

Aula 5: Transistor como chave

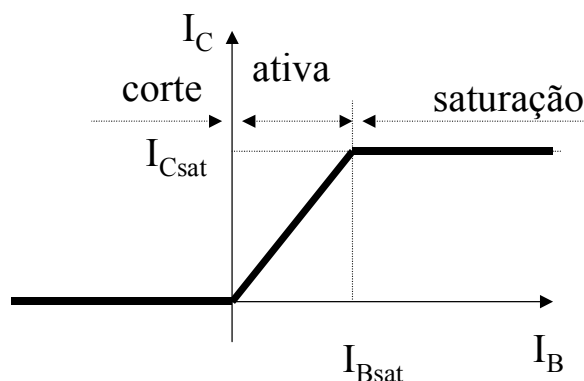
Este material foi baseado em livros e manuais existentes na literatura (vide referências) e na internet e foi confeccionado exclusivamente para uso como nota de aula para as práticas de Laboratório de Física Moderna Eletrônica. Pela forma rápida que foi confeccionado, algumas partes foram extraídas quase *verbatim* de outros autores citados na lista de referências. Trata-se de um texto em processo de constante modificação. Por gentileza, me informe os erros que encontrar.



Objetivos : Verificar, experimentalmente, o funcionamento de um transistor como chave.

Teoria: Conforme a polarização, um transistor pode operar em três regiões distintas, 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.

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



Notamos que, se trabalharmos com uma corrente de base menor ou igual a zero, o transistor operará na região de corte, ou seja, a corrente de coletor será nula. Se trabalharmos com uma corrente de base entre zero e valor limite (I_{Bsat}), operará na região ativa, ou seja, com uma corrente de coletor, conforme o valor de β ($I_C = \beta I_B$). Para uma corrente de base acima de I_{Bsat} , operará na região de saturação, ou seja, circulará pelo coletor uma corrente limite (I_{Csat}), imposta de acordo com a polarização.

Estas mesmas condições podem ser observadas na característica $I_C = f(V_{CE})$ do transistor, onde podemos representar a reta de carga de um circuito de polarização. A figura abaixo mostra essa característica, bem como a reta de carga.

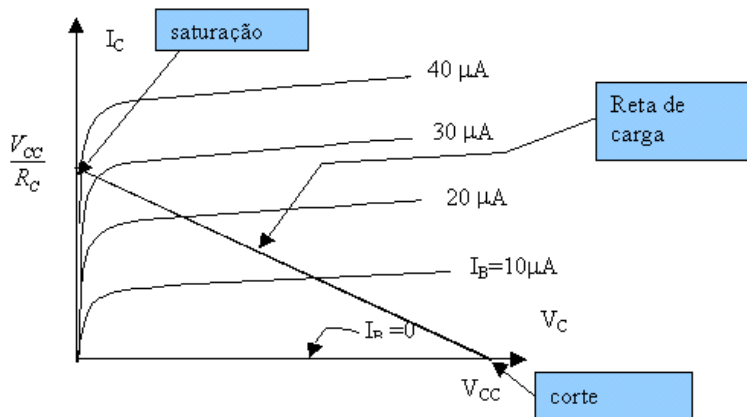
A reta de carga é obtida a partir da equação da malha de saída do circuito de polarização, no caso para fins de chaveamento, utilizaremos o circuito de corrente de base constante. Escrevendo a equação da malha temos :

$$V_{CC} = R_C I_C + V_{CE}$$

Ou seja,

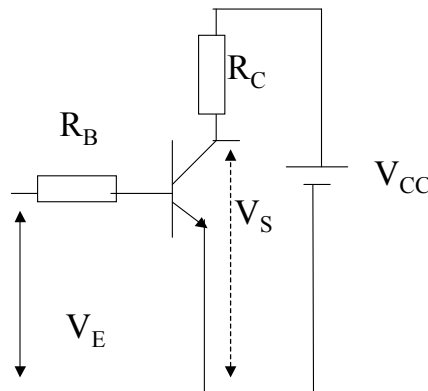
$$I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C}$$

fazendo $I_C = 0$, temos $V_{CE} = V_{CC}$ (primeiro ponto da reta)
 fazendo $V_{CE} = 0$, temos $I_C = V_{CC}/R_C$ (segundo ponto da reta)



Para fins de amplificação, o ponto de trabalho será localizado na região ativa. Em operação com como chave, o ponto será localizado na região de corte ou na região de saturação.

O circuito da figura abaixo mostra a configuração básica de um transistor, operando como chave.



Para o transistor operar na situação de corte, ou seja, como uma chave aberta, é necessário que o potencial V_E seja menor que V_{BE} ou nulo. Nesta situação, não circulará corrente de coletor, sendo V_S igual a V_{CC} .

Para o transistor operar na situação de saturação, ou seja, como chave fechada, é necessário que a diferença potencial V_E seja maior do que V_{BE} , dependendo do dimensionamento de R_B . Nesta situação, a corrente de coletor será máxima possível, conforme o valor de R_C , sendo V_S igual a V_{CEsat} (no Máximo 0,3 V).

Dimensionando R_C e R_B para saturação do transistor, temos :

1- cálculo de R_C

$$R_C = \frac{V_{CC} - V_{CEsat}}{I_C}$$

2- cálculo de I_{Bsat}

$$I_{Bsat} = \frac{I_C}{\beta_{sat}}, \text{ onde } \beta_{sat} = 10 \text{ (pior caso possível de } \beta \text{ para garantia da saturação)}$$

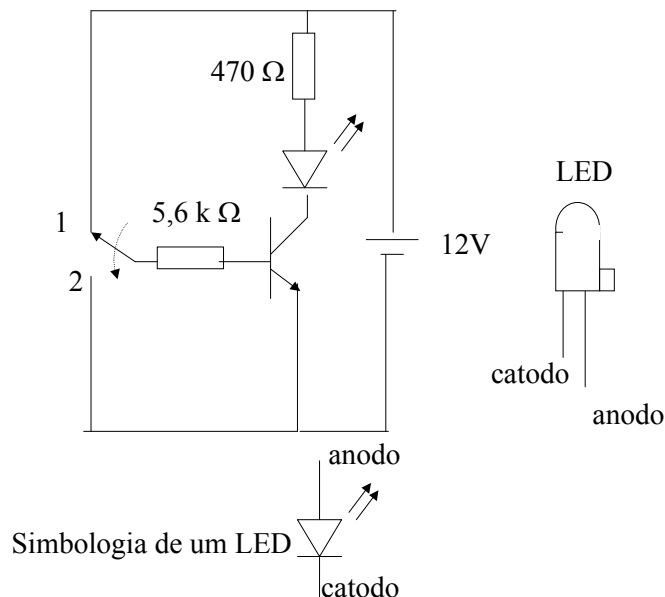
3 - cálculo de R_B

$$R_B = \frac{V_E - V_{BE}}{I_{Bsat}}$$

Se $V_E = V_{CC}$, $R_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{I_{Bsat}}$

Parte prática

1 – Monte o circuito da figura abaixo



2- com a chave na posição 1, meça e anote no quadro abaixo, os valores de I_B , I_C , V_{BE} e V_{CE} . Repita as medições com a chave na posição 2, anotando os valores no mesmo quadro.

Chave S	I_B (μA)	I_C (mA)	V_{BE} (V)	V_{CE} (V)
Posição 1				
Posição 2				

Questões

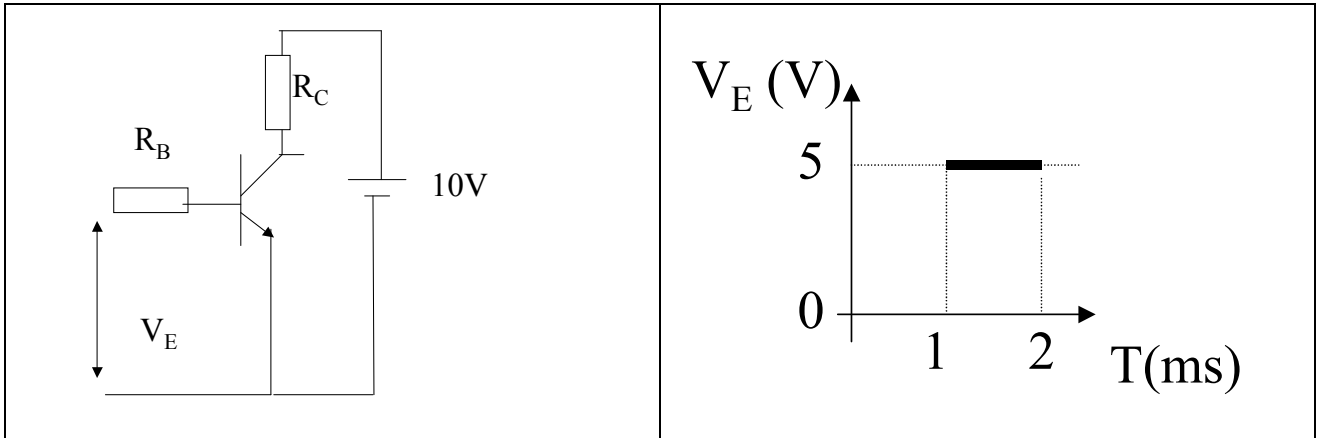
1- No circuito da figura acima, modifique a posição do led para este acender quando a chave S for comutada para a posição 2 e apagar na posição 1.

2 – No circuito da figura abaixo, sabendo-se que todos os resistores de base estão dimensionados para a saturação dos transistores, preencha o quadro abaixo, indicando a situação do led em função da posição das chaves s1 e s2.

3- Dimensione R_C e R_B para o circuito da figura abaixo, de tal forma a saturar o transistor na mudança de nível, conforme a característica da tensão de entrada.

Dados do transistor : $V_{BE} = 0,7V$; $\beta_{sat} = 10$; $V_{Cesat} = 0,3$ V

Dados do projeto : $I_C = 10mA$



Referencias

[1] *Laboratório de Eletricidade e Eletrônica*, F. G. Capuano e M. A. M. Marino. Ed. Érica

⇒ **Datas de entrega do relatório (no início da próxima aula)**