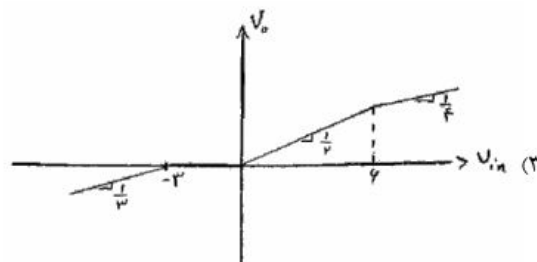
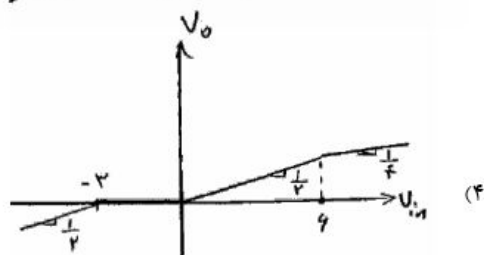
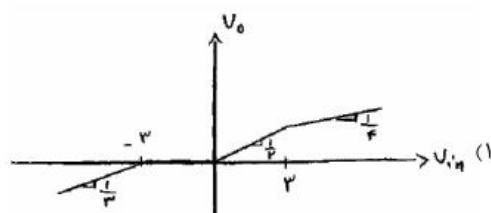
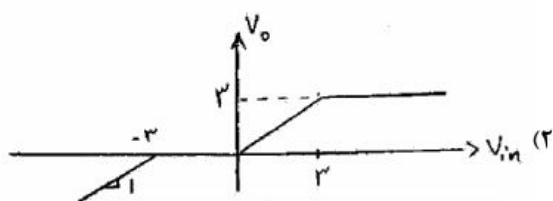
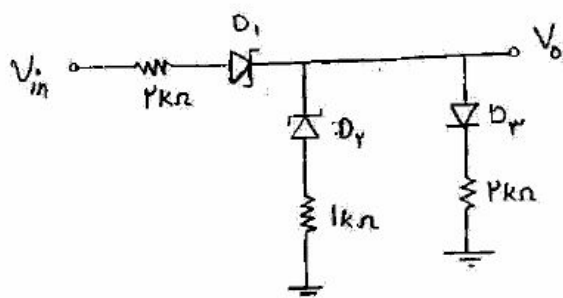


الکترونیک ۲

۱- در مدار زیر دیودها ایده آل هستند. مشخصه‌ی انتقالی مدار کدام است؟ ($V_Z = 3V$)



۲- در مدار زیر ولتاژ خروجی V_o چند ولت است؟

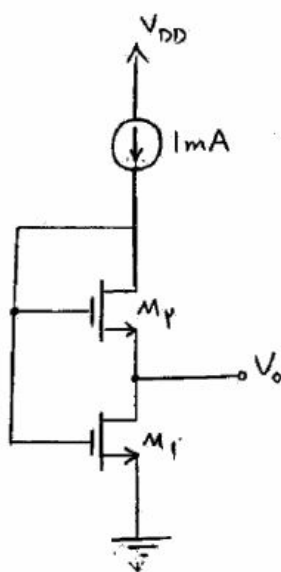
$$V_A = \infty$$

$$V_{TH} = 0.7V$$

$$\mu_n C_{ox} = 200 \frac{\mu A}{V^2}$$

$$\left(\frac{W}{L}\right)_1 = 5$$

$$\left(\frac{W}{L}\right)_2 = 4$$



۱ (۴)

۰.۱۹ (۳)

۰.۱۵ (۲)

۰.۲۵ (۱)

۳- در مدار زیر ترانزیستورها در ناحیهی فعال بایاس شده و منبع جریان ایده‌آل است. بهره‌ی $\frac{V_{out}}{V_{in}}$ کدام است؟

$\frac{16}{3}$ (۴)

۸ (۳)

$\frac{20}{3}$ (۲)

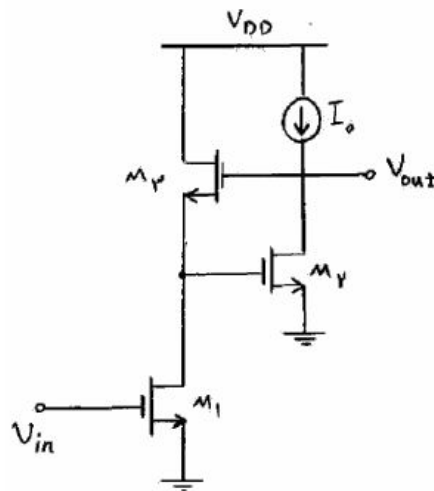
$\frac{80}{11}$ (۱)

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

$g_{m_1} = 2 \frac{\text{mA}}{\text{V}}$

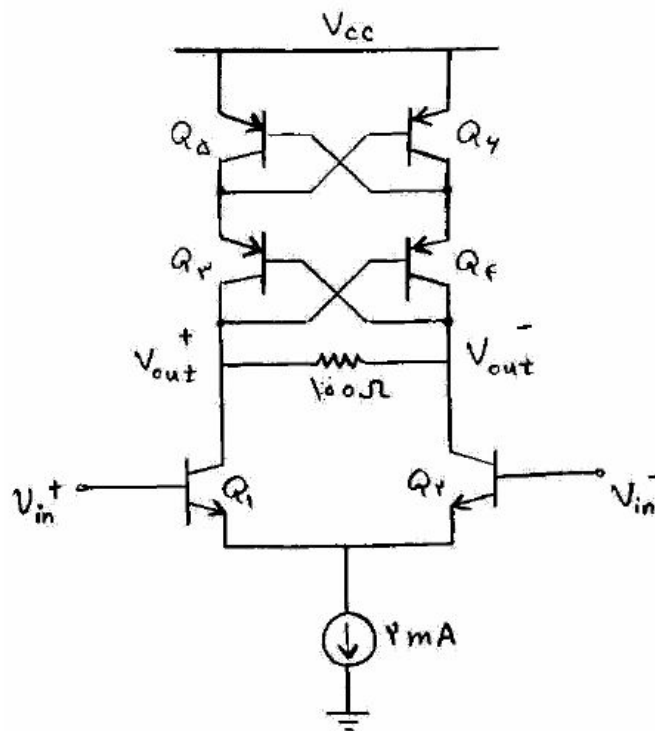
$g_{m_2} = 0.4 \frac{\text{mA}}{\text{V}}$

$g_{m_3} = 0.2 \frac{\text{mA}}{\text{V}}$



۴- در مدار زیر ترانزیستورها در ناحیهی فعال می‌باشند. بهره‌ی ولتاژ $A_V = \frac{V_{out}^+ - V_{out}^-}{V_{in}^+ - V_{in}^-}$ تقریباً کدام است؟

$\begin{cases} \beta = 100 \\ V_T = 25 \text{ mV} \\ V_A = \infty \end{cases}$



-1 (۱)

+100 (۲)

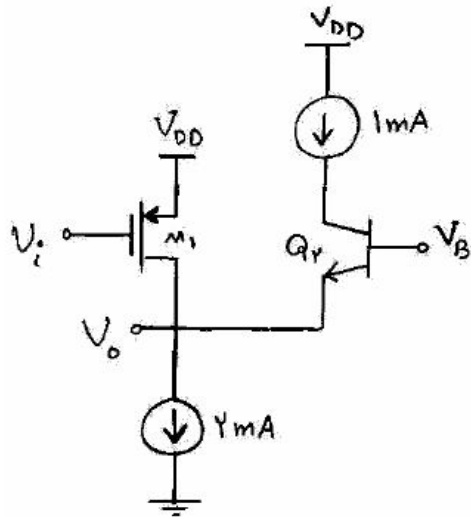
+50 (۳)

-25 (۴)

۵- در مدار زیر ترانزیستورها در ناحیه‌ی فعال هستند. بهره‌ی $\frac{V_o}{V_i}$ کدام است؟

$$M_1 \begin{cases} V_{eff} = 0.7 \text{ V} \\ \lambda = 0.01 \text{ V}^{-1} \end{cases}$$

$$Q_2 \begin{cases} V_A = 10 \text{ V} \\ \beta = 100 \\ V_T = 25 \text{ mV} \end{cases}$$



(۱) -۲۰

(۲) -۰.۲۵

(۳) -۱۷

(۴) -۱۰

۶- در مدار زیر مقدار ولتاژ خروجی V_{out} چند ولت است؟

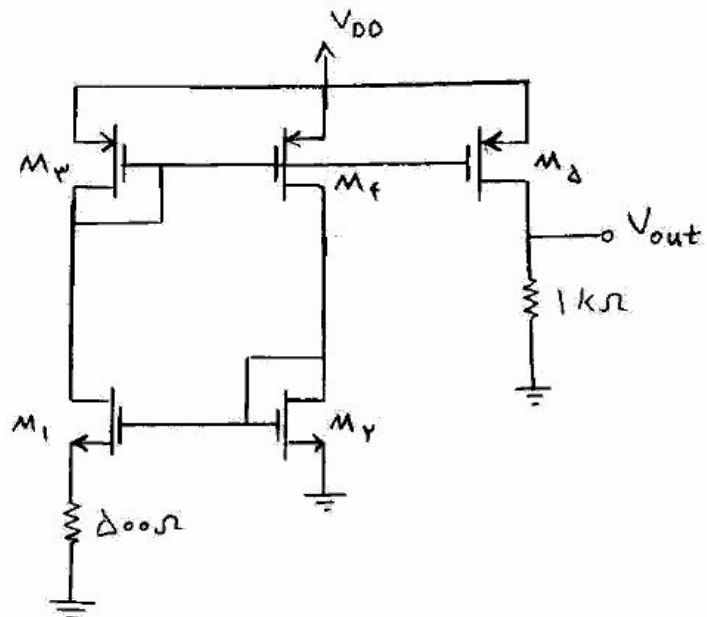
$$\lambda = \gamma = 0$$

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

$$\left(\frac{W}{L}\right)_1 = 20$$

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

$$\left(\frac{W}{L}\right)_\Delta = 2 \left(\frac{W}{L}\right)_r = 4 \left(\frac{W}{L}\right)_r$$

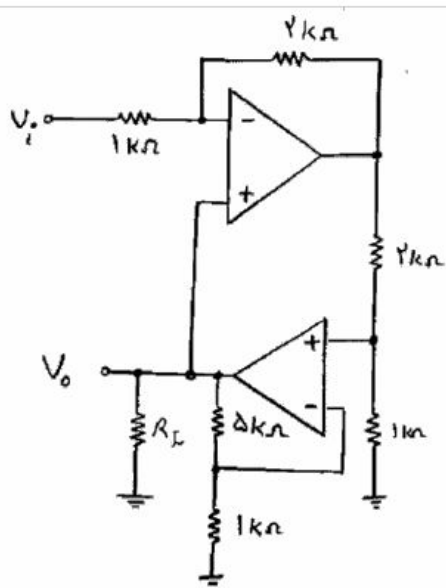


(۴) ۴

(۳) ۳

(۲) ۲

(۱) ۱



۷- در مدار زیر بهره‌ی $\frac{V_o}{V_i}$ کدام است؟

(۱) 0.18

(۲) $1/2$

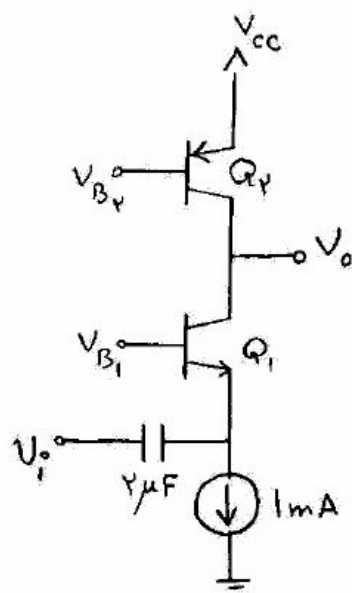
(۳) $\frac{6}{7}$

(۴) $\frac{5}{6}$

۸- در مدار زیر فرکانس قطع پایین 3 dB - بهره‌ی $\frac{V_o}{V_i}$ تقریباً چند کیلو رادیان بر ثانیه است؟ (ترانزیستورها در ناحیه‌ی فعال

بایاس شده‌اند)

$\beta = 100$
 $V_T = 25 \text{ mV}$
 $|V_A| = 10 \text{ V}$



(۱) $5 \frac{\text{krad}}{\text{s}}$

(۲) $10 \frac{\text{krad}}{\text{s}}$

(۳) $20 \frac{\text{krad}}{\text{s}}$

(۴) $40 \frac{\text{krad}}{\text{s}}$

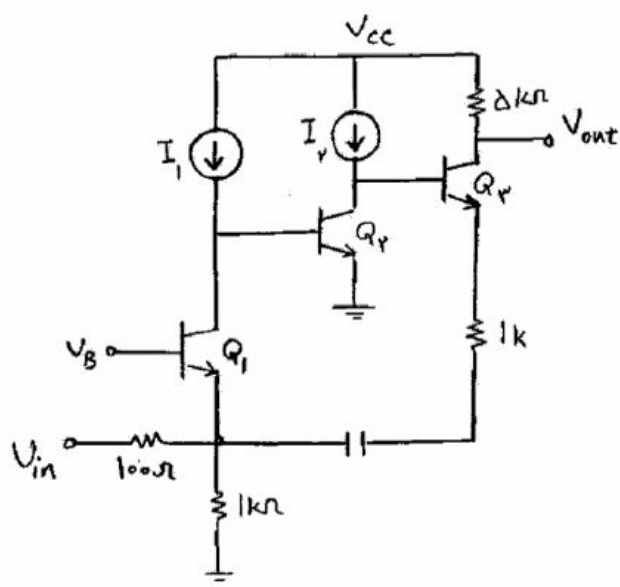
۹- در مدار زیر بهره‌ی $\frac{V_{out}}{V_{in}}$ به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟

(۱) 25

(۲) 50

(۳) 100

(۴) 200

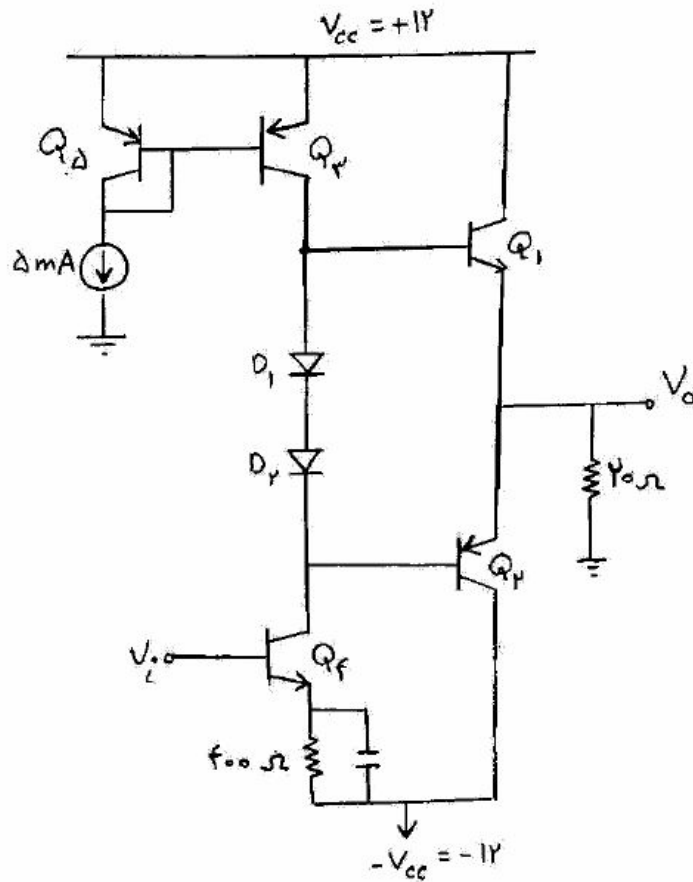


۱۰- در مدار زیر حداکثر راندمان تقویت کننده‌ی قدرت تقریباً کدام است؟

$$|V_{BE}(\text{on})| = V_D = 0.7 \text{ V}$$

$$|V_{CE}(\text{sat})| = 0.3 \text{ V}$$

$$\beta = 100$$



۷۱٪ (۱)

۶۶٪ (۲)

۶۰٪ (۳)

۵۲٪ (۴)

۱۱- در مدار زیر حداقل توان قابل تحمل دیود زنر چقدر بایستی باشد؟

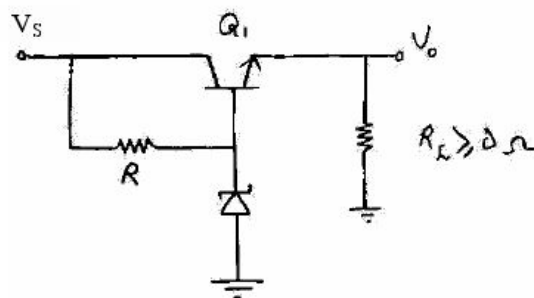
$$12/5 < V_s < 16/5$$

$$V_z = 6/5 \text{ V}$$

$$I_{z,\text{min}} = 3 \text{ mA}$$

$$V_{BE} = 0.5 \text{ V}$$

$$\beta = 99$$



۲ W (۱)

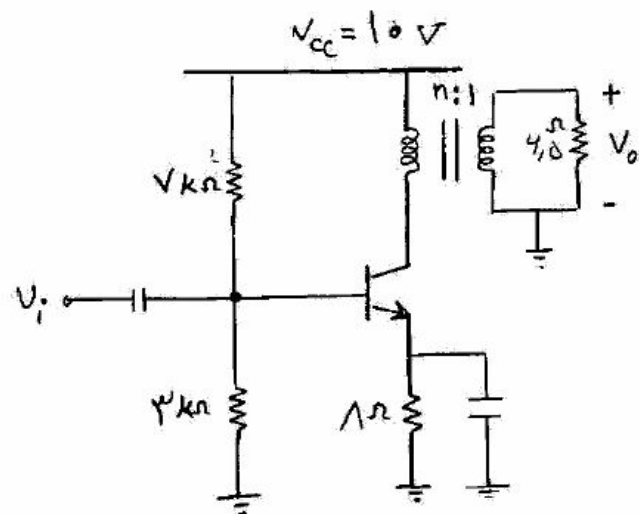
۲/۵ W (۲)

۳ W (۳)

۳/۵ W (۴)

۱۲- در تقویت کننده‌ی قدرت زیر جهت داشتن حداکثر راندمان بایستی n چه عددی انتخاب شود؟

$$\begin{cases} \beta \gg 1 \\ V_{BE} = 0.7 \text{ V} \\ V_{CE}(\text{sat}) = 1 \text{ V} \end{cases}$$



۱ (۱)

۲ (۲)

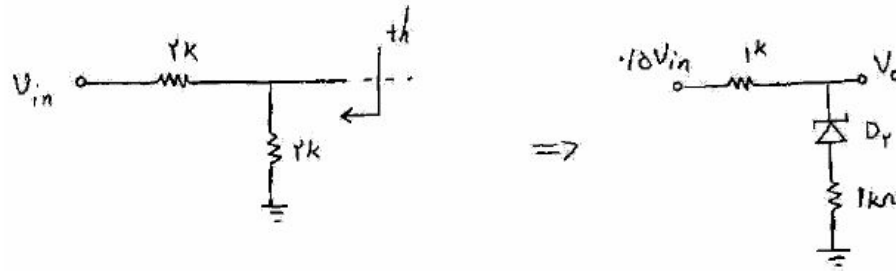
۳ (۳)

$\sqrt{3}$ (۴)

الکترونیک ۱ و ۲

۱- گزینه «۳» صحیح است.

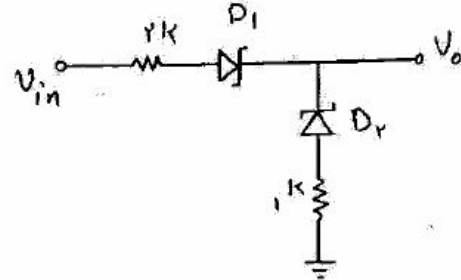
اگر $V_{in} < 0$ باشد D_1 و D_3 وصل خواهند بود و مدار به صورت زیر تبدیل می‌شود:



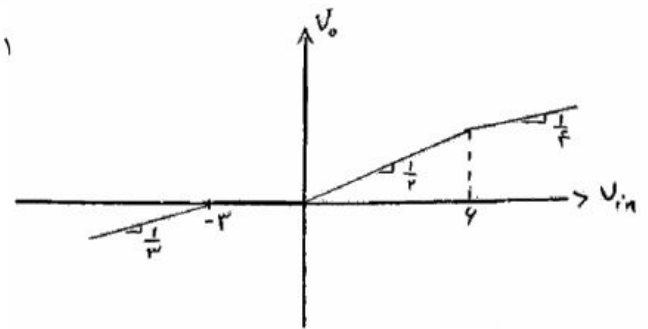
$$\begin{aligned} 0.5 V_{in} < 2 &\Rightarrow V_{in} < 4 \xrightarrow{D_1^{(off)}} V_o = 0.5 V_{in} \\ V_{in} \geq 4 &\xrightarrow{D_1^{(zener)}} V_o = 0.5 V_{in} + 1 \end{aligned}$$

اگر $V_{in} < 0$ باشد D_3 قطعاً خاموش خواهد بود.

$$-3 < V_{in} < 0 \Rightarrow \begin{cases} D_1^{(off)} \\ D_3^{(on)} \end{cases} \Rightarrow V_o = 0$$



$$V_{in} < -3 \Rightarrow \begin{cases} D_1^{(zener)} \\ D_3^{(on)} \end{cases} \Rightarrow V_o = (V_{in} + 3) \frac{1}{1+2} = \frac{1}{3} V_{in} + 1$$



۲- گزینه «۴» صحیح است.

$$k_1 = \frac{1}{2} \times \frac{2}{10} \times 5 = 0.1 \frac{\text{mA}}{\text{V}^2}, \quad k_2 = \frac{1}{2} \times \frac{2}{10} \times 40 = 4 \frac{\text{mA}}{\text{V}^2}$$

$$I_{D_2} = k_2 (V_{GS_2} - V_T)^2 \Rightarrow V_{GS_2} - V_T = 0.1 \Rightarrow V_{GS_2} = 1 \Rightarrow V_{DS_1} = V_{GS_1} - V_{GS_2} = 1 - V_{GS_2}$$

$$I_{D_1} = k_1 \left[2(V_{GS_1} - V_T) V_{DS_1} - V_{DS_1}^2 \right]$$

$$1 = \frac{1}{2} \left[2(V_{GS_1} - 0.1)(V_{GS_1} - 1) - (V_{GS_1} - 1)^2 \right]$$

$$2 = \left[(V_{GS_1} - 1)(2V_{GS_1} - 1 - V_{GS_1} + 1) \right]$$

$$2 = \left[(V_{GS_1} - 1) V_{GS_1} \right] \Rightarrow V_{GS_1} = 2 \text{ V} \Rightarrow V_{DS_1} = 2 - 1 = 1 \text{ V}$$

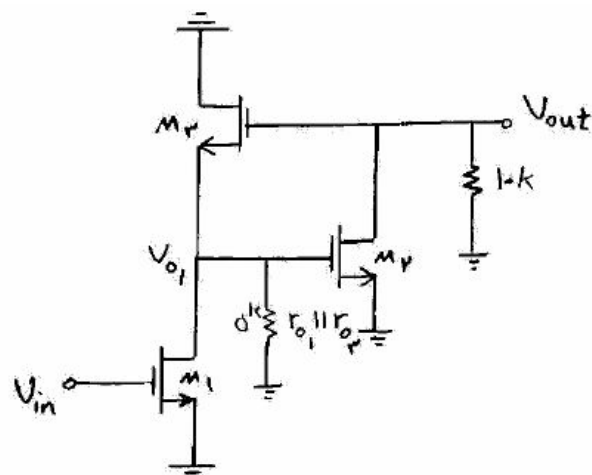
۳- گزینه «۲» صحیح است.

$$V_{o_1} = - \left[2 V_{in} + 0.5 (V_{o_1} - V_{out}) \right] \times 5 = -10 V_{in} - V_{o_1} + V_{out}$$

$$2V_{o_1} = -10 V_{in} + V_{out}$$

$$V_{out} = -10^k \times 0.5 V_{o_1} = -5 V_{o_1} = 20 V_{in} - 2V_{out}$$

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{20}{3}$$



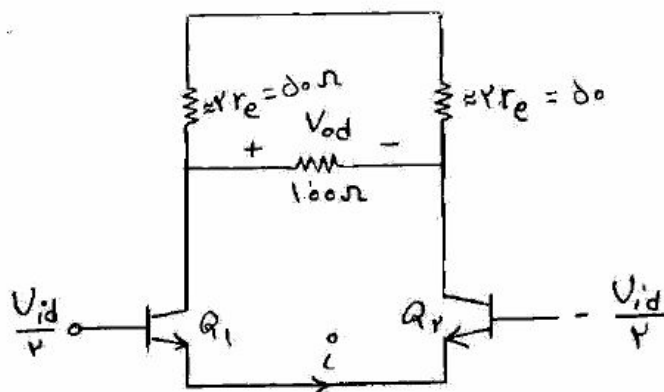
۴- گزینه «۱» صحیح است.

$$I_E = 1 \text{ mA} \rightarrow r_e = 25 \Omega, \quad g_m = 40 \frac{\text{mA}}{\text{V}}$$

$$i = 20 V_{id}$$

$$V_{od} = -50 \Omega \times i = - \left(\frac{1}{20} k \right) \times 20 V_{id}$$

$$\frac{V_{od}}{V_{id}} = -1$$



۵- گزینه «۱» صحیح است.

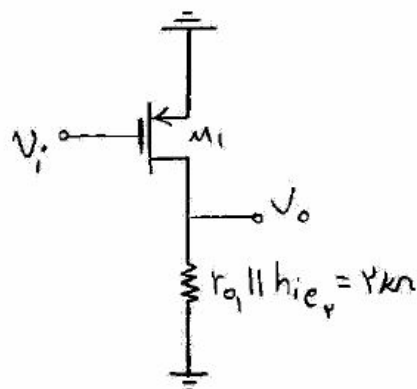
تحلیل DC:

$$I_{D_1} = 1 \text{ mA} \rightarrow \begin{cases} g_{m_1} = \frac{2 \times I_{D_1}}{V_{eff}} = \frac{2 \times 1}{0.5} = 4 \frac{\text{mA}}{\text{V}} \\ r_{o_1} = \frac{V_A}{I_{D_1}} = \frac{4}{1} = 4 \text{ k}\Omega \end{cases}$$

$$I_{C_r} = 1 \text{ mA} \rightarrow \begin{cases} g_{m_r} = 40 \frac{\text{mA}}{\text{V}} \Rightarrow h_{ie_r} = \frac{\beta}{g_{m_r}} = 2.5 \text{ k}\Omega \\ r_{o_r} = 1 \text{ k}\Omega \end{cases}$$

$$V_o = -g_{m_1} V_i \times 2$$

$$\frac{V_o}{V_i} = -20$$



۶- گزینه «۴» صحیح است.

$$I_{D_f} = 2 I_{D_r} \Rightarrow I_{D_r} = 2 I_{D_1}$$

$$\therefore \Delta I_{D_1} = V_{GS_r} - V_{GS_1} = \sqrt{\frac{I_{D_r}}{k_r}} - \sqrt{\frac{I_{D_1}}{k_1}} = \sqrt{\frac{2I_{D_1}}{2}} - \sqrt{\frac{I_{D_1}}{4}} = \frac{1}{2} \sqrt{I_{D_1}}$$

$$\sqrt{I_{D_1}} = 1 \Rightarrow I_{D_1} = 1 \text{ mA} \Rightarrow I_{D_o} = 4 I_{D_r} = 4 I_{D_1} = 4 \text{ mA}$$

$$V_{out} = 1 \times 4 = 4 \text{ V}$$

۷- گزینه «۱» صحیح است.

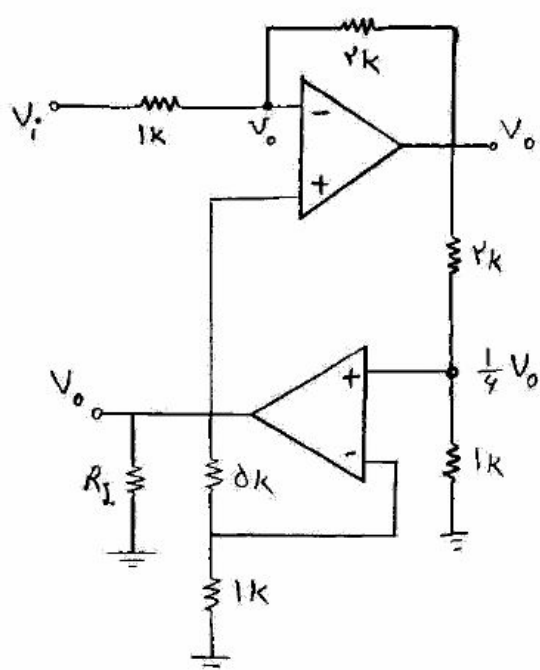
$$\frac{V_i - V_o}{1} = \frac{V_o - V_{o1}}{2}$$

$$-2V_i + 2V_o = V_{o1}$$

$$\frac{1}{6} V_o = \frac{1}{3} V_{o1} \Rightarrow V_o = 2V_{o1}$$

$$V_o = 2[2V_o - 2V_i] = 4V_o - 4V_i$$

$$\Delta V_o = 4 V_i \Rightarrow \frac{V_o}{V_i} = 4$$



۸- گزینه «۲» صحیح است.

$$I_C \approx I_E = 1 \text{ mA} \Rightarrow \begin{cases} r_e = 25 \Omega, & h_{ie} = 2/5 \text{ k}\Omega, & g_m = 40 \frac{\text{mA}}{\text{V}} \\ r_o = 10 \text{ k}\Omega \end{cases}$$

$$R_P = h_{ie} \parallel \frac{r_{o1} + r_{or}}{\mu + 1} \approx 50 \Omega$$

$$\omega_L = \omega_P = \frac{1}{R_P C} = \frac{10^6}{50 \times 2} = 10 \frac{\text{krad}}{\text{s}}$$

۹- گزینه «۲» صحیح است.

$$V_{e_r} = -10 V_{in} \Rightarrow i_o = \frac{V_{e_r}}{1 \text{ k}} = -10 V_{in} \Rightarrow V_{out} = -5 \times i_o = 50 V_{in}$$

۱۰- گزینه «۳» صحیح است.

$$I_{CQ_r} = 5 \text{ mA} \quad , \quad V_{E_f}(\text{dc}) = 5 \times 0.4 - 12 = -10$$

$\hat{V}_o^+(\text{max})$ بررسی :

$$Q_1 \text{ محدودیت جریان دهی بیس} : \hat{i}_{b_1}(\text{max}) = 5 \text{ mA} \Rightarrow \hat{V}_o^+(\text{max}) = \left(\frac{5}{1000} \right)^A \times \beta \times 20 = 10 \text{ V}$$

$$Q_3 \text{ محدودیت اشباع} : \hat{V}_o(\text{max}) = 12 - 0.3 - 0.7 = 11$$

$\hat{V}_o^-(\text{max})$ بررسی :

$$Q_4 \text{ محدودیت اشباع} : \hat{V}_o^-(\text{max}) = 0 - \left(V_{E_f} + V_{CE}^{(\text{sat})} + 0.7 \right) = 9$$

$$\hat{V}_o(\text{max}) = \text{Min}(11, 10, 9) = 9$$

$$\eta(\text{max}) = 0.78 \times \frac{9}{12} \approx 0.48 \times \frac{3}{4} = 0.36 \quad \text{یا} \quad 36\%$$

۱۱- گزینه «۲» صحیح است.

$$V_o = 6/5 - 0.5 = 6$$

$$0 \leq I_L \leq 1/2 \text{ A}$$

$$I_s(\text{min}) = \frac{I_L(\text{max})}{\beta + 1} + I_z(\text{min}) = 12 + 3 = 15 \text{ mA}$$

$$R = \frac{(V_s = 12/5) - V_z}{I_s(\text{min})} = \frac{12/5 - 6/5}{15} = \frac{6}{15} \text{ k}\Omega = \frac{2}{5} \text{ k}\Omega$$

$$I_z(\text{max}) = I_s(\text{max}) = \frac{(V_s = 16/5) - 6/5}{R} = \frac{10}{\frac{2}{5}} \times 15 = 25 \times 15 \text{ mA}$$

$$P_z = V_z \times I_z(\text{max}) = \frac{25 \times 15}{1000} \times 6/5 \approx 2/4 \text{ W}$$

۱۲- گزینه «۲» صحیح است.

$$I_{CQ} = \frac{V_{th} - V_{BE}}{R_E + \frac{R_{th}}{\beta}} = \frac{3 - 0.6}{1 \text{ k}\Omega} = 0.3 \text{ A}$$

$$I_{CQ} = \frac{V_{CC} - V_{CE}(\text{sat})}{R_{DC} + R_{ac}} \Rightarrow \frac{3}{10} = \frac{10 - 1}{1 + R'_L}$$

$$1 + R'_L = 30 \Rightarrow R'_L = 29 \text{ k}\Omega \Rightarrow n^2 \times 6/5 = 29 \Rightarrow n = 2$$