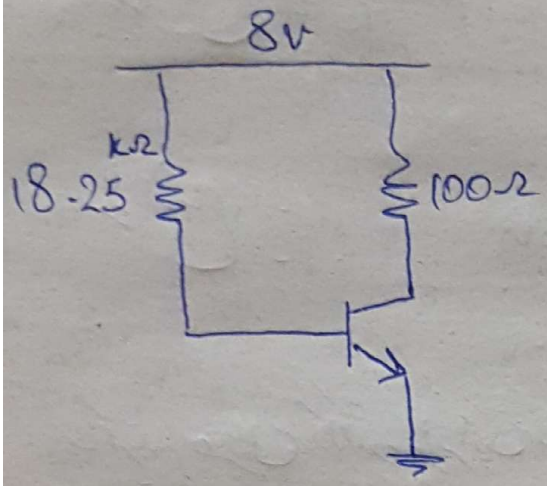


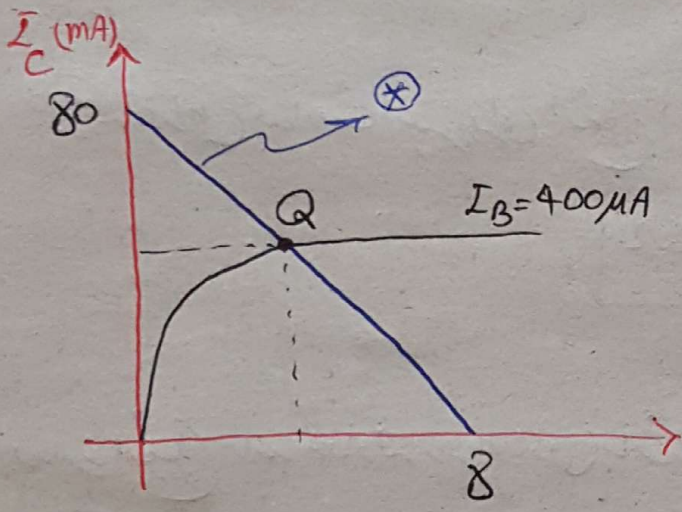
۱) معادله خط بار برابر است با:

$$V_{CC} = R_C I_C + V_{CE}$$

$$8 = 0.1 I_C + V_{CE} \quad (*)$$

برای I_B خواهیم داشت:

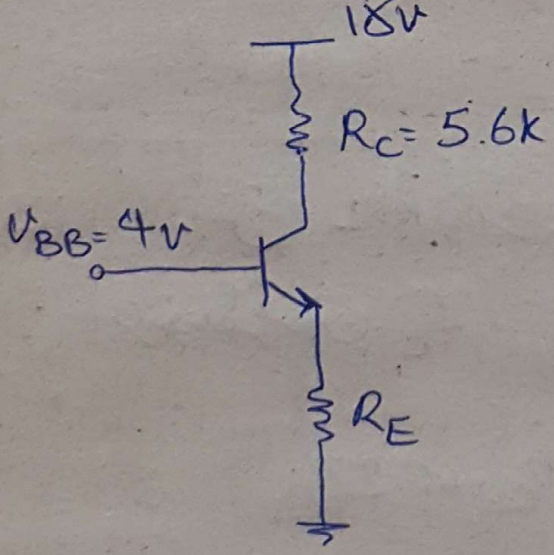
$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B} = \frac{8 - 0.7}{18.25} = 400\mu A$$



نقطه کار محل برخورد خط بار مقابل و منحنی داده شده در سوال با I_B=400μA می باشد پس خواهیم داشت:

$$V_{CE} = 3.8V$$

$$I_C = 42.5mA$$



(2

$V_{CE(Sat)} = 0.2V$

$\beta = 100$

با توجه به مدار خواهیم داشت،

$$V_E = V_{BB} - V_{BE}$$

$$= 4 - 0.7 = 3.3V$$

در مرز اشباع داریم:

$$V_C = V_E + V_{CE(sat)} = 3.3 + 0.2 = 3.5V$$

ماکزیمم جریان کلکتور برابرست با:

$$I_C = \frac{V_{cc} - V_C}{R_C} = \frac{18 - 3.5}{5.6} = 2.59mA$$

ماکزیمم جریان امیتر برابرست با:

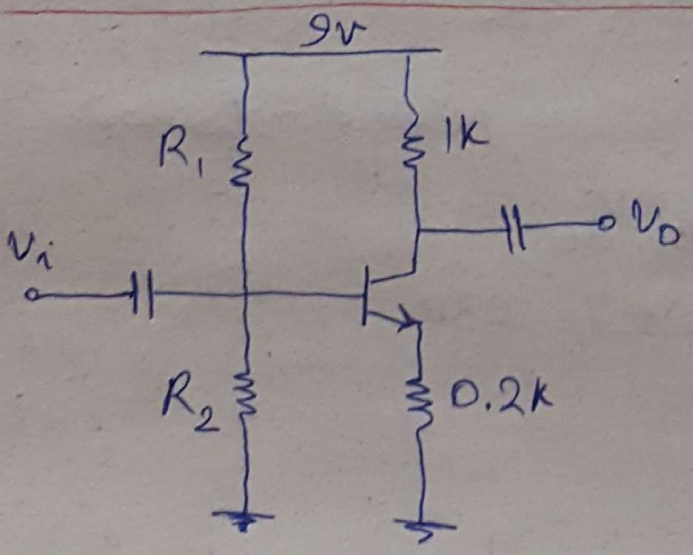
$$I_E = \frac{I_C}{\alpha} = \frac{2.59}{0.99} = 2.62mA$$

در نتیجه حداقل مقاومت امیتر برای اشباع نشدن برابرست با:

$$R_E = \frac{V_E}{I_E} = \frac{3.3}{2.62} = \boxed{1.26k\Omega}$$

در مرز اشباع باید معادله زیر صادق باشد [معادله KVL در خروجی]

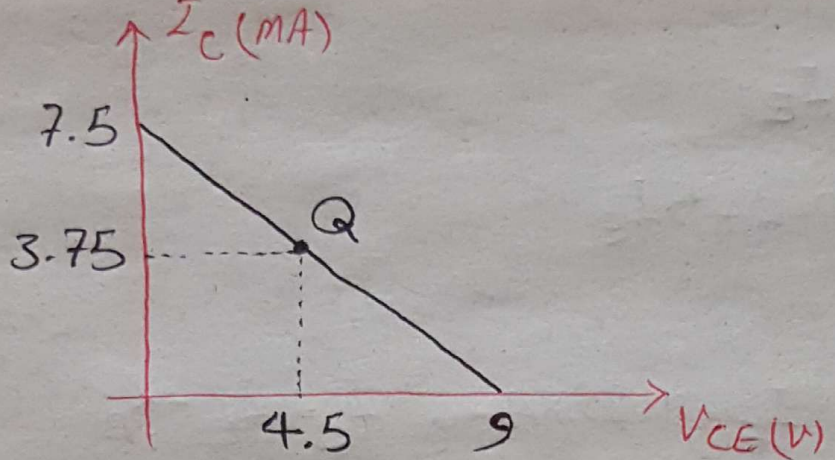
$$V_{cc} = 18 = R_C I_C + V_{CE(sat)} + R_E I_E$$



3) با نوشتن KVL در خروجی و با در نظر گرفتن I_C ، I_E داریم:

$$9 = I_C + V_{CE} + 0.2I_C$$

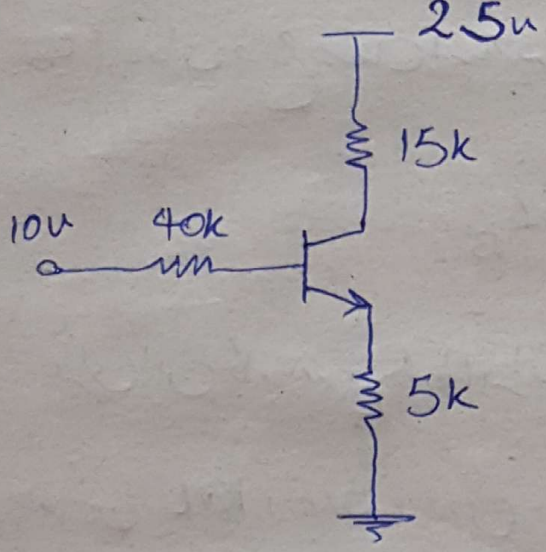
با رسم معادله فوق نمودار زیر را خواهیم داشت:



در این مثال خط بار DC و AC برهم منطبق هستند.

برای داشتن حداکثر دامنه نوسان متقارن نقطه کار باید وسط خط بار باشد. پس نقطه کار برابر است با

$(3.75mA, 4.5v)$



4) با نوشتن KVL در حلقه ورودی داریم:

$$10 = 40I_B + V_{BE(on)} + 5I_E$$

$$I_E = (\beta+1) I_B$$

$$\Rightarrow I_B = 31.5\mu A \,,\; I_E = 1.61 mA$$

$$I_C = \beta I_B = 1.58 mA$$

معادلات فوق با فرض اینکه ترانزیستور در ناحیه فعال است نوشته شده‌اند

KVL در حلقه خروجی برابر است با:

$$25 = 15I_C + V_{CE} + 5I_E$$

$$\Rightarrow V_{CE} = -6.75v$$

با توجه به مقدار بدست آمده برای V_{CE}، فرض اینکه ترانزیستور فعال است اشتباه می‌باشد و ترانزیستور در ناحیه اشباع قرار دارد. با نوشتن KVL در حلقه ورودی و خروجی در حالت اشباع داریم

$$\begin{cases} 10 = 40 I_B + 0.8 + 5 I_E \\ 25 = 15 (I_E - I_B) + 0.2 + 5 I_E \end{cases}$$

$$\Rightarrow I_B = 0.0686\,mA \,,\; I_E = 1.29\,mA \,,\; I_C = I_E - I_B$$

$$I_C = 1.223\,mA \Longrightarrow \beta I_B = 4.43 > 1.223 \quad \text{اشباع} \boxtimes$$

ب) برای خارج شدن از ناحیه اشباع باید داشته باشیم

$$V_{CE} \geq V_{CE(sat)} = 0.2V \,,\; I_C = \beta I_B$$

برای این کار باید R_E را افزایش دهیم. در حالت مرزی یا در نظر گرفتن $V_{CE} = 0.2V$ با نوشتن KVL در حلقه ورودی و خروجی مقدار $I_C = \beta I_B$ را بدست می آوریم:

$$\begin{cases} 10 = 40 I_B + V_{BE(on)} + R_E (\beta + 1) I_B \\ 25 = 15\beta I_B + V_{CE(sat)} + R_E (\beta + 1) I_B \end{cases} \Longrightarrow \boxed{R_E = 7.48\,k\Omega}$$

پس مقدار حداقل برای R_E مقداری است که با کاهش آن، جریان بیس افزایش یافته و ترانزیستور از اشباع می گردد.

با افزایش مقدار R_B، جریان بیس کاهش یافته و ترانزیستور از حالت اشباع به حالت فعال خواهد رفت. با نوشتن KVL در حلقه ورودی و خروجی در مرز اشباع داریم:

$$\begin{cases} 10 = R_B I_B + V_{BE(on)} + 5I_E \\ 25 = 15I_C + V_{CE(sat)} + 5I_E \end{cases}$$

$$I_C = \beta I_B = 50 I_B \quad , \quad I_E = (\beta+1) I_B$$

$$\Rightarrow \boxed{R_B = 121.875 \ k\Omega}$$

این مقدار حداقل برای R_B است که با افزایش آن ترانزیستور فعال می‌گردد.