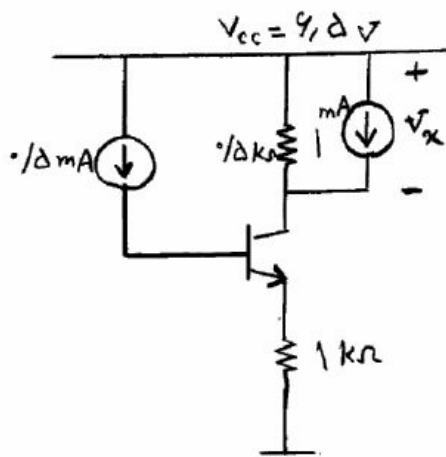


الکترونیک ۲

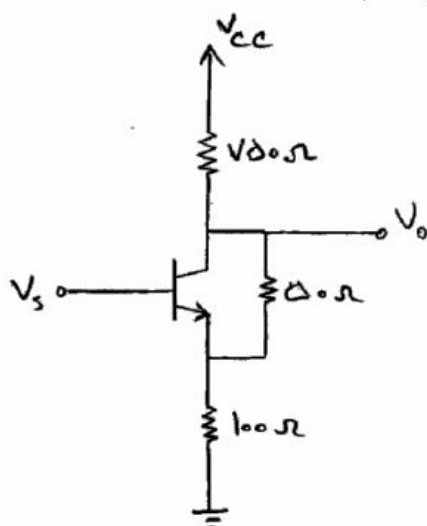
۱ - در مدار زیر ولتاژ دو سر منبع جریان (V_x) چند ولت است؟

$$\begin{cases} V_{BE} = 0.7V & \beta = 20 \\ V_{CE(sat)} = 0.5V \end{cases}$$



- (۱) ۵
(۲) ۴
(۳) ۲
(۴) ۱/۵

۲ - در مدار زیر با فرض $V_A = \infty, \beta = 100, I_C = 0.5mA$ بهره ولتاژ $\frac{V_o}{V_s}$ مدار تقریباً کدام است؟



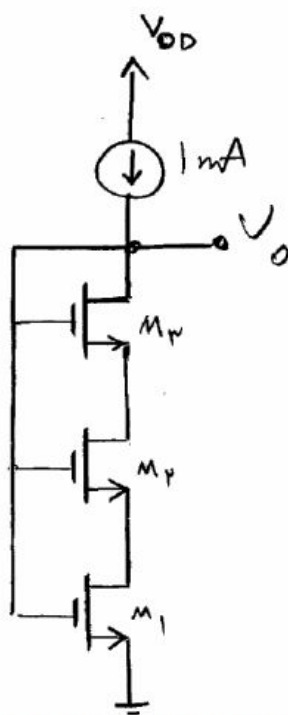
- (۱) -۶
(۲) -۳
(۳) -۰.۷۵
(۴) -۰.۵

۳ - در مدار زیر V_o چند ولت است؟

$$\left(\frac{W}{L}\right)_r = 5 \quad \left(\frac{W}{L}\right)_r = 4 \quad \left(\frac{W}{L}\right)_1 = \frac{5}{2}$$

$$\mu_n C_{ox} = 100 \frac{\mu A}{V^2}$$

$$V_T = 1V$$

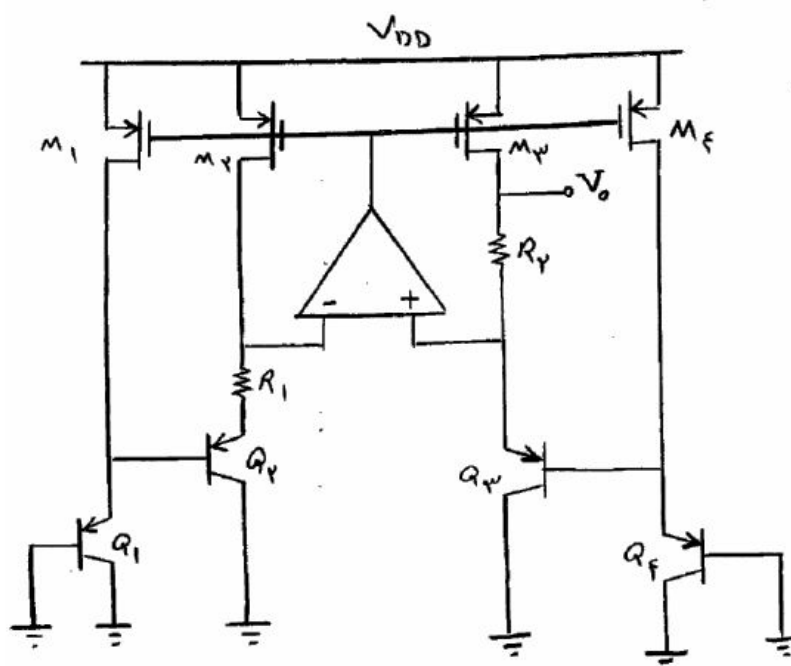


- (۱) ۴
(۲) ۶
(۳) ۳
(۴) ۲

۴- در مدار زیر همه ترانزیستورهای MOSFET مشابه بوده و در ناحیه اشباع شده بایاس شده اند. نسبت $\frac{R_2}{R_1}$ چقدر باشد تا

حساسیت V_O نسبت به دما صفر باشد؟

$$\left[\frac{\partial V_{BE}}{\partial T} \right]_{T=300^\circ K} = -2 \frac{mV}{^\circ K}, \quad V_T = \frac{kT}{q} \bigg|_{T=300^\circ K} = 26 mV, \quad A_{E_1} = 4 A_{E_{2,3,4}} \bigg]$$



$$\begin{aligned} & \frac{6}{\ln(2)} \quad (1) \\ & \frac{12}{\ln(2)} \quad (2) \\ & \frac{24}{\ln(2)} \quad (3) \\ & \frac{48}{\ln(2)} \quad (4) \end{aligned}$$

۵- در مدار زیر با فرض فعال بودن ترانزیستورها بهره مشترک $\frac{V_O}{V_{ic}}$ کدام است؟

$$g_{m_0} = 0.5 \frac{mA}{V}$$

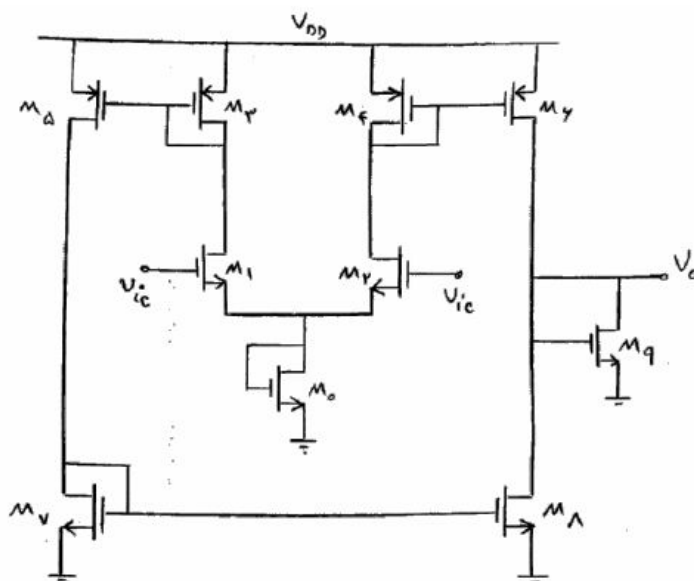
$$g_{m_{1,2}} = 2 \frac{mA}{V}$$

$$g_{m_{3,4}} = 2 g_{m_{2,4}}$$

$$g_{m_5} = 2 g_{m_4}$$

$$g_{m_6} = 0.25 \frac{mA}{V}$$

$$\lambda = 0$$



$$\frac{16}{9} \quad (4)$$

$$\frac{1}{9} \quad (3)$$

$$\frac{4}{9} \quad (2)$$

$$\frac{2}{9} \quad (1)$$

۶ - در مدار زیر ترانزیستورها در ناحیه فعال بایاس شده اند. بهره $\frac{V_o}{V_i}$ کدام است؟

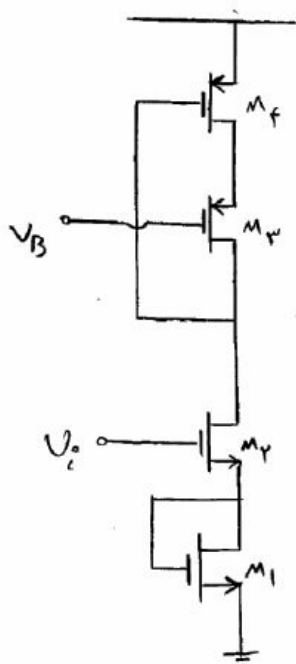
$$g_{m_1} = \frac{mA}{V}$$

$$g_{m_r} = \frac{mA}{V}$$

$$g_{m_r} = \frac{mA}{V}$$

$$g_{m_f} = \frac{mA}{V}$$

$$\lambda = 0$$



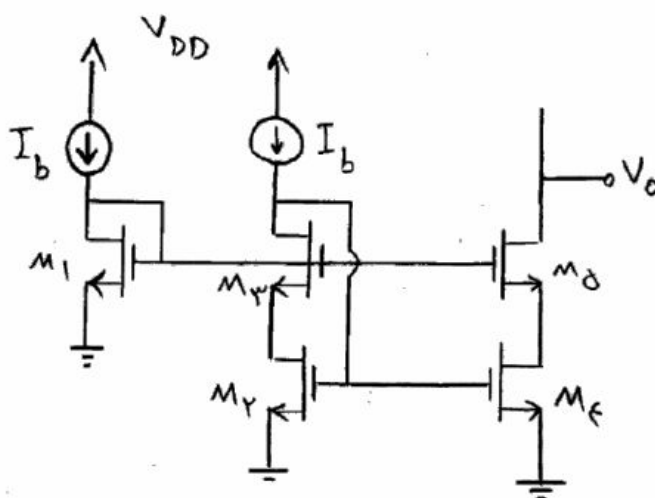
- (۱) ۲-
(۲) ۴-
(۳) ۸-
(۴) ۱۰-

۷ - در مدار زیر $(\frac{W}{L})$ ترانزیستور M_1 چقدر باشد، تا حداکثر دامنه نوسان در خروجی V_o ایجاد گردد؟

$$(\frac{W}{L})_{r,r,f,\delta} = 20$$

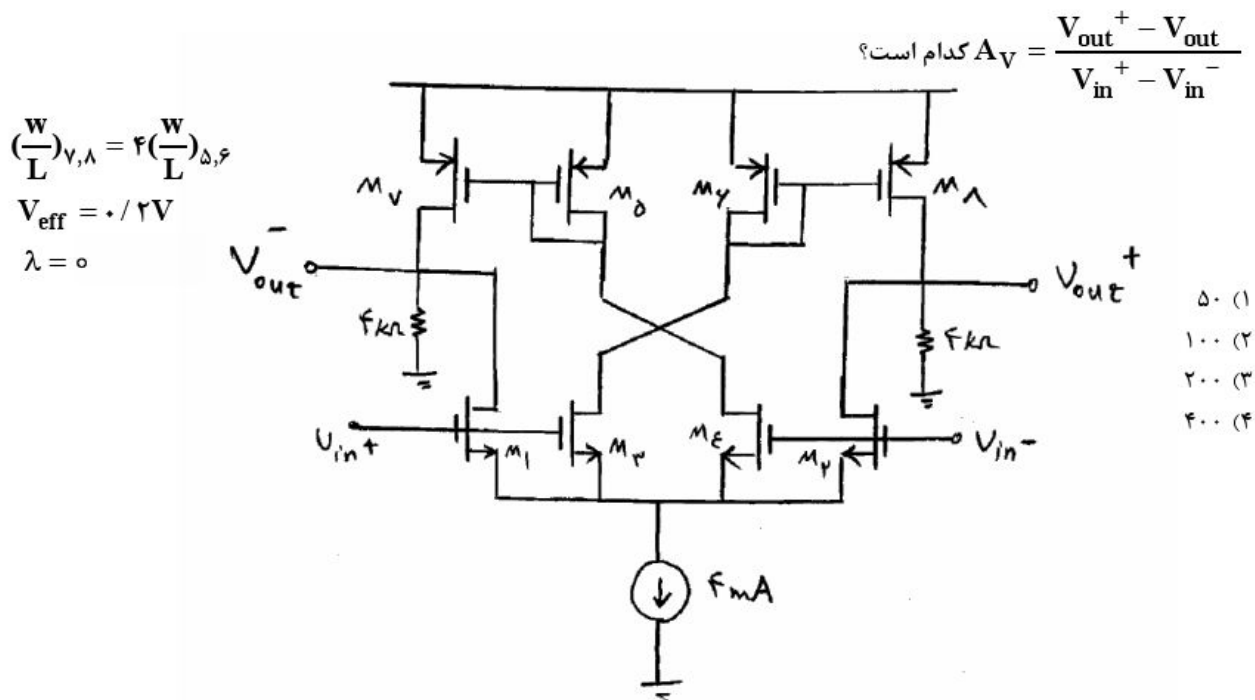
$$V_T = 0.5V$$

$$\lambda = \gamma = 0$$



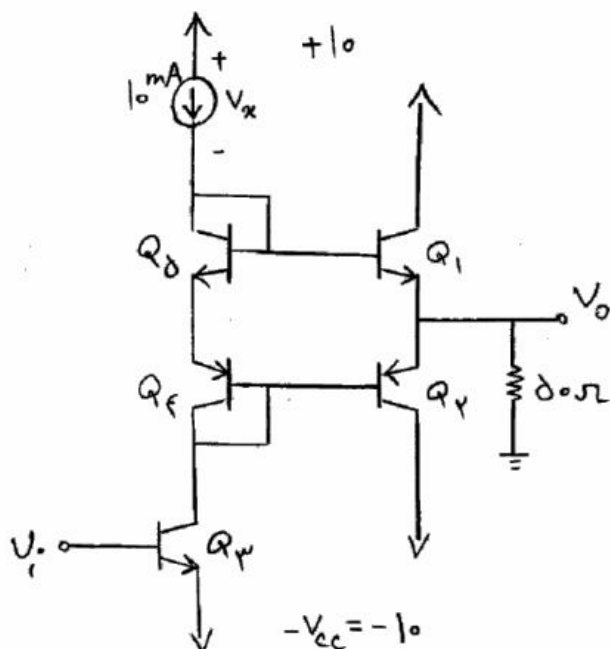
- (۱) ۵
(۲) ۱۰
(۳) ۸
(۴) ۳

۸- در مدار زیر همه ترانزیستورها در ناحیه فعال بایاس شده اند و ترانزیستورهای M_1 تا M_6 مشابه اند. بهره



۹- در تقویت کننده زیر ترانزیستورهای Q_4 و Q_5 برای عملکرد صحیح خود به حداقل $1mA$ جریان احتیاج دارند. حداکثر راندمان مدار کدام است؟

$\beta = 19$, $|V_{BE}| = 0.7$, $V_{x_{min}} = 1.3V$, $|V_{CE(sat)}| = 0.3$

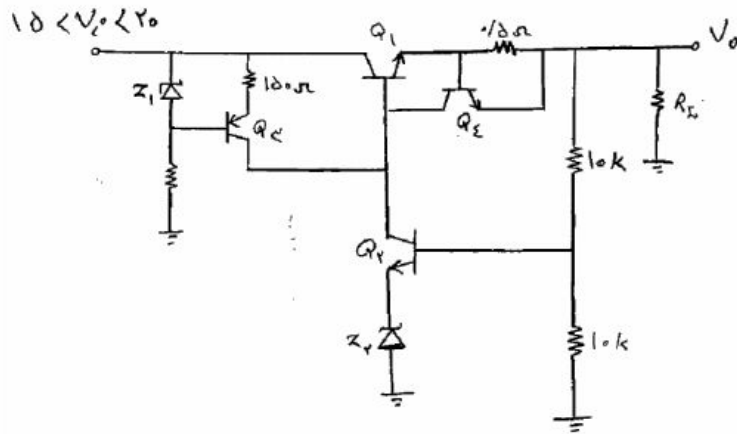


- (۱) ۶۳٪
- (۲) ۵۳٪
- (۳) ۷۲٪
- (۴) ۶۸٪

۱۰- در مدار زیر محدوده R_L برای کارکرد صحیح تنظیم کننده کدام است؟

$$\beta_1 = 49, \beta_{2,3,4} \gg 1, |V_{BE}| = 0.7, V_{Z1} = 4V$$

$$Z_2: V_Z = 4.7V, I_{Z,k} = 2mA, I_{Z,max} = 20mA$$



$$10\Omega \leq R_L \quad (1)$$

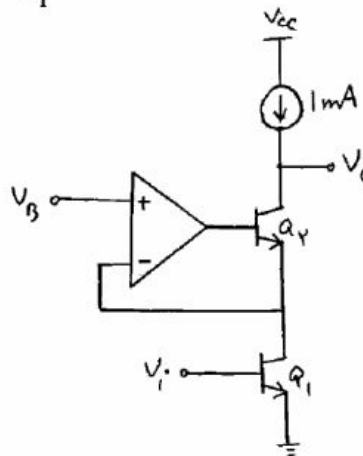
$$10\Omega \leq R_L \leq 100\Omega \quad (2)$$

$$7\Omega \leq R_L \quad (3)$$

$$7\Omega \leq R_L < 100\Omega \quad (4)$$

۱۱- در مدار زیر همه ترانزیستورها در ناحیه فعال بایاس شده اند بهره $\frac{V_o}{V_i}$ کدام است؟

$$Q_{1,2} \begin{cases} \beta = 100 \\ V_T = 25mV \\ V_A = 10V \end{cases} \text{ Op.Amp. } \begin{cases} R_i = \infty \\ R_o = 0 \\ A = 20 \end{cases}$$



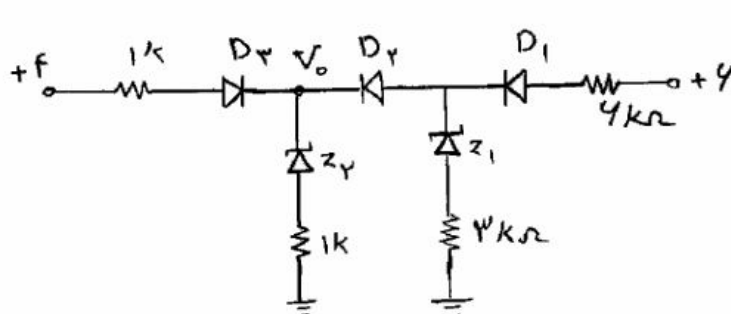
$$-4 \times 10^4 \quad (1)$$

$$-4 \times 10^5 \quad (2)$$

$$-2 \times 10^4 \quad (3)$$

$$-2 \times 10^5 \quad (4)$$

۱۲- در مدار زیر V_o چند ولت است؟ (دیودها ایده آل هستند و $V_Z = 2V$ است)



$$3 \quad (1)$$

$$2/5 \quad (2)$$

$$2 \quad (3)$$

$$(4) \text{ هیچکدام}$$

الکترونیک ۱ و ۲

۱- گزینه «۴» صحیح است.

$$V_{CE} = 6/5 - (10-1) \times 0/5 - 10 \times 1 < 0$$

$$6/5 = (I_C - 1) \times 0/5 + 0/5 + 1 \times (I_C + 0/5)$$

$$6 = \frac{3}{5} I_C \Rightarrow I_C = 4 \text{ mA}$$

$$V_X = 0/5 \times (I_C - 1) = 1/5$$

۲- گزینه «۳» صحیح است.

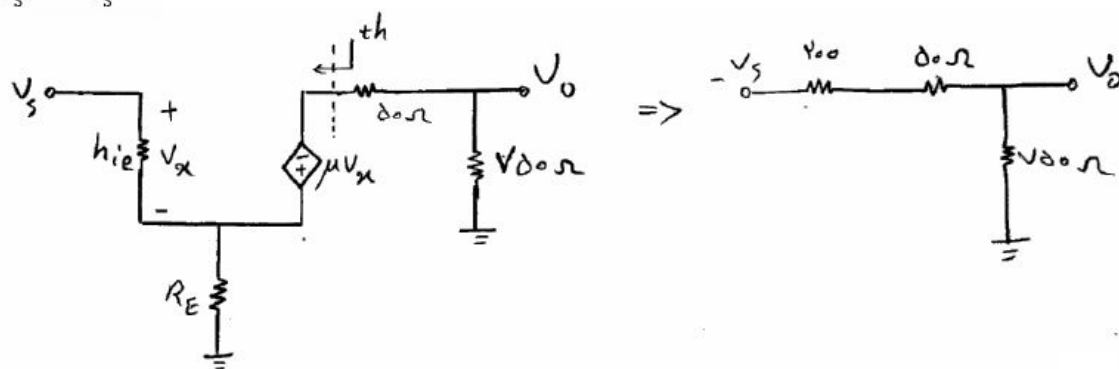
$$I_C = 0/5 \text{ mA} \rightarrow g_m = 20, \quad h_{ie} = \frac{\beta = 100}{g_m = 20} = 5 \text{ k}\Omega$$

می‌توان مقاومت $50 \text{ }\Omega$ را در نقش r_o گرفت: $\mu = g_m r_o = 1$

$$R_{th} = (R_E \parallel h_{ie}) (\mu + 1) = 200 \text{ }\Omega$$

$$V_{th} = \frac{-\mu h_{ie} + R_E}{R_E + h_{ie}} V_s \approx -V_s$$

$$\frac{V_o}{V_s} = -0/75$$



۳- گزینه «۱» صحیح است.

$$k_r = \frac{1}{4} \Rightarrow V_{eff_r} = \sqrt{\frac{I_D}{k_r}} = \sqrt{\frac{1}{\frac{1}{4}}} = 2$$

$$I_{D_r} = I_{D_r} \Rightarrow k_r [2V_{eff_r} V_{D_{S_r}} - V_{D_{S_r}}^2] = k_r V_{eff_r}^2$$

$$V_{D_{S_r}} = V_{G_{S_r}} - V_{G_{S_r}} = V_{eff_r} - V_{eff_r} = V_{eff_r} - 2$$

$$(V_{eff_r} - 2)(2V_{eff_r} - (V_{eff_r} - 2)) = \frac{5}{4} \times 4$$

$$(V_{eff_r}^2 - 4) = 5 \Rightarrow V_{eff_r} = 3 \Rightarrow V_{D_{S_r}} = 1$$

$$V_{D_{S_1}} = V_{D_{S_r}} - V_{G_{S_r}} + V_{G_{S_1}} = V_{D_{S_r}} + V_{eff_1} - V_{eff_r} = V_{eff_1} - 1$$

$$I_{D_1} = I_{D_r} \Rightarrow k_1 [2V_{eff_1} V_{D_{S_1}} - V_{D_{S_1}}^2] = k_r V_{eff_r}^2$$

$$(V_{eff_1} - 1)(2V_{eff_1} - (V_{eff_1} - 1)) = \frac{5}{\frac{1}{2}} \times 4 = 10$$

$$(V_{eff_1}^2 - 1) = 10 \Rightarrow V_{eff_1} = 3 \Rightarrow V_o = V_{G_{S_1}} = V_{eff_1} + V_T = 4$$

۴- گزینه «۳» صحیح است.

$$R_1 I_{C_r} + V_{EB_1} + V_{EB_r} = V_{EB_r} + V_{RB_f} \Rightarrow I_{C_r} = \frac{V_T}{R_1} \ln \left[\frac{I_{C_f}}{I_{C_1}} \times \frac{I_{S_1}}{I_{S_f}} \right] = \frac{r V_T}{R_1} \ln(r)$$

$$V_o = R_r \times I_c + r V_{EB} = \frac{r R_r}{R_1} \left(\frac{kT}{q} \right) \ln(r) + r |V_{BE}|$$

$$\frac{\partial V_o}{\partial T} = 0 \Rightarrow \frac{r R_r}{R_1} \times \frac{k}{q} \times \ln(r) - r \times r \frac{mv}{^\circ C} = 0$$

$$\frac{k}{q} = \frac{r \Delta}{r \cdot 0} = \frac{1}{12} \frac{mv}{^\circ K} \Rightarrow \frac{R_r}{R_1} = \frac{r f}{\ln(r)}$$

۵- گزینه «۳» صحیح است.

$$i = \frac{V_{ic}}{\frac{r}{g_{m_o}} + \frac{1}{g_{m_1}}} = \frac{V_{ic}}{f/\Delta}$$

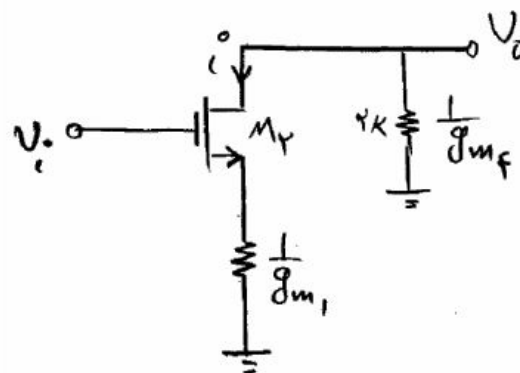
$$V_o = r k \times i = \frac{\Delta}{q} V_{ic}$$

$$\frac{V_o}{V_{ic}} = \frac{\Delta}{q}$$

۶- گزینه «۲» صحیح است.

$$i = (g_{m_1} \parallel g_{m_r}) V_i = r V_i$$

$$V_o = -r i = -f V_i$$



۷- گزینه «۱» صحیح است.

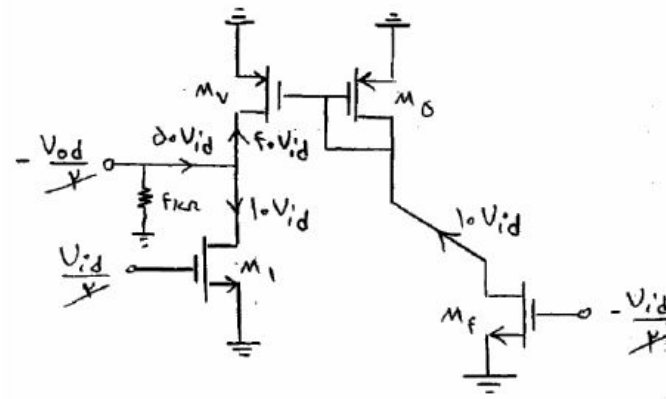
برای اینکه V_{out} حداکثر نوسان داشته باشد. بایستی $V_{DS_r} = V_{eff_f}$ باشد

$$\left. \begin{aligned} V_{GS_1} &= V_{GS_\Delta} + V_{DS_f} \\ V_{DS_r} &= V_{eff_f} \end{aligned} \right\} \Rightarrow V_{GS_1} = V_{GS_\Delta} + V_{eff_f}$$

$$V_{eff_1} = V_{eff_\Delta} + V_{eff_f} = r V_{eff_f} \Rightarrow \sqrt{\frac{I_{D_1}}{k_1}} = r \sqrt{\frac{I_{D_f}}{k_f}}$$

$$I_{D_1} = I_{D_f} \Rightarrow \frac{1}{k_1} = r \frac{1}{k_f} \Rightarrow k_1 = \frac{k_f}{r} \Rightarrow \left(\frac{W}{L} \right)_1 = \frac{1}{r} \left(\frac{W}{L} \right)_f = \Delta$$

۸- گزینه «۳» صحیح است.



۹- گزینه «۱» صحیح است.

$$g_{m_{1-4}} = \frac{2 \times 1}{. / 2} = 10 \frac{\text{mA}}{\text{V}}$$

$$g_{m_{5,6}} = 4 g_{m_{3,4}}$$

$$-V_{od} = -200 V_{id}$$

$$\frac{V_{od}}{V_{id}} = 200$$

$$i_{b_1}(\text{max}) = 10 - 1 = 9 \text{ mA} \rightarrow \hat{V}_o^+(\text{max}) = \frac{9 \times 20 \times 50}{1000} = 9 \text{ V}$$

$$\text{محدودیت اشباع منبع جریان} : \hat{V}_o^+(\text{max}) = 10 - 1 / 3 - 0 / 7 = 8 \text{ V}$$

$$Q_3 \text{ محدودیت اشباع} : \hat{V}_o^-(\text{max}) = -10 + 0 / 3 + 0 / 7 = -9 \text{ V}$$

$$\eta_{\text{max}} = 0.78 \frac{\hat{V}_o}{V_{cc}} \approx 0.78 \times \frac{8}{10} = 0.624 = 62.4\%$$

۱۰- گزینه «۲» صحیح است.

$$\text{در حالت تنظیم} V_o = (4/3 + 0/7) \times 2 = 10 \text{ V}$$

$$I_{B_1}(\text{max}) = I_s - I_z(\text{min}) = \frac{4 - 0/7}{150 \Omega} - 2 \text{ mA} = \frac{3/3}{0.15 \text{ k}} - 2 \text{ mA} = 22 - 2 = 20 \text{ mA}$$

$$I_{C_1}(\text{max}) = 20 \text{ mA} \times (\beta + 1) = 1 \text{ A}, \quad I_{C_1}(\text{max}) = \frac{0/7}{0.5} = 1/4 \text{ A} \quad \text{ناشی از محدود کننده:}$$

$$R_L(\text{min}) = \frac{V_o = 10}{I_L(\text{max}) = 1 \text{ A}} = 10 \Omega$$

$$I_{B_1}(\text{min}) = I_s - I_z(\text{max}) = 22 - 20 = 2 \text{ mA}$$

$$I_{C_1}(\text{max}) = 2 \times 50 = 100 \text{ mA} = 0.1 \text{ A}$$

$$R_I(\text{max}) = \frac{V_o = 10}{I_L(\text{min}) = 0.1} = 100 \Omega$$

۱۱- گزینه «۱» صحیح است.

$$R_{\text{out}} = \beta r_{o_r} = 100 \times 10 \text{ k}\Omega = 1000 \text{ k}\Omega$$

$$i_{sc} \approx -g_{m_1} V_i = -40 V_i$$

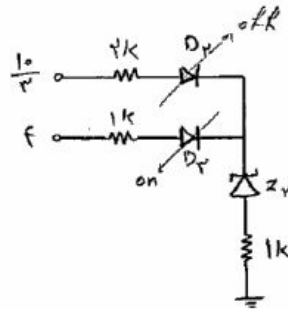
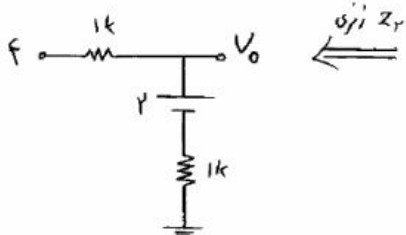
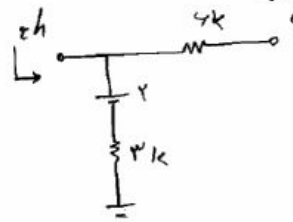
$$V_o = R_{\text{out}}, i_{sc} = -40 \dots V_i \Rightarrow \frac{V_o}{V_i} = -40 \times 10^4$$

۱۲- گزینه «۱» صحیح است.

D قطعاً وصل است اگر Z_1 نیز زنجری فرض شود

$$V_{th} = \frac{6 \times 3}{9} + \frac{2 \times 6}{9} = \frac{30}{9} = \frac{10}{3} > V_Z = 2$$

$$R_{th} = 2k\Omega$$



$$V_o = 2 \times \frac{1}{2} + 2 \times \frac{1}{2} = 2V$$