



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
INSTRUMENTAÇÃO ELETRÔNICA

## **Experimento 02: Medição de Luminosidade**

Aluno: Filipe Soares Donato - 120111402

Campina Grande, novembro de 2022

# SUMÁRIO

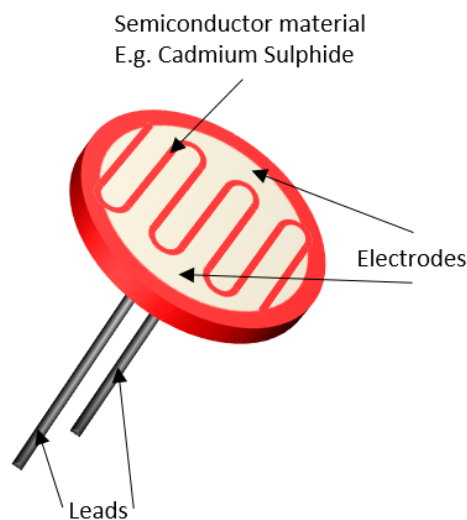
<b>1 Introdução</b>	<b>3</b>
1.1 Sensor LDR	3
<b>2 Objetivos</b>	<b>5</b>
<b>3 Material Utilizado</b>	<b>5</b>
<b>4 Descrição do Experimento</b>	<b>6</b>
<b>5 Resultados</b>	<b>8</b>
<b>6 Conclusões</b>	<b>9</b>
<b>7 Referências Bibliográficas</b>	<b>10</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>11</b>

# 1 Introdução

## 1.1 Sensor LDR

O sensor LDR, ou Resistor Dependente de Luz, é um componente eletrônico passivo com funcionamento relativamente simples. Sendo do tipo resistor variável, ele interage com a luz, retornando valores de tensão conforme sua resistência é alterada devido a intensidade da luz que incide no componente. Então, quanto mais luz, menor a resistência e vice-versa.

Os terminais do LDR podem ser conectados de qualquer forma, como é possível ver na figura 1. Os LDRs são compostos normalmente por sulfeto de cádmio (CdS), um material semicondutor, que é disposto num traçado ondulado na superfície do componente. Esse material tem a propriedade de diminuir sua resistência à passagem da corrente elétrica quando a luminosidade sobre ele aumenta. Com o auxílio de um multímetro, podemos verificar facilmente como ocorre esse fato. Na figura 2 temos um gráfico do comportamento do componente.



**Figura 1. LDR. Disponível em:<[engineershup.co.in](http://engineershup.co.in)>**

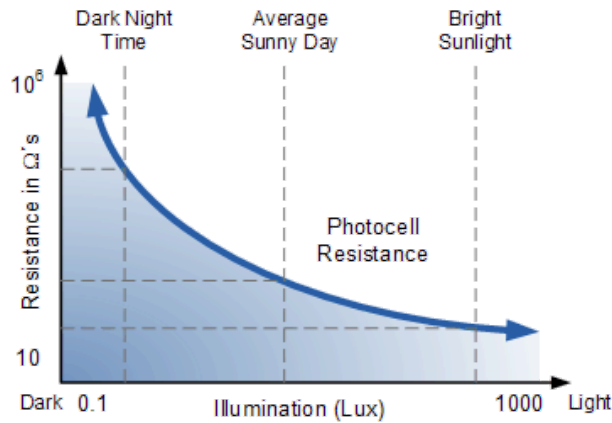


Figura 2. Gráfico da resposta do LDR. Disponível em: <[www.electronics-tutorials.ws](http://www.electronics-tutorials.ws)>

Como a resistência varia com a intensidade de luz incidente, temos a seguinte equação que traduz esse comportamento:

$$R = C \cdot L \cdot a$$

onde:  $L$  é a luminosidade em lux.  $C$  e  $a$  são constantes dependentes do processo de fabricação e material utilizado.

Para realizar a medida da luminosidade do ambiente através do LDR, precisa-se fazer com que a variação da resistência do componente seja convertida numa variação de tensão. A maneira mais fácil de fazer isso é através de um divisor de tensão.

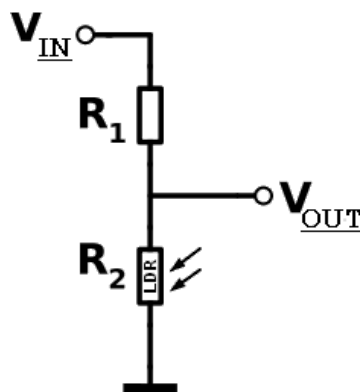


Figura 3. Circuito Esquemático do Luxímetro.

Matematicamente, temos que:

$$V_{out} = \frac{R_{LDR}}{R_{LDR} + R_1} \cdot V_{in}$$

onde:  $V_{in}$  é a tensão DC de entrada em volts e  $V_{out}$  é a tensão referente a luminosidade do ambiente também em volts.

No circuito acima quanto maior a luminosidade do ambiente maior será a tensão de saída, ou seja, a tensão aumenta à medida que a luminosidade do ambiente aumenta. Também poderia-se inverter a ordem do LDR e da resistência  $R_1$ , para que a tensão diminuísse caso a luminosidade aumentasse.

Os fotoresistores são mais utilizados quando é necessário detectar a presença ou ausência de luz ou medir a intensidade da luz. Como no controle da iluminação de lâmpadas em ambientes abertos ou fechados, na ativação de motores elétricos ou na regulação da intensidade luminosa de faróis de veículos.

## 2 Objetivos

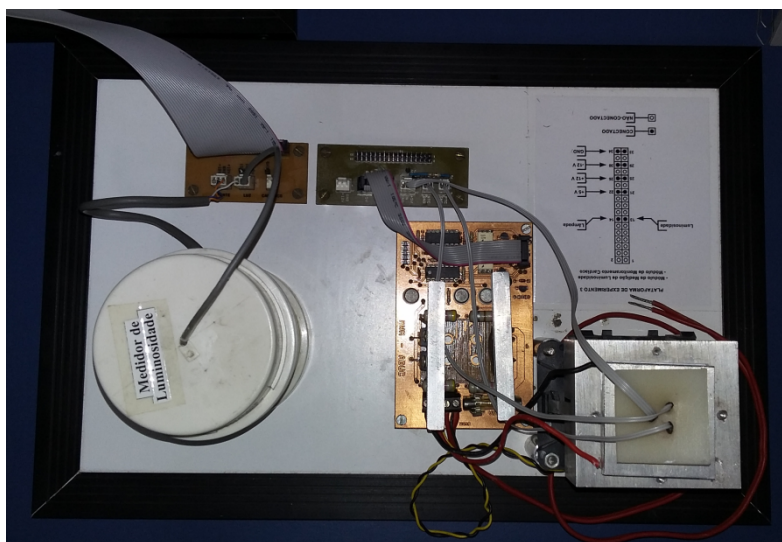
Caracterização do sensor LDR (Light Dependent Resistor) através de seu modelo matemático, levantando a sua curva característica e encontrando o polinômio que a descreve.

## 3 Material Utilizado

- Sensor LDR
- Tubo de PVC
- 4 LED's de luz branca e alto brilho;
- Circuito de condicionamento de sinal;
- Sistema de aquisição de dados NI- 6210;
- Computador com Software LabVIEW instalado.

## 4 Descrição do Experimento

O experimento foi realizado utilizando a plataforma de experimentos mostrada na Figura 4. A plataforma foi conectada com a plataforma de aquisição de dados NI-6210 por meio de um cabo *flat*.



**Figura 4. Foto da plataforma do circuito completo.**

O programa que contém a interface LabVIEW foi criado para testar o luxímetro (Figura 5). Nele é possível ajustar a intensidade luminosa, verificando a variação do PWM do sinal que está sendo aplicado aos LED's. O indicador em forma de ponteiro indica a luminosidade em lux, sendo possível verificar esse número exato no quadro ao lado. Em seguida cada turma grava seus dados em dois botões distintos.



**Figura 5. Foto da Interface em LabVIEW para o luxímetro.**

Utilizando a interface, variamos o sinal PWM que é imposto aos LED's de acordo com a Tabela 1, ajustando assim a intensidade luminosa imposta ao sensor. O par de valores de tensão e luminosidade correspondentes ao sinal PWM foram anotados e podem ser visualizados na Tabela 1.

**Tabela 1: Tensão e Luminosidade referente à um percentual de PWM.**

PWM (%)	Tensão (V)	Luminosidade (lux)
0	9.2494	7.0388
2	6.6763	10.7412
4	5.3905	21.0407
6	4.6040	32.2698
8	4.0266	43.4862
10	3.6156	53.2097
12	3.2943	68.9539
14	3.0397	82.4827
16	2.8277	92.8233
18	2.6478	101.2215
20	2.4943	108.4021
22	2.3617	115.0411
24	2.2437	121.7212
26	2.1396	128.6227
28	2.0458	136.0243
30	1.9670	143.5155
35	1.9658	163.6458
40	1.6579	188.1400
45	1.5556	211.0578
50	1.4680	235.1681
55	1.3922	259.9775
60	1.3248	285.5665
65	1.2649	311.4324
70	1.2127	336.6502
75	1.1627	363.3124

80	1.1175	389.7291
85	1.0828	411.6126
90	1.0423	439.0133
95	1.0183	456.2896
100	0.9951	473.7089

## 5 Resultados

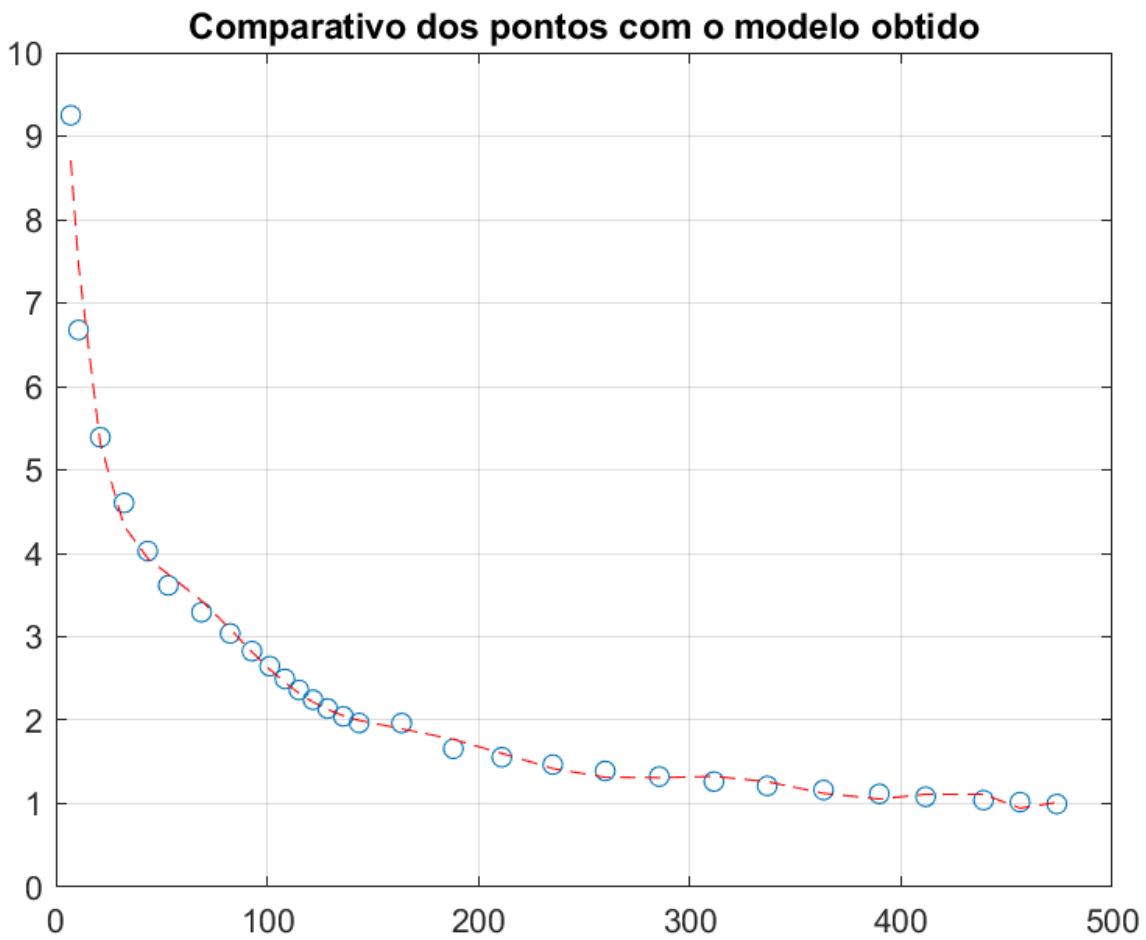
Utilizando os dados da Tabela 1 foi possível fazer uma aproximação da curva de luminosidade versus tensão por um polinômio onde podemos escolher o grau da função e verificar se ela corresponde com os pontos plotados. Para isso, utilizou-se as funções *polyfit* e *polyval* do MATLAB, onde o código implementado se encontra em anexo. Utilizando *polyfit*(x, y, 1) vamos aproximar para uma função de primeiro grau e vemos que o comportamento não é bom. Vamos seguindo aumentando o grau para *polyfit*(x,y,2), depois *polyfit*(x,y,3) e assim por diante. Chegamos em um ponto onde a partir de uma função de quinto grau, ou seja, *polyfit*(x,y,5) o MatLab nos retorna um modelo com valores que se aproximam bastante dos pontos plotados. E se continuarmos até o décimo grau, ou seja, *polyfit*(x,y,10), temos o seguinte polinômio:

$$L(v) = 1.4653^{-22} v^{10} - 3.6976^{-19} v^9 + 4.0180^{-16} v^8 - 2.4610^{-13} v^7 + 9.3245^{-11} v^6 \\ - 2.2637^{-8} v^5 + 3.5215^{-6} v^4 - 3.4169^{-4} v^3 + 0.0196 v^2 - 0.6160v + 12.1910$$

Onde  $v$  é a tensão em volts e  $L$  é a luminosidade em lux.

Através do MATLAB, também foi possível plotar a curva de luminosidade versus a tensão para os valores medidos na Tabela 1 e a aproximação polinomial obtida na figura 6.





**Figura 6. Resultado do modelo de décimo grau comparando com os pontos obtidos.**

## 6 Conclusões

Pode-se confirmar a validação do modelo matemático, em relação à curva característica do LDR, visto que a curva estimada e a curva experimental ficaram bem sobrepostas uma em relação a outra.

Alguns erros experimentais ocorreram durante a realização do experimento. As principais fontes de erro do foram:

- Ausência de câmara escura, visto que o tubo de PVC não isolava plenamente o LDR da luminosidade do ambiente externo. Podendo futuramente ser pintado com tinta preta para tentar isolar ainda mais a luminosidade ambiente como as luzes da sala e janelas.
- Flutuação dos valores de tensão e luminosidade durante o experimento.

## 7 Referências Bibliográficas

[1] Patsko, L. F. Tutorial Aplicações e Funcionamento e Utilização de Sensores. Disponível em: <[http://www.maxwellbohr.com.br/downloads/robotica/mec1000\\_kdr/tutorial\\_eletronica\\_-\\_aplicacoes\\_e\\_funcionamento\\_de\\_sensores.pdf](http://www.maxwellbohr.com.br/downloads/robotica/mec1000_kdr/tutorial_eletronica_-_aplicacoes_e_funcionamento_de_sensores.pdf)>. Acesso em: fevereiro de 2017.

[2] Doctrionics Educational Publications, 1998-1999. Voltage dividers. Disponível em: <<http://www.doctrionics.co.uk/voltage.htm>>. Acesso em: fevereiro de 2017.

# ANEXOS

```
%Filipe Soares Donato - Medição de luminosidade com LDR

clc; clear;

%Pontos obtidos no laboratório
y = [9.2494, 6.6763, 5.3905, 4.6040, 4.0266, 3.6156, 3.2943,...
3.0397, 2.8277, 2.6478, 2.4943, 2.3617, 2.2437, 2.1396, 2.0458,...
1.9670, 1.9658, 1.6579, 1.5556, 1.4680, 1.3922, 1.3248, 1.2649,...
1.2127, 1.1627, 1.1175, 1.0828, 1.0423, 1.0183, 0.9951];
x = [7.0388, 10.7412, 21.0407, 32.2698, 43.4862, 53.2097, 68.9539,...
82.4827, 92.8233, 101.2215, 108.4021, 115.0411, 121.7212,...
128.6227, 136.0243, 143.5155, 163.6458, 188.1400, 211.0578,...
235.1681, 259.9775, 285.5665, 311.4324, 336.6502, 363.3124,...
389.7291, 411.6126, 439.0133, 456.2896, 473.7089];

%Encontramos os valores do polinômio característico
% que representa os pontos com a polyfit e polyval
p1 = polyfit(x,y,10)
p2=polyval(p1,x)

%Plotando o grafico dos pontos obtidos e da reta
figure(1);
plot(x,y,'o');
hold on;                                %travar a primeira exibição
plot(x, p2, 'r--');
title('Comparativo dos pontos com o modelo obtido');
grid on;
```