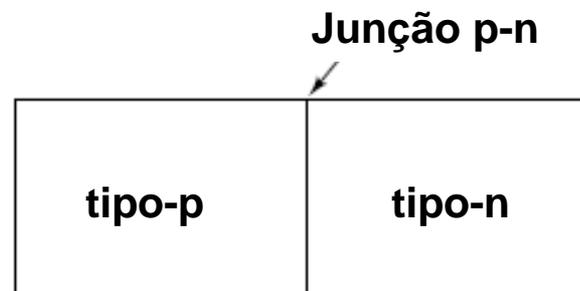




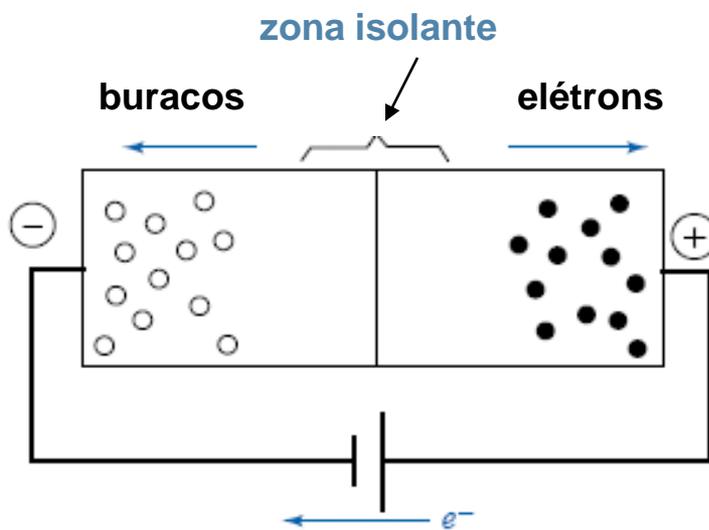
# Dispositivos Semicondutores

**Diodos – junções p-n**  
**Transistores: p-n-p ou n-p-n**

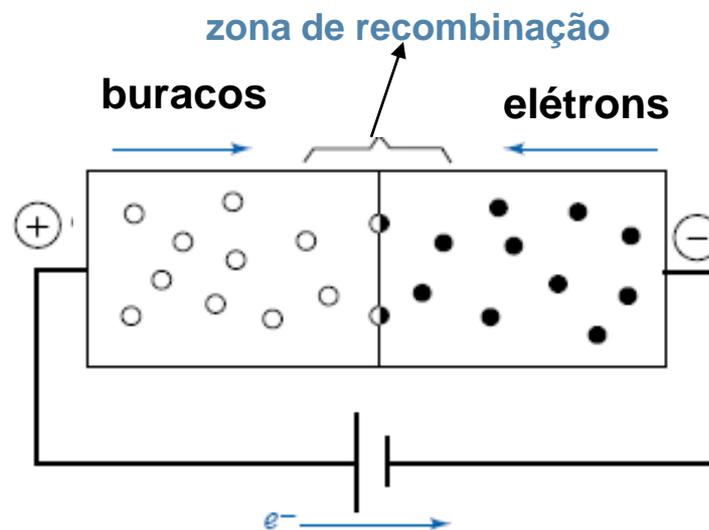
# Junções p-n



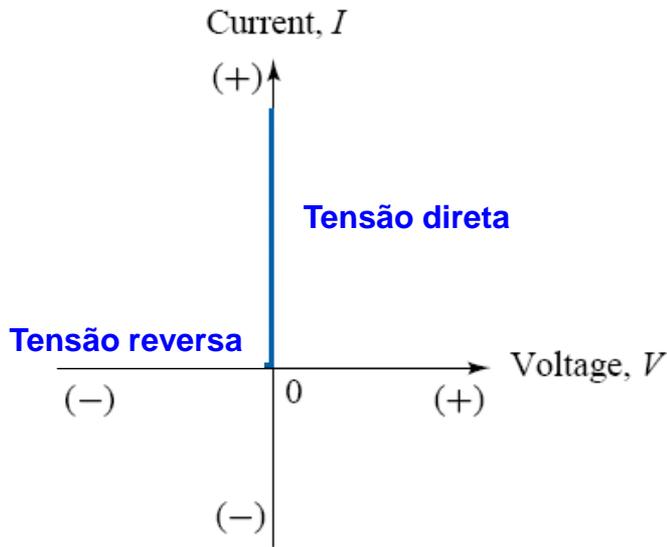
tensão reversa



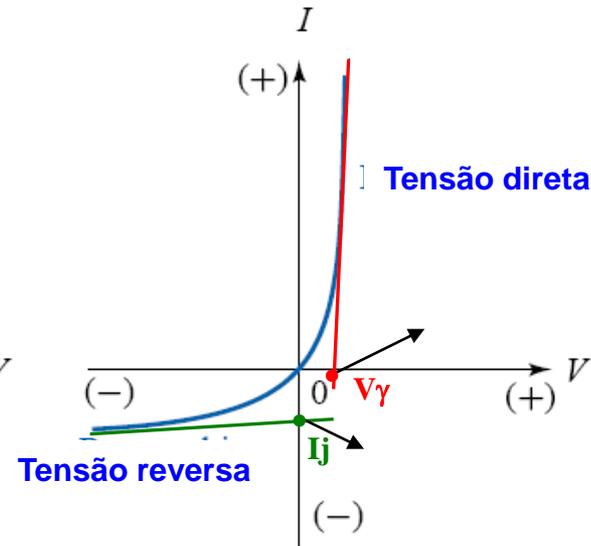
tensão direta



ideal



real

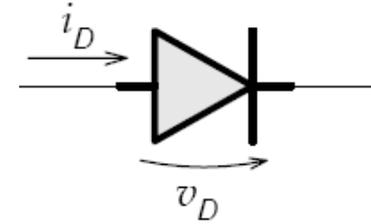


A corrente reversa ( $I_j$ ) na junção é bem pequena:

- ~  $\mu\text{A}$  ( $10^{-6}$  A) para o Ge
- ~  $\text{nA}$  ( $10^{-9}$  A) para o Si

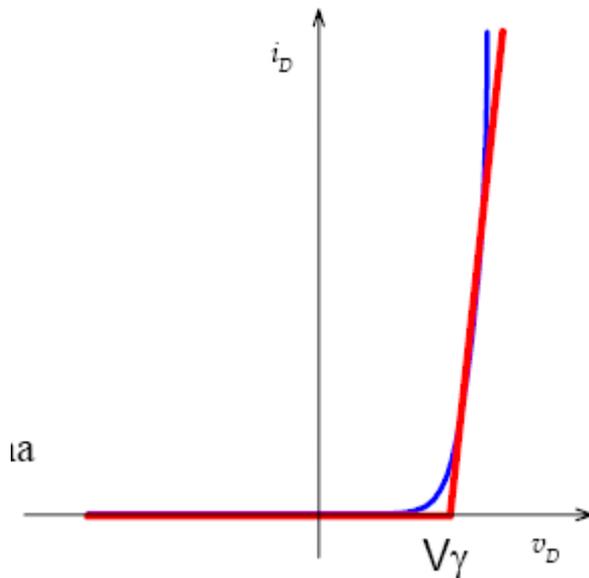
A corrente reversa cresce exponencialmente com a temperatura; para  $T \geq 200$  °C diodos de Si são praticamente inoperantes

# Condução: $V > V_\gamma$



$V_\gamma$  depende do tamanho da barreira que os portadores têm que vencer para atingir estados vazios de energia e conduzir ( $E_g$ )

Si  $\rightarrow V_\gamma = 0,6 \text{ V}$       Ge  $\rightarrow V_\gamma = 0,2 \text{ V}$



$V_\gamma$  depende também da temperatura

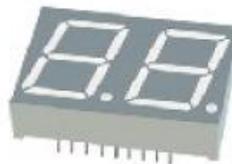
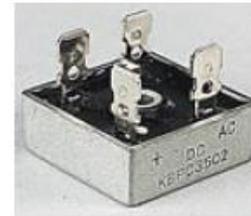
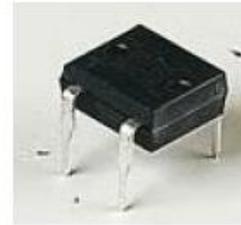
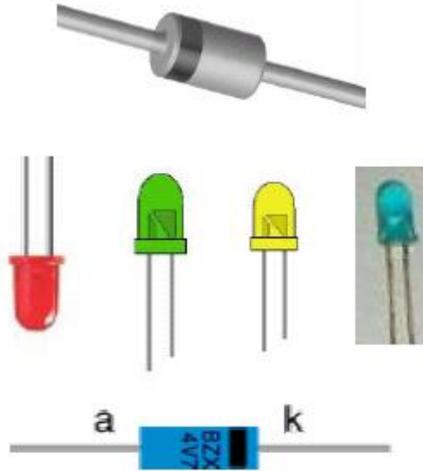
$\uparrow T$        $\downarrow V_\gamma$



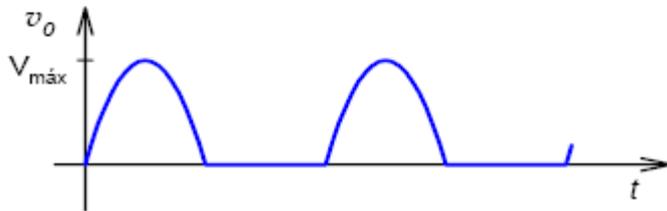
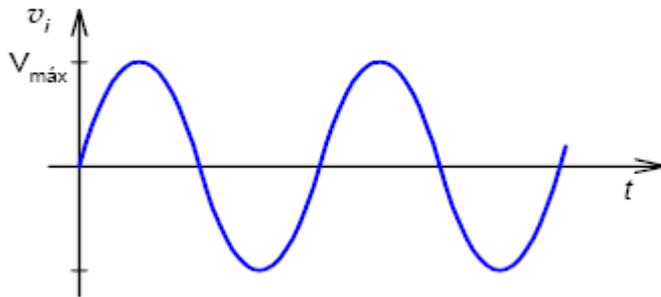
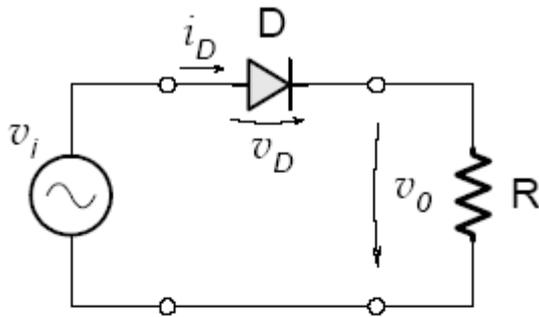
Altera o no. de portadores que altera  $E_F^n$  ou  $E_F^p$

# Tipos de diodos

## Díodos

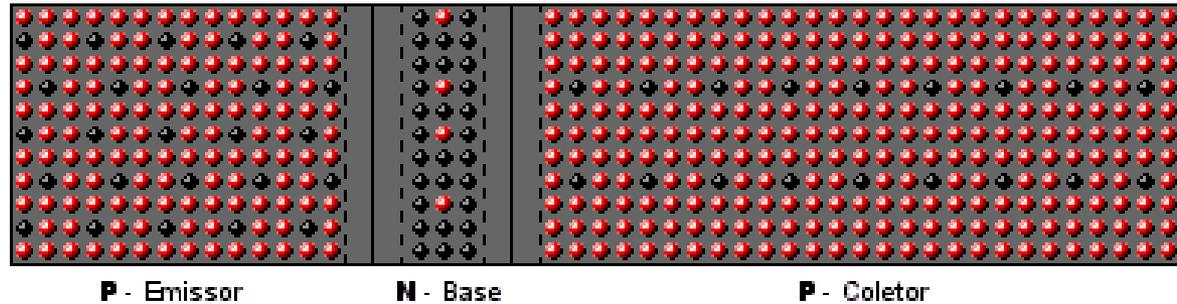


# Retificador de meia-onda



- Quando a fonte polariza diretamente o diodo este conduz permitindo a passagem de carga
- No meio ciclo inverso, o diodo polarizado reversamente não conduz e a corrente é nula
- A corrente de saída é uma sucessão de semi-ciclos de senóides: retificador de meia onda
- O valor médio da onda não é zero, portanto a corrente de saída tem uma componente de corrente contínua, ou seja, o sinal senoidal de entrada foi retificado.

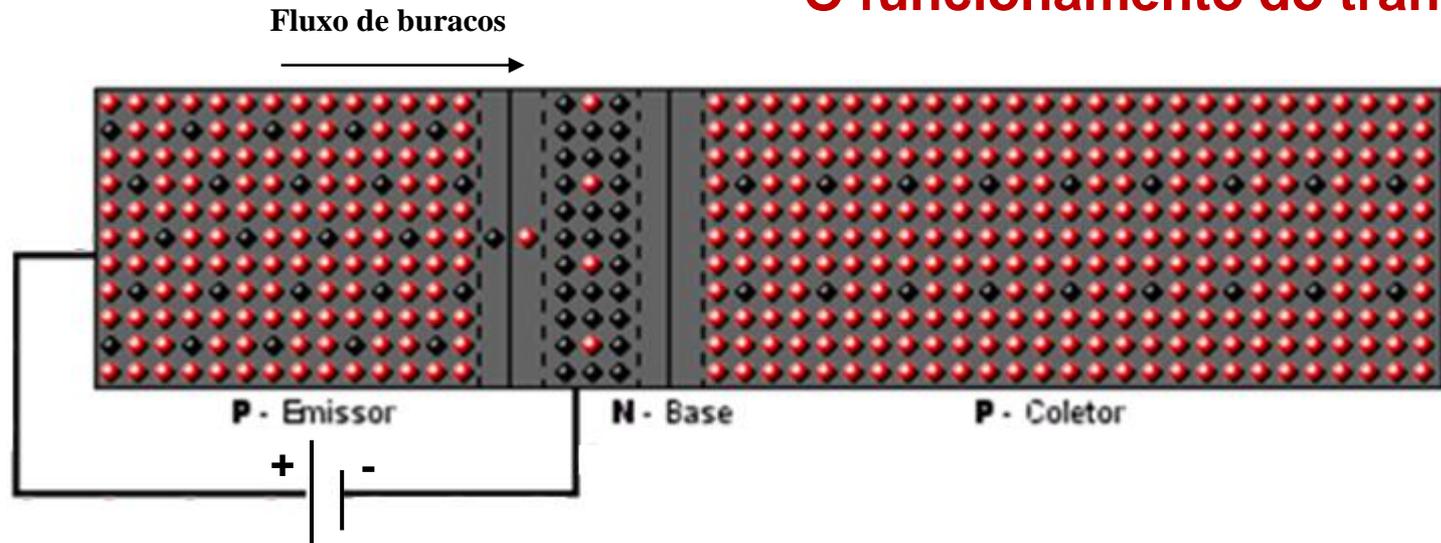
# Transistor - P-N-P



- **Emissor (P):** tem largura média e é fortemente dopada. Grande fornecedor de buracos (cargas positivas).
- **Base (N) :** é muito fina e tem uma dopagem média. Como ela é fina, ela não representa um empecilho muito grande para as cargas que vêm do emissor.
- **Coletor (P):** é bastante largo em relação ao emissor e a base e é fracamente dopado. É responsável por receber os elétrons que saem do emissor e atravessam a base.

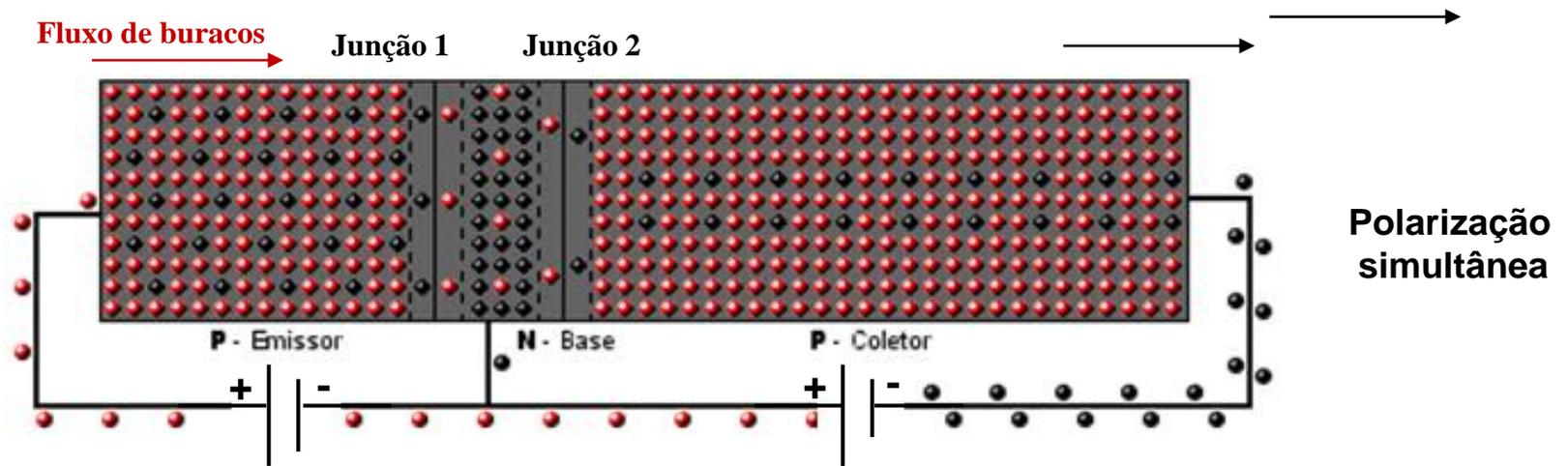
Há portanto, duas junções. Em cada uma das junções forma-se uma camada de depleção, em que os elétrons e buracos se equilibram, gerando uma barreira de potencial.

# O funcionamento do transistor



Polarização direta emissor-base → condutor

- Bateria colocada entre o emissor e a base. Para fazer uma polarização direta, ligamos o terminal positivo da bateria ao emissor (porção P - excesso de buracos) e o terminal negativo à base (porção N - excesso de elétrons).
- Desta forma, a base - região N, com excesso de elétrons, recebe ainda mais elétrons, e a porção P recebe ainda mais buracos.
- Através da junção 1 um número grande de buracos entra na base, que são portadores minoritários e irão se recombinar com elétrons que são majoritários.



No entanto, como a base é estreita praticamente não haverá recombinação e os buracos serão atraídos pelo coletor, pois o conjunto base-coletor é polarizado reversamente.

Como também vimos no caso do diodo, essa polarização inversa faz com que a porção base-coletor não conduza corrente. Os buracos se tornam agora uma parte do circuito emissor-coletor.

Um pequeno aumento na voltagem de entrada dentro do circuito emissor –base produz um grande aumento na corrente através da junção 2, que também reflete em um grande aumento da voltagem de saída.

Ou seja, um transistor de junção experimenta uma amplificação do sinal de entrada.

# Amplificação

- Se aumentarmos a corrente que flui pela base (emissor-base)  $I_B$ , haverá um aumento na corrente que flui pelo coletor  $I_C$ . Ou seja, podemos controlar a corrente vinda do emissor  $I_E$  para o coletor agindo sobre  $I_B$ . Ou seja, a  $I_B$  controla a corrente entre o emissor e o coletor.
- A  $I_B$  é muito pequena  $\rightarrow \Delta I_B$  pequena  $\rightarrow$  grande variação em  $I_C$ .
- Entramos com uma pequena corrente (via base) e saímos com uma grande corrente (via coletor)  $\rightarrow$  **AMPLIFICAÇÃO**
- Observação: Analisamos um transistor do tipo PNP. Caso invertamos nosso sanduíche, criaremos um transistor NPN. O funcionamento é exatamente o mesmo, apenas invertendo-se o fluxo da corrente.

# Semicondutores Amorfos

- São em geral materiais intrínsecos e isolantes
- Formados por deposição de Si em substrato; dependendo do gás usado na deposição, por ex. H, poderá ser dopado (tipo n ou p)
- Usado para aplicações em larga escala: células solares, aplicações xerográficas.
- Vantagem: não é necessário o crescimento de cristais perfeitos
- Desvantagem: propriedades eletrônicas complicadas; são materiais pouco entendidos na escala fundamental.