

تمرین شماره (۱) :

$$+V_{DD} - i_D R_D = V_{Drain} = V_D$$

$$V_{Source} = V_S = 0$$

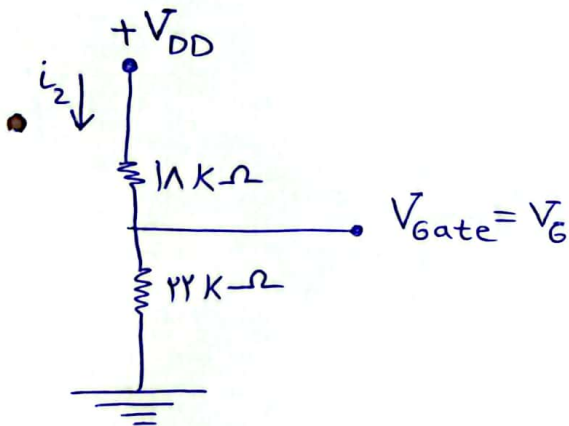
باتوجه به قوانین KVL خواهیم داشت :

در سمت راست مدار :

در سمت چپ مدار :

$$i_2 = \frac{10V}{(18 + 22)k\Omega} = 0.125 mA$$

$$\Rightarrow V_G = 22(0.125) = 2.75 V$$



ابتدا فرض اشباع گرفتیم که این ترانزیستور در حالت اشباع است ولی باتوجه به اینکه  $V_{Drain} = -8V$  می باشد به تناقض زیر خواهیم رسید .

ترانزیستور در حالت اشباع :

$$V_{GS} > V_{th} \quad \&$$

$$V_{DS} > (V_{GS} - V_{th})$$

ترانزیستور در حالت triode می باشد  $\rightarrow -8 > 5.5 - 2$  ✗

$$i_D = K_n [2(V_{GS} - V_{Th})V_{DS} - V_{DS}^2]$$

$$V_{DS} = V_D = 10 - 4i_D$$

$$i_D = 0.125 [2(2.75 - 3)(10 - 4i_D) - (10 - 4i_D)^2]$$

$$\Rightarrow i_{D1} = 1.8 mA$$

$$\Rightarrow V_D = 10 - 4(1.8) = 2.8 V$$

$$i_{D2} = 0.554 mA$$

$$V_D = 10 - 4(0.554) = 7.784 V \quad \text{✗}$$

$$\left. \begin{array}{l} 1 < 2.75 - 3 \\ 7.784 < 2.75 - 3 \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} V_D = 1, \quad i_D = i_S = 1.8 mA \\ V_G = 2.75 \end{array} \right.$$

$$i_D = I_{DSS} \left[ 1 - \frac{V_{GS}}{V_{PO}} \right]^2$$

(2) البس

$$V_{GS} = R i_D \Rightarrow V_{GS} = 2.4 i_D$$

$$i_D = 8 \text{ mA} \left[ 1 - \frac{-2.4 \text{ k}\Omega i_D}{-4} \right]^2 \Rightarrow \frac{i_D}{8} = 1 + 0.36 i_D^2 - 1.2 i_D$$

$$0.36 i_D^2 - 1.2 i_D + 1 = 0 \quad \left\{ \begin{array}{l} i_D = 2.421 \text{ mA} \\ i_D = 1.09 \text{ mA} \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} V_{GS} = 2.4 \times 2.421 = 5.81 \text{ V} \\ V_{GS} = 2.4 \times 1.09 = 2.616 \text{ V} \end{array} \right.$$

$$\underline{V_{GS} > V_{th}} \rightarrow V_{GS} = 5.81 \text{ V}$$

$$I_E = i_D \Rightarrow \underline{I_E = 2.421 \text{ mA}} \Rightarrow I_E = I_C + I_B$$

$$\Rightarrow 2.421 \text{ mA} = 10 I_B + I_B \Rightarrow \underline{\begin{array}{l} I_B = 0.223 \text{ mA} \\ I_C = 2.198 \text{ mA} \end{array}}$$

$$i_D = \cancel{K_p} K_p [V_{GS} + V_{tp}]^2$$

$$I_G = 0$$

$\Rightarrow I_G = 0$  چون Gate هیچ جریانی نمی‌گردد.

جریانی که از مقاومت می‌گذرد همان  $i_D$  خواهد بود.

و  $i_D$  برابر با منبع جریان ما خواهد بود.

$$1.0^2 \times 1.0^{-6} = 1.0^{-4} \times 0.2 [V_{GS} - 1]^2$$

$$\Rightarrow [V_{GS} - 1]^2 = 1.0^{-4} \times 1.0^3 \times 5 = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow V_{GS} - 1 = \frac{\sqrt{2}}{2} \approx 0.7 \Rightarrow V_{GS} = 1.7V$$

$$V_{SG} = 1.7V$$

در نتیجه  $V_{GS}$  مستقل از مقدار  $R$  خواهد بود.

$$V_{SDsat} = V_{SG} + V_{tp}$$

$$\Rightarrow V_{SDsat} = 1.7 - 1 = 0.7V$$

ALL Inputs High (A, B, C High)

$\Rightarrow$  T3 is reverse active  
T1 is Saturated }  $\Rightarrow V_{out} = V_{CE(saturation)}$

$$V_{out} = 0.2 \Rightarrow \boxed{\text{Out is low}}$$

$$\left. \begin{array}{l} V_{CE(saturation)} = 0.2 \text{ V} \\ V_{BE(saturation)} = 0.8 \text{ V} \end{array} \right\} \rightarrow T2, T3$$

$$I_E(T3) = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R} = \frac{3.3 - 0.2}{5.8 \text{ k}\Omega} = \boxed{1.23 \text{ mA}}$$

$$I_C(T3) = \alpha I_E(T3), \quad I_C = \beta I_B, \quad \alpha I_E = \beta I_B$$

$$\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha} \Rightarrow 100 - 100\alpha = \alpha \Rightarrow 10/\alpha = 100 \rightarrow \alpha = \frac{100}{101} \approx 1$$

$$I_C(T3) \approx 1 \times 1.23 \text{ mA} \approx \boxed{1.23 \text{ mA}}$$

$$\Rightarrow \boxed{I_B = 1.23 \text{ mA}} \quad \boxed{I_E = 1.23 \text{ mA}} \Rightarrow 1.23 \text{ mA} = 100 I_B$$