

## **Condutores e isolantes**

Para entender melhor o que é um semicondutor, é importante ter claro em mente a idéia de condutor e isolante.

Observe o que acontece quando diferentes materiais são atritados com um tecido de lã e depois aproximados a outro bastão móvel de vidro previamente eletrizado positivamente.

O plástico move o bastão de vidro. Isso prova que ele, após o atrito, se carregou. O metal, porém, não exerce nenhuma força sobre o vidro. Isso nos mostra que ele não permaneceu eletrizado.

Através desta experiência, vê-se que as cargas fornecidas ao metal (pelo atrito) conseguem fluir por este "escapando" pelo corpo da pessoa que o segura e as cargas fornecidas ao plástico não.

Conclui-se, então, que o metal é um bom condutor de eletricidade, pois deixou as cargas escaparem. E o plástico é um mau condutor pois nele as cargas não se moveram.

### **Condutores**

O que caracteriza o material bom condutor é o fato de os elétrons de valência (por exemplo, o cobre possui um elétron na última camada) estarem fracamente ligados ao átomo, podendo ser facilmente deslocados do mesmo. Ora, considere, por exemplo, uma barra de cobre que possui um número extremamente elevado de átomos de cobre e aplicando uma diferença de potencial entre os extremos desta barra. Os elétrons da camada de valência de todos os átomos facilmente se deslocarão sob a ação do campo elétrico produzido pela diferença de potencial aplicada, originando-se uma corrente elétrica no material.

Outros materiais que possuem uma constituição semelhante à do cobre, com um único elétron na camada de valência, são o ouro e a prata, dois outros excelentes condutores de eletricidade.

### **Isolantes**

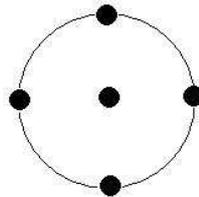
Obviamente, os materiais isolantes devem corresponder aos materiais que apresentam os elétrons de valência rigidamente ligados aos seus átomos. Entre os próprios elementos simples, existem vários que apresentam os elétrons de valência rigidamente ligados aos átomos. Entretanto, verifica-se que se consegue uma resistividade muito maior com substâncias compostas, como é o caso da borracha, mica, teflon, baquelite etc. (é mais ou menos intuitivo que os átomos se combinam, formando estruturas complexas, os elétrons ficam mais fortemente ligados a estas estruturas).

Material	Resistividade ( $\Omega \cdot m$ a $20^\circ C$ )	Material	Resistividade ( $\Omega \cdot m$ a $20^\circ C$ )
Prata	$1,64 \times 10^{-8}$	Nicromo	$100 \times 10^{-8}$
Cobre, recozido	$1,72 \times 10^{-8}$	Silício	2500
Alumínio	$2,83 \times 10^{-8}$	Papel	$10^{10}$
Ferro	$12,3 \times 10^{-8}$	Mica	$5 \times 10^{11}$
Constantana	$49 \times 10^{-8}$	Quartzo	$10^{17}$

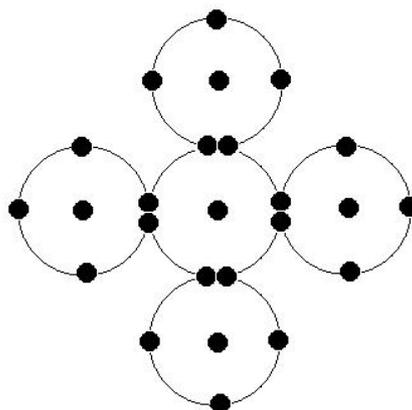
### Semicondutores

Recordando algumas noções de valência:  
 No modelo de Bohr, o átomo para adquirir estabilidade, na sua última camada ou camada de valência, deve ter oito elétrons.

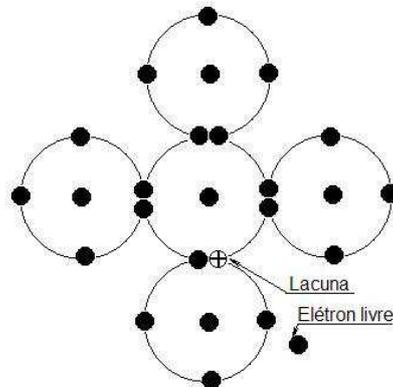
Analisando um átomo de Silício (Si), referência em semicondutores, este em sua camada de valência, tem quatro elétrons.



Para que este fique estável, é necessário que se faça uma ligação covalente, ou seja, tem-se que emprestar quatro elétrons de outros átomos, que neste caso serão de Silício (Si)



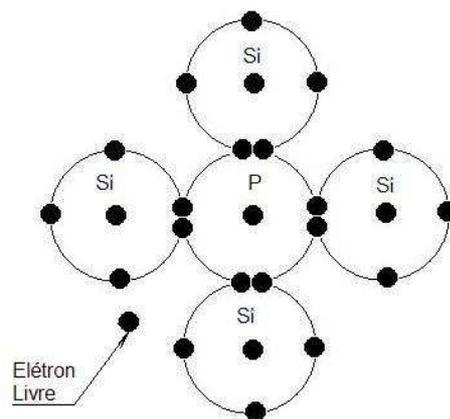
Porém, se depositar nesta ligação uma tensão, elétrons se deslocarão de sua última camada, existindo então lacunas (ausência de elétrons) e elétrons livres.



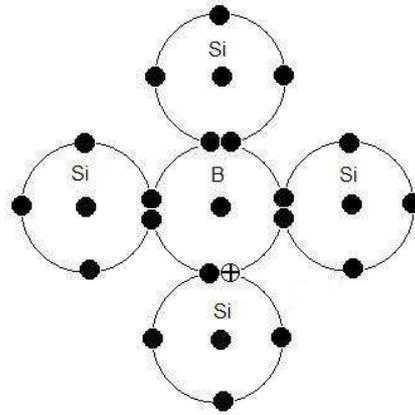
Se por exemplo, utilizando um componente de Silício para passagem de corrente, nota-se que em uma temperatura de 25° C, ele nem isolará, nem conduzirá totalmente, por esta razão, o mesmo recebe o nome de semicondutor.

- Semicondutor do tipo N

Se em uma ligação covalente, colocar um átomo de Fósforo (P), com átomos de silício, lembrando que o átomo de Fósforo tem cinco elétrons em sua camada valência, também chamado de pentavalente, no final, tem-se um elétron livre.



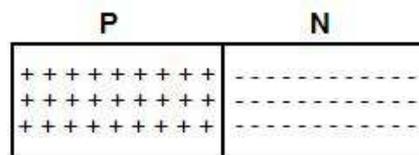
- Semicondutor do tipo P  
Ao invés do Fósforo, utilizando um átomo de Boro (B), este com três elétrons na última camada, trivalente, passa-se a ter uma lacuna.



A estas combinações, dá-se o nome de dopagem.

## Diodo

Pode-se, através da dopagem tipo N e tipo P, produzir um cristal da seguinte maneira:



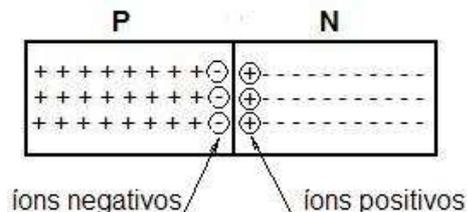
### ▪ Camada de Depleção

No cristal produzido, haverá repulsa mútua, espalhando os elétrons livres para todas as direções, alguns se difundindo através da junção.

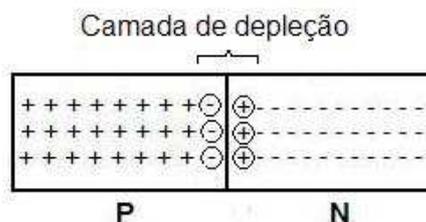
Quando um elétron livre sai da região N, automaticamente cria um átomo na mesma região (íon positivo).

Ao mesmo tempo em que este elétron penetra na região P, ele irá ocupar uma lacuna, tornando este átomo carregado negativamente (íon negativo).

A estes átomos dá-se o nome de portadores minoritários, quanto que na maioria dos elétrons da camada P, dá-se o nome de portadores majoritários. Cada vez que um elétron se difunde através da junção, cria-se um par de íons.

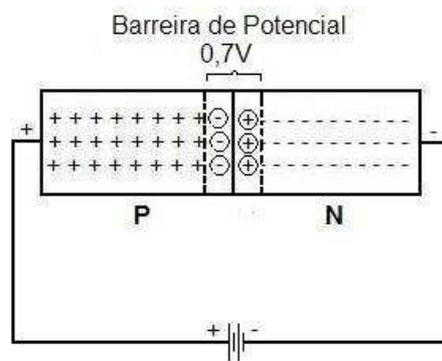


Estes íons, por estarem estáveis através da ligação covalente, não podem se deslocar livremente como os elétrons livres e as lacunas, a medida que o número de íons aumenta, a junção torna-se deplecionada de elétrons livres e lacunas. Denomina-se esta região de camada de depleção.



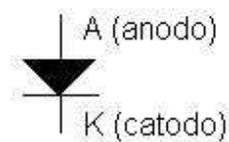
- Polarização direta

Tome-se como exemplo o seguinte circuito:



A medida que se polariza desta maneira, haverá uma repulsa das lacunas do lado positivo e uma atração dos elétrons da camada N e vice-versa, havendo então passagem de corrente. Porém é necessário que exista uma força para romper a camada de depleção, camada esta chamada de barreira de potencial. A diferença de potencial desta barreira é de 0,7V para os diodos de silício.

Símbolo Esquemático:

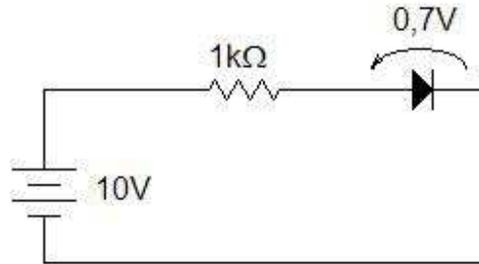


Componente:



Exercícios de fixação:

1) No circuito:

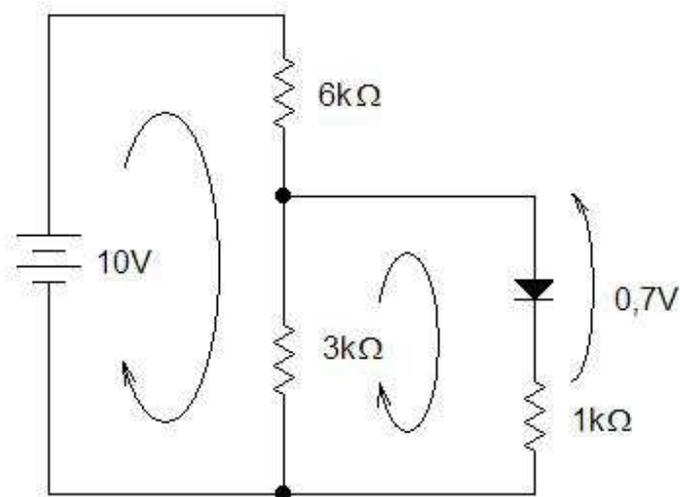


Calcular a corrente do circuito e a impedância do diodo.

$$I = \frac{10 - 0,7}{1k} = 9,3mA$$

$$Z_d = \frac{0,7}{9,3m} = 75,3\Omega$$

2) Calcule a corrente através do resistor de 1kΩ do circuito a seguir:



$$\begin{cases} 9kI_1 - 3kI_2 = 10 \\ -3kI_1 + 4kI_2 = -0,7(.3) \end{cases}$$

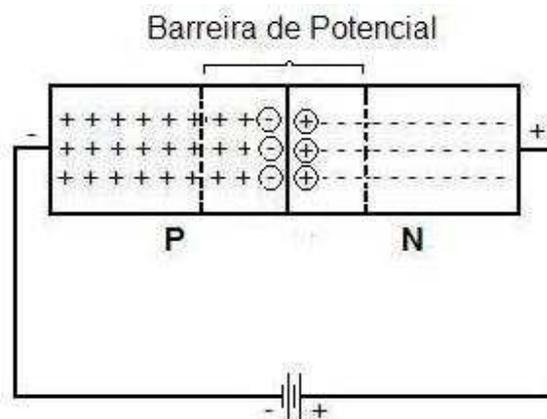
$$\begin{cases} 9kI_1 - 3kI_2 = 10 \\ -9kI_1 + 12kI_2 = -2,1 \end{cases}$$

$$9kI_2 = 7,9$$

$$I_2 = 877 \mu A$$

- Polarização reversa

Imagine agora o circuito da seguinte maneira:



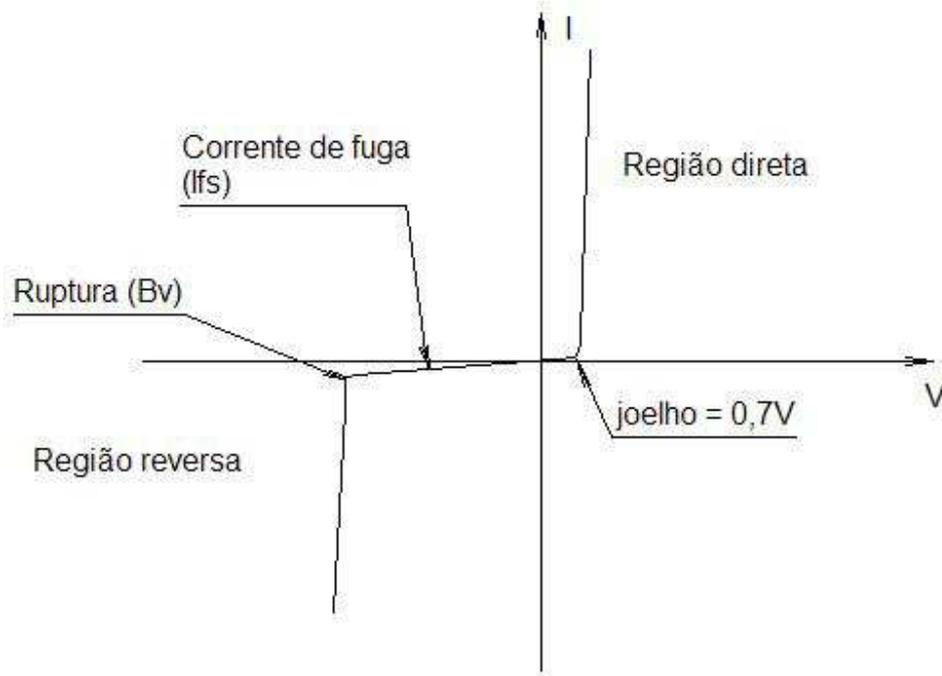
Desta maneira haverá atração das lacunas para o lado negativo e vice-versa, criando no centro uma barreira de potencial muito grande, impedindo a passagem da corrente. Neste caso a diferença de potencial é igual a VCC.

Em virtude de impurezas do cristal, ocorre uma corrente desprezível, chamada de corrente de fuga ( $I_{fs}$ ).

- Tensão de ruptura

Quando em uma polarização reversa, aumentando demasiadamente a tensão, atingirá um índice muito grande de vibração das camadas, entrando o diodo em condução total, tensão esta chamada de tensão de ruptura ( $B_v$ ).

- Curva do diodo



- Especificações

Um diodo retificador pode ser danificado, caso sua tensão de ruptura for atingida. Outra forma de danificar é excedendo sua especificação máxima de potência, especificação esta fornecida pelo fabricante.

Diodos para pequenos sinais têm sua potência especificada abaixo de 0,5W, enquanto que diodos de potência têm sua especificação acima de 0,5W.