

Aluno _____ turma _____

ELETRÔNICA ANALÓGICA – AULA 02

CAPÍTULO 2 - DIODOS

O primeiro componente fabricado com materiais semicondutores foi o diodo semicondutor que é utilizado até hoje para o entendimento dos circuitos retificadores, ou seja, aqueles que transformam CA em CC.

Esta unidade tratará do diodo, visando fornecer os conhecimentos indispensáveis para o entendimento dos circuitos que transformam CA em CC, ou seja, circuitos retificadores.

Para ter sucesso no desenvolvimento desses conteúdos, você já deverá ter conhecimentos relativos a corrente elétrica, materiais condutores, isolantes e semicondutores.

2.1 Diodo semicondutor

O diodo semicondutor é um componente que se comporta como condutor ou isolante elétrico, dependendo da forma como a tensão é aplicada aos seus terminais.

Uma das aplicações mais comuns do diodo é na transformação de corrente alternada em corrente contínua como, por exemplo, nos eliminadores de pilhas ou fonte CC.

A ilustração a seguir mostra o símbolo do diodo, de acordo com a norma NBR 12526.

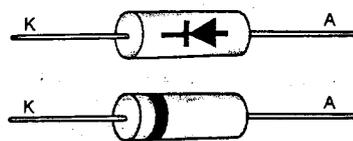


O terminal da seta representa um material P e é chamado de anodo e o terminal da barra representa um material N e é chamado de catodo.

A identificação dos terminais (anodo e catodo) no componente pode aparecer de diversas formas. A seguir estão representadas duas delas:

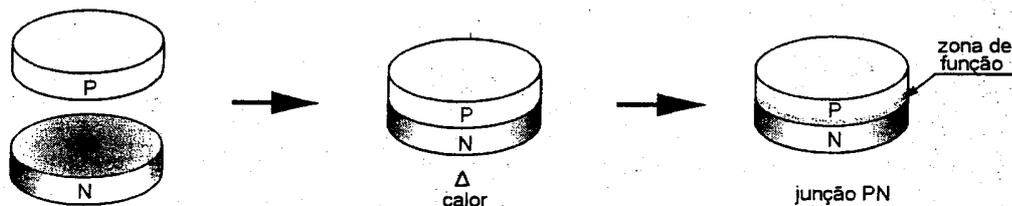
Símbolo do diodo impresso sobre o corpo do componente;

Barra impressa em torno do corpo do componente, indicando o catodo.



2.2 Junção PN

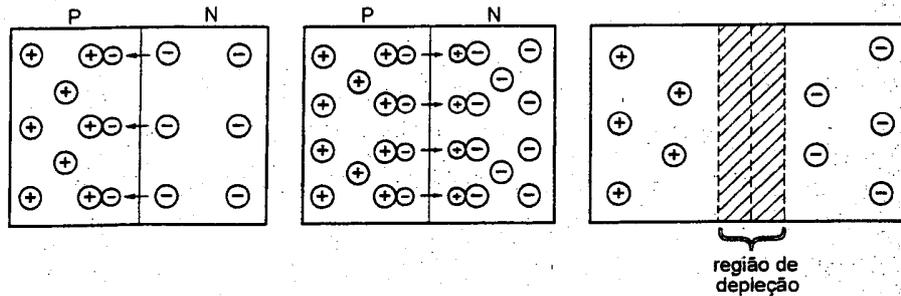
O diodo se constitui da junção de duas pastilhas de material semiconductor: uma de material N e outra de material P. Essas pastilhas são unidas através de aquecimento; formando uma junção entre elas. Por essa razão o diodo semiconductor também é denominado de diodo de junção PN.



Após a junção das pastilhas que formam o diodo, ocorre um processo de acomodação química entre os cristais. Na região da junção, alguns elétrons livres saem do material N e passam para o material P onde se recombina com as lacunas das proximidades.

O mesmo ocorre com algumas lacunas que passam do material P para o material N e se recombina com os elétrons livres.

Assim, forma-se na junção, uma região na qual não existem portadores de carga porque estão todos recombinados, neutralizando-se. Esta região é denominada de região de depleção.

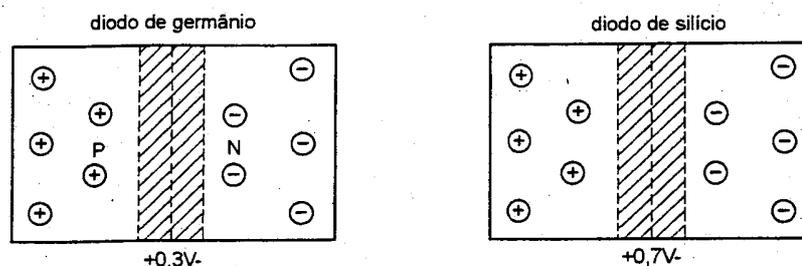


Como consequência da passagem de cargas de um cristal para o outro, cria-se um desequilíbrio elétrico na região da junção. Os elétrons que se movimentam do material N para o material P geram um pequeno potencial elétrico negativo.

As lacunas que se movimentam para o material N geram um pequeno potencial elétrico positivo.

Esse desequilíbrio elétrico é denominado de barreira de potencial. No funcionamento do diodo, esta barreira se comporta como uma pequena bateria dentro do componente:

A tensão proporcionada pela barreira de potencial no interior do diodo é material utilizado na sua fabricação. Nos diodos de germânio (Ge), a barreira de potencial é de aproximadamente 0,3 V e nos diodos de silício (Si), aproximadamente 0,7 V.



Observação

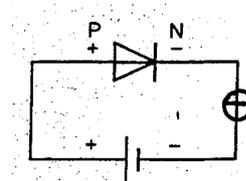
Não é possível medir a tensão da barreira de potencial utilizando um voltímetro nos terminais de um diodo porque essa tensão existe apenas dentro do componente.

O diodo continua neutro, uma vez que não foram acrescentadas nem retirados portadores dos cristais.

2.3 Polarização do diodo

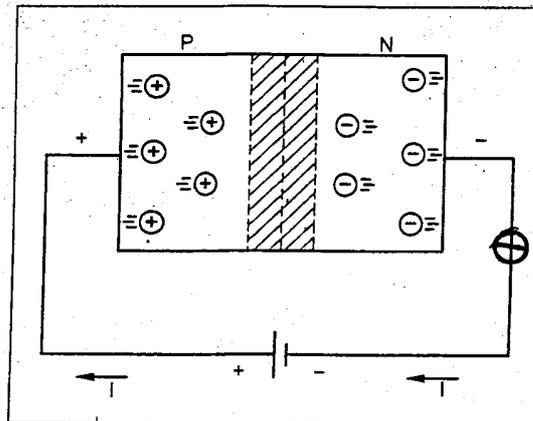
A aplicação de tensão sobre o diodo estabelece a forma como o componente se comporta eletricamente. A tensão pode ser aplicada ao diodo de duas formas diferentes, denominadas tecnicamente de polarização direta e polarização inversa.

A polarização é direta quando a tensão positiva é aplicada ao material P (anodo) e a tensão negativa ao material N (catodo).

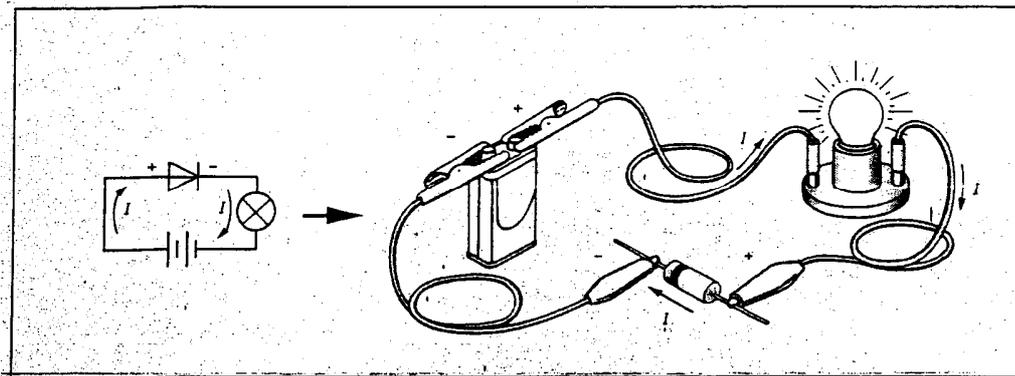


Na polarização direta, o pólo positivo da fonte repele as lacunas do material P em direção ao pólo negativo, enquanto os elétrons livres são repelidos pelo pólo negativo em direção ao pólo positivo

Se a tensão da bateria externa é maior que a tensão da barreira de potencial, as forças de atração e repulsão provocadas pela bateria externa permitem aos portadores, adquirir velocidade suficiente para atravessar a região com ausência de portadores, ou seja, a barreira de potencial. Nesta condição, existe na junção um fluxo de portadores livres dentro do diodo.

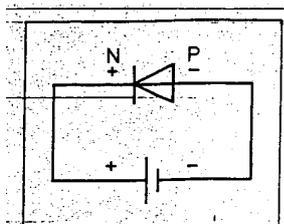


A polarização direta faz com que o diodo permita a circulação de corrente elétrica no circuito através do movimento dos portadores livres.

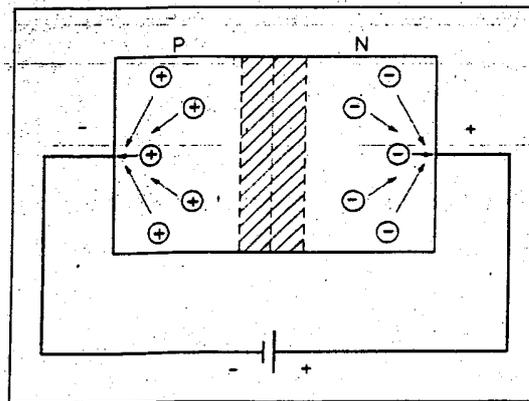


Assim, quando o diodo está polarizado diretamente, diz-se que o diodo está em condução

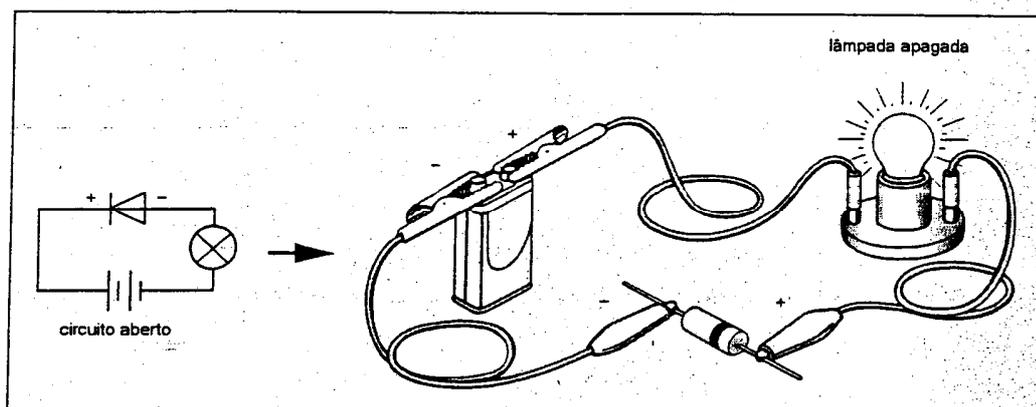
A polarização é inversa quando a tensão positiva é aplicada no material N (catodo) e a negativa no material P (anodo).



Nesta situação, os portadores livres de cada cristal são atraídos pelos potenciais da bateria para as extremidades do diodo. Isso provoca um alargamento da região de depleção porque os portadores são afastados da junção.



Como não existe fluxo de portadores através da junção, a polarização inversa faz com que o diodo impeça a circulação de corrente no circuito elétrico. Nesse caso, diz-se que o diodo está em bloqueio.



Características de condução e bloqueio do diodo semicondutor

Nas condições de condução e bloqueio, seria ideal que o diodo apresentasse características especiais, isto é, quando em condução (polarização

direta) conduzi-se a corrente elétrica sem apresentar resistência, comportando-se como um interruptor fechado; quando em bloqueio (polarização inversa), ele se comportasse como um isolante perfeito, ou um interruptor aberto, impedindo completamente a passagem corrente elétrica.

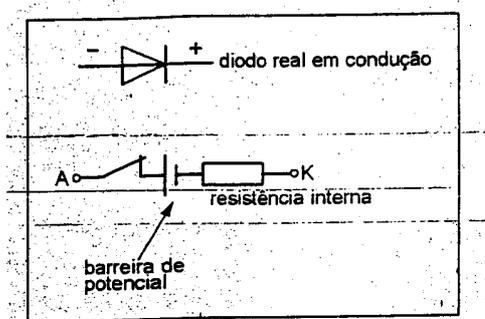
Todavia, devido às imperfeições do processo de purificação dos cristais semicondutores para a fabricação dos componentes, essas características de condução e bloqueio ficam distantes das ideais.

Na condução, dois fatores influenciam nessas características: a barreira de potencial e resistência interna.

A barreira de potencial, presente na junção dos cristais, faz com que o diodo entre em condução efetiva apenas a partir do momento em que a tensão da bateria atinge um valor maior que a tensão interna da barreira de potencial,

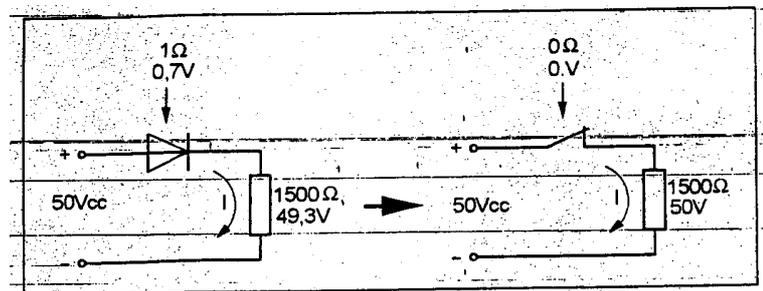
A resistência interna faz com que o cristal dopado não seja um condutor perfeito, O valor dessa resistência interna é geralmente menor que 1Ω nos diodos em condução.

Um circuito equivalente do diodo real em condução apresenta os elementos que simbolizam a barreira de potencial e a resistência interna.



Na maioria dos casos em que o diodo é usado, as tensões e resistências externas do circuito são muito maiores que os valores internos do diodo (0,7 V; 1Ω). Assim, é possível considerar o diodo real igual ao diodo ideal no que diz respeito à condução, sem provocar erros significativos.

No circuito a seguir, por exemplo, a tensão e a resistência externa ao diodo são tão grande se comparadas com os valores do diodo, que a diferença entre eles se torna desprezível.



$$I = \frac{V}{R} = \frac{49,3}{1501} = 0,0328 \text{ A}$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{50}{1500} = 0,0333 \text{ A}$$

Erro = 0,0333 - 0,0328 = 0,0005A, correspondente a 1,53% (desprezível face à tolerância do resistor).

Na condição de bloqueio, devido à presença de portadores minoritários (impurezas) resultantes da purificação imperfeita, o diodo real não é capaz de impedir totalmente a existência de corrente no sentido inverso. Essa corrente inversa é chamada de corrente de fuga e é da ordem de alguns microamperes.

Como essa corrente é muito pequena se comparada com a corrente de condução, a resistência inversa do diodo pode ser desprezada na análise da grande maioria dos circuitos.

O circuito equivalente do diodo real em bloqueio apresenta esta característica.

