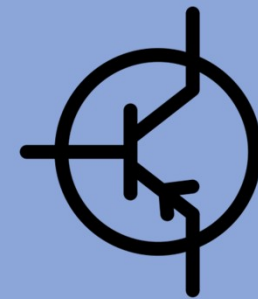
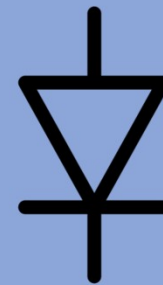
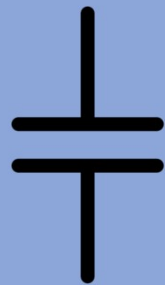


Aula 3- Diodo Zener e Introdução a Transistores

Disciplina: Eletrônica Analógica e Digital

Professor: Daniel Gueter



Cronograma

- 18/02 – Aula 1 - Introdução da disciplina e Semicondutores
- 25/02 – Aula 2 - Revisão de circuitos
- 04/03 – Feriado - Carnaval
- **11/03 – Aula 3 - Diodo Zener e Introdução a Transistores**
- 18/03 – Aula 4
- 25/03 – Aula 5
- 01/04 – Aula 6 (Semana de Oficina)
- 08/04 – Aula 7
- 15/04 – Prova
- 22/04 – Prova substitutiva

Diodo Zener

Diodo Zener – Qual a diferença?



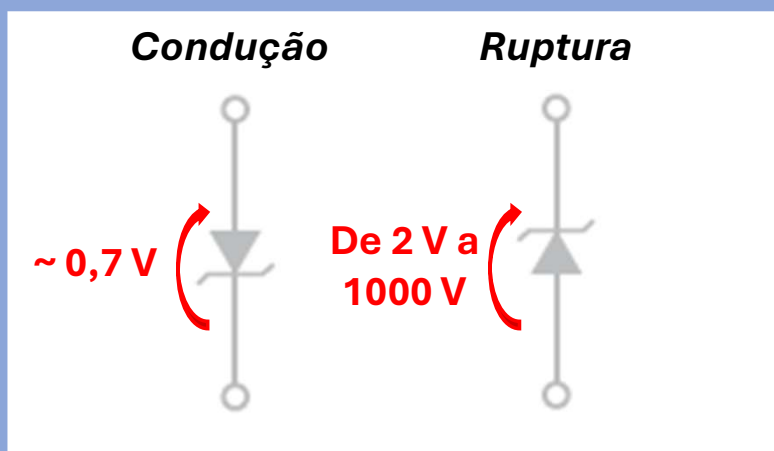
Diodo comum



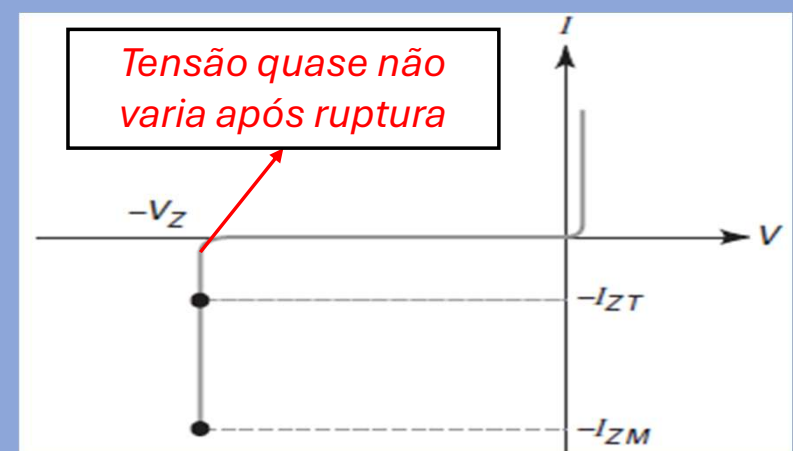
Diodo zener

Diodo Zener – Qual a diferença?

- Também conhecido como **diodo regulador de tensão**, o diodo Zener difere de um diodo comum pois ele **foi feito para operar na região de ruptura**. Quando operado **na região de condução**, o diodo Zener se comporta igual a um diodo comum.



Diodo zener de silício em condução e em ruptura



Curva de operação de um diodo zener

Diodo Zener – Exercício

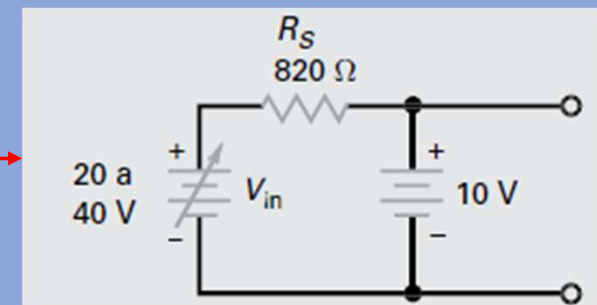
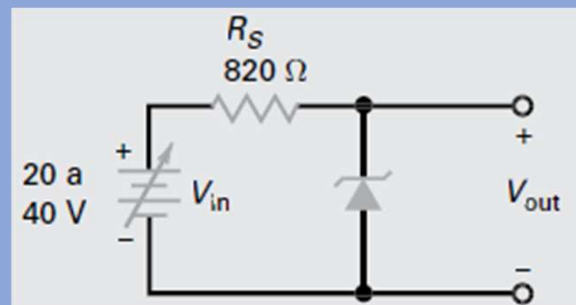
- No circuito abaixo, a fonte pode variar de 20 V a 40 V. Sabendo que a tensão de ruptura do diodo Zener vale 10 V, qual é a tensão de saída (V_{out}) quando a fonte alimenta o circuito com:

20 V ?

30 V ?

40 V ?

Resposta: Sempre 10 V !!!



Introdução a Transistores

Transistores – O que são?



Inúmeros tipos de transistores



Típico transistor

Transistores – O que são?

- Inventado em 1951, o transistor é uma das invenções mais importantes para a engenharia da computação, pois sem ele não teríamos o avanço tecnológico computacional que temos hoje.
- Enquanto os diodos possuem duas regiões com elétrons livres e lacunas, os **transistores possuem 3 regiões**, podendo ser do tipo ***npn*** ou ***pnp***.
- Devido a isso, o transistor possui **duas camadas de depleção e barreiras de potencial**.

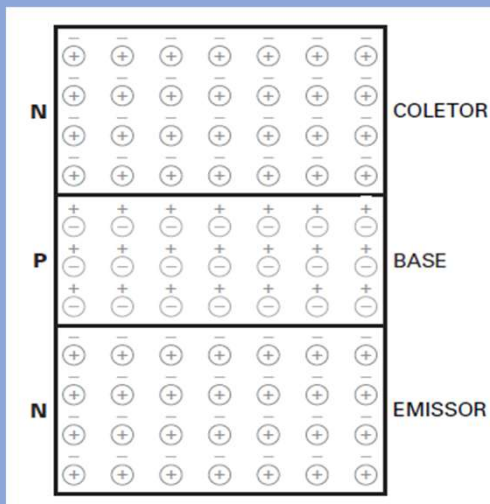
Transistores – O que são?

- Cada região do transistor possui um nível de dopagem diferente e um terminal que se conecta a ela. Eles são:

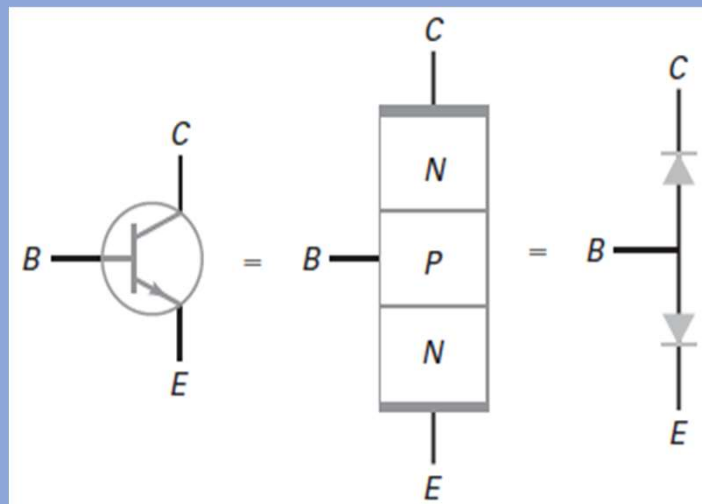
Região superior: **Coletor**

Região do meio: **Base**

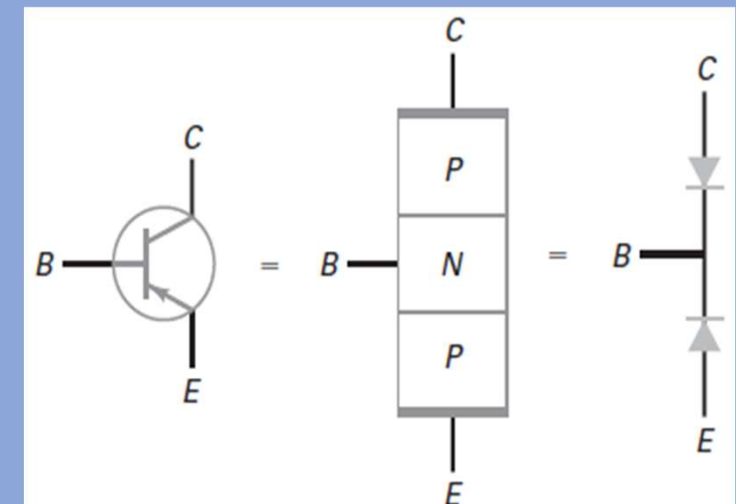
Região de inferior: **Emissor**



Estrutura de um transistor npn



Transistor npn

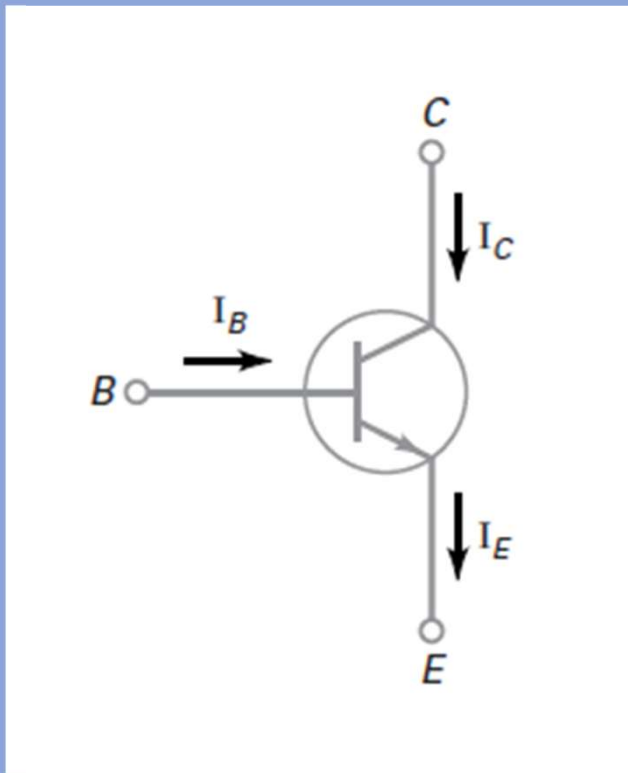


Transistor pnp

Transistores – Como eles funcionam?

(<https://www.youtube.com/watch?v=sS7r7a-6SO0>)

Transistores – Relações de correntes



Correntes em um transistor npn

$$I_E = I_C + I_B$$

Em um transistor, como $I_B \ll I_C$, temos que

$$I_C \approx I_E$$

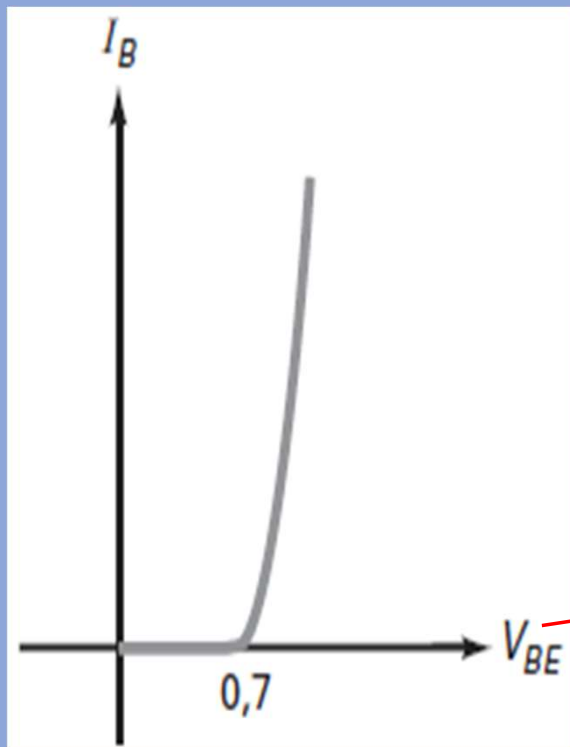
Podemos definir o seguinte **ganho de corrente β**

$$\beta = \frac{I_C}{I_B}$$

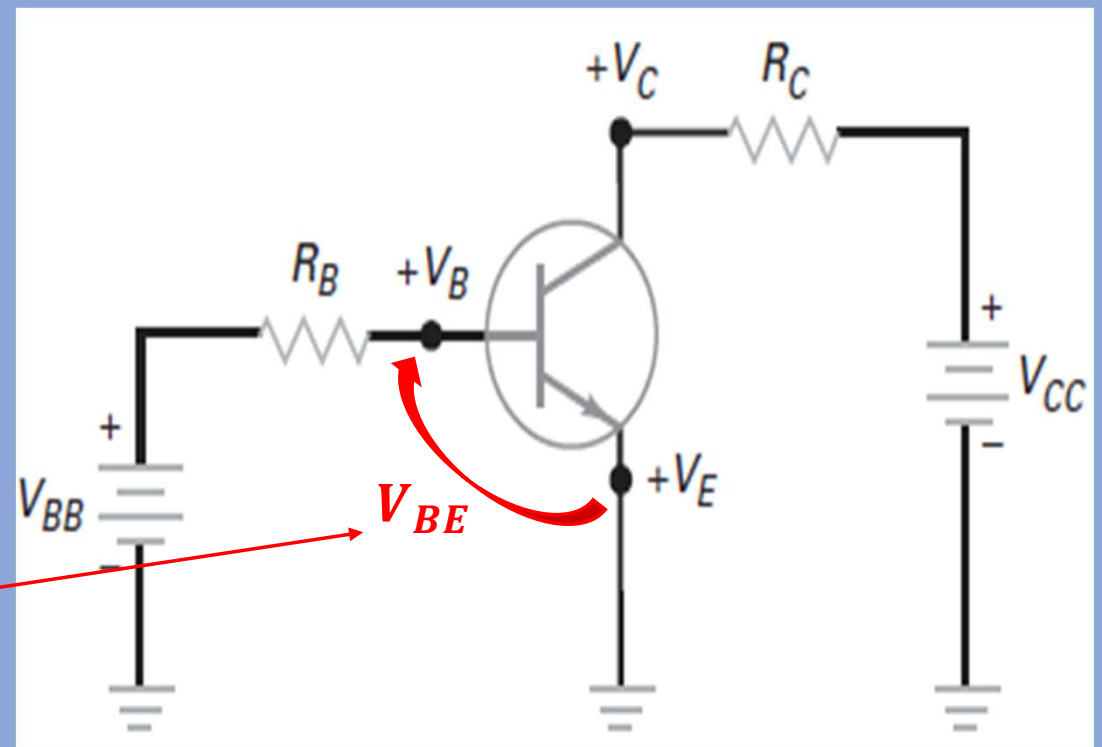
Ou seja

$$I_C = \beta I_B \quad (\beta \text{ varia normalmente entre } 100 \text{ e } 300)$$

Transistores – Curvas

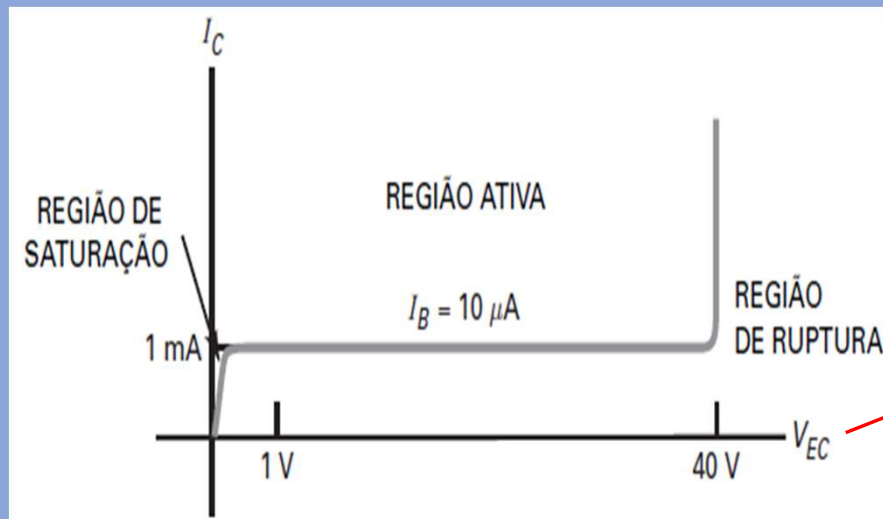


Curva da corrente na base

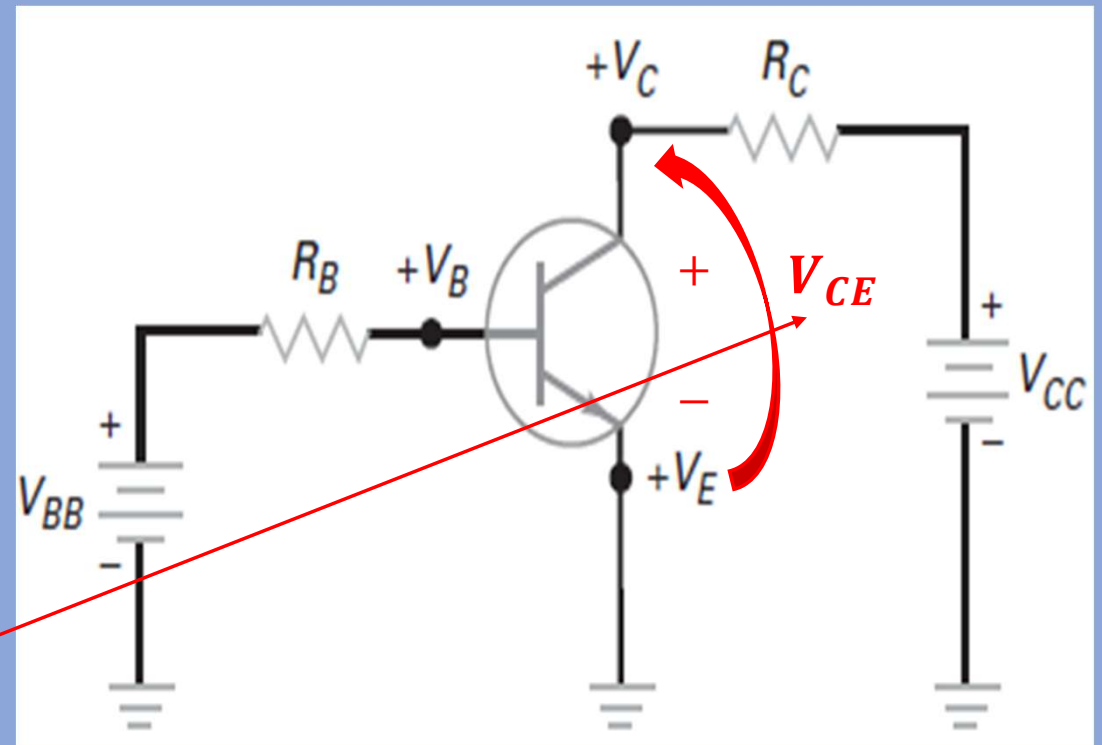


Típico circuito de um transistor

Transistores – Curvas e regiões de operação



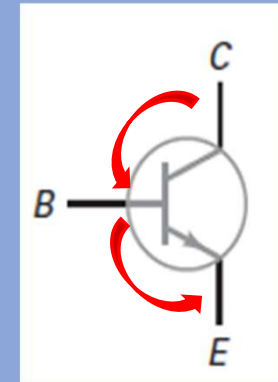
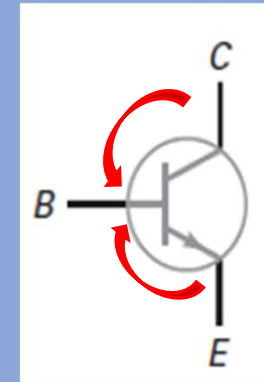
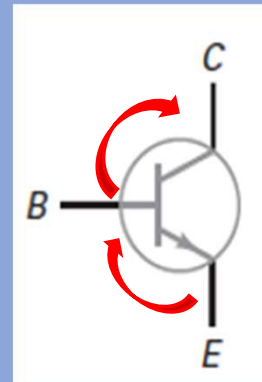
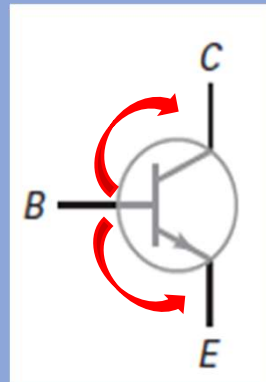
Curva da corrente no coletor



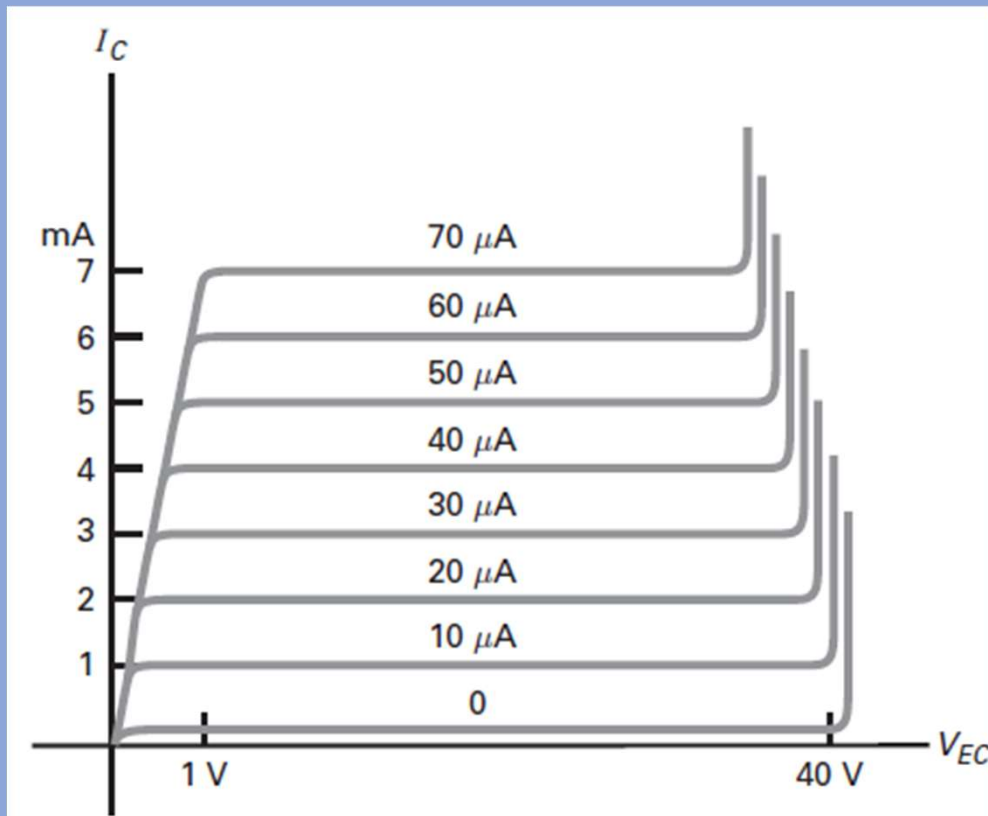
Típico circuito de um transistor

Transistores – Regiões de operação

Região de operação	Corte	Ativa	Saturação	Reversa ou Ruptura
Junção B-E	Reversa	Direta	Direta	Reversa
Junção B-C	Reversa	Reversa	Direta	Direta
Aplicação	Digital / Binário	Analógico / Amplificador	Digital / Binário	Não é utilizada



Transistores – Efeito amplificador



Curvas de um transistor

Nesse caso, o ganho de corrente $\beta = 100$

Exercícios no quadro