

1. No circuito da figura 1,  $k'_p(W/L) = 1 \text{ mA/V}^2$ ,  $V_t = 1.2 \text{ V}$ ,  $V_A = 50 \text{ V}$  e  $I = 400 \mu\text{A}$ . Despreze a modulação do comprimento do canal e o efeito de corpo.

(a) Calcule  $V_g$  e  $V_s$ .

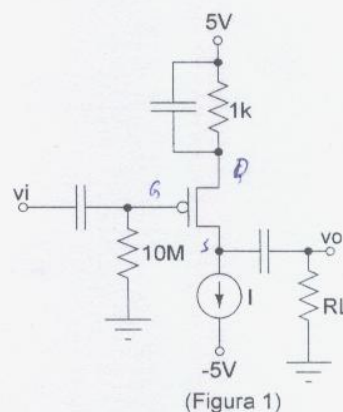
(b) Das configurações amplificadoras básicas, qual é a que representa a figura? Justifique.

(c) Calcule o parâmetro de transcondutância  $g_m$  do transistor e a resistência equivalente para corrente alternada entre o drain e a source ( $r_o$ ).

(d) Calcule o ganho da montagem para  $R_L = 150 \text{ k}\Omega$ .

(e) Calcule a tensão  $V_{SB}$  entre a source e o substrato? Será que o transistor é afectado pelo efeito de corpo? Justifique.

(f) Como implementaria a fonte de corrente  $I$  da figura? Dimensione os seus componentes.



(Figura 1)

2. Considere o amplificador diferencial com carga activa da figura 2, constituído por MOSFETs de canal  $p$ , com uma corrente de polarização de  $20 \mu\text{A}$ . Os parâmetros dos transístores usados são:

$$V_m = -V_{tp} = 1 \text{ V}, \quad W = 100 \mu\text{m}, \quad L = 6 \mu\text{m}, \quad k'_n = 20 \mu\text{A/V}^2, \\ k'_p = 12 \mu\text{A/V}^2 \text{ e } V_{An} = V_{Ap} = 50 \text{ V}.$$

(a) Calcule as correntes de drain dos transístores.

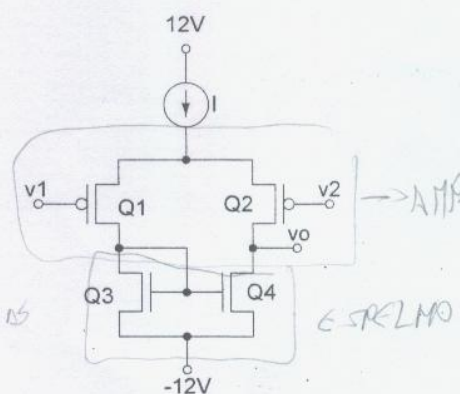
(b) Calcule as tensões gate-source dos transístores.

(c) Calcule as transcondutâncias ( $g_m$ ) dos transístores.

(d) Calcule as resistências de saída ( $r_o$ ) de cada transístor.

(e) Calcule o ganho diferencial do amplificador.

(f) Suponha que  $Q_1$  tem um comprimento do canal que é 1% superior ao de  $Q_2$ . Quais são os valores da tensão de offset de saída e de entrada do amplificador.



(Figura 2)

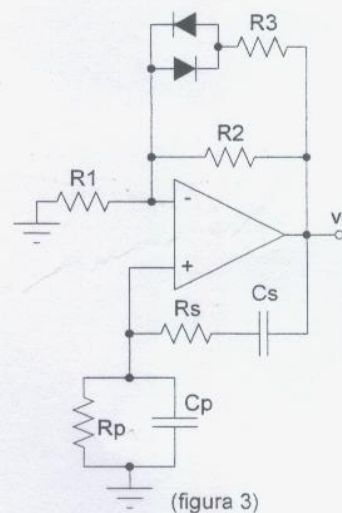
3. Considere o oscilador da figura 3:

(a) Sabendo que  $R_s = R_p = 10 \text{ k}\Omega$ , dimensione os valores de  $C_s$  e de  $C_p$ , para que o circuito oscile a  $100 \text{ kHz}$ .

(b) Dimensione  $R_2$  e  $R_3$  para  $R_1 = 12 \text{ k}\Omega$ .

(c) Qual é a função dos dois díodos? Explique.

(d) Se fosse colocada uma resistência de  $100 \text{ k}\Omega$  em vez de  $R_s$ , qual seria a frequência de oscilação?



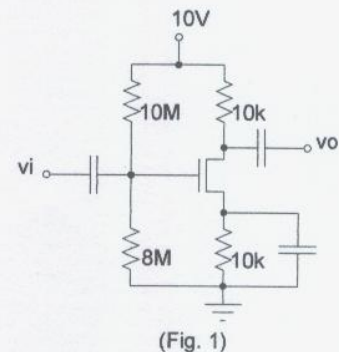
(figura 3)

$$f = \frac{1}{2\pi RC} = \frac{1}{2\pi}$$

1. Um MOSFET de canal n com  $k'_n(W/L)=1\text{mA/V}^2$ ,  $V_t=2\text{V}$ ,  $\lambda=20\text{mV}^{-1}$ ,  $\phi_f=0.3\text{V}$  e  $\gamma=0.5\sqrt{V}$  está polarizado conforme mostra o circuito da figura 1.

Despreze o efeito de corpo e a modulação do comprimento do canal.

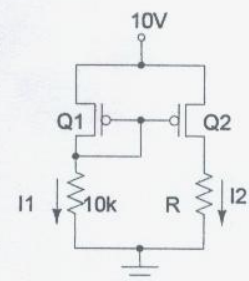
- ✓ (a) Calcule os valores da tensão e da corrente na gate.
- ✓ (b) Calcule os valores de  $I_d$  e de  $V_{gs}$ .
- ✓ (c) Explique o efeito da modulação do comprimento do canal num MOSFET. Quando é que ocorre?
- ✓ (d) Calcule  $V_{ds}$  e diga em que região de operação se encontra o transistor.
- (e) Das configurações amplificadoras básicas, qual é a que representa a figura? Justifique.
- ✓ (f) Calcule o parâmetro de transcondutância  $g_m$  do transistor e a resistência equivalente para corrente alternada entre o drain e a source ( $r_o$ ).
- ✓ (g) Calcule o ganho da montagem.
- ✓ (h) Será que o circuito é afectado pelo efeito de corpo? Justifique.



(Fig. 1)

2. Considere o circuito da figura 2, em que os parâmetros dos transistores são:  $k'_p=500\mu\text{A/V}^2$ ,  $W_1=5\mu\text{m}$ ,  $L_1=0.7\mu\text{m}$ ,  $W_2=12\mu\text{m}$ ,  $L_2=0.7\mu\text{m}$  e  $V_t=1\text{V}$ .

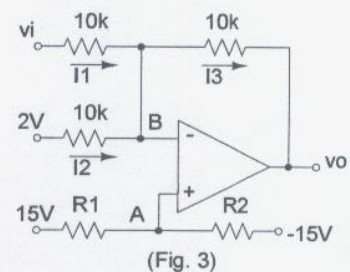
- (a) Calcule os valores de  $I_1$  e da tensão no drain de  $Q_1$ .
- (b) Calcule os valores de  $I_2$  e da tensão no drain de  $Q_2$ .
- (c) Como se designa o circuito?
- (d) Qual é o valor máximo que a resistência  $R$  pode ter sem que  $Q_2$  deixe a região de saturação?



(Fig. 2)

3. Considere o circuito da figura 3:

- ✓ (a) Dimensione  $R_1$  e  $R_2$  para que a tensão no ponto A seja de 2 V.
- ✓ (b) Calcule  $I_1$ ,  $I_2$  e  $I_3$ , sabendo que  $V_t=3\text{V}$ .
- ✓ (c) Calcule o valor de  $V_o$ .
- ✓ (d) Calcule a impedância de entrada do circuito.
- ✓ (e) Explique o que é o slew-rate. Qual deveria ser o seu valor num amplificador operacional ideal?
- ✓ (f) Suponha que para um determinado valor de  $V_i$ , a tensão de saída é de 1 V. Se o amplificador operacional tiver um ganho de 20 000, qual é o valor exacto da tensão no ponto B? Efectue os cálculos com pelo menos 5 casas decimais.



(Fig. 3)

1. Considere o circuito da figura 1, em que  $k'_n(W/L) = 30 \mu A/V^2$ ,  $k'_p(W/L) = 10 \mu A/V^2$  e  $V_{tn} = V_{tp} = 1V$  e  $V_{An} = V_{Ap} = 40V$ .
- Calcule o valor de R, sabendo que a corrente de *drain* de Q5 é igual a  $10 \mu A$ .
  - Calcule as correntes no *drain* de todos os transístores.
  - Calcule as tensões *gate-source* de Q1, Q2, Q3, Q4 e Q6.
  - Calcule as transcondutâncias de Q3 e Q4.
  - Calcule as resistências de saída de Q1, Q2, Q3 e Q4.
  - Calcule o ganho diferencial da montagem.
  - Suponha que  $V_t$  de Q4 aumenta 1%. Calcule as tensões de offset de entrada e de saída do amplificador.

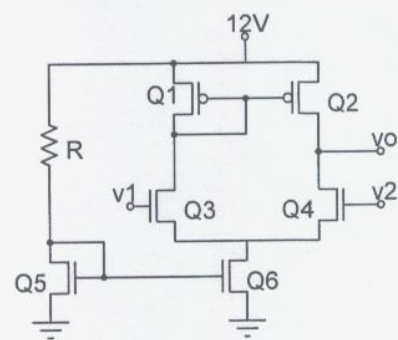


Fig. 1

2. Considere a figura 2, em que  $v_1 = 2V$  e  $v_2 = 1V$ .
- Calcule as tensões nos pontos A e B.
  - Calcule o valor de  $v_o$ .
  - Considere que  $v_1$  e  $v_2$  são fontes de tensão reais, com impedâncias de saída de  $5k\Omega$ . Calcule o valor de  $v_o$ .

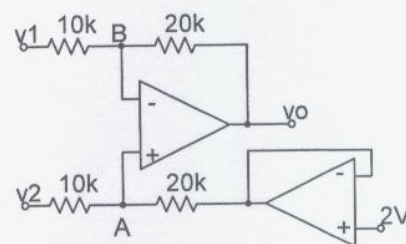


Fig. 2

3. Considere a figura 3.
- Sabendo que  $v_o = 10mV$ , calcule a tensão de offset de entrada do amplificador operacional.
  - Explique o que é o *slew-rate*. Qual deveria ser o seu valor num amplificador ideal?

