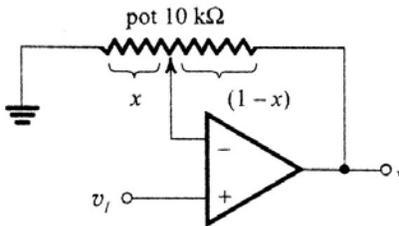


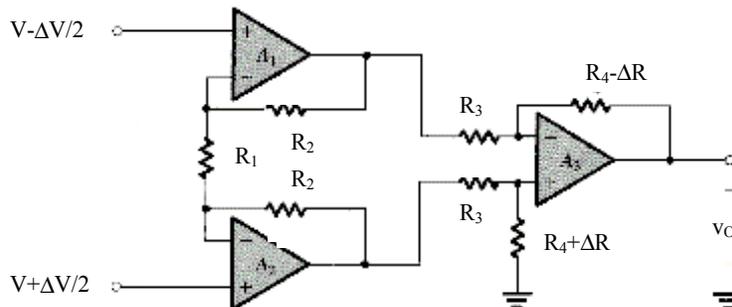
PSI2306 - ELETRÔNICA – 2ª LISTA ADICIONAL DE EXERCÍCIOS

1ª (Prova REC 2007) Dado o circuito abaixo:



(a) Deduza a expressão v_o em função de v_i e x . (b) Qual a faixa de valores que pode ser obtida para o ganho com x variando de 0 à 1. (c) Mostre como a partir da colocação conveniente de um resistor (desenhe o novo circuito) com valor fixo de modo que a faixa de valores para o ganho possa variar de 1 a 11. Qual o valor deste resistor?

2) (2ª. prova 2002) Dado o circuito de um amplificador de instrumentação abaixo:

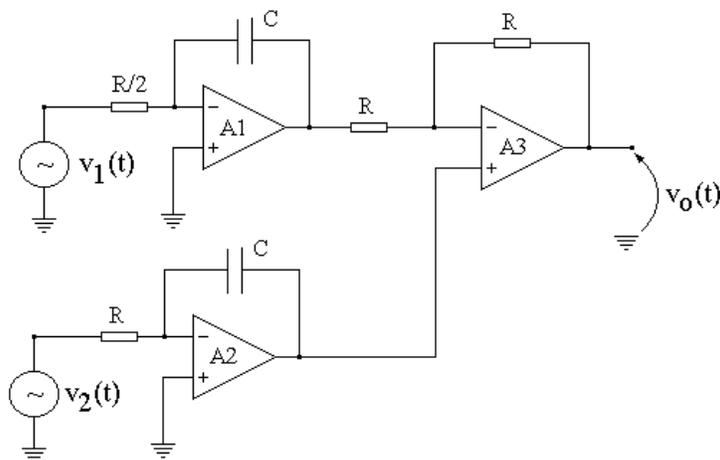


(a) Considerando-se todos os componentes ideais, e no caso de termos resistores precisos ($\Delta R = 0$), deduza a expressão do ganho diferencial $A_d = v_o/\Delta V$. (b) Na condição do item (a), calcule A_d para $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ e $R_2 = R_3 = R_4 = 100 \text{ k}\Omega$ (c) Considerando-se que os resistores R_4 ($\Delta R \neq 0$) estejam desbalanceados, obtenha a expressão de v_o do tipo: $v_o = A_d \Delta V + A_c V$.

OBS.: Considerar $\frac{R_3 + R_4 - \Delta R}{R_3 + R_4 + \Delta R} \cong 1$

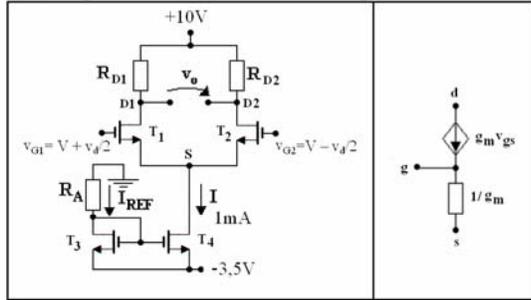
(d) Considerando-se os mesmos valores do item (b) e a variação em R_4 de 1 % ($\Delta R = 1 \text{ k}\Omega$), calcule o ganho diferencial (A_d), o ganho em modo comum (A_c) e a taxa de rejeição de modo comum ($\text{CMRR} = 20 \log (A_d/A_c)$). (e) Qual a impedância de entrada do amplificador de instrumentação considerando que os amplificadores operacionais são ideais? Justifique.

3) (1ª. prova 1999) Dado o circuito eletrônico abaixo onde foram empregados amplificadores operacionais ideais ($A_o \rightarrow \infty$, $Z_{in} \rightarrow \infty$ e $Z_{out} \rightarrow 0$):



(a) Determine a expressão de $v_o(t)$ como função dos sinais de entrada $v_1(t)$ e $v_2(t)$. (b) Redesenhe o circuito anterior com apenas um amplificador operacional e apenas dois capacitores. Não há limite quanto ao número de resistores a serem escolhidos. Por outro lado, o circuito redesenhado deve ter a mesma relação funcional entre o sinal de saída $v_o(t)$ e os sinais de entrada $v_1(t)$ e $v_2(t)$ do item (a).

4) (2ª. prova 2009) Dados o amplificador diferencial MOS, o modelo para pequenos sinais e as equações abaixo:



Equações:

a) Saturação:

$$I_D = \frac{k'_n}{2} \cdot \frac{W}{L} (V_{GS} - V_t)^2 (1 + \lambda V_{DS})$$

b) Triodo:

$$I_D = k'_n \cdot \frac{W}{L} \left[(V_{GS} - V_t) V_{DS} - \frac{V_{DS}^2}{2} \right]$$

c) Transcondutância

$$g_m = k'_n \cdot \frac{W}{L} (V_{GS} - V_t)$$

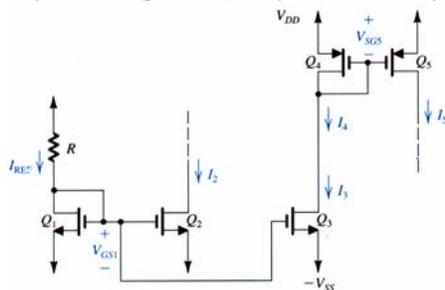
d) Resistência de saída

$$r_o = \frac{|V_A|}{I_D} = \frac{1}{\lambda I_D}$$

Sabendo-se que $R_{D1} = R_{D2} = 5k\Omega$, $I = 1mA$, os transistores T_1 e T_2 são idênticos com $\lambda = 0$, $V_t = 1V$, $k'_n = 0,2 \text{ mA/V}^2$ e $W/L = 20$ e, também, os transistores T_3 e T_4 são idênticos com $\lambda = 0$, $V_t = 1V$, $k'_n = 0,1 \text{ mA/V}^2$ e $W/L = 20$, pede-se:

(a) Supondo o par diferencial equilibrado e na ausência de sinal nas portas de T_1 e T_2 ($V = 0$ e $v_d = 0$), determine I_{D1} , I_{D2} , V_S , V_{D1} e V_{D2} . (b) Esboce o circuito equivalente para pequenos sinais e deduza a expressão do ganho diferencial ($A_d = v_o/v_d$). (c) Supondo $V_{DS3} = V_{DS4} = V_{GS3} = V_{GS4}$, determine os valores de I_{REF} e R_A . (d) Supondo que apenas os transistores T_3 e T_4 apresentem $\lambda = 0,01$, determine o ganho de modo comum ($A_c = v_o/V$) e a rejeição de modo comum [$CMRR(\text{dB}) = 20\log(|A_d|/|A_c|)$] sabendo-se que os resistores R_{D1} e R_{D2} apresentam diferença entre si de 4,01%.

5) (2ª. prova 2009) Dado o circuito e as equações de corrente abaixo onde $V_{tn} = |V_{tp}| = 1V$, $k'_n = k'_p = 40\mu\text{A/V}^2$, $L(\text{p/todos}) = 5\mu\text{m}$, $W_1 = 100\mu\text{m}$, $V_{DD} = 2V$, $-V_{SS} = -2V$, $\lambda = 0$,



Equações de corrente:

c) Saturação ($\lambda = 0$):

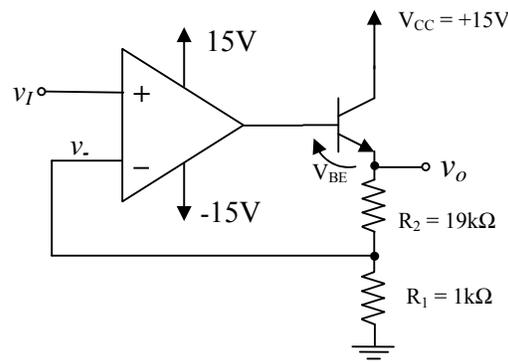
$$I_D = \frac{k'}{2} \cdot \frac{W}{L} (V_{GS} - V_t)^2$$

b) Triodo:

$$I_D = k' \cdot \frac{W}{L} \left[(V_{GS} - V_t) V_{DS} - \frac{V_{DS}^2}{2} \right]$$

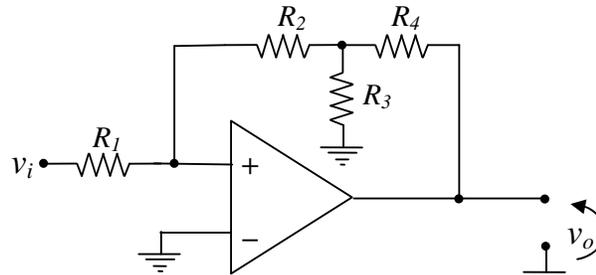
(a) Supondo $I_{REF} = 400 \mu\text{A}$ e $W_1 = 100 \mu\text{m}$, determine W_2 para que I_2 seja $0,8 \text{ mA}$. Também, determine o valor mínimo de V_{D2} . (b) Supondo $I_{REF} = 400 \mu\text{A}$, $I_3 = 1,6 \text{ mA}$ e $W_1 = 100 \mu\text{m}$, determine $W_3 = W_4$ e W_5 para termos $I_5 = 2I_3$. Também, determine o valor máximo de V_{D5} .

6) (2ª Prova 2011) Dado o circuito abaixo e sabendo-se que o transistor bipolar NPN opera no modo ativo com $V_{BE} = 0,7V$, o amplificador operacional apresenta resistência de entrada infinita e o sinal v_i de entrada é sempre positivo,



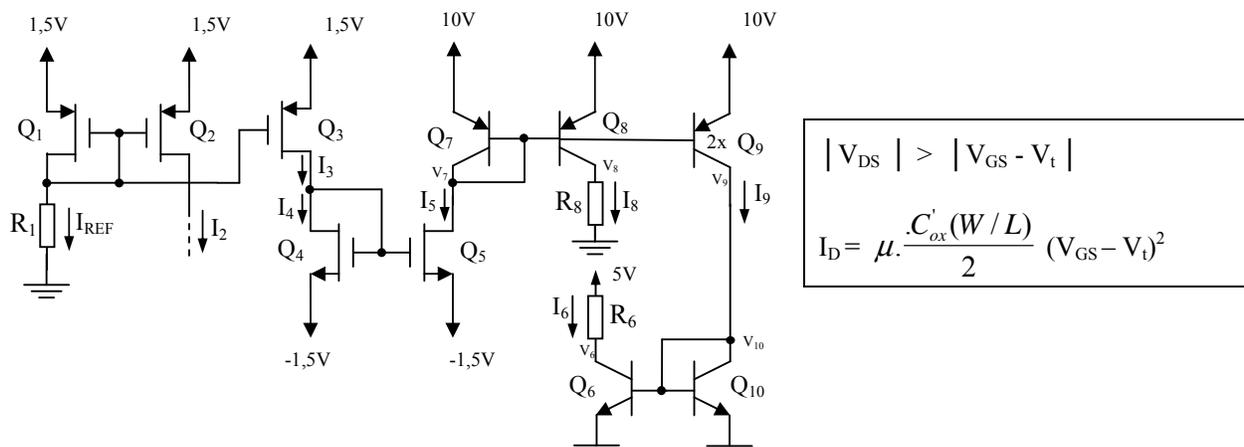
(a) Determine o ganho $A = v_o/v_i$. (b) Considerando que a tensão de saída nominal do amplificador seja $\pm 15V$, determine o valor máximo do sinal de saída ($v_{o\text{max}}$) e qual o valor de v_i quando este é alcançado.

7) (2ª Prova 2011) Dado o circuito abaixo com o amplificador operacional ideal:



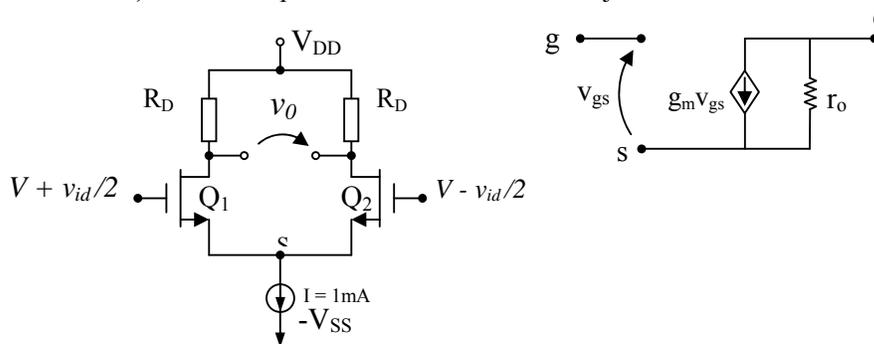
(a) Determine a expressão $v_o = f(v_i)$, (b) Determine R_1 e R_3 para que o circuito tenha uma resistência de entrada de $50\text{k}\Omega$ e um ganho de -104 V/V . Sabe-se que $R_4 = R_2 = 100\text{ k}\Omega$.

8) (2ª Prova 2011) A figura abaixo apresenta um circuito guia de corrente com tecnologia BiCMOS (Bipolar-CMOS). Para os TMOS tem-se $V_{GS4} = V_{GS3}$, $\mu_n C_{OX} = 200\ \mu\text{A}/\text{V}^2$, $\mu_p C_{OX} = 80\ \mu\text{A}/\text{V}^2$, $V_{tn} = -V_{tp} = 0,6\text{V}$ e $L_n = L_p = 0,8\ \mu\text{m}$. Para os TBJs adote $V_{BEN} = V_{EBP} = 0,7\text{V}$ e $\beta = \infty$. Sabe-se também que $R = 35\text{ k}\Omega$.



(a) Projete o circuito calculando as larguras dos canais dos transistores MOS (W) considerando $I_{REF} = 20\ \mu\text{A}$, $I_2 = 100\ \mu\text{A}$, $I_3 = I_4 = 20\ \mu\text{A}$ e $I_5 = 500\ \mu\text{A}$. Considere ainda que $R_6 = 1\text{ k}\Omega$ e $R_8 = 2\text{ k}\Omega$. (b) Considerando as correntes do item (a) acima, determine as correntes e tensões em cada um dos coletores dos TBJs.

9) (2ª Prova 2011) Dado o amplificador diferencial abaixo juntamente com o modelo equivalente para pequenos sinais:



Dados:

$$|V_A| = 20\text{V}$$

$$K_n' = 100\ \mu\text{A}/\text{V}^2$$

$$V_t = 1\text{V}$$

$$W/L = 10$$

$$V_{DD} = 10\text{V}$$

Expressões:

$$g_m = K_n' \left(\frac{W}{L} \right) (V_{GS} - V_t)$$

$$I_D = \frac{K_n' (W/L)}{2} (V_{GS} - V_t)^2$$

$$p/ V_{DS} > V_{GS} - V_t$$

$$r_o = \frac{V_A}{I_D}$$

(a) Determine o valor de g_m , (b) Considerando $r_0 = \text{infinito}$, determine o valor de R_D para obtermos um ganho diferencial $A_d = v_o / v_{id}$ igual a 10 V/V. (c) Considerando r_0 **finito** e baseado nos valores e expressões fornecidas no enunciado, determine o valor de R_D para obtermos um ganho diferencial $A_d = 10$ V/V