

Eletrônica de Potência

3 -Transistores de Potência



3.1 – Introdução

São transistores com altos valores de tensão e corrente.

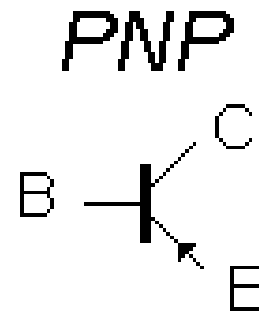
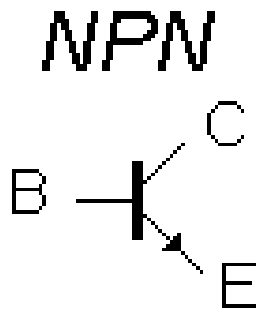
- ◆ Podem ser do tipo PNP ou NPN, três camadas e duas junções.
- ◆ As duas aplicações básicas são na amplificação e no chaveamento (EP).
- ◆ São em geral usados em circuitos Chopper e inversores.
- ◆ Ao contrário dos diodos podem ser controlados.
- ◆ Família: BJT – transistor de junção bipolar, MOSFET - transistor de efeito de campo metal-óxido-semicondutor (*metal-oxide-semiconductor field-effect*) e IGBT – transistor bipolar de porta isolada (*insulated-gate bipolar transistor*)
- ◆ BJT é mais lento que o MOSFET
- ◆ BJT é acionado por corrente, requer uma alta corrente para ser mantido ligado e para desligar, por isso e, em geral é mais caro que o MOSFET.

3.1 – Introdução

- ◆ MOSFET é acionado por tensão.
- ◆ No MOSFET a queda de tensão direta é maior que no BJT.
- ◆ IGBT alia as vantagens dos dois dispositivos (BJT e MOSFET), trabalham em alta tensão e frequência com baixas perdas no estado de ligado e requerem circuitos de chaveamento simples.

3.2 – BJT

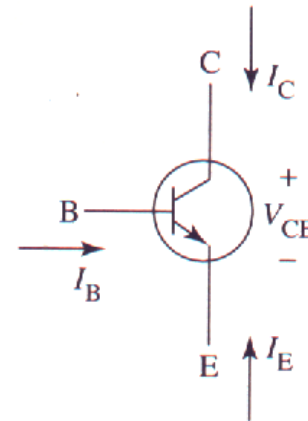
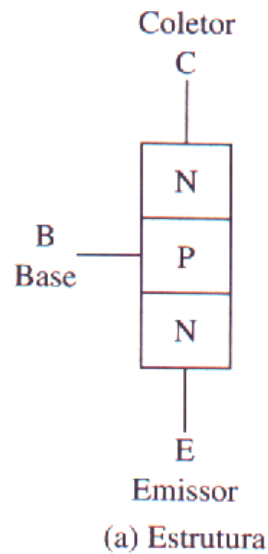
3.2.1 – Tipos



3.2 – BJT

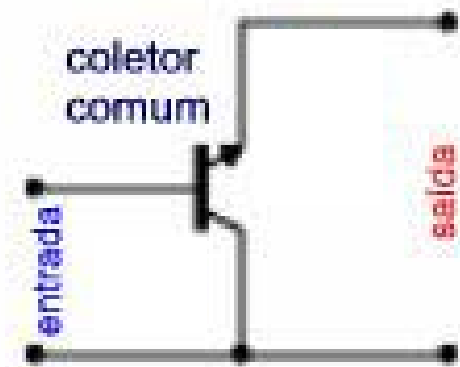
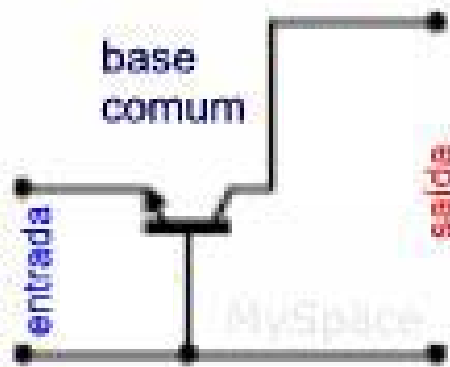
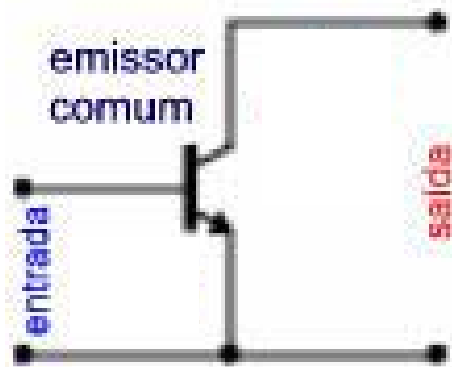
3.2.2 – Estrutura Física

Um transistor NPN e seu símbolo.



3.2 – BJT

3.2.3 – Polarizações



3.2 – BJT

3.2.4 – Funcionamento como Chave

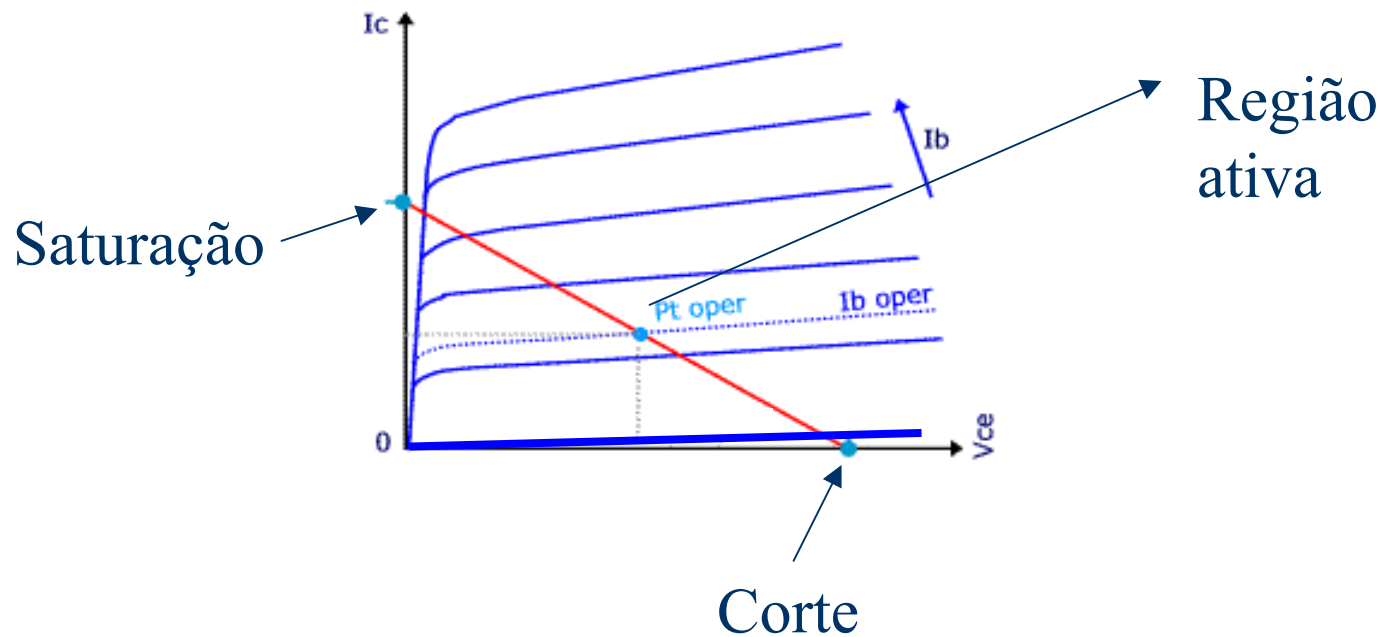
Região de Corte – corrente de base aproximadamente igual a zero, ambas as junções estão reversamente polarizadas e o BJT se comporta como uma chave aberta.

Região de Saturação – corrente de base alta, tensão coletor-emissor aproximadamente igual a zero, ambas as junções estão diretamente polarizadas e o BJT se comporta como uma chave fechada.

Região Ativa – junção BE diretamente polarizada enquanto a junção base coletor fica reversamente polarizada.

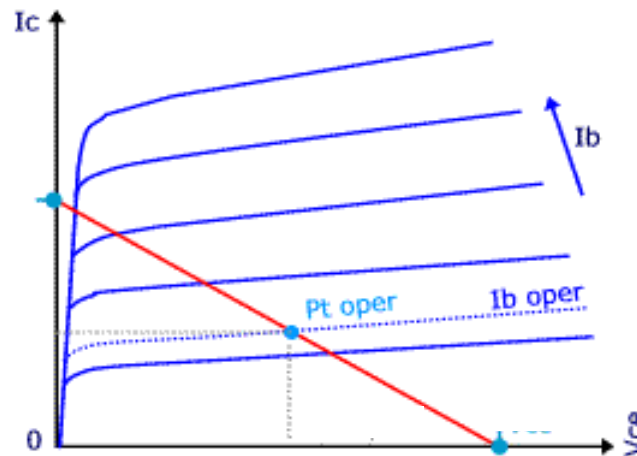
3.2 – BJT

3.2.5 – Curva característica - configuração Emissor Comum



3.2 – BJT

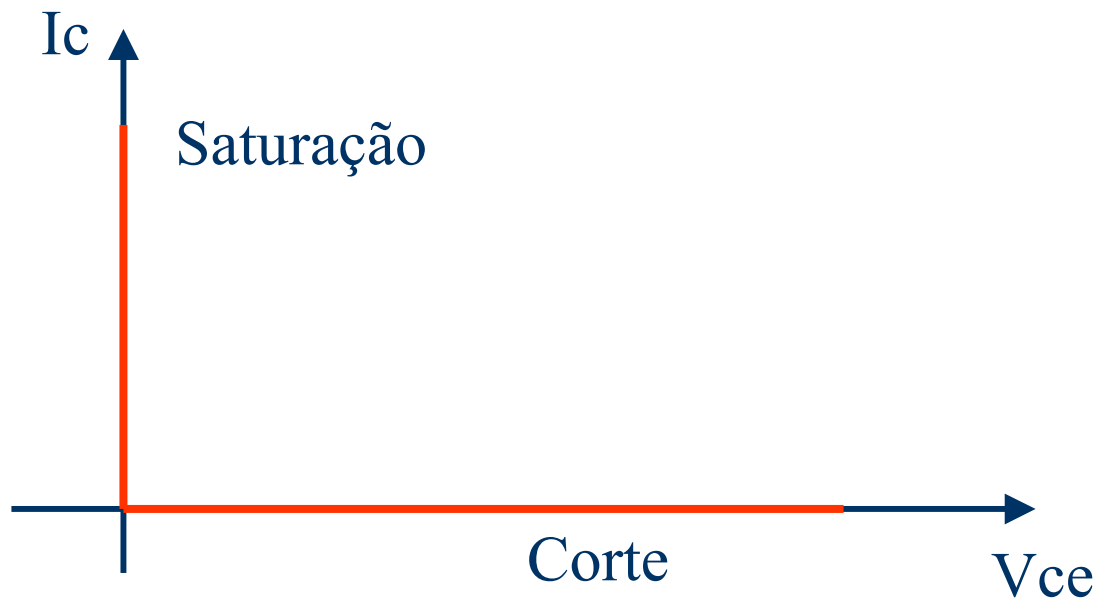
3.2.5 – Curva característica - configuração Emissor Comum



Observe que a curva característica VI não apresenta região reversa. O BJT não pode bloquear mais que 20 V na direção inversa. Por isso não são usados em CA, a menos que um diodo reverso seja ligado em paralelo ente CE para protege-lo.

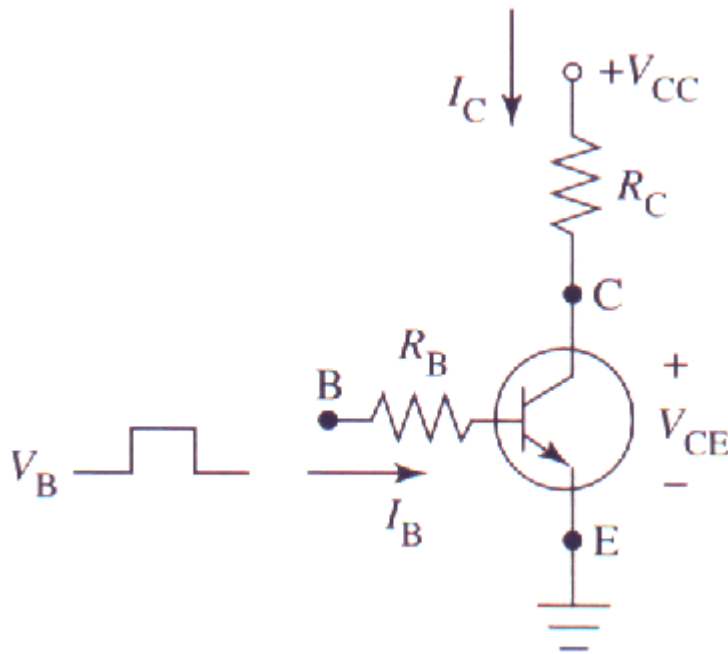
3.2 – BJT

3.2.6 – Curva característica Ideal



3.2 – BJT

3.2.7 – Polarização Emissor Comum



$$V_{cc} - I_c R_c - V_{ce} = 0$$

$$I_c = \frac{V_{cc} - V_{ce(sat)}}{R_c} \approx \frac{V_{cc}}{R_c}$$

$$I_\beta = \frac{I_c(sat)}{\beta} = \frac{V_{cc}}{\beta R_c}$$

3.2 – BJT

3.2.7 – Perdas de Potência

As perdas no BJT quando ele está ligado ou desligado são pequenas, mas durante o chaveamento existem perdas apreciáveis, que variam com a frequência de chaveamento.

Perdas Ligado.

$$P_b = V_{BE} I_B t_{on} \quad P_c = V_{CE} I_c t_{on}$$

Perdas desligado.

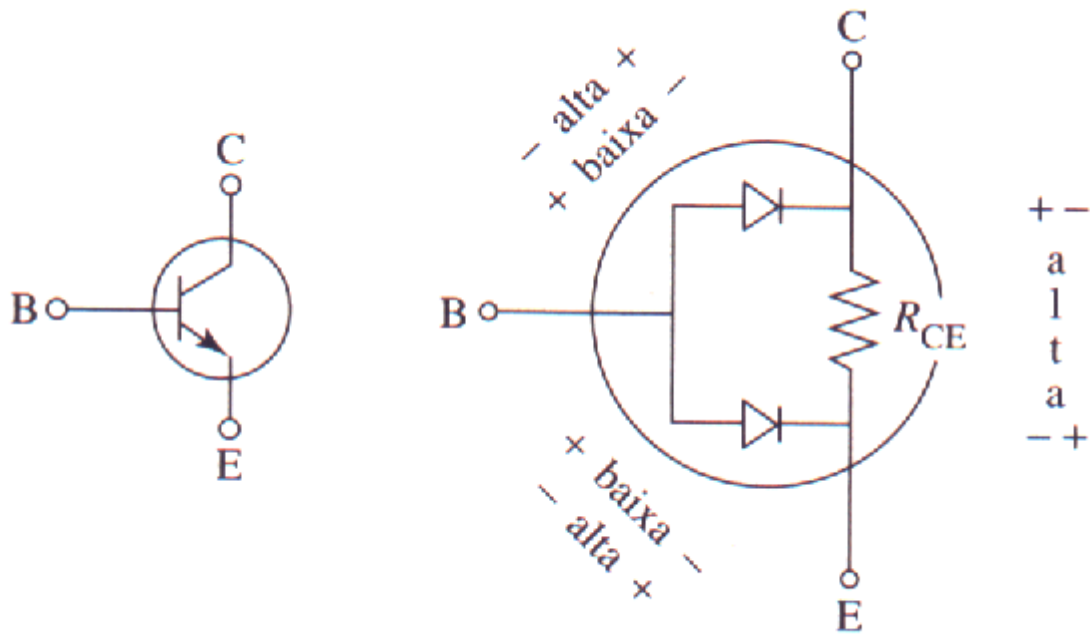
$$P_c = V_{CE} I_c t_{off}$$

Perdas Ligado.

$$P_{sw(on/off)} = \frac{V_{CC} I_c(\max)}{6} t_{sw(on/off)}$$

3.2 – BJT

3.2.8 – Teste do BJT



3.2 – BJT

3.2.9 – Proteção de um BJT

Proteção de sobrecorrente – A elevação de temperatura devido ao aumento de corrente é muito rápida, assim os fusíveis não podem ser utilizados para proteger o BJT. Logo deve-se desligar o dispositivo sempre que a corrente ultrapassar os valores permitidos.

Proteção de sobretensão – Diodo em antiparalelo.

Proteção contra transitórios – Circuito snubber

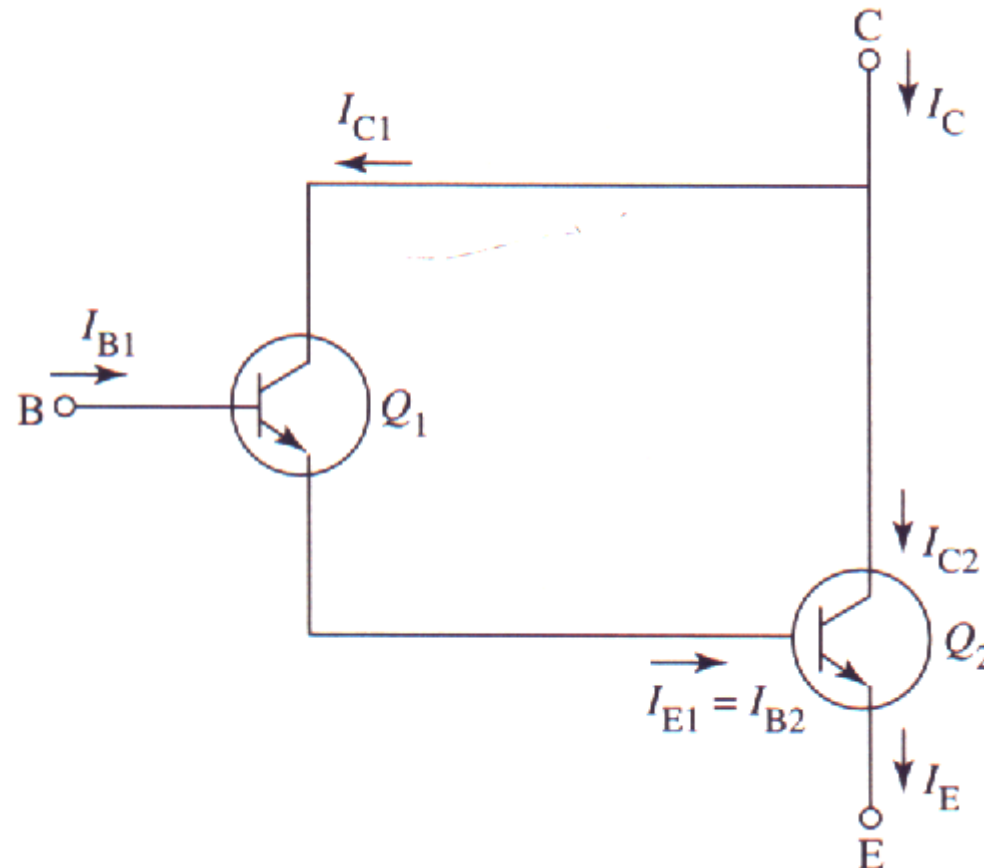
3.2 – BJT

3.2.10 – Valores Mominais

- Tensão de saturação coletor-emissor - $V_{CE(sat)}$
- Ganho de corrente - β
- Velocidade de Chaveamento (maior que tiristor, aplicados em frequências de até 100 KHz)
- Tensão de bloqueio direta $V_{CE(su)}$ (valores de 1400 V estão disponíveis no mercado)
- Valores nominais de corrente de coletor
- Temperatura de junção (normalmente 125°C)
- Dissipação de potência

3.2 – BJT

3.2.11 – Conexão Darlington



3.2 – BJT

3.2.12 – Ligações em Série e Paralelo

Um único transistor pode não ser suficiente para aplicações de tensões e correntes altas, nesse caso eles podem ser conectados em série ou em paralelo para aumentar, respectivamente, a tensão de bloqueio e a corrente de condução.