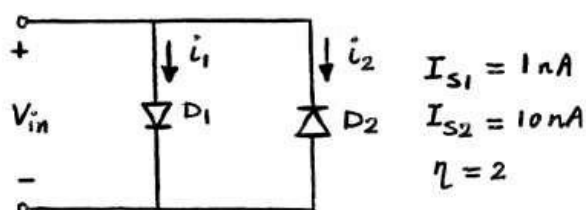


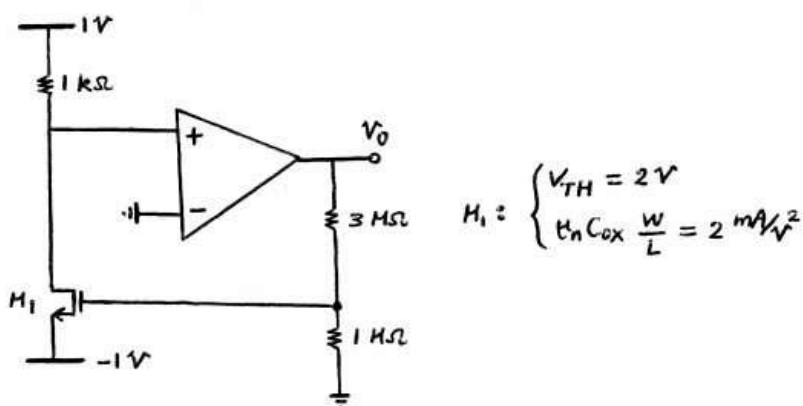
## الکترونیک ۱ و ۲

- ۱- در مدار شکل زیر، جریان اشباع معکوس دیودهای  $D_1$  و  $D_2$  به ترتیب برابر با  $1\text{ nA}$  و  $10\text{ nA}$  است. به ازای چه مقداری از ولتاژ ورودی  $V_{in}$  جریان  $i_2$  دو برابر  $i_1$  است؟



- (۱)  $V_T$   
 (۲)  $2V_T$   
 (۳)  $2V_T \ln 2$   
 (۴)  $2V_T \ln 5$

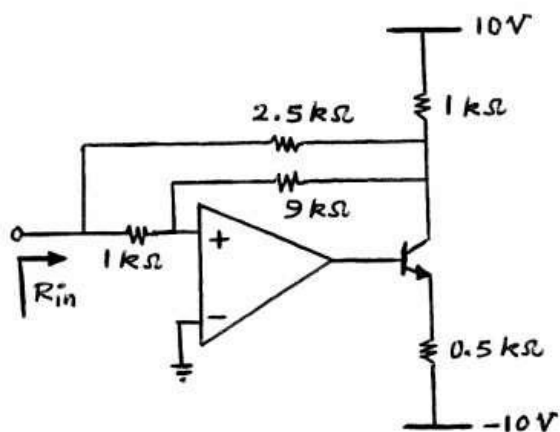
- ۲- در مدار شکل زیر تقویت کننده عملیاتی ایده آل است. مقدار ولتاژ  $V_0$  چند ولت است؟



- (۱) ۴  
 (۲) ۶  
 (۳) ۸  
 (۴) ۱۰

۳ - در مدار شکل زیر تقویت کننده عملیاتی ایده آل است. مقدار مقاومت ورودی

$R_{in}$  چند اهم است؟



۱۰۰۰ (۲)

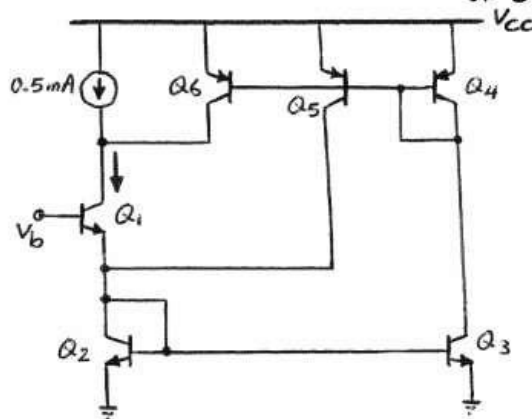
۲۵۰ (۱)

۸۰۰ (۴)

۲۰۰ (۳)

۴ - در مدار شکل زیر همه ترانزیستورها در ناحیه فعال بایاس شده‌اند. مقدار جریان

کلکتور  $Q_1$  چند میلی آمپر است؟



$\beta \gg 1$

$A_{E2} = 2 A_{E3}$

$A_{E4} = 2 A_{E5,6}$

۱ (۲)

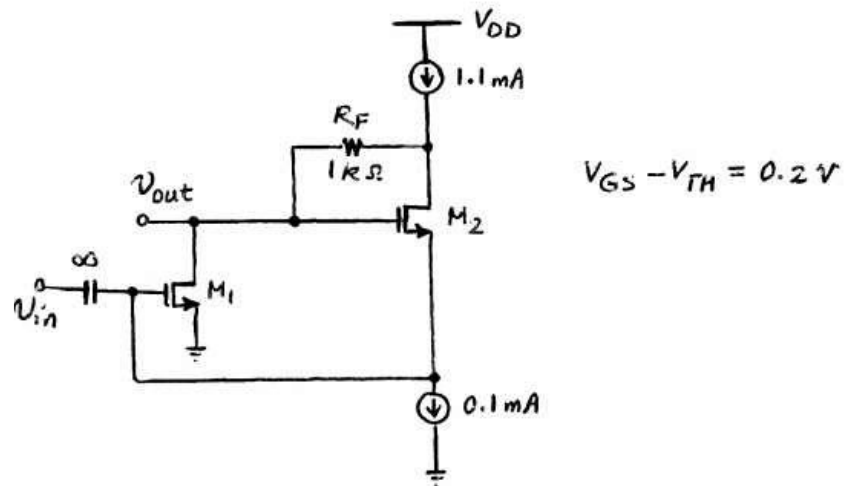
۰/۷۵ (۱)

۱/۵ (۴)

۱/۲۵ (۳)

۵ - در مدار شکل زیر همه ترانزیستورها در ناحیه اشباع بایاس شده‌اند و منابع

جریان ایده‌آل هستند. مقدار بهره ولتاژ  $A_v = \frac{v_{out}}{v_{in}}$  آن برابر کدام است؟



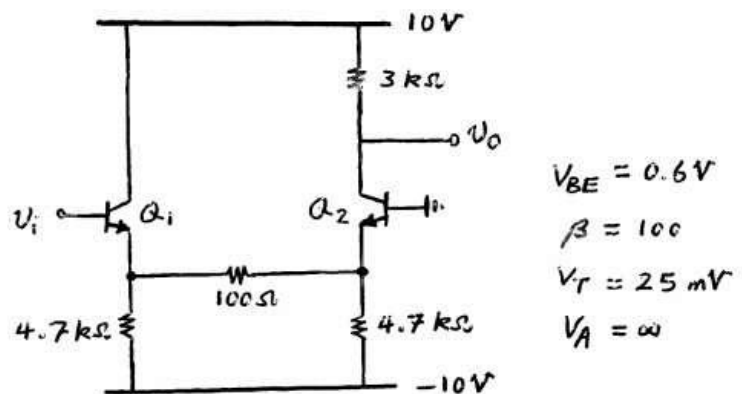
۱۱ (۲)

۲۰ (۱)

۹ (۴)

۱۰ (۳)

۶ - مقدار تقریبی بهره ولتاژ تقویت کننده شکل زیر  $(A_v = \frac{v_o}{v_i})$ ، کدام است؟



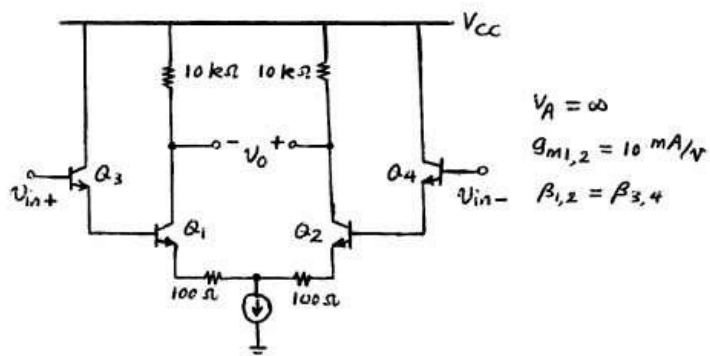
۲۴ (۲)

۶۴ (۱)

۴۸ (۴)

۳۰ (۳)

است؟



66 (2)

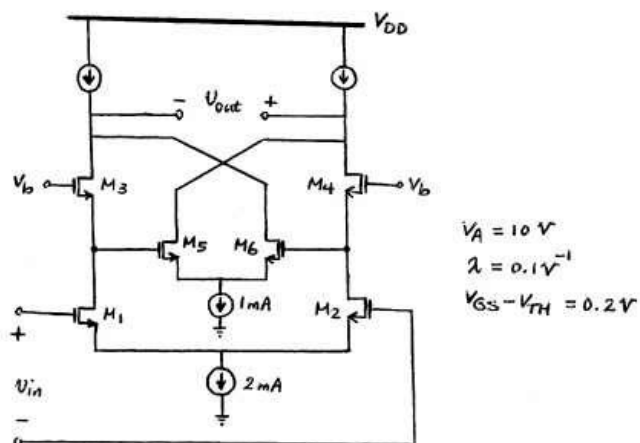
100 (1)

۳۳ (۴

 $\Delta \circ (3$ 

—  $\wedge$

$A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}}$  آن تقریباً برابر کدام است؟



२०० (२

100 (1)

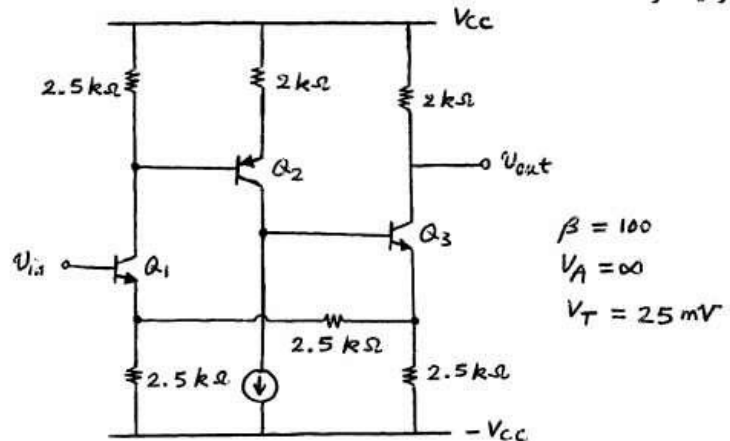
FOO (F

३०० (३

۹ - در مدار شکل زیر، جریان‌های بایاس به صورتی انتخاب شده‌اند که

$$g_{m1} = g_{m2} = g_{m3} = 4 \text{ mA/V}$$

نزدیک‌تر است؟



$$75 \text{ (2)}$$

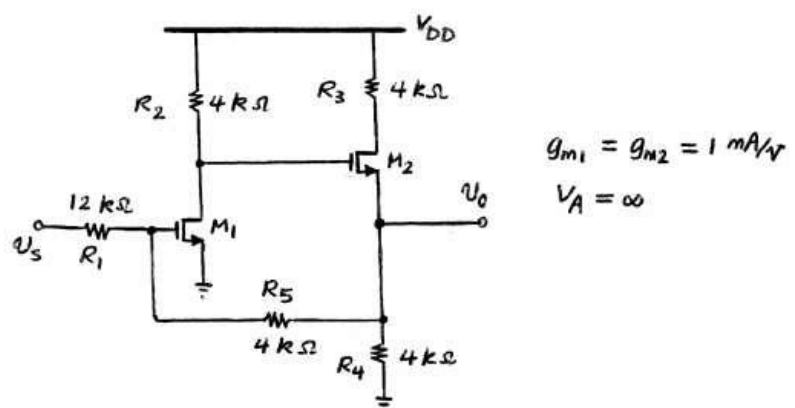
$$62/5 \text{ (1)}$$

$$150 \text{ (4)}$$

$$125 \text{ (3)}$$

۱۰ - در تقویت کننده شکل زیر تمامی ترانزیستورها در ناحیه اشباع بایاس شده‌اند.

مقدار بهره ولتاژ  $\frac{V_o}{V_s}$  به کدام گزینه نزدیکتر است؟



$$\frac{2}{9} \text{ (2)}$$

$$\frac{1}{3} \text{ (1)}$$

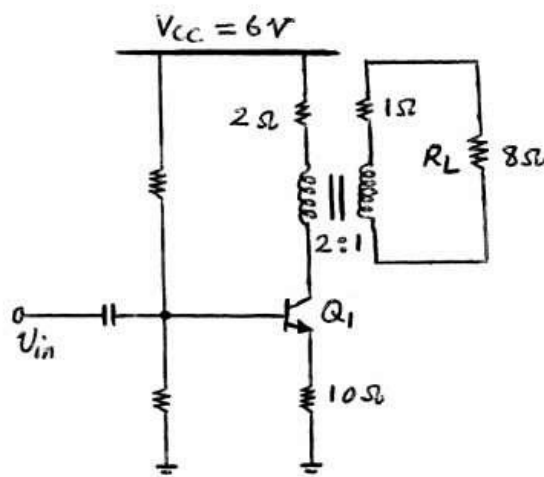
$$\frac{1}{3} \text{ (4)}$$

$$\frac{1}{6} \text{ (3)}$$

۱۱ - در تقویت کننده قدرت کلاس A شکل زیر توان ماکزیمم تحویلی به یک بلندگوی

۸ اهم به کدام گزینه برحسب میلی وات، نزدیک تر است؟ (نسبت تعداد دور سیم

پیچ ها  $\frac{N_1}{N_2} = 2$  و  $V_{CE,sat} = 0V$  هستند.)



(۱) ۱۴۰

(۲) ۱۶۰

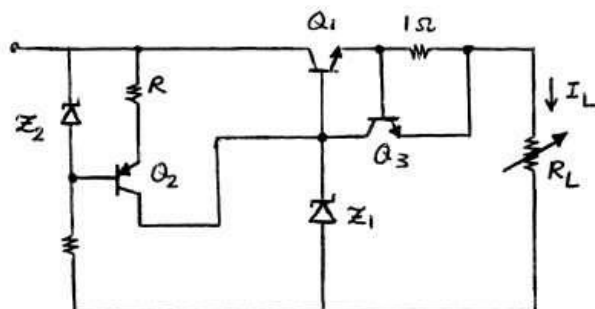
(۳) ۲۸۰

(۴) ۱۰۰۰

۱۲ - منبع تغذیه زیر برای ولتاژ خروجی ۶ ولت طراحی شده است. مقدار حداکثر

جریان بار ( $I_{L,max}$  بر حسب میلی آمپر) و مقاومت R (برحسب اهم) به کدام

گزینه نزدیک تر است؟



$$V_{BE} = 0.6V$$

$$\beta = 100$$

$$I_{Z1,min} = 10mA$$

$$V_{Z2} = 2.2V$$

(۲) ۱۷۵، ۶۰۰

(۱) ۱۰۰، ۶۰۰

(۴) ۱۰۰، ۱۲۰۰

(۳) ۷۳، ۱۲۰۰

۱. گزینه ۴ درست است.

$$\left. \begin{array}{l} i_2 = 2i_1 \\ i_2 = -I_{D2} \end{array} \right\} \rightarrow I_{D2} = -i_2 = -2i_1, \quad i_1 = I_{D1} \Rightarrow I_{D2} = -2I_{D1} \quad (I)$$

$$I_D = I_S \left( e^{\frac{V_D}{\eta V_T}} - 1 \right) \rightarrow V_D = \eta V_T \ln \left( \frac{I_D}{I_S} + 1 \right)$$

$$V_{D1} + V_{D2} = 0$$

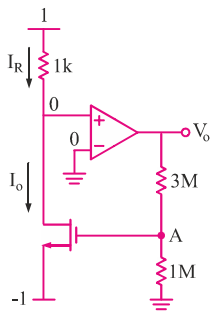
$$\cancel{\eta V_T} \ln \left( \frac{I_{D1}}{I_{S1}} + 1 \right) + \cancel{\eta V_T} \ln \left( \frac{I_{D2}}{I_S} + 1 \right) = 0$$

$$\ln(I_{D1} + 1) = -\ln \left( \frac{I_{D2}}{10} + 1 \right) \Rightarrow I_{D1} + 1 = \left( \frac{I_{D2}}{10} + 1 \right)^{-1} \quad (II)$$

$$I, II \Rightarrow I_{D1} + 1 = \frac{10}{10 - 2I_{D1}} \Rightarrow (I_{D1} + 1)(10 - 2I_{D1}) = 10 \begin{cases} I_{D1} = 0 \\ I_{D1} = 4 \text{ nA} \end{cases}$$

$$V_D = V_{in} = \eta V_T \ln \left( \frac{I_{D1}}{I_{S1}} + 1 \right) = 2V_T \ln(5)$$

۲. گزینه ۳ درست است.



$$I_R = \frac{1}{1k} = 1 \text{ mA}$$

$$I_D = I_R = 1 \text{ mA}$$

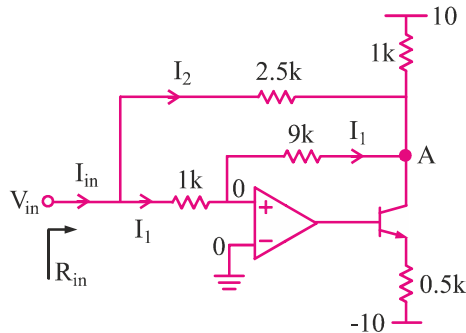
$$V_A = \frac{1}{4} V_0$$

$$V_{GS} = V_S - V_S = \frac{1}{4} V_0 - (-1) = \frac{1}{4} V_0 + 1$$

$$I_D = \frac{1}{2} \mu_o c_{ox} \frac{\omega}{L} (V_{GS} - V_t)^2$$

$$1\text{mA} = \frac{1}{2} \times 2 \frac{\text{mA}}{\text{V}^2} \left( \frac{1}{4} V_0 + 1 - 2 \right)^2 \rightarrow 1 = \frac{1}{4} V_0 - 1 \Rightarrow V_0 = 8\text{V}$$

۳. گزینه ۳ درست است.



$$V_{in} = 1 \times I_1$$

$$V_A = -9I_1 = -9V_{in}$$

$$I_2 = \frac{V_{in} - V_A}{2.5} = \frac{V_{in} - (-9V_{in})}{2.5} = \frac{10V_{in}}{2.5} = 4V_{in}$$

$$I_{in} = I_1 + I_2 = V_{in} + 4V_{in} = 5V_{in}$$

$$R_{in} = \frac{V_{in}}{I_{in}} = \frac{V_{in}}{5V_{in}} = \frac{1}{5} \text{ k} = 200\Omega$$

۴. گزینه ۱ درست است.

$$A_{E2} = 2A_{E3} \Rightarrow I_{C2} = 2I_{C3} \rightarrow I_{C3} = \frac{1}{2} I_2$$

$$\left. \begin{aligned} A_{E4} = 2A_{E5,6} &\Rightarrow I_4 = 2I_{5,6} \rightarrow I_{5,6} = \frac{1}{2} I_4 \\ I_4 &= I_3 \end{aligned} \right\} \rightarrow I_{5,6} = \frac{1}{4} I_2$$

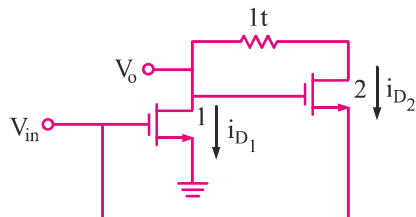
$$I_2 = I_1 + \frac{1}{4} I_2 \Rightarrow I_2 = \frac{4}{3} I_1$$

$$I_{C1} = 0.5 + \frac{1}{4} I_2 = 0.5 + \frac{1}{4} \cdot \frac{4}{3} I_1 \Rightarrow \frac{2}{3} I_1 = \frac{1}{2} \rightarrow I_1 = \frac{3}{4} = 0.75$$

۵. گزینه ۴ درست است.

$$I_{D2} = 0.1\text{mA} \Rightarrow g_{m2} = \frac{2I_{D2}}{(V_{GS} - V_t)} = \frac{2 \times 0.1}{0.2} = 1 \frac{\text{mA}}{\text{V}}$$

$$I_{RF} = 1.1 - 0.1 = 1\text{mA} \Rightarrow I_{D1} = 1\text{mA} \Rightarrow g_{m1} = \frac{2 \times 1\text{mA}}{0.2} = 10 \frac{\text{mA}}{\text{V}}$$



$$V_{gs2} = V_o - V_{in}$$

$$i_{D2} = g_{m2} V_{gs2} = V_o - V_{in}$$

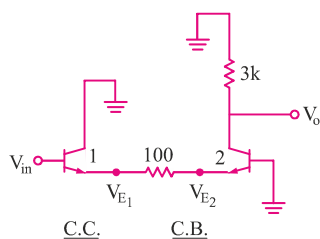
$$V_{gs1} = V_{in} \Rightarrow i_{D1} = 10V_{in}$$

$$i_{D1} = -i_{D2} \Rightarrow 10V_{in} = V_{in} - V_o \Rightarrow \left| \frac{V_o}{V_{in}} \right| = 9$$

۶. گزینه ۲ درست است.

$$I_{Q1} = I_{Q2} = \frac{-0.6 - (-10)}{4.7\text{k}} = \frac{9.4}{4.7} = 2\text{mA} \Rightarrow r_e = \frac{25\text{mV}}{2\text{mA}} = 12.5\Omega$$





$$A_V = \frac{V_o}{V_{in}} = \frac{V_o}{V_{E2}} \cdot \frac{V_{E2}}{V_{E1}} \cdot \frac{V_{E1}}{V_i} = \frac{R_{c2}}{r_{e2}} \cdot \frac{r_{e2}}{r_{e2} + 100} \cdot \frac{r_{e2} + 100}{r_{e2} + 100 + r_{e1}} = \frac{3^k}{12.5 + 12.5 + 100} = \frac{3k}{125} = 24$$

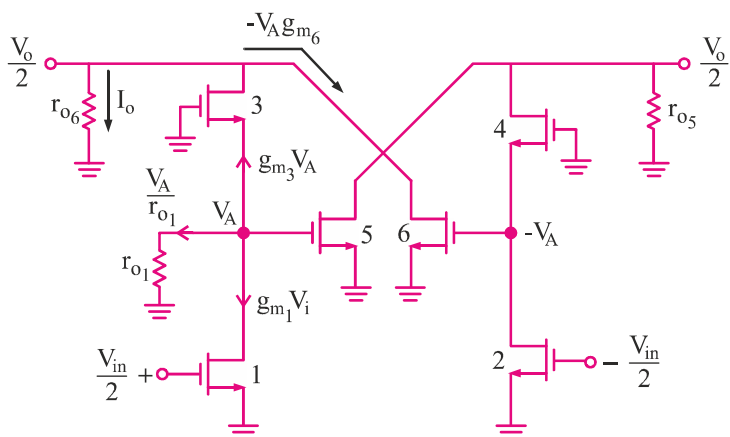
۷. گزینه ۴ درست است.

$$r_{e1,2} = \frac{1}{g_{m1,2}} = 100\Omega \quad , \quad r_{e3,4} = \beta r_{e1,2}$$

$$\frac{V_{B1,2}}{V_{in}} = \frac{(1+\beta)(r_{e1,2} + 100)}{\beta(r_{e1,2} + 100) + \underbrace{r_{e3,4}}_{\beta r_{e1,2}}} = \frac{200}{300} = \frac{2}{3}$$

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{V_o}{V_{B1,2}} \cdot \frac{V_{B1,2}}{V_{in}} = \frac{2}{3} \cdot \frac{10^k}{r_e + 100} = \frac{100}{3} = 33.3$$

۸. گزینه ۳ درست است.



$$I_{D1,2} = I_{D3,4} = 1\text{mA} \rightarrow g_{m1,2} = g_{m3,4} = \frac{2I_D}{(V_{GS} - V_t)} = \frac{2 \times 1\text{m}}{0.2} = 10 \frac{\text{mA}}{\text{V}}$$

$$I_{D5,6} = 0.5\text{mA} \rightarrow g_{m5,6} = \frac{2 \times 0.5}{0.2} = 5 \frac{\text{mA}}{\text{V}}$$

$$r_{o1} = \frac{V_A}{I_D} = \frac{10}{1\text{m}} = 10^k = r_{o3} \quad , \quad r_{o6} = \frac{10}{0.5} = 20^k\Omega$$

$$\text{KCL A} \rightarrow 10V_i + 10V_x + \frac{\overbrace{V_x}^{\text{si}}}{10^k} = 0 \rightarrow V_x = -\frac{1}{2}V_i$$

$$I_o = 10 \times \frac{1}{2}V_i + 5 \times \frac{1}{2}V_i \Rightarrow r_{o6} \times \frac{1}{2}V_o = \frac{1}{2}10V_i + \frac{1}{2}5V_i \Rightarrow \frac{V_o}{V_i} = 300$$

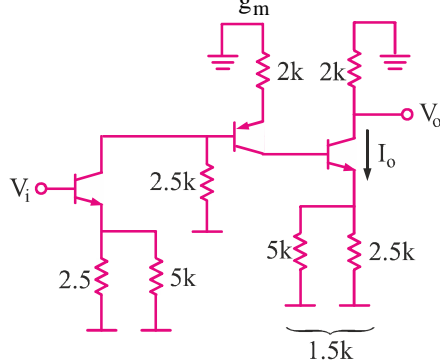
۹. گزینه ۱ درست است.

$$B = \frac{V_f}{I_o} = \frac{\frac{1}{3} \cdot 2.5^k \cdot I_o}{I_o} = \frac{1}{3} \cdot 2.5^k$$

فیدبک جریان به ولتاژ است

$$r_e = \frac{1}{g_m} = 25\Omega$$

مدار بدون فیدبک



$$G = \frac{I_o}{V_i} = \frac{V_o}{2^k \cdot V_i} = \frac{1}{2^k} \cdot \frac{V_o}{V_{B3}} \cdot \frac{V_{B3}}{V_{B2}} \cdot \frac{V_{B2}}{V_i}$$

$$G = \frac{1}{2^k} \cdot \frac{2^k}{(25\Omega + 1.5^k)} \cdot \frac{100(25\Omega + 1.5^k)}{25\Omega + 2^k} \cdot \frac{2.5^k \parallel 100(25 + 2^k)}{25\Omega + 1.5^k}$$

$$G \cong \frac{100}{2^k} \cdot \frac{2.5^k}{1.5^k} = \frac{500}{6^k}$$

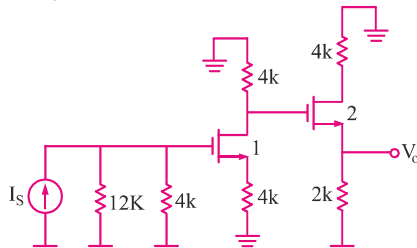
$$G \cdot B = \frac{1}{3} \cdot 2.5^k \cdot \frac{500}{6^k} \cong \frac{25 \times 25}{9} = \frac{625}{9 \approx 10} = 62.5$$

بهره حلقه

۱۰. گزینه ۲ درست است.

> فیدبک ولتاژ به جریان است. <

$$B = \frac{I_f}{V_o} = -\frac{1}{4^k}$$



$$A = \frac{V_o}{I_s} = \frac{V_o}{V_{D1}} \cdot \frac{V_{D1}}{V_{G1}} \cdot \frac{V_{G1}}{I_s} = \frac{2^k}{2^k + 1^k} \cdot \frac{-4^k}{1^k} \cdot 3^k = -8^k$$

$$A \cdot B = -\frac{1}{4^k} \cdot (-8^k) = 2$$

$$A_f = \frac{AB}{1 + AB} \cdot \frac{1}{B} = \frac{2}{3} \cdot 4^k$$

$$A_v = \frac{A_f}{12^k} = \frac{2}{3} \times 4^k \times \frac{1}{12^k} = \frac{2}{9}$$

۱۱. گزینه ۲ درست است.

$$I_{CQ} = \frac{V_{CC} - V_{CE(sat)}}{R_{DC} + R_{ac}} = \frac{6 - 0}{12 + (12 + 9 \times 4)} = \frac{6}{60} = 0.1A$$

$$i_L = 2I_{CQ} = 2 \times 0.1 = 0.2A$$

$$P_L = \frac{1}{2} R I^2 = \frac{1}{2} 8 \times (0.2)^2 = 0.16w = 160mw$$

۱۲. گزینه ۱ درست است.

$$V_o = 6^V$$

$$Q_3 \text{ در آستانه روشن شدن: } I_{L(\max)} = I_{I\Omega} = \frac{0.6}{1} = 0.6A = 600mA$$

$$\left. \begin{array}{l} I_{B_1} = 6mA \\ I_{Z_1} = 10mA \end{array} \right\} \rightarrow I_{Q_2} = 16mA = I_R$$

$$V_R = V_{Z_2} - V_{BE_2} = 2.2 - 0.6 = 1.6 \Rightarrow R = \frac{1.6^V}{16^m} = \frac{1^k}{10} = 100\Omega$$