

Guia de Experimentos: Projeto e Cálculo do Ganho de um Amplificador, Prototipação

1. Objetivos

Projetar um amplificador com polarização automática e capacitores de acoplamento e emissor. Calcular o ganho do amplificador e comparar com o resultados da simulação. Montar o circuito amplificador com TBJ projetado no laboratório de eletrônica. Adquirir habilidade no manuseio com os componentes eletrônicos, com a base de prototipagem e com os instrumentos (osciloscópio, multímetro, gerador de função e fonte de alimentação).

2. Instruções Iniciais

Ao se operar com o Multisim, procurar salvar o circuito em trabalho periodicamente, num diretório temporário no disco rígido ou no desktop. Este arquivo poderá ser gravado em disquete ao final do trabalho. Evitar trabalhar salvando o arquivo diretamente em disquete, pois isso afetará drasticamente a velocidade do programa.

Os componentes eletrônicos têm terminais frágeis. Assim, deve-se manuseá-los com cuidado e evitar dobras excessivas e constantes. Evitar o uso de alicate ao dobrar os terminais, pois a ferramenta fere o metal, acabando por parti-los com o tempo.

Trabalhando com o *protoboard*, procurar manter uma forma simétrica e ampla para a montagem, de modo a facilitar as conexões e observação. Limpar previamente os terminais dos componentes para livrá-los de óxido. Encaixar os componentes com cuidado, usando alicate de bico fino para inserir os terminais e fios *jumper* quando necessários. Os terminais do transistor não devem ser dobrados, e o componente pode ser inserido com ajuda apenas dos dedos.

Os capacitores eletrolíticos possuem polaridade, portanto, posição correta para ligação. Atenção deve ser dada para não ligá-los invertidos, pois isso poderá provocar a queima do dielétrico e **explosão**.

Antes de ligar o circuito à alimentação, submetê-lo à verificação cuidadosa por outros membros da equipe, buscando possíveis erros de montagem e curtos-circuitos. Por fim, submeter a montagem à verificação por parte do Professor.

Ajustar a fonte de alimentação para a tensão desejada **antes** de conectá-la ao circuito. Quando for fazer ligações ou mudar conexões no circuito, desligar previamente a fonte de alimentação. Calibrar o osciloscópio antes das medições, a fim de evitar valores falsos.

Lembre-se: para medir tensões, ligar o voltímetro em **paralelo**. Para medir correntes, ligar o amperímetro em **série** com o componente ou ramo a medir. Um amperímetro tem resistência muito baixa, portanto, age como um **curto-circuito**. Seu uso indevido ou descuidado pode acarretar a queima do circuito e dos instrumentos/fontes.

3. Parte de Projeto e Simulação

3.A. Projetar o circuito da Figura 1 para uma corrente $I_C = 2 \text{ mA}$ e $V_{CE} = 6 \text{ V}$. Como critérios de projeto, adotar $I_1 = 10\% I_C$ e $V_{R_E} = 10\% V_{CC}$. O capacitor C_E serve como um curto-circuito para o sinal AC. Portanto, para que ele funcione de fato como um curto-circuito para o sinal, sua impedância (para o sinal AC) deve ser muito menor que a resistência R_E . Calcular então C_E de modo que sua impedância seja ao menos 10 vezes menor que a resistência R_E para o sinal de 1KHz.

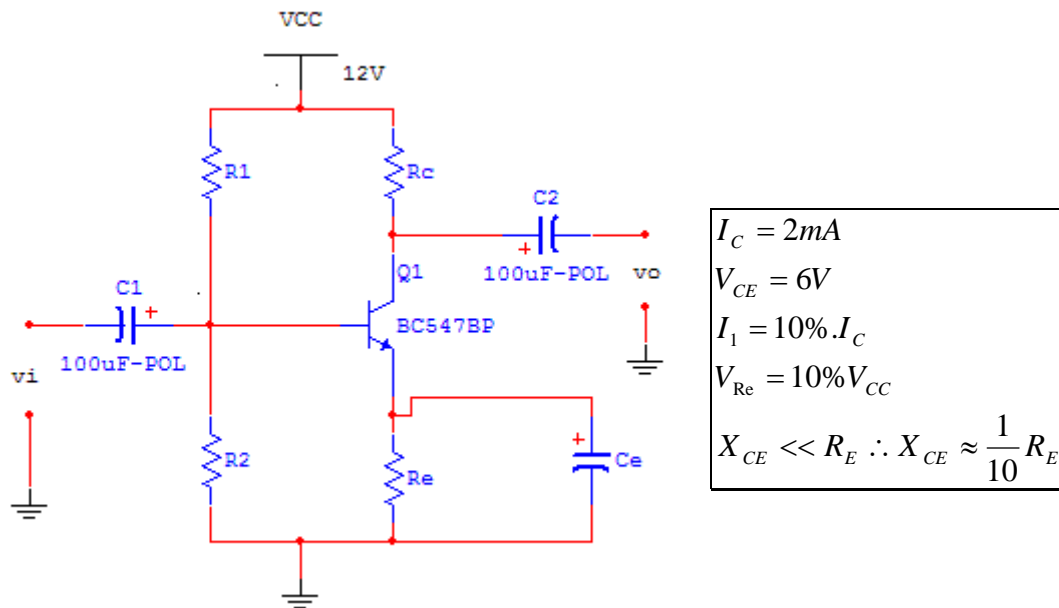


Figura 1: Amplificador de 1 transistor.

- 3.B. Com auxílio dos modelos Pi ou T para o transistor, calcular o Ganho v_o/v_i do amplificador.
- 3.C. Montar o circuito com os componentes calculados no Multisim. Aplicar à entrada um sinal V_i de 1KHz e 1mV de amplitude. Calcular o ganho simulado com medições a partir do osciloscópio e multímetro e comparar com o teórico. Explicar as diferenças encontradas, se houver.

4. Parte de Montagem e Prototipação (Laboratório de Eletrônica)

- 4.A. Anotar os valores e características dos componentes utilizados, bem como dos instrumentos e fontes (modelo, marca, nome). **Estes dados deverão constar no relatório do experimento, conforme o Documento de Instruções de Elaboração de Relatório Científico.** Meça a tensão de saída da fonte de tensão que for utilizar e especifique no relatório.
- 4.B. Para os componentes calculados de acordo com o projeto, será necessário utilizar os valores comerciais mais próximos possíveis. Use a tabela abaixo como auxílio.

Componente	Valor Calculado	Valor Utilizado (Comercial)
Resistor R1		
Resistor R2		
Resistor Rc		
Resistor Re		
Capacitor Ce		

- 4.C. Montar o circuito da Figura 1 com os componentes escolhidos dentre os disponíveis no laboratório. Não colocar ainda os capacitores C1 e C2.
- 4.D. Alimentando o circuito com 12 V_{CC} , medir as tensões em R1, R2, Rc, Re, V_{CE} e V_{BE} . Comparar com os valores teóricos e comentar.
- 4.E. Medir as correntes I_B e I_C e comparar com os valores teóricos. Comentar.

- 4.F.** Colocar agora os capacitores C1 e C2 (não esquecer de manusear o circuito com a fonte de alimentação desligada) e aplicar à entrada V_i uma senóide de frequência 1KHz e tensão com amplitude mais próxima de 1mV possível. Conectar um canal do osciloscópio à entrada V_i e o outro canal à saída V_o , mantendo somente um dos terminais-garra de terra conectados. Medir as tensões V_i e V_o e anotar as formas de onda verificadas no osciloscópio.
- 4.G.** Calcular o Ganho v_o/v_i e comparar com o ganho teórico. Comentar. As formas de onda na entrada e na saída estão em fase? Comentar.
- 4.H.** Aumentar a amplitude do sinal de entrada, gradativamente, e observar a forma de onda do sinal de saída. Comentar.
- 4.I.** Retornar a amplitude do sinal de entrada para o mais próximo de 1mV possível. Aumentar a frequência da fonte de sinal para 10KHz e anotar o que acontece com o sinal de saída. Aumentar novamente para 100KHz e anotar o efeito no sinal de saída. Continuar aumentando a frequência do sinal de entrada gradativamente e anotar o efeito no sinal de saída.
- 4.J.** Retirar o capacitor C2 do circuito e voltar o sinal de entrada para 1KHz. Observar com atenção o novo sinal de saída e comentar (analise a amplitude, etc.). Da mesma forma que no item 4.I, aumentar gradativamente a frequência do sinal de entrada e observar o sinal de saída. Comentar.

5. Elaboração do Relatório

Para a elaboração do relatório deste experimento, as Instruções de Elaboração de Relatório Científico devem ser seguidas rigorosamente. **Todos os resultados, perguntas/respostas, gráficos e medições** devem ser **comentados** e **analisados** à luz da teoria estudada no curso e comparados com ela.

Teça hipóteses, analise, averigüe, investigue, conclua. Este é o trabalho do engenheiro, e não somente relatar as práticas braçais.