

Engenharia de Sistemas Eletrônicos

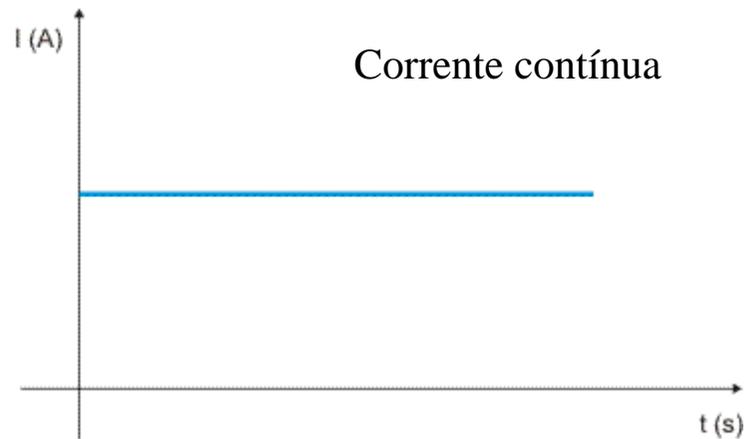
2º Semestre de 2018

Prof. Dr. Lucas Barboza Sarno da Silva

Introdução à Eletrônica Analógica

- Corrente contínua e corrente alternada
- Diodos
 - Aplicações de diodos
- Transistores
 - Aplicações de transistores

Corrente contínua e corrente alternada

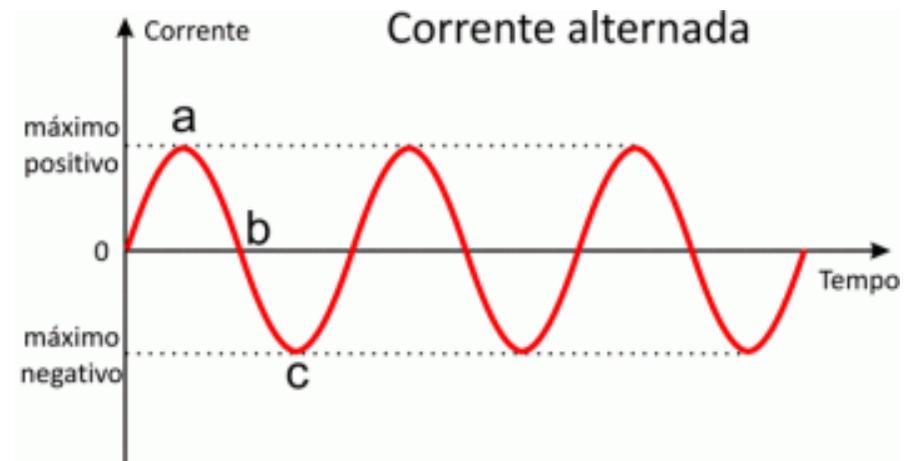


Corrente contínua, CC ou DC

- Pilhas
- Baterias

Corrente alternada, CA ou AC

- Rede de distribuição elétrica convencional



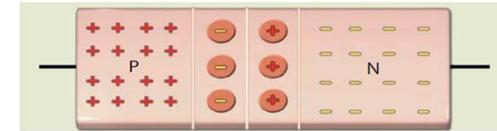
Diodos

Diodos é uma junção de cristais semicondutores dopados.

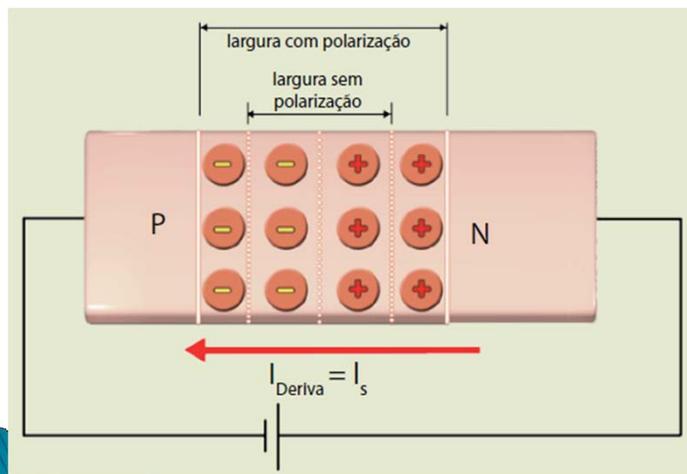
- Silício, germânio

O diodo é um dispositivo eletrônico de dois terminais que só permite a passagem de corrente elétrica em um sentido.

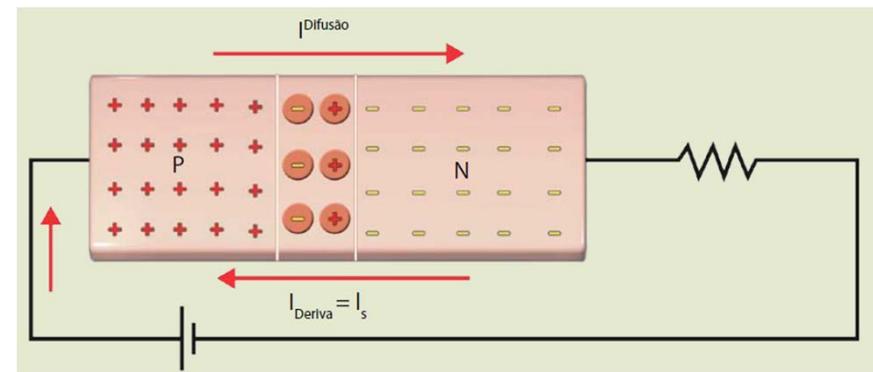
Junção PN

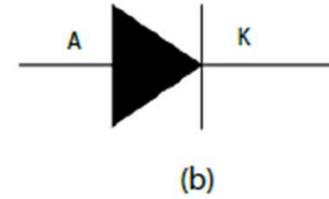
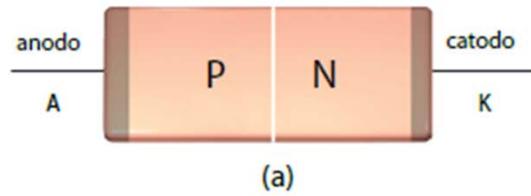


Polarização reversa

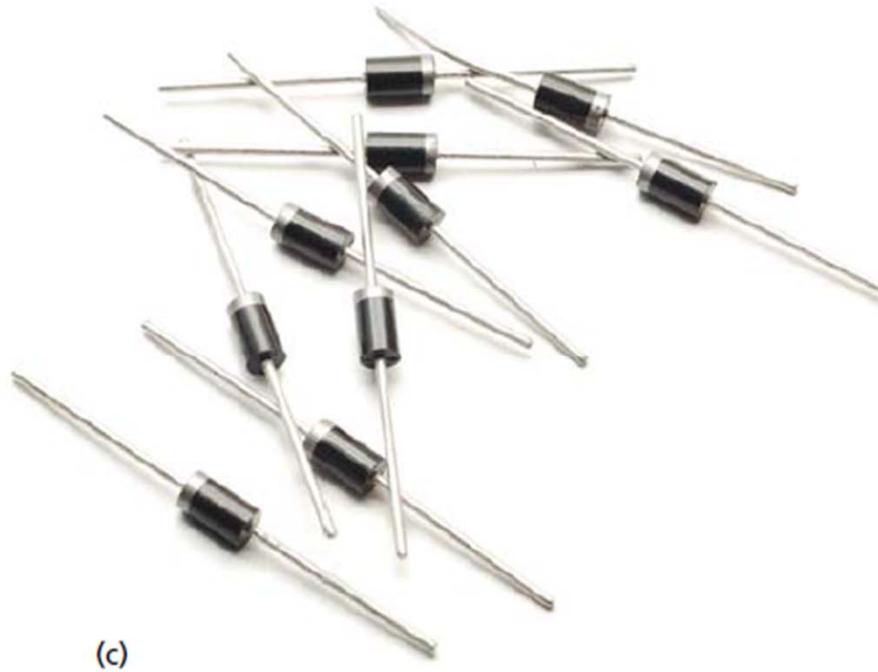


Polarização direta





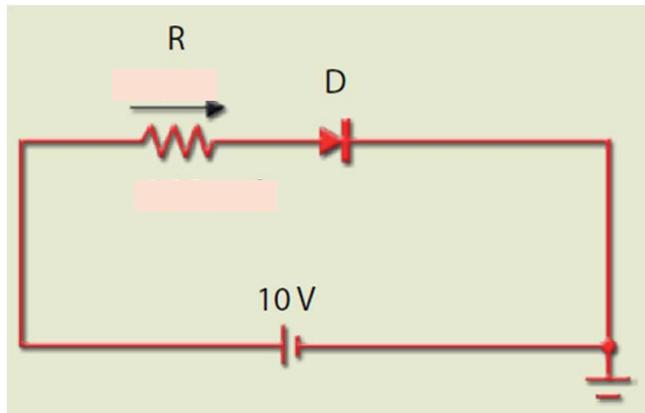
(a) Diodo de junção com terminais ôhmicos,
(b) símbolo do diodo de junção e
(c) diodos de uso geral.



BOGDAN IONESCU/SHUTTERSTOCK

Diodo polarizado diretamente

Um diodo de silício PN, cujo a tensão de corte é 0,7 V, está ligado em série com um resistor de 1 kΩ e uma fonte de corrente contínua de 10 V, como indicado na figura. Haverá corrente elétrica circulando no circuito? Se sim, qual o valor dessa corrente elétrica?

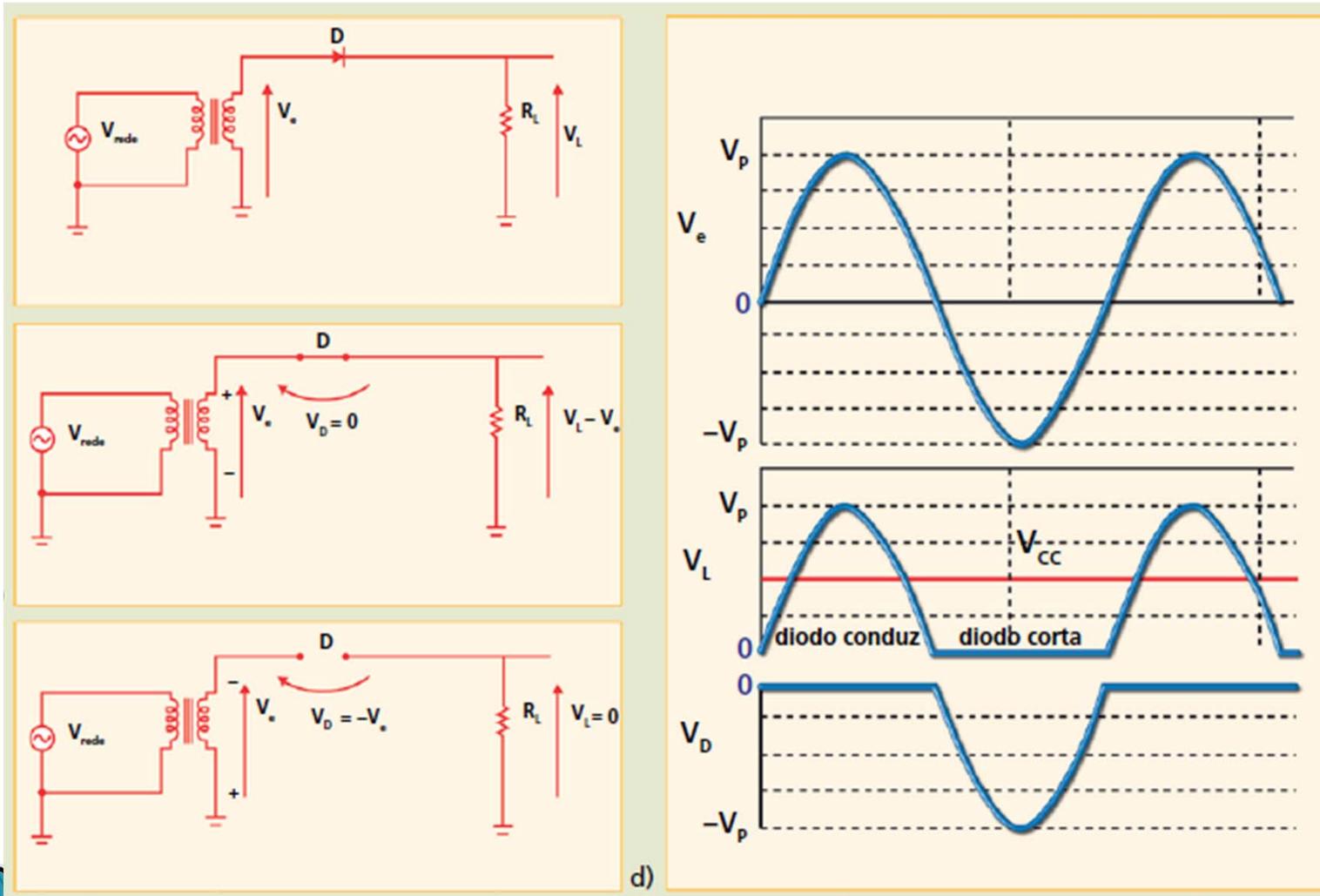


Lei de Ohm: $V = I \cdot R$

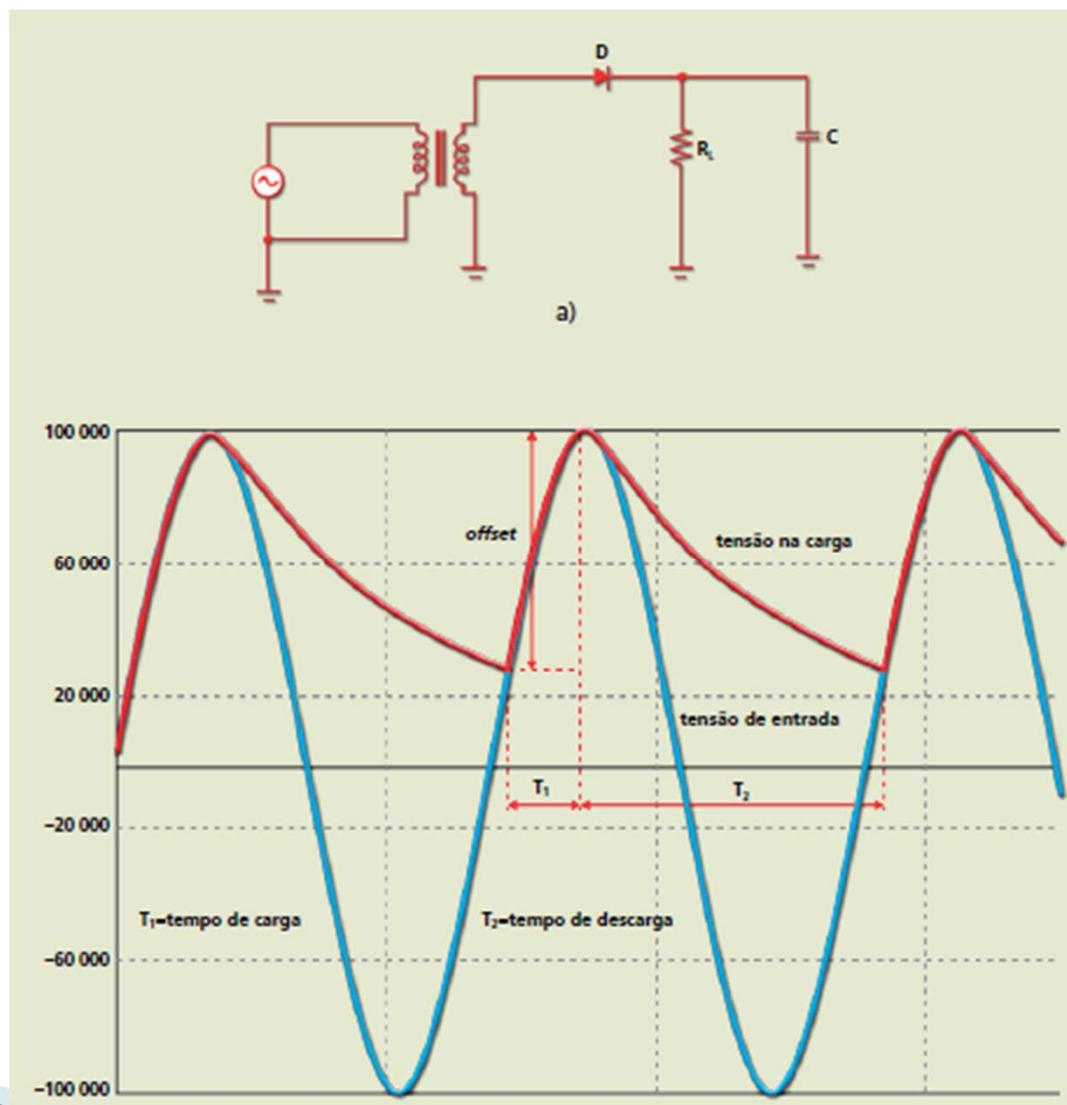
$$I = \frac{V}{R} = \frac{(10 - 0,7)V}{1 \cdot 10^3 \Omega} = 9,3mA$$

Aplicações de diodos em corrente alternada

Retificador de meia onda



Retificador de meia onda com filtro capacitivo



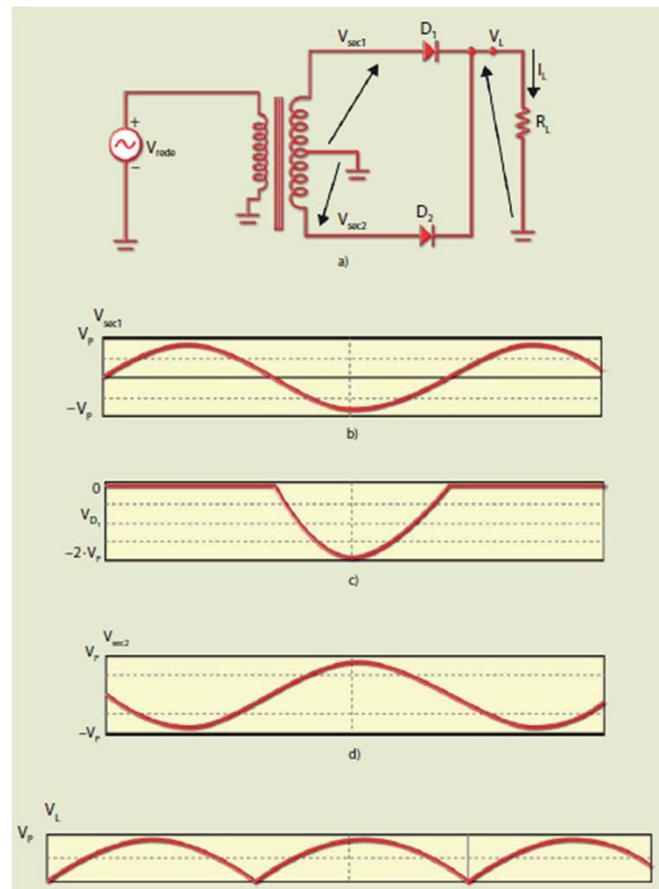
Retificador de onda completa

Nos retificadores de onda completa, a conexão dos diodos pode ser feita de duas maneiras, resultando em dois tipos de retificadores com características distintas:

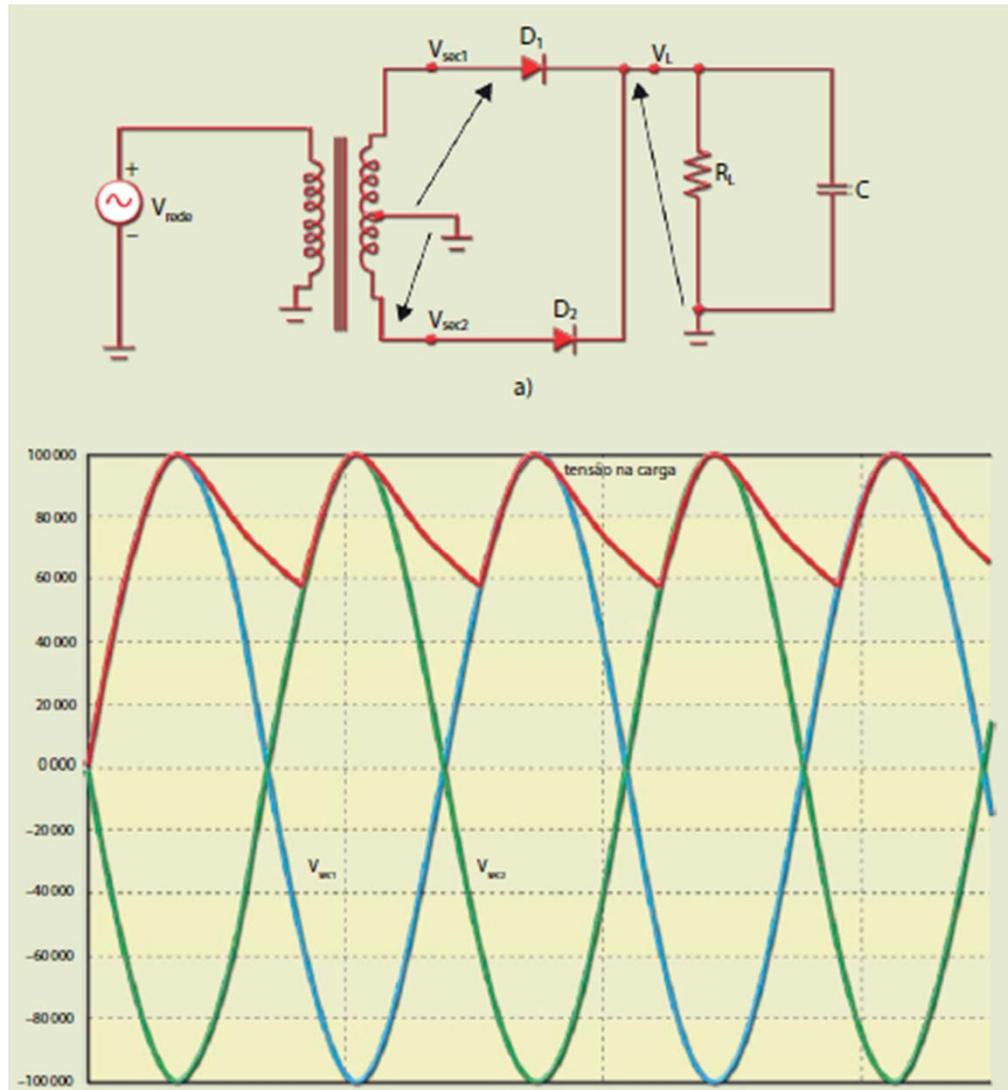
- Retificador com *center tap*
- Retificador em ponte

Retificador de onda completa com *center tap*

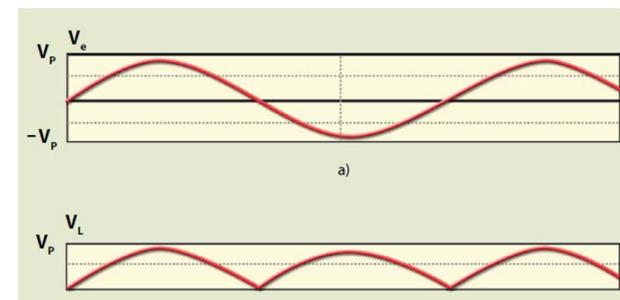
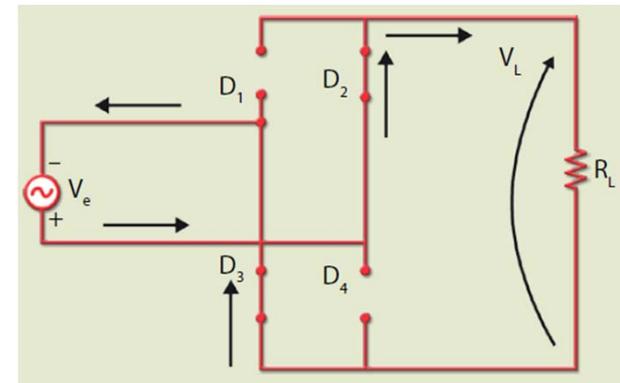
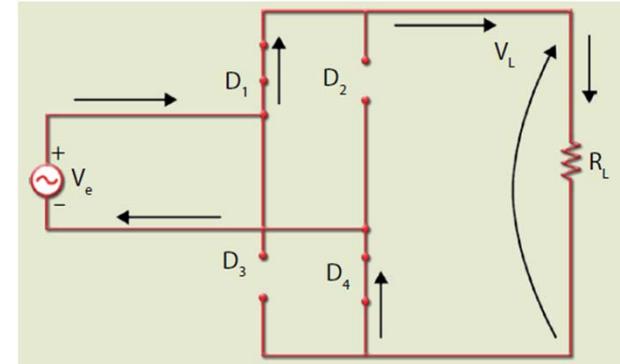
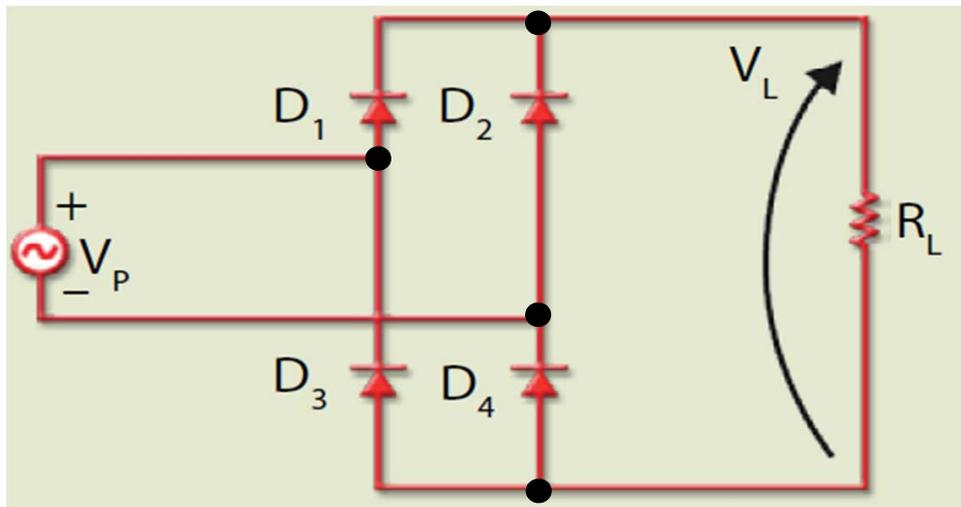
Esse tipo de retificador utiliza um transformador com tomada central (*center tap*). Os diodos são ligados em cada uma das saídas opostas ao *center tap* e, como resultado, obtém-se duas tensões defasadas de 180° entre si.



Retificador de onda completa com filtro capacitivo



Retificador de onda completa em ponte



Ponte retificadora como componente



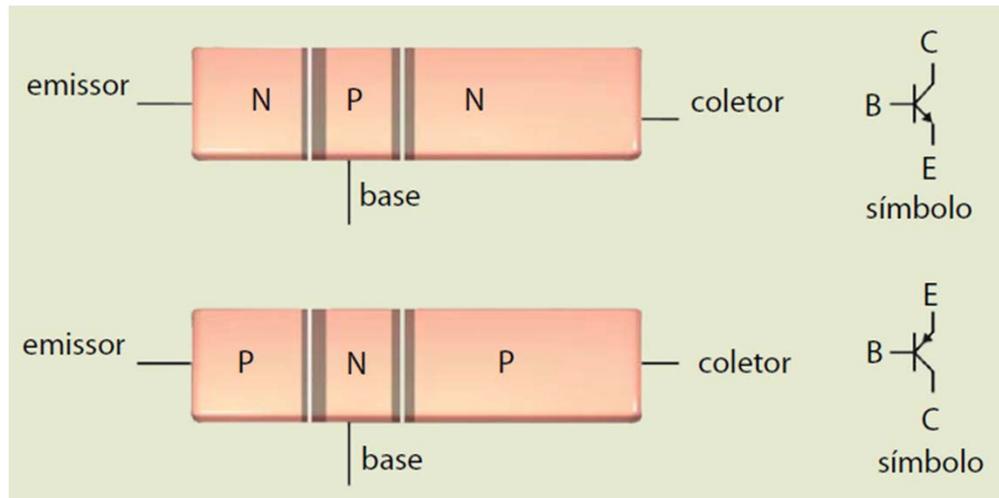
Transistores

O **Transistor** é um componente semicondutor utilizado como amplificador de sinal ou chave seletora.

Foi desenvolvido nos laboratórios da Bell em Murray Hill, New Jersey, Estados Unidos, em 1947 pelos cientistas John Bardeen, Walter Brattain e William Shockley. Sua descoberta foi revolucionária, gerando grande avanço na eletrônica e informática.



Princípio de funcionamento

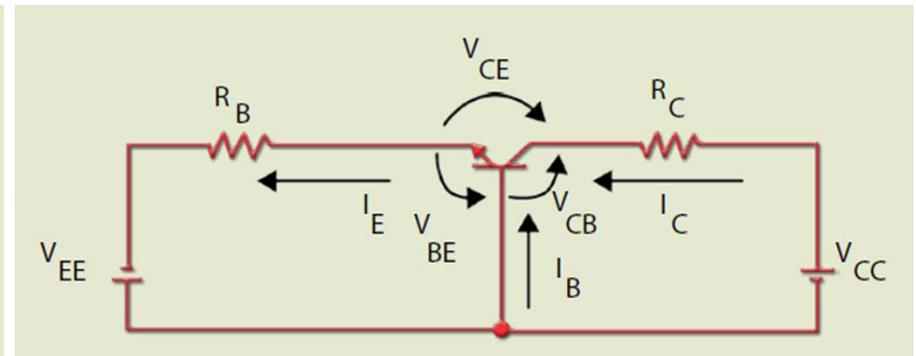
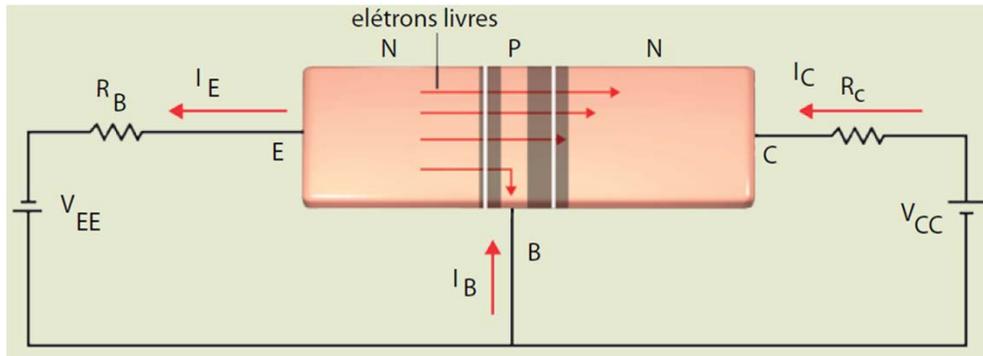


Junção NPN

Junção PNP

- A **base** é a região mais estreita, menos dopada (com menor concentração de impureza) e extremamente fina.
- O **emissor** é a região mais dopada (com maior concentração de impureza), onde são emitidos os portadores de carga (elétrons no caso de transistor NPN e lacunas no caso de transistor PNP).
- O **coletor** é a região mais extensa, porque é nela que a potência se dissipa.

Operação do transistor



Base comum:

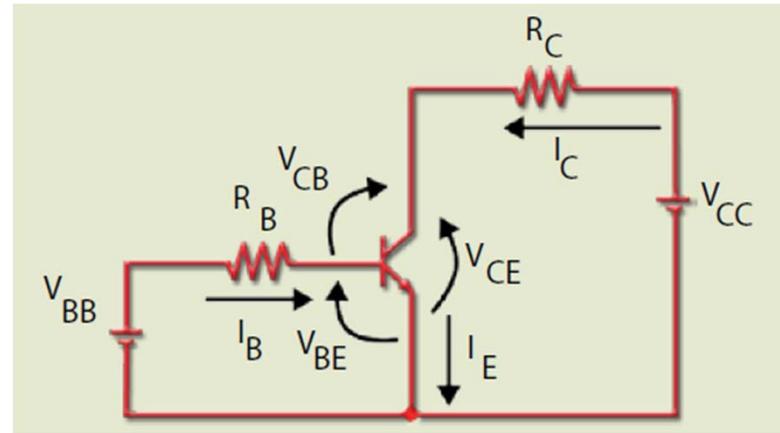
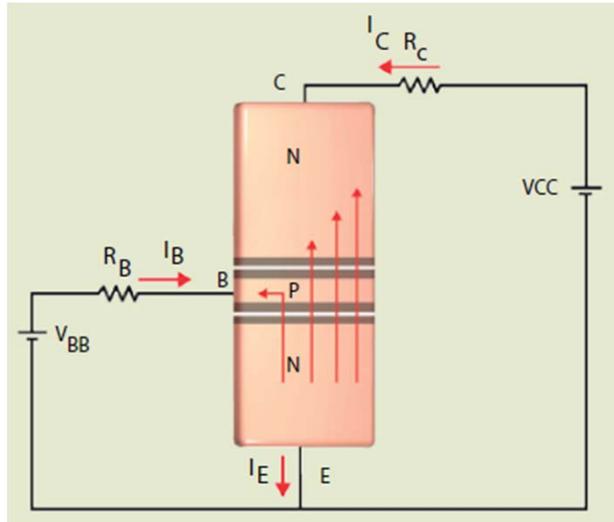
$$\rightarrow I_E = I_C + I_B$$

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E}$$

ganho < 1

$$\rightarrow V_{CE} = V_{BE} + V_{BC}$$

Operação do transistor



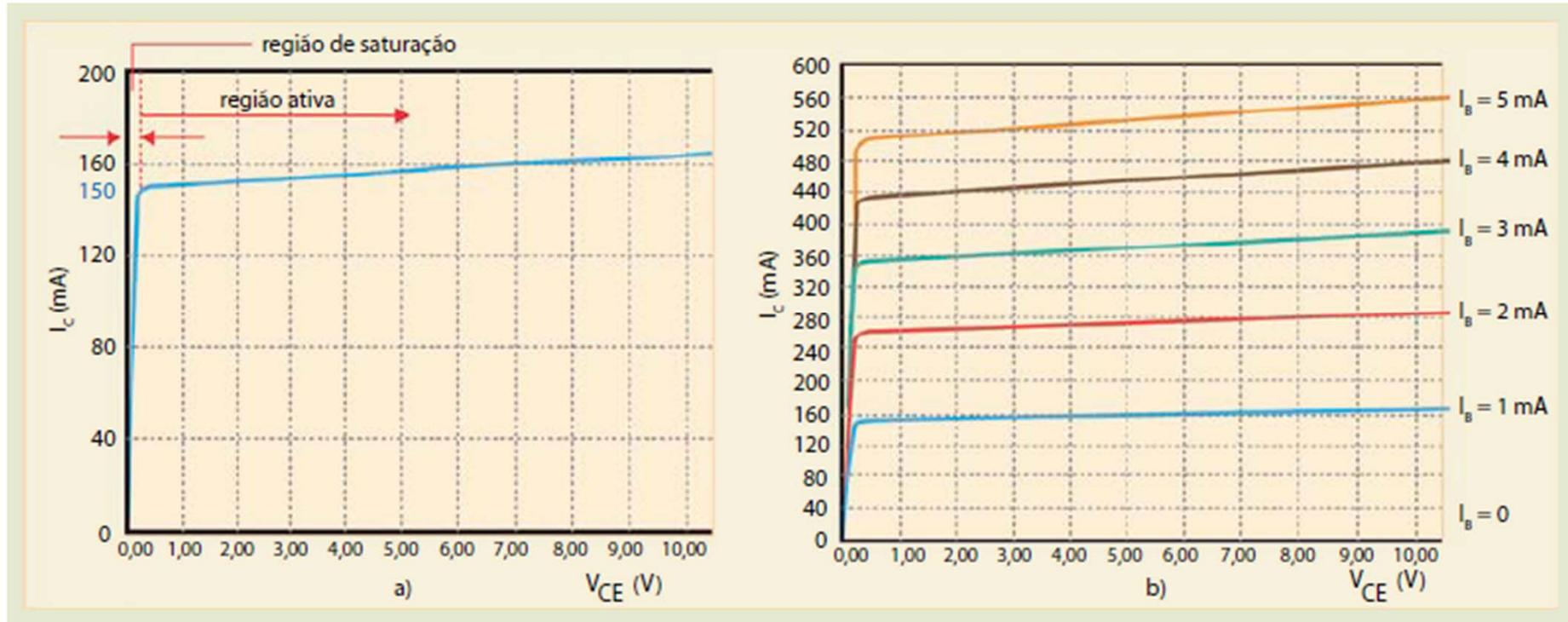
Emissor comum: $\rightarrow I_E = I_C + I_B$ $\rightarrow V_{CE} = V_{BE} + V_{CB}$

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} \quad \text{ganho} \gg 1$$

A relação entre os dois parâmetros:

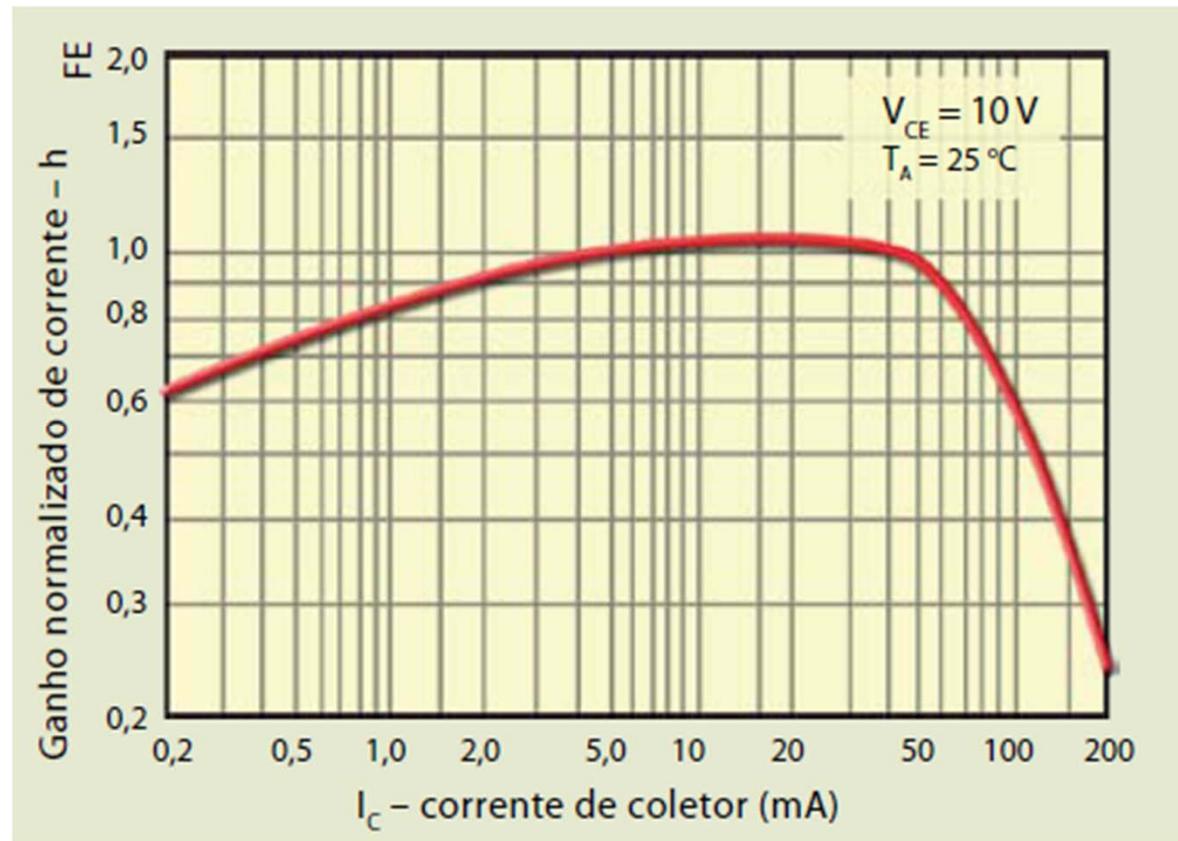
$$\alpha = \frac{\beta}{\beta + 1} \quad \beta = \frac{\alpha}{\alpha - 1}$$

Curvas característica do coletor



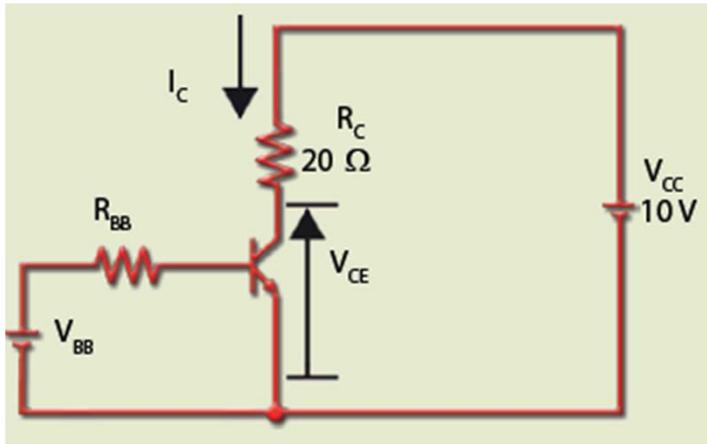
1 mA na base \rightarrow 150 mA no coletor

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{150\text{mA}}{1\text{mA}} = 150$$



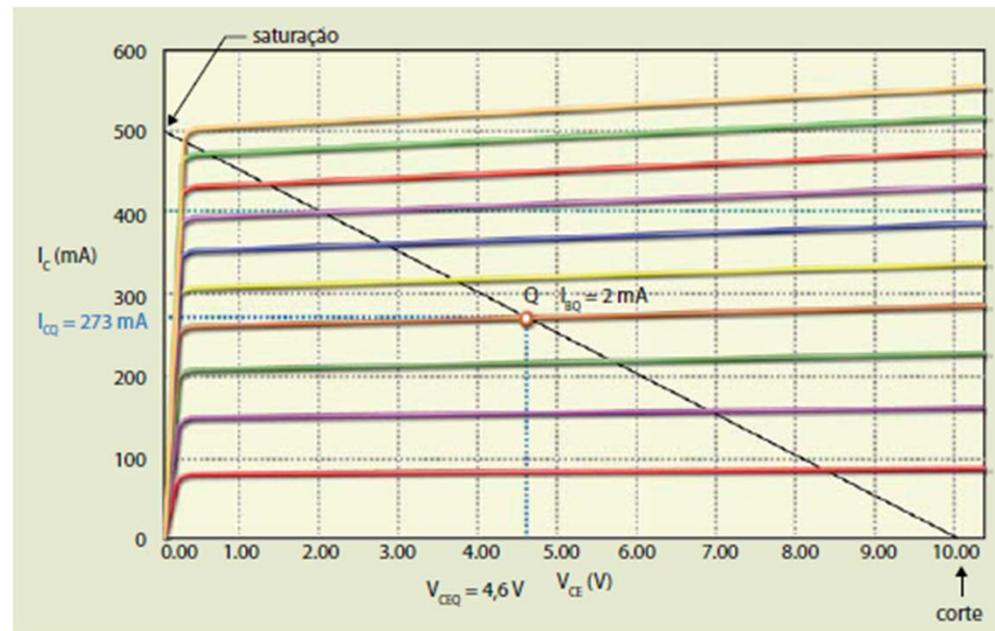
O gráfico foi obtido da folha de dados do transistor BC548 e mostra a dependência do **ganho** com a corrente de coletor para dada temperatura e tensão coletor-emissor.

Regiões de operação: reta de carga



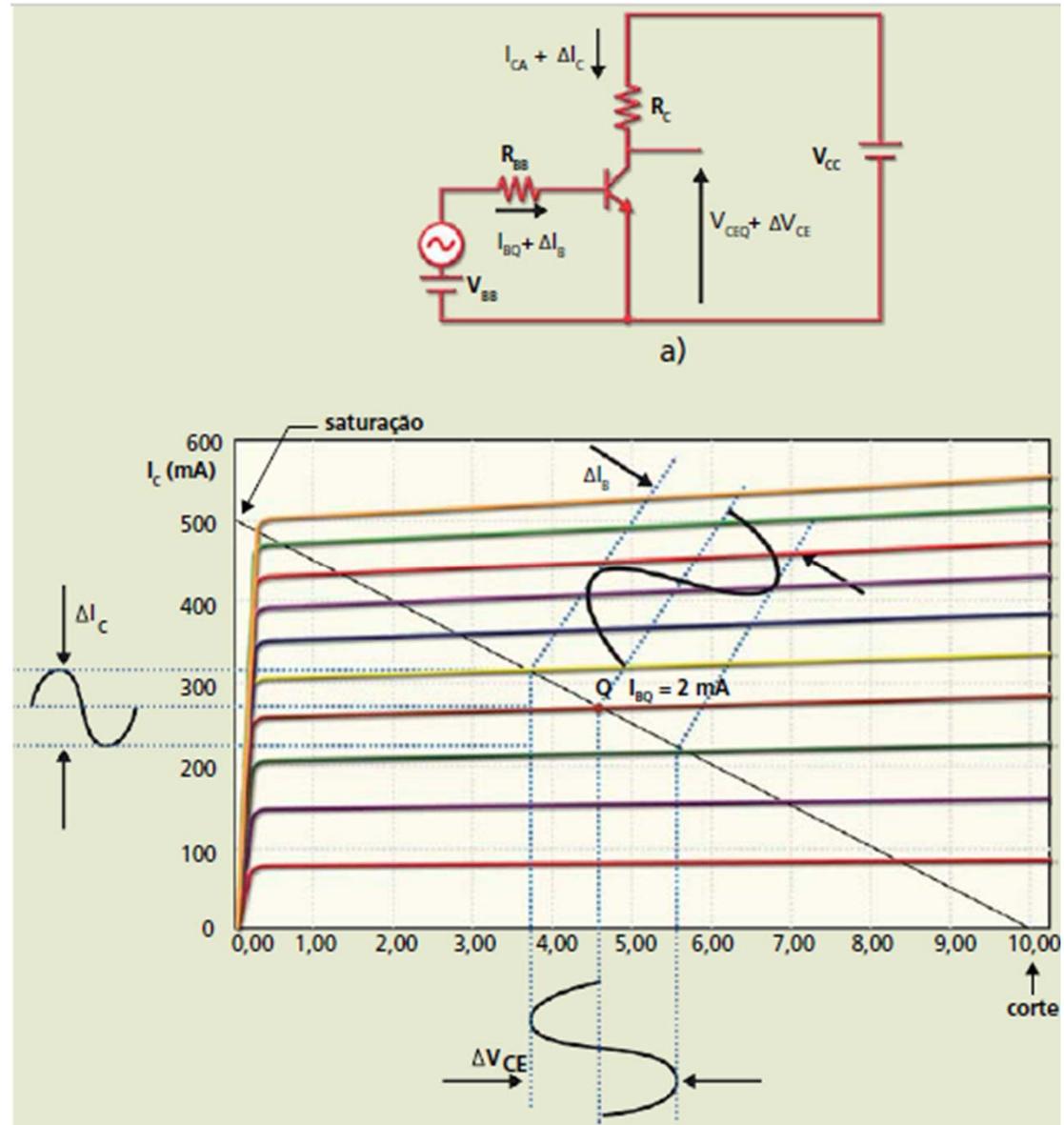
Primeiro ponto: $I_C = 0 \rightarrow V_{CE} = V_{CC}$
(corte)

Segundo ponto: $V_{CE} = 0 \rightarrow I_C = \frac{V_{CC}}{R_C}$
(saturação)



Funcionamento como amplificador

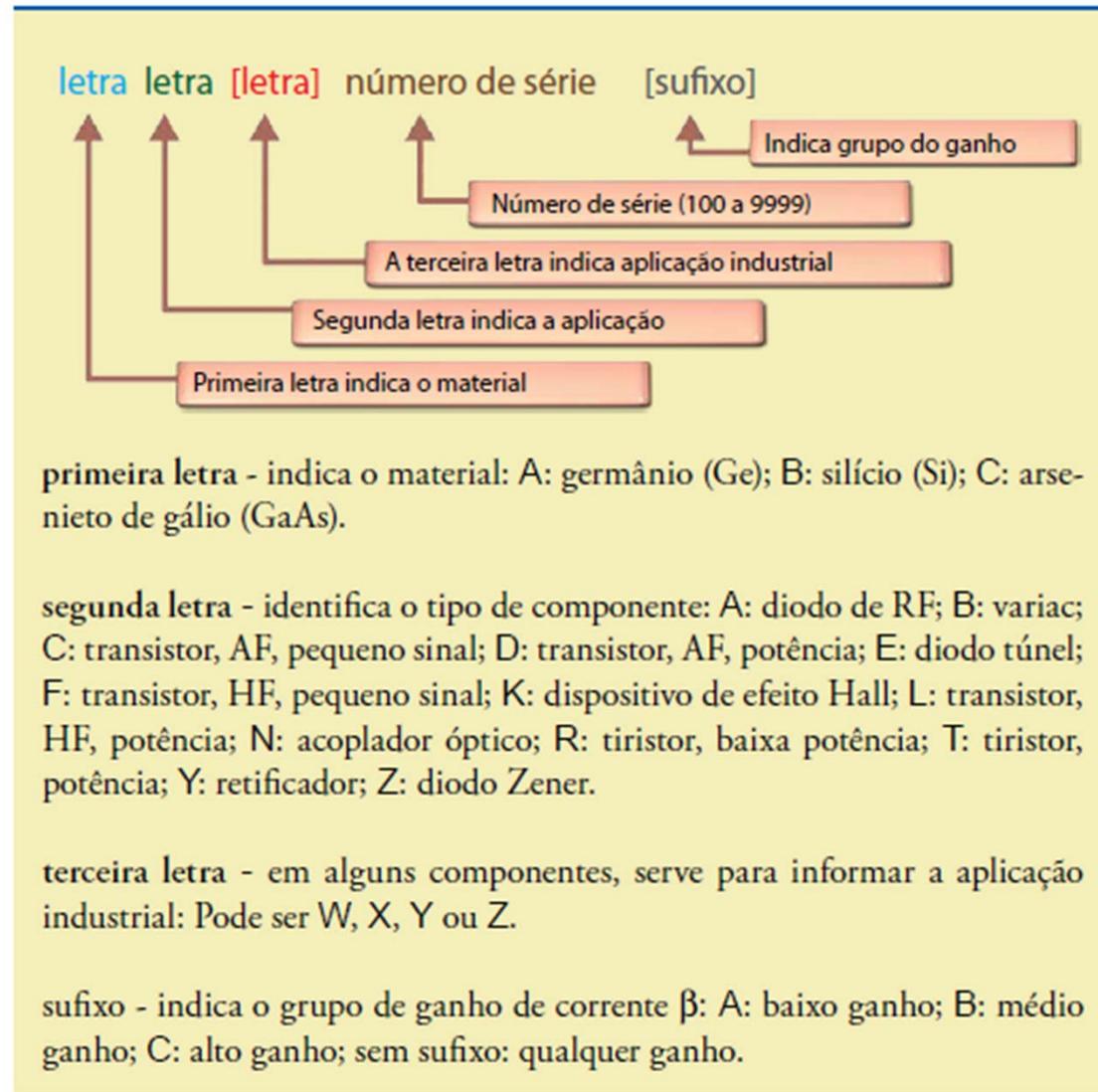
- Amplificação do sinal (corrente) de entrada na base
- Defasagem de 180° na saída de tensão



Identificação de um transistor

Exemplo:

- BC 548 A



REFERÊNCIA

Luiz Fernando Teixeira Pinto, Romulo Oliveira Albuquerque. Eletrônica: eletrônica analógica, Centro Paula Souza, Governo do Estado de São Paulo. São Paulo: Fundação Padre Anchieta, 2011.