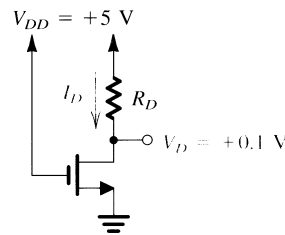
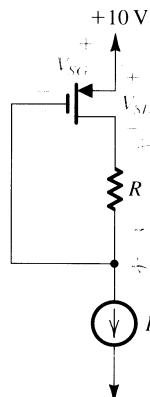


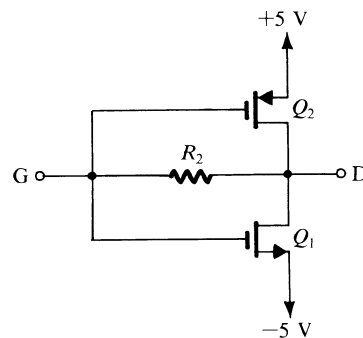
- 1) (3-03/07/99) (a) Projete o circuito da figura abaixo para estabelecer uma tensão de dreno de 0,1V (R_D).
 (b) Qual é a efetiva resistência entre o dreno e a fonte neste ponto de operação (r_{DS})?. Seja $V_T = 1V$ e $K'_n(W/L) = 1mA/V^2$.



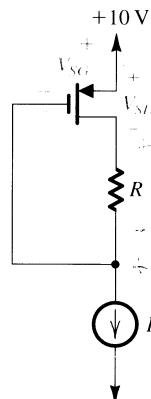
- 2) (3-03/07/99) Para o transistor PMOS no circuito da figura abaixo $K'_p = 8\mu A/V^2$, $(W/L) = 25$ e $|V_{TP}| = 1V$. Para $I = 100\mu A$, encontre as tensões V_{SD} e V_{SG} para (a) $R=0\Omega$, (b) $R=10K\Omega$, (c) $R=30K\Omega$ e (d) $R=100K\Omega$.



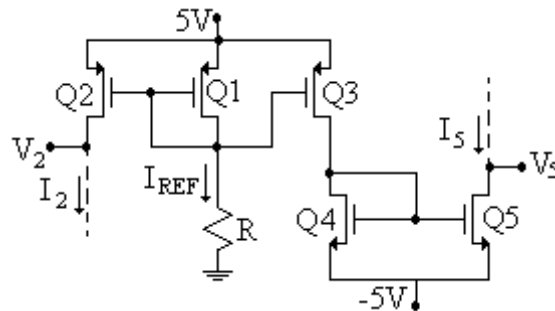
- 3) (3-03/07/99) Os Transistores MOSFET no circuito da figura abaixo são casados com $K'_n(W/L) = K'_p(W/L) = 50\mu A/V^2$ e $|V_T| = 2V$, a resistência $R_2 = 10M\Omega$. Para G e D (a) quais as correntes de drenos I_{D1} e I_{D2} ? (b) para $r_o = \infty$ qual o ganho de tensão do amplificador de G para D? (c) para $r_o = |V_A|/I_D$; $|V_A| = 180V$ qual o ganho de tensão para o amplificador de G para D?. (d) Se uma fonte de sinal com resistência série de $1M\Omega$ for acoplada através de um capacitor ($C = \infty$) na porta dos transistores, qual o ganho de tensão do amplificador v_d/v_i ?



- 4) (3-06/12/99) Para o transistor PMOS no circuito da figura abaixo $K'_p = 8\mu\text{A}/\text{V}^2$, $(W/L) = 25$ e $|V_{TP}| = 1\text{V}$. Para $I = 100\mu\text{A}$, encontre as tensões V_{SD} e V_{SG} para (a) $R=0\Omega$, (b) $R=10\text{K}\Omega$, (c) $R=30\text{K}\Omega$ e (d) $R=100\text{K}\Omega$.



- 5) (3-05/07/00) Para o espelho de corrente mostrado na figura abaixo todos os transistores possuem $L = 2\mu\text{m}$. Além disso: $W_1 = W_3 = W_4 = 2\mu\text{m}$. As correntes são: $I_{REF} = 20\mu\text{A}$; $I_2 = 100\mu\text{A}$ e $I_5 = 40\mu\text{A}$. a) Projete o valor de R ; b) Calcule W_2 e W_5 e c) Para que o circuito se mantenha trabalhando efetivamente como espelho de corrente qual deverá ser: $V_{2\text{máx}}$ e $V_{5\text{min}}$?



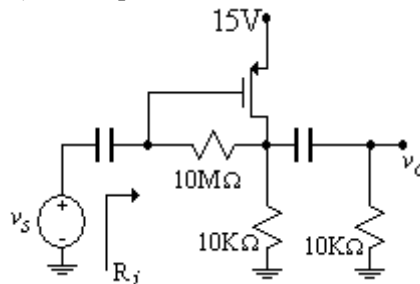
$$K'_p = C_{ox} \mu_p = 30\mu\text{A}/\text{V}^2$$

$$K'_n = C_{ox} \mu_n = 90\mu\text{A}/\text{V}^2$$

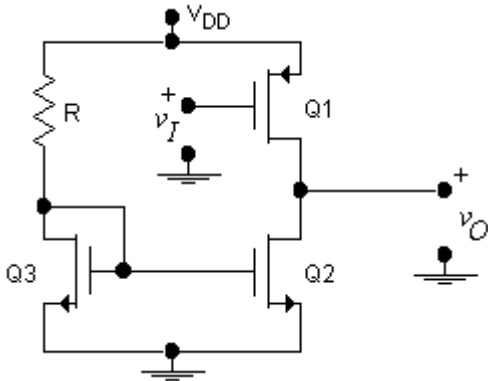
$$V_{TN} = 0,8\text{V}$$

$$V_{TP} = -0,9\text{V}$$

- 6) (3-05/07/00) Para o circuito da figura abaixo: $K'_p(W/L) = 250\mu\text{A}/\text{V}^2$, $V_{TP} = -1,5\text{V}$ e $V_A = 50\text{V}$. Calcule o Ganho $A_v = v_o/v_s$ e a resistência de entrada R_i . b) Verifique a máxima excursão do sinal de saída (para o transistor saturado).



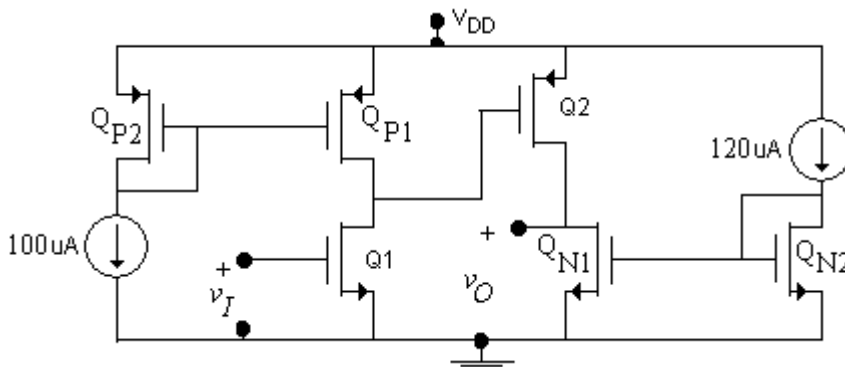
- 7) (3-02/04/01) Considere o amplificador CMOS da Figura abaixo quando fabricado com os dados indicados abaixo, onde o ganho $A_v = v_o/v_i = -100 V/V$ e a resistência R_o vista pelo terminal de saída v_o é igual a $2M\Omega$. Calcule: (a) I_{D1} , (b) $\left(\frac{W}{L}\right)_1$ e (c) R .



$$V_{DD} = 10 V \quad \therefore \quad k'_N = 2 k'_P = 200 \mu A/V^2$$

$$|V_A| = 50 V \quad \therefore \quad |V_T| = 1,2 V \quad \therefore \quad \frac{I_{D3}}{I_{D2}} = 2 \quad \therefore \quad \left(\frac{W}{L}\right)_2 = 2$$

- 8) (3-02/04/01) Sabendo que no circuito da figura abaixo apenas os transistores Q1 e Q2 têm a função de amplificar e os demais funcionam apenas como espelhos. Calcule: (a) $A_v = v_o/v_i$ e (b) a resistência R_o vista pelo terminal de saída v_o .



$$V_{DD} = 10 V$$

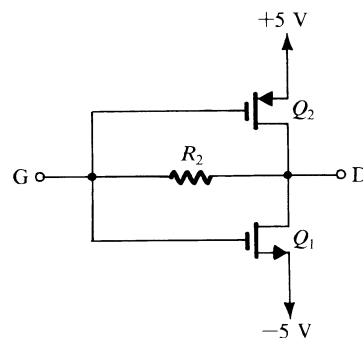
$$k'_N = 2,4 k'_P = 100 \mu A/V^2$$

$$|V_A| = 50 V \quad \therefore \quad |V_T| = 1 V$$

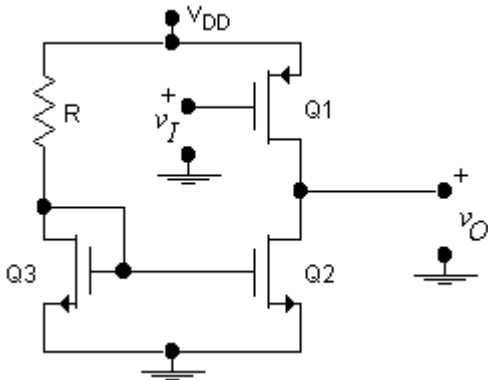
$$\frac{\left(\frac{W}{L}\right)_{P2}}{\left(\frac{W}{L}\right)_{P1}} = 2 = \frac{\left(\frac{W}{L}\right)_{N2}}{\left(\frac{W}{L}\right)_{N1}} = \frac{\left(\frac{W}{L}\right)_2}{\left(\frac{W}{L}\right)_1}$$

$$\left(\frac{W}{L}\right)_2 = 2$$

- 9) (3-02/04/01) Os transistores MOSFET no circuito da figura abaixo são casados com $K'_n(W/L) = K'_p(W/L) = 75 \mu A/V^2$ e $|V_T| = 1V$, a resistência $R_2 = 10M\Omega$. (a) Quais as correntes de drenos I_{D1} e I_{D2} ? (b) para $r_o = \infty$ qual o ganho de tensão do amplificador de G para D? (c) para $r_o = |V_A|/I_D$; $|V_A| = 180 V$ qual o ganho de tensão para o amplificador de G para D?. (d) Se uma fonte de sinal com resistência série de $1M\Omega$ for acoplada através de um capacitor ($C = \infty$) na porta dos transistores, qual o ganho de tensão do amplificador v_d/v_i ?



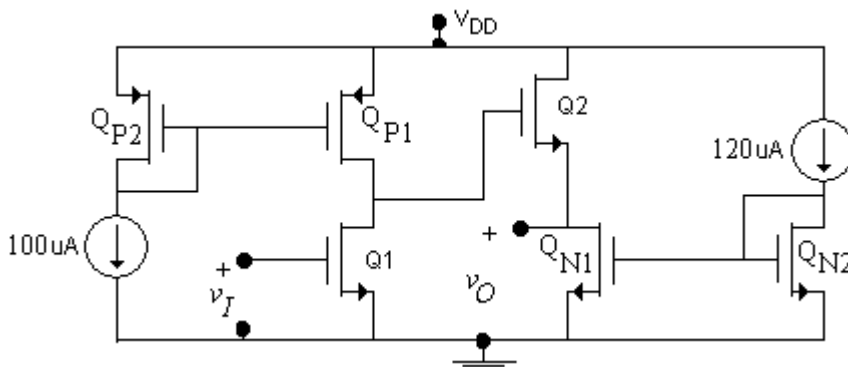
- 10) (3-13/08/01) Considere o amplificador CMOS da Figura abaixo quando fabricado com os dados indicados abaixo, onde o ganho $A_v = v_o/v_i = -100 V/V$ e a resistência R_o vista pelo terminal de saída v_o é igual a $0,5M\Omega$. Além disso, o amplificador foi projetado para ter um v_o mínimo de $0,5V$. Calcule: (a) I_{D1} , (b) $\left(\frac{W}{L}\right)_1$ e (c) R .



$$V_{DD} = 10 V \quad \therefore \quad k'_N = 2 k'_P = 200 \mu A/V^2$$

$$|V_A| = 100 V \quad \therefore \quad |V_T| = 1,5 V \quad \therefore \quad \frac{I_{D3}}{I_{D2}} = 2$$

- 11) (3-13/08/01) Sabendo que no circuito da figura abaixo apenas os transistores Q1 e Q2 têm a função de amplificar e os demais funcionam apenas como espelhos. Calcule: (a) $A_v = v_o/v_i$ e (b) a resistência R_o vista pelo terminal de saída v_o .



$$V_{DD} = 10 V \quad g_{m_b} = 30\% g_m$$

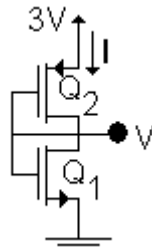
$$k'_N = 2,4 k'_P = 100 \mu A/V^2$$

$$|V_A| = 50 V \quad \therefore \quad |V_T| = 1 V$$

$$\frac{(W/L)_{P2}}{(W/L)_{P1}} = 2 = \frac{(W/L)_{N2}}{(W/L)_{N1}} = \frac{(W/L)_2}{(W/L)_1}$$

$$\frac{(W/L)_2}{(W/L)_1} = 2$$

- 12) (3-19/12/01) Para o circuito da figura abaixo encontre V e I sabendo que $\mu_n C_{ox} = 2,5 \mu_p C_{ox} = 20 \mu A/V^2$, $V_{TN} = -V_{TP} = 1V$, $\lambda = 0$, $L_1 = L_2 = 10 \mu m$, $W_1 = 30 \mu m$ e $W_2 = 75 \mu m$.



- 13) (3-19/12/01) (a) A circuito abaixo mostra um amplificador CASCODE. Note que o circuito consiste de um amplificador Q_1 (fonte comum) que alimenta a entrada do outro amplificador Q_2 (porta comum). V_{bias} é uma fonte de polarização DC. Os transistores são polarizados com uma fonte ideal de corrente de valor I . Considerando $g_{m_{b2}} = 0$ calcule (a) R_o e (b) o ganho de tensão $A_v = v_o/v_i$.

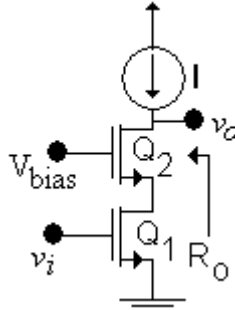
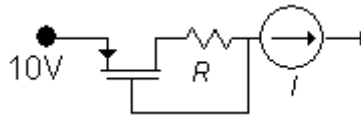
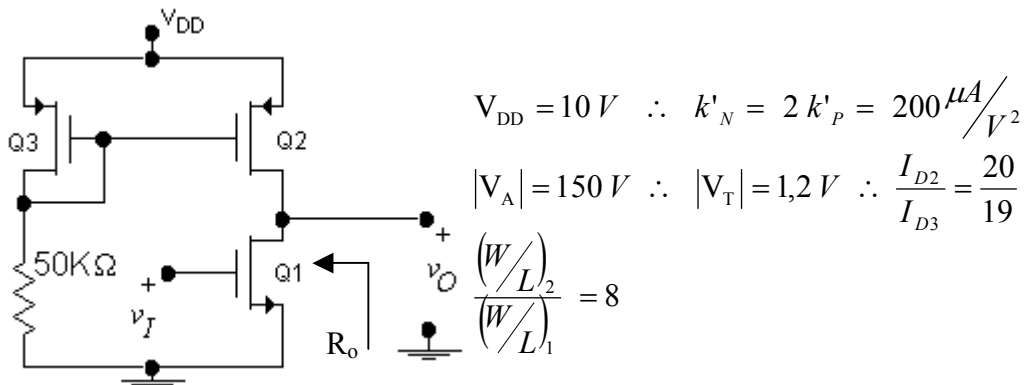


Figura 1

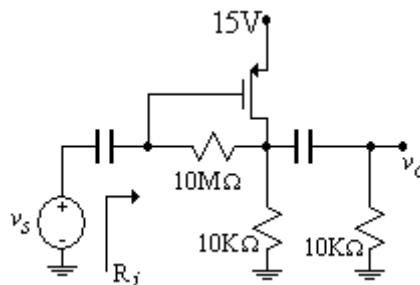
- 14) (3-19/12/01) Para o transistor PMOS no circuito da figura abaixo $K'_p = 8\mu A/V^2$, $(W/L) = 25$ e $|V_{TP}| = 1V$. Para $I = 100\mu A$, encontre o valor de R para: (a) $V_{SD} = V_{SG}/2$; (b) $V_{SD} = V_{SG}/10$.



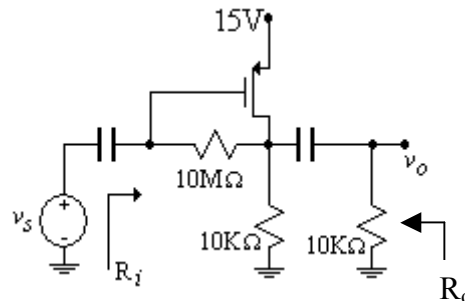
- 15) (3-19/12/01) Considere o amplificador CMOS da Figura abaixo quando fabricado com os dados indicados abaixo. O amplificador foi projetado para ter um v_o máximo de 9,5V (sem levar o transistor Q_2 para a região de triodo). Calcule: (a) $\left(\frac{W}{L}\right)_1$, (b) $A_v = \frac{v_o}{v_i}$ e (c) R_o .



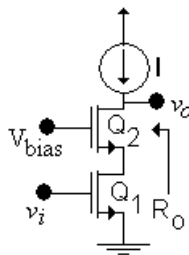
- 16) (E-12/07/00) Para o circuito da figura abaixo: $K'_p(W/L) = 250\mu A/V^2$, $V_{TP} = -1,5V$ e $V_A = 50V$. Calcule o Ganho $A_v = v_o/v_s$ e a resistência de entrada R_i . b) Verifique a máxima excursão do sinal de saída (para o transistor saturado).



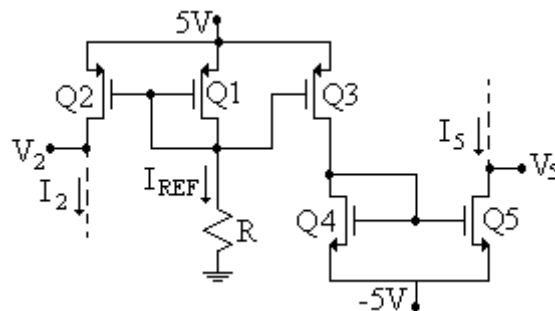
- 17) (E-27/08/01) Para o circuito da figura abaixo: $K'_p(W/L) = 250\mu A/V^2$, $V_{TP} = -1,5V$ e $V_A = 50V$. a) Calcule o Ganho $A_v = v_o/v_s$, b) resistência de entrada R_i e a resistência de saída R_o . c) Verifique a máxima excursão do sinal de saída (para o transistor saturado).



- 18) (E-22/02/02) (a) A circuito abaixo mostra um amplificador CASCODE. Note que o circuito consiste de um amplificador Q_1 (fonte comum) que alimenta a entrada do outro amplificador Q_2 (porta comum). V_{bias} é uma fonte de polarização DC. Os transistores são polarizados com uma fonte ideal de corrente de valor I . Considerando $g_{m2} = 0$ calcule (a) R_o e (b) o ganho de tensão $A_v = v_o/v_i$.



- 19) (2-20/07/00) Para o espelho de corrente mostrado na figura abaixo todos os transistores possuem $L = 2\mu m$. Além disso: $W_1 = W_3 = W_4 = 2\mu m$. As correntes são: $I_{REF} = 20\mu A$; $I_2 = 100\mu A$ e $I_5 = 40\mu A$. a) Projete o valor de R ; b) Calcule W_2 e W_5 e c) Para que o circuito se mantenha trabalhando efetivamente como espelho de corrente qual deverá ser: $V_{2m\acute{a}x}$ e V_{5min} ?



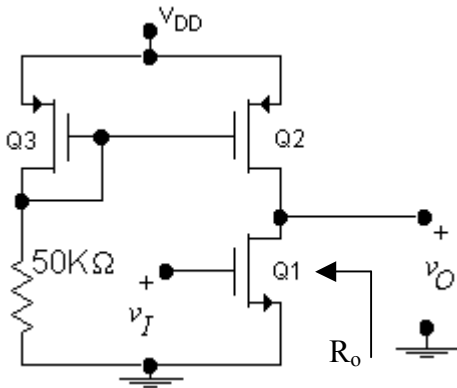
$$K'_p = C_{ox} \mu_p = 30\mu A/V^2$$

$$K'_n = C_{ox} \mu_n = 90\mu A/V^2$$

$$V_{TN} = 0,8V$$

$$V_{TP} = -0,9V$$

20) (2-03/09/01) Considere o amplificador CMOS da Figura abaixo quando fabricado com os dados indicados abaixo. O amplificador foi projetado para ter um v_o máximo de 9,5V (sem levar o transistor Q_2 para a região de triodo). Calcule: (a) $\left(\frac{W}{L}\right)_1$, (b) $A_v = \frac{v_o}{v_i}$ e (c) R_o .

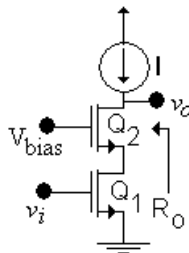


$$V_{DD} = 10 V \quad \therefore \quad k'_N = 2 k'_P = 200 \mu A/V^2$$

$$|V_A| = 150 V \quad \therefore \quad |V_T| = 1,2 V \quad \therefore \quad \frac{I_{D2}}{I_{D3}} = \frac{20}{19}$$

$$\frac{\left(\frac{W}{L}\right)_2}{\left(\frac{W}{L}\right)_1} = 8$$

21) (2-04/03/02) (a) A circuito abaixo mostra um amplificador CASCODE. Note que o circuito consiste de um amplificador Q_1 (fonte comum) que alimenta a entrada do outro amplificador Q_2 (porta comum). V_{bias} é uma fonte de polarização DC. Os transistores são polarizados com uma fonte ideal de corrente de valor I . Considerando $g_{m2} = 0$ calcule (a) R_o e (b) o ganho de tensão $A_v = v_o/v_i$.



Respostas

- 1 a) $R_D=12,4K\Omega$ b) $r_{DS}=253\Omega$
- 2 a) $V_{SD}=2V$ $V_{SG}=2V$
b) $V_{SD}=1V$ $V_{SG}=2V$
c) $V_{SD}=0,236V$ $V_{SG}=3,236V$
- 3 a) $I_{D1}=I_{D2}=0,225mA$
b) $A_V=-3000$ V/V
c) $A_V=-115,35$ V/V
d) $A_V=-115,75$ V/V
- 4 a) $V_{SD}=2V$ $V_{SG}=2V$
b) $V_{SD}=1V$ $V_{SG}=2V$
c) $V_{SD}=0,236V$ $V_{SG}=2,236V$
d) $V_{SD}=0,05V$ $V_{SG}=10,05V$
- 5 a) $R=147250\Omega$
b) $W_2=10\mu m$ $W_5=4\mu m$
c) $V_{2max}=3,845V$
d) $V_{5min}=-4,34V$
- 6 a) $A_V=-3,2759V/V$
b) $R_i=2338657,52\Omega$
c) $V_{max}=1,1491V$
- 7 a) $I_{D1}=I_{D2}=12,5\mu A$
b) $W/L=1$
c) $R=342K\Omega$
- 8 a) $A_V=2083,33$
b) $R_o=5/12M\Omega$
- 9 a) $I_{D1}=I_{D2}=600\mu A$
b) $A_V=-6000V/V$
c) $A_V=-88,66V/V$
d) $A_V=-88,78V/V$
- 10 a) $I_{DI}=100\mu A$
b) $(W/L)=2$
c) $R=40K\Omega$
- 11 a) $A_V=-38,01V/V$
b) $R_o=4906,8\Omega$
- 12 a) $V=1,5V$ $I=7,5\mu A$
- 13 a) $R_o=r_{01}+r_{02}+g_{m2}r_{01}r_{02}$
b) $A_V=-g_{m1}r_{01}(g_{m2}r_{02}+1)$
- 14 a) $R=10K\Omega$
b) $R=25920\Omega$
- 15 a) $W/L=1,747$
b) $A_V=-149,98V/V$
c) $R_o=429,21K\Omega$
- 16 a) $A_V=-3,287$ V/V $R_i=2,33M\Omega$
b) $|v_o|_{max}=1,15V$
- 17 a) $A_V=-3,287V/V$
b) $R_i=2,33M\Omega$ $R_o=4519,2\Omega$
c) $|v_o|_{max}=1,15V$
- 18 a) $R_o=r_{01}+r_{02}+g_{m2}r_{01}r_{02}$
b) $A_V=-g_{m1}r_{01}(g_{m2}r_{02}+1)$

- 19 a) $R=147250\Omega$
b) $W_2=10\mu\text{m}$ $W_5=4\mu\text{m}$
c) $V_{D2\text{max}}=3,845\text{V}$ $V_{D5\text{min}}=-4,34\text{V}$
- 20 a) $W/L=1,747$
b) $A_v=-140\text{V/V}$
c) $R_o=429,2\text{K}\Omega$
- 21 a) $R_o=r_{o1}+r_{o2}+g_{m2}r_{o1}r_{o2}$
b) $A_v=-g_{m1}v_{o1}(g_{m2}v_{o2}+1)$