

Aula de Eletrônica

Transistores

Prof. Dr. Ricardo Luiz Barros de Freitas

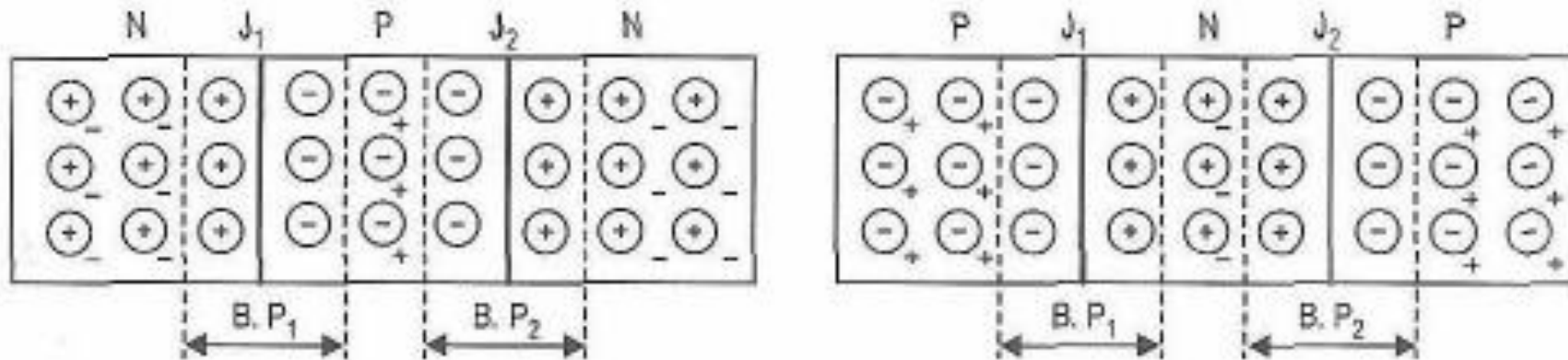
TRANSISTORES

- Um transistor é basicamente constituído de três camadas de materiais semicondutores, formando as junções NPN ou PNP.
- Essas junções recebem um encapsulamento adequado, conforme o tipo de aplicação, e a ligação de três terminais para conexões externas.
- A figura mostra alguns tipos de encapsulamento conforme a faixa de potência



TRANSISTORES

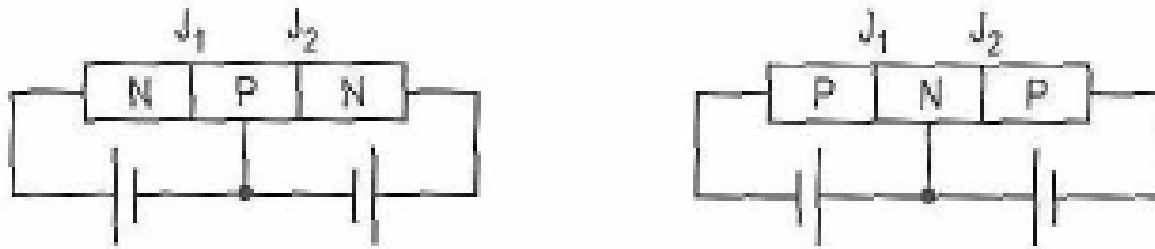
- A figura mostra a estrutura das junções NPN e PNP não polarizadas



- Sem polarização, uma junção NPN ou PNP apresenta duas barreiras de potencial $B.P_1$ e $B.P_2$, idênticas aquela vista na junção PN de um diodo semicondutor.
- Para mover os elétrons e lacunas nos materiais, é necessária a colocação de baterias que podem deixar cada junção direta ou reversamente polarizada.

TRANSISTORES

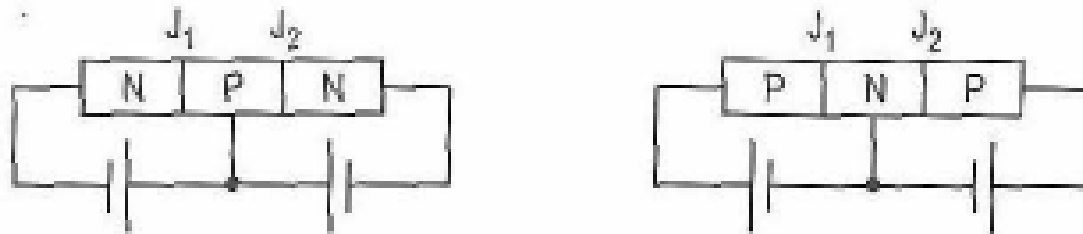
- Em seguida vamos analisar todas as possibilidades de polarização, destacando o caso, mais vantajoso.
- **1º caso: as duas junções reversamente polarizadas.**



- Neste caso, não há circulação de corrente, pois as duas junções estão reversamente polarizadas, deixando o dispositivo em situação de corte.

TRANSISTORES

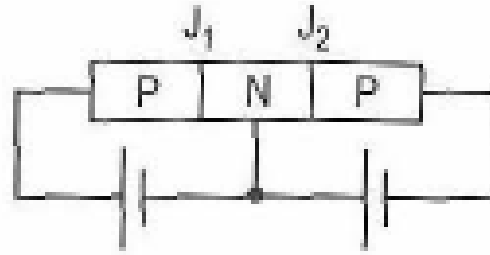
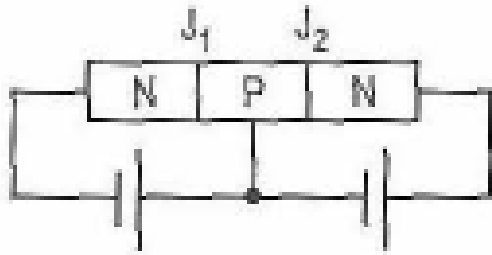
- Em seguida vamos analisar todas as possibilidades de polarização, destacando o caso, mais vantajoso.
- **2º caso: as duas junções diretamente polarizadas**



- Neste caso, circula corrente pelas duas junções, estando o dispositivo em situação de saturação.

TRANSISTORES

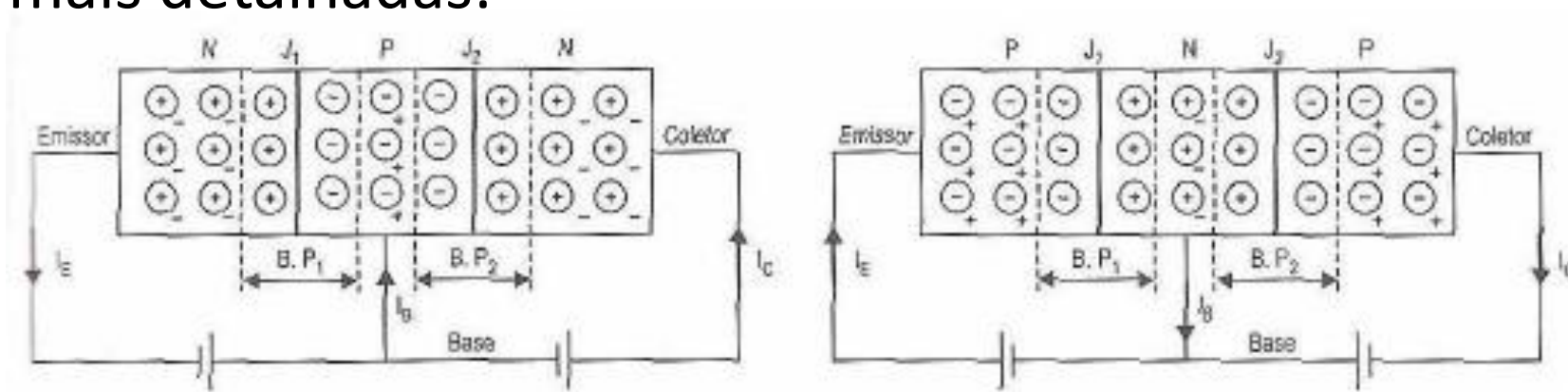
- Em seguida vamos analisar todas as possibilidades de polarização, destacando o caso, mais vantajoso.
- **3º caso: J_1 diretamente polarizada e J_2 reversamente polarizada**



- Neste caso circula corrente por J_1 e por J_2 , apesar da polarização reversa, pois aqui ocorre o fenômeno denominado de **Efeito Transistor**.

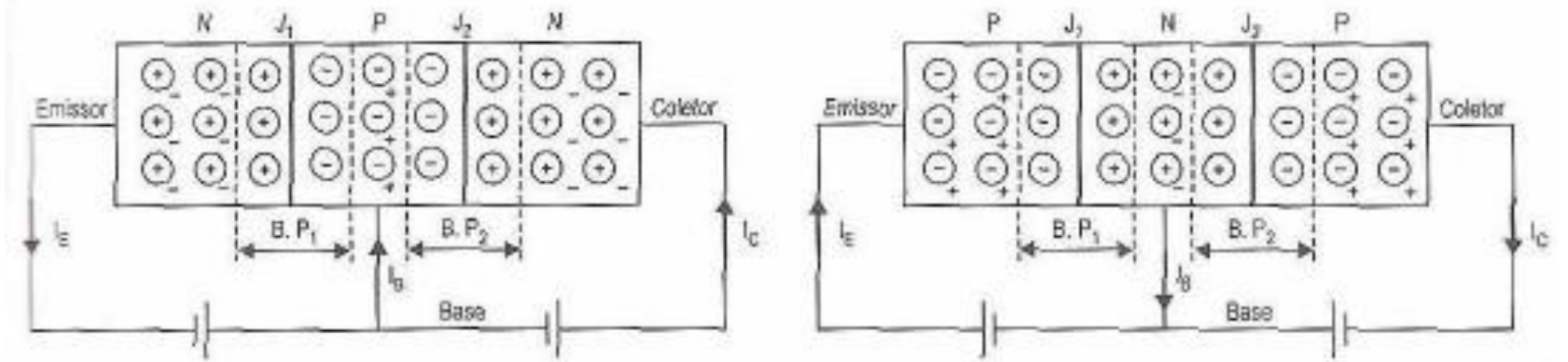
TRANSISTORES

- A figura abaixo temos a polarização do terceiro caso com a estrutura interna das junções mais detalhadas:



- Considerando o transistor NPN, os J_1 elétrons, que são portadores majoritários do material **tipo N** correspondente ao emissor, são injetados na região de base devido a polarização direta base-emissor (J_1).

TRANSISTORES



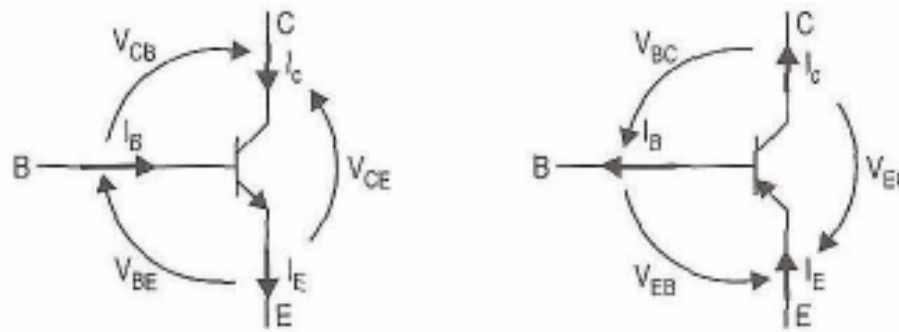
- Como a junção base-coletor (J_2) possui polarização reversa, os elétrons injetados no interior da base, provenientes do emissor, são atraídos para o coletor, devido a tensão positiva presente nesse terminal.
- Portanto, passando pela junção base-coletor, temos uma corrente de elétrons praticamente igual aquela que passa pela junção base-emissor, ou seja, temos um ganho de corrente, pois a junção base-coletor está reversamente polarizada.
- Este fenômeno é denominado **Efeito Transistor**, pois ocorre uma amplificação da corrente circulante na junção base-coletor.

TRANSISTORES

- Os terminais do transistor recebem a denominação de **emissor (E)**, **base (B)** e **coletor (C)**, pois por meio da polarização, o primeiro emite portadores de carga a região central denominada **base** e são coletados pelo terceiro terminal.
- O funcionamento do transistor **PNP** é análogo ao do **NPN**, somente que neste caso os portadores de carga são as lacunas, invertendo o sentido de todas as correntes;

TRANSISTORES

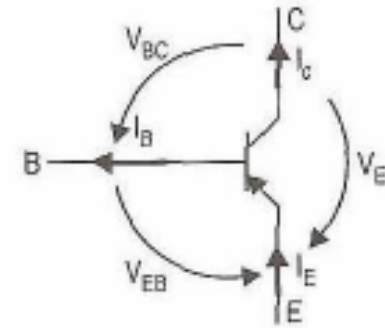
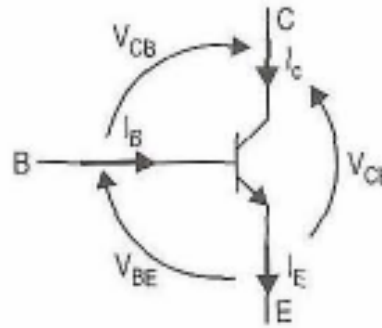
- Na figura abaixo, temos representada a simbologia dos transistores **NPN** e **PNP**, correntes e tensões para a devida polarização.



- notamos que a corrente de emissor (I_E) é composta pela soma das correntes de base (I_B) e de coletor (I_C).
- Analogamente, observamos que a tensão entre coletor-emissor (V_{CE} ou V_{EC}) é composta pela soma das tensões base-emissor (V_{BE} ou V_{EB}) e base-coletor (V_{BC} e V_{CB}).

TRANSISTORES

- Equacionando:



$$I_E = I_B + I_C$$

$$V_{CE} = V_{BE} + V_{CB} (NPN)$$

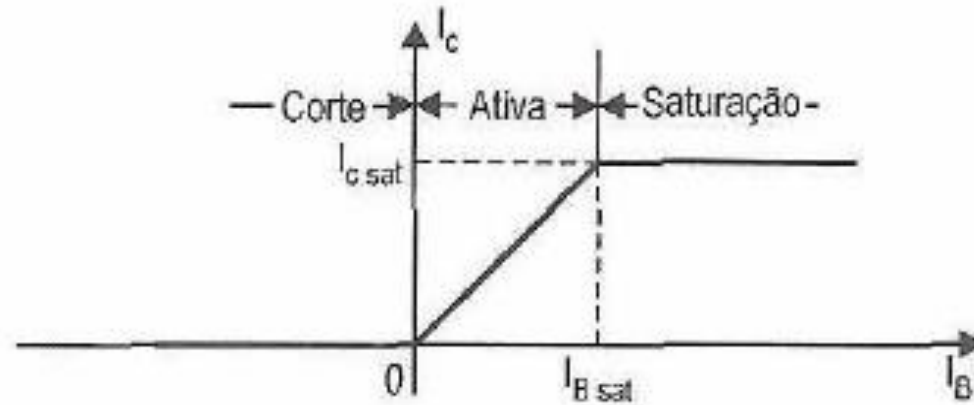
$$V_{EC} = V_{EB} + V_{BC} (PNP)$$

TRANSISTORES COMO CHAVE

- Conforme a polarização, um transistor pode operar em três regiões distintas, sendo a de corte, a ativa e a de saturação.
- Na região ativa, o transistor é utilizado, com a devida polarização, como amplificador.
- Nas regiões de corte e saturação, é utilizado como chave, ou seja, serve apenas para comutação, conduzindo ou não.
- Nesta situação, o transistor é utilizado, principalmente, no campo da eletrônica digital, sendo célula básica de uma série de dispositivos, normalmente agrupados dentro de circuitos integrados.

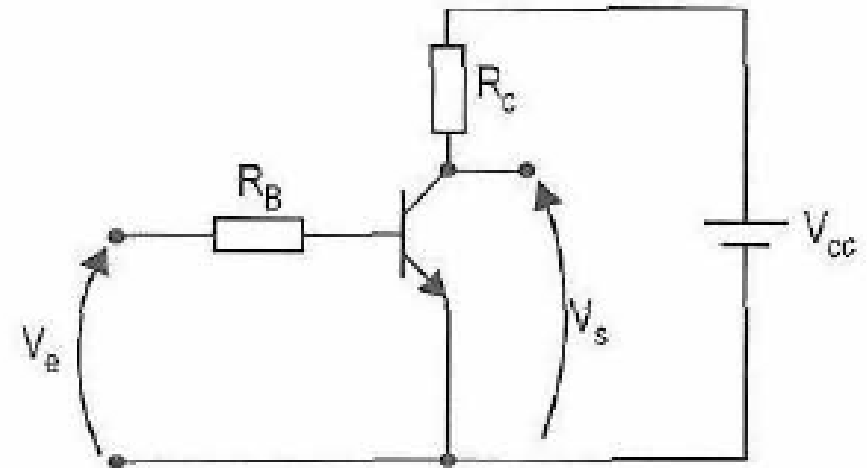
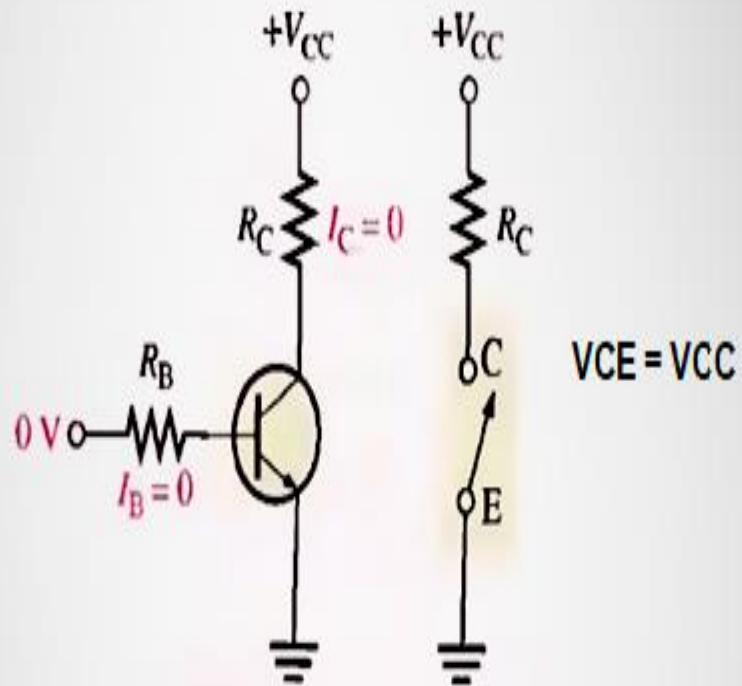
TRANSISTORES COMO CHAVE

- Na figura, temos a curva da corrente de coletor em função da corrente de base, mostrando o corte, a saturação e a região ativa.



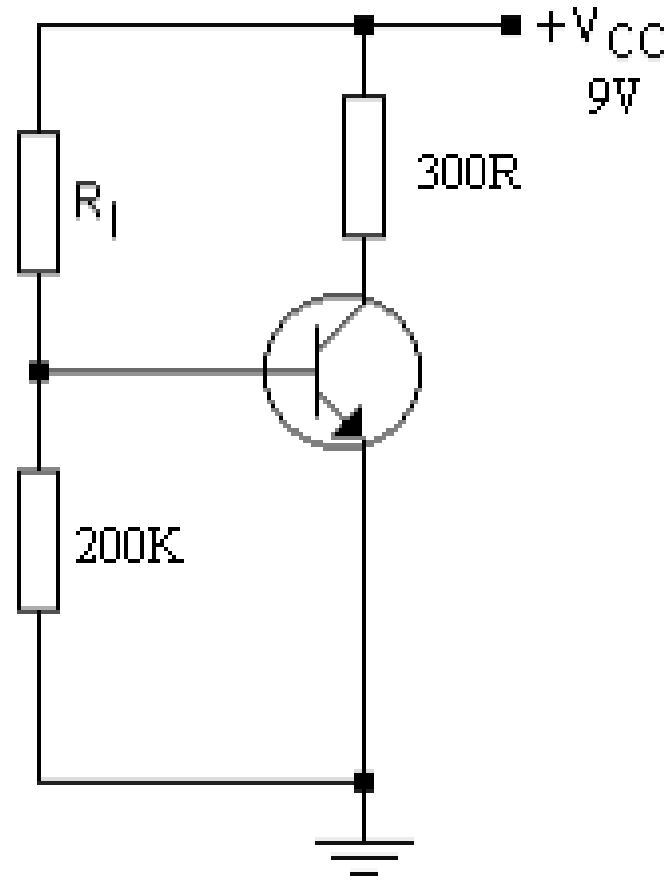
TRANSISTORES COMO CHAVE

- O circuito da figura mostra a configuração básica de um transistor operando como uma chave.



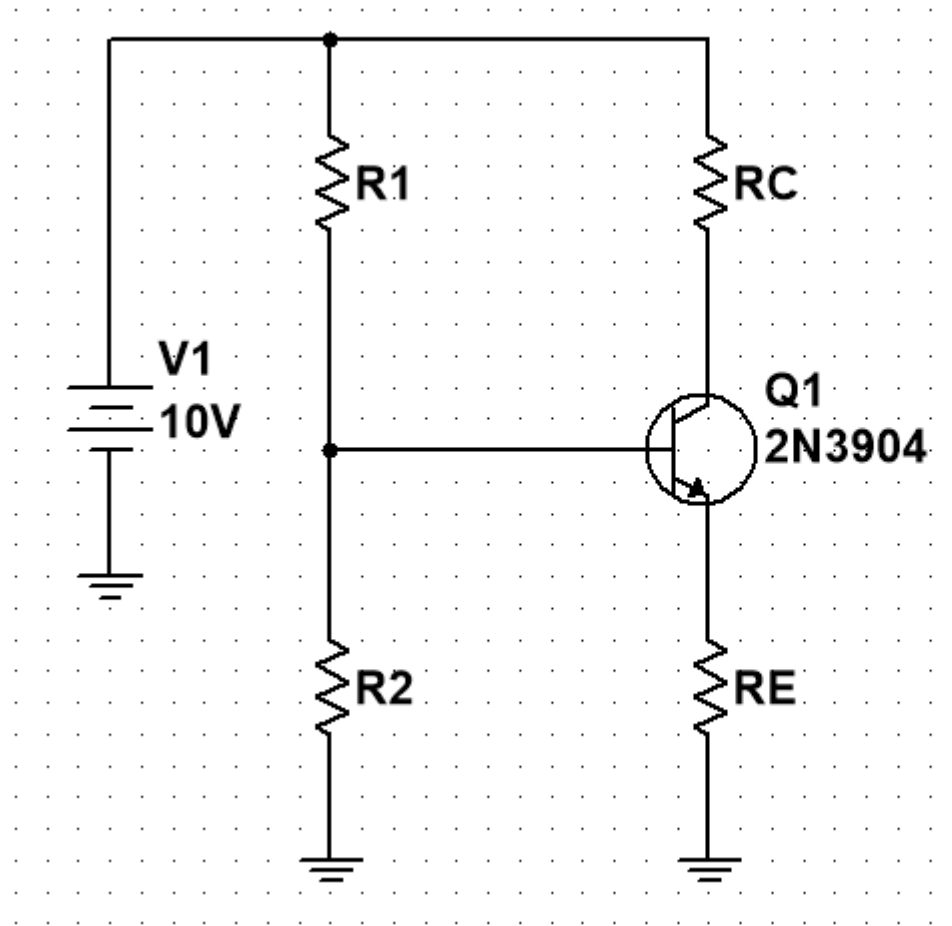
TRANSISTORES COMO CHAVE

- O circuito da figura mostra a configuração básica de um transistor operando como uma chave.



TRANSISTORES COMO CHAVE

- O circuito da figura mostra a configuração básica de um transistor operando como uma chave.



$$V_{CC} = 10\text{ V}$$

$$I_C = 1\text{ mA}$$

$$\beta = 70$$

V_{EC} ponto médio

Divisor tensão estável