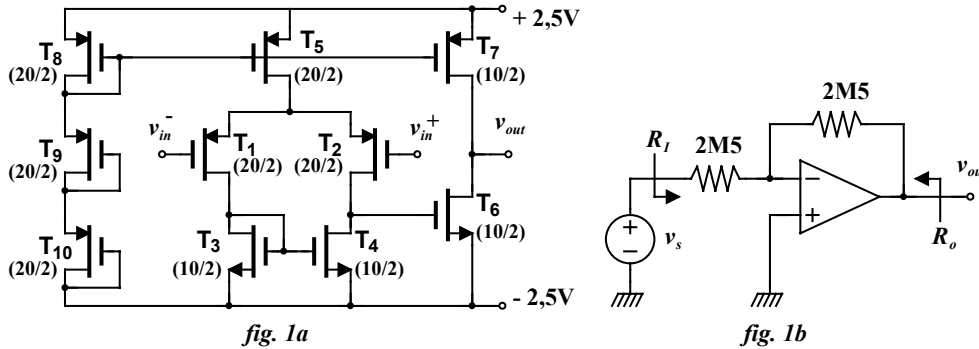




Electrónica II - 2001-02  
3º ano (LEEC - APEL)

1ª chamada  
14 JUN 02

1. Considere o amplificador da fig. 1a, realimentado como se indica na fig. 1b. Assim, quando o considerar em malha aberta, tenha em consideração o efeito de carga da malha de realimentação.



Suponha para todos os transístores,  $|V_t| = 1\text{ V}$ ,  $V_A = 25\text{ V}$  e  $C_{gs} = C_{gd} = 1\text{ pF}$ . Sendo  $\mu_n C_{ox} = 2\text{ }\mu\text{p}$ ,  $C_{ox} = 10\text{ }\mu\text{A/V}^2$ , como pode verificar, com os valores de  $W/L$ , indicados entre parêntesis, os transístores apresentam  $K = 25\text{ }\mu\text{A/V}^2$ , excepto  $T_7$ , que tem  $K_7 = 12,5\text{ }\mu\text{A/V}^2$ .

Recorde que, para os MOSFET,  $K = \frac{1}{2} \mu C_{ox} \frac{W}{L}$  e, em saturação,  $i_D = K (v_{GS} - V_t)^2$  e  $g_m = 2 (KI_D)^{1/2}$ .

- a) Calcule as correntes, em repouso, de todos os transístores. (*Ajuda: Note que os transístores  $T_8$ ,  $T_9$  e  $T_{10}$  estabelecem a corrente de referência para a polarização.*)
- b) Identifique a topologia de realimentação, calcule o factor  $\beta$  e desenhe o esquema equivalente do circuito, para pequenos sinais, em malha aberta, considerando o efeito de carga da malha de realimentação.

**ATENÇÃO** : Independentemente dos valores atrás obtidos, tome para as alíneas seguintes o valor de  $5\text{ }\mu\text{A}$  para a corrente dos transístores  $T_1$  e  $T_2$ .

- c) Calcule o ganho  $v_{out} / (v_{in}^+ - v_{in}^-)$ , para pequenos sinais de baixas frequências.
- d) Determine os valores das resistências de entrada ( $R_I$ ) e de saída ( $R_O$ ), indicadas na fig. 1b.
- e) Justifique que o pólo dominante às AF, em malha aberta, é essencialmente determinado pelo transístor  $T_6$ . Calcule o seu valor.

**ATENÇÃO** : Considere agora, para as alíneas seguintes, que  $\beta A_0 = 800$  e que a frequência do 1º pólo é  $2\text{ kHz}$ .

- f) Supondo que o 2º pólo está uma década acima do 1º, determine a margem de fase e comente a estabilidade do amplificador.
- g) Compense o circuito por forma a obter uma margem de fase de  $45^\circ$ , utilizando a compensação do tipo pólo dominante. Diga onde colocaria a capacidade e calcule o seu valor. Justifique.

2. Em relação aos semicondutores da electrónica de potência que estudou

- a) Diga qual o tipo de protecções eléctricas que cada um necessita
- b) Complete a seguinte tabela:

	Díodo lento	Díodo Rápido	Tiristor	Triac	TBJ	MOSFET	IGBT
CC/CC							
CC/CA							
CA/CC							
CA/CA							

3. Apresente um esboço de um possível circuito de comando de:

- a) Um tiristor (indique quais os parâmetros que necessita conhecer para o seu dimensionamento).
- b) Um TBJ (indique quais os parâmetros que necessita conhecer para o seu dimensionamento).

4. Considere um MOSFET com as seguintes características principais:  $BV_{DSS}=200\text{ V}$ ,  $r_{DS(on)}=0,18\text{ }\Omega$ ,  $I_{D(dc)}=18\text{ A}$ ,  $V_{GS}(\text{máx})=20\text{ V}$ ,  $T_j(\text{máx})=150^\circ\text{C}$ , Carga total da porta  $q_G=64\text{ nC}$ , Carga porta fonte  $q_{GS}=12\text{ nC}$ , Carga porta dreno  $q_{GD}=33\text{ nC}$  (com  $V_{GS}=10\text{ V}$  e  $I_D=18\text{ A}$ ):

- a) Esboce e justifique as formas de onda das tensões  $v_{DS}$ ,  $v_{GS}$  e da corrente  $i_D$  aquando da entrada em condução. Admita que  $g_{\beta}=3\text{ S}$  ( $I_{DS}=g_{\beta} * v_{GS}$  na zona linear) e que  $I_D=18\text{ A}$ .
- b) Calcule os valores da corrente de porta de modo a que os tempos de entrada e saída de condução sejam de  $100\text{ ns}$ .