

Sumário

Introdução	5
Diodo emissor de luz	6
Princípio de funcionamento	7
Parâmetros característicos do LED	8
Corrente direta nominal	8
Corrente direta máxima	9
Tensão direta nominal	9
Tensão inversa máxima	9
Outros tipos de LEDs	10
LED bicolor	10
LED infravermelho	11
Utilização do LED	11
Apêndice	13
Questionário	13
Bibliografia	13



Espaço SENAI

Missão do Sistema *SENAI*

Contribuir para o fortalecimento da indústria e o desenvolvimento pleno e sustentável do País, promovendo a educação para o trabalho e a cidadania, a assistência técnica e tecnológica, a produção e disseminação de informação e a adequação, geração e difusão de tecnologia.

Introdução

A maioria dos aparelhos eletrônicos faz uso de mostradores luminosos que são empregados para indicar, por exemplo, se um equipamento está ligado ou desligado; ou mesmo para exibir valores numéricos ou mensagens em painéis de calculadoras eletrônicas, telefones celulares etc. Esses mostradores luminosos são fabricados com base nas propriedades ópticas de alguns materiais semicondutores que podem emitir luz quando polarizados adequadamente. O componente que é fabricado com essas características é denominado de LED. Essa sigla é a abreviação do termo inglês *Light Emitting Diode*, ou Diodo Emissor de Luz, na língua portuguesa.

Este fascículo tratará das principais características e do princípio de funcionamento do diodo emissor de luz, com o objetivo de capacitar o leitor a utilizar esse componente em suas atividades.



Para a boa compreensão do conteúdo e desenvolvimento das atividades contidas neste fascículo, o leitor deverá estar familiarizado com os conceitos relativos a:

* Diodo semicondutor.

Diodo emissor de luz

O diodo emissor de luz é um tipo especial de junção semicondutora que emite luz quando diretamente polarizada. A sigla LED surgida do termo inglês *Light Emitting Diode*, é a denominação amplamente utilizada nas referências a esse componente.

A forma adotada para se representar o LED em diagramas de circuito é essa mostrada na **Fig.1**.

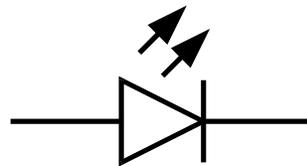


Fig.1 Representação de circuito de um diodo emissor de luz.

LEDs são encapsulados nas mais diversas configurações, algumas das quais estão ilustradas na **Fig.2**.

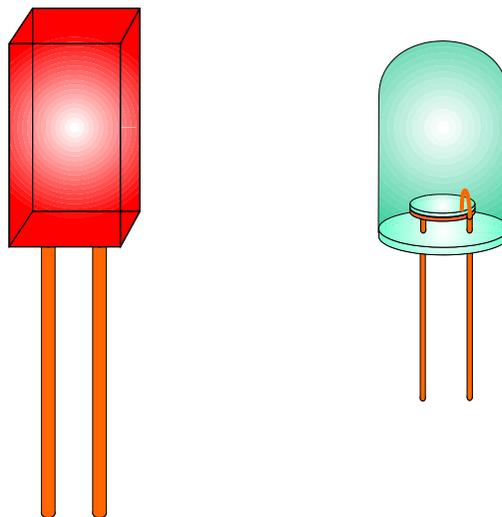


Fig.2 Alguns encapsulamentos típicos de LEDs.

O cátodo do LED pode ser identificado como sendo o terminal localizado próximo ao corte lateral na base do encapsulamento, conforme indicado na Fig.3.

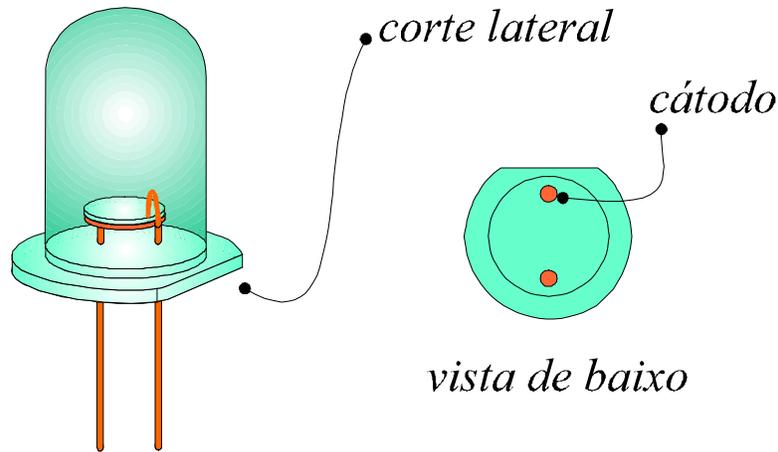


Fig.3 Identificação do cátodo de um tipo comum de LED.

LEDs são largamente utilizados como mostradores luminosos em uma variedade de equipamentos eletro/eletrônicos, em dispositivos de controle remoto, em sensores de alarmes residenciais ou industriais, ou mesmo como fontes de luz em sistemas de comunicações ópticas.

Dentre as características principais do diodo emissor de luz, pode-se destacar:

- Baixo consumo de energia.
- Imunidade a vibrações mecânicas.
- Pequenas dimensões.
- Alta durabilidade.

PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

Como ilustrado na Fig.4, quando o diodo emissor de luz é polarizado diretamente, entra em condução, permitindo a circulação de corrente.

A corrente através do LED se processa através da injeção de lacunas provenientes do lado p e de elétrons, do lado n da junção. Dessa forma, uma grande quantidade de elétrons e lacunas coexistem em uma estreita região nas proximidades da junção.

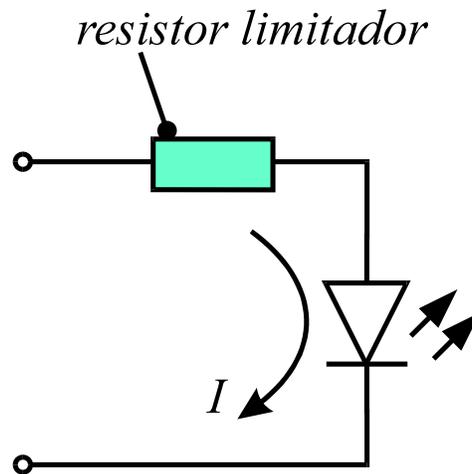


Fig.4 Diodo emissor de luz no regime de condução.

A coexistência de elétrons e lacunas possibilita a ocorrência de **processos de recombinação elétron/lacuna**. Recombinação é o nome que se dá ao processo de captura de elétrons por lacunas existentes nas ligações entre átomos do cristal semiconductor. Nesse processo, o elétron libera energia na forma de um fóton de luz, conforme ilustrado na **Fig.5**.

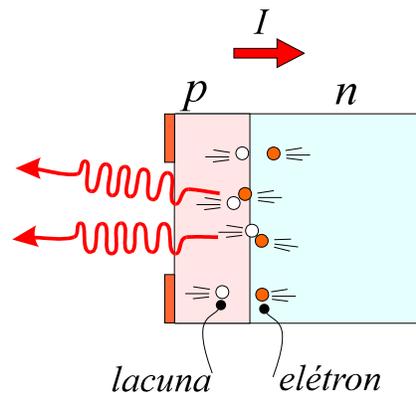


Fig.5 Emissão de fótons por processos de recombinação na junção *pn*.

PARÂMETROS CARACTERÍSTICOS DO LED

A seguir são apresentados alguns dos parâmetros de especificação de um LED.

CORRENTE DIRETA NOMINAL

A corrente direta nominal, denotada pelo parâmetro I_F é o valor de corrente de condução especificado pelo fabricante para o qual o LED apresenta

um rendimento luminoso ótimo. Esse valor é tipicamente 20mA para LEDs disponíveis comercialmente.

CORRENTE DIRETA MÁXIMA

A corrente direta máxima, denotada pelo parâmetro I_{FM} , corresponde ao valor máximo da corrente de condução que pode fluir através do LED, sem que este venha a sofrer ruptura estrutural.

TENSÃO DIRETA NOMINAL

A tensão direta nominal, denotada pelo parâmetro V_F é a especificação fornecida pelo fabricante para a queda da tensão típica através do LED quando a corrente de condução atinge o valor nominal I_F , como ilustrado na **Fig.6**.

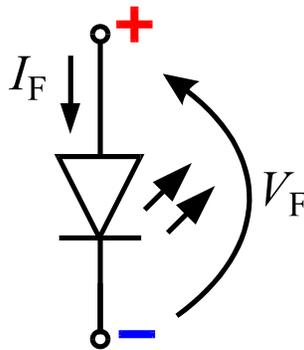


Fig.6 Queda de tensão e corrente nominais em um LED.

TENSÃO INVERSA MÁXIMA

A tensão inversa máxima, denotada pelo parâmetro V_R , é a especificação para o valor máximo da tensão inversa que pode ser aplicada ao LED sem que este venha a sofrer ruptura. A tensão inversa máxima em LEDs comerciais é tipicamente da ordem de 5V.

A **Tabela 1** lista as características de alguns LEDs disponíveis comercialmente.

Tabela 1 Parâmetros característicos de alguns LEDs comerciais.

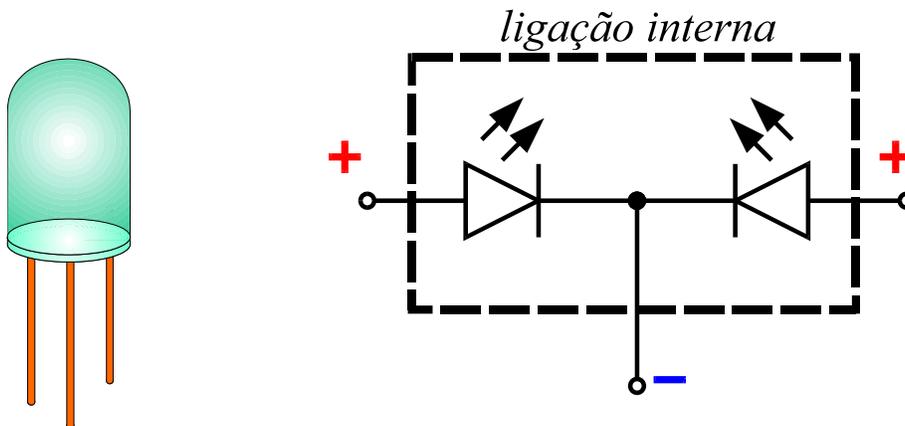
LED	Cor	$V_F (I_F = 20\text{mA})$	$I_F \text{ máx}$
LD 30C	vermelho	1,6V	100mA
LD 37I	verde	2,4V	60mA
LD 35I	amarelo	2,4V	60mA

O diodo emissor de luz pode ser testado seguindo o mesmo procedimento de teste do diodo comum; ou seja, com o emprego de um multímetro selecionado para medição de resistência. O painel do instrumento deve indicar valores de alta e baixa resistência ao se alternar a posição dos terminais de conexão do multímetro aos terminais do LED. Geralmente o LED acende durante o teste com polarização direta.

OUTROS TIPOS DE LEDs

LED BICOLOR

O LED bicolor consiste essencialmente de dois LEDs colocados em um único encapsulamento, conforme ilustrado na **Fig.7**. Esse dispositivo tem três terminais, um dos quais é comum a ambos os LEDs do encapsulamento. A cor da luz emitida pode ser selecionada alimentando-se o par de terminais referente a essa cor.

**Fig.7** LED bicolor e representação de circuito das conexões elétricas.

LED INFRAVERMELHO

Existem LEDs que emitem luz no infravermelho, que é uma forma de radiação invisível ao olho humano. Apesar de não se poder observar a luz emitida de um LED infravermelho, esse dispositivo apresenta o mesmo princípio de funcionamento dos LEDs convencionais.

LEDs infravermelhos são utilizados principalmente em alarmes residenciais e industriais, em dispositivos de controle remoto e em sistemas de comunicações ópticas.

UTILIZAÇÃO DO LED

O emprego do LED em tensões contínuas exige a fixação da sua corrente direta nominal. A limitação da corrente pode ser feita através de um resistor conectado em série com o LED.

A **Fig.8** ilustra o diagrama de um circuito retificador de onda completa que utiliza um LED como indicador de fornecimento da tensão de saída do circuito.

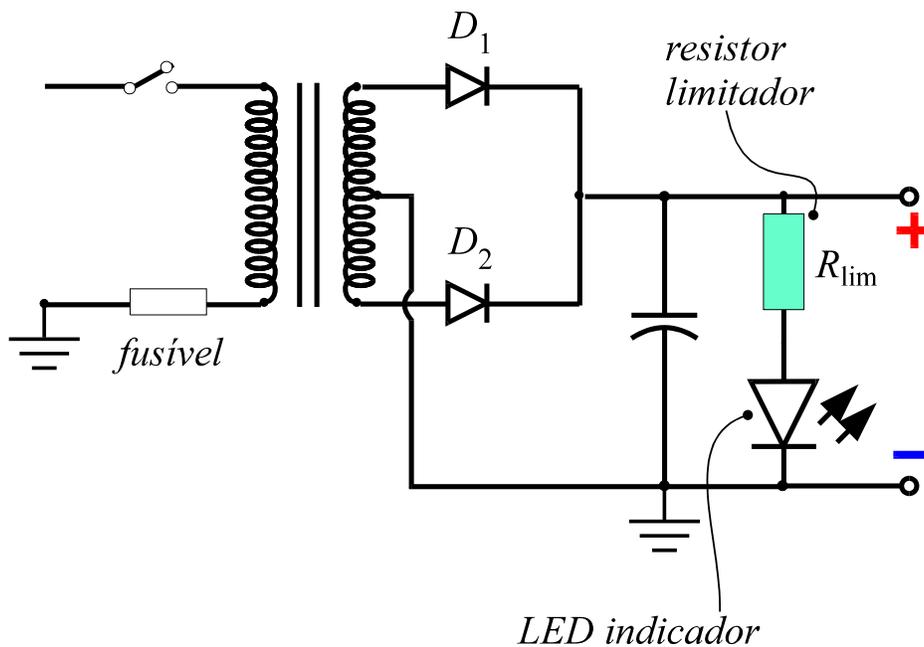


Fig.8 Circuito retificador de onda completa com LED indicador da tensão cc.

O valor de resistência do resistor limitador pode ser obtido da expressão

$$R_{\text{lim}} = \frac{V_{\text{cc}} - V_{\text{B}}}{I_{\text{F}}} \quad (1)$$

onde

- V_{cc} = tensão de saída da fonte.
- V_{F} = tensão nominal de condução do LED.
- I_{F} = corrente nominal de condução do LED.

Exemplo 1: Determinar a resistência do resistor limitador para uma fonte que fornece uma tensão cc de 10 V, para utilização de um LED LD30C, como mostrador luminoso.

Da segunda linha da **Tabela 1**, tem-se que

$$V_{\text{F}} = 1,6 \text{ V} , I_{\text{F}} = 20 \text{ mA}$$

Utilizando o valor $V_{\text{cc}}=10 \text{ V}$ da **Tabela 1**, resulta,

$$R_{\text{lim}} = \frac{10 - 1,6}{0,02} = \frac{8,4}{0,02}$$

$$\Rightarrow R_{\text{lim}} = 420 \Omega$$

Nessas condições, a potência dissipada no resistor seria,

$$P = (V_{\text{cc}} - V_{\text{B}}) \times I_{\text{F}} = (10 - 1,6) \times 0,02 = 8,4 \times 0,02$$

$$\Rightarrow P = 168 \text{ mW}$$

Apêndice

QUESTIONÁRIO

1. O que é um diodo emissor de luz e qual a sigla utilizada para sua representação?
2. Quais as características principais de um diodo emissor de luz?
3. Qual a forma adequada de polarização de um diodo emissor de luz?
4. Que parâmetros são normalmente utilizados pelo fabricante para representar as condições e limites de operação de um diodo emissor de luz?
5. Que aplicações fazem uso do diodo emissor de luz que emite no infravermelho?

BIBLIOGRAFIA

CURSO DE SEMICONDUTORES; diodos emissores de luz. São Paulo. Nova Eletrônica, (38): 121-3, abr./80

DAMAYE, R. Optoeletrônica: Fundamentos teóricos y aplicaciones practicas Opto-electronique; bases théoriques et applications pratiques Trad. de Daniel Santano y Leon. Madrir, Paraninfo, 1974, 243 pp. ol.

DEBOO G. J. BURROUS, C. N. Integrated circuits and semiconductor devices: theory and aplications. New York, Mc Graw-Hill, 1971, 655pp.

SINGH, J., Semiconductor optoelectronics: Physics and Technology, New York, McGraw-Hill, Inc., 1995.