

**Uniube**

UNIUBE – CAMPUS VIA CENTRO – Uberlândia/MG

Cursos de Engenharia Elétrica

Disciplina: Materiais Elétricos

Aula 8

Dispositivos fotônicos

Revisão 1, de 02/006/2024

Prof. João Paulo Seno

joao.seno@uniube.br

1

**Uniube**

Referência para esta aula

- Unidade 4, Capítulo 8, “Dispositivos fotônicos e aplicações”, páginas 139 a 157, do livro ROCHA, M.F. et al. Materiais Elétricos. Porto Alegre: SAGAH, 2018. Disponível na Biblioteca A, acessível via AVA.

2

Introdução

- Do que estamos falando?
- Enquanto a eletrônica lida com a movimentação de elétrons e outras partículas carregadas, a fotônica lida com a movimentação de **fótons**;
- Os **fótons**, que são partículas elementares que compõem a luz, não possuem massa e transportam energia. Se movimentam cerca de 10 vezes mais rapidamente do que os elétrons;
- **Fótons** também podem ser vistos como “pacotes de energia”;
- A energia associada a um **fóton** é dada pela fórmula:

$$E = h \times \nu [J]$$

- onde E é a energia do fóton, medida em J (Joules), h é a constante de Planck ($6,62607004 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}$) e ν (ni) é a frequência.

3

Fenômenos envolvidos

- Absorção de energia do fóton;
- Emissão de energia na forma de fótons.

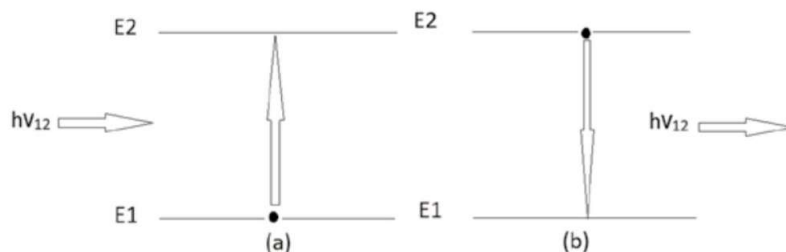
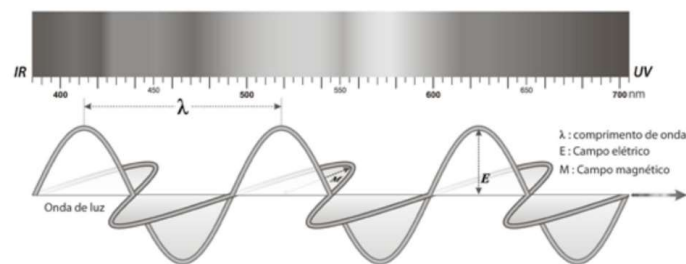


Figura 1. Representação dos fenômenos de (a) absorção de energia por um átomo e (b) emissão de energia pelo átomo.

4

Definição de luz

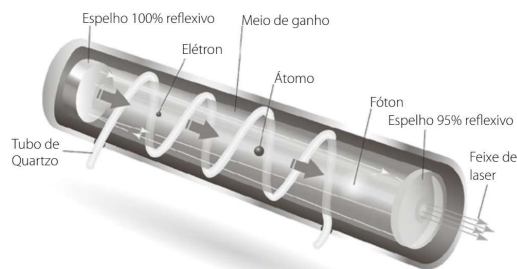
- Luz é uma onda eletromagnética formada por um campo magnético e um campo elétrico;
- Estes campos possuem amplitude e frequência (comprimento);
- A variação no comprimento de onda cria o espectro de luz, que varia do infravermelho ao ultravioleta, passando pelo espectro de luz visível ao olho humano (400 nm a 750 nm de comprimento de onda).



5

LASER

- Iniciais de *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*;
- Os fótons, todos de uma mesma frequência (monocromático), ao saírem do LASER, estão em fase (coerência).



6

Fibra ótica

- É um meio físico que permite a transmissão de luz por reflexões contínuas dentro de uma superfície até a chegada da outra extremidade, sem perdas. Usada para transmissão de dados. Pequena, com material de fácil instalação e gerenciamento e um bom custo-benefício.

A fibra óptica pode trabalhar em velocidades que chegam a mais de 99% da velocidade da luz e é capaz de enviar dados a uma taxa de 10 terabytes por segundos.

- Com a ideia de prender a luz dentro do material, os cientistas conseguiram desenvolver materiais transparentes o suficiente para conseguir transmitir os fótons a centenas de quilômetros de distância, sem que a luz seja absorvida ou perdida ao longo do caminho.

7

Dispositivos fotônicos com a optoeletrônica

- Se baseiam na conversão da energia óptica em energia elétrica, que pode ser feita por meio de:
 - Fotocondutividade;
 - Fotodiodos, fototransistores, LED's,...
 - Células solares.

8

Fotocondutividade

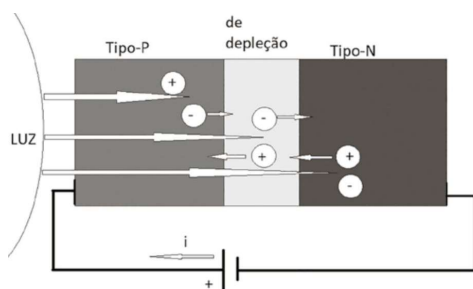
A fotocondutividade é, ao mesmo tempo, um fenômeno óptico e eletrônico, no qual a condutividade de um material aumenta ou diminui de acordo com a incidência de radiação eletromagnética, como a luz visível, o infravermelho, o ultravioleta e as radiações gama.

Quando um semicondutor absorve luz, o número de elétrons livres e de lacunas aumenta, fazendo com que a condutividade do material também aumente. Para haver geração de eletricidade, a luz incidente no semicondutor precisa ter energia suficiente para conseguir excitar elétrons ao ponto de mudarem de nível de energia.

9

Fotodiodos

Assim como na fotocondutividade, o semicondutor, ao absorver luz, aumenta o número de elétrons livres, bem como o número de lacunas. Os elétrons, ao moverem-se pela camada de depleção, aumentam a corrente reversa (também chamada de fotocorrente), proporcionalmente à intensidade da luz (Figura 5).

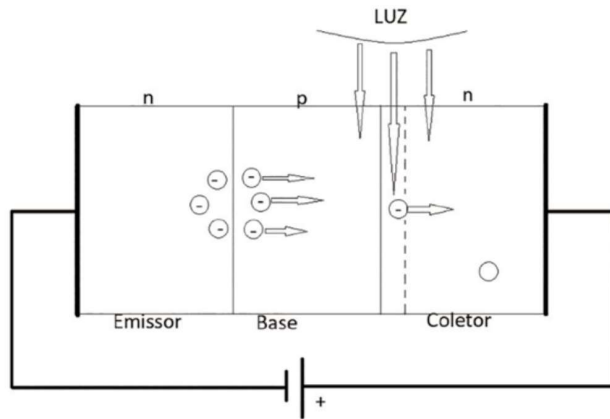


Os fotodiodos são empregados em sistemas de medição de luminosidade, como os fotômetros de câmeras fotográficas (e luxímetros) e receptores de sinais de controle remoto.

10

Fototransistor

- A diferença em relação ao fotodiodo é que o fototransistor consegue amplificar o sinal.



11

LED – Diodo Emissor de Luz

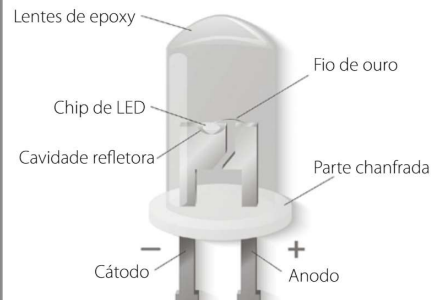
O LED é um semicondutor que converte corrente elétrica em luz (do espectro visível ao infravermelho). Nos LEDs, os elétrons livres e as lacunas combinam-se de forma a emitirem luz a partir da junção PN (Figura 9). Ao serem diretamente polarizado, os elétrons dos cristais tipo N e do tipo P atravessam a camada de depleção e se recombinam; devido a essa recombinação, a energia liberada é dissipada na forma de luz. O Quadro 1 mostra a formação das cores do LED, que dependem do tipo de cristal e da dopagem.

12

Quadro 1. Formação das cores dos LEDs

| Material — Cristal/Dopagem | Cor |
|----------------------------|---------------------|
| GaAs | Infravermelho |
| GaAsP | Vermelho ou amarelo |
| GaP + dopagem de Zn e O | Vermelho |
| GaP + dopagem de N | Verde ou amarelo |
| GaN | Azul |

Fonte: Adaptado de Schmidt (2010).



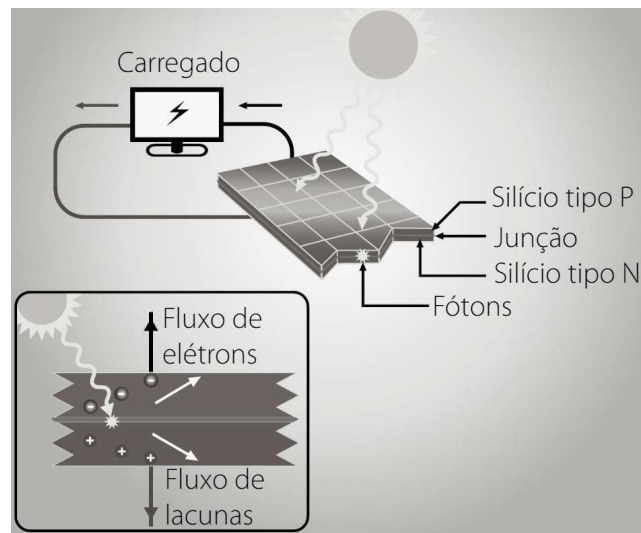
13

Células fotovoltaicas

As células fotovoltaicas utilizam a luz solar para gerar energia elétrica. Assim como nos semicondutores mostrados anteriormente, a luz solar gera novos portadores de cargas. Quando os elétrons livres e as lacunas atingem a junção PN, eles são separados pelo campo da camada de depleção (Figura 10). Assim, um elemento fotovoltaico força a corrente a fluir no circuito externo; dessa forma, a energia solar é convertida em energia elétrica.

14

Células fotovoltaicas



15

Fim

16