



Electrónica II - 2005-06  
3º ano (LEEC - APEL)

Época normal  
19 JUN 06

Electrónica de sinal - Duração: 1 hora 45 min

Considere o amplificador da figura e considere para todos os transístores  $\beta_o = 200$ ,  $V_A = 50$  V,  $C_\pi = 50$  pF e  $C_\mu = 2$  pF e que pode aproximar, em condução,  $V_{BE} = 0,7$  V.

Recorde que, para os BJT,  $V_T \approx 25$  mV, à temperatura ambiente,  $g_m = I_C / V_T$ ,  $r_\pi = \beta_o / g_m$  e  $r_o = V_A / I_C$ .

1. Considerando que a fonte  $v_i$  tem valor médio nulo e admitindo que  $V_O \approx 0$  V, determine as tensões e correntes contínuas nos diferentes nós e ramos do circuito. (Note que o par diferencial está ligeiramente desequilibrado.)

**NOTA 1:** Para as restantes perguntas, suponha que  $g_{m1} = g_{m2} = 22$  mA/V (par diferencial equilibrado),  $g_{m3} = 45$  mA/V e  $g_{m4} = 350$  mA/V.

2. Identifique a topologia de realimentação, calcule o factor  $\beta$  e desenhe o esquema equivalente do circuito, para pequenos sinais, em malha aberta (sem substituir os transístores pelos seus modelos), considerando o efeito de carga da malha de realimentação.

**NOTA 2:** Para as restantes perguntas, admita que o factor  $\beta$  tem um valor numérico absoluto de 0,3.

3. Determine o ganho de tensão  $A_v = v_o / v_i$ , em malha aberta.
4. Calcule agora o ganho de tensão  $A_{vf}$ , em malha fechada e a resistência de entrada (vista pela fonte  $v_i$ ), em malha aberta e em malha fechada.
5. Justifique, por análise qualitativa, que o pólo dominante da resposta às altas frequências, em malha aberta, é essencialmente determinado no nó **B**. Determine o valor desse pólo. Justifique os cálculos e as opções simplificativas que tomar.
6. Admita agora que, após uma análise cuidada, conclua que o amplificador tem um primeiro pólo  $\omega_1 = 5$  Mrad/s, um segundo  $\omega_2 = 170$  Mrad/s e os outros a frequências muitíssimo mais elevadas. Admitindo que, às baixas frequências, o ganho em anel é -75, calcule a margem de fase e comente a estabilidade e a qualidade da resposta temporal do circuito.
7. Considere que para fazer uma compensação de frequência, por forma a ter uma margem de fase de 45°, liga um condensador entre o nó **B** e a massa. Calcule o valor da capacidade desse condensador, admitindo que o segundo pólo  $\omega_2$  não se altera.

