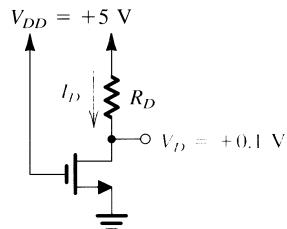
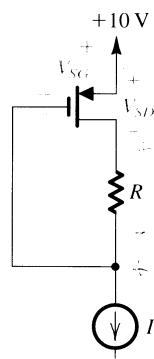


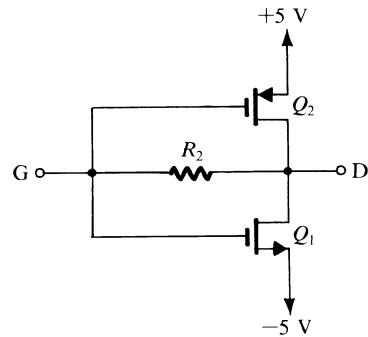
- 1) (3-03/07/99) (a) Projete o circuito da figura abaixo para estabelecer uma tensão de dreno de 0,1V (R_D).
 (b) Qual é a efetiva resistência entre o dreno e a fonte neste ponto de operação (r_{DS})?. Seja $V_T = 1V$ e $K'n(W/L) = 1mA/V^2$.



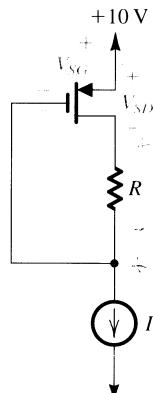
- 2) (3-03/07/99) Para o transistor PMOS no circuito da figura abaixo $K'p = 8\mu A/V^2$, $(W/L) = 25$ e $|V_{TP}| = 1V$. Para $I = 100\mu A$, encontre as tensões V_{SD} e V_{SG} para (a) $R=0\Omega$, (b) $R=10K\Omega$, (c) $R=30K\Omega$ e (d) $R=100K\Omega$.



- 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 $r_o = |V_A|/I_D$; $|V_A| = 180 V$ 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 ?



- 4) (3-06/12/99) 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) $R=100K\Omega$.



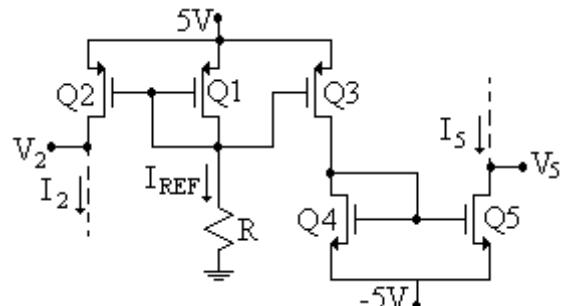
- 5) (3-05/07/00) Para o espelho de corrente mostrado na figura abaixo todos os transistores possuem $L = 2\mu\text{m}$. Além disso: $W_1 = W_3 = W_4 = 2\mu\text{m}$. As correntes são: $I_{\text{REF}} = 20\mu\text{A}$; $I_2 = 100\mu\text{A}$ e $I_5 = 40\mu\text{A}$. a) Projete o valor de R ; b) Calcule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

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

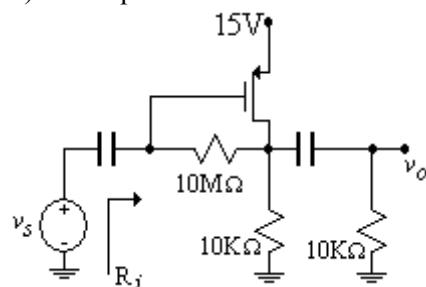
$$K'_n = C_{ox} \mu_n = 90 \mu A/V^2$$

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

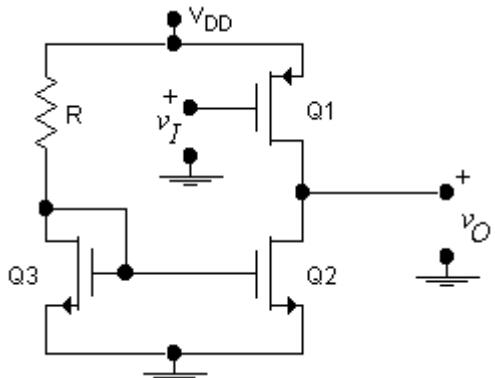
$$V_{TP} = -0,9V$$



- 6) (3-05/07/00) 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).



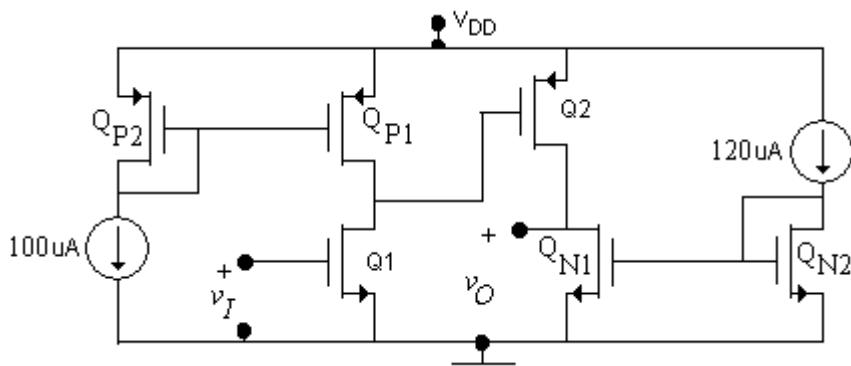
- 7) (3-02/04/01) Considere o amplificador CMOS da Figura abaixo quando fabricado com os dados indicados abaixo, onde o ganho $A_v = \frac{v_o}{v_i} = -100 \text{ V/V}$ e a resistência R_o vista pelo terminal de saída v_o é igual a $2\text{M}\Omega$. Calcule: (a) I_{D1} , (b) $\left(\frac{W}{L}\right)_1$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



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

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

- 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) $A_v = \frac{v_o}{v_i}$ e (b) a resistência R_o vista pelo terminal de saída v_o .



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

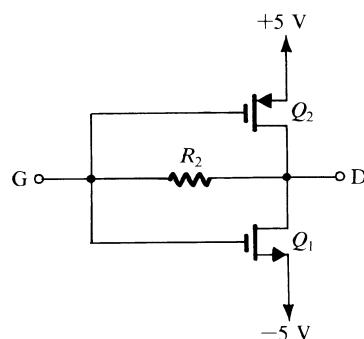
$$k'_N = 2,4 k'_P = 100 \mu\text{A/V}^2$$

$$|V_A| = 50 \text{ V} \quad \therefore |V_T| = 1 \text{ V}$$

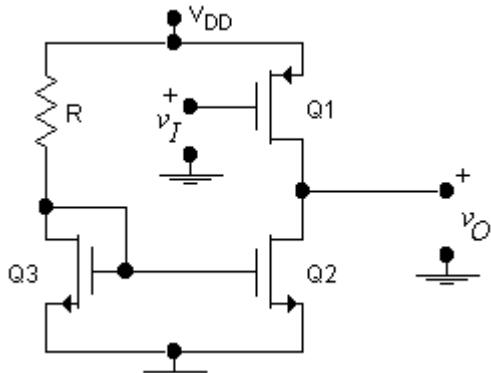
$$\frac{\left(\frac{W}{L}\right)_{P2}}{\left(\frac{W}{L}\right)_{P1}} = 2 = \frac{\left(\frac{W}{L}\right)_{N2}}{\left(\frac{W}{L}\right)_{N1}} = \frac{\left(\frac{W}{L}\right)_2}{\left(\frac{W}{L}\right)_1}$$

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

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



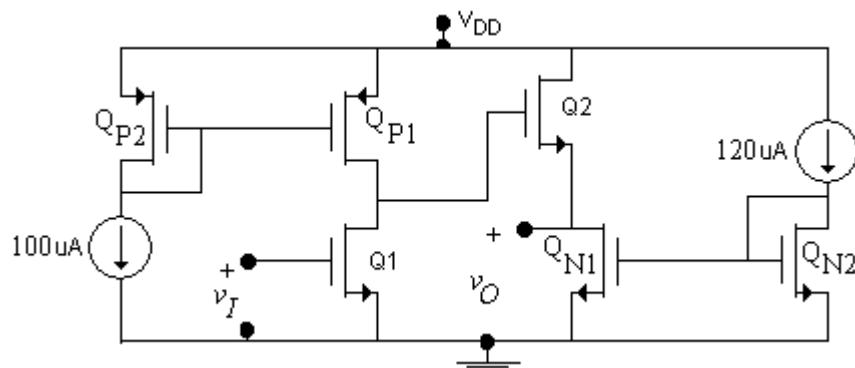
- 10) (3-13/08/01) Considere o amplificador CMOS da Figura abaixo quando fabricado com os dados indicados abaixo, onde o ganho $A_v = \frac{v_o}{v_i} = -100 \frac{V}{V}$ e a resistência R_o vista pelo terminal de saída v_o é igual a $0,5M\Omega$. Além disso, o amplificador foi projetado para ter um v_o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



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

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

- 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) $A_v = \frac{v_o}{v_i}$ e (b) a resistência R_o vista pelo terminal de saída v_o .



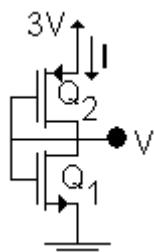
$$V_{DD} = 10 \text{ V} \quad gm_b = 30\% gm$$

$$k'_N = 2,4 k'_P = 100 \frac{\mu\text{A}}{\text{V}^2}$$

$$|V_A| = 50 \text{ V} \quad \therefore |V_T| = 1 \text{ V}$$

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

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



- 13) (3-19/12/01) (a) O circuito abaixo mostra um amplificador CASCODE. Note que o circuito consiste de um amplificador Q₁ (fonte comum) que alimenta a entrada do outro amplificador Q₂ (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.

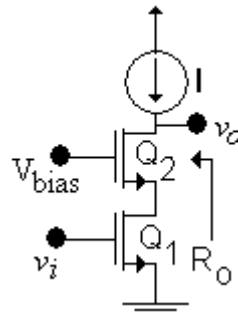
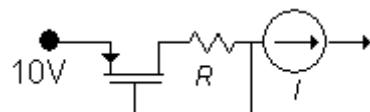
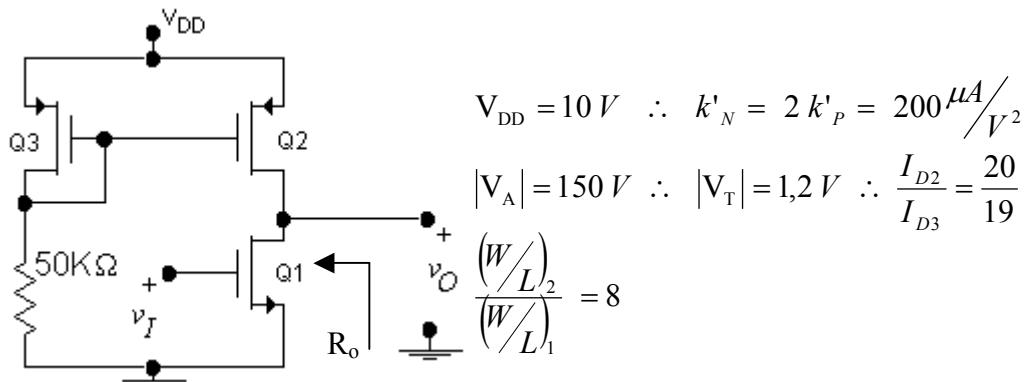


Figura 1

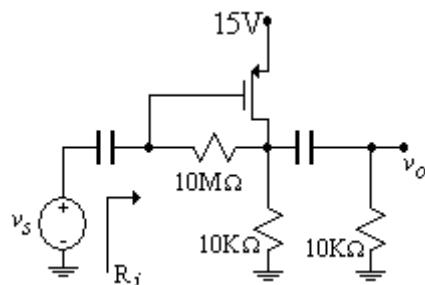
- 14) (3-19/12/01) Para o transistor PMOS no circuito da figura abaixo K' _p = 8μA/V², (W/L) = 25 e |V_{TP}| = 1V. Para I = 100μA, encontre o valor de R para: (a) V_{SD} = V_{SG}/2 ; (b) V_{SD} = V_{SG}/10.



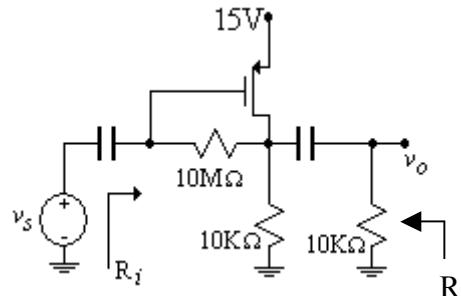
- 15) (3-19/12/01) Considere o amplificador CMOS da Figura abaixo quando fabricado com os dados indicados abaixo. O amplificador foi projetado para ter um v_O máximo de 9,5V (sem levar o transistor Q₂ para a região de triodo). Calcule: (a) $\left(\frac{W}{L}\right)_1$, (b) $A_v = \frac{v_o}{v_i}$ e (c) R_o.



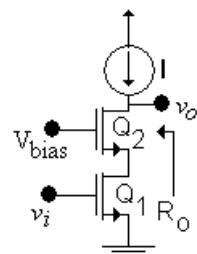
- 16) (E-12/07/00) Para o circuito da figura abaixo: K' _p(W/L) = 250μA/V², V_{TP} = -1,5V e V_A = 50V. Calcule o Ganho A_v = v_o/v_s e a resistência de entrada R_i. b) Verifique a máxima excursão do sinal de saída (para o transistor saturado).



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



- 18) (E-22/02/02) (a) O 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 $A_v = v_o/v_i$.



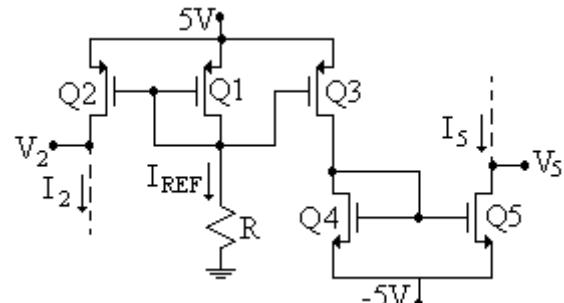
- 19) (2-20/07/00) Para o espelho de corrente mostrado na figura abaixo todos os transistores possuem $L = 2\mu\text{m}$. Além disso: $W_1 = W_3 = W_4 = 2\mu\text{m}$. As correntes são: $I_{\text{REF}} = 20\mu\text{A}$; $I_2 = 100\mu\text{A}$ e $I_5 = 40\mu\text{A}$. a) Projete o valor de R ; b) Calcule 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 $V_{5\text{min}}$?

$$K'_{\text{p}} = C_{\text{ox}} \mu_{\text{p}} = 30 \mu\text{A}/\text{V}^2$$

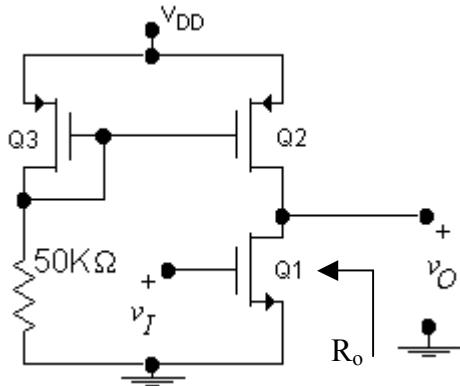
$$K'_{\text{n}} = C_{\text{ox}} \mu_{\text{n}} = 90 \mu\text{A}/\text{V}^2$$

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

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



- 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 Q₂ 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 .

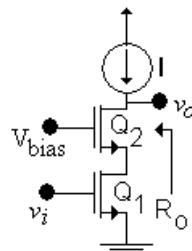


$$V_{DD} = 10 \text{ V} \quad \therefore k'_N = 2 k'_P = 200 \frac{\mu\text{A}}{\text{V}^2}$$

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

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

- 21) (2-04/03/02) (a) O circuito abaixo mostra um amplificador CASCODE. Note que o circuito consiste de um amplificador Q₁ (fonte comum) que alimenta a entrada do outro amplificador Q₂ (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) $R_D=12,4\text{K}\Omega$ b) $r_{DS}=253\Omega$
- 2 a) $V_{SD}=2\text{V}$ $V_{SG}=2\text{V}$
b) $V_{SD}=1\text{V}$ $V_{SG}=2\text{V}$
c) $V_{SD}=0,236\text{V}$ $V_{SG}=3,236\text{V}$
- 3 a) $I_{D1}=I_{D2}=0,225\text{mA}$
b) $A_v=-3000 \text{ V/V}$
c) $A_v=-115,35 \text{ V/V}$
d) $A_v=-115,75 \text{ V/V}$
- 4 a) $V_{SD}=2\text{V}$ $V_{SG}=2\text{V}$
b) $V_{SD}=1\text{V}$ $V_{SG}=2\text{V}$
c) $V_{SD}=0,236\text{V}$ $V_{SG}=2,236\text{V}$
d) $V_{SD}=0,05\text{V}$ $V_{SG}=10,05\text{V}$
- 5 a) $R=147250\Omega$
b) $W_2=10\mu\text{m}$ $W_5=4\mu\text{m}$
c) $V_{2\text{máx}}=3,845\text{V}$
d) $V_{5\text{min}}=-4,34\text{V}$
- 6 a) $A_v=-3,2759\text{V/V}$
b) $R_i=2338657,52\Omega$
c) $V_{\text{max}}=1,1491\text{V}$
- 7 a) $I_{D1}=I_{D2}=12,5\mu\text{A}$
b) $W/L=1$
c) $R=342\text{K}\Omega$
- 8 a) $A_v= 2083,33$
b) $R_o=5/12\text{M}\Omega$
- 9 a) $I_{D1}=I_{D2}=600\mu\text{A}$
b) $A_v=-6000\text{V/V}$
c) $A_v=-88,66\text{V/V}$
d) $A_v=-88,78\text{V/V}$
- 10 a) $I_{D1}=100\mu\text{A}$
b) $(W/L)=2$
c) $R=40\text{K}\Omega$
- 11 a) $A_v= -38,01\text{V/V}$
b) $R_o=4906,8\Omega$
- 12 a) $V=1,5\text{V}$ $I=7,5\mu\text{A}$
- 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) $R=10\text{K}\Omega$
b) $R=25920\Omega$
- 15 a) $W/L= 1,747$
b) $A_v=-149,98\text{V/V}$
c) $R_o=429,21\text{K}\Omega$
- 16 a) $A_v=-3,287 \text{ V/V}$ $R_i=2,33\text{M}\Omega$
b) $|V_o|_{\text{max}}=1,15\text{V}$
- 17 a) $A_v=-3,287\text{V/V}$
b) $R_i=2,33\text{M}\Omega$ $R_o=4519,2\Omega$
c) $|V_o|_{\text{max}} =1,15\text{V}$
- 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) $V_{D2\max}=3,845\text{V}$ $V_{D5\min}=-4,34\text{V}$
- 20 a) $W/L=1,747$
b) $A_v=-140\text{V/V}$
c) $R_o=429,2\text{K}\Omega$
- 21 a) $R_o=r_{01}+r_{02}+g_{m2}r_{01}r_{02}$
b) $A_v=-g_{m1}v_{01}(g_{m2}v_{02}+1)$