

Considere

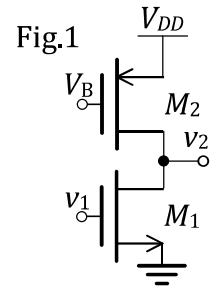
$V_{DD} = 3\text{ V}$ ,  $V_B = 1\text{ V}$ ,  $C = 0.1\mu\text{F}$ ,  $R_D = 5\text{k}\Omega$ ,  $R_G = 100\text{k}\Omega$ ,  $R_C = 5\text{k}\Omega$ .

NMOS:  $k_n = 2\text{ mA/V}^2$ ,  $V_{tn} = 1\text{ V}$ ,  $\lambda = 0$

PMOS:  $k_p = 0.5\text{ mA/V}^2$ ,  $V_{tp} = 1\text{ V}$ ,  $\lambda = 0$

TJB:  $\beta = 100$ ,  $V_A = \infty$ ,  $V_{BE,on} = 0,7\text{ V}$

D:  $V_{D,on} = 0,7\text{ V}$

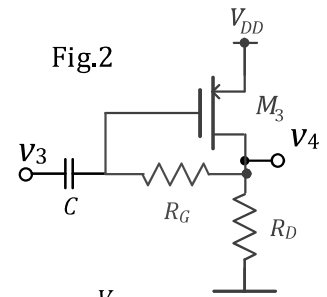


**I) (2.5+2.5+2.5+2.5 valores)** Para o circuito da Fig. 1:

- [1T][E]** Calcule  $I_{D2}$ ,  $V_I$  e a gama de valores de  $v_O$  para a qual os dois transistores estão saturados.
- [1T][E]** Esboce a característica de transferência  $v_2(v_1)$  do circuito identificando as diferentes zonas de funcionamento dos transistores e determine  $V_{OH}$  e  $V_{OL}$ .
- [1T]** Calcule  $V_{IH}$ .
- [1T]** Diga como alterava o circuito para a realização de um inversor CMOS convencional adaptado. Quais as vantagens e desvantagens deste novo circuito face ao circuito da Fig. 1

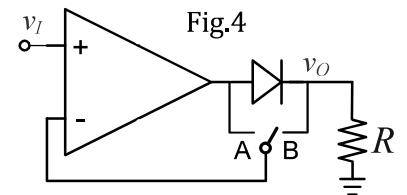
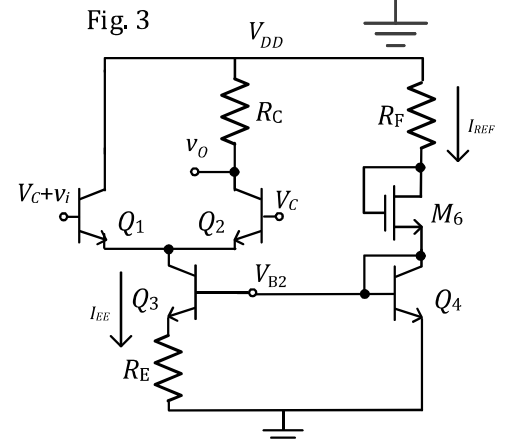
**II) (3+3+2+2 valores)** Para o circuito da Fig. 2:

- [1T][2T][E]** Calcule o ponto de funcionamento em repouso do circuito. Identifique a topologia do circuito e a função desempenhada por  $C$  e por  $R_G$ .
- [1T][2T][E]** Faça o esquema incremental. Calcule o ganho de tensão e as resistências de entrada e de saída.
- [1T][E]** Diga se  $C$  introduz um pólo em baixa ou em alta frequência e calcule o seu valor aplicando o método das constantes de tempo.
- [1T][2T]** Diga como se altera o ganho para uma carga na saída de  $R_4 = 100\Omega$ . Sugira um andar de saída que permita manter o ganho na presença da carga.



**III) (3+2+2+3+2 valores)** Fig. 3 ( $I_{EE} = 50\mu\text{A}$ ,  $V_C$  constante)

- [2T][E]** Calcule o ganho de tensão  $A_d = v_o/v_i$ . Represente a tensão  $v_o$  e as correntes  $i_{Q1}$  e  $i_{Q2}$  no tempo para um sinal de entrada com  $v_i = 5 \times 10^{-3} \sin(2\pi \times 20 \times 10^3 t)\text{ V}$ .
- [2T][E]** Dimensione  $R_F$  e  $R_E$  para que  $I_{REF} = 500\mu\text{A}$  e  $I_{EE} = 50\mu\text{A}$ .
- [2T]** Calcule a resistência dinâmica da fonte (considere  $V_A = 50\text{V}$ ).
- [2T]** Apresente o esquema de um amplificador com carga activa baseado no amplificador da Fig. 3. Calcule o ganho (considere  $V_A = 50\text{V}$  e  $\lambda^{-1} = 100\text{ V}$ ).
- [2T][E]** Represente a característica de transferência do circuito da Fig. 4 para o interruptor na posição A e na posição B.



**Formulário**

NMOS:  $i_D = k_n (v_{GS} - V_t)^2$ ;  $i_D = k_n [2(v_{GS} - V_t)v_{DS} - v_{DS}^2]$ ;  $k_n = \frac{1}{2} \mu_n C_{OX} \frac{W}{L}$ ; Bip:  $i_C = I_S e^{v_{BE}/V_T}$ ;  $V_T = 25\text{mV}$

$$\sum_k \omega_{pk} = \sum_k \frac{1}{C_k R_{k0}}$$

$$\left| \sum_k \frac{1}{\omega_{pk}} = \sum_k C_k R_{k0} \right.$$