

TRANSISTOR BIPOLAR COMO CHAVE

Fundação Universidade Federal de Rondônia
Núcleo de Tecnologia
Departamento de Engenharia Elétrica - DEE
Disciplina de Eletrônica I

I. OBJETIVOS

- Levantadas na prática passada as curvas de trabalho de um transistor operando com diferentes correntes de base, calcular os resistores de polarização do transistor para que o mesmo funcione como chave (saturação e corte) seguindo as especificações de projeto.
- Uma vez conhecidos os valores dos resistores de polarização, simular o mesmo no programa Multisim ou Proteus.
- Posteriormente, comparar os valores calculados e os valores de simulação com os valores obtidos mediante experimentação no laboratório.

II. INTRODUÇÃO

Um transistor operando na região de saturação e de corte funciona como uma **chave**, ou seja, como um elemento de **controle on-off**, conduzindo corrente ou não.

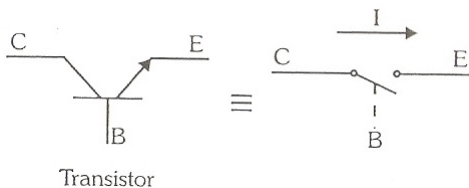


Figura 1. Analogia Transistor - Chave.

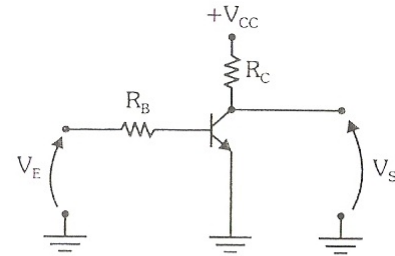
O circuito de polarização utilizado nesta aplicação é o de corrente de base com duas fontes de alimentação, sendo que a fonte de polarização da base é, na realidade, o sinal de entrada que controla o transistor, cortando-o (chave aberta) ou saturando-o (chave fechada).

Para que o transistor opere na região de corte Q_1 , é necessário que a tensão de entrada V_E seja menor que V_{BE} de condução. Nesta situação, não circula corrente pelo coletor ($I_{corte} \cong 0$) e a tensão de saída é máxima ($V_S = V_{CE} \cong V_{CC}$).

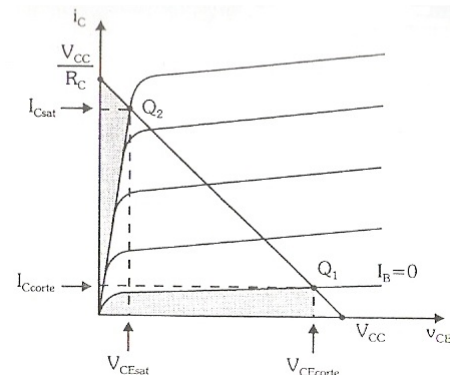
Para que o transistor opere na região de saturação Q_2 , é necessário que a tensão de entrada V_E seja maior que V_{BE} de condução. Nesta situação, a corrente de coletor é máxima (I_{Csat}), dentro de um limite imposto pela polarização, e a tensão de saída é mínima.

Para dimensionar R_C e R_B , utiliza-se a análise das malhas de entrada e de saída.

Malha de Entrada: $V_{RB} = V_E - V_{BE}$.



(a) Circuito



(b) Curva Característica

Figura 2. Transistor operando como chave.

Malha de Saída: $V_{RC} = V_{CC} - V_{CE}$.

Assim tem-se:

$$R_B = \frac{V_E - V_{BE}}{i_B} \text{ e } R_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{i_C} \quad (1)$$

Como o corte do transistor depende apenas da tensão de entrada V_E , o cálculo dos resistores de polarização é feito baseando-se apenas nos parâmetros de saturação.

Um transistor comum, quando saturado, apresenta um V_{CEsat} de aproximadamente $0,3V$ e um determinado valor mínimo de β (entre 10 e 50), para garantir a saturação. A corrente de coletor de saturação I_{Csat} depende da resistência acoplada ao coletor ou da corrente imposta pelo projeto. Assim, as equações ficam:

$$R_C = \frac{V_{CC} - V_{CEsat}}{i_{Csat}} \text{ e } R_B = \frac{V_E - V_{BE}}{i_{Bsat}} \quad (2)$$

III. MATERIAIS UTILIZADOS

- Osciloscópio *Minipa MO - 1262*;
- Multímetro digital *ICEL MD - 6601*;
- Transistor BC548;
- Resistores;
- Protoboard;
- LED.

IV. PARTE EXPERIMENTAL

A. Primeiro passo

Projetando um circuito chaveado por transistor:

- Monte o circuito da figura 3 calculando os valores de R_b e R_c com base nas fórmulas já apresentadas. O sinal de entrada é uma onda quadrada com tensão de 2.2Vp e frequência de 10KHz. Os parâmetros do transistor BC548 encontram-se na tabela I para a utilização nos cálculos. Adapte os valores dos resistores para valores comerciais.

V_{BEsat}	0,7V
V_{CEsat}	0,3V
β_{sat}	20
I_{Cmax}	100mA
V_{CEmax}	30V
I_{Csat}	10mA

Tabela I
PARÂMETROS DO TRANSISTOR BC548.

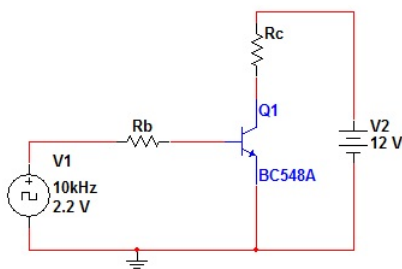


Figura 3. Circuito chaveado por transistor.

- Com o osciloscópio utilizando a ponta de prova no canal 1 medir a tensão de entrada e frequência determinadas na prática, com outra ponta de prova no canal 2 medir a tensão de coletor-emissor no transistor.
- Altere a frequência do sinal de entrada para 100kHz, 1MHz, 2MHz e através do osciloscópio observe e explique o que ocorre com a tensão no resistor R_c em cada caso.

B. Segundo passo

Testando um circuito chaveado com transistor:

- Monte o circuito da figura 4 calculando os valores de R_b e R_c com base nas fórmulas já apresentadas. Ressalte-se que o circuito agora possui um LED na malha de saída, o que acarreta na alteração de sua fórmula. O LED possui $V_D = 1,5V$ e $I_D = 25mA$. Adapte os valores dos resistores para valores comerciais.

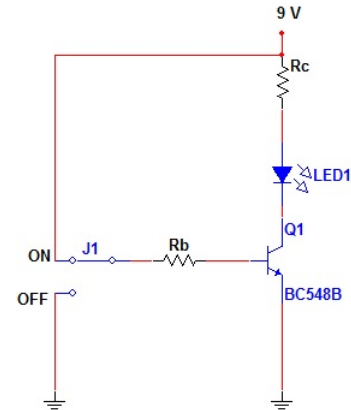


Figura 4. Circuito chaveado por transistor com LED de teste.

- Observe o que ocorre com o LED e comente.
- Agora mude a chave para a posição "OFF" e novamente observe o que ocorre com o LED e comente.

C. Terceiro passo

Projeto de um circuito de acionamento de lâmpada.

- Através dos conhecimentos adquiridos nas práticas anteriores, monte um circuito de acionamento de uma lâmpada incandescente de 127VAC/100W por meio de um sistema digital CMOS alimentado por 12V e com um transistor funcionando como chave.
- Especifique todos os componentes utilizados no projeto destacando seus parâmetros e realizando a análise técnica destes.

REFERÊNCIAS

- SEDRA, Adel S.; SMITH, Kenneth C. "Microeletrônica", 5ª edição. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- MARQUES, Angelo Eduardo B.; CHOUERI JÚNIOR, Salomão; CRUZ, Eduardo Cesar Alves. Dispositivos semicondutores: diodos e transistores, 11ª edição. São Paulo: Érica, 2007.