

# EE-530 - Eletrônica Básica I

## Lista de Exercícios Práticos 4

Celso de Almeida

31 de Maio de 2010

1. Vamos projetar e simular um amplificador diferencial. Considere o circuito mostrado na Fig. 7.12 da 5a. Edição do livro texto. Vamos colocar uma fonte de tensão senoidal com 10 mVolts de amplitude e 1 kHz de frequência como base de  $Q_1$ . Aterre a base de  $Q_2$ . Faça a fonte de corrente DC igual a  $I = 1$  mA mais os 3 últimos dígitos do seu RA dividido por  $10^6$ . Vamos escolher baterias de  $\pm 10$  Volts. Determine  $R_C$  para que a tensão DC no coletor fique por volta de 5 V, ou seja aproximadamente na metade da excursão máxima possível do sinal na saída. Vamos usar nesta simulação o modelo do transistor 2N2222A.
  - Faça a análise de polarização (BIAS POINT DETAIL) e compare com as tensões e correntes esperadas pela teoria.
  - Faça a análise de transitório observando-se alguns ciclos dos sinais senoidais nos coletores. Obtenha o ganho diferencial e não-diferencial e compare com os valores teóricos. Aumente a amplitude do gerador senoidal para 1 Volt e observe os sinais nas saídas. Determine os níveis de saturação teóricos e compare com os valores obtidos experimentalmente.
  - Obtenha a função de transferência (AC SWEEP). Coloque o atributo "AC Sweep Type" para "Decade" e faça uma varredura entre 1 kHz e 10 MHz. Para obter a função de transferência, é preciso fazer o atributo AC do gerador senoidal diferente de 0. Coloque-o igual a 1 Volt. Usando dois marcadores de tensão, coloque o primeiro sobre a fonte de tensão senoidal e o segundo sobre a carga. Determine o ganho de tensão teórico e compare com aquele obtido experimentalmente. Determine as frequências de corte inferior e superior teóricas e compare com aquelas obtidas experimentalmente.
  - Determine a resistência de saída do amplificador variando  $R_L$ . Por definição, a resistência de saída é o valor de  $R_L$  que reduz o ganho de tensão à metade. Para isto, use a função de transferência (AC Sweep). Compare a resistência de saída experimental com o seu valor teórico.
  - Após ter realizado a simulação consulte o menu "ANALYSIS" e aperte o botão "Examine Output", quando um texto será aberto. Como curiosidade, procure no texto os parâmetros do modelo de Ebers-Moll do transistor 2N2222A, descrito em "BJT MODEL PARAMETERS", como por exemplo verifique o valor da corrente de saturação,  $I_S$ , o beta do transistor  $\beta F$ , etc. Logo abaixo podemos encontrar as grandezas de tensão e de corrente de polarização do transistor, tais como  $I_C$ ,  $I_B$ ,  $V_{BE}$ ,  $V_{CE}$ , etc, e as grandezas elétricas do modelo de pequenos sinais, tais como, a transcondutância (GM), a resistência  $r_\pi$  (RPI), a frequência de transição (FT), etc. Compare a transcondutância e com a resistência  $r_\pi$  com os respectivos valores teóricos.
2. Monte um amplificador classe B, como aquele mostrado na Fig. 14.5 da 5a. Edição. Vamos usar os modelos de transistores bipolares de potência TIP29 e TIP30. Faça as tensões de alimentação positiva e negativa iguais a  $\pm 10$  Volts, respectivamente. Faça o resistor de carga igual a  $10\ \Omega$  mais os 3 últimos dígitos do seu RA dividido por 100. Coloque na entrada uma fonte de tensão senoidal de 10 Volts e frequência de 1 kHz.
  - Vamos fazer um gráfico da tensão de saída em função da tensão de entrada. Abra a janela "Analysis Setup" e selecione "DC Sweep". Faça o sinal de entrada variar de  $-10$  a  $10$  Volts em passos de 0,1 Volts. Selecione o sinal de saída através de um marcador de tensão.

- Obtenha alguns períodos da tensão de saída através da análise de transitório. Obtenha também alguns períodos da corrente na carga. Determine o valor eficaz da potência entregue à carga. Compare com o valor esperado pela teoria.
- Obtenha também alguns períodos da forma de onda da corrente retirada das baterias positiva e negativa. Obtenha a potência eficaz retirada da bateria positiva e negativa. Obtenha a eficiência do amplificador. Compare com os valores esperados pela teoria.

Observações:

- O exercício é individual.