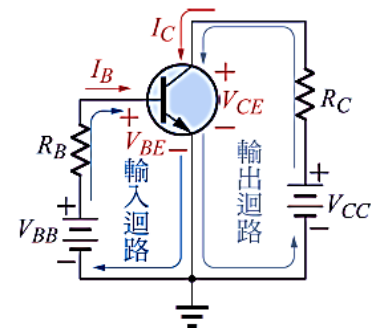


## CH5-1 直流工作點

### 1. 直流工作點

對於一個交流小信號放大電路而言，直流工作點會決定放大信號的失真與否，故其設計為放大電路十分重要之特性



#### (1) 輸入負載線與工作點

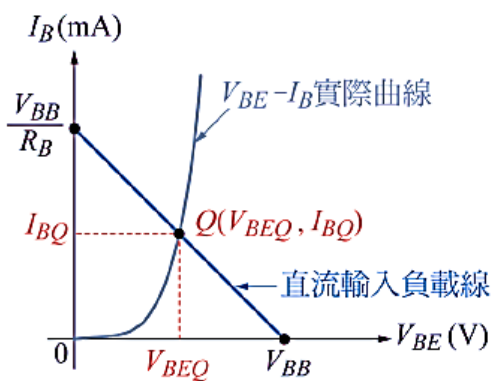
由輸入迴路方程式(KVL)

$$V_{BB} = I_B R_B + V_{BE} \text{ 可得輸入電流 } I_B = \underline{\hspace{2cm}}$$

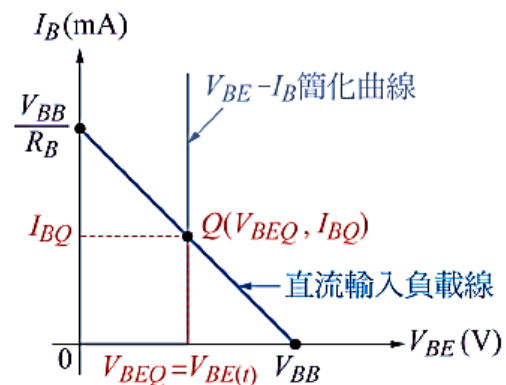
$$\rightarrow \text{設 } I_B = 0 \text{ 可得 } V_{BE} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\rightarrow \text{設 } V_{BE} = 0 \text{ 可得 } I_B = \underline{\hspace{2cm}}$$

依此可畫出直流負載線如下，並考慮電晶體輸入特性曲線後即可求輸入直流工作點 Q



(a) 直流輸入負載線



(b) 電晶體輸入簡化特性曲線

#### (2) 輸出負載線與工作點

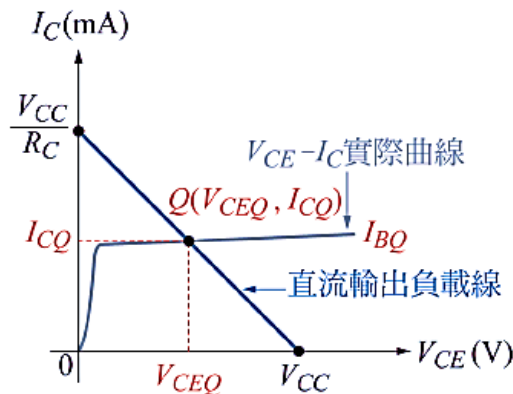
由輸出迴路方程式(KVL)

$$V_{CC} = I_C R_C + V_{CE} \text{ 可得電晶體電壓 } V_{CE} = \underline{\hspace{2cm}}$$

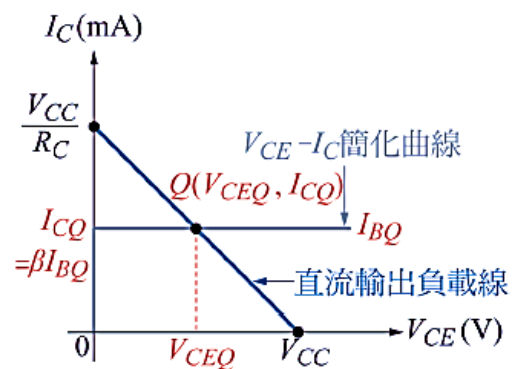
$$\rightarrow \text{設 } I_C = 0 \text{ 可得 } V_{CE} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\rightarrow \text{設 } V_{CE} = 0 \text{ 可得 } I_C = \underline{\hspace{2cm}}$$

依此可畫出直流負載線如下，並考慮電晶體輸出特性曲線後即可求輸出直流工作點 Q



(a) 直流輸出負載線



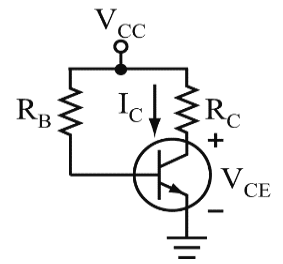
(b) 電晶體輸出理想特性曲線

#### (3) 計算方法

$$I_B = \frac{V_{BB} - 0.7}{R_B}, I_C = \beta \cdot I_B$$

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

1. 如圖所示，若  $R_B = 200k\Omega$ ， $R_C = 1k\Omega$ ， $V_{CC} = 15V$ ，且矽質電晶體  $\beta = 100$ ，則試求  
 (1) 輸入工作點 ( $V_{BEQ}$ ， $I_{BQ}$ ) (2) 輸出工作點 ( $V_{CEQ}$ ， $I_{CQ}$ )



(4) 解題步驟

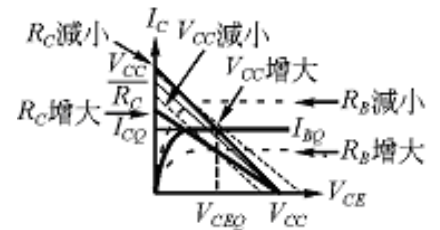
- 由輸入迴路求出  $I_{BQ}$  或  $I_{EQ}$
- $I_{CQ} = \beta I_{BQ} = \alpha I_{EQ}$
- 由輸出迴路求  $V_{CEQ}$
- 驗證  $V_{CEQ} > 0.2V$  (處於工作區)
- 若飽和，則重新求解飽和電路

(5) 最佳直流工作點

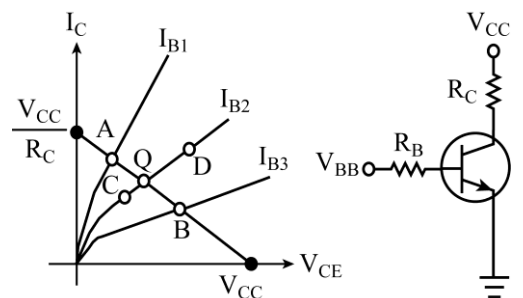
工作點選在負載線正中央，可得最佳之工作區

(6) 工作點調整

- $R_B$  改變： $R_B$  變小  $\rightarrow I_B$  \_\_\_\_\_  $\rightarrow$  靠近 \_\_\_\_\_ 區
- $R_C$  改變： $R_C$  變大  $\rightarrow$  飽和點 \_\_\_\_\_  $\rightarrow$  靠近 \_\_\_\_\_ 區
- $V_{CC}$  改變： $V_{CC}$  變大  $\rightarrow$  負載線 \_\_\_\_\_



2. 如圖所示，如果減小電阻  $R_B$  之值，則電路之工作點 (Q 點) 在直流負載線上會如何移動？  
 (A) 移向 A 點 (B) 移向 B 點 (C) 移向 C 點 (D) 移向 D 點

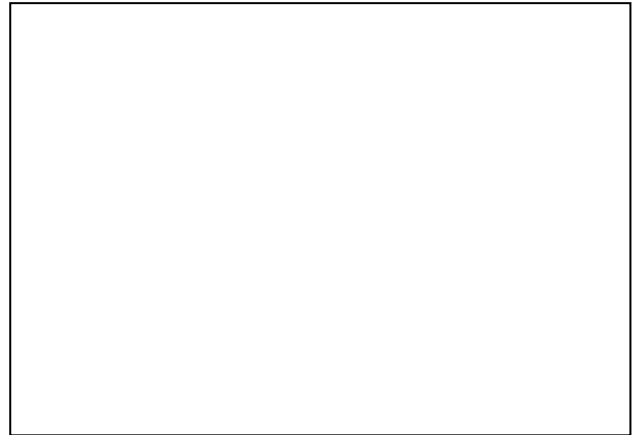
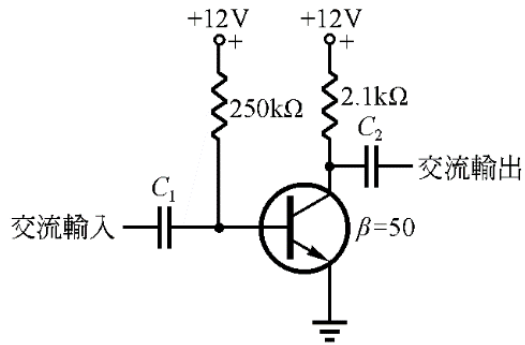


## CH5-2 ~CH5-4 電晶體直流偏壓電路

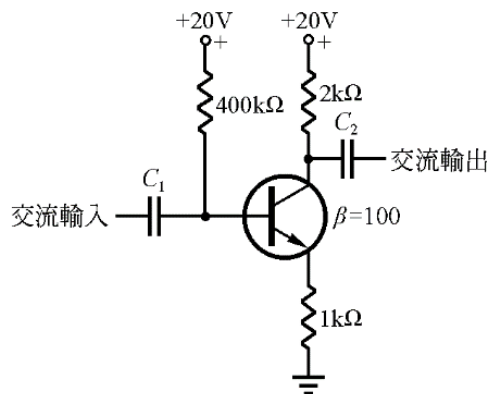
### 一、電晶體直流電路分析

#### 1. 共射極電路

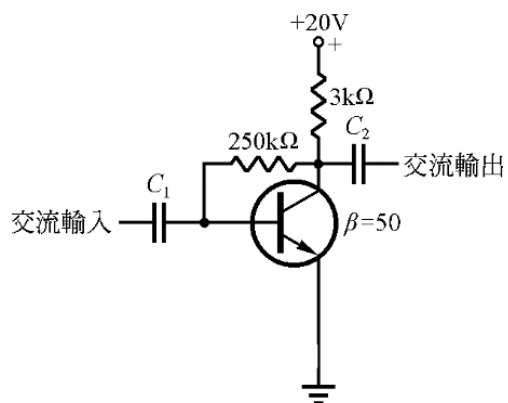
a. 固定偏壓：當  $V_{BB} = V_{CC}$  時稱之，電路型態最簡單，使用元件數最少



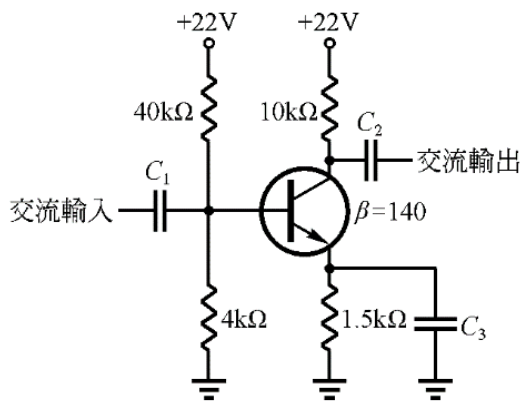
b. 射極回授偏壓： $R_E$  提供負回授穩定功能



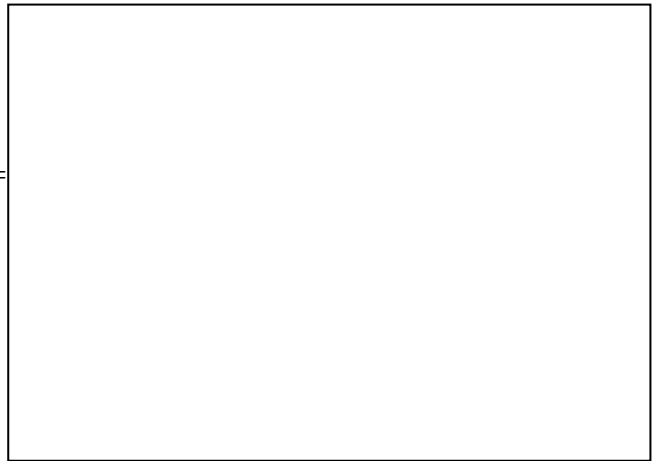
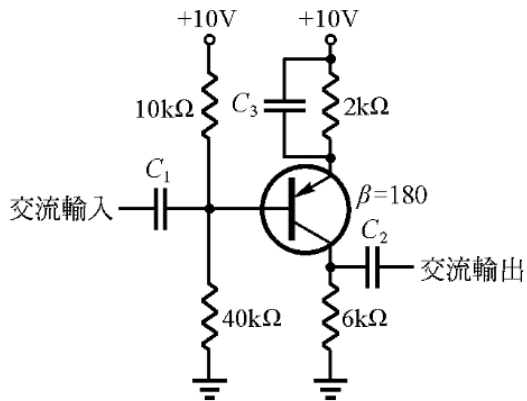
c. 集極回授：除有負回授功能外，電晶體一定不會飽和



d. 分壓偏壓： $(1 + \beta)R_E \gg R_{TH}$ 時， $I_C$ 與  $\beta$  無關

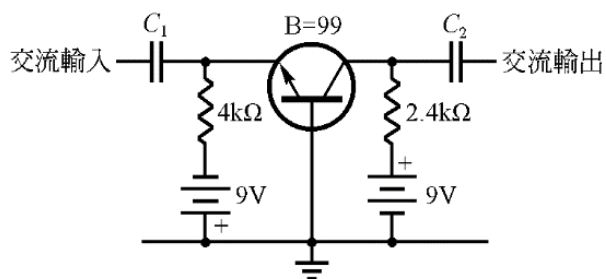


e. 分壓偏壓(PNP)

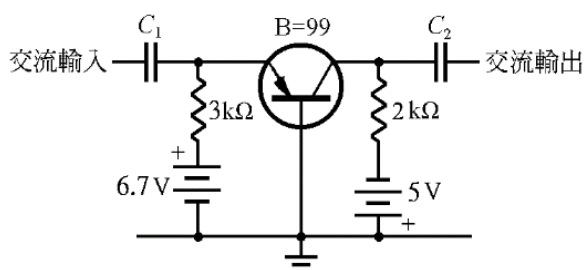


2. 共基極電路.

a. npn

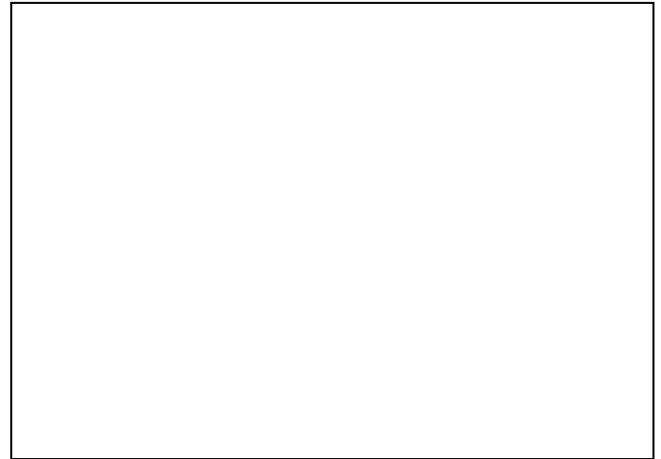
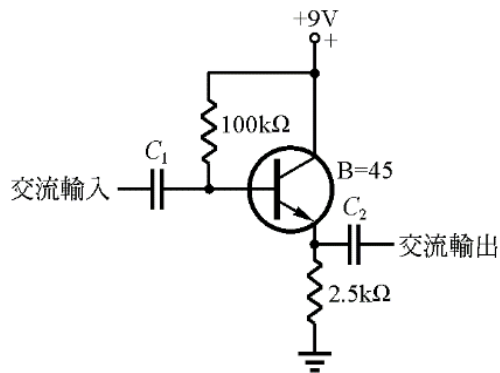


b. pnp

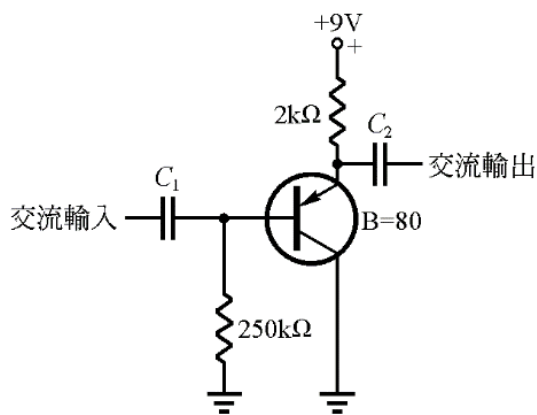


3. 共極集電路

a. npn



b. pnp

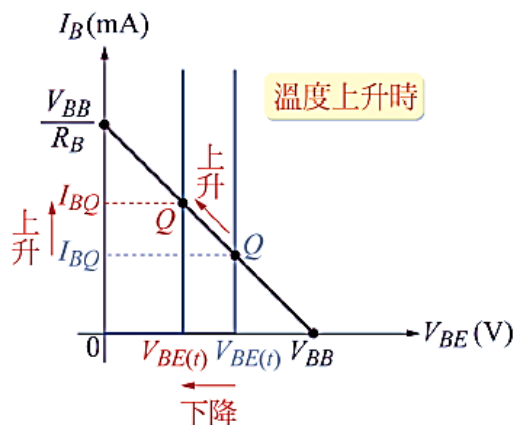


二、電晶體的不穩定性

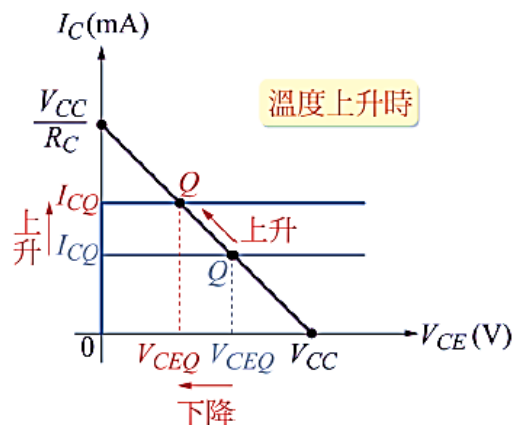
1. 來源：

- (1) 電晶體的 $\beta$ 值會隨溫度上升而變大，但飽和後會下降
- (2) 電晶體 BE 接面導通的障壁電壓 $V_{BE(t)}$ 會隨溫度每上升  $1^\circ\text{C}$ 而下降  $1\text{mV}\sim 2.5\text{mV}$
- (3) 電晶體 C、B 兩端(逆偏)的逆向飽和電流 $I_s$ ，會隨溫度每上升  $10^\circ\text{C}$ 而增加一倍

2. 影響：溫度上升  $\rightarrow V_{BE(t)}$  \_\_\_\_\_  $\rightarrow I_B$  \_\_\_\_\_、 $\beta$  \_\_\_\_\_、漏電流 \_\_\_\_\_  
 $\rightarrow$  工作點向飽和點靠近



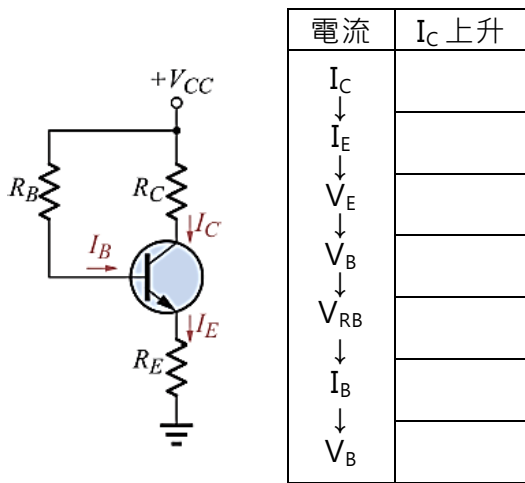
(a)  $V_{BE(t)}$  對  $I_B$  的影響



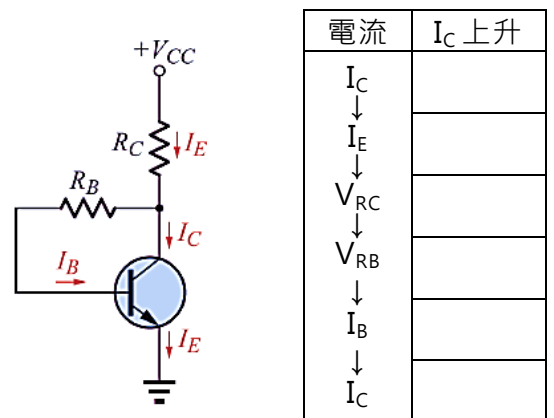
(b)  $\beta$ 、 $V_{BE(t)}$ 、 $I_{CO}$  對輸出  $Q$  點的影響

3. 回授偏壓電路原理

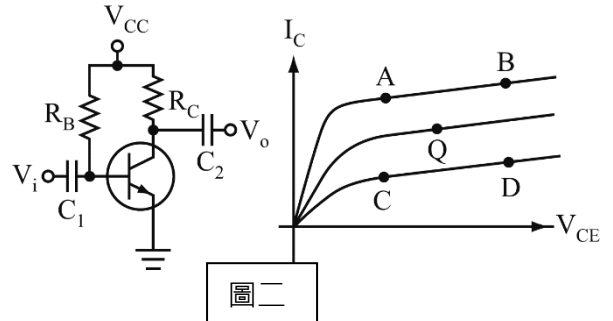
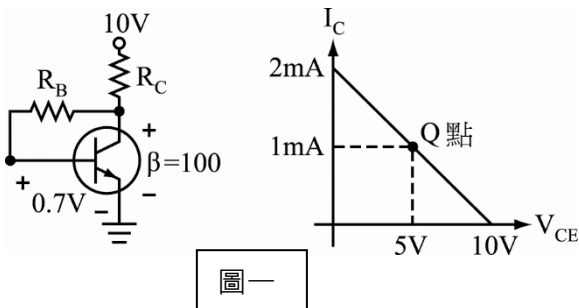
(1)射極回授式偏壓



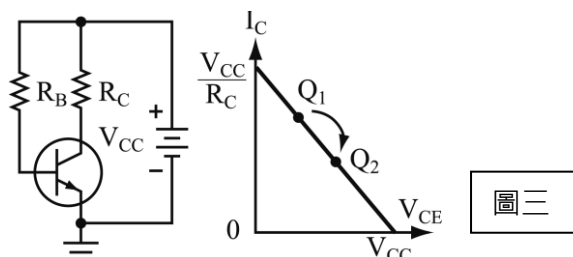
(2)集極回授式偏壓



- ( ) 1. 如下圖一所示，已知電晶體  $\beta = 100$ ， $V_{BE} = 0.7V$ ，則基極電阻  $R_B$  應為多少才能滿足工作點 Q 之條件？ (A) 500 k $\Omega$  (B) 50 k $\Omega$  (C) 43 k $\Omega$  (D) 430 k $\Omega$

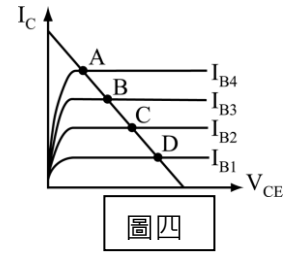


- ( ) 2. 如上圖二所示，假設雙極性接面電晶體原來的工作點為 Q 點，則當  $R_B$  電阻值變大時，則其新的工作點應近似於哪一點？ (A) A 點 (B) B 點 (C) C 點 (D) D 點
- ( ) 3. 如圖三所示電路，為一偏壓電路及其直流輸出負載線，若原工作點在  $Q_1$  位置，欲修正工作點至  $Q_2$  位置，則應 (A) 減少  $R_B$  (B) 增加  $R_B$  (C) 減少  $R_C$  (D) 增加  $R_C$

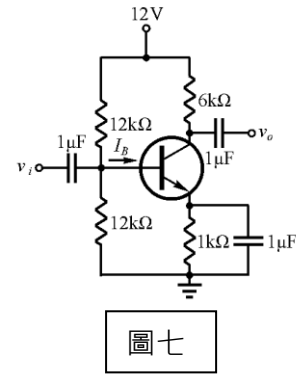
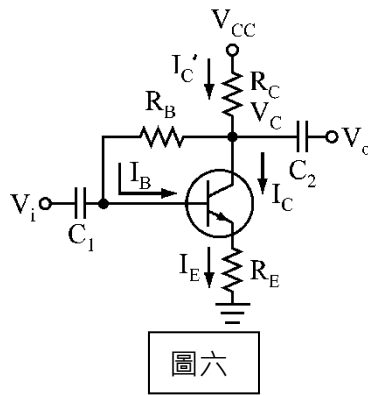
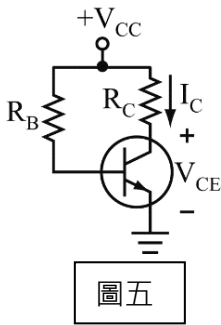


- ( ) 4. 在設計雙極性接面電晶體放大器之偏壓時，若就其功用而言，則下列敘述何者錯誤？ (A) 偏壓是一種輸入端之附加直流準位 (B) 偏壓是為求得適當動作之工作點 (C) 偏壓是為防止輸入信號之被整流 (D) 偏壓是為控制輸出增益之適當電位

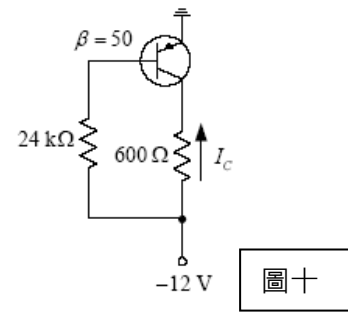
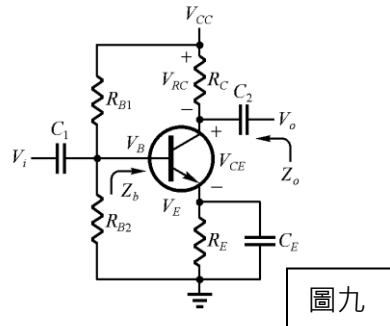
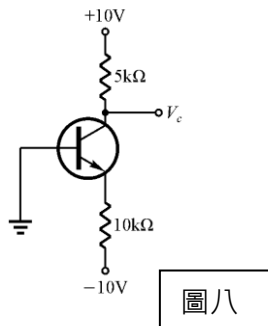
- ( ) 5. 如圖四所示為雙極性接面電晶體的輸出特性曲線，其中直線為負載線，A、B、C、D 四個點為不同  $I_B$  時的工作點。已知  $I_{B1} \sim I_{B4}$  分別為  $10\mu A$ 、 $20\mu A$ 、 $30\mu A$ 、 $40\mu A$ ，在避免失真產生的條件下，請問哪一點的輸入訊號振幅可以最大？



- ( ) 6. 如圖五所示，已知雙極性接面電晶體  $\beta = 300$ ， $V_{BE} = 0.7V$ ， $R_B = 200k\Omega$ ， $R_C = 1k\Omega$ ， $V_{CC} = 15V$ ，則電路中之集、射極電壓  $V_{CE}$  約為  
(A) 6.45V (B) - 6.45V (C) 0.2V (D) - 0.2V
- ( ) 7. 如圖六所示，若  $V_{CC} = 24V$ ， $V_{BE} = 0.6V$ ， $R_C = 10k\Omega$ ， $R_E = 9k\Omega$ ， $\beta = 50$ ，且  $V_{CE} = 5V$ ，則下列敘述何者錯誤？ (A)  $R_B = 220k\Omega$  (B)  $I_B = 2\mu A$  (C)  $V_C = 14V$  (D)  $R_E$ 、 $R_B$  可穩定直流工作點，使工作點不易受溫度影響

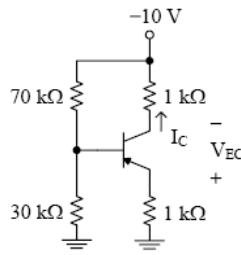


- ( ) 8. 於圖七電路中，電晶體之  $\beta = 100$ ，則此電路中靜態工作點之  $I_B$ ，其最接近之電流值為  
(A)  $10\mu A$  (B)  $50\mu A$  (C)  $100\mu A$  (D)  $500\mu A$ 。【90 四技二專】
- ( ) 9. 如圖八，假設射極電壓為  $-0.7V$ 、 $\beta = 50$  時，求  $V_C = ?$  (A) 1.37V (B) 3.82V (C) 5.44V (D) 7.73V。【91 四技二專】
- ( ) 10. 圖九為電晶體放大電路，假設其工作點位於作用區，下列有關此電路之描述何者錯誤？ (A) 此電路為共射極放大電路 (B)  $C_E$  為旁路電容，可提高交流增益 (C)  $C_1$  為阻隔電容，可用來阻隔  $V_i$  之直流偏壓 (D) 此放大器的偏壓電路為固定偏壓，其缺點為溫度穩定性不佳。【93 四技二專】



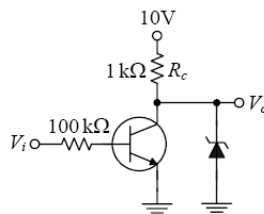
- ( ) 11. 承上題之電路，若電路中  $V_{CC} = 22V$ ， $R_{B1} = 45k\Omega$ ， $R_{B2} = 5k\Omega$ ， $R_C = 10k\Omega$  及  $R_E = 1.5k\Omega$ ，且假設電晶體之電流增益  $\beta$  很大，BE 接面的切入電壓為  $0.7V$ ，計算電路中的直流偏壓，請問下列何者錯誤？ (A)  $V_E = 1.5V$  (B)  $V_{CE} = 20.5V$  (C)  $V_B = 2.2V$  (D)  $V_{RC} = 10V$ 。【93 四技二專】
- ( ) 12. 如圖十電路中之 pnp 電晶體，導通時的  $V_{EB} = 0.7V$ ，而飽和時之  $V_{EC} = 0.2V$ ，試求集極電流  $I_C$  的值为：(A)  $-23.45mA$  (B)  $-21.08mA$  (C)  $-19.67mA$  (D)  $-17.43mA$  【92 二技電機】

- ( )13. 如下圖所示電路中電晶體的 $\beta=100$ 、 $V_{EB}=0.7V$ ，則集極電流 $I_C$ 約為何值？  
 (A)1.9mA (B)-1.9mA (C)4.9mA (D)-4.9mA 【95 二技電群】

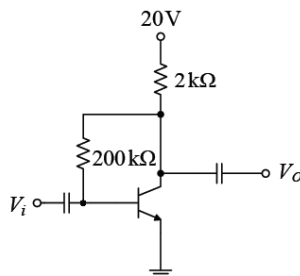


- ( )14. 同上題，如圖所示電路中， $V_{EC}$ 電壓約為何值？ (A) 0.2V (B) - 0.2V (C) 6.2V (D) - 6.2V

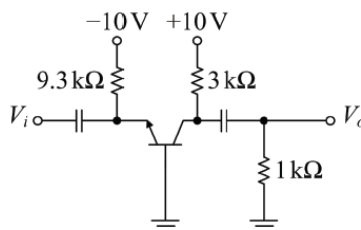
- ( )15. 如下圖電路，若電晶體的 $\beta$ 值為100， $V_{BE}=0.7V$ ， $V_{CE(sat)}=0.2V$ ，稽納二極體的崩潰電壓 $V_Z=9V$ ，則當 $V_i=3V$ 時， $V_o$ 之值為何？(A) 7.7 V(B) 8.5 V(C) 9 V(D) 9.7 V 【97四技二專】



- ( )16. 如下圖所示之電路，若電晶體 $\beta=50$ ，切入電壓 $V_{BE}=0.7V$ ，則此電路消耗直流功率為何？  
 (A) 130.4 mW (B) 102.1 mW (C) 85.2 mW (D) 65.2 mW 【98四技二專】



- ( )17. 如下圖所示之電路，電晶體 $\beta=50$ ，切入電壓 $V_{BE}=0.7V$ ，則集射極電壓 $V_{CE}$ 為何？  
 (A) 5.3 V (B) 6.8 V (C) 7.8 V (D) 9.1 V 【99四技二專】



Ans : DDBDC CBDCCD BCACA DC