

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE (UFCG)

ALUNO: ALYSSON MACHADO DE OLIVEIRA BARBOSA

MATRÍCULA: 119110236

DISCIPLINA: INSTRUMENTAÇÃO ELETRÔNICA

PROFESSOR: JAIDILSON JÓ DA SILVA



EXPERIMENTO 2: MEDIÇÃO DE LUMINOSIDADE

1. Introdução

A medição da intensidade luminosa é fundamental em sistemas de instrumentação e controle, sendo amplamente utilizada em aplicações de automação e monitoramento ambiental. Este experimento teve como objetivo caracterizar o comportamento elétrico de um resistor dependente de luz (LDR – Light Dependent Resistor) a partir da obtenção de sua curva característica, estabelecendo uma relação matemática entre a tensão elétrica e a luminosidade incidente. Para isso, foi empregada uma plataforma experimental composta por uma câmara escura com LEDs de alto brilho, cuja intensidade luminosa foi modulada por um sinal PWM (Pulse Width Modulation). A aquisição de dados foi realizada por meio de um circuito divisor de tensão, permitindo a análise da variação da resistência do LDR em função da iluminação aplicada. Os dados obtidos foram processados a fim de determinar um modelo matemático que descrevesse o comportamento do sensor, possibilitando sua aplicação em sistemas de medição e controle de luminosidade.

2. Descrição Sobre o Sensor Utilizado

O sensor utilizado neste experimento foi um resistor dependente de luz (LDR – *Light Dependent Resistor*), um dispositivo passivo cuja resistência elétrica varia inversamente à intensidade luminosa incidente. Esse comportamento se deve ao efeito fotoelétrico, no qual a incidência de fótons sobre o material semicondutor do LDR reduz a quantidade de portadores de carga, diminuindo sua resistência elétrica. Em condições de baixa luminosidade, a resistência do sensor pode atingir valores na ordem de megaohms, enquanto sob iluminação intensa, essa resistência pode cair para algumas centenas de ohms. Devido a essa característica, o LDR é amplamente empregado em sistemas de controle e instrumentação para detecção e monitoramento de variações na iluminação ambiente. No experimento, o sensor foi utilizado em um circuito divisor de tensão, permitindo a conversão da variação resistiva em um sinal elétrico proporcional à intensidade luminosa incidente, possibilitando sua caracterização e modelagem matemática.

3. Aplicações com o Sensor

Uma das principais aplicações do LDR está em sistemas de iluminação automatizada, como postes de luz e lâmpadas inteligentes. Nesses sistemas, o sensor é utilizado para medir a luminosidade ambiente e, com base nesse valor, controlar o acionamento ou a intensidade das fontes de iluminação. Por exemplo, em luminárias públicas, um circuito eletrônico monitora a resistência do LDR ao longo do dia e, ao detectar níveis de iluminação abaixo de um determinado limiar, ativa automaticamente a iluminação artificial. Esse mecanismo reduz o consumo energético ao evitar que as luzes permaneçam acesas desnecessariamente, contribuindo para a eficiência energética e a sustentabilidade.



Figura 1 - Utilização de LDR para controle da iluminação pública.

Outra aplicação relevante do LDR está no controle de exposição automática em câmeras fotográficas e dispositivos ópticos. Em câmeras digitais e sensores de imagem, o LDR pode ser utilizado para medir a intensidade luminosa da cena e ajustar automaticamente parâmetros como a abertura do diafragma, o tempo de exposição e a sensibilidade ISO. Esse mecanismo é essencial para garantir a captura de imagens com qualidade adequada em diferentes condições de iluminação, evitando subexposição ou superexposição. Além disso, essa tecnologia é frequentemente empregada em sistemas de segurança com câmeras de vigilância, permitindo que dispositivos de visão noturna ativem iluminação infravermelha ou ajustem a sensibilidade do sensor de imagem conforme a variação da luz ambiente.

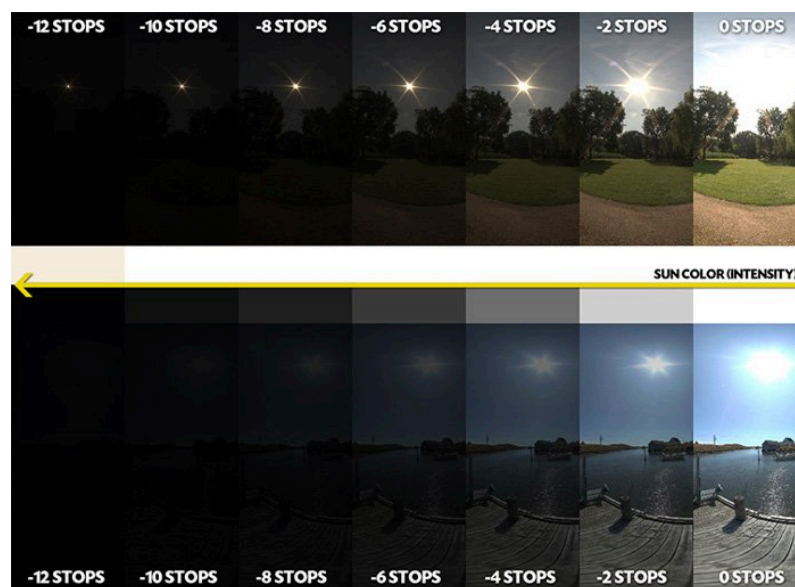


Figura 2 - Controle de luminosidade em câmeras.

4. Descrição do Experimento

O experimento foi conduzido com o objetivo de caracterizar o comportamento do sensor LDR por meio da obtenção de sua curva característica, relacionando a variação da tensão elétrica com a intensidade luminosa incidente. Para isso, foi utilizada uma plataforma experimental composta por uma câmara escura equipada com LEDs de alto brilho, cuja intensidade luminosa foi controlada por um sinal PWM (Pulse Width Modulation). O LDR foi conectado em um circuito divisor de tensão, permitindo a medição da variação de tensão à medida que a luminosidade foi alterada. Os valores de PWM aplicados aos LEDs e as respectivas tensões medidas foram registrados para diferentes níveis de iluminação, possibilitando a construção do gráfico de luminosidade em função da tensão e a obtenção de um modelo matemático que descrevesse a resposta do sensor. Esse procedimento permitiu analisar a sensibilidade do LDR e sua aplicabilidade em sistemas de instrumentação e controle de luminosidade. A Tabela 1 descreve os resultados obtidos com o experimento.

PWM (%)	Tensão (V)	Luminosidade (lux)
0	5.4502	17.3490
2	5.4502	17.3490
4	4.5800	34.4000
6	3.8500	47.5000
8	3.3600	43.1700
10	3.0010	74.3000
12	2.7270	85.0000
14	2.5050	97.0500
16	2.3200	110.9000
18	2.1740	125.0000
20	2.0400	139.5000
22	1.9300	153.7000
24	1.8350	167.9000
26	1.7400	182.0000
28	1.6670	196.1000
30	1.6000	210.0000
35	1.4700	240.6000
40	1.3750	269.0000
45	1.2800	303.4000
50	1.2169	330.6500
55	1.1390	370.1000
60	1.0960	395.8000
65	1.0290	441.4000
70	0.9990	463.5000
75	0.9420	512.1000
80	0.9140	538.8000
85	0.8840	570.3000
90	0.8620	594.0000
95	0.8330	628.1000
100	0.8190	644.4000

Tabela 1 - Dados obtidos do experimento.

5. Modelo Matemático

Para iniciar a análise, vamos primeiramente plotar as duas curvas de tensão vs luminosidade e PWM vs tensão, respectivamente (em anexo, os códigos serão disponibilizados em um repositório público).

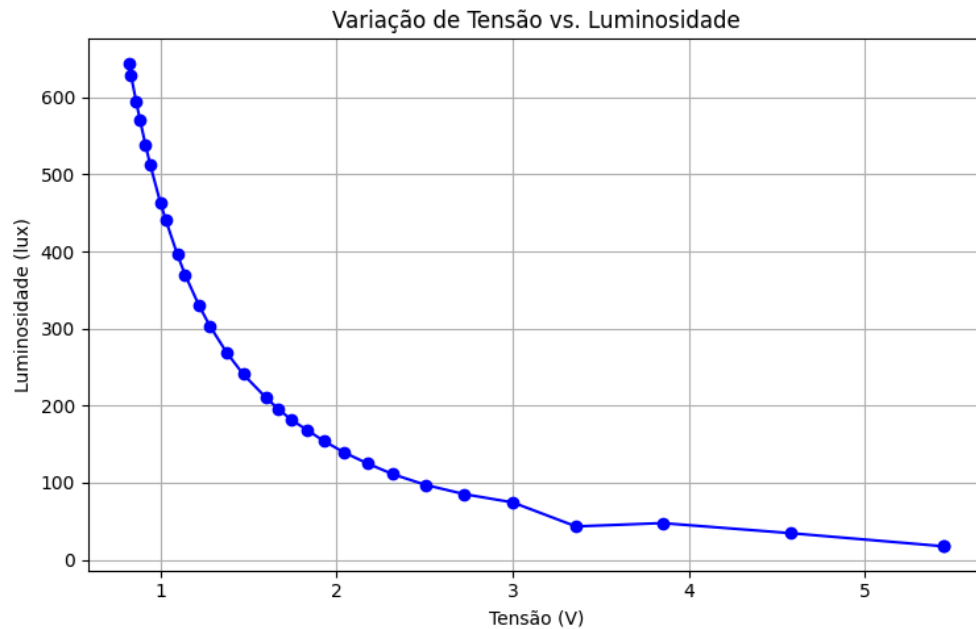


Figura 3 - Variação da tensão vs luminosidade.

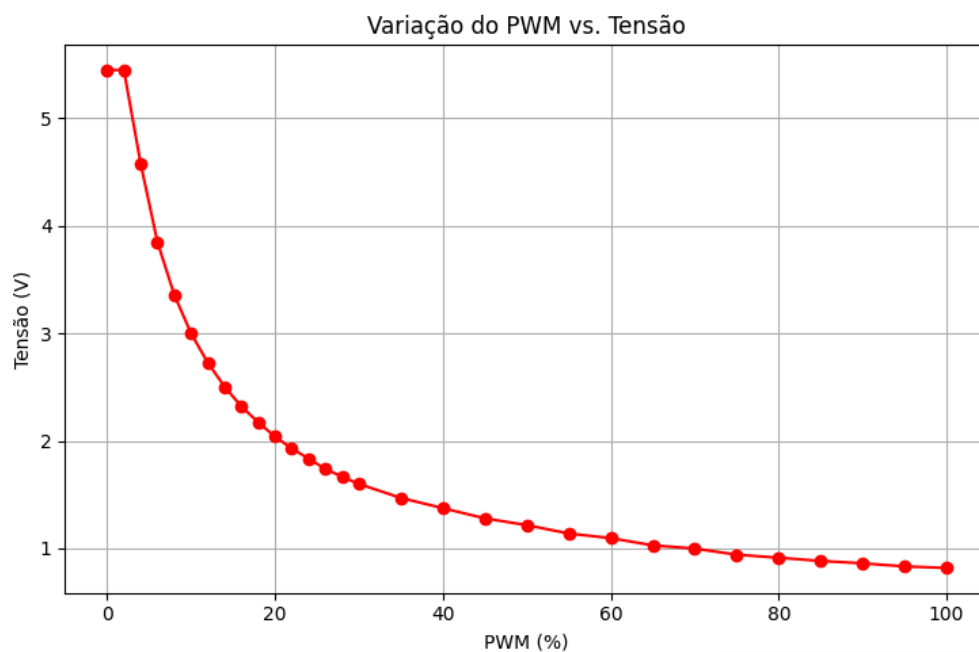


Figura 4 - Variação do pwm vs tensão.

Primeiramente, vamos realizar uma aproximação por regressão polinomial, na qual podemos descrever matematicamente as curvas para ambas as variações apresentadas:

```
Expressão polinomial para Tensão vs Luminosidade:
      5      4      3      2
-6.404 x + 108 x - 702.9 x + 2223 x - 3500 x + 2349

Expressão polinomial para PWM vs Tensão:
      5      4      3      2
-6.672e-09 x + 2.034e-06 x - 0.0002367 x + 0.01322 x - 0.3714 x + 5.728
```

Figura 5 - Aproximação Polinomial para as curvas.

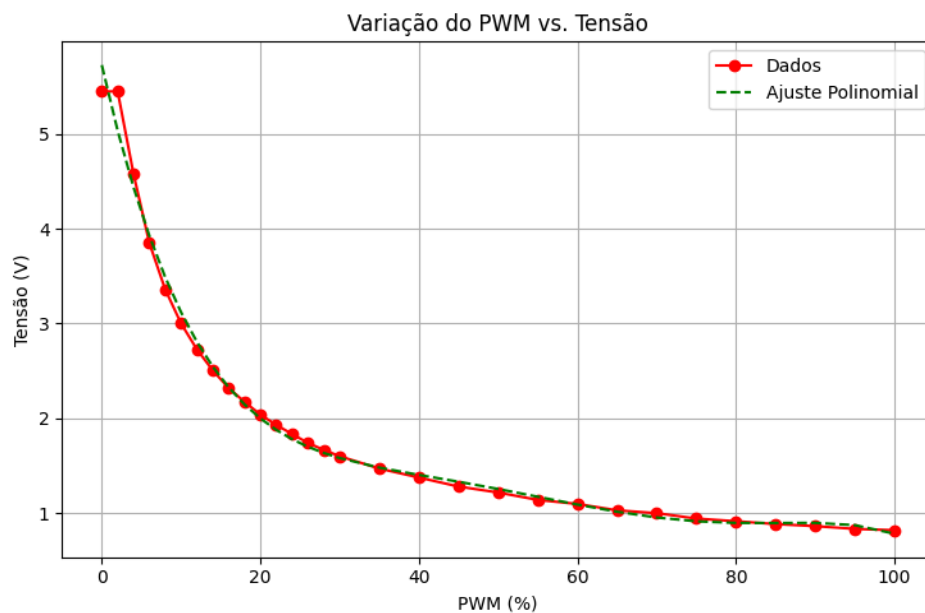


Figura 6 - Aproximação polinomial para a primeira curva.

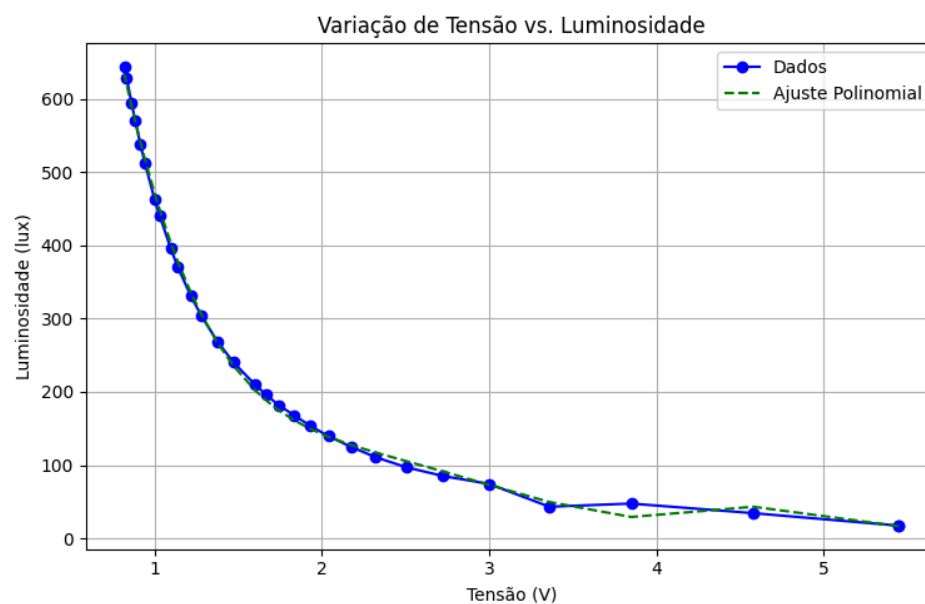


Figura 7 - Aproximação polinomial para a segunda curva.

6. Conclusão

O experimento permitiu a caracterização do sensor LDR, evidenciando sua resposta à variação da luminosidade e confirmando sua relação inversamente proporcional entre resistência e intensidade luminosa. Através da aquisição e análise dos dados, foi possível estabelecer um modelo matemático que descreve o comportamento do sensor, facilitando sua aplicação em sistemas de controle e instrumentação. Além disso, a relação entre o PWM dos LEDs e a tensão medida demonstrou a influência direta do controle da fonte luminosa na resposta do LDR.

[Códigos de Referência \[GitHub\]](#)