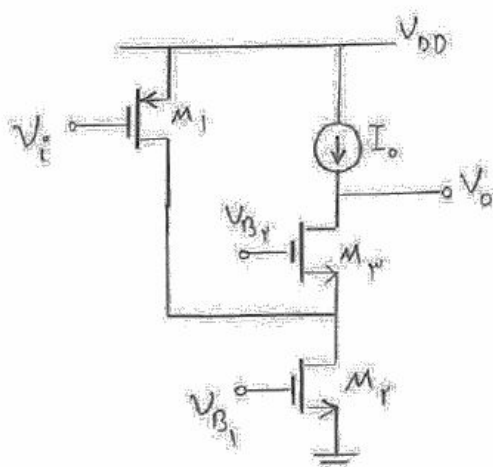


## الکترونیک ۲

۱ - در مدار شکل زیر با فرض فعال بودن ترازبستورها بهره‌ی  $\frac{V_o}{V_i}$  به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟

$$\begin{cases} g_m = 10 \frac{\text{mA}}{\text{V}} \\ r_o = 10 \text{ k}\Omega \end{cases}$$



(۱) -۲۵۰۰

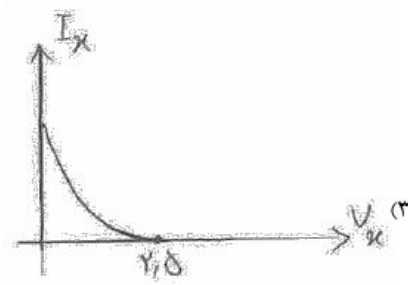
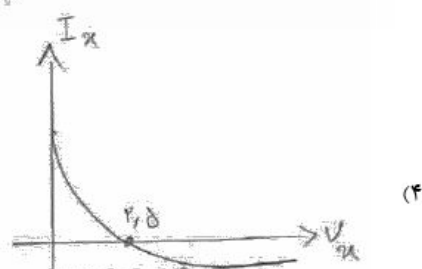
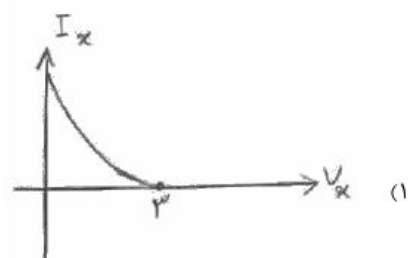
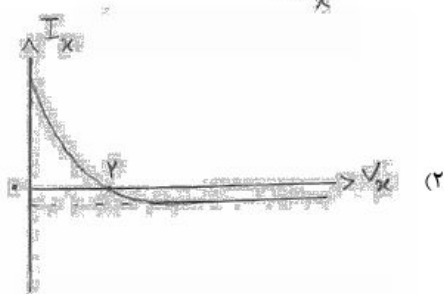
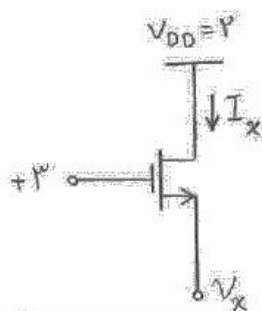
(۲) -۵۰۰۰

(۳) -۱۰۰۰۰

(۴) -۲۰۰۰۰

۲ - در مدار شکل زیر نمودار  $I_x$  بر حسب ولتاژ متغیر  $V_x$  کدام گزینه می‌باشد؟

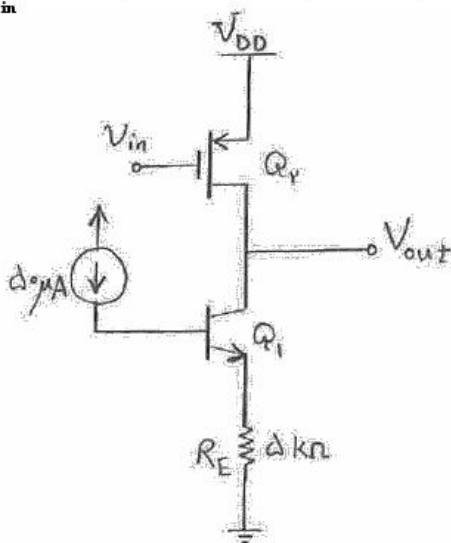
$$\begin{cases} V_{TH} = 0.5 \text{ V} \\ \lambda = 0 \\ 0 \leq V_x \leq 5 \end{cases}$$



۳ - در مدار زیر ترانزیستورها در ناحیهی فعال بایاس شده‌اند. مقدار بهره‌ی ولتاژ  $A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}}$  کدام است؟

$$Q_1 \begin{cases} \beta = 100 \\ V_T = 25 \text{ mV} \\ V_A = 50 \text{ V} \end{cases}$$

$$Q_2 \begin{cases} V_{eff} = 0.5 \text{ V} \\ |V_A| = 50 \text{ V} \end{cases}$$



(۱) -۵۰

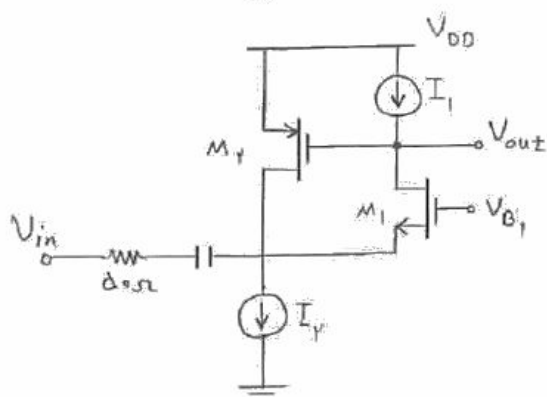
(۲) -۶۰

(۳) -۱۰۰

(۴) -۱۲۰

۴ - در مدار شکل زیر ترانزیستورها در ناحیهی فعال بایاس شده‌اند. بهره‌ی ولتاژ  $\frac{V_{out}}{V_{in}}$  مدار کدام است؟

$$\begin{cases} g_m = 4 \frac{\text{mA}}{\text{V}} \\ \lambda = 0 \end{cases}$$



(۴) ۲۰

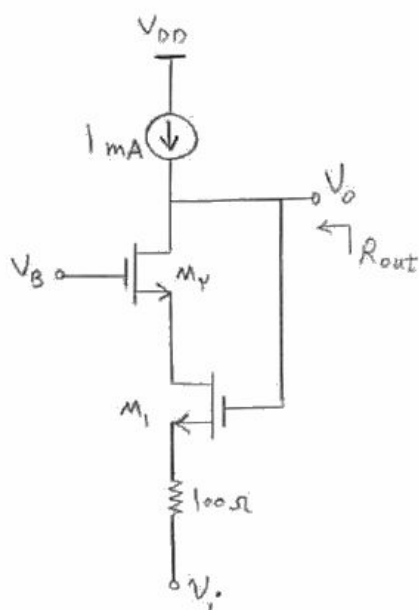
(۳) ۵

(۲) ۴

(۱) ۱

۵ - در مدار شکل زیر ترانزیستورها در ناحیهی فعال بایاس شده‌اند. مقاومت خروجی  $R_{out}$  تقریباً کدام است؟

$$\begin{cases} \lambda = 0.1 \text{ V}^{-1} \\ V_{eff} = 0.2 \text{ V} \end{cases}$$



(۱) ۱۰۰ Ω

(۲) ۲۰۰ Ω

(۳) ۲۰ kΩ

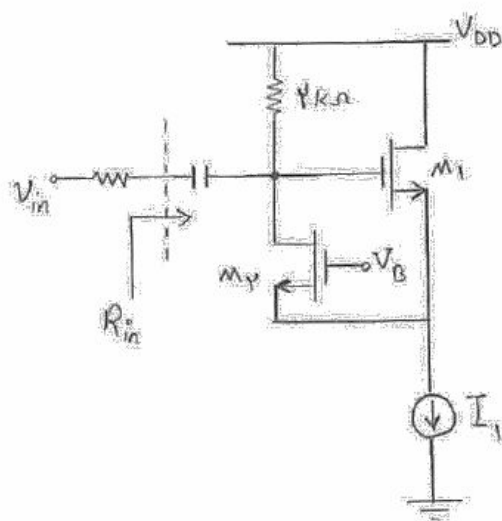
(۴) ۱۰ kΩ

۶- در مدار شکل زیر منبع جریان ایده آل است و ترانزیستورها در ناحیهی فعال بایاس شده‌اند مقاومت ورودی کدام است؟

$$g_{m_1} = 100 \frac{\mu A}{V}$$

$$g_{m_2} = 50 \frac{\mu A}{V}$$

$$\gamma, \lambda = 0$$



۱/۲ kΩ (۴)

۱/۷ kΩ (۳)

۲/۴ kΩ (۲)

۲ kΩ (۱)

۷- در مدار شکل زیر ولتاژ ورودی به صورت یک تابع پله  $V_{in} = 2u(t)$  به مدار اعمال می‌شود در این صورت در لحظه‌ی

$t = 25ms$  ولتاژ خروجی  $V_o$  چند ولت خواهد بود؟

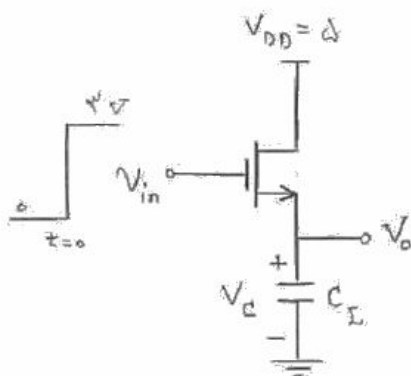
$$\mu_n C_{ox} \frac{W}{L} = 8 \frac{mA}{V^2}$$

$$C_L = 100 \mu F$$

$$V_{t_1} = 1 V$$

$$V_{TH} = 0.5 V$$

$$\lambda = 0$$



۳ (۴)

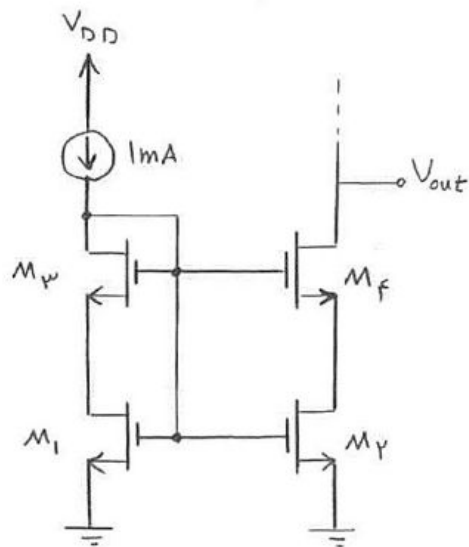
۵/۵ (۳)

۱/۹ (۲)

۱/۵ (۱)

۸- در مدار شکل زیر حداقل ولتاژ  $V_{out}$  چقدر باشد تا ترانزیستور  $M_F$  در ناحیهی اشباع بماند؟

$$\begin{aligned} \mu_n C_{ox} &= 400 \frac{\mu A}{V^2} \\ V_t &= 0.5 \text{ V} \\ \left(\frac{W}{L}\right) &= 10 \end{aligned}$$



(۱) ۰.۵

(۲) ۰.۷

(۳) ۱

(۴) ۱.۷

۹- در مدار شکل زیر  $\left(\frac{W}{L}\right)$  ترانزیستور  $M_D$  چقدر باشد تا جریان خروجی  $I_o = 10 \text{ mA}$  شود؟

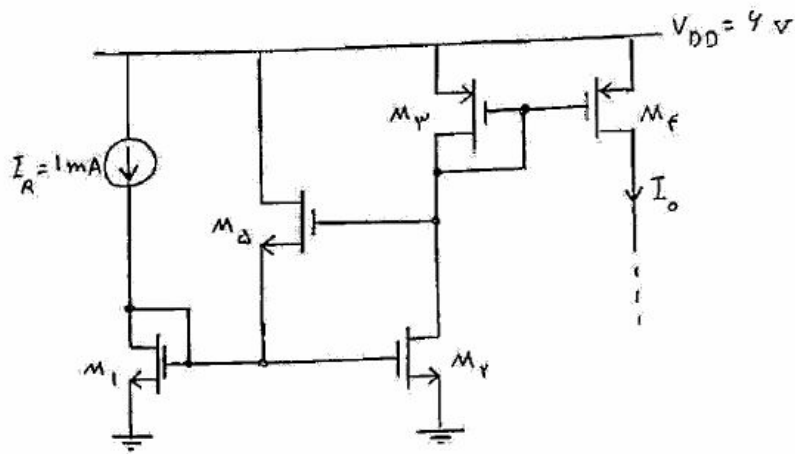
$$\begin{aligned} \left(\frac{W}{L}\right)_I &= 20, \quad \left(\frac{W}{L}\right)_P &= 4, \quad \left(\frac{W}{L}\right)_F &= 20, \quad \left(\frac{W}{L}\right)_D &= 50, \quad \mu_n C_{ox} &= 200 \frac{\mu A}{V^2}, \quad \mu_p C_{ox} &= 40 \frac{\mu A}{V^2} \\ |V_{TH}| &= 1 \text{ V} \end{aligned}$$

(۱) ۵

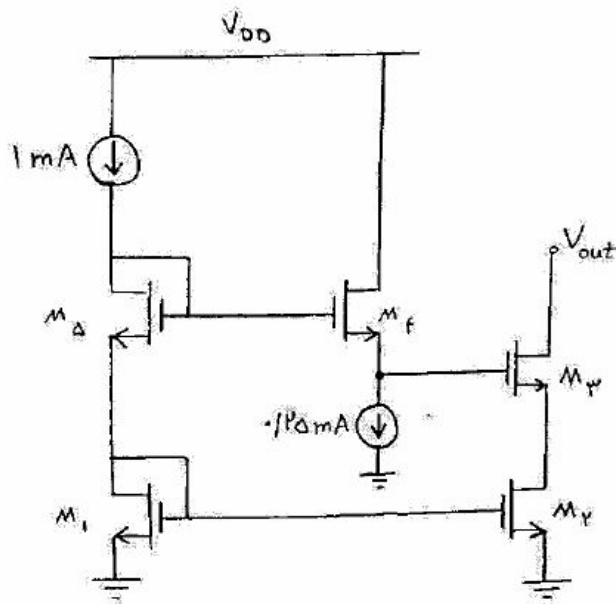
(۲) ۱۰

(۳) ۲۰

(۴) ۴۰



۱۰- در مدار شکل زیر حداقل مقدار  $\frac{W}{L}$  ترانزیستور  $M_P$  چقدر باشد تا ترانزیستور  $M_P$  در ناحیه اشباع قرار گیرد؟



$$\mu_n C_{ox} = 400 \frac{\mu A}{V^2}$$

$$\left(\frac{W}{L}\right)_{I, P, 5} = 5$$

$$\left(\frac{W}{L}\right)_P = 10$$

۱۰ (۱)

۲۰ (۲)

۴۰ (۳)

۸۰ (۴)

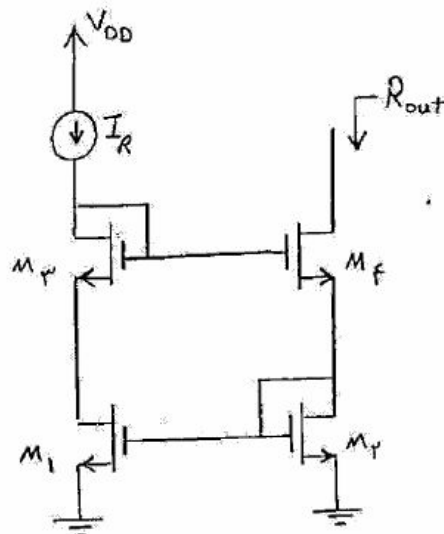
۱۱- در مدار زیر مقاومت خروجی تقریباً چند کیلو اهم است؟

$$r_o = 10 \text{ k}\Omega$$

$$g_{m_{P_1}} = 10 \frac{\text{mA}}{\text{V}}$$

$$g_{m_{P_2}} = 2 \frac{\text{mA}}{\text{V}}$$

$$g_{m_{N_1}} = 5 \frac{\text{mA}}{\text{V}}$$



۲۵۰ kΩ (۴)

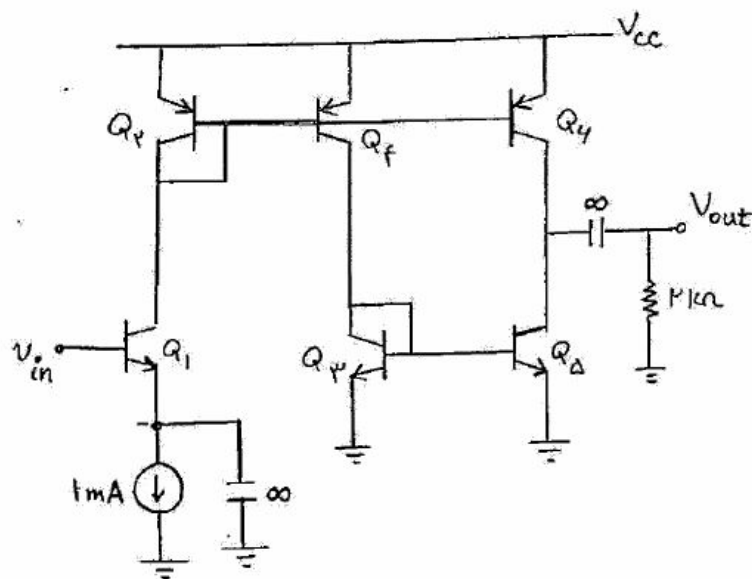
۳۵ kΩ (۳)

۳۵۰ kΩ (۲)

۲۵۰۰ kΩ (۱)

۱۲- در مدار شکل زیر تمامی ترانزیستورها در ناحیهی فعال بایاس شده‌اند. در این صورت بهره‌ی ولتاژ  $\frac{V_{out}}{V_{in}}$  کدام است؟

$\beta$ : بزرگ ،  $V_A = \infty$  ،  $V_T = 25mV$  ،  $A_{E_1} = 2A_{E_2}$  ،  $A_{E_3} = 3A_{E_2}$  ،  $A_{E_4} = 2A_{E_2}$



(۱) -۴۰

(۲) +۸۰

(۳) -۱۶۰

(۴) +۳۲۰

## الکترونیک ۱ و ۲

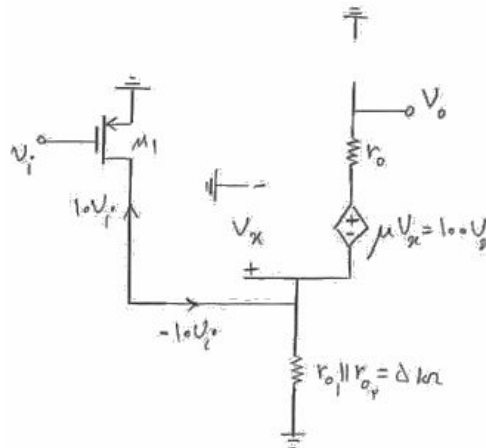
۱- گزینه «۲» صحیح است.

$$\mu = g_m r_o = 100$$

$$V_x = (-1 \cdot V_i) \times \Delta = -\Delta \cdot V_i$$

$$V_o = 100 V_x \approx 100 \cdot (-\Delta \cdot V_i)$$

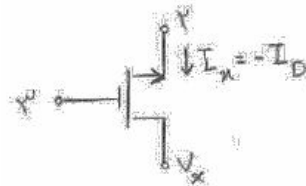
$$\frac{V_o}{V_i} \approx -\Delta \dots$$



۲- گزینه «۲» صحیح است.

$$V_x < 2:$$

$$V_{GS} = 2 - V_x$$



$$V_{eff} = V_{GS} - V_T = 2/\Delta - V_x \xrightarrow{V_x < 2} V_{eff} > 0 \Rightarrow T \text{ روشن است}$$

$$V_{DS} = 2 - V_x \rightarrow V_{DS} < V_{eff} \Rightarrow T \text{ در ناحیهی تریود است}$$

$$I_x = I_D = k [V_{eff} V_{DS} - V_{DS}^2] = k V_{DS} (2V_{eff} - V_{DS}) = k (2 - V_x) (2 - V_x)$$

$$V_x > 2:$$

$$V_{GS} = 1 \Rightarrow V_{eff} = V_{GS} - V_T = 0/\Delta$$

$$V_{DS} = V_x - 2$$

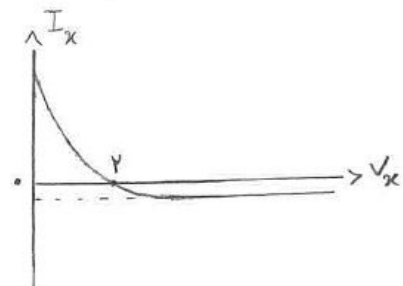
$$T \text{ در ناحیه تریود: } V_{DS} < V_{eff} \Rightarrow V_x - 2 < 0/\Delta \Rightarrow V_x < 2/\Delta$$

$$I_x = -I_D = -k [V_{eff} V_{DS} - V_{DS}^2] = -k (V_x - 2) (2 - V_x)$$

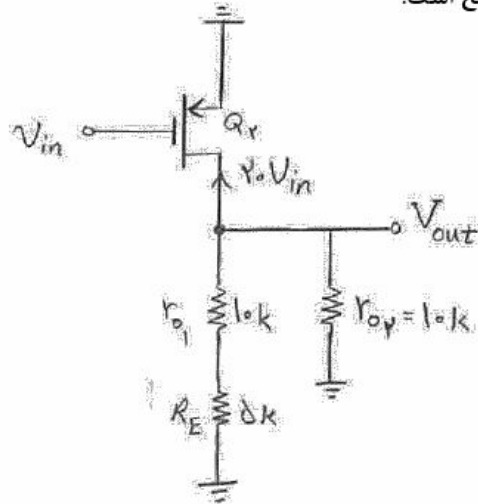
$$T \text{ در ناحیه اشباع: } V_{DS} > V_{eff} \Rightarrow 2/\Delta < V_x$$

$$I_x = -I_D = -k V_{eff}^2 = -k (0/\Delta)^2$$

$$I_x = \begin{cases} k(2 - V_x)(2 - V_x) & : V_x \leq 2/\Delta \\ -k(0/\Delta) & : V_x \geq 2/\Delta \end{cases}$$



۳- گزینه «۴» صحیح است.



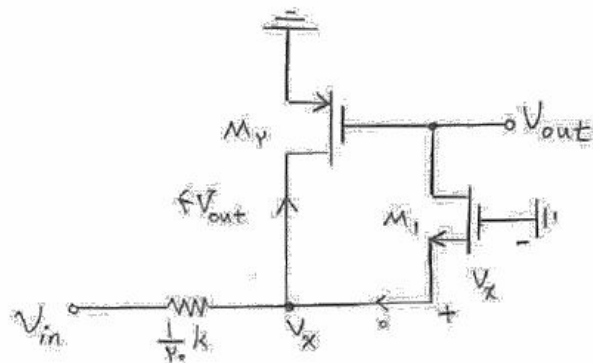
$$I_{D_1} = I_{C_1} = \beta I_{B_1} = 5 \text{ mA}$$

$$r_{o,r} = \frac{V_A = 5}{I = 5} = 10 \text{ k}\Omega$$

$$g_{m_1} = \frac{r I_{D_1}}{V_{eff}} = \frac{2 \times 5}{5} = 2 \frac{\text{mA}}{\text{V}}$$

$$V_{out} = (-2 \cdot V_{in}) [10 \parallel 10] = -10 \cdot V_{in}$$

۴- گزینه «۲» صحیح است.



$$i_{d_1} = 0 \Rightarrow g_{m_1} V_x = 0 \Rightarrow V_x = 0$$

$$2 \cdot V_{in} = 4 V_{out}$$

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = 0.5$$

۵- گزینه «۲» صحیح است.

$$\lambda = 0.1 \text{ V}^{-1} \Rightarrow V_A = 10 \text{ V} \Rightarrow r_o = \frac{V_A}{I_D} = 10 \text{ k}\Omega$$

$$V_{eff} = 0.2 \text{ V} \Rightarrow g_m = \frac{r I_D}{V_{eff}} = \frac{2 \times 1}{0.2} = 10 \frac{\text{mA}}{\text{V}}$$

$$\Rightarrow \mu = g_m r_o = 100$$

$$V_t = 10 \cdot i_t + 10 \cdot V_y$$

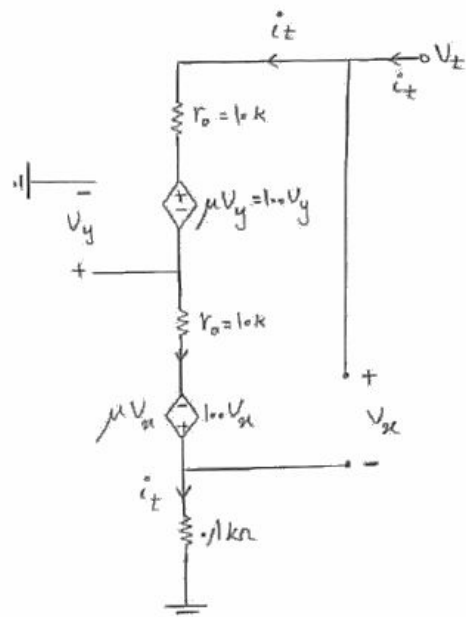
$$V_y = 1 \cdot i_t - 10 \cdot V_x + 0.1 \cdot i_t$$

$$V_x = V_t - 0.1 \cdot i_t$$

$$\Rightarrow V_y = 1 \cdot i_t - 10 \cdot V_t + 10 \cdot i_t + 0.1 \cdot i_t = 2 \cdot i_t - 10 \cdot V_t$$

$$\Rightarrow V_t = 10 \cdot i_t + 2 \cdot 2 \cdot i_t - 10 \cdot 10 \cdot V_t$$

$$\frac{V_t}{i_t} \approx \frac{2 \cdot 100}{10^3} = 0.2 \text{ k}\Omega = 200 \Omega$$







$$V_{GS_r} = \sqrt{\frac{I_D}{k_r}} + V_t = \frac{1}{\sqrt{r}} + V_t$$

$$V_{DS_s} = V_{DG_s} + V_{GS_s} = -V_{GS_r} + V_{eff_s} + V_t = V_{eff_s} - \frac{1}{\sqrt{r}}$$

$$\text{نر بود } Q_s : I_{D_s} = k_s \left[ r V_{eff_s} V_{DS_s} - V_{DS_s}^r \right]$$

$$1 = r \left[ r V_{eff} \left( V_{eff} - \frac{1}{\sqrt{r}} \right) - \left( V_{eff} - \frac{1}{\sqrt{r}} \right)^r \right]$$

$$1 = r \left( V_{eff} - \frac{1}{\sqrt{r}} \right) \left( r V_{eff} - V_{eff} + \frac{1}{\sqrt{r}} \right) \Rightarrow \cdot / \Delta = V_{eff}^r - \cdot / \Delta$$

$$V_{eff_s} = 1 \quad \Rightarrow \quad V_{out}(\min) = V_{eff_s} = 1$$

۹- گزینه «۲» صحیح است.

$$I_{D_r} = I_{D_s} = \left( \frac{W}{L} \right)_r \times I_{D_s} = \frac{r \cdot}{\Delta \cdot} \times 1 \cdot = 4 \text{ mA}$$

$$I_{D_s} = \left( \frac{W}{L} \right)_s I_{D_r} = \frac{r \cdot}{4 \cdot} \times 4 = 1 \text{ mA}$$

$$k_s = \frac{1}{r} \times \frac{r}{1 \cdot} \times r \cdot = r \frac{\text{mA}}{V^r} \quad k_r = \frac{1}{r} \times \frac{4}{1 \cdot} \times r \cdot = 4 \frac{\text{mA}}{V^r}$$

$$k_r = \frac{1}{r} \times \frac{r}{1 \cdot} \times 4 \cdot = 4 \frac{\text{mA}}{V^r} \quad k_s = \frac{1}{r} \times \frac{4}{1 \cdot} \times \Delta \cdot = 1 \cdot \frac{\text{mA}}{V^r}$$

$$V_{GS_s} = (V_{DD} - V_{GS_r}) - V_{GS_s} = 6 - \left( \sqrt{\frac{I_{D_r}}{k_r}} + V_T \right) - \left( \sqrt{\frac{I_{D_s}}{k_s}} + V_T \right)$$

$$= 6 - \sqrt{\frac{4}{4}} - 1 - \sqrt{\frac{1}{r}} - 1 = 2 \text{ V}$$

$$I_{D_s} = I_{D_s} - I_R = 2 - 1 = 1 \text{ mA}$$

$$k_s = \frac{I_{D_s}}{(V_{GS_s} - V_T)^r} = \frac{1}{(2-1)^r} = 1 \Rightarrow \frac{1}{r} \times \frac{r}{1 \cdot} \times \left( \frac{W}{L} \right)_s = 1 \Rightarrow \left( \frac{W}{L} \right)_s = 1 \cdot$$

۱۰- گزینه «۳» صحیح است.

$$k_{r,\delta} = \frac{1}{2} \times \frac{4}{10} \times \delta = 1 \frac{\text{mA}}{\text{V}^2}$$

$$\left( \frac{W}{L} \right)_r = 2 \left( \frac{W}{L} \right)_1 \Rightarrow I_{D_r} = 2 \text{mA}$$

$$V_{GS_1} = V_{GS_r}$$

$$V_{GD_r} = -V_{GS_\delta} + V_{GS_r} + V_{GS_r} = \sqrt{\frac{I_{D_\delta}}{K_r}} - \sqrt{\frac{I_{D_\delta}}{K_\delta}} + \sqrt{\frac{I_{D_r}}{K_r}} + V_T$$

$$M_r \text{ شرط فعال بودن } : V_{GD_r} \leq V_T \Rightarrow \sqrt{\frac{1}{4}} - \sqrt{\frac{1}{1}} + \sqrt{\frac{2}{K_r}} + V_T \leq V_T$$

$$\sqrt{\frac{2}{K_r}} \leq 0.5 \Rightarrow \frac{2}{K_r} \leq \frac{1}{4} \Rightarrow 4 \leq K_r$$

$$4 \leq \frac{1}{2} \times \frac{4}{10} \times \left( \frac{W}{L} \right)_r \Rightarrow 40 \leq \left( \frac{W}{L} \right)_r$$

۱۱- گزینه «۱» صحیح است.

$$\left. \begin{aligned} V_x &= -r_o i_1 \\ V_{s_r} &= \frac{i_1}{g_m} \end{aligned} \right\} \Rightarrow V_x = \left( \frac{1}{g_m} + r_o \right) i_1 \approx r_o i_1$$

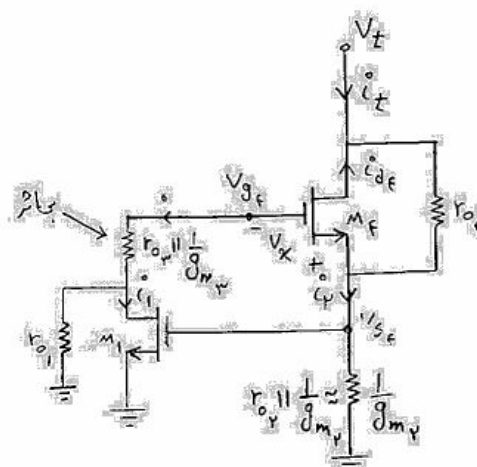
$$i_{d_r} = g_{m_r} V_x = g_{m_r} r_o i_1$$

$$i_t = i_r = \frac{g_{m_r}}{g_m} i_1$$

$$\Rightarrow i_{d_r} = \frac{g_{m_r} g_m}{g_m} r_o i_t$$

$$V_t = r_o (i_t + i_{d_r}) + \frac{1}{g_m} \times i_t \approx \left[ \frac{g_{m_r} r_o + g_m r_o}{g_m} \right] i_t$$

$$R_{out} = \frac{V_t}{i_t} \approx \frac{\mu_1 \mu_2}{g_m} = \frac{10 \times 50}{2} = 250 \text{ k}\Omega$$



۱۲- گزینه «۳» صحیح است.

$$A_{E_r} = 4 A_{E_r} \Rightarrow g_{m_r} = 4 g_{m_r}$$

$$A_{E_r} = 2 A_{E_r} \Rightarrow g_{m_r} = 2 g_{m_r}$$

$$A_{E_\delta} = 2 A_{E_r} \Rightarrow g_{m_\delta} = 2 g_{m_r}$$

$$g_{m_r} = 4 \frac{\text{mA}}{\text{V}}$$

$$i_{out} = -2 i_1 = -4 V_{in}$$

$$V_{out} = (-4 V_{in}) \times 2$$

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = -8$$

