

Curso Técnico em Eletrotécnica

Materiais semicondutores e junções P-N

Diodos semicondutores

Características dos diodos.

Sequência de conteúdos:

1. Introdução;
2. Diodo ideal;
3. Materiais semicondutores;
4. Níveis de energia;
5. Materiais extrínsecos dos tipos N e P;
6. Diodo semicondutor.

Vitória-ES

Nesta aula

Seqüência de conteúdos:

1. Introdução;
2. Diodo ideal;
3. Materiais semicondutores;
4. Níveis de energia;
5. Materiais extrínsecos dos tipos N e P;
6. Diodo semicondutor.

Introdução

A importância da eletrônica:

1. Telecomunicações e entretenimento;
2. Computadores e calculadoras;
3. Sistemas de controle automático;
4. Instrumentação;
5. Eletrônica automotiva;
6. Geração e distribuição de energia;
7. Radar;
8. Circuitos integrados;
9. Entre outros

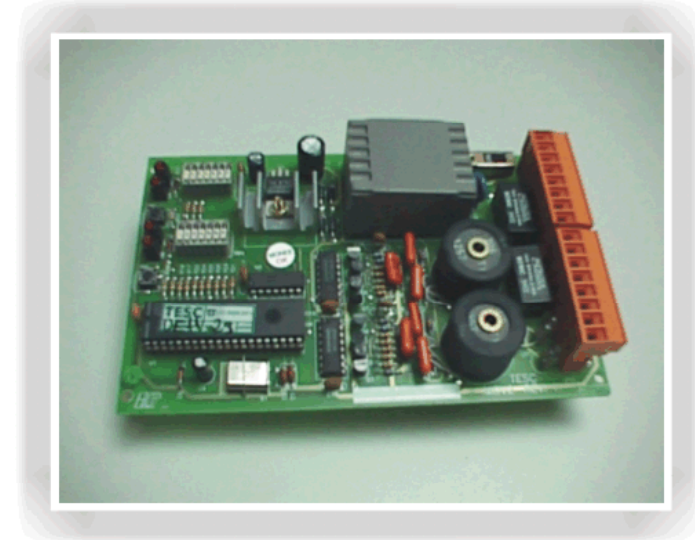
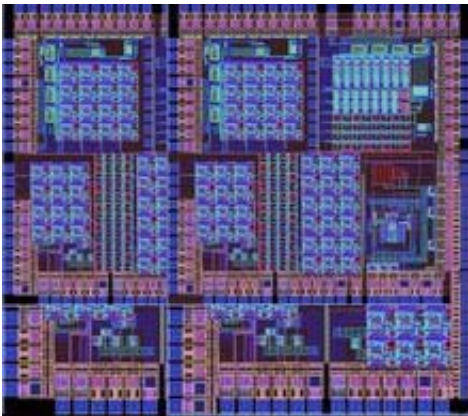
Capítulo 1



Introdução

Projeto de circuitos eletrônicos:

Um dispositivo eletrônico é um componente que utiliza alguma fonte de energia, tal como tensão elétrica ou luz, para controlar o fluxo da corrente eletrônica.



Introdução

Breve história dos semicondutores

1748	Motor elétrico por Thomas Alva Edison
.... 1880	Estudo de métodos de retificação
1880	George Stanley implementou o transformador
1883	Diodo de selenium por C. T. Fritts
1883	Efeito termiônico
1888	Motor de indução por Tesla
1891	Geração hidrelétrica por Siemens
1900	Lâmpadas de vapor de mercúrio por P. Cooper-Hewitt
1901	Explicação do efeito termiônico por O. W. Richardson
1903	Diodo de tubo de vácuo
1903	Previsão de controlar o retificador de mercúrio por Cooper-Hewitt
1904	Retificação com o efeito termiônico por J. A. Fleming

Disponível em:

www.cefetsc.edu.br/~petry



Pesquisa



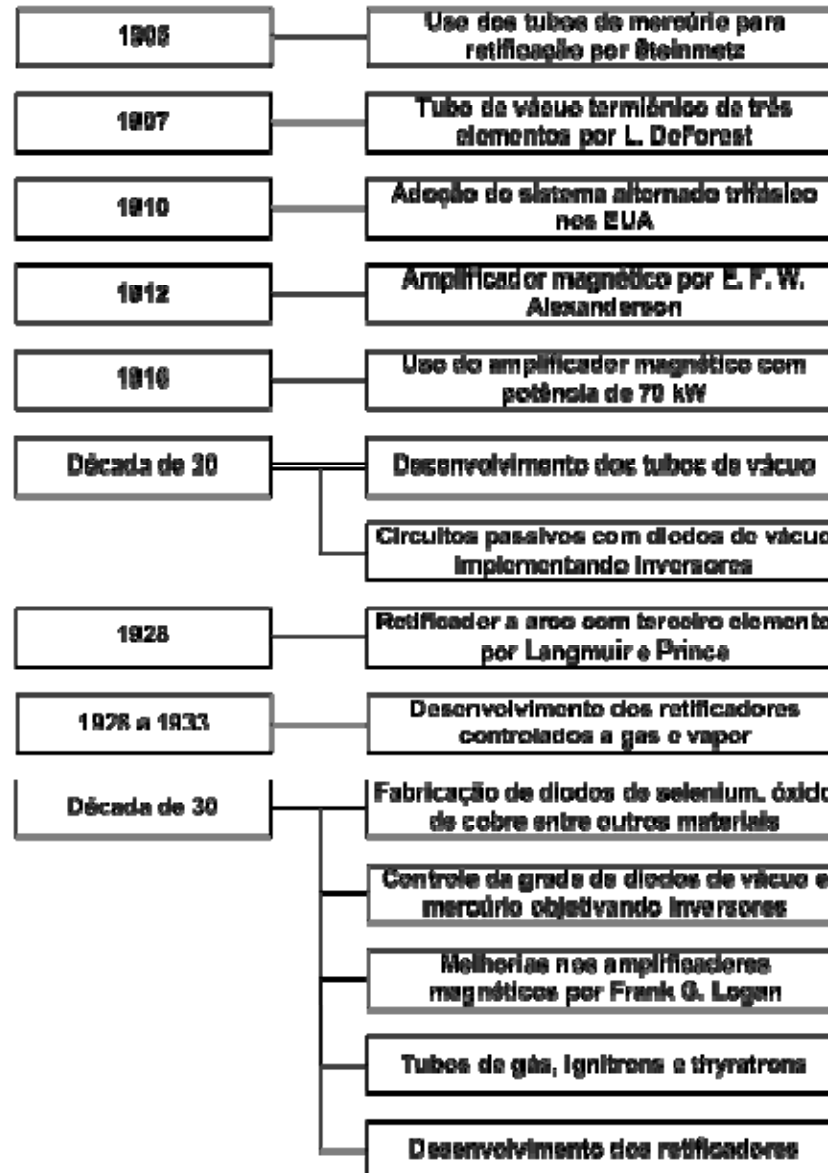
Divulgação



Exame de qualificação

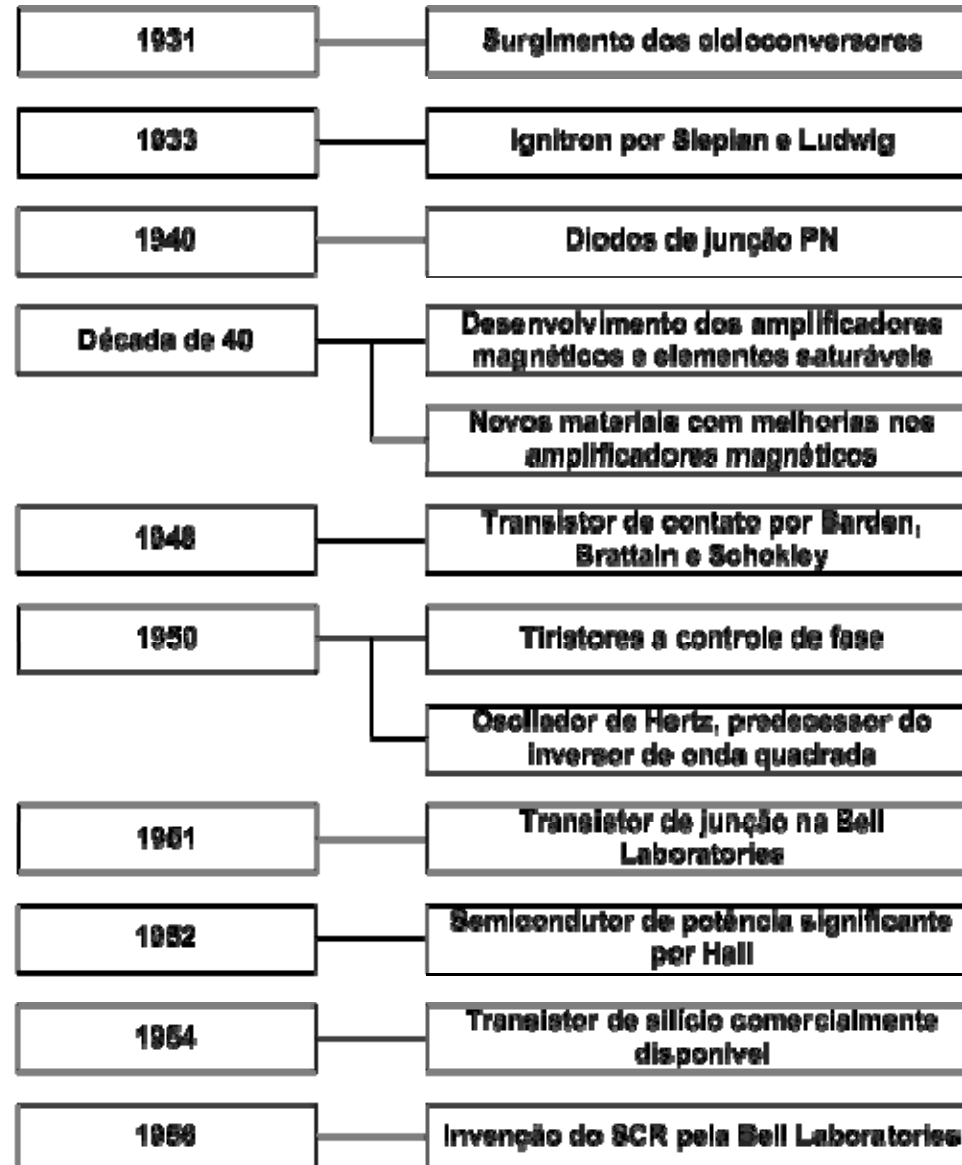
Introdução

Breve história dos semicondutores



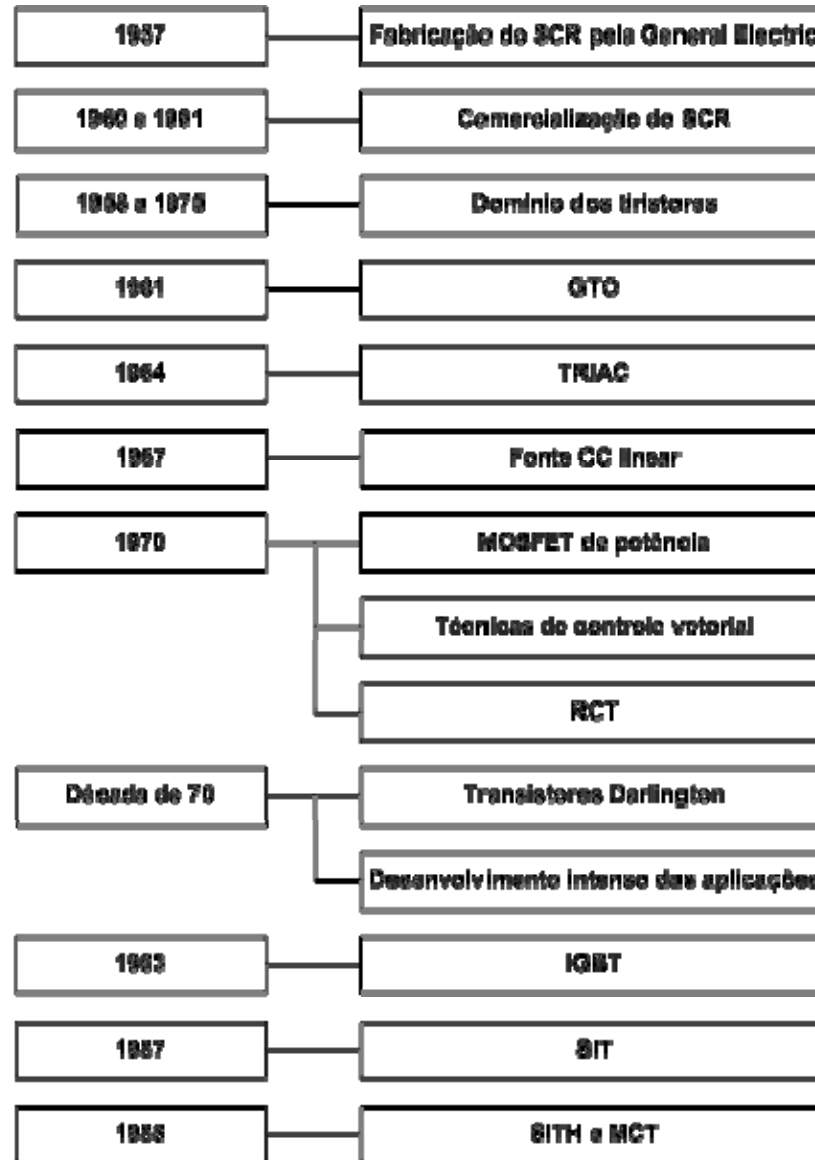
Introdução

Breve história dos semicondutores



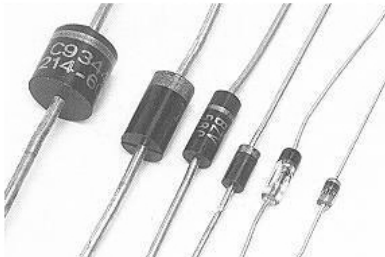
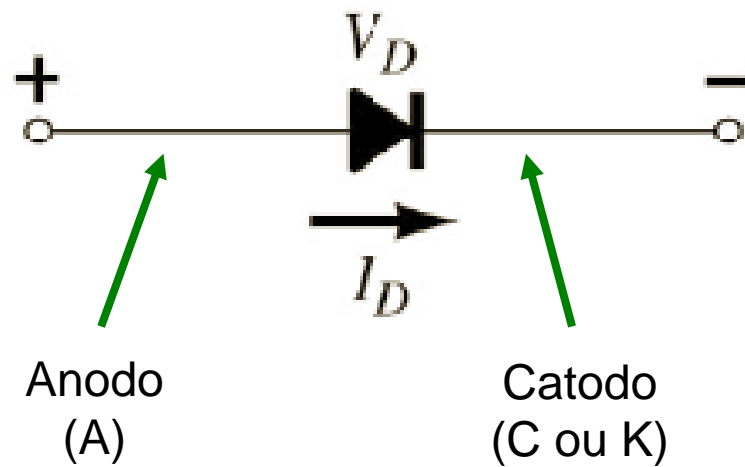
Introdução

Breve história dos semicondutores

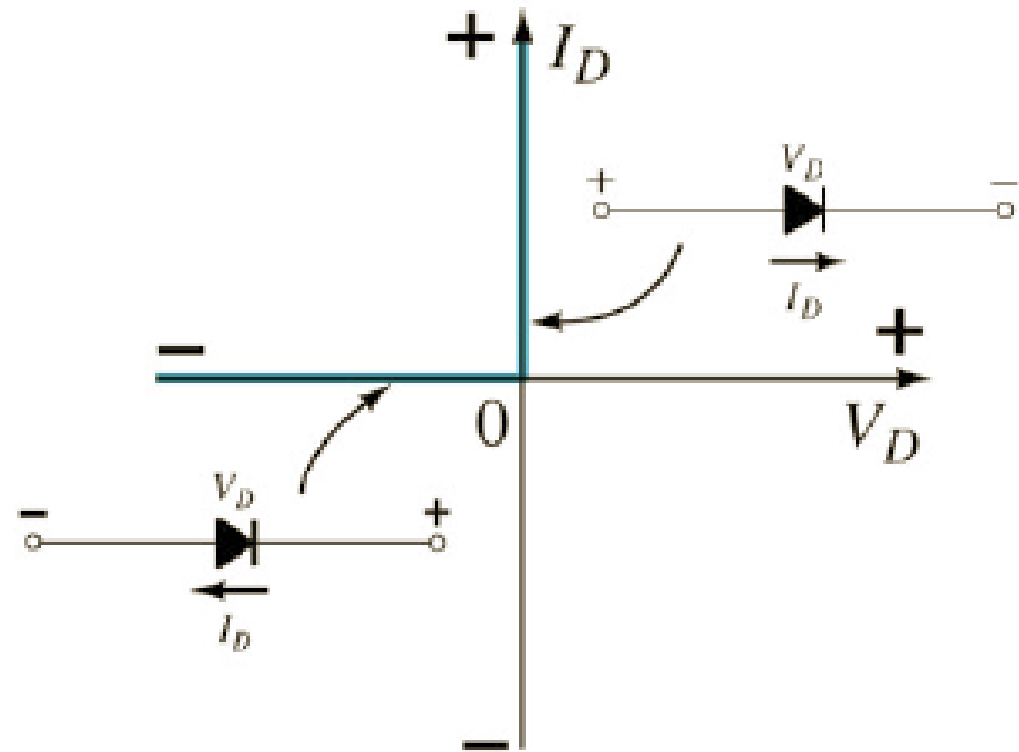


Diodo ideal

Símbolo do diodo

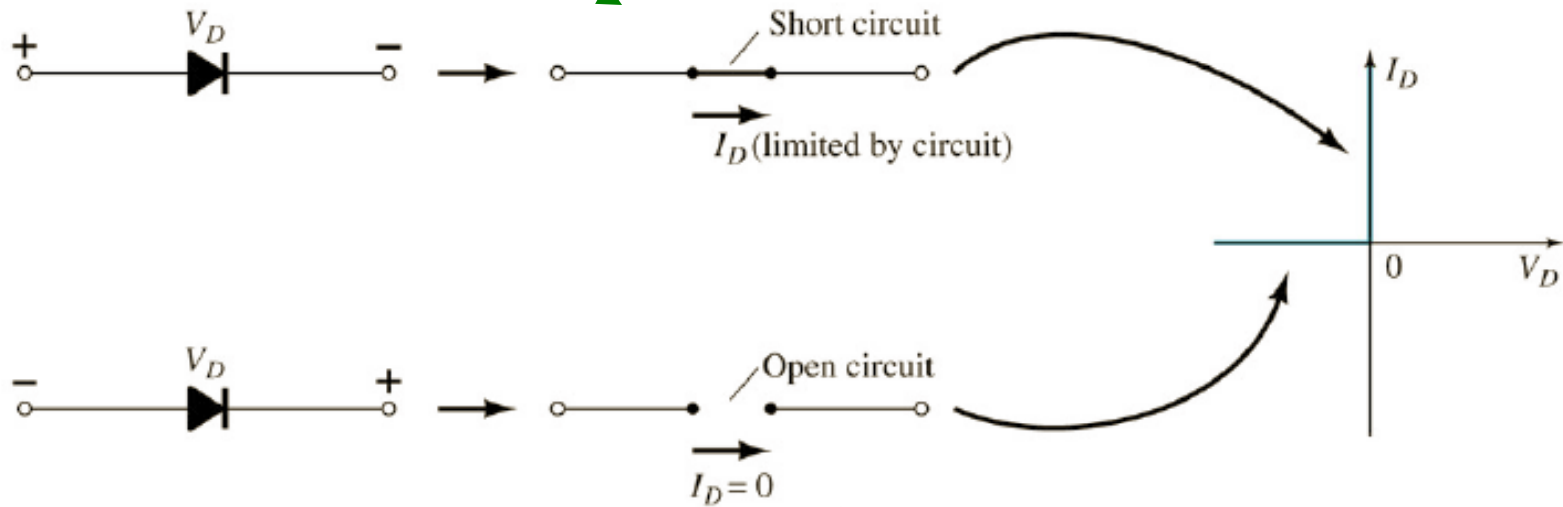


Curva $I_D \times V_D$



Diodo ideal

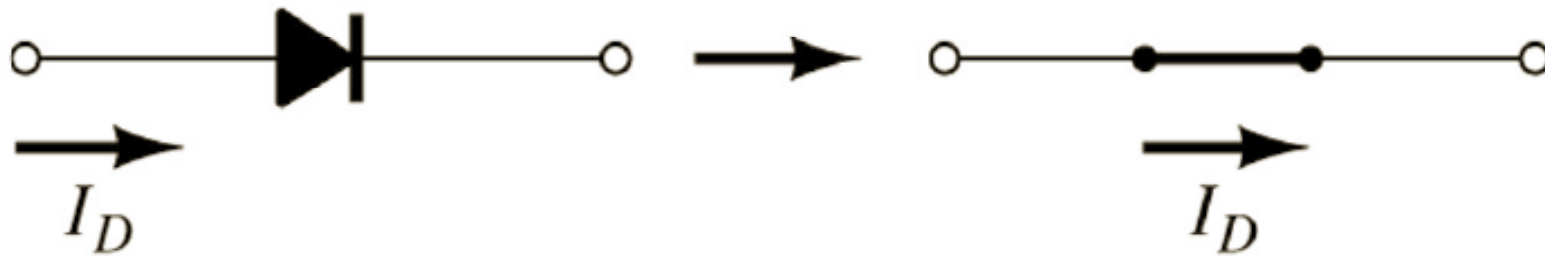
Diodo conduzindo



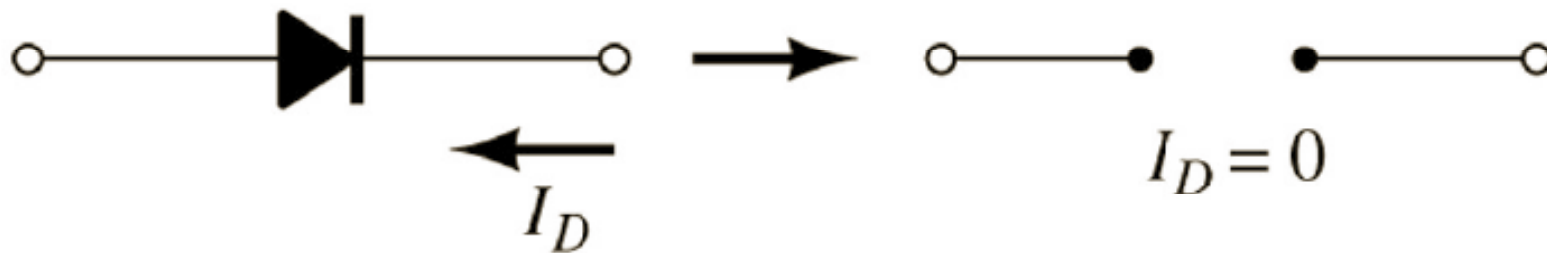
Diodo bloqueado

Diodo ideal

Diodo conduzindo



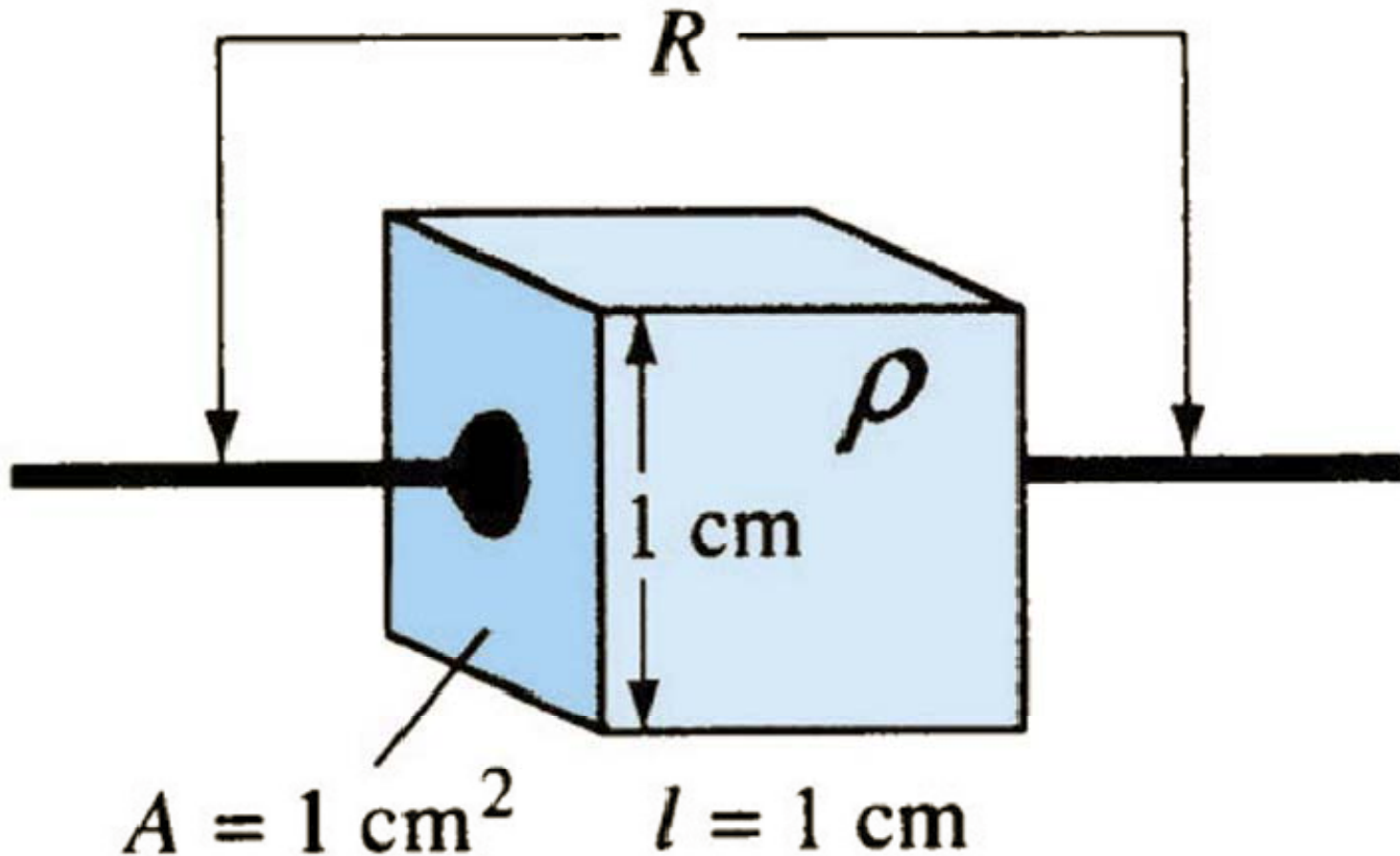
Diodo bloqueado



Materiais semicondutores

Resistividade de um material

$$\rho = \frac{R \cdot A}{l} = \frac{\Omega \cdot \text{cm}^2}{\text{cm}} = \Omega \cdot \text{cm}$$



Materiais semicondutores

Valores típicos de resistividade:

Condutor

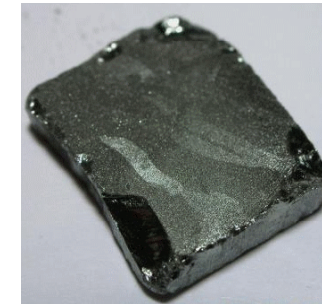
$$\rho \cong 10^{-6} \Omega cm \text{ (cobre)}$$



Semicondutor

$$\rho \cong 50 \Omega cm \text{ (germânio)}$$

$$\rho \cong 50 \cdot 10^3 \Omega cm \text{ (silício)}$$



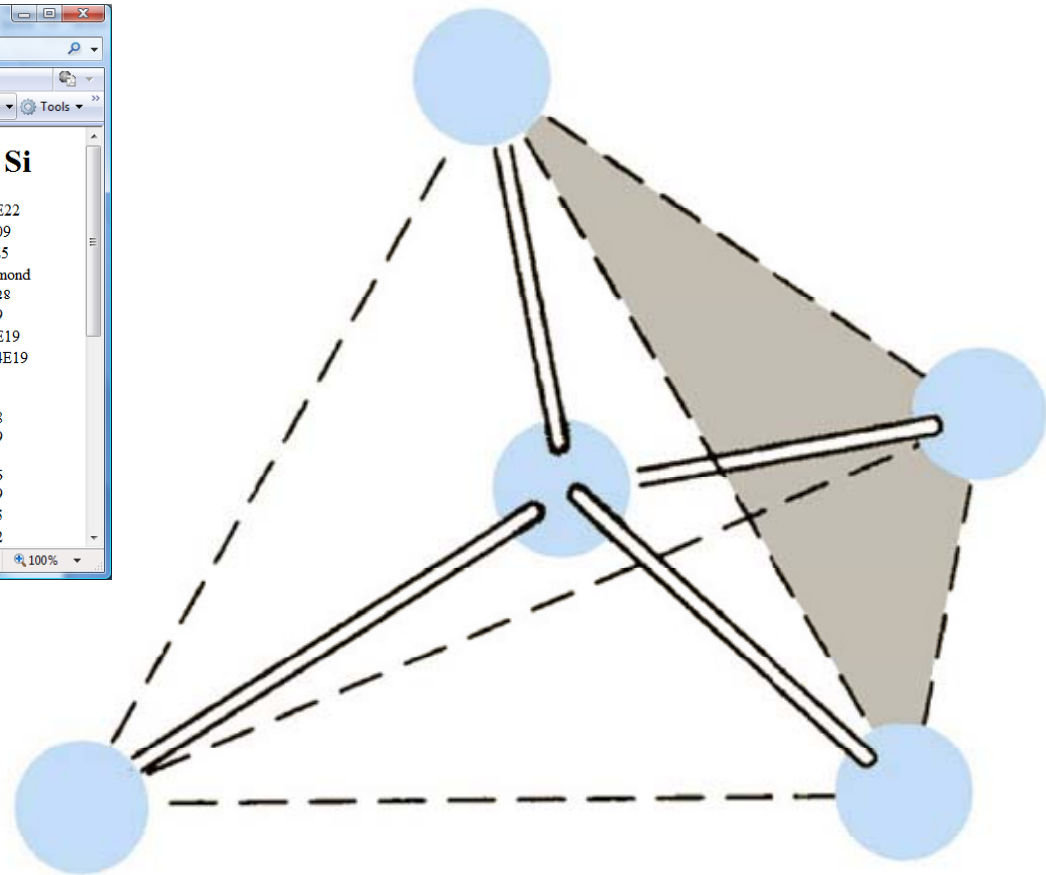
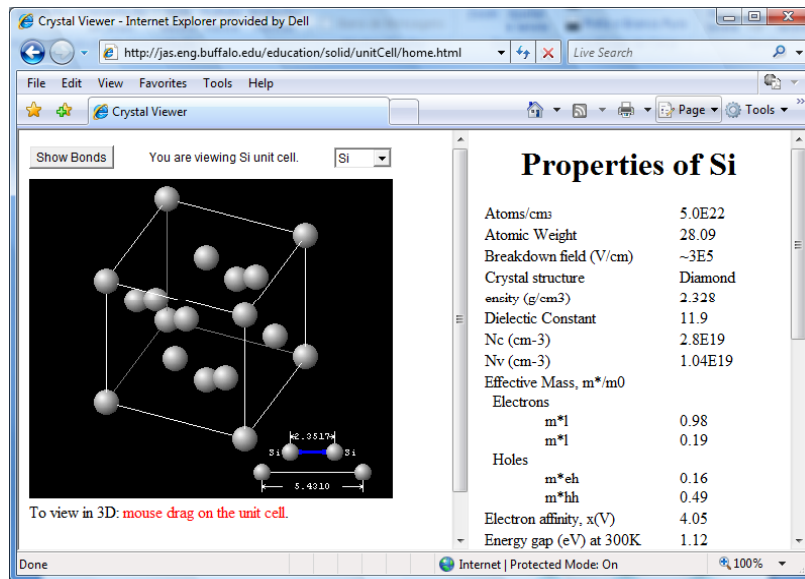
Isolante

$$\rho \cong 10^{12} \Omega cm \text{ (mica)}$$



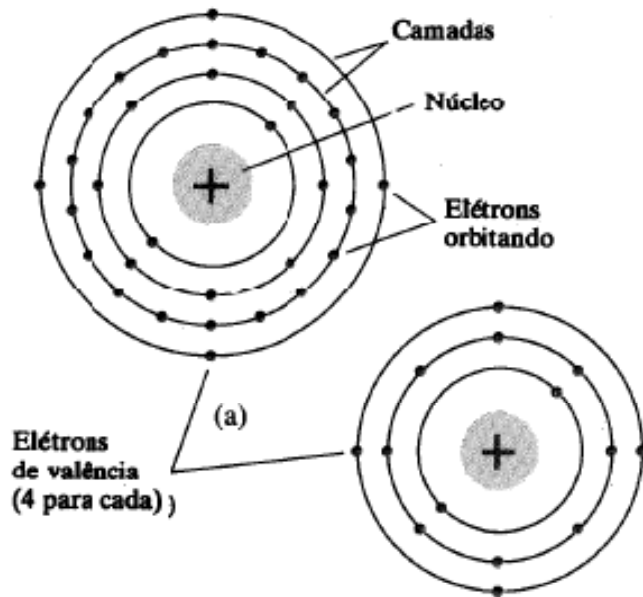
Materiais semicondutores

Estrutura cristalina do germânio e silício:



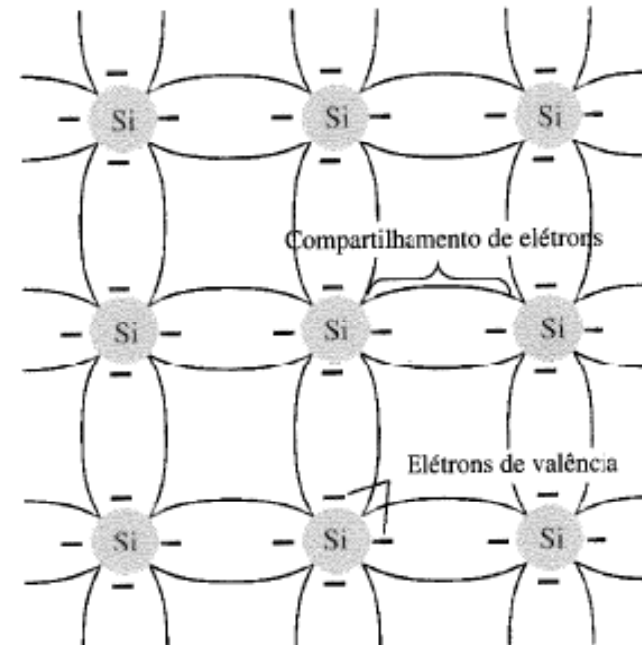
<http://jas.eng.buffalo.edu/education/solid/unitCell/home.html>

Materiais semicondutores



Estrutura atômica do germânio e do silício.

Ligação covalente do átomo de silício.



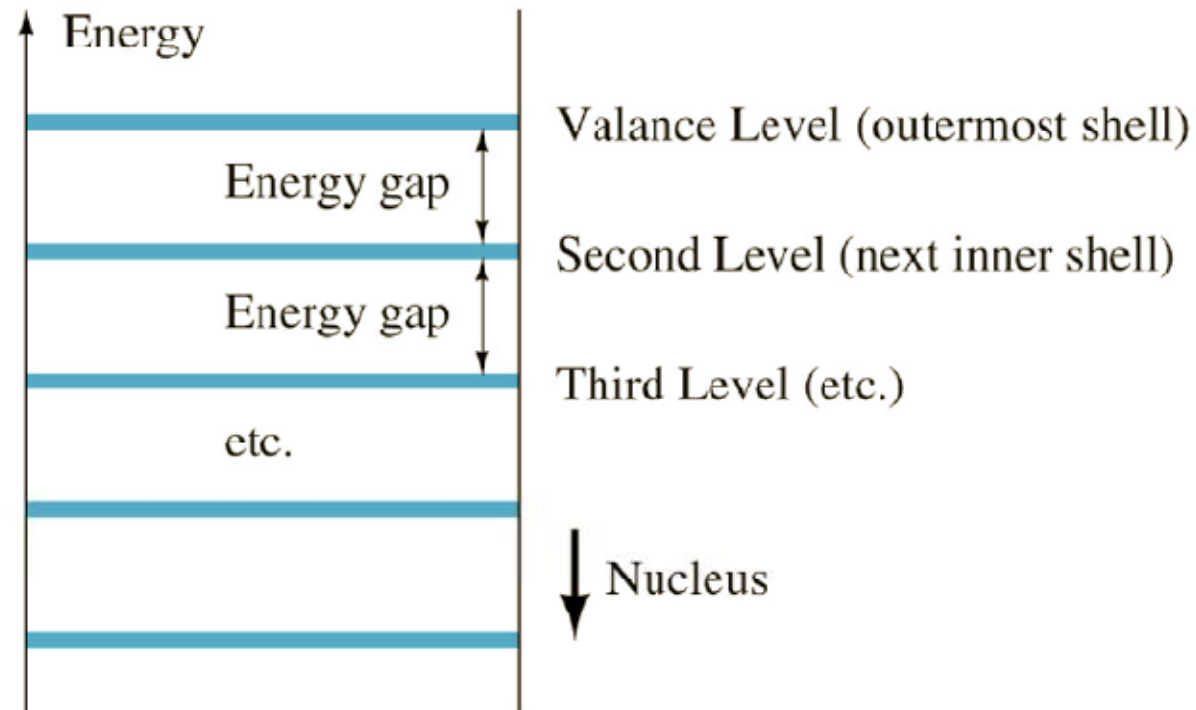
Materiais intrínsecos:

- São semicondutores cuidadosamente refinados para se obter a redução de impurezas a um nível muito baixo – são basicamente tão puros quanto permite a tecnologia moderna.

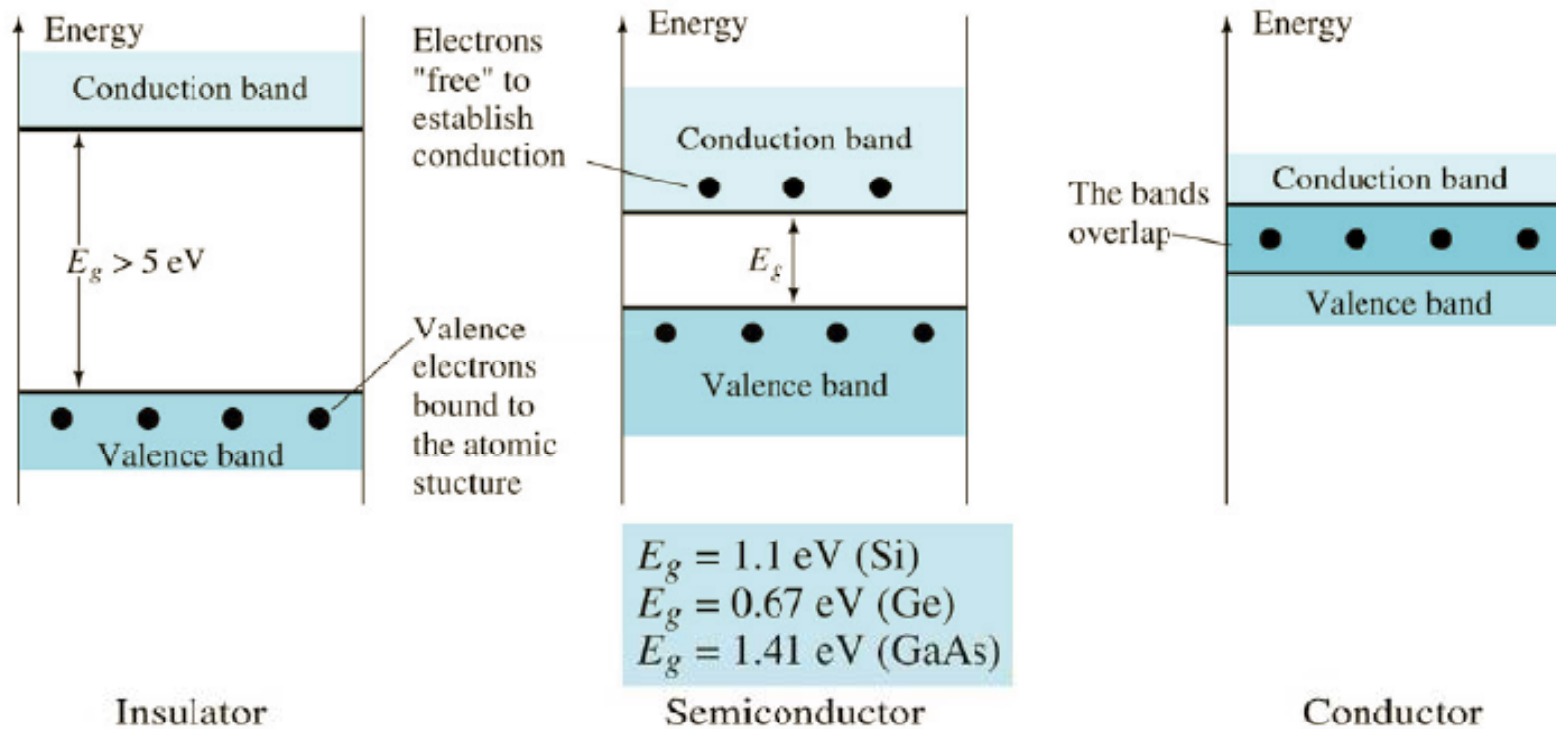
Níveis de energia

Níveis de energia:

- Quanto mais longe o elétron estiver do núcleo, maior será o estado de energia, e qualquer elétron que tiver deixado seu átomo de origem apresentará um estado de energia maior do que qualquer outro na estrutura atômica.



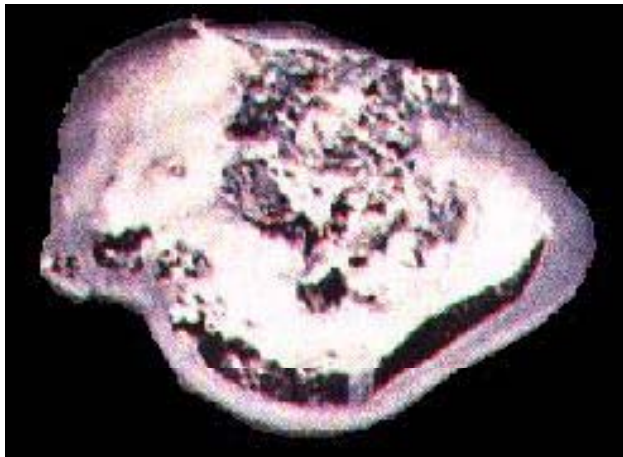
Níveis de energia



Materiais extrínsecos N e P

Materiais extrínsecos:

- Um material semicondutor submetido ao processo de dopagem é chamado de material extrínseco.



Antimônio (5 elétrons na camada de valência.)

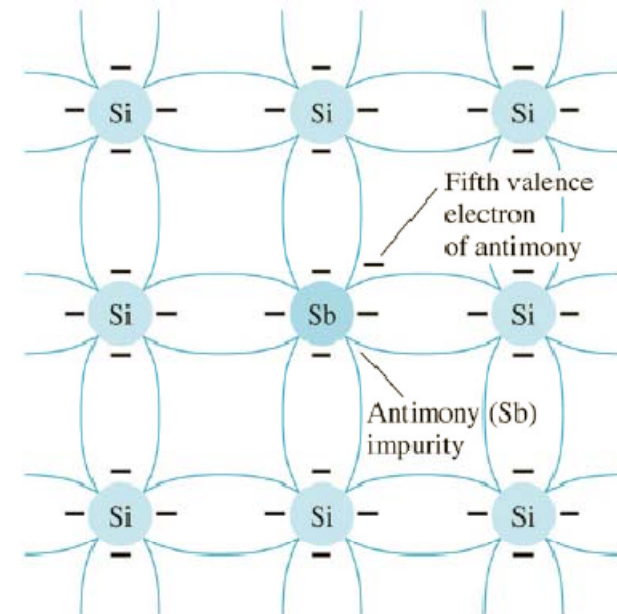
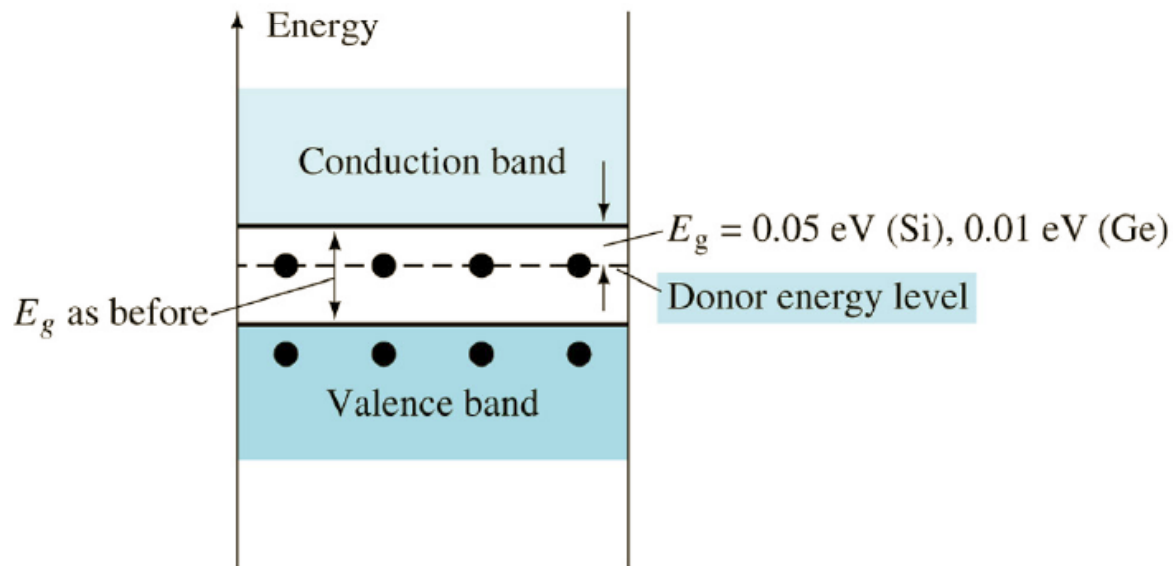


Gálio (3 elétrons na camada de valência.)

Materiais extrínsecos N e P

Material do tipo N:

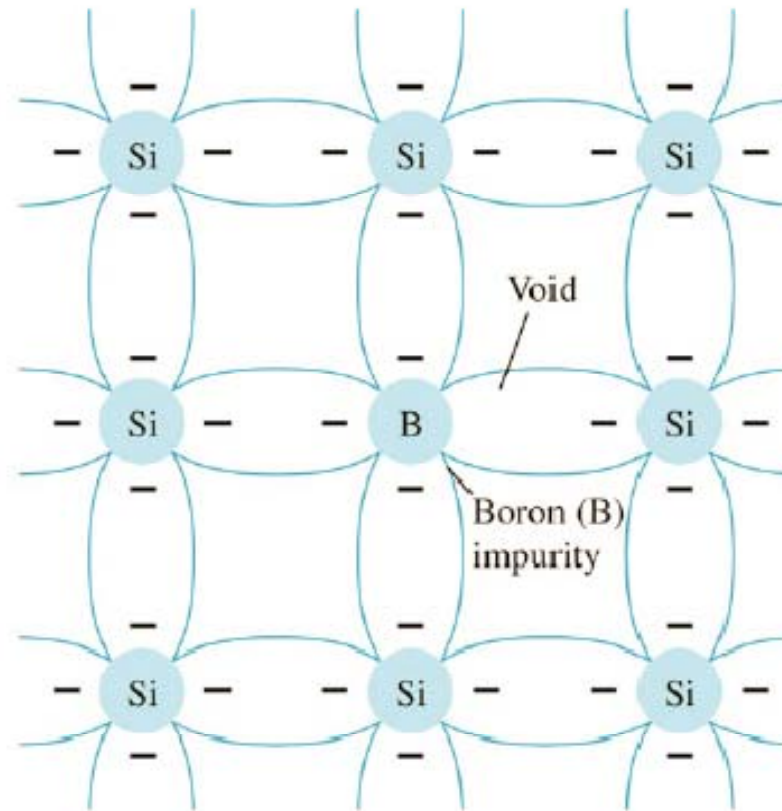
- É um material semiconductor dopado com impurezas com cinco elétrons na camada de valência.



Materiais extrínsecos N e P

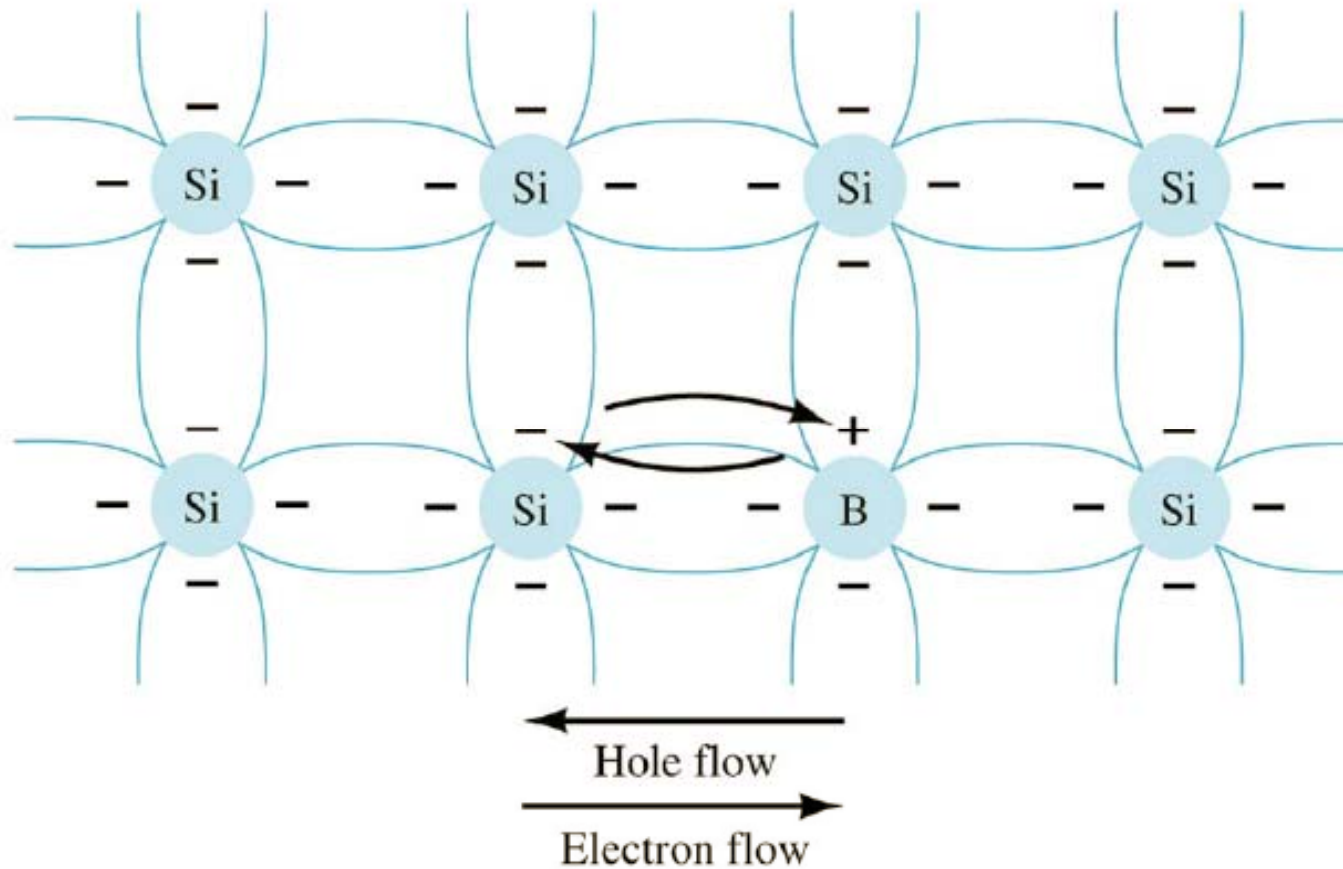
Material do tipo P:

- É um material semicondutor dopado com impurezas com 3 elétrons na camada de valência.



Materiais extrínsecos N e P

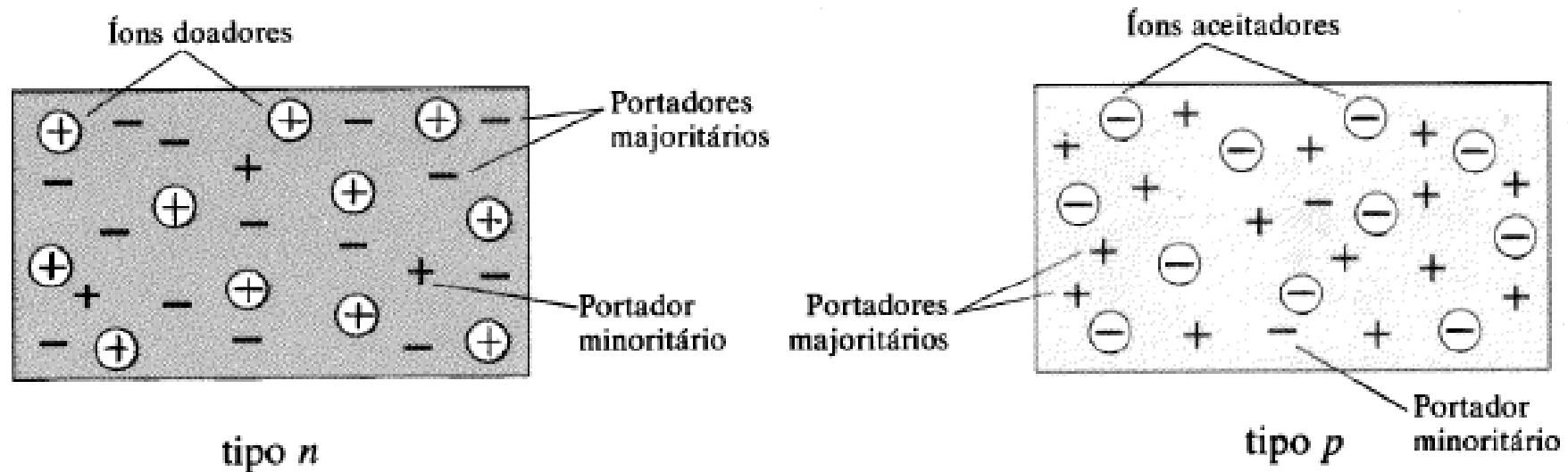
Fluxo de elétrons versus fluxo de lacunas:



Materiais extrínsecos N e P

Portadores majoritários e minoritários:

- Em um material do tipo N, o elétron é chamado de portador majoritário, e a lacuna é chamada de portador minoritário;
- Em um material do tipo P, a lacuna é o portador majoritário, e o elétron é o portador minoritário.



Materiais extrínsecos N e P

Hexagonal Closed Packed Crystal Structure Applet - Internet Explorer provided by Dell

http://jas.eng.buffalo.edu/education/solid/hcp/cell.html

File Edit View Favorites Tools Help

Hexagonal Closed Packed Crystal Structure Applet

hcp Crystal Unit Cell Applet

[QuickNote](#) | [Introduction](#) | [App.Tutorial](#) | [Quiz](#) | [References](#) | [Feedback](#) | [HowToPrint](#)

Hide Bonds Hide Axis

Hide Index Hide Plane

Hide Edges Unit Cell

Miller Indices for Lattice Plane

h 1 k 1 l 1 set

Lattice plane: $11\bar{2}1$

Select Compound

CdS GaN SiC

ZnS ZnSe

Cal Plane Distance

Done Internet | Protected Mode: On 100%

<http://jas.eng.buffalo.edu/education/solid/hcp/cell.html>

Fabricação do diodo

PN DIODE

Metal Contact

p-type diffused

N-type silicon

Metal Contact

Single Crystal Silicon Ingot

Si wafers sliced from ingot :

■ P-type silicon ■ N-type silicon ■ Silicon oxide
■ Aluminum ■ Photoresist ■ N+-type silicon

first previous animate-next next last

A second lithography step, using the Photoresist method is used to etch the aluminum. After annealing (baking) at 475 degrees Celsius to improve the aluminum contact with the silicon, the device is ready to be tested.

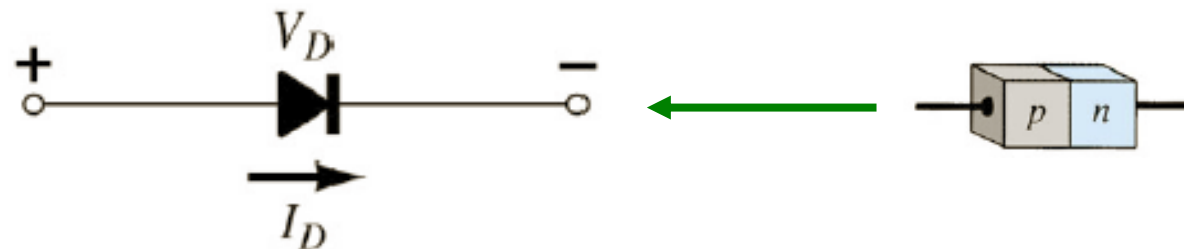
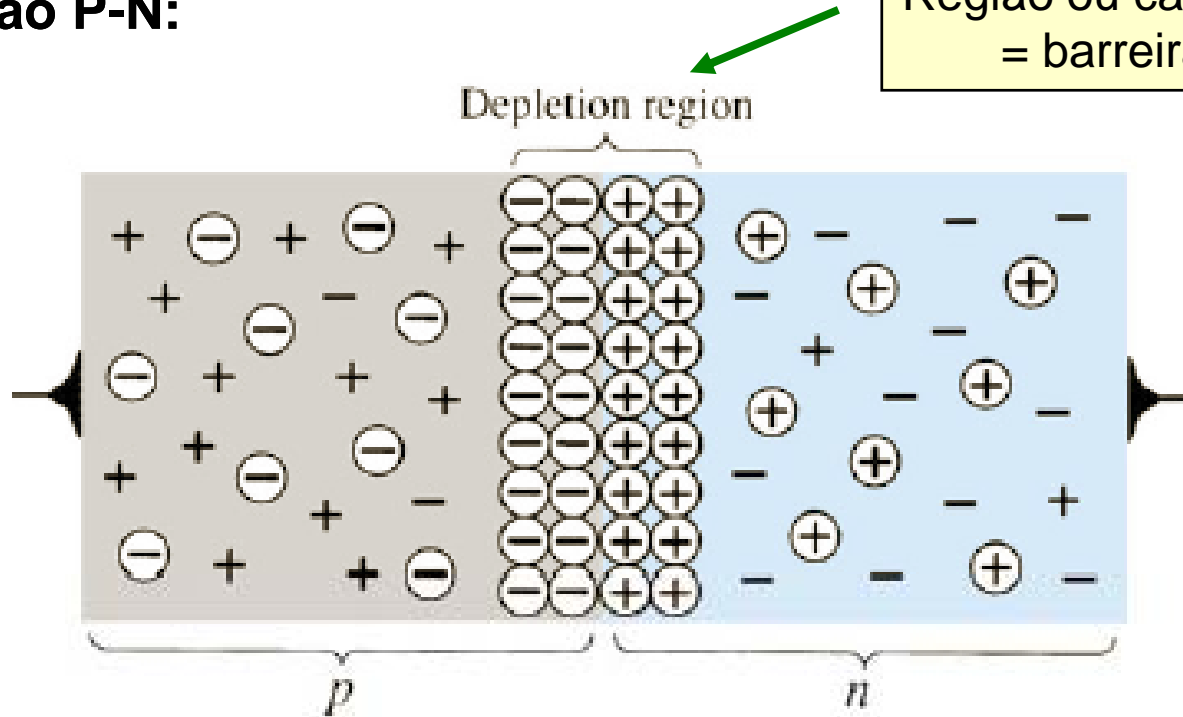
Done Internet | Protected Mode: On 100%

<http://jas.eng.buffalo.edu/education/fab/pn/diodeframe.html>

Diodo semiconductor

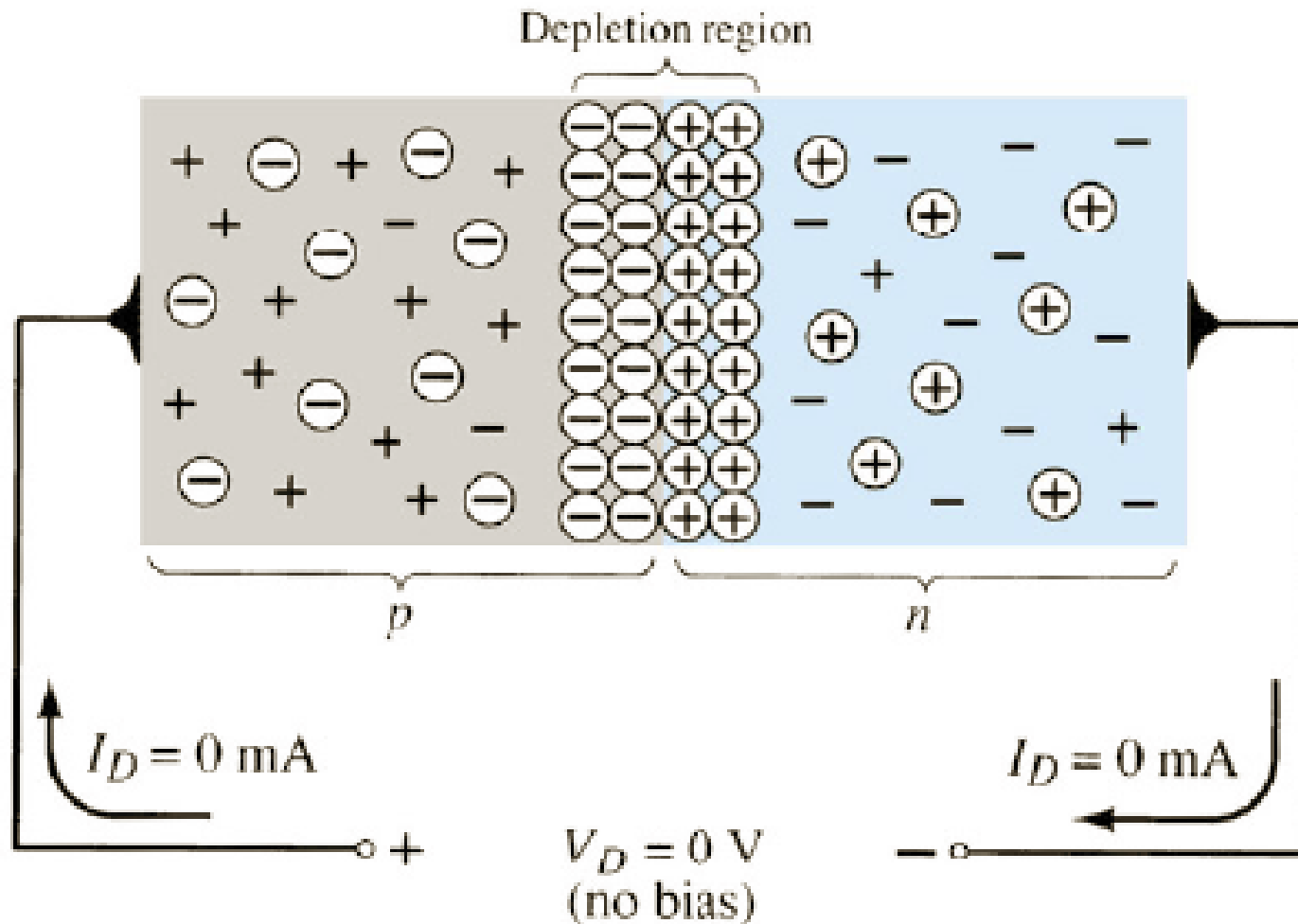
Junção P-N:

Região ou camada de depleção = barreira de potencial



Diodo semicondutor

Sem polarização ($V_D = 0$ V):



Diodo semicondutor

Sem polarização ($V_D = 0$ V):

