

Diodo

É um dispositivo semiconductor cuja principal característica é conduzir a corrente numa só direção, caso a tensão sobre ele exceda um valor determinado, que depende do elemento químico com o qual é feito (Germanio 0,2 a 0,3V, Silício 0,6 a 0,7 V, arsenieto de gálio outros valores). O nome diodo vem da época em que se usavam válvulas termoiônicas com quantidades diferentes de filamentos (diodo, tetrodo, pentodo)...por isso chama-se de diodo "semiconductor".

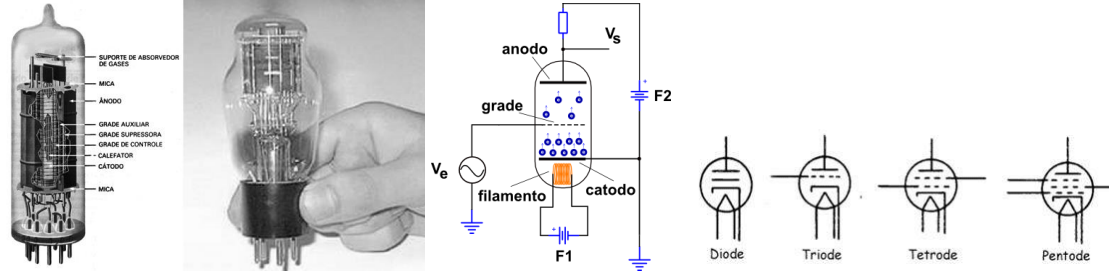
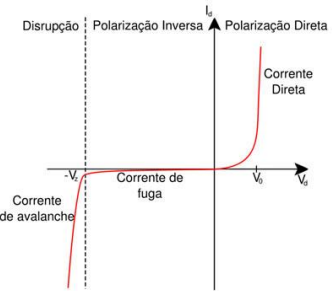


Fig1. Foto de válvula termoiônica, e seu tamanho. Exemplo de esquema interno, e tipos de válvulas

Na teoria se vê que o diodo se baseia na junção de 2 materiais tipo N e P (normalmente silício, tetravalente, com átomos de dopagem penta ou trivalente a cada 10^6 átomos de silício). Nesta junção se cria uma barreira neutra ("barreira de deplexão" ou "camada de carga especial"), que precisa ser vencida ao polarizar diretamente o diodo.



LED (light emitting diode) é um dispositivo semelhante, um tipo de diodo. Todo diodo ao conduzir eletricidade emite radiação eletromagnética, sendo que o LED emite numa radiação que é possível enxergarmos, exceto os leds infravermelhos usados em controle remoto de TV, DVD, projetores (que pode ser visto acendendo usando a câmara do seu smartphone).

A diferença principal entre um diodo comum e um LED é que a tensão de condução do LED é da ordem 1,5 a 2 Volts, enquanto os diodos são de 0,3 (germânio) ou 0,7 (silício). Alguns autores também chamam esta tensão como Vgama.

Existem leds de diversas cores, sendo mais comuns os vermelhos, mas também existem amarelo, verde, azul e incolor. E atualmente existem leds de alta intensidade que, em conjunto, têm substituído lâmpadas incandescentes ou fluorescentes compactas (conhecidas por PL, da marca Philips, que foi umas das primeiras introduzidas).

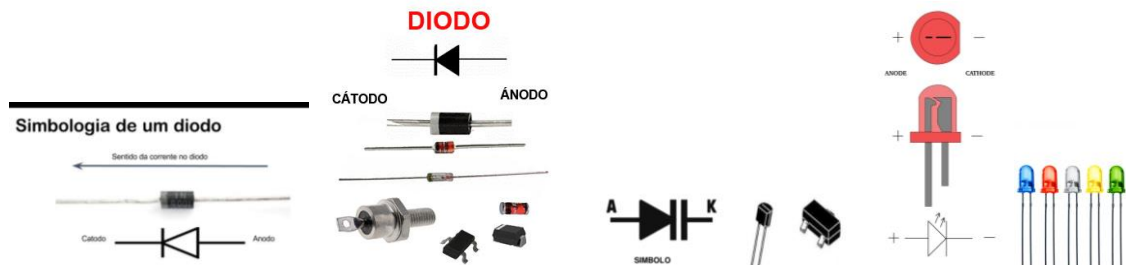


Fig2. Simbologia e exemplo de 1N4007 (tamanho de um grão de arroz), exemplos de 1N4148, diodo de potência (cerca de 2 ou + cm) e SMD (mm). Varicap. LEDs (pinagem e cores)

Aplicações:

- Retificação AC-DC (ex:1N4007)
- Sinalização (LEDs)
- Controle remoto (LED infravermelho)
- Demodulação de sinais (ex: 1N4148) em rádio receptor
- Sintonia (varicaps)
- Sensor (fotodiodos)
- Regulação de tensão (manter fixa a V, usando diodo zener)
- Ajuste de velocidade e intensidade usando SCR e TRIACs (semicondutores especiais semelhantes a diodo, conduzem numa só direção, mas apenas parte do tempo, a ser visto em outras disciplinas)

Fotodiodo

O fotodiodo é um diodo semiconductor no qual a corrente inversa varia com a iluminação que incide sobre a sua junção PN.
A corrente que existirá sem nenhuma iluminação aplicada é geralmente da ordem dos 10mA nos fotodiodos de germânio e de 1mA nos fotodiodos de silício

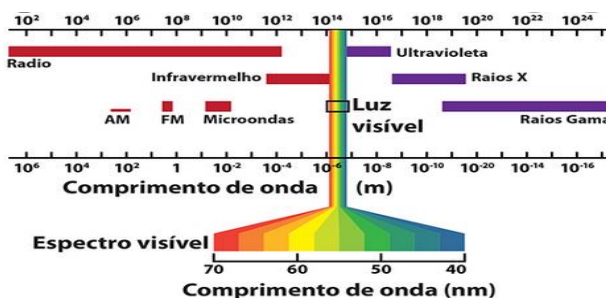
Características de um fotodiodo:

- Comprimento de onda (λ) da luz que acionará o dispositivo.
- Área sensível do componente que deverá receber o feixe de luz.

Aplicações dos fotodiodos:

- Sistemas de segurança anti-roubo.
- Abertura automática de portas.
- Regulação automática de contraste e brilho na TV.

Espectro de frequências em Hz (ciclos/segundo)

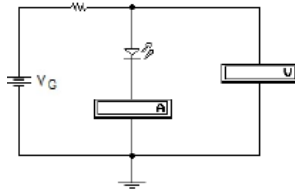


Polarização:

Significa ajustar o ponto de operação definindo a tensão e corrente sobre ele, colocando-se um R em série para limitar a corrente que passa por ele.

Há 2 modos de **dimensionar este resistor:**

a. **Graficamente**, sobrepondo a curva do diodo ao de um gerador real. Ou seja, escolhe-se o ponto de trabalho (ou ponto quiescente Q) até a curva do diodo fornecida pelo fabricante, e traça-se uma curva do ponto sobre o eixo de tensão até o ponto Q, estendendo a curva até cruzar o eixo da corrente. Este valor corresponde ao Icc do circuito equivalente de gerador real composto pelo gerador e o resistor limitador procurado. Assim, $R = V_g / I_{cc}$.



b. **Algebricamente**, usando-se um modelo aproximado de 3 possíveis a ser visto na teoria, mas em resumo:

na polarização reversa (ou inversa) sempre evitar V negativa em módulo $< |V_{revMax}|$

- **ideal**: substitui por curto na polarização direta e aberto na reversa;
- **quase ideal**: na polarização direta até $V_g < V_{gama}$, substitui por aberto; para $V_g \geq V_{gama}$, substitui por pilha invertida de valor V_{gama} .
- **quase real**: idem, mas acrescentando um Rd resistor do diodo pois o gráfico da corrente direta não é um reta com 90°, tem uma pequena inclinação.

Em resumo, coloca-se um R em série para limitar a corrente no diodo, dimensionando o valor mínimo a partir dos dados do fabricante, tensão de condução V_{gama} (V_g) e corrente direta máxima (I_{Dmax}): $R_{min} = (V_g - V_g) / I_{Dmax}$

PROCEDIMENTO

Materiais utilizados:

- Kit CC-CA; (ou fonte DC, protoboard, diodo 1N4007, led, R de 1kΩ)
- Pilha tipo moeda (CR2032 ou LR44)
- Fios para conexão (cabo pronto ou fios de cabo de par trançado, de rede)
- Multímetro analógico;
- Multímetro digital.

1. LED INFRAVERMELHO:

Use a câmara do seu smartphone para visualizar o LED IR do controle remoto do projetor do “telão” ou do ar condicionado (aperte a tecla power para acionar o led). A olho nu não se enxerga ele ser ativado, mas com a câmara do smartphone sim, pois ela tem sensibilidade numa faixa de frequência maior que a do olho humano.

2. IDENTIFICAÇÃO DE Anodo e Catodo

O Catodo é a ponta da seta, ou seja, por onde sai a corrente (alguns alunos chamam erroneamente de “negativo” do diodo/led). O anodo é por entra a corrente.

a. Visualmente

No 1N4007 e 1N4148 próximo ao catodo há um risco para indicá-lo.

No LED há 2 terminais, o mais Curto é o Catodo. Note também que do lado do catodo há um chanfro (corte reto) no led, que é redondo.

b.com pilha (LED): usando pilha tipo moeda (CR2032) ou tipo aspirina (LR44), de 3 Volts.

Ligue o catodo no positivo e o anodo no negativo, deve ficar apagado. Inverta e deve acender. (com isso pode-se identificar os terminais caso esteja cortados dde mesmo tamanho).

c.com MM analógico

Com MM A em escala de resistência, meça a R do diodo num sentido (DIRETA:+ do MM no anodo, - no catodo), a R deve dar baixa (o ponteiro se move). Inverta (polarização reversa) e a R deve dar alta. Se em ambas der Ralta ou em ambos der Rbaixa, ele queimou em aberto ou em curto.

Diodo: Rdireta=_____ Rreversa=_____ LED: Rdireta=_____ Rreversa=_____

Mude de escala para uma menor, e observe ainda que o led brilhará mais (para diodo não precisa fazer isso).

OBS: MM A também é muito usado para ter uma noção do tamanho de um capacitor.

Coloque seus terminais em curto para descarregá-lo, e depois meça a R com o MMA.

Como inicialmente ele terá corrente, a R será nula, à medida que se carrega, a R vai ao infinito, e quanto maior a capacitância C, mais devagar ele se carrega. Assim, ele sempre vai mover o ponteiro de R baixa para Ralta, e a velocidade com que o ponteiro se move dá uma ideia do tamanho de C.

d. com MM digital

Coloque o MM D em escala de diodo/continuidade.

Num sentido (polarização REVERSA: - do MM no anodo, + no catodo), deve dar circuito aberto (OL ou I, dependendo do MM).

No outro sentido (polarização DIRETA: + do MM no anodo, - no catodo), aparece o valor do V_g (cerca de 0.6 a 0.7V para 1N4007, de 1.5 a 2V para os leds).

3. LEVANTAMENTO DA CURVA:

- a. Para o diodo e depois o led, monte o circuito
- b. Varie a V do gerador, medindo a V e I no led/diodo. (R=1kΩ).

OBS:

- para V negativa, basta inverter os terminais da fonte.
- não chegaremos até a V_{revMax} para não correr o risco de ruptura (avalanche), ou seja, para não queimar o componente.
- ao usar o kit CC-CA, cuidado com as molas, que funcionam como o protoboard. Ou seja, insira o fio verticalmente. **E NÃO FORCE A PONTA DE PROVA NA MOLLA**, para não estragá-la. Apenas encoste, ou troque a ponta original do MM por um cabo banana-jacaré, ou enrole firmemente um fio AWG26 de cabo de par trançado na ponta. Para isso, descaque uns 2 cm, passe na ponta, e enrole o fio encapado POR CIMA do fio desencapado (não é ideal mas quebra o galho quando não se tem o banana-jacaré disponível).
- tanto faz o R estar antes ou depois do diodo para limitar a corrente basta que esteja em série.
- no LED observe como se comporta o brilho do LED a medida que aumenta a I que passa por ele.
- não confunda I_d (de diodo) com I_D ou I_{DIR} (de corrente DIRETA, ao contrário de R de polarização reversa)

V_G (V)	V_{diodo} (V)	I_{diodo} (mA)
-10		
-5		
-1		
0		
0,1		
0,2		
0,3		
0,4		
0,5		
0,6		
0,7		
0,8		
0,9		
1,0		
2,0		
5,0		
10,0		

V_G (V)	V_{LED} (V)	I_{LED} (mA)
-10		
-5		
-1		
0		
0,5		
1,0		
1,2		
1,3		
1,4		
1,5		
1,6		
1,7		
1,8		
1,9		
2,0		
5,0		
10,0		

V_G (V)	I_{1k} (mA)
-10	
-5	
-1	
0	
0,5	
1,0	
1,2	
1,3	
1,4	
1,5	
1,6	
1,7	
1,8	
1,9	
2,0	
5,0	
10,0	

V_G (V)	I_{2k2} (mA)
-10	
-5	
-1	
0	
0,5	
1,0	
1,2	
1,3	
1,4	
1,5	
1,6	
1,7	
1,8	
1,9	
2,0	
5,0	
10,0	

- c. Em casa, para o relatório. plote os dois gráficos $I_d \times V_d$ e $I_{LED} \times V_{LED}$ **no mesmo** papel linear milimetrado.
- d. Como muitos não fizeram em disciplina anterior o levantamento da curva característica de R, aproveite e retire o diodo do circuito, e ensaie para R=1KΩ e R=2K2Ω. Varie a V do gerador e 0 a 10V e meça a I que passa pelo R. Depois plote a curva dos dois resistores no mesmo papel mm em que plotou a curva do diodo e do led.

Perguntas:

1. A partir de que V o diodo e o LED começam a conduzir corrente?
2. Desenhe o modelo quase ideal do diodo e LED testados.
3. Qual o comportamento do brilho do LED em relação à corrente que passa nele?
4. Descreva com suas palavras como se pode verificar se um diodo ou LED não está queimado, utilizando um multímetro analógico ou digital?
5. Procure o *datasheet* (manual do fabricante) do 1N4001 ao 1N4007. Anote suas principais características, e a diferença entre eles, na forma de uma tabela.
5. Procure o *datasheet* (manual do fabricante) do 1N4148 e compare com o do 1N4007. Anote e compare suas principais características, na forma de uma tabela.
6. Recorte e cole fotos de diferentes tipos de diodos mencionados no início.