

# Diodos

- Elemento semiconductor pioneiro concebido por esse tipo de material, utilizado até os dias de hoje para retificar sinais (transformar sinais alternados em contínuos), portanto, aplicado em fontes CC, que são capazes de transformar corrente alternada em contínua.
- Esse componente pode se comportar como isolante ou condutor dependendo da polaridade e do módulo da tensão em seus terminais.
- Simbologia:

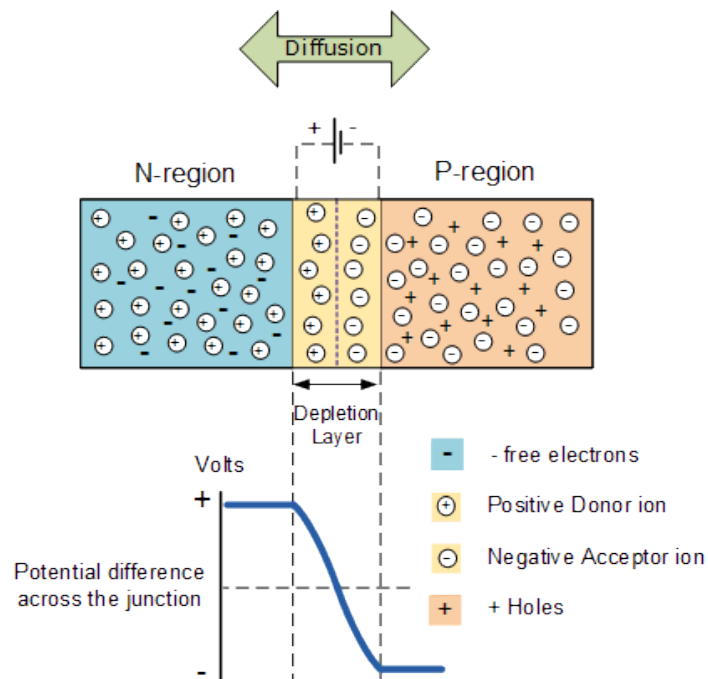


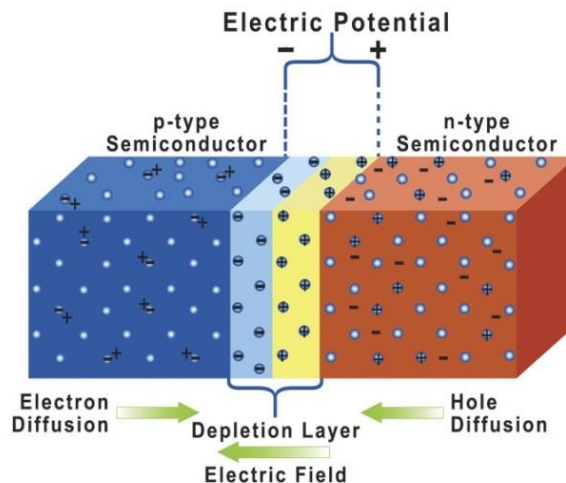
- Seu terminal da esquerda é denominado anodo (A) por se tratar do material semiconductor P, que é repleto de ânions e lacunas. Enquanto o terminal da direita é chamado catodo (K), feita de material semiconductor N, cheia de cátions e elétrons livres.
- A identificação dos terminais de um diodo podem se dar dessas duas formas:



- A parte que apresenta a listra prateada é o terminal do catodo. Também em seu corpo pode estar inscrita sua simbologia de modo a identificar catodo e anodo pela convenção simbólica.
- **JUNÇÃO PN**

- O diodo é composto por duas pastilhas de material semicondutor, que quando aquecidas, são capazes de se unir e após o resfriamento obtém-se a junção PN, portanto, o diodo também pode ser chamado de Diodo de Junção PN.
- **Barreira de Potencial:**
  - Durante o resfriamento da junção, ocorre um processo de acomodação entre os portadores de carga dos semicondutores, elétrons livres de N migram pra P (decorrente da difusão, ou seja, pouca densidade de elétrons livres no material P) e o inverso também com lacunas de P para N.
  - Este processo gera uma região, chamada de camada de depleção, na qual há a recombinação de lacunas e elétrons (elétrons passam a integrar os átomos, perdendo seu caráter livre), portanto sendo eletricamente neutro por não ter carga líquida dos portadores livres de carga justamente pela sua falta de liberdade.



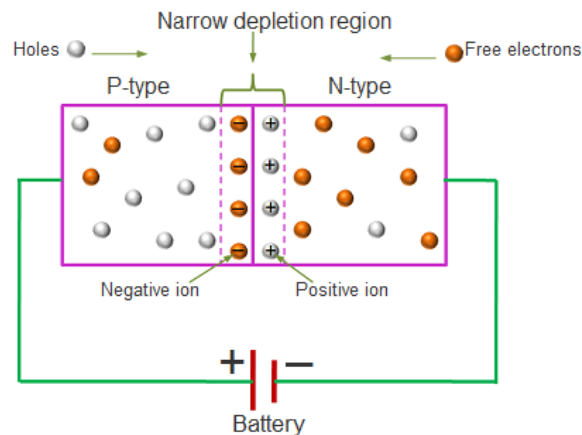


- O impacto da recombinação elétron-lacuna é o desequilíbrio elétrico na região de depleção: parte próximo ao material P da camada de depleção apresenta ânions (potencial negativo), enquanto a parte do material N tem cátions (potencial positivo), esse desequilíbrio é chamado de barreira de potencial. Internamente ao diodo, ele se comporta como uma fonte de tensão receptora (que recebe corrente no terminal positivo).
- A tensão criada internamente no diodo depende do material utilizado em fabricação. Em diodos de germânio (Ge) sua barreira tem aproximados 0,3V, quanto aos de silício (Si) chega próximo de 0,7V.
- A tensão interna do diodo não é captada por um voltímetro, pois a tensão é interna ao componente, não externa, entre os terminais do diodo não há tensão naturalmente.
- O diodo é eletricamente neutro, pois não realiza trocas elétricas com o ambiente.

- **POLARIZAÇÃO DO DIODO**

- A polarização do diodo determina como ele se comportará, sendo duas maneiras possíveis: direta ou inversa.

- Polarização Direta: O anodo (material P) recebe maior potencial e o Catodo (material N) recebe menor potencial.

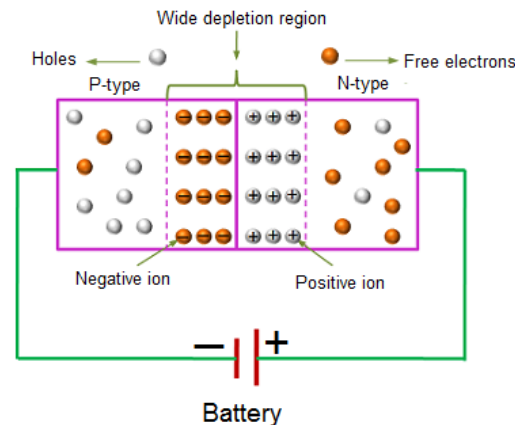


Forward bias

Copyright © Physics and Radio-Electronics, All rights reserved

- Na prática, um diodo não pode ser ligado diretamente à fonte, deve haver um resistor para limitar sua corrente e não danificá-lo.
- Polarizado diretamente, o positivo da fonte repele as lacunas do anodo, enquanto o negativo da fonte repele os elétrons livres do catodo. Assim, ocorre um breve encurtamento da região de depleção e o material assume um comportamento mais condutor.
- Se a tensão da fonte for mais intensa que a tensão da barreira de potencial, as forças repulsivas e atrativas da fonte são capazes de acelerar os portadores de carga, de modo suficiente à atravessar a região ausente de portadores (camada de depleção), assim permitindo um devido fluxo de portadores de carga, condução de corrente elétrica.
- A polarização direta permite circulação de corrente elétrica no diodo pelo movimento dos portadores de carga. Portanto, diodo polarizado diretamente indica um diodo em condução.
- O diodo nesse estado se assemelha a um interruptor fechado (desenhar circuito com lâmpada)

- Polarização Inversa: O anodo (material P) recebe menor potencial e o Catodo (material N) recebe maior potencial.



Reverse bias

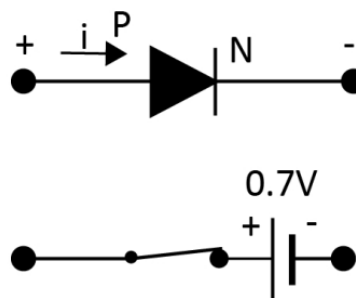
Copyright © Physics and Radio-Electronics, All rights reserved

- Lacunas e elétrons livres são atraídos da extremidade do semiconductor para os polos da fonte de tensão, a consequência é o alargamento da região de depleção, tal como intensificação do comportamento isolante do componente.
- Como não há fluxo de portadores majoritários pelo diodo, o diodo é considerado em bloqueio ou “em aberto”, semelhantemente a uma chave mecânica não acionada (desenhar outro circuito com lâmpada desligada).

## • CARACTERÍSTICAS NA CONDUÇÃO E BLOQUEIO DO DIODO SEMICONDUTOR

- Idealmente o diodo teria propriedades perfeitas como:
  - Quando em condução (polarização direta), apresentar resistência  $R_D = 0\Omega$ , como um interruptor fechado.
  - Quando em bloqueio (polarização inversa), se comportar como isolante perfeito, como um interruptor aberto, impossibilitando totalmente a existência de corrente elétrica.

- Consequência de imperfeições na purificação dos cristais semicondutores, as características divergem bastante das ideais.
- O diodo em condução é impactado pela barreira de potencial e pela sua resistência elétrica.
  - A barreira de potencial permite que o diodo conduza quando diretamente polarizado apenas após a tensão externa ser maior que a interna.
  - A resistência elétrica descaracteriza o diodo como condutor perfeito, apesar de ser um valor bem diminuto (menor que  $1\Omega$  quando em condução).
- O diodo se equivale ao seguinte circuito elétrico considerando barreira de potencial e resistência interna:



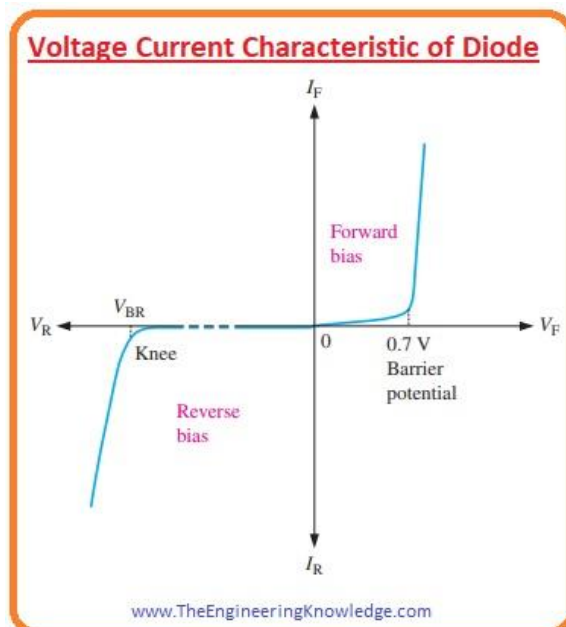
- Os contextos de aplicação do diodo real permitem com que ele se comporte de maneira bem semelhante ao ideal, pois tensões e resistências do circuito são relativamente maiores que seus valores ( $V_D = 0,7V$ ,  $R_D \cong 1\Omega$ )
- (Ilustrar o mesmo exemplo do livro “Dispositivos eletrônicos analógicos”, página 22, 23)
- O diodo real em bloqueio apresenta os portadores minoritários decorrente de imperfeição na purificação e ação da temperatura, não impedindo a existência de corrente elétrica quando polarizado inversamente. A corrente elétrica inversa é chamada de corrente de fuga, na magnitude de microampères, sendo bem irrelevante

para análise do circuito em relação a corrente do diodo em condução.

- O diodo em bloqueio se equivale ao seguinte circuito:  
(Desenhar resistor em paralelo ao interruptor aberto)

- **CURVA CARACTERÍSTICA**

- Os componentes eletrônicos têm curvas características que expressam seu comportamento, tal como determina sua condição de funcionamento em diferentes contextos.  
(Copiar imagem do livro na pág. 24)
- Região de Condução:
  - Nos primeiros valores de tensão, o diodo não apresenta corrente por conta da sua barreira de potencial.
  - Após o valor da barreira de potencial, o diodo é capaz de conduzir corrente, o aumento de tensão é proporcional ao da corrente.
- Região de Bloqueio:
  - Decorrente da sua imperfeição, ele permite a circulação da corrente de fuga, em microamperes. Há aumento progressivo da corrente elétrica no aumento de tensão elétrica.



- **VALORES MÁXIMOS DO DIODO EM CC**

- Fabricantes de diodo fornecem valores máximos do diodo em CC por meio da folha de dados (data sheet), que estabelece limites de tensão e corrente que o diodo pode apresentar sem ser danificado.
- Seus valores relevantes são corrente direta nominal ( $I_F$ , intensity forward) e tensão inversa máxima ( $V_R$ , voltage reverse).
- A **corrente direta nominal** corresponde ao valor máximo de corrente que pode circular no diodo sem danificá-lo.

Tipo	$I_F (A)$
1N4001	1
MR504	3

- Para evitar danificar o diodo, o valor da corrente no circuito que passe pelo diodo não deve extrapolar esse limite, para dimensionar isso no circuito, considere uma carga em série ao diodo:

$$I_D = \frac{V_{CC} - V_D}{R_L}$$

- $I_D$ : corrente de diodo
- $V_{CC}$ : tensão da fonte
- $V_D$ : tensão da barreira de potencial
- $R_L$ : resistência da carga
- A **tensão inversa máxima** corresponde ao maior valor que o diodo pode assumir, quando polarizado inversamente sem ocorrer sua ruptura.
- Quando um diodo é polarizado inversamente em um circuito, ele impede a circulação de corrente, portanto, a tensão aplicada fica totalmente sobre ele, enquanto os demais componentes não têm tensão:



$$V = R.I, \text{ se } I = 0A \rightarrow V = R.0A \therefore V = 0V$$

- (Copiar CKT da página 27)
- Cada diodo tem seu valor limite inverso de tensão, se haver aplicação de tensão mais intensa que o limite, a corrente de fuga que circulará pelo diodo o danificará.
- A seguinte tabela traz valores limites de tensões de diferentes diodos:

Tipo	$V_R(V)$
1N4001	50
1N4002	100
MR504	400
BY127	800

- A potência de dissipação de um diodo corresponde a potência térmica produzida por ele, deve ser dissipada de forma que o diodo não seja danificado. A potência de dissipação é dada conforme qualquer componente elétrico ou eletrônico:

$$P_D = V_D \cdot I_D$$

- Exemplo da página 28 da importância de respeitar o limite da potência de dissipação do diodo.

## • TESTE DE FUNCIONAMENTO

- O teste de funcionamento do diodo é feito com um multímetro na escala de resistência em Ohms. Deve ser realizado o teste de continuidade, tal como aferir sua diminuta resistência (polarizado diretamente) ou sua resistência elevada, quase idealmente infinita (polarizado inversamente).

- Se houver o caso em que o diodo é um curto ou aberto em ambas as polarizações, significa que o produto está avariado, sem condições de uso.
- Geralmente utiliza a ponta de prova vermelha/cinza para o anodo, e a preta para o catodo