



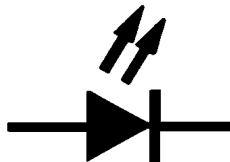
Diodos Especiais

Introdução

Com a diversificação dos tipos de materiais e da forma de construção utilizados para o desenvolvimento de componentes semicondutores, foi possível observar a ocorrência de diferentes tipos de fenômenos físicos. Alguns deste fenômenos foram aproveitados para o desenvolvimento de componentes eletrônicos especiais.

LED

É um tipo especial de diodo semicondutor que emite luz quando é polarizado diretamente. O nome LED vem de sigla em inglês Light Emitting Diode ou diodo emissor de luz. Ele é representado pelo símbolo da figura a seguir:



Símbolo do diodo emissor de luz – LED

Os diodos LED são encontrados com as mais diversas formas e dimensões. A figura seguinte apresenta alguns tipos construtivos de diodos LED. Tipos de diodos LED

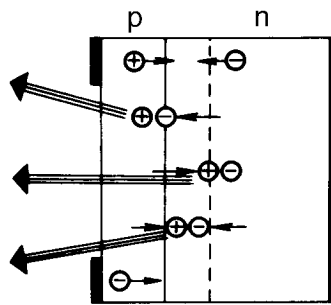


Tipos de diodos LED

Funcionamento

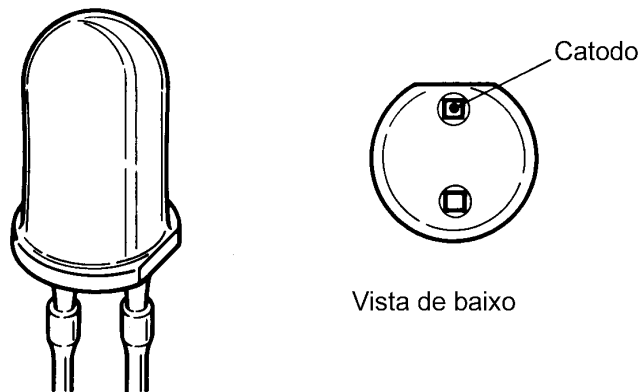
A circulação da corrente se processa pela liberação de portadores livres na estrutura dos cristais.

O deslocamento de portadores de banda de condução provoca a liberação de energia (emissão de fótons) em forma de luz.



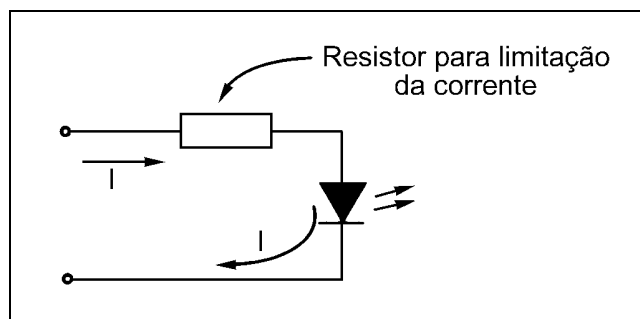
Fenômeno de emissão de fótons

O cátodo de um diodo LED pode ser identificado por um “corte” na base do encapsulamento.



Localização do cátodo em um diodo LED

Quando o diodo LED é polarizado diretamente entra em condução, permitindo a circulação de corrente.



Ligação do diodo LED

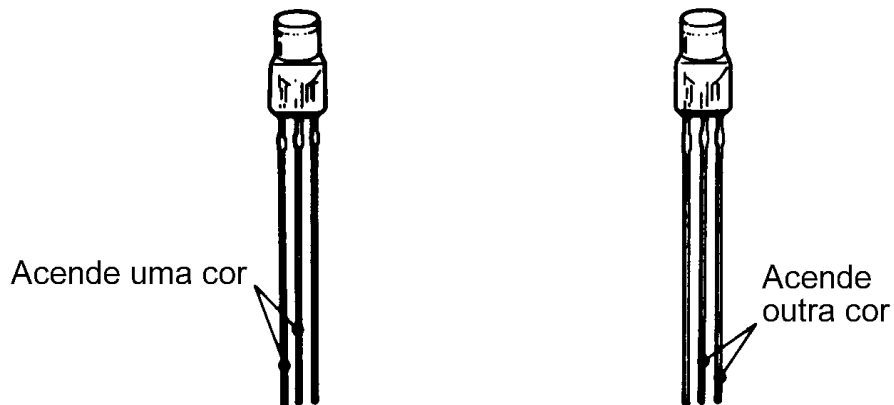


O diodo LED é utilizado principalmente em substituição às lâmpadas incandescentes de sinalização, devido a uma série de vantagens que apresenta, tais como:

- Baixo consumo
- Alta resistência a vibrações
- Nenhum aquecimento
- Grande durabilidade

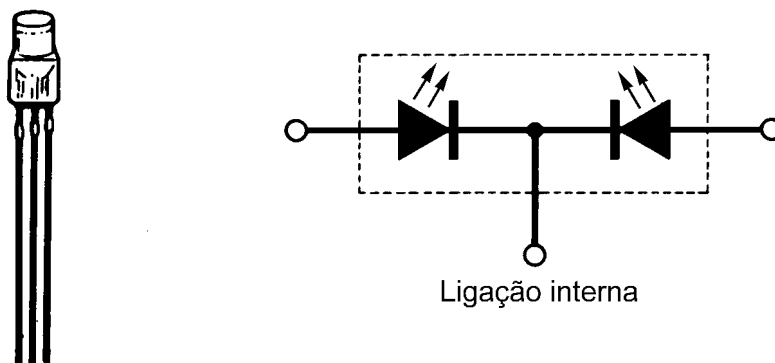
LED bicolor

O LED bicolor consiste, na verdade, de dois LEDs colocados dentro de uma mesma cápsula. Estes LEDs têm três terminais.



LED bicolor

Um dos terminais é comum aos dois LEDs. Dependendo da cor que se deseja acender, polariza-se um dos diodos.



Terminais do LED bicolor



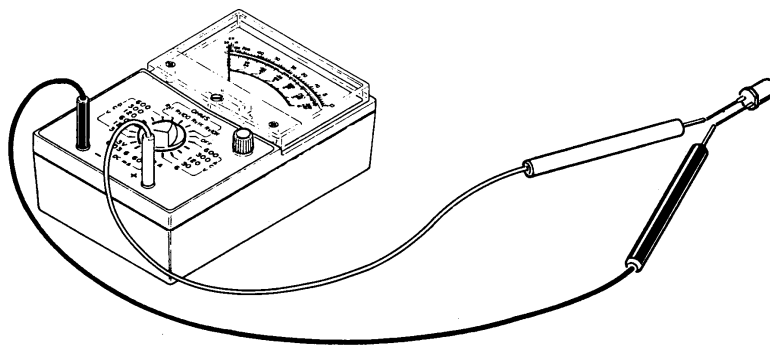
LED infravermelho

A luz infravermelha é um tipo de luz que não é visível ao olho humano. Este tipo de luz é usado principalmente em alarmes contra roubos e circuitos do gênero.

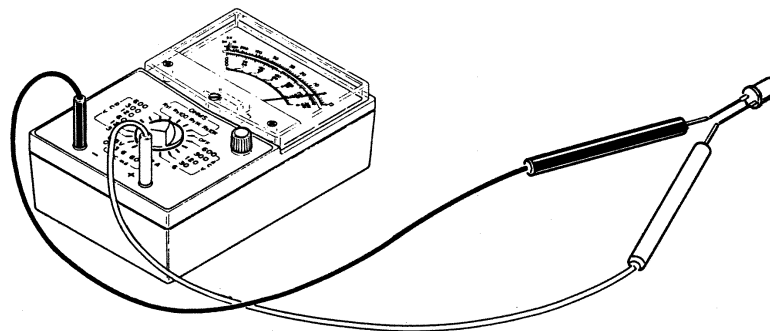
Existem diodos LEDs que emitem luz infravermelha. Estes LEDs funcionam como os outros, porém a olho nu não se pode observar se estão ligados ou não.

Teste do diodo LED

Os diodos LED podem ser testados como um diodo comum, usando um multímetro na escala de resistência. Em um sentido o teste deve indicar baixa resistência (terminal positivo do multímetro no ânodo do LED e negativo no cátodo), em outro, alta resistência (terminal negativo do multímetro no ânodo do LED e positivo no cátodo).



Polarização reversa durante o teste de um LED



Polarização direta durante o teste de um LED

Observações

A identificação dos terminais ânodo e cátodo também podem ser feitos com o multímetro, da mesma forma que um diodo comum.

Alguns multímetros analógicos têm a polaridade de sua pontas de prova invertidas quando colocados na escala de resistência.



Na maioria dos multímetros digitais é possível encontrar uma escala específica para medição de semicondutores.

Características dos diodos LED

As características importantes do diodo LED são:

- Corrente direta máxima (I_{FM})
- Corrente direta nominal (I_F)
- Tensão direta nominal (V_F)
- Tensão inversa máxima (V_R)

Corrente direta máxima (I_{FM})

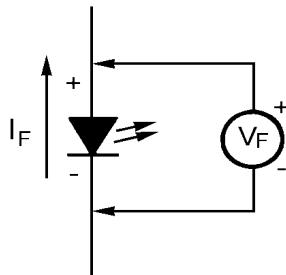
Especificação que define a corrente máxima de condução do diodo LED sem prejuízo para sua estrutura.

Corrente direta nominal (I_F)

É um valor de corrente de condução indicado pelo fabricante no qual o diodo LED apresenta um rendimento luminoso ótimo (normalmente 20mA).

Tensão direta nominal (V_F)

Especificação que define a queda da tensão típica do diodo no sentido de condução. A queda de tensão nominal (V_F) ocorre no componente quando a corrente direta tem valor nominal (I_F). Em geral, os LEDs operam com nível de tensão de 1,6 a 3,3V. A potência necessária está na faixa típica de 10 a 150 mW, com um tempo de vida útil de 100.000 ou mais horas.



Medição da queda de tensão sobre um LED

Para valores de corrente direta diferentes do valor nominal (I_F) a tensão direta de condução sofre pequenas modificações de valor.

Tensão inversa máxima (V_R)

Especificação que determina o valor de tensão máxima que o diodo LED suporta no sentido inverso sem sofrer ruptura.

A tensão inversa máxima dos diodos LED é pequena (da ordem de 5V) uma vez que estes componentes não tem por finalidade a retificação.



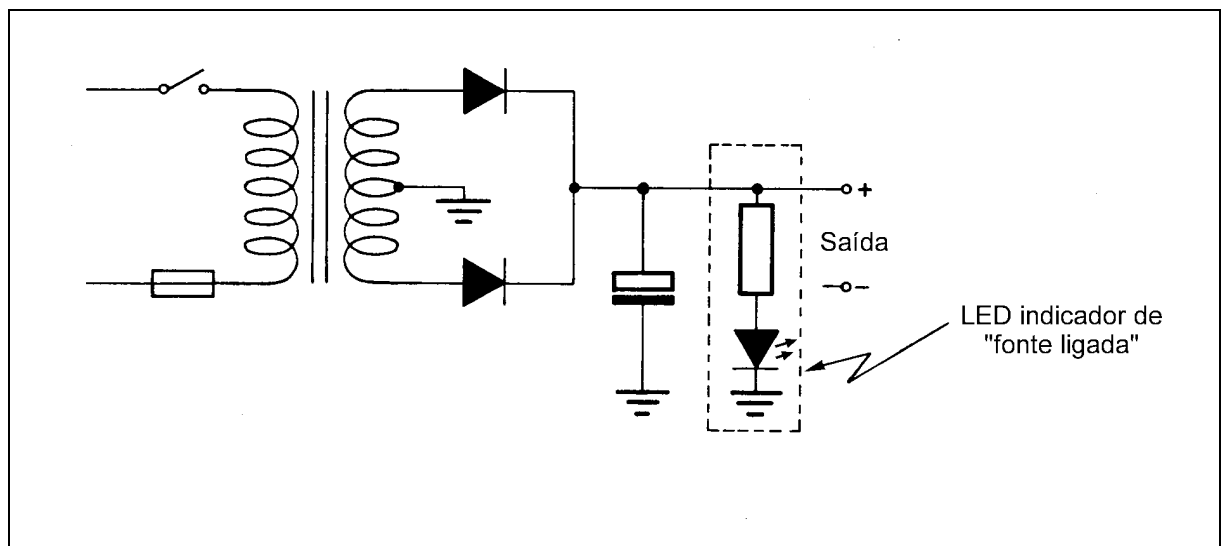
A tabela a seguir apresenta as características de alguns diodos LED.

LED	Cor	V_F a $I_F = 20\text{mA}$	I_F máx.
LD 30C	Vermelho	1,6V	100mA
LD 37I	Verde	2,4V	60mA
LD 35I	Amarelo	2,4V	60mA

Utilização do diodo LED em CC

A aplicação do diodo LED em tensões contínuas exige a fixação da sua corrente direta nominal (I_F). A limitação da corrente pode ser feita através de um resistor.

A figura seguinte apresenta um circuito retificador de onda completa que utiliza o diodo LED como indicador de fornecimento.



Aplicação do diodo LED

O valor do resistor limitador é dado pela expressão :

$$R = \frac{V_{CC} - V_F}{I_F}$$

Onde:

V_{CC} = tensão de saída da fonte

V_F = tensão nominal de condução do diodo LED

I_F = corrente nominal de condução do diodo LED





Tomando-se como exemplo a fonte retificadora da figura anterior com os seguintes valores:

V = tensão de saída da fonte = 10V (por exemplo diodo LED FLV 110).

Cor	I_F (mA)	V_F (V)	I_{FM} (mA)
Vermelho	20	1,7	50

O valor do resistor seria

$$R = \frac{V_{CC} - V_F}{I_F}$$

$$R = \frac{10 - 1,7}{0,02} = 415\Omega$$

$R = 390\Omega$ ou 470Ω em valores padronizados.

A potência do resistor seria aproximadamente:

$$P_R = V_R \cdot I_R$$

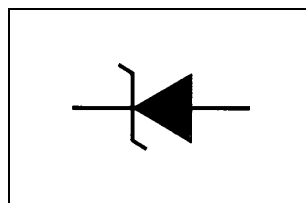
$$8,3V \cdot 0,02A = 166mW$$

Para trabalhar a frio:

$$P_R = 0,5W$$

Diodo Zener

O diodo zener é um tipo especial de diodo utilizado como regulador de tensão. A sua capacidade de regulação de tensão é empregada principalmente nas fontes de alimentação, visando a obtenção de uma tensão de saída fixa. Ele é essencialmente um regulador de tensão e é representado nos diagramas pelo símbolo a seguir.



Símbolo do diodo zener

Comportamento do diodo zener

O comportamento do diodo zener depende fundamentalmente da forma como é polarizado.

- Com polarização direta;
- Com polarização inversa.

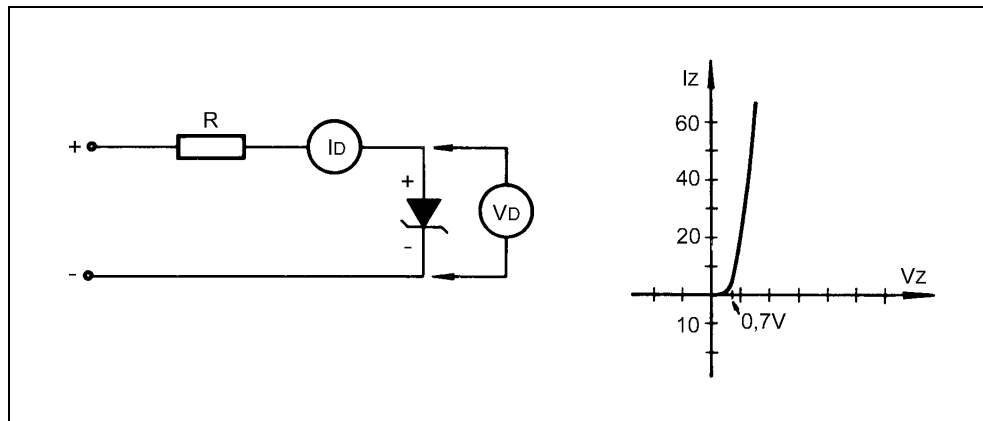




Polarização direta

Com polarização direta o diodo zener se comporta da mesma forma que um diodo retificador, entrando em condução e assumindo uma queda de tensão típica. Normalmente o diodo zener não é utilizado com polarização direta nos circuitos eletrônicos.

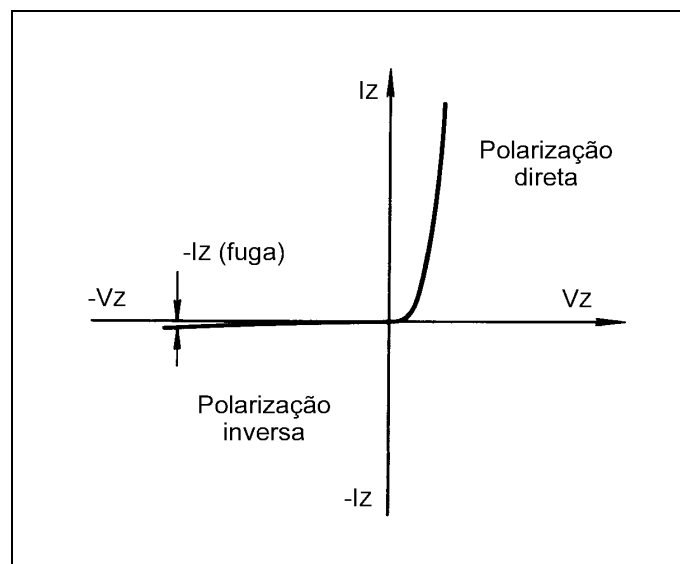
A figura a seguir mostra um diodo zener polarizado diretamente e a curva característica de condução.



Polarizado diretamente o diodo zener se comporta como um diodo retificador convencional

Polarização inversa

Até um determinado valor de tensão inversa, o diodo zener se comporta como um diodo comum, ficando em bloqueio. No bloqueio, circula no diodo zener uma pequena corrente de fuga, conforme mostra a figura abaixo.



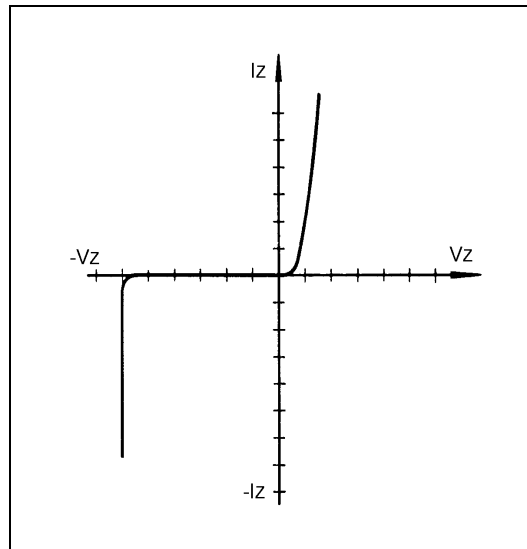
Corrente de fuga do diodo zener em polarização inversa

O sinal negativo de I_Z ($-I_Z$) na figura anterior indica que esta corrente circula no sentido inverso pelo diodo.



Em um determinado valor de tensão inversa, o diodo zener entra subitamente em condução, apesar de polarizado inversamente.

A corrente inversa aumenta rapidamente e a tensão sobre o zener se mantém praticamente constante.



Comportamento do diodo zener em polarização inversa

O valor de tensão inversa que faz com que o diodo zener entre em condução é denominado de tensão zener.

Tensão zener (V_Z) é a tensão que, aplicada inversamente a um diodo zener, provoca a sua condução.

Enquanto houver corrente inversa circulando no diodo zener, a tensão sobre seus terminais se mantém praticamente no valor de tensão zener.

O funcionamento típico do diodo zener é com corrente inversa, o que estabelece uma tensão fixa sobre seus terminais.

É importante observar que, no sentido reverso, o diodo zener difere do diodo retificador convencional.

Um diodo retificador nunca chega a conduzir intensamente no sentido reverso e se isto acontecer o diodo estará em curto, danificado permanentemente.

O diodo zener é levado propositalmente a conduzir no sentido reverso, visando obter a tensão zener constante sobre seus terminais, sem que isto danifique o componente.