

**ELETRICIDADE BÁSICA**  
**ROTEIRO DA EXPERIÊNCIA 09**  
**TRANSISTORES BIPOLARES**

**Objetivos**

- Introduzir os conceitos básicos sobre os transistores.
- Discutir e apresentar o funcionamento básico dos transistores como interruptores (chaves).

**1 - INTRODUÇÃO**

**O Transistor Bipolar**

O transistor bipolar é um dispositivo semiconductor de 3 terminais, no qual uma pequena corrente em um terminal pode controlar uma corrente muito maior que flui entre o segundo e o terceiro terminal. Isto significa que o transistor bipolar pode funcionar tanto como amplificadores (de corrente) quanto como interruptores (chaves).

Os transistores bipolares podem ser classificados em NPN ou PNP, de acordo com a concentração (dopagem) contida nas suas três regiões.

A Fig. 1 apresenta a estrutura simplificada dos transistores bipolares NPN e PNP.

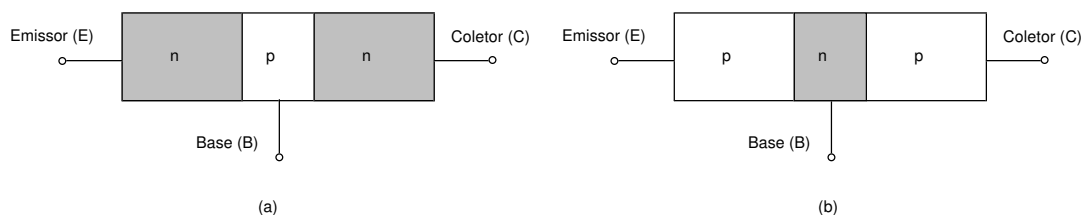


Fig. 1 – Estrutura simplificada dos transistores bipolares (a) NPN e (b) PNP.

A Fig. 2 apresenta os símbolos elétricos dos transistores bipolares NPN e PNP.

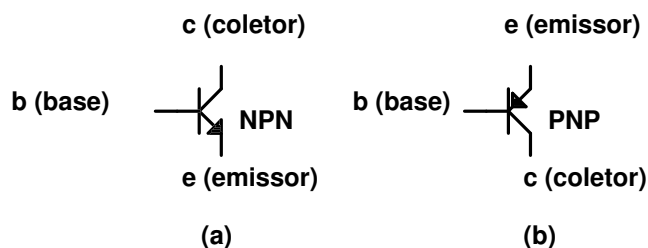


Fig. 2 – Símbolos elétricos dos transistores bipolares (a) NPN e (b) PNP.

Nesta disciplina, será vista a operação do transistor apenas como **chave (interruptor)**. Note que o transistor também pode funcionar como **amplificador**, o que será abordado em outras disciplinas.

**2 – OPERAÇÃO DO TRANSISTOR COMO CHAVE**

Considere o transistor utilizado no circuito da Fig. 3. (a). Uma tensão positiva, denominada  $V_{cc}$  é aplicada aos terminais do coletor e do emissor do transistor NPN

através de um resistor R. O circuito recebe, então energia elétrica de uma fonte de alimentação que pode ser uma bateria.

Ao se aplicar à base do transistor um sinal pulsado (onda quadrada), o transistor irá operar como uma chave eletrônica.

Quando a tensão aplicada na base do transistor for nível baixo (zero volts) o transistor não conduzirá corrente, não havendo portanto corrente em R e a tensão de saída é igual a tensão da bateria ( $V_{cc}$ ).

Quando a tensão aplicada na base do transistor for nível alto (por exemplo: 5 Volts) o transistor conduz e a tensão de saída será igual a tensão de referência (terra), ou seja, 0 Volts.

Com boa aproximação, o circuito a transistor da Fig. 3 (a) pode ser substituído pelo circuito da Fig. 3 (b). Assim, quando uma tensão de **nível alto** é aplicada no terminal de controle (sinal) a **chave fecha** e quando uma tensão de **nível baixo** é aplicada no terminal de controle (sinal) a **chave abre**.

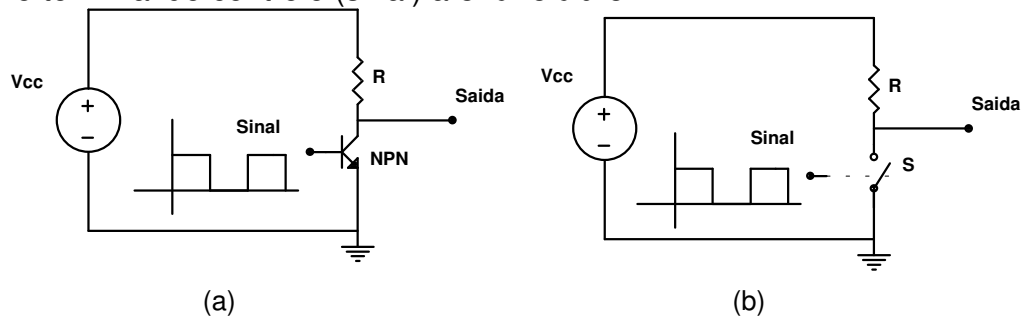


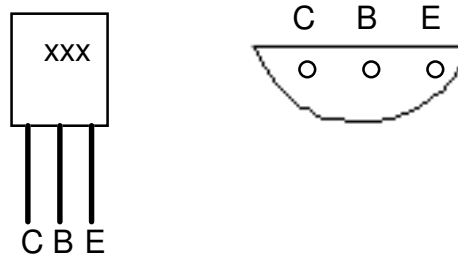
Fig. 3 – Transistor NPN operando como chave lógica.

Operação semelhante pode ser obtida com um transistor do tipo PNP, com algumas modificações e variações que você verá na parte experimental.

**Importante : note que a base do transistor servirá como terminal de controle para o circuito.**

### 3 – O TRANSISTOR BIPOLAR (COMPONENTE ELETRÔNICO).

Na prática, o transistor bipolar pode apresentar diferentes tipos de encapsulamento. O encapsulamento mais comum para a utilização em baixa potência é o mostrado na Fig. 4. Note a disposição dos três terminais.



Vista Frontal

Vista Inferior

Fig. 4 – Disposição típica dos terminais dos transistores bipolares.

## 4 – PARTE PRÁTICA

Com o auxílio do professor, monte os circuitos mostrados na Fig. 5. Utilize o gerador de funções para gerar o sinal quadrado na frequência de 5 kHz.

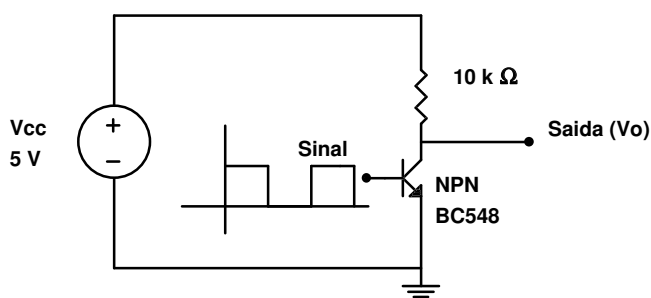


Fig. 5 - Circuito do transistor operando como chave.

Dados:            Frequência do sinal quadrado : 5 kHz.  
                      Valor de pico do sinal quadrado : 5 V.

- 1) Meça, com o auxílio do osciloscópio, a tensão de saída  $V_o$ . Desenhe a forma de onda e comente.
- 2) Varie a frequência do sinal quadrado. Faça medidas de  $V_o$  com as frequências de 1 kHz, 10 kHz, 50 kHz e 100 kHz.
- 3) Com a frequência do sinal quadrado ajustada para 5 kHz, realize mudanças na sua amplitude, fazendo-a variar de 0,5 V até 6 V. Comente o resultado.