



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 β 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 β 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 ω_2 não se altera.

