reinicializações ou até mesmo danos à placa.

Um sensor de tensão ajuda a estabilizar a tensão de alimentação, o que torna o Arduino mais confiável e menos propenso a falhas. Isso é especialmente importante para aplicações críticas, como sistemas de controle industrial ou dispositivos médicos.

- c) **Maior flexibilidade:** Um sensor de tensão também pode fornecer maior flexibilidade ao usar um Arduino. Ao monitorar a tensão de alimentação, o Arduino pode detectar quando a bateria está fraca ou quando a fonte de alimentação está instável. Isso permite que

- o Arduino tome medidas apropriadas, como desligar-se automaticamente ou enviar um alerta ao usuário
- d) Proteção contra danos: Além disso, um sensor de tensão pode proteger o Arduino contra danos causados por flutuações na tensão de alimentação. Alguns sensores de tensão possuem recursos de proteção contra sobrecarga e subtensão, que podem desligar automaticamente a alimentação do Arduino se a tensão exceder um limite seguro.

Figura 9 – Módulo Sensor de Tensão 0 a 25 VDC



Fonte: www.eletrogate.com, 2024.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do kit didático representa um avanço significativo no campo da educação em biomedicina e automação. Ao oferecer uma ferramenta prática, imersiva e acessível para o estudo de sensores de temperatura, o kit proporciona aos alunos uma sólida base educacional, permitindo que eles aplicassem seus conhecimentos teóricos em um contexto real e prático. Além disso, a plataforma educacional contribui para democratizar o ensino nessas áreas, tornando-o mais acessível e eficaz, despertando ainda um maior interesse dos alunos pela área de sistemas biomédicos e automação, motivando-os a buscar mais conhecimento e aprofundar seus estudos na área.

Em conclusão, o kit didático para estudo e avaliação de sensores de temperatura, com ênfase no sensor NTC, representa uma importante ferramenta para capacitar os alunos na análise de temperatura corporal. Preparando-os adequadamente para o mercado de trabalho e promovendo um avanço significativo na qualidade do ensino nesse campo.

5 REFERÊNCIAS

BARUSSO, C. *et al.* Medição de temperatura e umidade utilizando Arduino Uno e sensor DHT11 para aplicações residenciais. **Revista Acadêmica: Ensino de Ciências e Tecnologias**, Cubatão, v. 1, n. 11, p. 1-16, dez. 2022.



Fatec
Bauru

27/05 a 29/05/2024

CHILDS, C. Body temperature and clinical thermometry. **Thermoregulation: From Basic Neuroscience to Clinical Neurology, Part II**, [S.L.], p. 467-482, 2018. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-444-64074-1.00029-x>.

DEMETRAS, E. **Medindo Temperatura com Termistores**. 2024. Portal Vida de Silício. Disponível em: <https://portal.vidadesilicio.com.br/medindo-temperatura-com-termistor-ntc/>. Acesso em: 10 mar. 2024.

FERREIRA, A. L. **Usando o sensor de temperatura termistor NTC 10K com LCD**. 2018. Squids.com.br. Disponível em: <https://www.squids.com.br/arduino/index.php/projetos-arduino/projetos-squids/basico/153-projeto-41-usando-o-sensor-de-temperatura-termistor-ntc-10k-com-lcd>. Acesso em: 10 mar. 2024.

LALL, P.; GOYAL, K. Additively Printed Multi-Material Temperature Sensor Realized using Screen Printing. **2020 19Th Ieee Intersociety Conference On Thermal And Thermomechanical Phenomena In Electronic Systems (Itherm)**, [S.L.], v. 1, n. 0, p. 827-835, jul. 2020. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/itherm45881.2020.9190268>.

MARTINAZZO, C. A.; ORLANDO, T. COMPARAÇÃO ENTRE TRÊS TIPOS DE SENSORES DE TEMPERATURA EM ASSOCIAÇÃO COM ARDUÍNO. **Perspectiva**, Erechim, v. 40, n. 151, p. 93-104, set. 2016.

NAYYAR, A.; PURI, V. A review of Arduino board's, Lilypad's & Arduino shields. In: **2016 3rd International Conference on Computing for Sustainable Global Development (Indiacom)**, 3., 2016, New Delhi. Anais [...]. New Delhi: IEEE, 2016. v. 1, p. 1485-1492.

PAWAR, P. A. Heart rate monitoring system using IR base sensor & Arduino Uno. **2014 Conference On It In Business, Industry And Government (Csibig)**, [S.L.], v. 1, n. 0, p. 1-3, mar. 2014. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/csibig.2014.7057005>.
SOUZA, F. **Arduino UNO**. 2013. Disponível em: <https://embarcados.com.br/arduino-uno/>. Acesso em: 29 out. 2023.

SOUZA, F. **Arduino UNO**. 2013. Disponível em: <https://embarcados.com.br/arduino-uno/>. Acesso em: 29 out. 2023.

STEFANELLO, D. J.; MORIM, R. B. **Sensor de Temperatura com Termistor no Arduino - NTC e PTC**. 2020. Disponível em: <https://www.driveat.com.br/blog/category/retrofit/post/sensor-de-temperatura-com-termistor-no-arduino-ntc-e-ptc>. Acesso em: 29 out. 2023.



Fatec
Bauru

27/05 a 29/05/2024

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fatec Bauru pela disponibilização dos laboratórios e pela cessão de equipamentos necessários para os testes e a construção do protótipo. Sem o apoio e os recursos fornecidos, este projeto não teria sido possível.