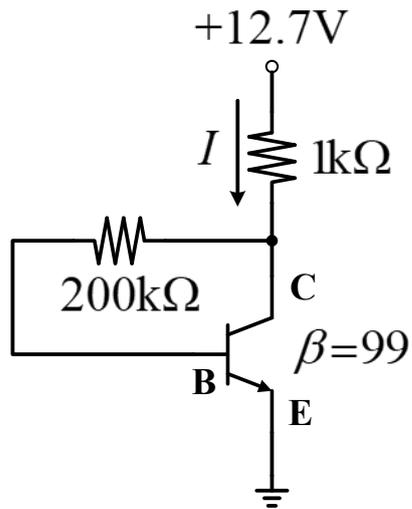


BJT 電路試題範例及解答

Question 1

如下圖所示，試求電流 I 。



Sol:

由 KVL 定律可知， $12.7 = 0.7 + I_B \cdot 200k + (1 + \beta)I_B \cdot 1k$

$$\Rightarrow I_B = 0.04mA$$

流經 $1k\Omega$ 上的電流實際為基極電流與集極電流總和

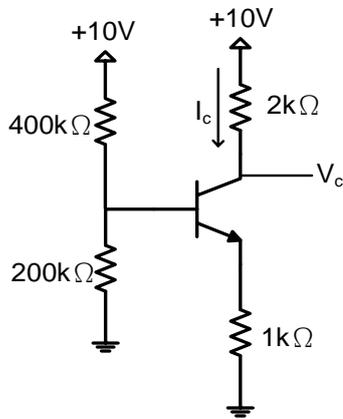
$$\text{故 } I = (1 + \beta)I_B = 100 \cdot 0.04m = 4mA$$

$$\text{驗證 } V_{BC} = V_B - V_C = 0.7 - (12.7 - 4m \cdot 1k) = -8V < 0V$$

故 BC 接面為逆偏，符合主動區假設。

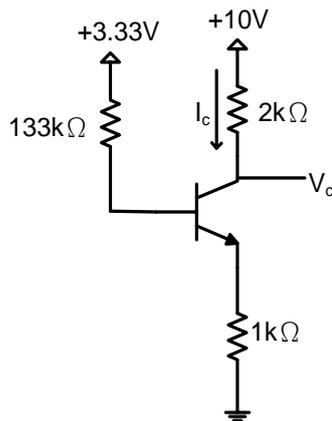
Question 2

下列 BJT 電路中，設 BJT 元件參數 $\beta = 100$ ，試求其集極電流 I_C 及集極電壓 V_C 。



Sol:

將基極端化簡為戴維寧等效電路如下



假設 BJT 為主動區：

$$I_B = \frac{3.33 - 0.7}{133k + 101 \times 1k} = 1.124 \times 10^{-2} \text{ mA}$$

$$I_C = \beta \times I_B = 1.124 \text{ mA}$$

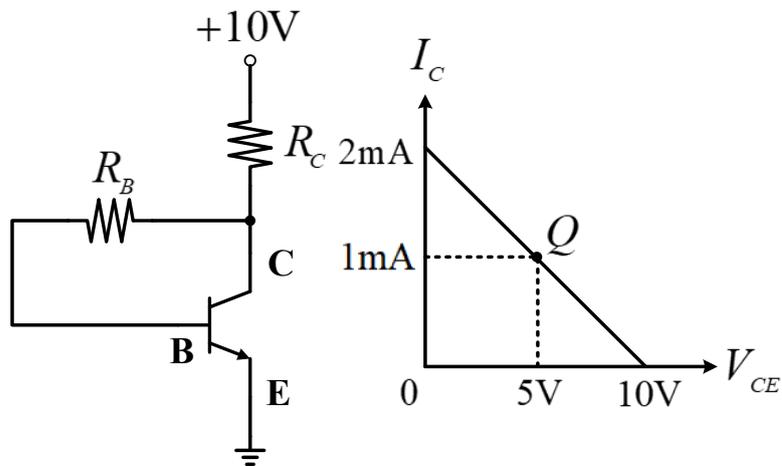
$$V_C = 10 - 1.124 \text{ mA} \times 2k = 7.75 \text{ V}$$

$$\text{驗證 } V_B = 3.33 - I_B \times 133k = 1.84 \text{ V}$$

故 BC 接面為逆偏，符合主動區之假設。

Question 3

如下圖所示， $\beta = 100$ 、 $V_{BE} = 0.7V$ ，試求 R_B 以滿足 Q 點條件。



Sol:

從 Q 點條件已知 $V_{CE} = 5V$ ， $I_C = 1mA$

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{1m}{100} = 0.01mA$$

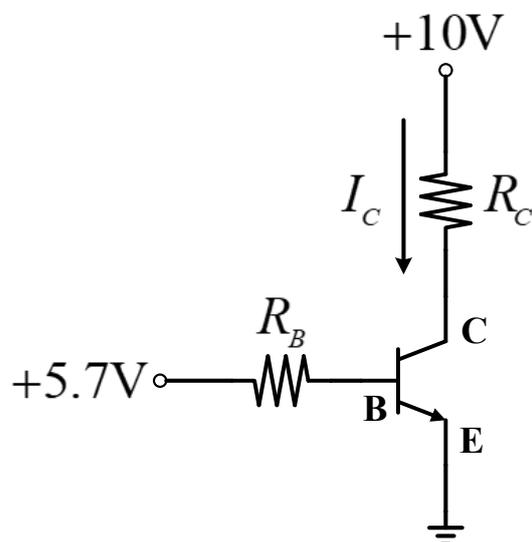
$$\text{又 } I_B = \frac{5 - 0.7}{R_B} = \frac{4.3}{R_B}$$

$$\Rightarrow R_B = \frac{4.3}{0.01m} = 430k\Omega$$

Question 4

如下圖所示之 BJT 電路，已知 $V_{BE} = 0.7V$ 、 $\beta = 100$ 、 $R_B = 20k\Omega$ 、 $R_C = 1k\Omega$ 、

$V_{CE(sat)} = 0.2V$ ，試求 I_C 電流。



Sol:

由 KVL 定律可知，基極電流 $I_B = \frac{5.7 - V_{BE}}{R_B} = \frac{5.7 - 0.7}{20k} = 0.25mA$

$$\Rightarrow I_C = \beta I_B = 100 \cdot 0.25m = 25mA$$

$$\Rightarrow V_C = 10 - I_C R_C = 10 - 25m \cdot 1k = -15V$$

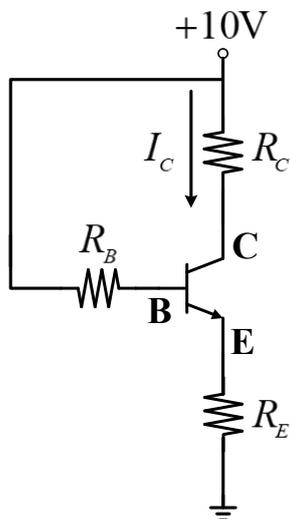
$$\text{驗證 } V_{BC} = V_B - V_C = 0.7 - (-15) = 15.7V > 0V$$

BC 接面為順偏，故不符合主動區假設，原電路符合飽和區

$$\Rightarrow I_C = I_{C(sat)} = \frac{10 - V_{CE(sat)}}{R_C} = \frac{10 - 0.2}{1k} = 9.8mA$$

Question 5

如下圖所示之 BJT 電路，已知 $V_{BE} = 0.7V$ 、 $\beta = 99$ 、 $R_B = 200k\Omega$ 、 $R_C = 1k\Omega$ 、 $R_E = 1k\Omega$ 、 $V_{CE(sat)} = 0.2V$ ，試求 I_C 電流。



Sol:

由 KVL 定律可知，基極電流 $I_B = \frac{10 - V_{BE}}{R_B + (1 + \beta)R_E} = \frac{10 - 0.7}{200k + 100 \cdot 1k} = 0.031mA$

$\Rightarrow I_C = \beta I_B = 99 \cdot 0.031m = 3.07mA$

驗證

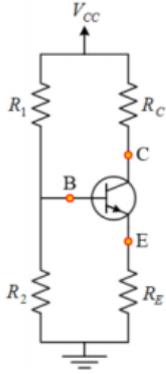
$\Rightarrow V_{CE} \cong 10 - I_C(R_C + R_E) = 10 - 3.07m \cdot (1k + 1k) = 3.86V$

$V_{BC} = V_{BE} - V_{CE} = 0.7 - 3.86 = -2.16V < 0V$

BC 接面為逆偏，故符合主動區假設

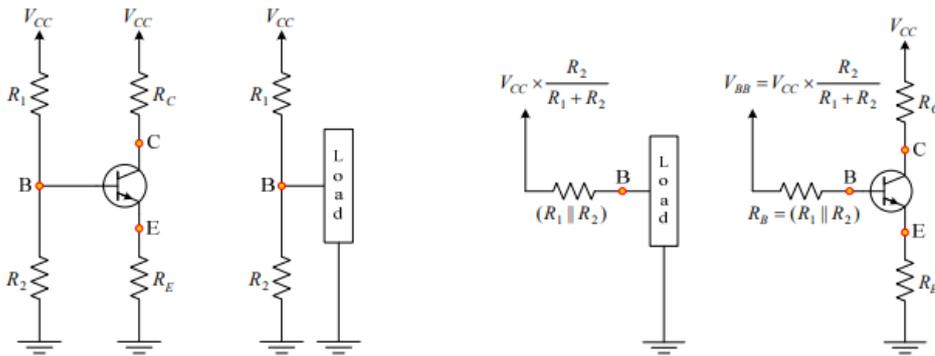
Question 6

圖中之電路，若電阻 $R_1 = R_2 = 100\text{k}\Omega$ 、 $R_C = 4\text{k}\Omega$ 、 $R_E = 5\text{k}\Omega$ 及 $V_{CC} = 12\text{V}$ ，求解流經集極的電流 I_C 、集極與射極的電壓 V_C 、 V_E ，BJT 操作在主動模式的參數 $\beta = 100$ 。



Sol:

利用戴維寧等效電路，原電路可改寫為：



$$V_{BB} = V_{CC} \times \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 12 \times \frac{100 \times 10^3}{100 \times 10^3 + 100 \times 10^3} = 6\text{V}$$

$$R_B = (R_1 \parallel R_2) = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 50\text{k}\Omega$$

假設 BJT 處於 *active mode*，並利用 KVL 得到：

$$V_{BB} = I_B \cdot R_{BB} + V_{BE} + I_E \cdot R_E \Rightarrow 6 = I_B \cdot R_{BB} + 0.7 + (\beta + 1)I_B \cdot R_E$$

$$\Rightarrow I_B = \frac{6 - 0.7}{R_{BB} + (100 + 1)R_E} = 0.0095\text{mA}$$

得到 I_B 之後，就可以計算其他的電壓、電流：

$$V_B = V_{BB} - I_B \cdot R_{BB} = 6 - 0.0095 \cdot 50 = 5.52\text{V}$$

$$V_E = V_B - 0.7 = 5.52 - 0.7 = 4.82\text{V}$$

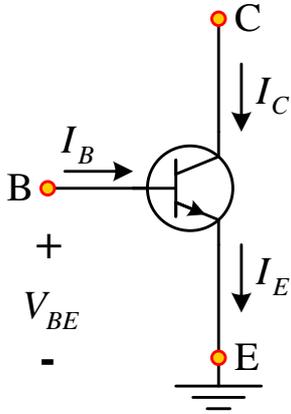
$$I_C = \beta I_B = 100 \cdot 0.0095 = 0.95\text{mA}$$

$$V_C = V_{CC} - I_C R_C = 12 - 0.95 \cdot 4 = 8.2\text{V}$$

check: $V_{CE} = V_C - V_E = 3.38\text{V}$ ，因為 $V_{CE} > 0.3\text{V}$ ，所以假設成立。

Question 7

圖 7 電路中，若 BJT 元件操作在主動模式，且基極電流 $I_B = 14.46 \mu A$ 、射極電流 $I_E = 1.46 mA$ 及基射極電壓 $V_{BE} = 0.7 V$ ，試求解 BJT 元件參數 α 及 β 。



解答：

Step 1.

若 BJT 元件操作在主動模式下，其基極電流 I_B 、集極電流 I_C 及射極電流 I_E 滿足：

$$I_E = I_C + I_B \quad \& \quad I_C = \beta I_B$$

因此可知

$$I_C = I_E - I_B = 1.45 mA$$

Step 2.

由 $I_B = 14.46 \mu A$ 、 $I_C = 1.45 mA$ 且 $I_E = 1.46 mA$ ，便可求得 BJT 元件參數 α 及 β ：

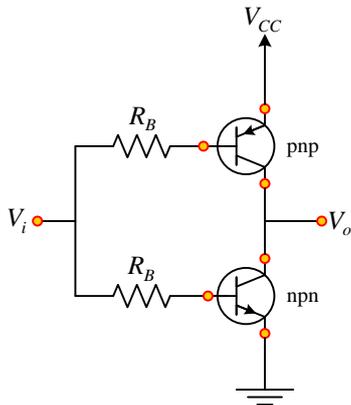
$$\boxed{\alpha = \frac{I_C}{I_E} = 0.99} \quad , \quad \boxed{\beta = \frac{I_C}{I_B} = 99.97}$$

Question 8

圖 8 為 BJT 元件所構成之數位電路，其中 $V_{CC} = 5V$ 、 $V_i = 0.2V$ 或 $V_i = 4.8V$ 。若 $R_B = 10k\Omega$ 且輸出端無負載的情況下，試說明此 BJT 電路的物理意義並求解其平均靜態功率損耗。

note: npn-BJT 的元件參數 $V_{BE(ON)} = 0.7V$ 、 $V_{CE(sat)} = 0.2V$ 、 $\beta = 100$ ；

pnp-BJT 的元件參數 $V_{EB(ON)} = 0.7V$ 、 $V_{EC(sat)} = 0.2V$ 、 $\beta = 100$ 。



Sol:

Step1. 開關在 $V_i = V_L$ 時的表現狀態

由題目知 $V_i = V_L = 0.2V$ ， V_{B1} 為低電位， V_{E1} 為高電位， $V_{E1B1} > 0.7V$ ，pnp 電晶體導通； V_{B2} 為低電位、 $V_{B2E2} < 0.7V$ ，npn 電晶體不導通，

$$I_B = \frac{V_{CC} - 0.7 - V_L}{R_B} = \frac{5 - 0.7 - 0.2}{10k} = 0.41mA$$

$$I_C = 0$$

$$P_1 = (V_{CC} - V_L) \cdot I_B = 1.97mW$$

Step2. 開關在 $V_i = V_H$ 時的表現狀態

由題目知 $V_i = V_H = 4.8V$ ， V_{B1} 為高電位， $V_{E1B1} < 0.7V$ ，

pnp 電晶體不導通； V_{B2} 為高電位， V_{E2} 接地， $V_{B2E2} > 0.7V$ ，npn 電晶體導通，

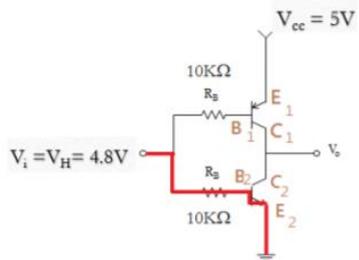
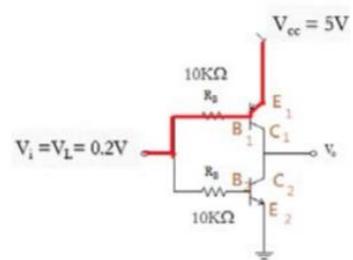
$$I_B = \frac{V_H - 0.7}{R_B} = 0.41mA$$

$$I_C = 0$$

$$P_2 = V_H \cdot I_B = 1.97mW$$

所以平均靜態功率損耗為

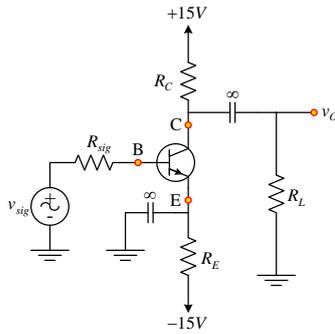
$$P = \frac{P_1 + P_2}{2} = 1.97mW$$



Question 9

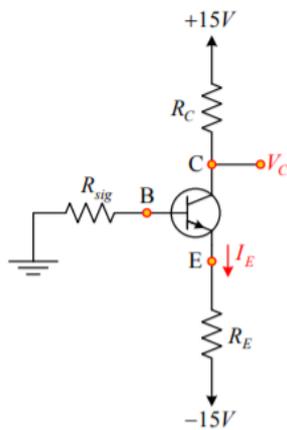
圖 9 電路中，若 BJT 操作於主動模式時，基射極電壓 $V_{BE} = 0.7V$ 、 $\beta = 75$ ，且 BJT 元件熱電壓 $V_T = 25mV$ 、忽略 Early Effect 及訊號源內阻 $R_{sig} = 2.5k\Omega$ ，

- 試求解射極電阻 R_E ，使射極直流電流 $I_E = 0.5mA$ ；
- 試求解集極電阻 R_C ，使集極直流電壓 $V_C = 5V$ ；
- 若負載電阻 $R_L = 10k\Omega$ ，繪出等效小訊號模型並求小訊號電壓增益 v_o/v_{sig} 。



Sol:

直流偏壓電路可重畫如下:



(a)

若 BJT 元件操作在主動模式下，且基射極電壓 $V_{BE} = 0.7V$

由 KVL 定律可知: $R_{sig} I_B + V_{BE} + R_E I_E - 15 = 0$

由於假設 BJT 元件操作在主動模式: $I_E = (\beta + 1)I_B$ ，且題目已知條件 $I_E = 0.5mA$ ，因此可得知，

$$(2.5 \times 10^3) \times \frac{I_E}{\beta + 1} + 0.7 + R_E I_E - 15 = 0 \Rightarrow R_E = 28.567k\Omega$$

(b)

由題目已知條件 $I_E = 0.5mA$ ，且假設 BJT 元件操作在主動模式，因此

$$I_C = \alpha I_E = \frac{\beta}{\beta + 1} \times I_E = 0.493mA, \quad I_B = \frac{I_E}{\beta + 1} = 6.579\mu A$$

因此集極直流電壓可表示為 $V_C = 15 - R_C I_C = 5V$ ，此外題目已知條件 $V_C = 5V$ ，

可求得 $R_C = 20.284k\Omega$

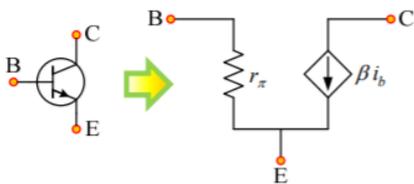
基極直流電壓則為 $V_B = 0 - R_{sig} I_B = -0.016V$

驗證假設 BJT 操作在主動模式之條件

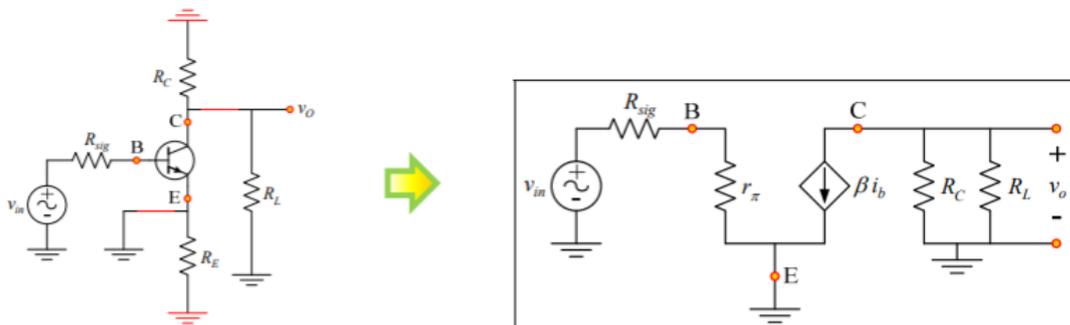
- a) 基射極接面 $V_{BE} : V_{BE} = 0.7V > 0$ (順偏)；
 - b) 基集極接面 $V_{CB} : V_{CB} = 5 - (-0.016) = 5.016V > 0$ (逆偏)。
- 符合假設！

(c)

BJT 小訊號混合 π 模型：



小訊號 BJT 電路可重畫如下：



其小訊號模型參數 $r_\pi = \frac{V_T}{I_B} = \frac{25 \times 10^{-3}}{6.579 \times 10^{-6}} = 3.8k\Omega$

基極小訊號電流 $i_b = \frac{v_{in}}{R_{sig} + r_\pi} = \frac{v_{in}}{6.3 \times 10^3}$

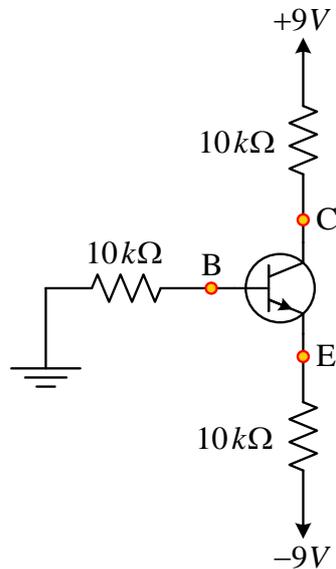
輸出小訊號電壓 $v_o = -(\beta i_b) \times (R_C \parallel R_L) = -\beta \times \frac{R_C \times R_L}{R_C + R_L} \times i_b = -502.344 \times 10^3 \times i_b$

因此 BJT 電路小訊號電壓放大增益 $A_v = \frac{v_o}{v_{in}}$ 可求解為，

$A_v = \frac{v_o}{v_{in}} = -502.344 \times 10^3 \times \frac{1}{6.3 \times 10^3} = -79.737V/V$

Question 10

下列 BJT 電路中，若基極電壓 $V_B = -1.5V$ 、基射極電壓 $V_{BE} = 0.7V$ ，試求解集極電壓 V_C 、射極電壓 V_E 及 BJT 元件參數 β 及 α 。



Sol :

由題目已知條件及歐姆定律可知

$$V_E = V_B - V_{BE} = -1.5 - 0.7 = -2.2V$$

$$I_B = \frac{0 - V_B}{10 \times 10^3} = \frac{1.5}{10 \times 10^3} = 0.15mA$$

$$I_E = \frac{V_E - (-9)}{10 \times 10^3} = \frac{-2.2 + 9}{10 \times 10^3} = 0.68mA$$

若 BJT 元件操作在主動模式下，

$$I_E = I_C + I_B \quad \& \quad I_C = \beta I_B \quad \& \quad I_C = \alpha I_E \quad \text{且} \quad \alpha = \frac{\beta}{\beta + 1}$$

$$\text{因此 } I_E = I_C + I_B = (\beta + 1) \times I_B \Rightarrow \boxed{\beta = \frac{I_E}{I_B} - 1 = 3.53, \quad \alpha = \frac{\beta}{\beta + 1} = \frac{3.53}{3.53 + 1} = 0.779}$$

$$I_C = I_E - I_B = 0.68 - 0.15 = 0.53mA \Rightarrow V_C = 9 - (10 \times 10^3) \times I_C = 3.7V$$

驗證假設 BJT 操作在主動模式之條件

a) 基射極接面 V_{BE} : $V_{BE} = 0.7V > 0$ (順偏)；

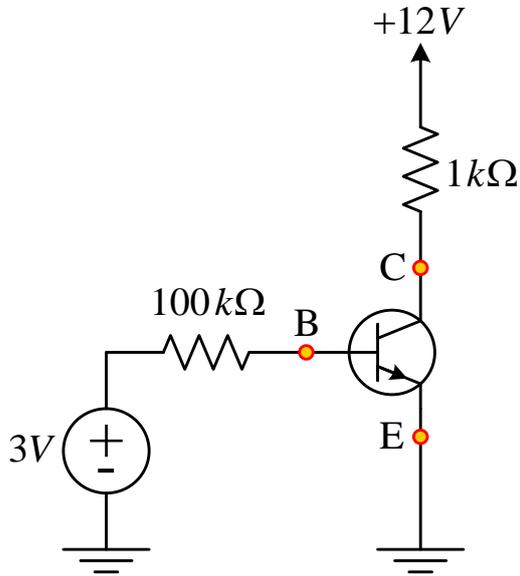
b) 基集極接面 V_{CB} : $V_{CB} = V_C - V_B = 3.7 - (-1.5) = 5.2V > 0$ (逆偏)。

符合假設！

Question 11

下列 BJT 電路中，求解集極直流電流 I_C 及參數 g_m ，其中 BJT 元件參數 $\beta = 100$ 、 $V_T = 25mV$ ，且若 BJT 操作在主動模式時，基射極電壓 $V_{BE} = 0.7V$ 、

$$g_m = \frac{I_C}{V_T}。$$



Sol :

Step 1.

由 KVL 定律可知， $-3 + (100 \times 10^3) \times I_B + V_{BE} = 0 \Rightarrow I_B = \frac{3 - 0.7}{100 \times 10^3} = 0.023mA$

若 BJT 元件操作在主動模式下，

$$I_E = I_C + I_B \text{ \& } I_C = \beta I_B$$

$$I_E = (\beta + 1) \times I_B = 2.323mA \text{ 、 } I_C = \beta I_B = 2.3mA$$

$$V_C = 12 - (1 \times 10^3) \times I_C = 12 - (1 \times 10^3) \times (2.3 \times 10^{-3}) = 9.7V$$

驗證假設 BJT 操作在主動模式之條件

a) 基射極接面 V_{BE} : $V_{BE} = 0.7V > 0$ (順偏)；

b) 基集極接面 V_{CB} : $V_{CB} = V_C - V_B = 9.7 - 0.7 = 9V > 0$ (逆偏)。

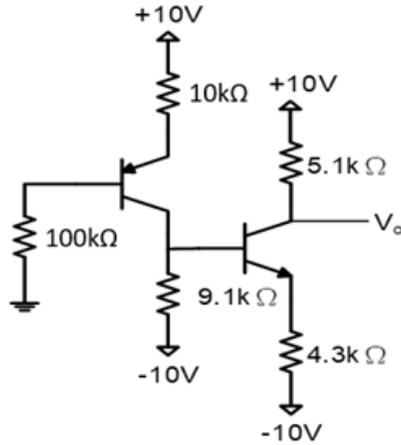
符合假設！

Step 2.

$$g_m = \frac{I_C}{V_T} = \frac{2.3 \times 10^{-3}}{25 \times 10^{-3}} = 92mA/V$$

Question 12

下列 BJT 電路中，設 BJT 元件參數 $\beta = 100$ ，試求電壓 V_o 。



Sol :

先求出 Q1 電晶體之 I_c :

$$I_{E1} = \frac{10 - (V_{B1} + 0.7)}{10k} = (\beta + 1)I_{B1}$$

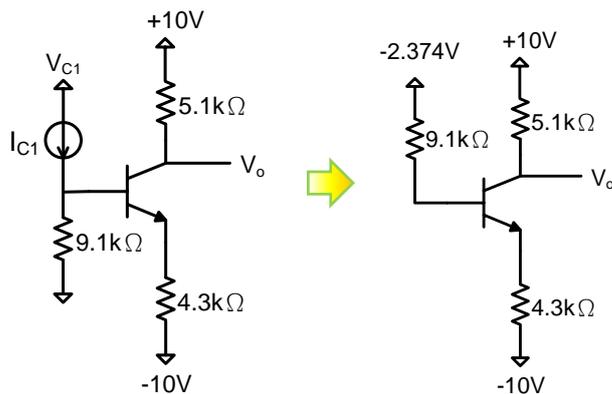
又 $I_{B1} = \frac{V_{B1}}{100k}$ 代入上式可得:

$$\frac{10 - (V_{B1} + 0.7)}{10k} = \frac{101}{100k} V_{B1}$$

$$\Rightarrow V_{B1} = \frac{10}{111} \cdot 9.3$$

$$\Rightarrow I_{B1} = \frac{V_{B1}}{100k} = \frac{93}{11100k} = 8.38 \mu A$$

$\therefore I_{C1} = 0.838 mA$ ，接著以戴維寧等效簡化 Q_2 之偏壓如下:



$$I_{B2} = \frac{-2.374 - 0.7 - (-10)}{9.1k + 4.3k \times 101} = 0.0156 mA$$

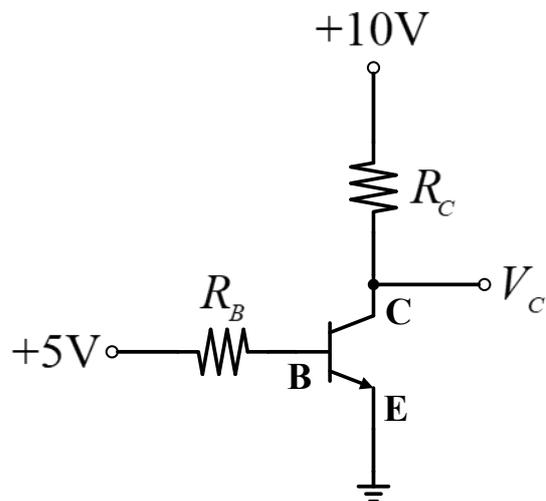
$$\therefore I_{C2} = 1.56 mA$$

$$\therefore V_o = 10 - 1.56 \times 5.1 = 2.04 V$$

Question 13

如下圖所示之 CE 組態放大電路，已知 $V_{BE} = 0.7V$ 、 $\beta = 100$ 、 $R_B = 100k\Omega$ 、

$R_C = 1k\Omega$ 、 $V_{CE(sat)} = 0.2V$ ，試求 V_C 電壓。



Sol:

由 KVL 定律可知，基極電流 $I_B = \frac{5 - V_{BE}}{R_B} = \frac{5 - 0.7}{100k} = 0.043mA$

$\Rightarrow I_C = \beta I_B = 100 \cdot 0.043m = 4.3mA$

$\Rightarrow V_C = 10 - I_C R_C = 10 - 4.3m \cdot 1k = 5.7V$

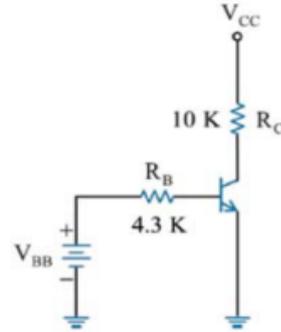
驗證 $V_{BC} = V_B - V_C = 0.7 - 5.7 = -5V < 0V$

故 BC 接面為逆偏，符合主動區假設。

Question 14

圖14中之BJT電路，若BJT操作於主動模式 $\beta=100$ 、 $V_{CC}=10V$ 。試依據下列情況求解流通集極及基極的電流 I_C 、 I_B ：

- 若 $V_{BB}=0.2V$ ；
- 若 $V_{BB}=1V$ ；
- 若 $R_B=43k\Omega$ 及 $V_{BB}=1V$ 。



Sol:

(a) $V_{BB}=0.2V$ ；

$$V_{BE}=0.2V$$

$$\Rightarrow V_{BE} < V_{cut-in} (\cong 0.5V)$$

\Rightarrow *cutoff mode* 截止狀態無電流通過 由此可得 $I_B = I_C = 0$

(b) $V_{BB}=1V$ ；

假設 *cutoff* 截止狀態 $I_B = 0$

$$\Rightarrow V_{BE} = V_{BB} - I_B R_B = 1V > V_{cut-in} (\cong 0.5V) \text{ 與假設不符!}$$

考慮另兩種可能 *active mode* 或 *saturation mode*

假設 *active mode* $V_{BE}=0.7V$

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B} = \frac{1 - 0.7}{4.3k} = 0.07mA$$

$$I_C = \beta I_B = 100 \cdot 0.07 = 7mA$$

check: $V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C = -60V < 0.3V$ 與假設不符!

假設 *saturation mode* $V_{BE}=0.7V$ ， $V_{CE}=0.2V$

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B} = \frac{1 - 0.7}{4.3k} = 0.07mA$$

$$I_C = \frac{V_{CC} - 0.2}{R_C} = 0.98mA \quad (\text{check: } I_C < \beta I_B \text{ 假設正確!})$$

(c) $R_B=43k\Omega$ ， $V_{BB}=1V$ ；

假設 *saturation mode* $V_{BE}=0.7V$ ， $V_{CE}=0.2V$

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B} = \frac{1 - 0.7}{43k} = 0.007mA$$

$$I_C = \frac{V_{CC} - 0.2}{R_C} = 0.98mA \quad \text{check: } I_C > \beta I_B \text{ 與假設不符!}$$

假設 *active mode* $V_{BE}=0.7V$

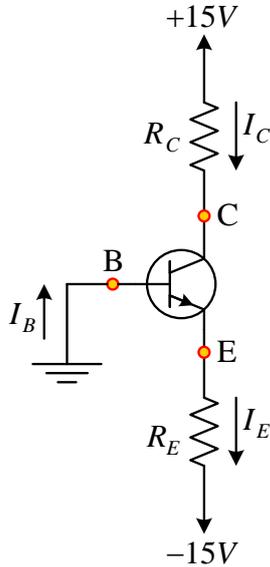
$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B} = \frac{1 - 0.7}{43k} = 0.007mA$$

$$I_C = \beta I_B = 100 \cdot 0.007 = 0.7mA$$

check: $V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C = 3 > 0.3V$ 假設正確!

Question 15

圖中BJT 電路，BJT 操作於主動模式時， $\beta = 100$ ，基射極電壓 $V_{BE} = 0.7V$ ，集極電流 $I_C = 1mA$ ；當集極電流 $I_C = 2mA$ 時，集極電壓 $V_C = 5V$ 。試求解電路中電阻 R_C 及 R_E ，並驗證 BJT 操作於主動模式。



Sol:

當集極電流 $I_C = 2mA$ 時，集極電壓 $V_C = 5V$ ，可求得：

$$R_C = \frac{15 - V_C}{I_C} = \frac{15 - 5}{2 \times 10^{-3}} = 5k\Omega$$

若假設 BJT 元件操作在主動模式，集極電流可表示為：

$$I_C = I_S e^{V_{BE}/V_T} \Rightarrow V_{BE} = V_T \ln \frac{I_C}{I_S} \Rightarrow V_{BE2} - V_{BE1} = V_T \ln \frac{I_{C2}}{I_{C1}}$$

當基射極電壓 $V_{BE} = 0.7V$ 時，集極電流 $I_C = 1mA$ ；因此當集極電流 $I_C = 2mA$ 時

$$V_{BE2} = V_{BE1} + V_T \times \ln \frac{I_{C2}}{I_{C1}} = 0.7 + (25 \times 10^{-3}) \times \ln \frac{2 \times 10^{-3}}{1 \times 10^{-3}} = 0.717V$$

由於電路中 BJT 基極接地，即 $V_B = 0V$ ，且 $V_{BE} = 0.717V$ ，因此射極電壓 V_E ：

$$V_E = V_B - V_{BE} = 0 - 0.717 = -0.717V$$

由於假設 BJT 元件操作在主動模式，因此 $I_E = \frac{1}{\alpha} \cdot I_C = \frac{\beta + 1}{\beta} \cdot I_C \Rightarrow I_E = 2.02mA$

由歐姆定律可知，

$$R_E = \frac{V_E - (-15)}{I_E} = \frac{-0.717 + 15}{2.02 \times 10^{-3}} = 7.07k\Omega$$

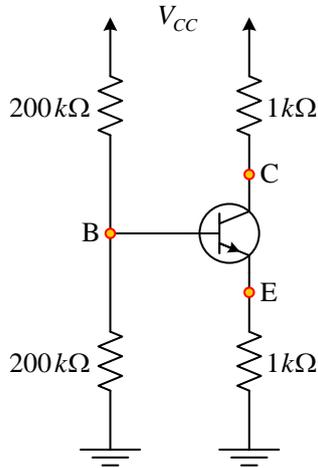
驗證假設 BJT 操作在主動模式之條件

- 基射極接面 V_{BE} ： $V_{BE} = 0.717V > 0$ (順偏)；
- 基集極接面 V_{CB} ： $V_{CB} = 5 - 0 = 5V > 0$ (逆偏)。

符合假設！

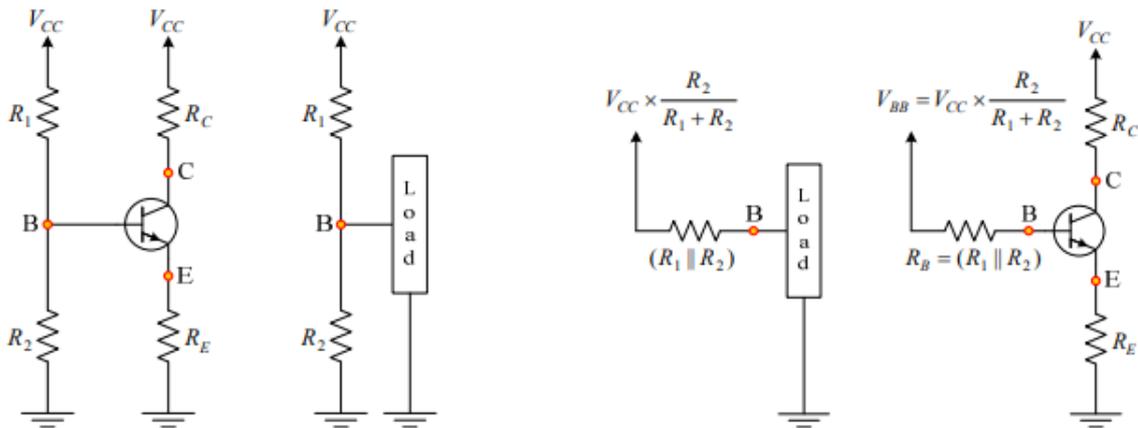
Question 16

圖16中之BJT電路中，若直流電壓源 $V_{CC} = +10V$ 、基射極電壓 $V_{BE} = 0.7V$ ，試求解基極、集極及射極電壓，即 V_B 、 V_C 及 V_E ，其中BJT元件參數 $\beta = 100$ 。



Sol:

利用戴維寧等效電路，原電路可改寫為：



$$V_{BB} = V_{CC} \times \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 10 \times \frac{200 \times 10^3}{200 \times 10^3 + 200 \times 10^3} = 5V$$

$$R_B = (R_1 \parallel R_2) = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 100k\Omega$$

若BJT元件操作在主動模式下： $I_E = I_C + I_B$ & $I_C = \beta I_B \Rightarrow I_E = (\beta + 1) \times I_B$

由KVL定律可知： $-V_{BB} + R_B \times I_B + V_{BE} + R_E \times I_E = 0$

$$\Rightarrow I_E = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_E + R_B / (\beta + 1)} = \frac{5 - 0.7}{(1 \times 10^3) + (100 \times 10^3) / (100 + 1)} = 2.16mA$$

由歐姆定律可知， $V_E = R_E \times I_E = (1 \times 10^3) \times (2.16 \times 10^{-3}) = 2.16V$

由歐姆定律可知， $V_B = V_{BB} - R_B \times I_B = V_{BB} - R_B \times \frac{I_E}{\beta + 1}$

$$V_B = 5 - \frac{100 \times 10^3}{100 + 1} \times (2.16 \times 10^{-3}) = 2.86V$$

由歐姆定律可知， $V_C = V_{CC} - R_C \times I_C = V_{CC} - R_C \times \alpha I_E$

$$V_C = 10 - (1 \times 10^3) \times \frac{100}{(100 + 1)} \times (2.16 \times 10^{-3}) = 7.86V$$

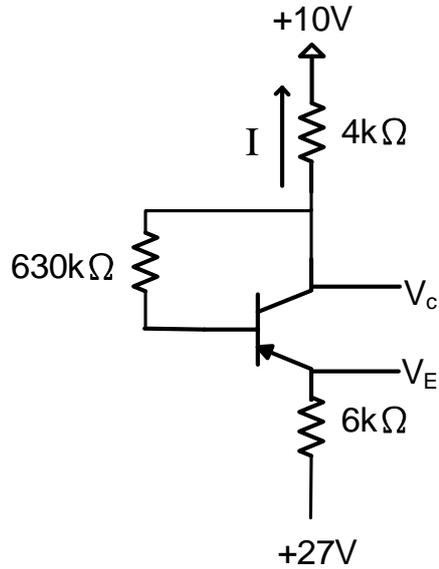
驗證假設 BJT 操作在主動模式之條件

- a) 基射極接面 V_{BE} : $V_{BE} = 0.7V > 0$ (順偏) ;
 - b) 基集極接面 V_{CB} : $V_{CB} = V_C - V_B = 7.86 - 2.86 > 0$ (逆偏)。
- 符合假設！

Question 17

如下圖所示之 BJT 電路，已知 $V_{BE} = 0.7V$ 、 $\beta = 99$ 、 $R_B = 630k\Omega$ 、 $R_C = 4k\Omega$ 、

$R_E = 6k\Omega$ ，試求 I 電流與 V_{EC} 電壓。



Sol:

由 KVL 定律可知，基極電流

$$I_B = \frac{27 - V_{BE} - 10}{R_B + (1 + \beta)(R_E + R_C)} = \frac{27 - 0.7 - 10}{630k + (99 + 1) \cdot (6k + 4k)} = 10\mu A$$

$$\Rightarrow I_C = \beta I_B = 99 \cdot 10\mu = 0.99mA$$

$$\therefore I_E = 1mA$$

驗證

$$\Rightarrow V_{EC} \cong 27 - 10 - I_E(R_C + R_E) = 27 - 10 - 1m \cdot (4k + 6k) = 7V$$

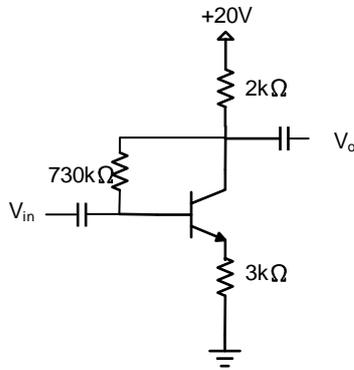
$$V_{BC} = V_{EC} - V_{BE} = 7 - 0.7 = 6.3V > 0V$$

BC 接面為逆偏，故符合主動區假設

Question 18

如下圖所示之 BJT 電路，已知 $V_{BE} = 0.7V$ 、 $\beta = 199$ 、 $R_B = 730k\Omega$ 、 $R_C = 2k\Omega$ 、

$R_E = 3k\Omega$ ，試求電壓增益 $\frac{V_o}{V_{in}}$ 。



Sol:

由 KVL 定律可知，基極電流

$$I_B = \frac{20 - V_{BE}}{R_B + (1 + \beta)R_E} = \frac{20 - 0.7}{730k + (199 + 1) \cdot (3k + 2k)} = 11.16\mu A$$

$$\Rightarrow I_C = \beta I_B = 199 \cdot 11.16\mu = 2.22mA$$

$$\therefore I_E = 2.23mA$$

驗證

$$\Rightarrow V_{CE} \cong 20 - I_C \cdot R_C - I_E \cdot R_E = 20 - 2.22m \cdot 2k - 2.23m \cdot 3k = 8.87V$$

$$V_{CB} = V_{CE} - V_{BE} = 8.87 - 0.7 = 8.17V > 0V$$

BC 接面為逆偏，故符合主動區假設

射極電阻

$$r_e = \frac{V_T}{I_E} = \frac{26mV}{2.23mA} = 11.66\Omega$$

電壓增益

$$A_v \cong -\frac{R_C}{r_e + R_E} = -\frac{2000}{8.97 + 3000} = -0.66$$