



دانشگاه امیرکبیر

درس مدارهای الکتریکی موعده تحویل: ۲۷ خرداد ۱۴۰۰ و الکترونیکی

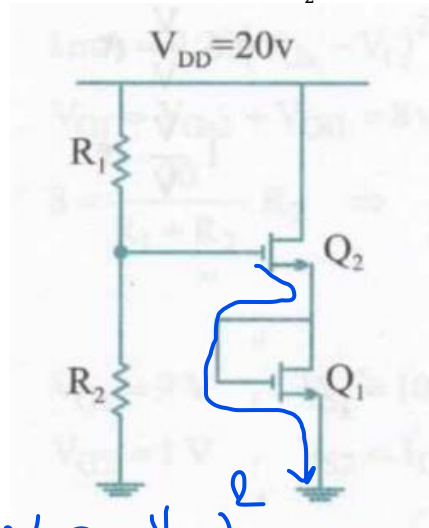
تمرین سری هفتم

### بخش اول) سوالات اختیاری<sup>۱</sup>

۱) سوالات ۲۱ و ۲۵ و ۲۹ و ۳۰ و ۳۲ از فصل هفتم جلد اول مبانی الکترونیک میرعشقی

### بخش دوم) سوالات اجباری<sup>۲</sup>

۲) در مدار شکل زیر  $K = 0.25 \frac{mA}{V^2}$  و  $V_t = 2V$  است. برای اینکه جریان درین  $Q_1$  برابر  $1mA$  باشد، نسبت  $\frac{R_1}{R_2}$  چقدر باید باشد؟



بافرن انتخاب

$$I_D = K(V_{GS} - V_t)^2$$

$$1mA = 0.25 \frac{mA}{V^2} (V - 2)^2 \Rightarrow V_{GS} = 4V$$

$$V_{GS} = V_{GS1} = V_{GS2}$$

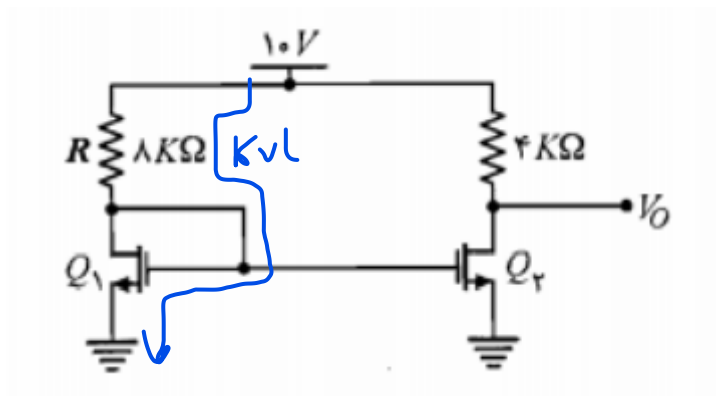
$$KVL: V_{GS1} = V_{GS2} = 8V \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = 1.5$$

تنظیم ولتاژ

<sup>۱</sup> حل این سوالات برای دانشجویانی که تمرین نیاز به تمرین بیشتر دارند توصیه می شود. دقت کنید تحویل این قسمت از سوالات اجباری نیست و در صورت تحویل نمره ای نخواهد داشت.

<sup>۲</sup> این سوالات بخش اصلی تمرین است و تحویل آن اجباری است.

(۳) دو NMOS مشابه با  $V_T = 1V$  و  $K = 1 \frac{mA}{V^2}$  به صورت شکل زیر به هم وصل شده‌اند. ولتاژ خروجی  $V_O$  چند ولت است؟



$$V_O = 10 - 4I_{D2}$$

$$\left. \begin{aligned} KVL: V_{GS1} &= 10 - 8I_{D1} \\ I_{D1} &= \frac{K}{2} (V_{GS1} - V_T)^2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow I_{D1} = \frac{1}{2} (10 - 8I_{D1} - 1)^2$$

$V_{GS} > V_T$  NMOS

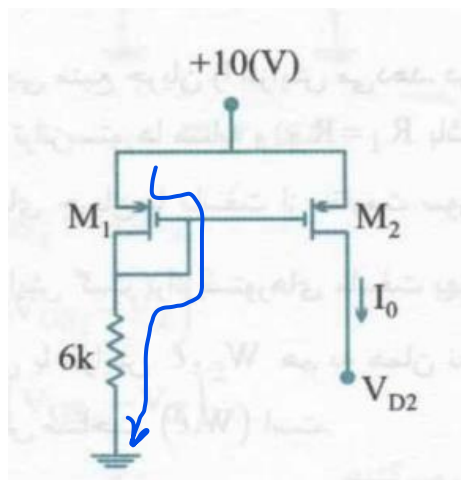
$$\Rightarrow I_{D1} = \begin{cases} 1.33 \text{ mA} \\ 0.25 \text{ mA} \end{cases} \Rightarrow V_{GS1} = 10 - 8I_{D1} = -0.64 \text{ V} \quad \text{X}$$

✓

$$I_{D1} = I_{D2} \Rightarrow V_O = 10 - 4I_{D2} = \underline{6.2 \text{ V}}$$

0.25

۴) در مدار شکل زیر  $k_1 = 0.25 \frac{mA}{V^2}$ ,  $k_2 = 2.5 \frac{mA}{V^2}$  و  $V_{T1} = V_{T2} = 2V$  را محاسبه نمایید.



$$I_{D1} = k_1 (V_{GS} - V_T)^2$$

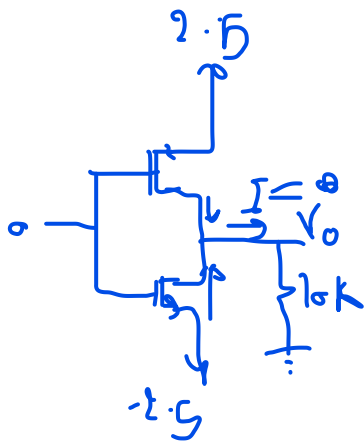
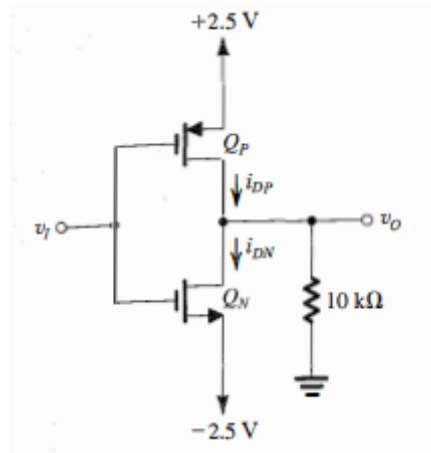
$$k_1 V_{GS}^2 - 10 - 6 I_{D1} = V_{GS} \Rightarrow I_{D1} = k_1 (10 - 6 I_{D1} - V_T)^2$$

$$I_{D1} = 1mA$$

$$I_0 = 10 I_{D1} = 1mA$$

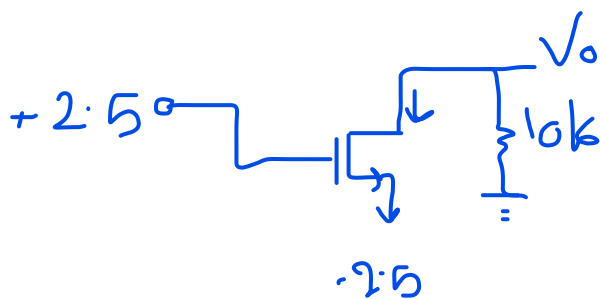
$$k_2 = 10k_1$$

۵) در مدار شکل زیر ترانزیستور PMOS و NMOS با  $K = 1 \frac{mA}{V^2}$  و  $V_{tn} = -V_{tp} = 1V$  می‌باشد. مقدار  $V_o$  به ازای  $V_i$  های 0، 2.5 و -2.5 را محاسبه نمایید.



$$I_{DP} = I_{DN} = \frac{1}{2} (2.5 - 1)^2 = 1.125 \text{ mA}$$

$$\Rightarrow \underline{V_o = 0}$$

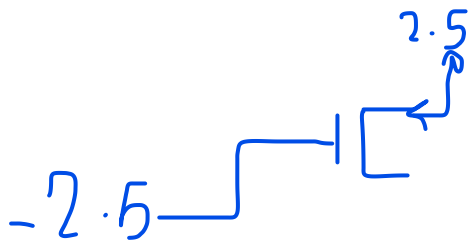


$$I_{DN} = K (V_{GS} - V_t) V_{DS}$$

$$= 1 (5 - 1) (V_o - (-2.5))$$

$$I_{DN} = \frac{V_o}{10}$$

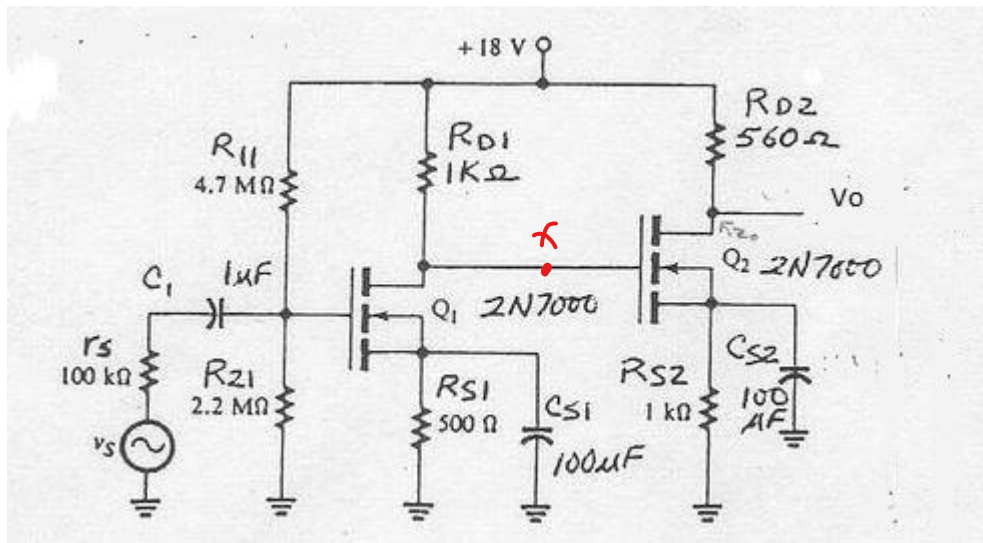
$$\Rightarrow I_{DN} = 0.244 \text{ mA}, V_o = -2.44 \text{ V}$$



$$= \frac{-V_o}{10k}$$

$$I_{DP} = 0.244 \text{ mA} \quad V_o = 2.44 \text{ V}$$

۶) در مدار شکل زیر  $g_{m1} = 40\text{mS}$  و  $g_{m2} = 29.2\text{mS}$  می باشد. مقدار  $A_v = \frac{V_o}{V_i}$  را محاسبه نمایید.



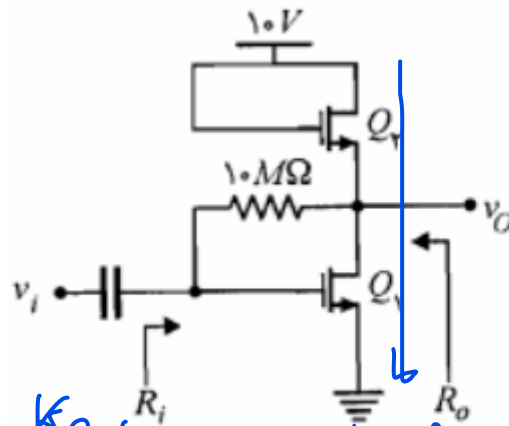
$$\text{C.S : } \frac{V_x}{V_I} = -g_m R_D = -40\text{mS} \times 1\text{K} = -40$$

$$\text{C.S : } \frac{V_o}{V_x} = -g_m (R_D \parallel R_L) = -29.2\text{m} \left( \frac{560 \times 10\text{K}}{560 + 10\text{K}} \right) = -15.48$$

$$A_v = \frac{V_o}{V_I} = \frac{V_o}{V_x} \frac{V_x}{V_I} = (-15.48) \times (-40) = 619.4$$

بخش سوم) سوالات امتیازی<sup>۳</sup>

(۷) در مدار شـکل زیر  $V_{T1} = V_{T2} = 2V, k_1 = 36 \frac{mA}{V^2}, k_2 = 0.5 \frac{mA}{V^2}$  و  $A_v, R_i, R_o$  را محاسبه نمایید.



$$V_{GS1} = V_{GS2} = 0$$

$$\Rightarrow V_T > V_{GS} \text{ انتاج}$$

از معادستی ۱۰M اهم جریان کمی نمی گذرد:

$$I_{D1} = I_{D2}$$

$$\frac{k_1}{2} (V_{GS1} - V_{T1})^2 = \frac{k_2}{2} (V_{GS2} - V_{T2})^2 \Rightarrow \pm 6\sqrt{2} (V_{GS1} - V_{T1}) = (V_{GS2} - V_{T2})$$

$$\begin{cases} k_1 V_L: V_{DS1} + V_{GS1} = 10 \\ V_{GS2} = V_{DS2} \Rightarrow \text{چون } P_2 \text{ متعین به } V_{GS2} \text{ و } V_{DS2} \text{ است} \\ V_{GS1} = V_{DS1} \end{cases} \Rightarrow V_{GS1} + V_{GS2} = 10 \Rightarrow V_{GS2} = 10 - V_{GS1}$$

$$\Rightarrow \pm 6\sqrt{2} (V_{GS1} - 2) = (10 - V_{GS1} - 2) \Rightarrow \begin{cases} V_{GS1} = 2.63 \checkmark \\ V_{GS1} = 1.2 \Rightarrow V_{GS1} < V_{T1} \times \end{cases}$$

$$\Rightarrow V_{GS2} = 10 - 2.63 = 7.37V$$

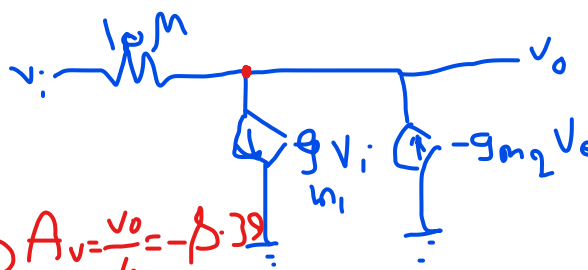
$$V_{DS1} = V_{GS1} = 7.37V$$

$$R_i = \frac{V_i}{I_i} = \frac{V_i}{\frac{V_i - V_{DS1}}{10M}} = \frac{10}{1 - \frac{V_{DS1}}{V_i}} = \frac{10}{1 - A_v} = \frac{10}{1 + 8.39} = 1.06M\Omega$$

$$g_{m1} = k_1 (V_{GS1} - V_{T1}) = 22.68$$

$$g_{m2} = k_2 (V_{GS2} - V_{T2}) = 2.7$$

$$k_{CL}: \frac{V_i - V_o}{10M} = 22.68V_i - 2.7V_o \Rightarrow A_v = \frac{V_o}{V_i} = -8.39$$



۳ برای محاسبه  $R_o$  خروجی منبع ولتاژ را روی صفر می گیریم:  $V_i = 0$   
 $V_o = -V$

$$I_o = -g_{m2}V_o + \frac{V}{10M} \Rightarrow I_o = 2.7V \Rightarrow R_o = \frac{V}{I_o} = \frac{1}{2.7}$$

این سوالات امتیازی بوده و در صورت تحویل نمره اضافی به آن تعلق می گیرد.