



دانشگاه امیرکبیر

درس مدارهای الکتریکی و الکترونیکی

موعده تحویل: ۱۹ آذر ۱۳۹۷

تمرین سری هشتم

بخش اول) سوالات اختیاری^۱

(۱) سوالات ۱۵ و ۱۸ و ۲۰ و ۲۷ و ۲۸ از فصل چهارم کتاب نیمن (Neamen)

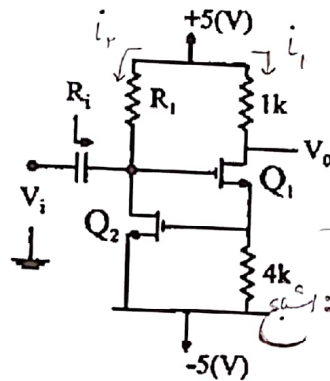
بخش دوم) سوالات اجباری^۲

(۲) در مدار شکل زیر ترانزیستورها مشابه هستند:

$$\beta = 0.25 \text{ mA/V}^2 \quad V_t = 2 \text{ V}$$

الف) مقدار مقاومت R_1 را چنان بیابید تا V_o برابر با ۴ ولت شود. ← در حالت DC

ب) مقاومت ورودی R_i را حساب کنید. ← در حالت AC



$$V_o = 4 = 5 - 1000 I_1 \Rightarrow I_1 = 1 \text{ mA}$$

$$V_{G_s} = V_{S_1} = 4000 \left(\frac{1}{1000} \right) - 5 = -1 \text{ V}$$

$$V_{DS_1} > V_{GS_1} - V_t \Rightarrow V_{D_1} > V_{G_1} - V_t \checkmark$$

ترانزیستور ۱ در اشباع است.

$$\Rightarrow 4 > 5 - R_1 I_r - 2 \Rightarrow R_1 I_r > -1$$

$$i_1 = \frac{\beta}{2} (V_{GS_1} - V_t)^2$$

$$\Rightarrow I = \frac{1}{\lambda} (V_{G_1} + 1 - 2)^2$$

$$\Rightarrow V_{G_1} \begin{cases} 3.8 \\ -1.8 \end{cases}$$

$$Q_1 \text{ روشن} \Rightarrow V_{GS_1} > V_t \rightarrow V_{G_1} > 1 \Rightarrow V_{G_1} = 3.8$$

$$\Rightarrow V_{D_r} = 3.8$$

$$\Rightarrow V_{D_r} > V_{G_r} - V_t \Rightarrow \text{ترانزیستور ۲ در اشباع} \Rightarrow I_r = \frac{\beta}{2} (V_{GS_r} - V_t)^2 = 0.5 \text{ mA}$$

$$\Rightarrow V_{G_1} = 5 - R_1 I_r \Rightarrow 3.8 = 5 - \frac{1}{2} R_1 \Rightarrow R_1 = 2.4 \text{ k}\Omega$$

ب) حالت AC

$$\begin{cases} V_{G_1} = V_{D_1} = 1.0V \rightarrow V_{GS_1} = 1.0 - V_o \\ V_{G_2} = V_{S_1} = V_{D_2} = V_o \rightarrow V_{GS_2} = V_o \\ V_{S_2} = 0 \end{cases}$$

(۳) در مدار شکل زیر با توجه به حالت‌های داده شده مقدار ولتاژ V_o را محاسبه کنید.

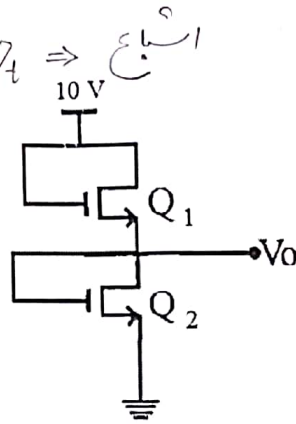
الف) $V_{t1} = V_{t2}$ و $\beta_1 = \beta_2$

ب) $V_{t1} = V_{t2}$ و $\beta_1 = \frac{\beta_2}{4}$

ج) $V_{t1} = 4V_{t2}$ و $\beta_1 = \beta_2$

شرایط ۱: $\begin{cases} V_t > 0 \\ V_{D_1} = V_{G_1} \end{cases} \Rightarrow V_{D_1} > V_{G_1} - V_t \Rightarrow$ اشباع

شرایط ۲: \Leftrightarrow شرایط ۱ هم اشباع است.



(الف)

$$I_{D_1} = I_{D_2} \rightarrow (V_{GS_1} - V_{t1})^2 = (V_{GS_2} - V_{t2})^2 \Rightarrow |1.0 - V_o - V_t| = |V_o - V_t|$$

$\cdot \langle V_o < 1.0 \rightarrow 1.0 - V_o = V_o \Rightarrow V_o = 0.5V$

$$\frac{1}{2} |1.0 - V_o - V_t| = |V_o - V_t| \Rightarrow 1.0 - V_o = 2V_o - V_{t2} \rightarrow V_o = \frac{1.0 + V_t}{3}$$

$1.0 - V_o > V_t \rightarrow 1.0 - \frac{1.0 + V_t}{3} = \frac{2.0 - V_t}{3} > V_t \rightarrow V_t < 0.5 \rightarrow V_o < 0.5$

$$|1.0 - V_o - 4V_{t2}| = |V_o - V_{t2}| \rightarrow V_o = \frac{1.0 - 3V_{t2}}{2}$$

$$1.0 - V_o > 4V_{t2} \rightarrow \frac{1.0 + 3V_{t2}}{2} > 4V_{t2} \rightarrow V_{t2} < 0.2 \rightarrow V_o > 0.2$$

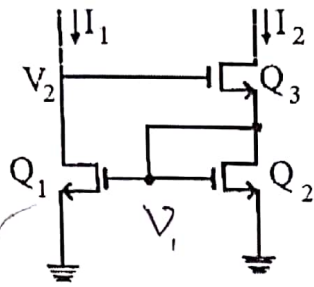
(ج)

۴) در مدار شکل زیر با فرض $V_{t1} = V_{t2} = V_{t3}$ و $I_1 = 1 \text{ mA}$ و $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 2 \text{ mA/V}^2$ مقادیر V_1 و V_2 را بدست آورید.

$$\begin{cases} V_{D_1} = V_{G_2} = V_r \end{cases}$$

$$\begin{cases} V_{S_2} = V_{G_1} = V_{G_2} = V_{D_2} = V_1 \end{cases}$$

$$\begin{cases} V_{S_1} = V_{S_2} = 0 \end{cases}$$



$$\begin{aligned} V_{D_2} = V_{G_2} &\rightarrow V_{D_2} > V_{G_2} - V_{t_2} \\ &\rightarrow V_{t_2} > 0 \Rightarrow \text{فولت اشباع } Q_2 \end{aligned}$$

فولت اشباع Q_1

$$V_r > V_1 - V_{t_1}$$

$$I_1 = 1 = \frac{\beta}{2} (V_{GS_1} - V_{t_1})^2 = (V_1 - V_{t_1})^2 \rightarrow \begin{cases} V_1 = 1 + V_{t_1} \\ V_1 = -1 + V_{t_1} = V_{GS_1} \rightarrow V_{GS_1} < V_{t_1} \end{cases}$$

خفاست V_{t_1} ناقص

$$I_{D_1} = I_{D_2} = I_r \Rightarrow (V_{GS_2} - V_{t_2})^2 = (V_{GS_3} - V_{t_3})^2 \quad \text{فولت اشباع } Q_3$$

$$\Rightarrow (V_1 - V_{t_1})^2 = (V_r - V_1 - V_{t_2})^2 \Rightarrow \begin{cases} V_r = 2V_1 \\ V_r = 2V_{t_1} \end{cases}$$

$$\Rightarrow I_r = (V_{GS_2} - V_{t_2})^2 = (V_1 - V_{t_1})^2 = 1^2 = 1 \text{ mA}$$

$$V_r = 2V_1 = 2 + 2V_{t_1}$$

$$V_1 = V_{t_1} + 1$$