

**Universidade Federal de Campina Grande**  
**Centro de Engenharia Elétrica e Informática**  
**Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica**

**Instrumentação Eletrônica**  
**Prof. Jaidilson Jó da Silva**

**Experimento 2: Medição de Temperatura**

**Data:05/09/2024 Aluno:**  
**Rogério Moreira Almeida**

## 1. INTRODUÇÃO

O sensor de temperatura LM35 é um dispositivo altamente preciso e compacto, que gera uma saída de tensão linear proporcional à temperatura ambiente, com uma sensibilidade de 10 milivolts (mV) por grau Celsius. Isso significa que, por exemplo, a uma temperatura de 25°C, ele fornece uma saída de 250 mV. O LM35 se destaca por não necessitar de componentes externos para medições de temperatura dentro da faixa de 0°C a 100°C, simplificando seu uso em diversas aplicações.

O sensor pode ser alimentado com uma tensão de operação que varia entre 4 e 30 volts, oferecendo flexibilidade em diferentes cenários de alimentação. Sua saída analógica permite a leitura direta da temperatura sem a necessidade de conversões digitais ou processos complexos de linearização.

Por essas características, o LM35 é especialmente útil tanto em sistemas que empregam microcontroladores quanto em projetos mais simples, onde a leitura da temperatura pode ser feita de forma direta e sem a necessidade de circuitos de compensação ou algoritmos de cálculo para correção da linearidade. Esse design robusto o torna uma solução confiável e eficiente para uma ampla gama de aplicações industriais e domésticas.

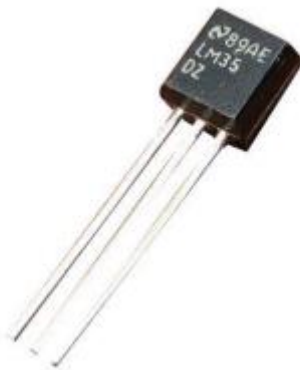


Figura 1: sensor LM35.

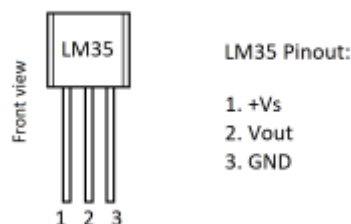


Figura 2: pinagem do LM35.

## Módulo de Peltier

Um módulo de Peltier é um transdutor eletrotérmico que, baseado no efeito Peltier, gera uma diferença de temperatura quando a corrente flui através dele, ou um fluxo de corrente quando há uma diferença de temperatura. Os elementos Peltier podem ser usados tanto para resfriamento quanto para aquecimento. Uma abreviação comum para elementos Peltier e resfriadores Peltier é TEC (resfriador termoelétrico).

Um módulo de Peltier consiste em dois ou mais pequenos cubos, cada um feito de material semicondutor dopado com p e n (telureto de bismuto, germânio de silício), que são alternadamente conectados uns aos outros na parte superior e inferior por pontes metálicas. As pontes metálicas também formam as superfícies de contato térmico e são isoladas por uma folha sobreposta ou placa cerâmica. Dois blocos diferentes estão sempre conectados um ao outro de tal forma que formam uma conexão em série. A corrente elétrica fornecida flui através de todos os paralelepípedos um após o outro. Dependendo da direção da corrente, as junções superiores esfriam enquanto as inferiores aquecem. Assim, o fluxo bombeia calor de um lado para o outro, criando uma diferença de temperatura entre as placas.



Figura 3: módulo de Peltier.

## 2. APLICAÇÕES

O sensor LM35, devido ao seu baixo custo, alta precisão e facilidade de uso, é amplamente utilizado em uma variedade de aplicações, desde projetos simples até soluções mais complexas. Sua versatilidade o torna adequado para medição de temperaturas em superfícies de objetos, sendo uma escolha popular em sistemas embarcados e dispositivos que utilizam microcontroladores, como

Arduino e Raspberry Pi, permitindo o monitoramento de temperatura em diferentes ambientes e superfícies.

## **2.1 Aplicações do LM35:**

**Sistemas de controle ambiental:** O LM35 é frequentemente empregado em sistemas de automação residencial e comercial para monitorar a temperatura ambiente em sistemas de HVAC (Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado). Seu uso permite ajustar automaticamente o controle de climatização em função das variações de temperatura.

**Monitoramento industrial:** Em processos industriais, o LM35 pode ser usado para monitorar a temperatura de máquinas e equipamentos, ajudando a garantir que eles operem dentro de faixas seguras e evitando o superaquecimento.

**Dispositivos médicos e de saúde:** O LM35 pode ser integrado em dispositivos de monitoramento de temperatura corporal ou em equipamentos de laboratório onde o controle térmico é crucial.

**Sistemas automotivos:** O sensor é utilizado em sistemas de controle de temperatura de motores e outros componentes automotivos que precisam de monitoramento térmico para garantir eficiência e segurança.

**Aplicações com microcontroladores:** Em projetos baseados em plataformas como Arduino, o LM35 é comumente utilizado para desenvolver soluções de monitoramento e controle de temperatura, permitindo a criação de termostatos, estações meteorológicas e outros dispositivos sensíveis à temperatura.

**Eletrônica de consumo:** Muitos dispositivos eletrônicos utilizam o LM35 para monitorar e controlar a temperatura interna, prevenindo superaquecimento e aumentando a longevidade de componentes críticos.

Por ser um sensor analógico com resposta linear, o LM35 é fácil de integrar a diversos tipos de circuitos, tornando-se uma escolha ideal em projetos de controle térmico onde a simplicidade e a eficiência são fundamentais.

## **Módulo de Peltier**

Os módulos de Peltier podem ser usados onde houver necessidade de resfriamento com uma pequena diferença de temperatura ou sem requisitos econômicos, como, por exemplo, em caixas frigoríficas onde o uso de uma máquina de refrigeração não é possível por questões de espaço ou não seria lucrativo porque a capacidade de refrigeração necessária é baixa, também são usados para resfriar sensores CCD de comprimento de onda particularmente longo ou sensíveis, eles também estão sendo cada vez mais usados em dispositivos de medição de laboratório onde a temperatura é um parâmetro essencial, como em dispositivos de medição de densidade, viscosímetros, reômetros ou refratômetros, os lasers de diodo são frequentemente resfriados e

termostatos com módulos de Peltier para manter seu comprimento de onda de emissão e/ou eficiência constante, por fim são usados ocasionalmente como parte de coolers de CPU. O módulo de Peltier permite que a CPU seja resfriada a temperaturas abaixo da temperatura interna do gabinete.

### 3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Na aula referente ao experimento, o professor exibiu a realização do experimento. Pode-se ver uma bancada a qual os sensores estavam acoplados, a conexão e a aquisição de dados foram feitas pelo computador, com a utilização do software LabVIEW, o qual contém uma interface gráfica que permite a observação da mudança de eixos. Após conectar o sensor para a aquisição de dados, a partir de um sinal digital, produzindo uma variação da temperatura nas suas superfícies (fria e quente), estas são medidas pelos sensores de temperatura. Os resultados medidos puderam ser acompanhados em tempo real, com isso foi possível obter os dados para posteriormente relacionar em um gráfico e entendermos melhor os funcionamentos.

### 4. MODELO MATEMÁTICO OBTIDO

A partir dos dados disponibilizados na Tabela 1 foi possível obter o modelo matemático, para tanto foi utilizado o software MATLAB [4], o modelo calculado tem a forma de uma função polinomial do quinto grau. Na figura 4 está o gráfico o modelo do aquecimento e resfriamento.

$$TS1 = 23.2031 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$TS2 = 24.7411 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$TL \text{ (Peltier)} = 15.1 \text{ s}$$

$$TD(\text{Peltier}) = 90.8 \text{ s}$$

$$TTOTAL = 330.8 \text{ s}$$

$$TMFQ = 32.956 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$TMFF = 18.168 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$TFQD = 32.620 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$TFFD = 18.902 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T63FQA = 29.348 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T63FFA = 20.031 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{63FQD} = 27.656 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{63FFD} = 22.581 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{cFQA} = 440 \cdot 100\text{ms} - 15.1\text{s} = 28.9\text{s}$$

$$T_{cFFA} = 342 \cdot 100\text{ms} - 15.1\text{s} = 19.1$$

$$T_{cFQD} = 1358 \cdot 100\text{ms} - 90.8\text{s} = 45\text{s}$$

$$T_{cFFD} = 1229 \cdot 100\text{ms} - 90.8\text{s} = 32.1\text{s}$$

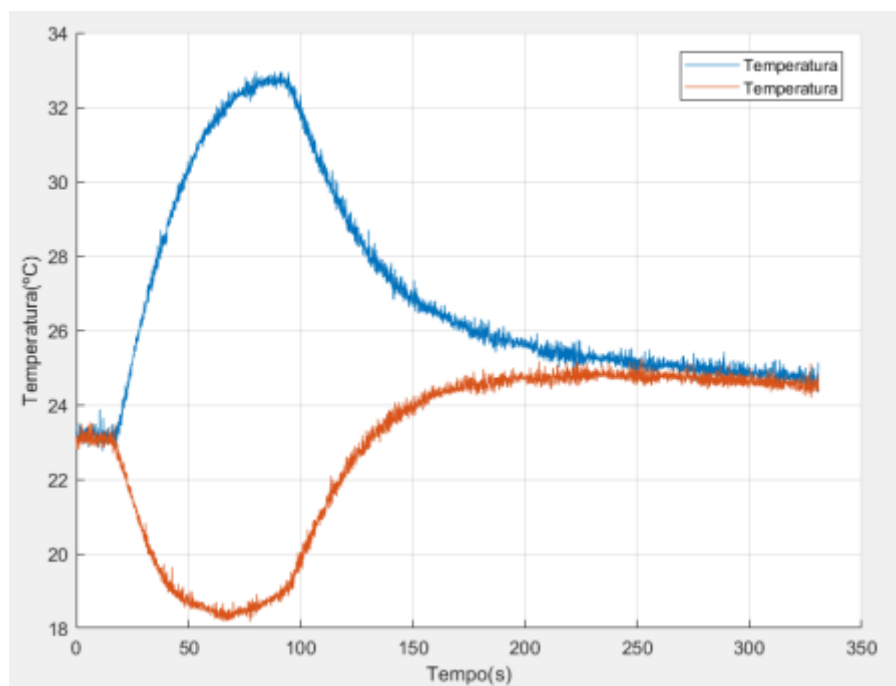


Figura 4: modelo do aquecimento e do resfriamento.

## 5. QUESTÕES PROPOSTAS

1) A diferença entre as constantes de tempo pode ser atribuída à dinâmica térmica do sistema. Durante o aquecimento (subida), o módulo Peltier está diretamente fornecendo calor, enquanto no resfriamento (descida), o calor é dissipado por convecção e condução, processos menos eficientes. Isso resulta em uma taxa de aquecimento mais rápida do que o resfriamento, explicando as diferenças nas constantes de tempo.

2) Para obter constantes de tempo iguais, é necessário equilibrar as capacidades de dissipação de calor nas duas direções. Um modo simples seria o uso de dissipadores de calor idênticos em ambas as faces do módulo Peltier, de forma

que o processo de transferência térmica fosse simétrico tanto no aquecimento quanto no resfriamento.

## **6. CONCLUSÃO**

A partir do que foi exposto na aula, foi possível verificar neste experimento a possibilidade de se medir temperatura com um CI LM35, com a variação gerada a partir do módulo de Peltier. Ao medir a temperatura em ambos os lados do módulo Peltier, pode-se observar que, de fato, a aplicação de uma diferença de potencial na junção semicondutora produzirá um gradiente de temperatura, fazendo com que uma placa aqueça enquanto a outra resfria. A influência da placa quente na placa fria também pode ser observada durante o experimento, que interfere alterando a temperatura da placa fria.

## **7. REFERÊNCIAS**

- [1] V. D. SILÍCIO, “LM35 Sensor de Temperatura,” [Online]. Available: <https://www.vidadesilicio.com.br/produto/lm35-sensor-de-temperatura/>. [Acesso em 10 Setembro 2024].
- [2] Daumemo, “How to measure temperature with Arduino and a cheap LM35 sensor,” 18 Maio 2021. [Online]. Available: <https://daumemo.com/how-to-measure-temperature-with-arduino-and-a-cheap-lm35-sensor/>. [Acesso em 10 Setembro 2024].
- [3] FilipeFlop, “Pastilha Termoelétrica Peltier TEC1-12706 Cooler,” [Online]. Available: <https://www.filipeflop.com/produto/pastilha-termoeletrica-peltier-tec1-12706-cooler/>. [Acesso em 10 Setembro 2024].
- [4] MATLAB, “Curve Fitting,” [Online]. Available: <https://www.mathworks.com/help/curvefit/curve-fitting.html>