

**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 Inclinação**

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

1 INTRODUÇÃO

O sensor LDR, também conhecido como resistor dependente de luz ou fotorresistor, é um dispositivo eletrônico amplamente utilizado para detectar a intensidade de luz em um ambiente. Esse sensor é composto por um material semicondutor cuja resistência elétrica varia conforme a quantidade de luz que incide sobre ele. Quando a luz é forte, a resistência diminui, e quando a luz é fraca, a resistência aumenta. Essa propriedade permite que o sensor LDR seja utilizado em diversas aplicações, desde a detecção de luminosidade em ambientes internos e externos, até o controle de dispositivos eletrônicos que dependem da iluminação.

Todos os materiais semicondutores são sensíveis à luz e, portanto, se prestam bem a um fotorresistor. Como esse efeito não aparece na mesma medida em todos os semicondutores, existem misturas especiais de semicondutores nas quais esse efeito ocorre de maneira particularmente forte. Além do sulfeto de cádmio (CdS), existem também sulfeto de chumbo (PbS), seleneto de chumbo (PbSe), arseneto de índio (InAs), germânio (Ge) ou silício (Si) para fotorresistores. Estas misturas de semicondutores têm um efeito fotoelétrico interno particularmente forte. Dependendo das propriedades elétricas e do fabricante, existem muitas outras misturas de semicondutores. Um LDR consiste em dois pentes de cobre que são aplicados a uma base isolada (branca). No meio encontra-se o material semicondutor na forma de uma banda torcida (vermelha). Se a luz (fótons) incidir sobre o material semicondutor sensível à luz, os elétrons são liberados de seus cristais (formação de pares). O LDR torna-se mais condutor, ou seja, seu valor de resistência diminui. Quanto mais luz incide sobre o componente, menor a resistência e maior a corrente elétrica. No entanto, este processo é muito lento. O atraso dura vários milissegundos.

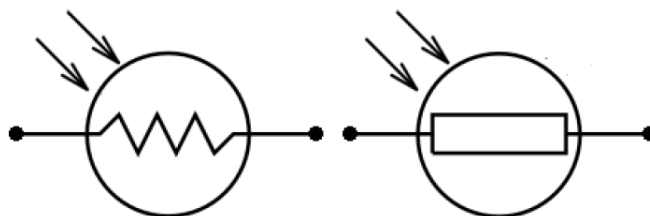


Figura 1: representação de um fotorresistor.

2 Aplicações

Fotorresistores de CdS (Sulfeto de Cádmio) e CdSe (Seleneto de Cádmio) são usados, por exemplo, em medidores de exposição e interruptores para poder medir mesmo níveis baixos de iluminação com pouco esforço técnico. Seu uso se dá, geralmente, quando tempos de resposta rápidos não são necessários. LDRs não são mais amplamente utilizados, uma vez que componentes eletrônicos como fototransistor e fotodiodos são preferidos em muitos casos em relação a um LDR. Seu uso se dá, por exemplo, em medidores de exposição de câmeras, em interruptores sensíveis à luz ou em optoacopladores discretos (acopladores ópticos).

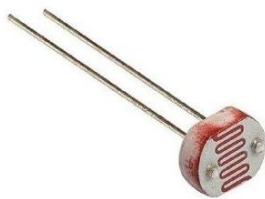


Figura 2: imagem de um fotoresistor.

3 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Na aula referente ao experimento, o professor exibiu a realização do experimento. Pode-se ver um tubo de PVC o qual o sensor estava acoplado, 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. Para a medição, a variação da luminosidade foi definida pela a variação de uma onda modulada por pulso (PWM), sendo registrada a medição da tensão e da luminosidade a cada 5% de acréscimo do PWM, por fim, o professor disponibilizou a tabela com os dados anotados, a qual relaciona a luminosidade com a tensão obtida.

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*, utilizando o código do Apêndice A, o modelo calculado tem a forma de uma função polinomial do quinto grau. Na figura 1 está o gráfico para a luminosidade em função da tensão, já na figura 2 está o gráfico para a tensão em função da largura de pulso.

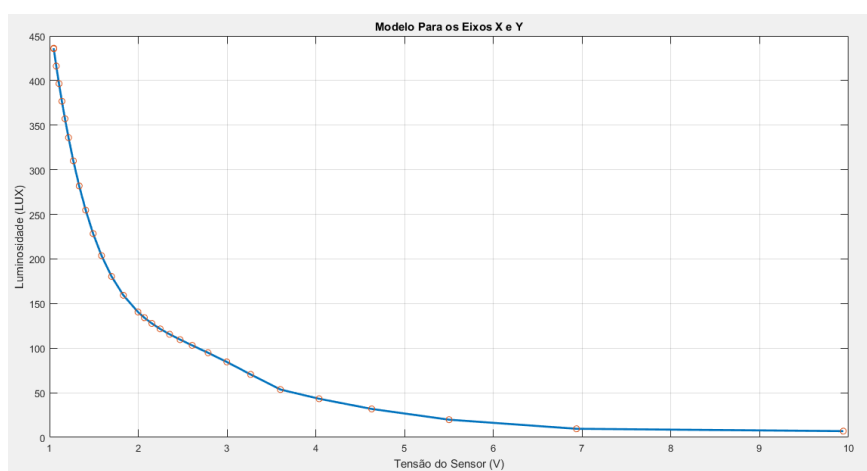


Figura 3: gráfico obtido para o modelo gerado (luminosidade por tensão)

$$f(x) = -0.0006x^5 + 0.0153x^4 - 0.1519x^3 + 0.7088x^2 - 1.5849x + 1.4616 \quad (1)$$

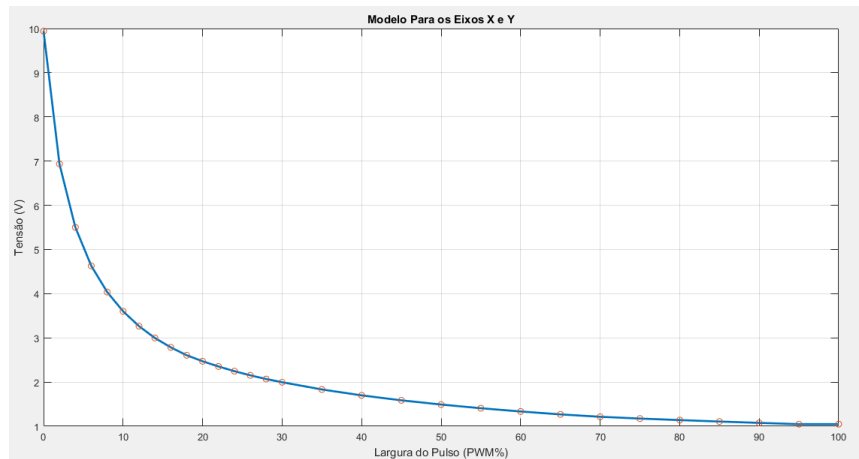


Figura 4: gráfico obtido para o modelo gerado (tensão por largura de pulso)

$$f(x) = -0.0000x^5 + 0.0000x^4 - 0.0008x^3 + 0.0362x^2 - 0.8073x + 8.8435 \quad (2)$$

As equações (1) e (2) referem-se ao modelo obtido para a luminosidade em função da tensão e para a tensão em função da largura de pulso, respectivamente.

5 CONCLUSÃO

O presente experimento teve como objetivo principal caracterizar o comportamento do LDR (Light Dependent Resistor) por meio de um modelo matemático que relaciona a tensão medida à intensidade luminosa incidente. A partir dos dados coletados, foi possível validar o modelo teórico proposto, dado que as curvas teóricas e experimentais se sobrepuseram de maneira satisfatória, evidenciando a precisão do modelo na previsão do comportamento do LDR sob diferentes níveis de luminosidade.

Os desvios observados entre os valores teóricos e experimentais foram mínimos, o que reforça a adequação do modelo adotado e sua capacidade de descrever com precisão o comportamento do LDR em condições normais. Essa validação permite que o LDR seja aplicado de forma confiável em uma ampla gama de projetos eletrônicos que requerem sensibilidade à luz, como sistemas de controle automático de iluminação, dispositivos de segurança, detectores de presença e controle de intensidade luminosa em displays.

Além disso, o experimento abre margem para investigações futuras mais detalhadas. Seria interessante explorar o desempenho do LDR em condições ambientais extremas, como variações acentuadas de temperatura e situações de luminosidade muito baixa ou excessivamente alta, para verificar as possíveis limitações do sensor. Tais estudos podem fornecer uma visão mais ampla de suas capacidades e contribuir para o aprimoramento de aplicações em

ambientes específicos, como áreas externas expostas ao sol ou dispositivos de baixo consumo de energia.

Com base nesses resultados, o LDR se mostra uma excelente opção para projetos práticos que demandam simplicidade e sensibilidade, oferecendo um bom custo-benefício em diversas aplicações.

6 REFERÊNCIAS

- [1] “Fotoresistor, o que é, para que serve, e como funciona,” comofazerascoisas, [Online]. Available: <http://www.comofazerascoisas.com.br/fotoresistor-ldr-o-que-e-para-que-serve-e-como-funciona.html>. [Acesso em 18 02 2022].
- [2] eletrogate, “Sensor Fotoresistor LDR de 5mm,” eletrogate, [Online]. Available: <https://www.eletrogate.com/sensor-fotoresistor-ldr-de-5mm>. [Acesso em 18 02 2022].
- [3] MATLAB, “Curve Fitting,” [Online]. Available: <https://www.mathworks.com/help/curvefit/curve-fitting.html>.

Apêndice A - Código Utilizado Para Gerar o Modelo Matemático

```
clear all;
clc;
close all;

Luminosidade = [17.3490 17.3490 34.4000 47.5000 43.1700 74.3000
85.0000 97.0500 110.9000 125.0000 139.5000 153.7000 167.9000 182.0000
196.1000 210.0000 240.6000 269.0000 303.4000 330.6500 370.1000 395.8000
441.4000 463.5000 512.1000 538.8000 570.3000 594.0000 628.1000 644.4000];

Tensao = [5.4502 5.4502 4.5800 3.8500 3.3600 3.0010 2.7270 2.5050
2.3200 2.1740 2.0400 1.9300 1.8350 1.7400 1.6670 1.6000 1.4700 1.3750
1.2800 1.2169 1.1390 1.0960 1.0290 0.9990 0.9420 0.9140 0.8840 0.8620
0.8330 0.8190];

PWM = [0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 35 40 45 50 55 60 65
70 75 80 85 90 95 100];

a = length(Luminosidade)
b = length(Tensao)
c = length(PWM)

p = polyfit(Tensao, Luminosidade, 5)
q = polyfit(PWM, Tensao, 5)

figure

plot(Tensao, Luminosidade, '-', 'linewidth', 2)
hold on;
plot(Tensao, Luminosidade, 'o')
title('Modelo Para os Eixos X e Y');
xlabel('Tensão do Sensor (V)');
ylabel('Luminosidade (LUX)');
grid;

plot(PWM, Tensao, '-', 'linewidth', 2)
hold on;
plot(PWM, Tensao, 'o')
title('Modelo Para os Eixos X e Y');
xlabel('Largura do Pulso (PWM%)');
ylabel('Tensão (V)');
grid;
```