

LDR

Arthur Faria Campos*, 16/0024242, Bruna Medeiros da Silva†, 16/0048711

*† Engenharia Eletrônica, UNB-FGA, Brasília, Brasil

Resumo— LDR (do inglês Light Dependent Resistor), é um componente eletrônico passivo do tipo resistor variável, mais especificamente, é um resistor cuja resistência varia conforme a intensidade da luz (iluminamento) que incide sobre ele. Tipicamente, à medida que a intensidade da luz aumenta, a sua resistência diminui.

I. PESQUISA

A. Materiais usados na construção de LDRs

LDRs (Light dependent resistors) são dispositivos resistivos que variam sua resistência de acordo com a iluminação, ou seja, de acordo com a incidência de raios luminosos a que são expostos.

Existem dois tipos de LDRs: Extrínsecos e Intrínsecos. Os resistores fotoelétricos intrínsecos usam materiais não dopados, ou minimamente dopados, como silício ou germânio. Em LDRs desse tipo, fótons que chegam ao dispositivo excitam os elétrons da banda de valência para a banda de condução, o que resulta em elétrons mais livres no material, que podem carregar corrente e, portanto, geram uma menor resistência. Diferentemente dos intrínsecos, os LDRs extrínsecos são feitos de materiais dopados com impurezas, também chamados de dopantes. Os dopantes criam uma nova banda de energia acima da banda de valência existente, povoada por elétrons. Esses elétrons precisam de menos energia para fazer a transição para a banda de condução, graças à menor energia de gap. O resultado é um dispositivo sensível a diferentes comprimentos de onda da luz. Por esses motivos, LDRs extrínsecos são geralmente mais eficientes para trabalhar na faixa do infravermelho.

Independentemente dessas características, ambos os tipos exibirão uma redução na resistência quando iluminados. Quanto maior a intensidade da luz, maior a queda de resistência. Portanto, a resistência dos LDRs é uma função inversa e não linear da intensidade da luz incidente sobre os dispositivos.[1]

Os LDRs possuem uma faixa na forma de zig-zag em sua face superior. Essa faixa é formada por um semiconductor, geralmente com uma alta fotocondutividade. Os materiais que compõem essa faixa e o tipo ao qual o LDR pertence (extrínseco ou intrínseco) definem a faixa do espectro a que a resistência do foto-resistor irá responder, ou variar. Para faixas fora deste intervalo, os foto-resistores não irão responder. [2] [3]

Os materiais utilizados para faixas acima do infravermelho, são formados por PbS e PbSe (para um infravermelho próximo ao espectro visível), InSb, ou $Hg_xCd_{1-x}Te$ (para faixas mais distantes). Esses materiais possuem características como valores elevados para o coeficiente de absorção em sua faixa de operação, para as mobilidades μ_n e μ_p e o tempo

de recombinação τ_r que definem o ganho no dispositivo, que pode ser descrito como

$$G = \frac{\tau r (\mu_n \mu_p) V}{l^2} \quad (1)$$

Onde l é a distância dos eletrodos, V é a tensão aplicada e τr , μ_n e μ_p dependem do material utilizado. Além disso, esses materiais são favoráveis à formação de armadilhas causadas por defeitos na rede ou por impurezas. Estas armadilhas têm o papel de aprisionar, temporariamente, portadores de carga elétrica com determinado sinal. Assim, enquanto os portadores com certa carga estão presos nas armadilhas, os portadores com carga oposta podem transitar de um eletrodo para o outro com menor probabilidade de recombinação. Isto resulta em um aumento efetivo de τr e, portanto, num maior ganho do dispositivo. Esses materiais tendem a possuir um maior ruído. Isso se deve ao fato de que a probabilidade de geração térmica é proporcional a

$$e^{-\frac{E_g}{2K_b T}} \quad (2)$$

Sendo que E_g é a energia de Gap, K_b é a constante de Boltzman e T é a temperatura. Como esses materiais possuem uma menor energia de gap E_g , os mesmos possuem um ruído causado pela influência da temperatura na resistência do material muito maior. Para resolver esse problema, geralmente o que pode ser feito é resfriar o dispositivo através de dispositivos. Mesmo que essa redução não seja tão grande, essa alteração causa uma grande redução no ruído do dispositivo devido à sua variação exponencial de $-1/T$. A imagem abaixo mostra a resposta de LDRs de diferentes materiais em algumas faixas do espectro em torno do espectro visível.[4]

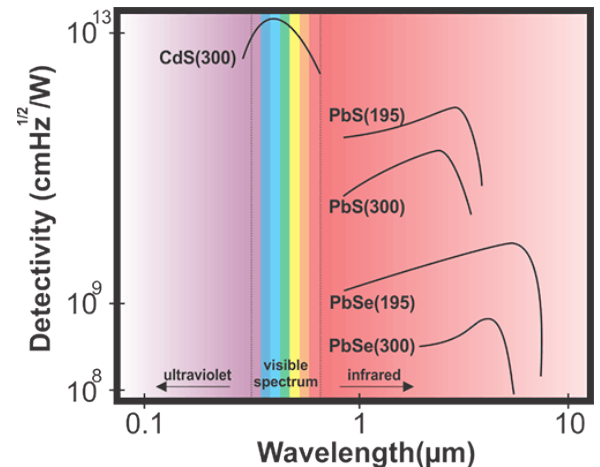


Figura 1. Funcionamento de LDRs de diferentes materiais

II. GRÁFICOS DO LDR

Os gráficos de dispersão foram ajustados a partir da corrente I_1 (LDR) em função da corrente I_2 (LED) pelo método dos mínimos-quadrados seguindo o modelo físico-matemático abaixo:

$$I_{LDR} = [C_1 \times I_{LED} + C_2] \times V_{LDR} \quad (3)$$

Assim, foi possível encontrar os coeficientes C_1 e C_2 da Eq. (3). Os valores podem ser vistos a seguir.

a) Tensão $V_1 = 5V$:

$$C_1 = 0.00113172$$

$$C_2 = 17.3962570$$

b) Tensão $V_1 = 8V$:

$$C_1 = 0.02716284$$

$$C_2 = -6.88152789$$

O erro quadrático médio(EQM) também foi calculado, utilizando a equação abaixo:

$$EQM = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^N (I_{Ajustado} - I_{Real})^2}{N}} \quad (4)$$

c) Tensão $V_1 = 5V$:

$$EQM_5 = 40.3334$$

d) Tensão $V_1 = 8V$:

$$EQM_8 = 122.5670$$

Figura 2. Gráfico de dispersão com $V_1 = 5V$

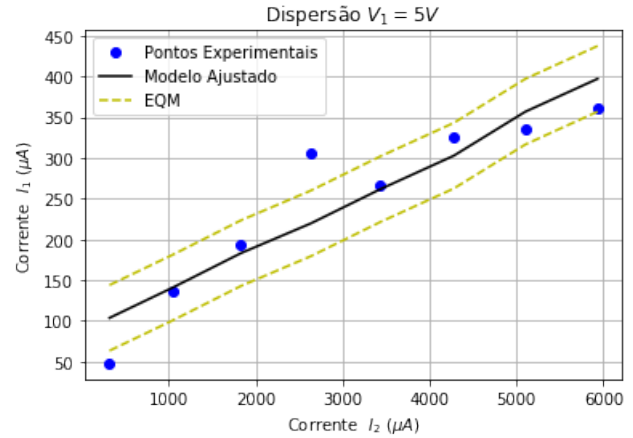


Figura 3. Gráfico de dispersão com $V_1 = 8V$

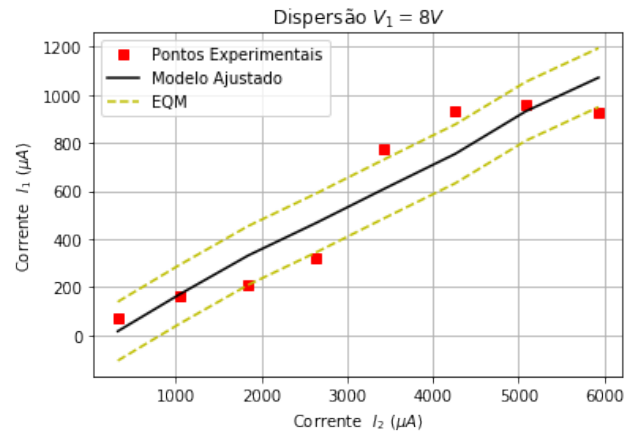
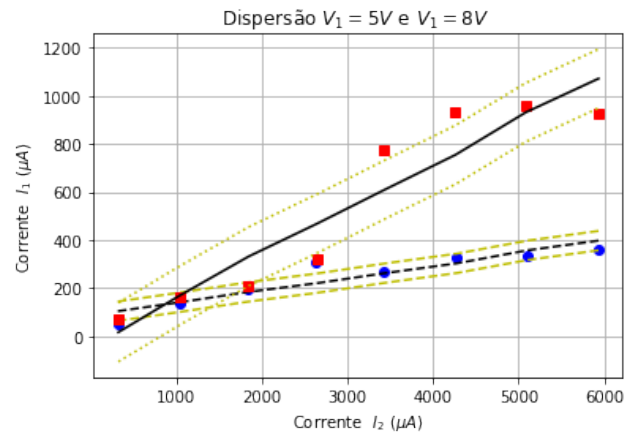


Figura 4. Gráfico de dispersão com $V_1 = 5V$ e $V_1 = 8V$



REFERÊNCIAS

- [1] Resistor Guide. Photo Resistor, 2018. [Online]. Available: <http://www.resistorguide.com/photoresistor/>
- [2] A. MENEZES, Tudo sobre LDR (resistor dependente da luz), 2018. [Online]. Available: <http://mundoengenharia.com.br/tudo-sobre-ldr-resistor-dependente-da-luz/>
- [3] F. dos REIS, O que é um LDR (Light Dependent Resistor). [Online]. Available: <http://www.bosontreinamentos.com.br/electronica/curso-de-electronica/curso-de-electronica-o-que-e-um-ldr-light-dependent-resistor/>
- [4] S. M. Rezende, Materiais e Dispositivos Eletrônicos, 2nd ed. Livraria da Física, 2004.