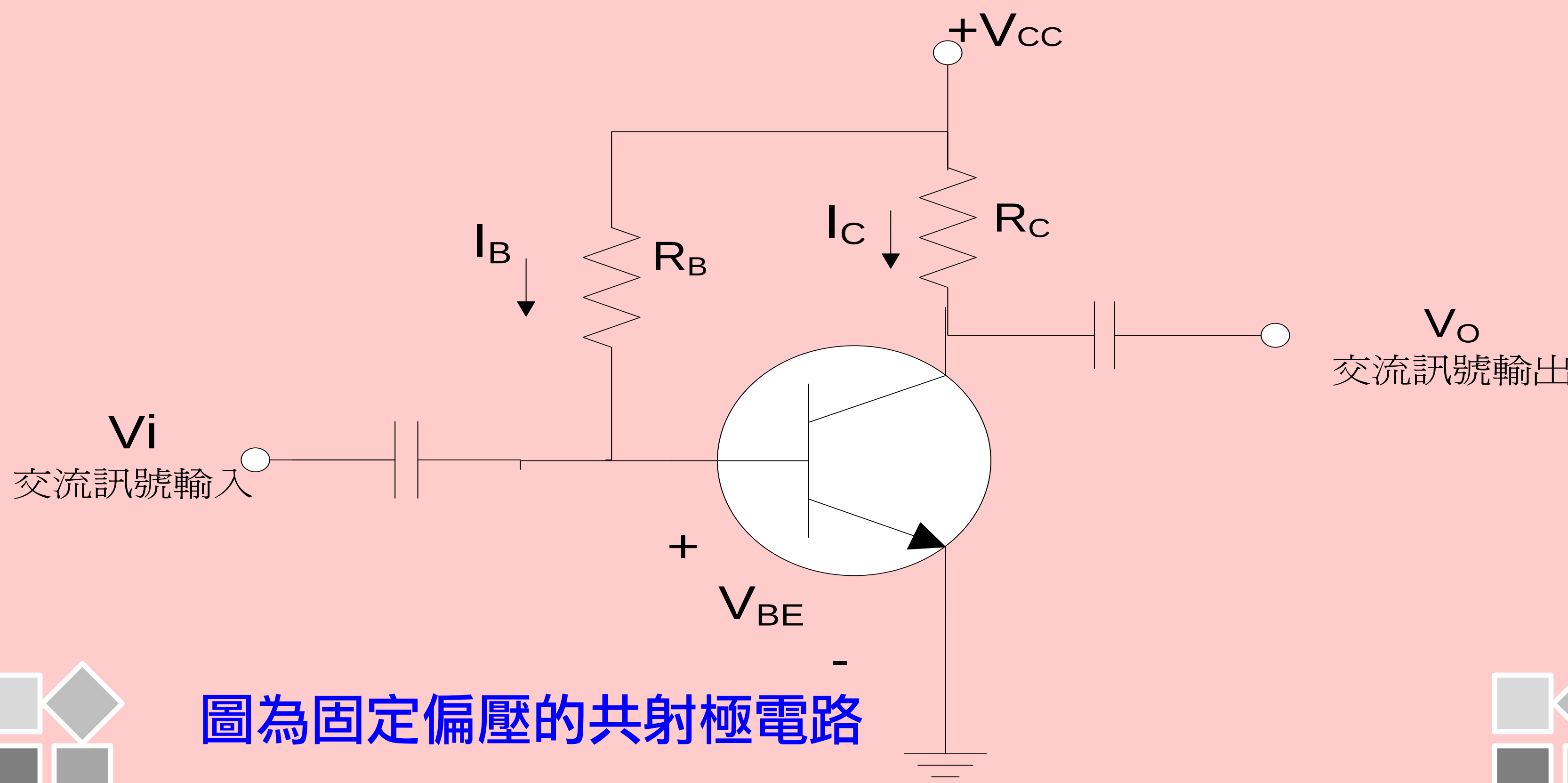
電晶體之直流偏壓

National Taiwan Normal University

講師：侯淇健

一、固定偏壓

固定偏壓電路分析

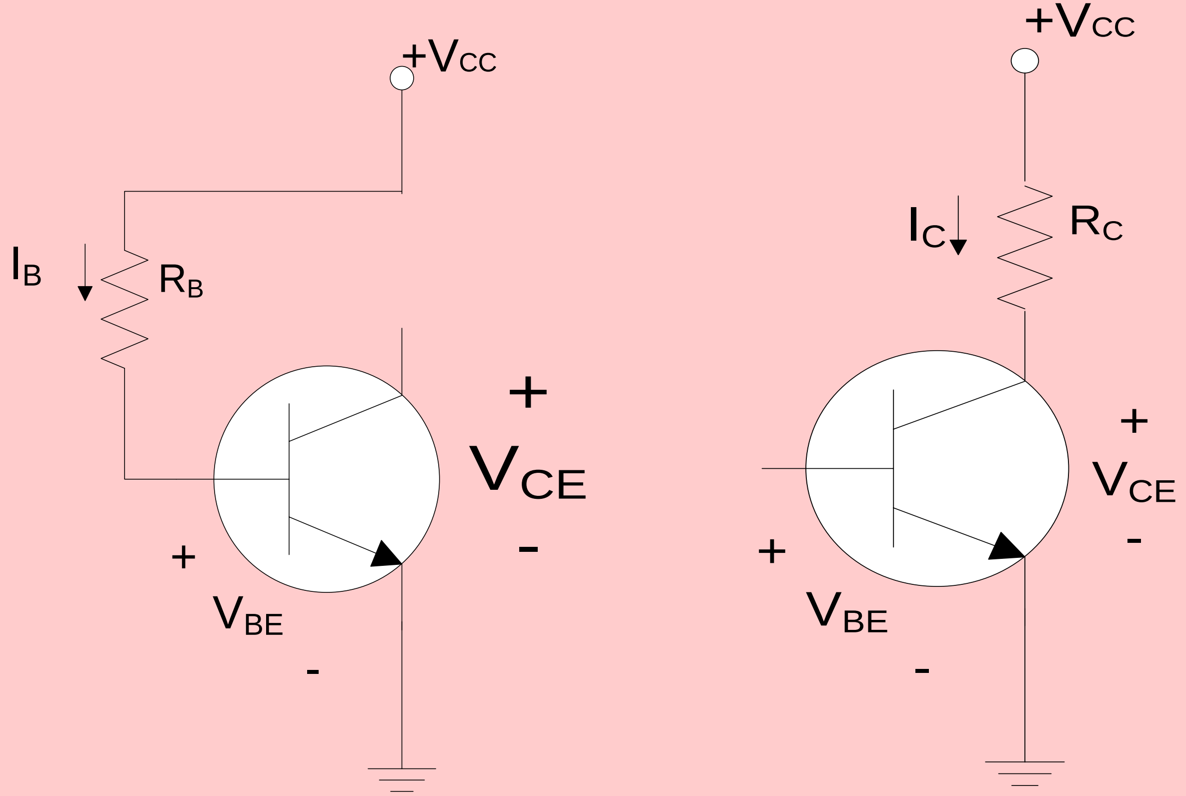


圖為固定偏壓的共射極電路

一、固定偏壓

直 流 偏 壓 分 析

(左)輸入迴路

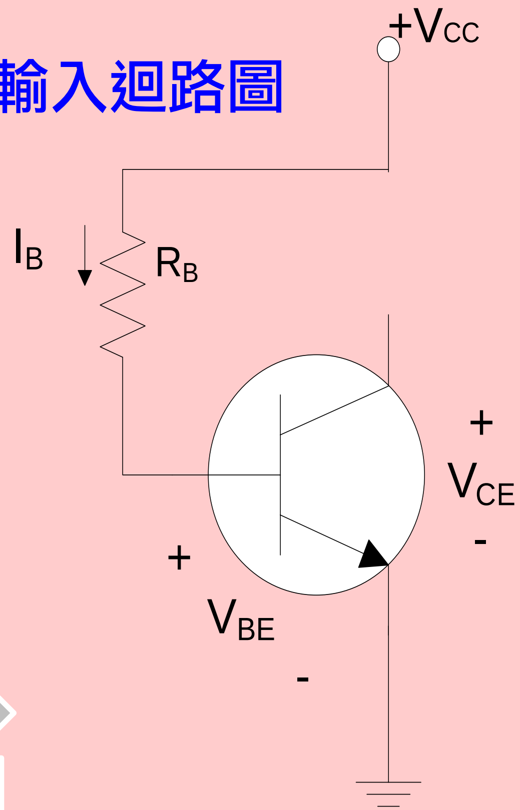


(右)輸出迴路

一、固定偏壓

輸入迴路分析

輸入迴路圖



By KCL定律

$$V_{CC} - I_B R_B - V_{BE} = 0 \Rightarrow I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B}$$

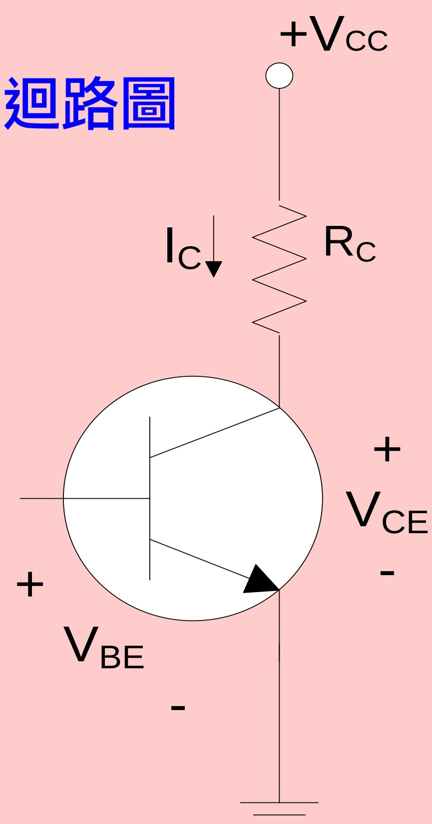
矽型VBE=0.7V，鍺型VBE=0.3V

$$\Rightarrow I_B \cong \frac{V_{CC}}{R_B}$$

一、固定偏壓

輸出迴路分析

輸出迴路圖



By KCL定律

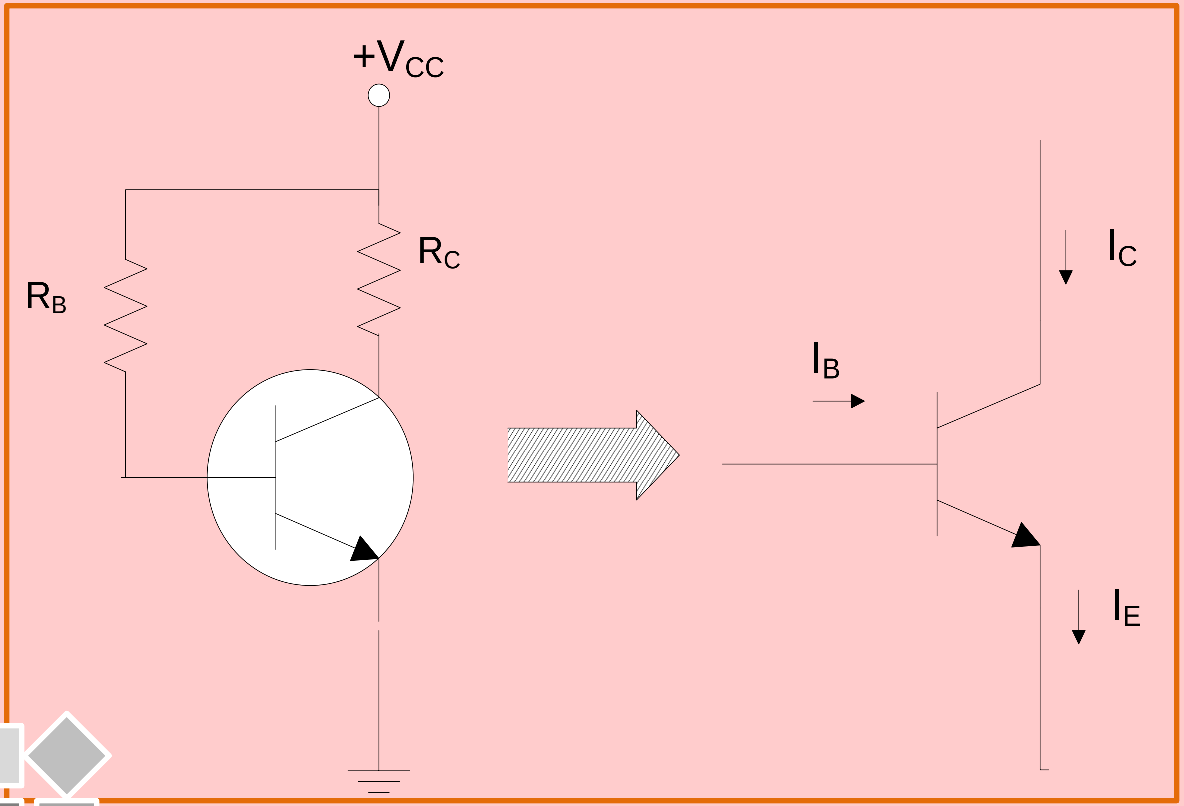
$$V_{CC} - I_C R_C - V_{CE} = 0 \Rightarrow V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$$

$$\mathrm{I}_C = \beta \mathrm{I}_\mathrm{B}$$

即可求出VCE

一、固定偏壓

線 性 放 大 狀 態 分 析

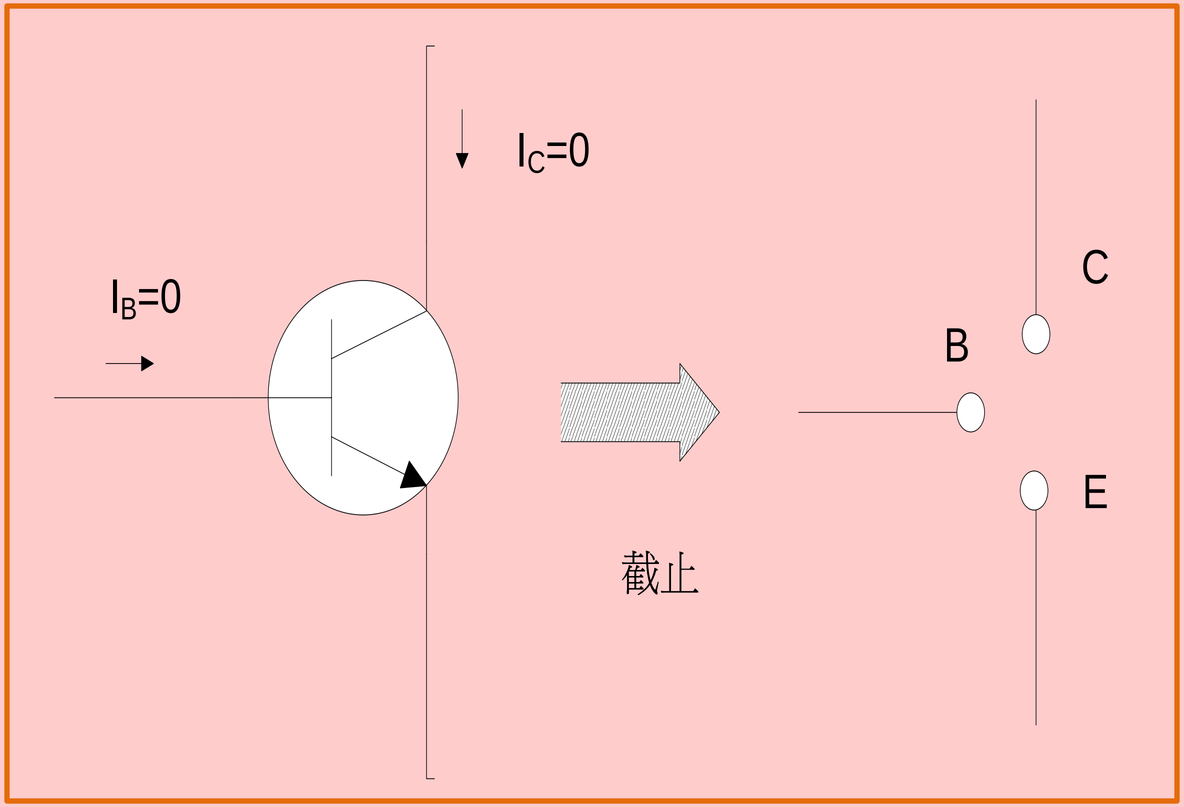


$$I_C = \beta I_B$$

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

一、固定偏壓

工作在截止區的分析

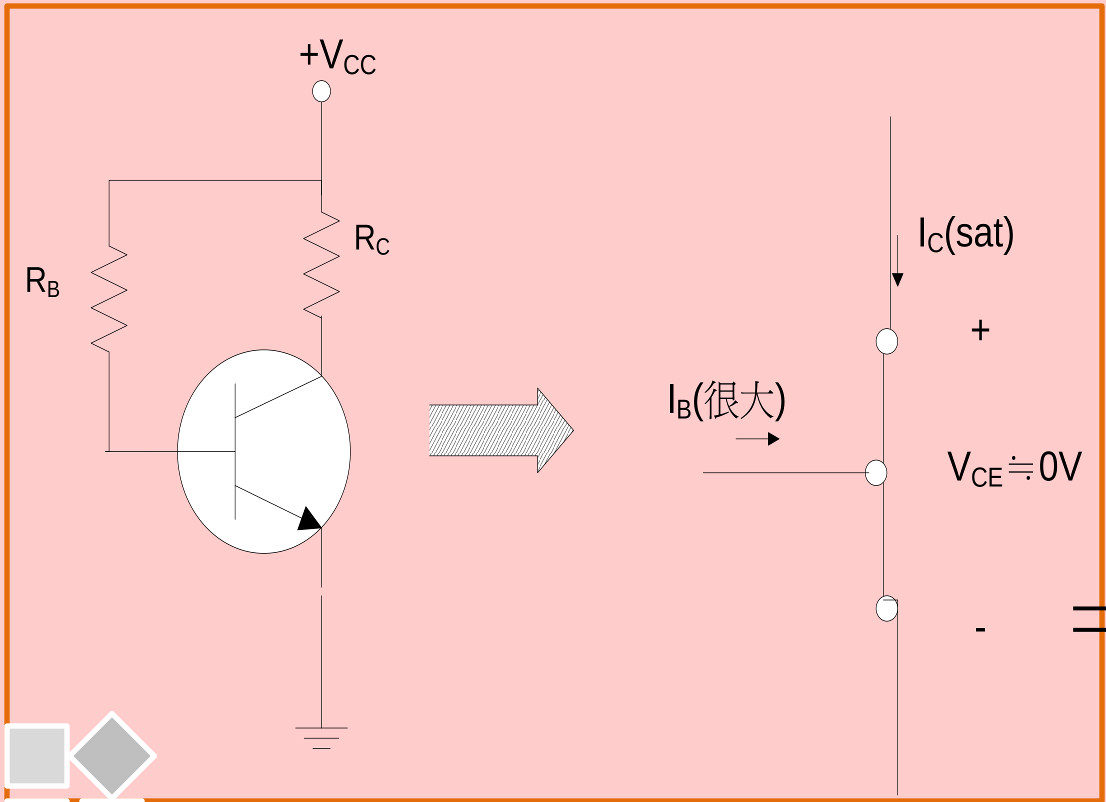


$$I_C = 0$$

$$I_B = 0$$

一、固定偏壓

工作在飽和區的分析



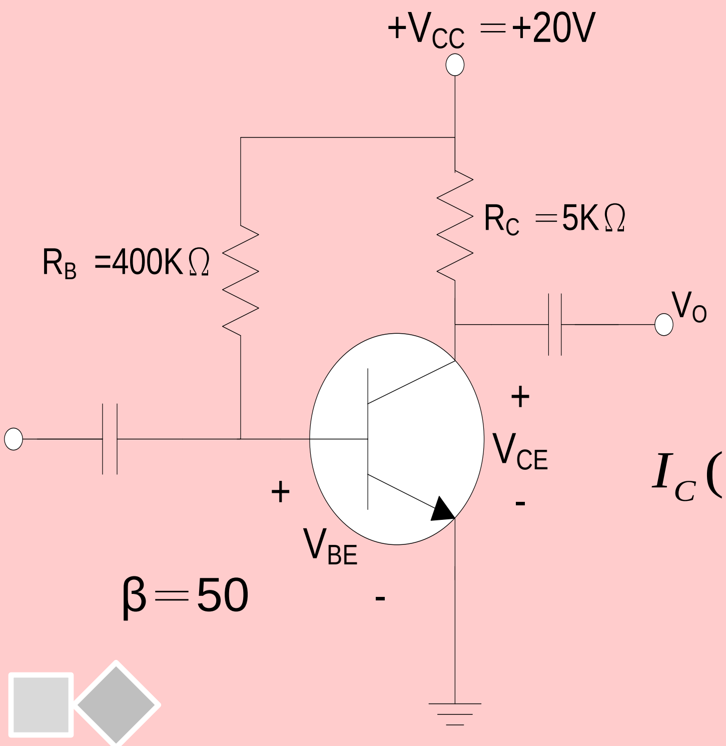
$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$$

$$V_{CC} - I_C(sat)R_C = 0$$

$$\Rightarrow I_C(sat) \cong \frac{V_{CC}}{R_C}$$

一、固定偏壓

例題一： 求I_B與V_{CE}電壓



$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B} = \frac{20-0.7}{400k} \cong \frac{20}{400k} = 0.05mA$$

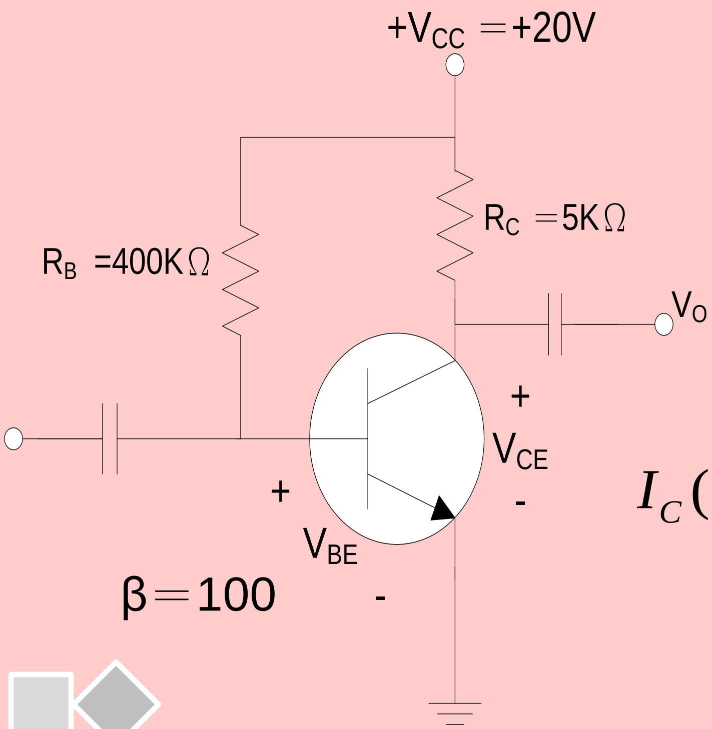
$$I_C = \beta I_B = 50 \times 0.05m = 2.5mA$$

$$I_C(sat) = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C} = \frac{20-0.2}{5k} \cong \frac{20}{5k} = 4mA$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C = 20 - 2.5 \times 5k = 7.5V$$

一、固定偏壓

例題二： 求IB與VCE電壓



$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B} = \frac{20 - 0.7}{200k} \cong \frac{20}{200k} = 0.1mA$$

$$I_C = \beta I_B = 50 \times 0.1m = 5mA$$

$$I_C(sat) = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C} = \frac{20 - 0.2}{10k} \cong \frac{20}{10k} = 2mA$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C(sat)R_C = 20 - 2m \times 10k = 0V$$

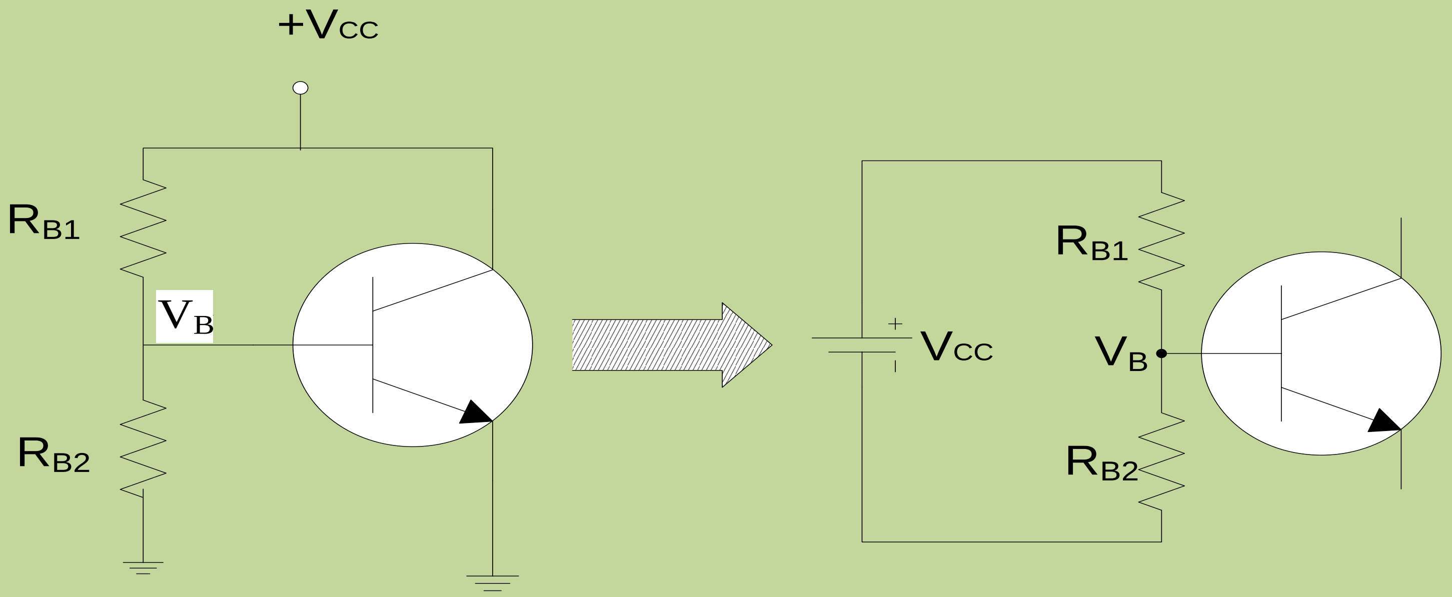
一、固定偏壓

固定偏壓與溫度間的關係

- VBE
- a.矽（Si）型電晶體
- 溫度每上升 1℃，VBE 減少2.5mV
- b.鍺（Ge）型電晶體
- 溫度每上升 1℃，VBE 減少1mV
- ICO
- a.矽（Si）型電晶體
- 溫度每上升 10℃， ICO 增加一倍
- b.鍺（Ge）型電晶體
- 溫度每上升 6℃， ICO 增加一倍
- β
- 當溫度上升，β會增加

二、分壓偏壓

分壓偏壓電路說明

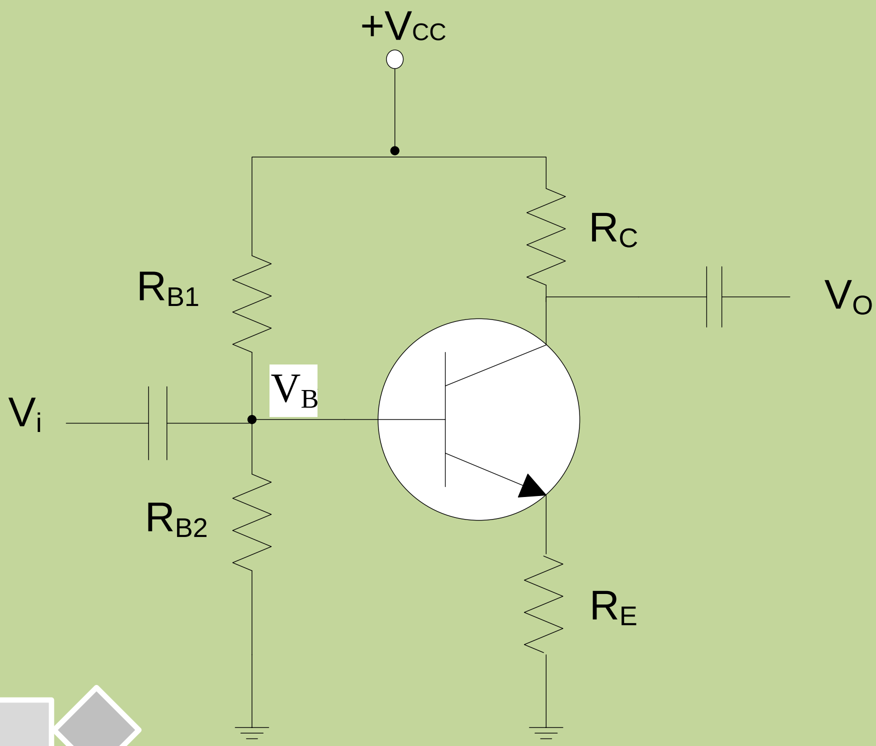


1.VB是RB1與RB2分壓而來

2.VB是電晶體的輸入電壓準位

二、分壓偏壓

近 似 法 分 析



分壓偏壓電路

$$I_{B1} \approx I_{B2} \gg I_B$$

$$V_B = V_{CC} \times \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}}$$

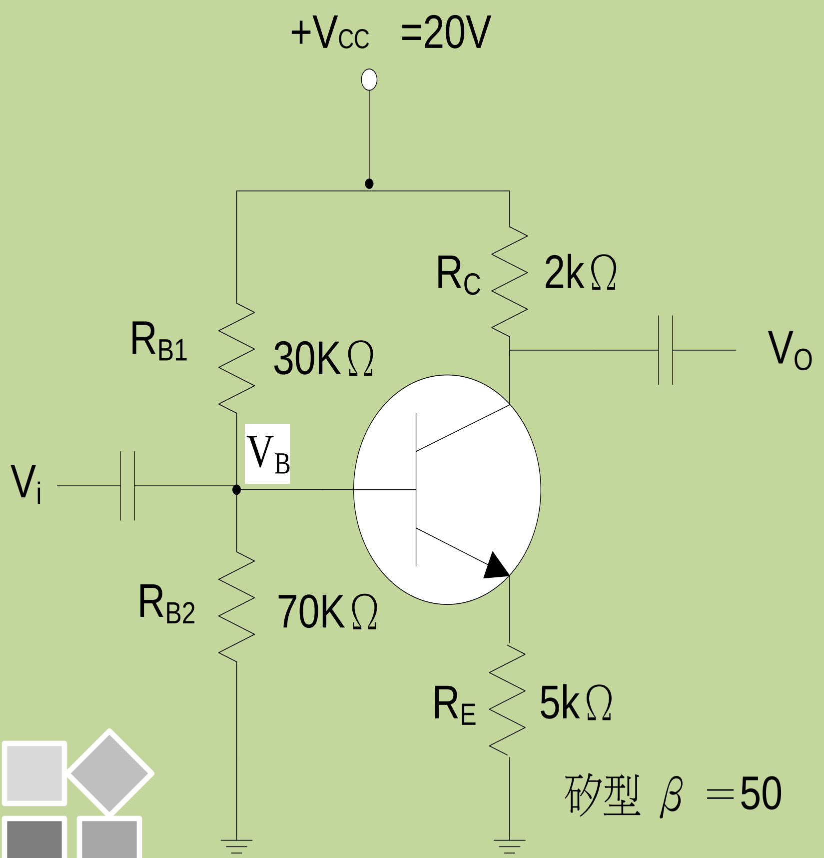
$$V_E = V_B - V_{BE}$$

$$I_E = \frac{V_E}{R_E}$$

$$V_{CE} = V_C - V_E = (V_{CC} - I_C R_C) - (I_E R_E)$$

二、分壓偏壓

範例：求VB、IC、VCE值



$$(1)V_B = V_{CC} \times \frac{R_{B2}}{R_{B1}+R_{B2}}$$

$$= 20 \times \frac{70k}{70k+30k} = 14V$$

$$(2)V_E = V_B - V_{BE} = 14 - 0.7 = 13.3V$$

$$I_C = I_E = \frac{V_E}{R_E} = \frac{13.3}{5} = 2.66mA$$

$$(3)V_{CE} = V_C - V_E = (V_{CC} - I_C R_C) - (I_E R_E)$$

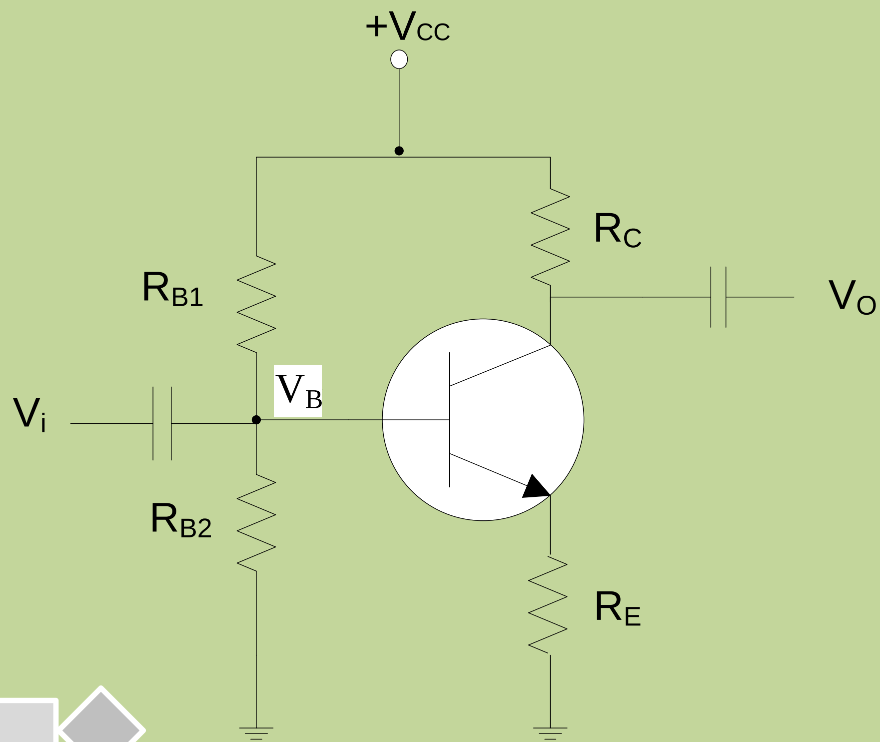
$$= 20 - 2.66m \times 2k - 2.66m \times 5k$$

$$= 1.38V$$

二、分壓偏壓

精 確 法 分 析

$$I_{B1} \approx I_{B2} \gg I_B$$



$$V_B = V_{CC} \times \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}}$$

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

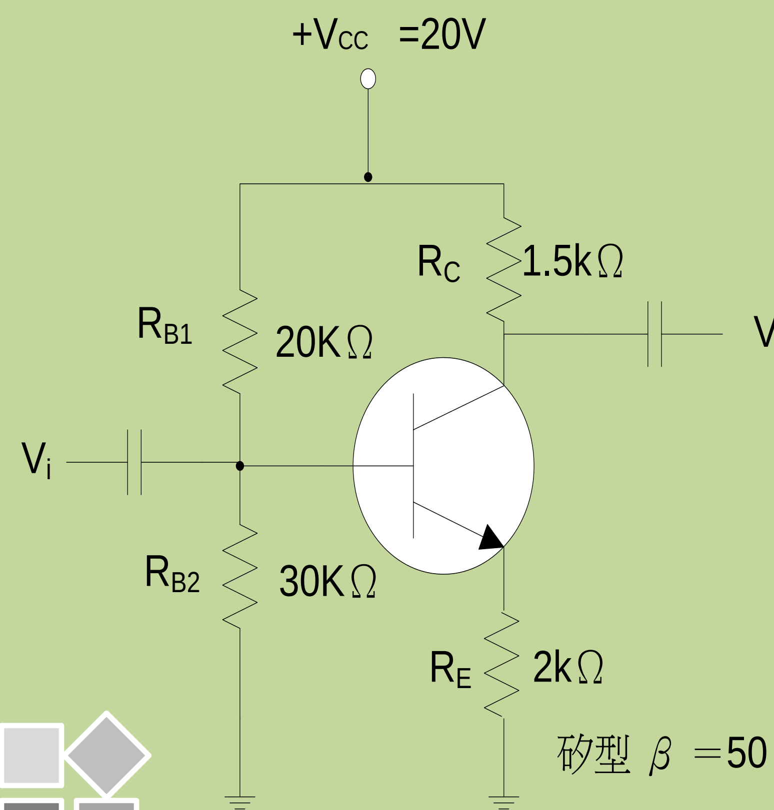
$$I_E = \frac{V_E}{R_E}$$

利用戴維寧等效電路分析

$$V_{CE} = V_C - V_E = (V_{CC} - I_C R_C) - (I_E R_E)$$

二、分壓偏壓

範例：求VB、IC、VCE值



$$(1)R_{BB}=R_{B1}\,//\,R_{B2}=\frac{R_{B1}\times R_{B2}}{R_{B1}+R_{B2}}=\frac{20k\times 30k}{20k+30k}=12k$$

$$V_{BB}=V_{CC}\times\frac{R_{B2}}{R_{B1}+R_{B2}}=20\times\frac{30k}{20k+30k}=12V$$

$$I_B=\frac{V_{BB}-V_{BE}}{R_{BB}+(1+\beta)R_E}=\frac{12-0.7}{12k+(1+50)2k}=0.1mA$$

$$(2)I_C=\beta I_B=50\times 0.1=5mA$$

$$\begin{aligned}(3)V_{CE}&=V_{CC}-I_CR_C-I_ER_E\\&=V_{CC}-I_C(R_C+R_E)\\&=20-5m(1.5k+2k)\\&=2.5V\end{aligned}$$