۱

$N_A = N_D = 10^{15}\ cm^{-3}$

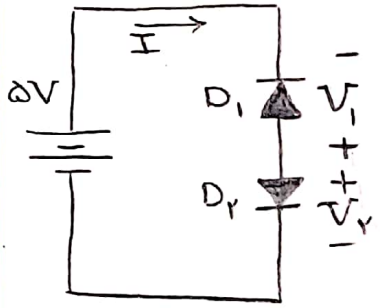
$n_i = 10^{10}\ cm^{-3}$

$$V_0 = V_T \ln \frac{N_A N_D}{n_i^2}$$

$$V_0 = 0.026 \ln \frac{10^{15} \times 10^{15}}{(10^{10})^2}$$

$$\boxed{V_0 = 0.026 \ln 10^{10} \cong 0.6\ V}$$

۲



دیود D_1 به ولتاژ شکست نمی‌رسد و فقط در بایاس معکوس قرار گرفته است. لذا جریان D_2 برابر با جریان اشباع معکوس می‌باشد.

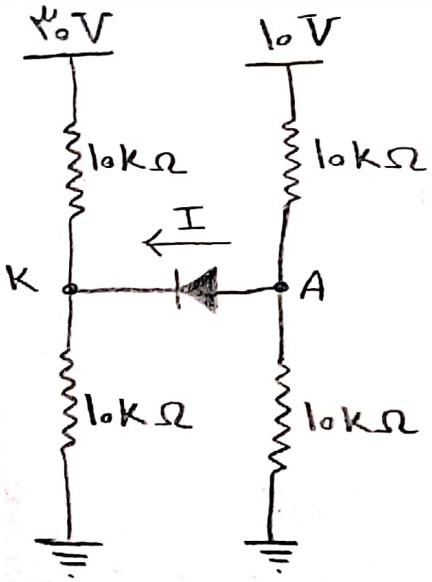
$$I = I_{D_2} = I_S = I_S\left(e^{\frac{V_2}{\eta V_T}} - 1\right)$$

$$e^{\frac{V_2}{\eta V_T}} - 1 = 1 \Rightarrow e^{\frac{V_2}{\eta V_T}} = 2 \Rightarrow \ln e^{\frac{V_2}{\eta V_T}} = \ln 2$$

$$\left.\begin{matrix}\eta = 2 \\ V_T = 0.026\ V\end{matrix}\right\} \Rightarrow \frac{V_2}{2 \times 0.026} = 0.69 \Rightarrow \boxed{V_2 = 0.04\ V}$$

$$KVL: -V_1 + V_2 - 5 = 0 \Rightarrow \boxed{V_1 = 0.04 - 5 = -4.96\ V}$$

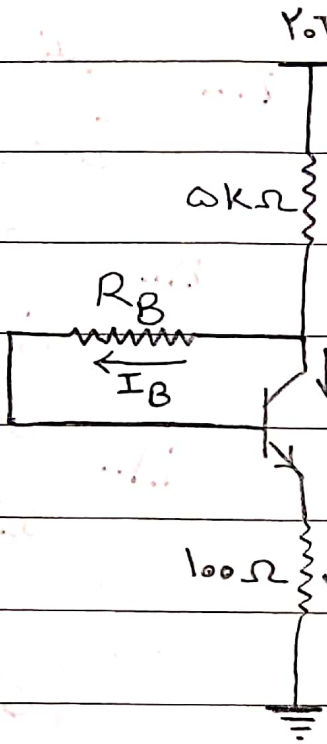
۳



$$V_K = 30 \times \frac{10}{10+10} = 15\ V$$

$$V_A = 10 \times \frac{10}{10+10} = 5\ V$$

$$V_A < V_K \Rightarrow D: off \Rightarrow \boxed{I = 0}$$



۶

$$KVL: -۲۰ + ۵(I_C + I_B) + R_B I_B + V_{BE} + ۰/۱ I_E = ۰$$

$V_{CE} = ۶ \Rightarrow$ ترانزیستور وصل است $\Rightarrow I_C = \beta I_B$

$$I_E = (\beta + ۱) I_B$$

$$۵(\beta I_B + I_B) + R_B I_B + ۰/۱(\beta + ۱) I_B = ۲۰ - ۰/۷$$

$$۵ \times ۱۰۱ I_B + R_B I_B + ۱۰/۱ I_B = ۱۹/۳$$

$$\boxed{(۵۱۵/۱ + R_B) I_B = ۱۹/۳} \star$$

$$KVL: -۲۰ + ۵(I_C + I_B) + V_{CE} + ۰/۱ I_E = ۰$$

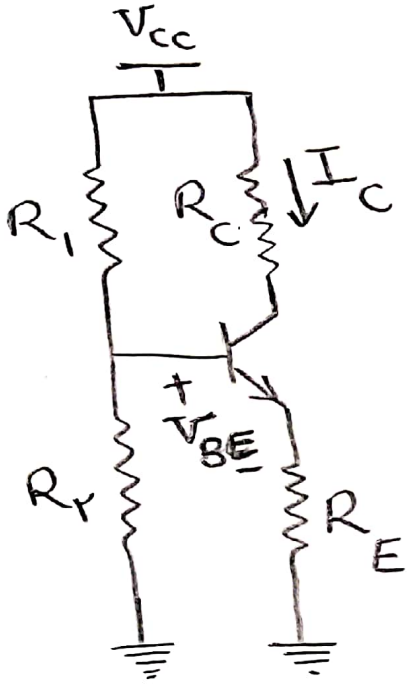
$$۵ I_E + ۰/۱ I_E = ۲۰ - V_{CE} \Rightarrow ۵/۱ I_E = ۱۴ \Rightarrow I_E = \frac{۱۴}{۵/۱}$$

$$I_B = \frac{I_E}{\beta + ۱} = \frac{\frac{۱۴}{۵/۱}}{۱۰۱} = \frac{۱۴}{۵۱۵/۱}$$

با جایگزینی در رابطه ی ★ خواهیم داشت:

$$(۵۱۵/۱ + R_B) \times \frac{۱۴}{۵۱۵/۱} = ۱۹/۳ \Rightarrow ۱۴ + R_B \times \frac{۱۴}{۵۱۵/۱} = ۱۹/۳$$

$$\boxed{R_B = ۲/۳ \times \frac{۵۱۵/۱}{۱۴} = ۱۰۴/۲۴ \ K\Omega}$$



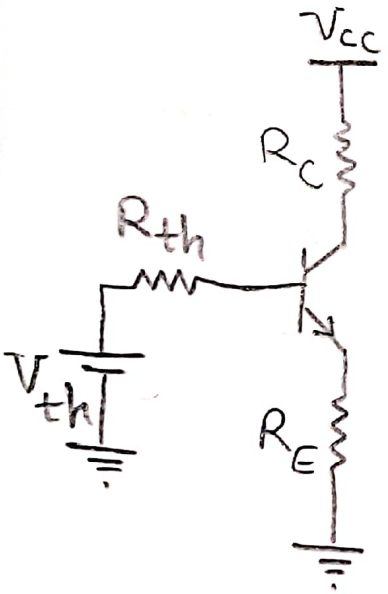
باید محتمات نقطه Q، روی خط بار DC صدق کند:

$$-V_{CC}+R_C I_C+V_{CE}+R_E I_E=0$$

$$-۱۰۰+۰/۱۴\times ۱۰+۵+R_E\times ۱۰=0$$

$$R_E=\frac{۱۰۰-۹}{۱۰}=۹/۱\ K\Omega$$

$$R_{th}=\frac{\beta_{min}R_E}{۱۰}=\frac{۴۰\times ۹/۱}{۱۰}=۳۶/۴\ K\Omega$$



$$R_1=R_{th}\times\frac{V_{cc}}{V_{th}}=۳۶/۴\times\frac{۱۰۰}{۹۴/۱۹}$$

$$\boxed{R_1=۳۷/۱۸۴\ K\Omega}$$

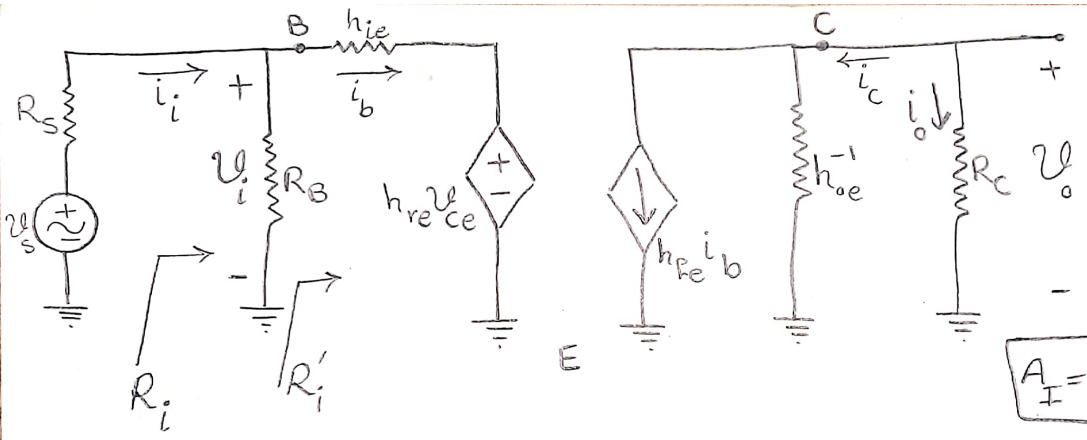
$$R_2=\frac{R_{th}}{1-\frac{V_{th}}{V_{cc}}}=\frac{۳۶/۴}{1-\frac{۹۴/۱۹}{۱۰۰}}$$

$$\boxed{R_2=۹۵۵/۳۸\ K\Omega}$$

KVL: $-V_{th}+R_{th}I_B+V_{BE}+R_E I_E=0$

$$V_{th}=R_{th}\times\frac{I_E}{\beta_{avg}+1}+V_{BE}+R_E I_E$$

$$V_{th}=۳۶/۴\times\frac{۱۰}{۸۱}+۰/۷+۹/۱\times ۱۰=۹۴/۱۹\ V$$



$$A_I = \frac{i_o}{i_i} = \frac{\frac{v_o}{R_C}}{\frac{v_i}{R_i}}$$

$$A_I = \frac{v_o R_i}{v_i R_C}$$

$$A_I = -54 \times \frac{1.09}{1} = -60.11$$

$$v_o = -h_{fe} i_b (R_C \| h_{oe}^{-1}) \Rightarrow \frac{v_o}{v_i} = \frac{-h_{fe} i_b (R_C \| h_{oe}^{-1})}{[h_{ie} - h_{re} h_{fe} (R_C \| h_{oe}^{-1})] \times i_b} = \frac{-60 \times \frac{1 \times 10^3}{1+10^3}}{1.1 - 2.5 \times 10^{-4} \times 60 \times \frac{1 \times 10^3}{1+10^3}} = -54$$

$$v_i = h_{ie} i_b + h_{re} v_{ce} = h_{ie} i_b + h_{re} v_o = h_{ie} i_b - h_{re} h_{fe} (R_C \| h_{oe}^{-1}) i_b$$

$$R_i = R_i' \| R_B$$

$$R_i' = \frac{v_i}{i_b} = \frac{[h_{ie} - h_{re} h_{fe} (R_C \| h_{oe}^{-1})] i_b}{i_b} = 1.1 - 2.5 \times 10^{-4} \times 60 \times \frac{1 \times 10^3}{1+10^3} = 1.09 \text{ k}\Omega$$

$R_B \gg h_{ie}$ $\Rightarrow$ $R_i = R_i' = 1.09$ kΩ