回授偏壓與交流小信號分析

National Taiwan Normal University

講師：林煒閔

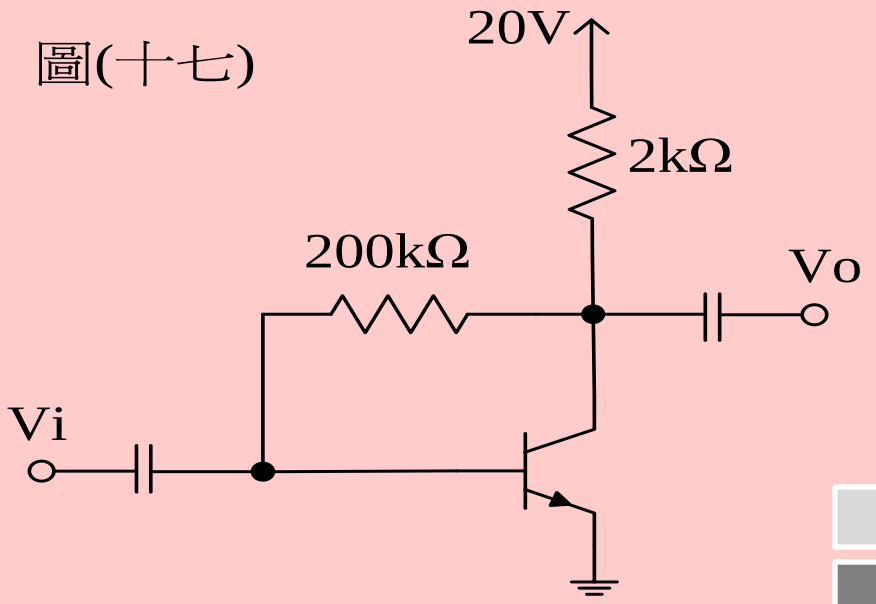
一、回授偏壓

98 年 統 一 入 學 測 驗

32. 如圖(十七)所示之電路，若電晶體β=50，切入電壓V_{BE} = 0.7V，則此電路消耗直流功率為何?

(A) 130.4mW
(B) 102.1mW
(C) 85.2mW
(D) 65.2mW

圖(十七)



一、回授偏壓

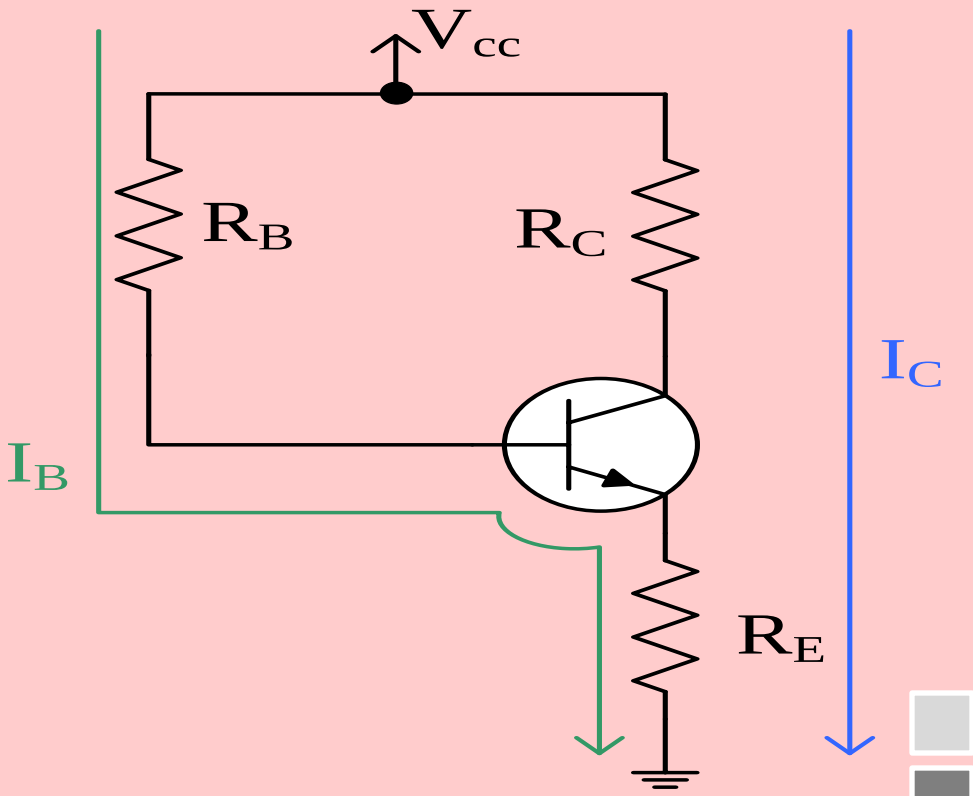
- 回授偏壓：藉由元件將輸出信號回授給輸入提高電路穩定度。

- 回授偏壓電路可分為以下三種：
  - 射極回授電路
  - 集極回授電路
  - 射極與集極回授電路

一、回授偏壓

回授電路為何增加穩定度？

- I_C↑
- I_E↑
- V_E↑
- V_{BE} = 定值
- V_B↑
- I_B↓
- I_C↓



一、回授偏壓

射 極 回 授 電 路

$$V_{CC} = I_B R_B + V_{BE} + I_E R_E$$

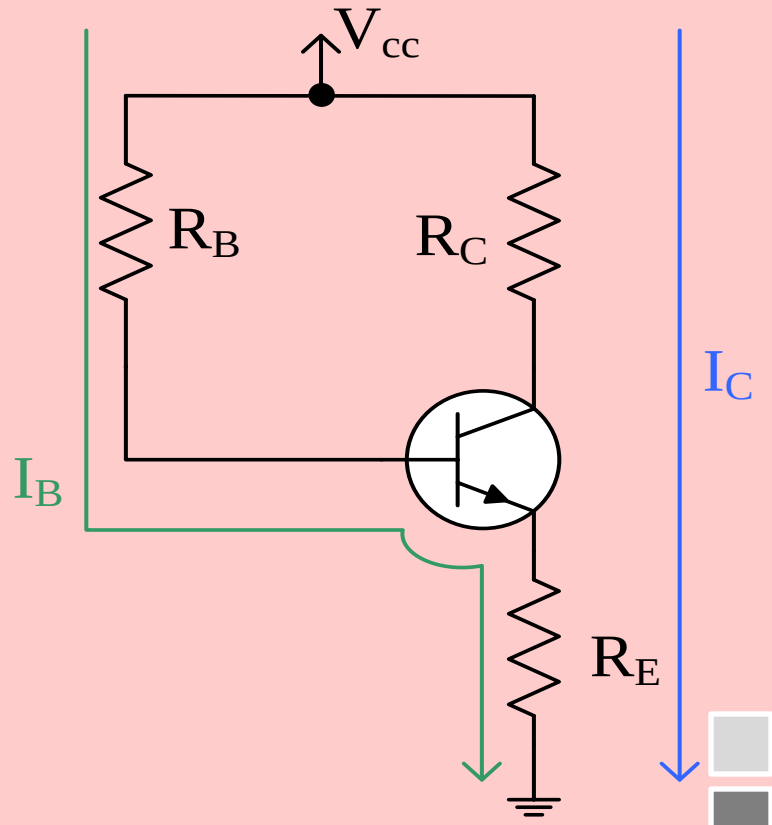
$$V_{CC} - V_{BE} = I_B (R_B + (1+\beta) R_E)$$

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + (1+\beta) R_E} \cdots (1)$$

$$I_C = \beta \times I_B \cdots (2)$$

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

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C (R_C + R_E) \cdots (3)$$



一、回授偏壓

例　題

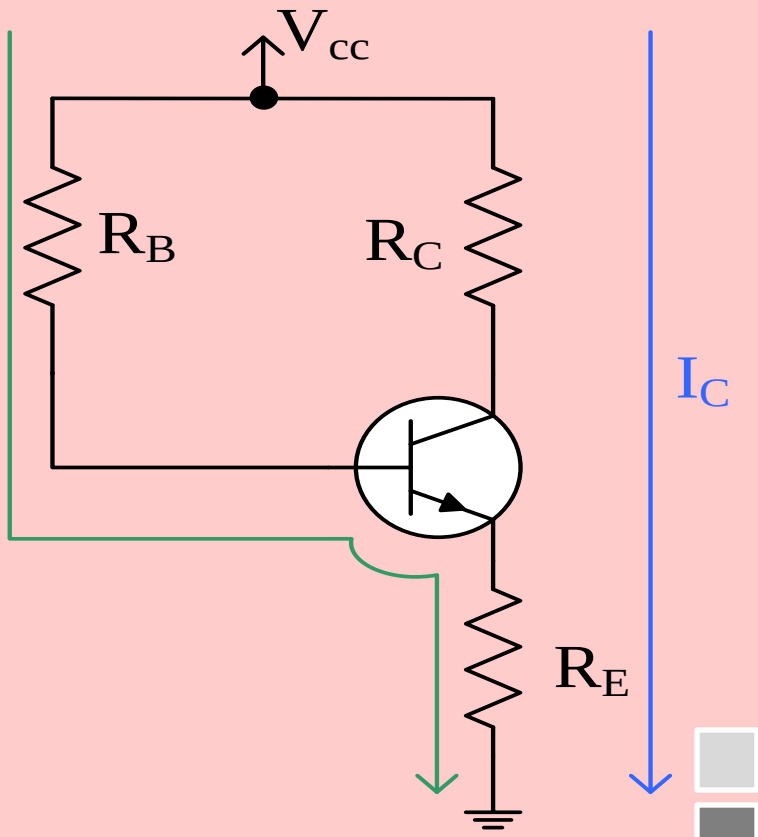
如圖，若V_{CC}=15V，

V_{BE}可忽略不計，

R_B=200KΩ，R_E=1KΩ，

R_C=0.1KΩ，β=99。

試求V_{CEQ}、I_C各為多少?



一、回授偏壓

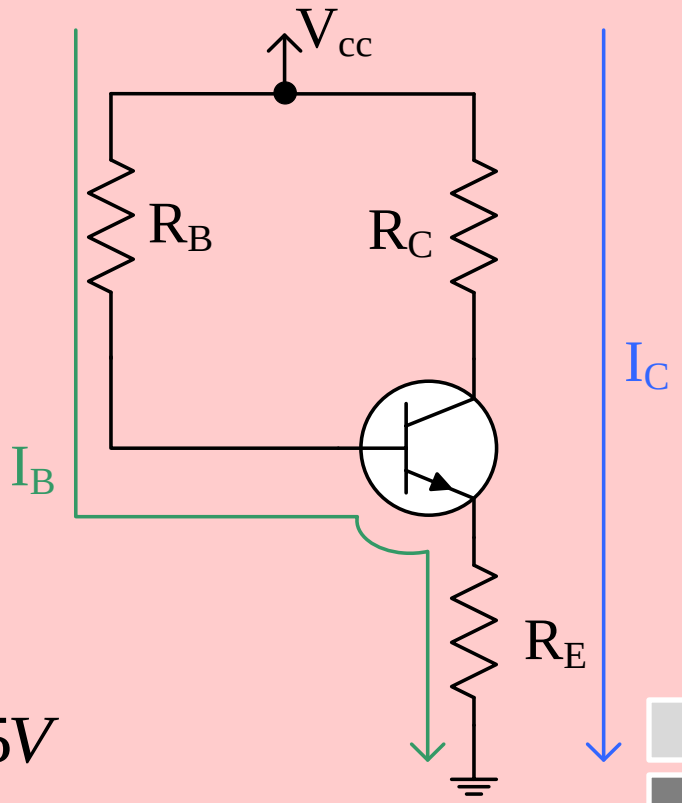
解　答

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + (1+\beta)R_E}$$

$$= \frac{15}{200 + 100} = 0.05mA$$

$$I_C = \beta \times I_B = 4.95mA$$

$$V_{CE} = 15 - 4.95(1.1) = 9.55V$$



一、回授偏壓

集 極 回 授 電 路

$$V_{CC} = (I_B + I_C)R_C + I_B R_B + V_{BE}$$

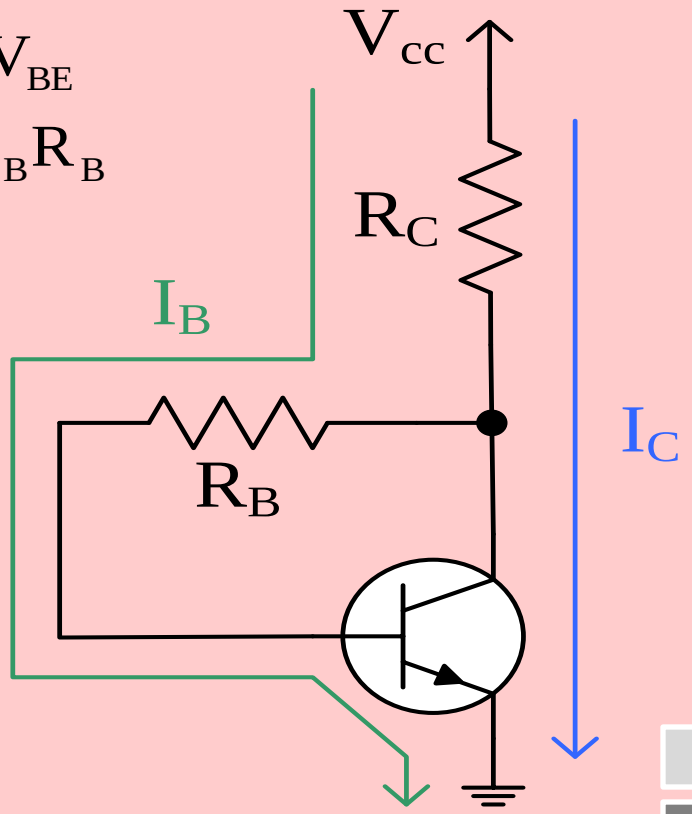
$$V_{CC} - V_{BE} = (I_B + \beta I_B)R_C + I_B R_B$$

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + (1+\beta)R_C} \cdots (1)$$

$$I_E = (1+\beta) \times I_B \cdots (2)$$

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

$$V_{CE} = V_{CC} - I_E R_C \cdots (3)$$



一、回授偏壓

例　題

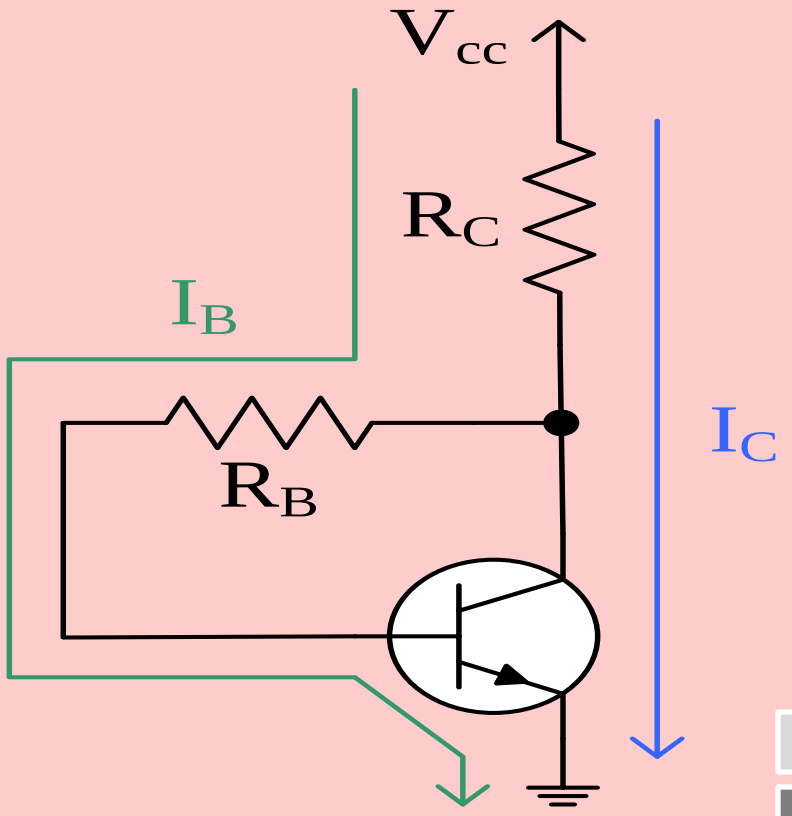
如圖，若V_{CC}=10V，

V_{BE}可忽略不計，

R_C=1KΩ，β=100，

V_{CE} = 5V，

試求R_B為多少?



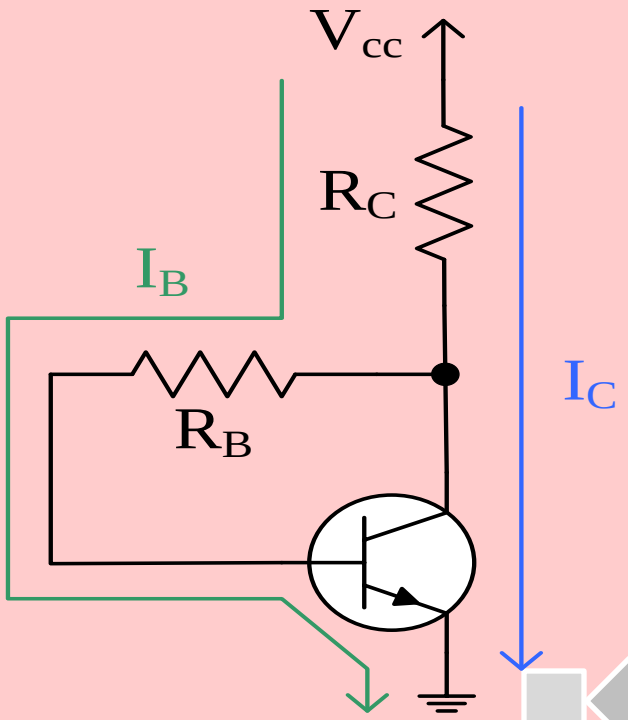
一、回授偏壓

解　答

$$I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C} = \frac{10-5}{1} = 5mA$$

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = 0.05mA$$

$$R_B = \frac{V_{CC} - (I_B + I_C)R_C - V_{BE}}{I_B} = 99K\Omega$$



一、回授偏壓

射極與集極回授電路

$$V_{CC} = (I_B + I_C)R_C + I_B R_B + V_{BE} + I_E R_E$$

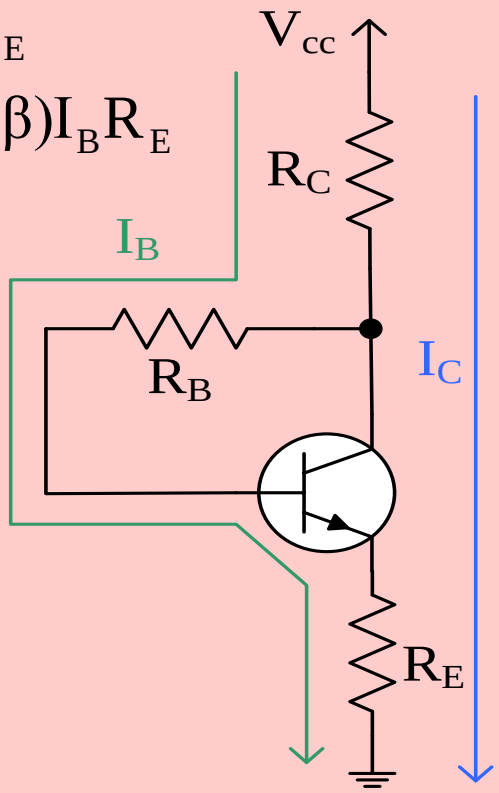
$$V_{CC} - V_{BE} = (1+\beta)I_B R_C + I_B R_B + (1+\beta)I_B R_E$$

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + (1+\beta)(R_C + R_E)} \cdots (1)$$

$$I_E = (1+\beta) \times I_B \cdots (2)$$

$$V_{CC} = I_E R_C + V_{CE} + I_E R_E$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_E (R_C + R_E) \cdots (3)$$



一、回授偏壓

例　題

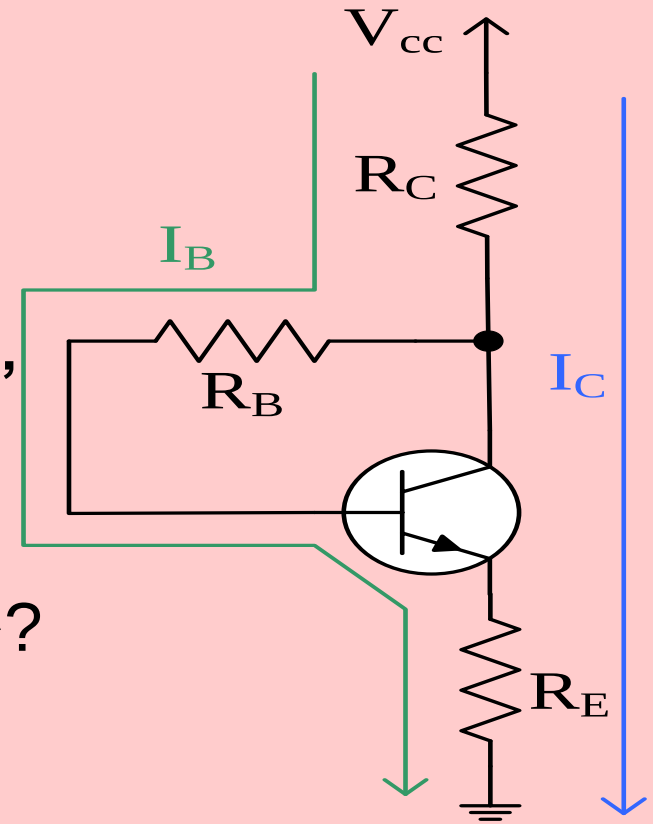
如圖，若V_{CC}=15V，

V_{BE}可忽略不計，

R_B=50KΩ，R_E=500Ω，

R_C=0.1KΩ，β=50。

試求V_{CEQ}、I_C各為多少?



一、回授偏壓

解　答

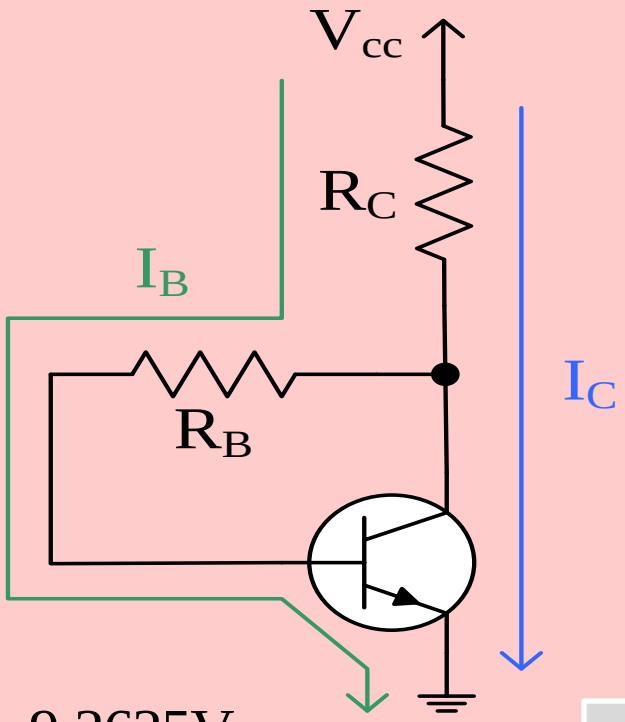
$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + (1+\beta)(R_C + R_E)}$$

$$= \frac{15}{50 + 50 \times 0.6} = 0.1875\text{mA}$$

$$I_C = \beta \times I_B = 9.375\text{mA}$$

$$V_{CE} = V_{CC} - (I_B + I_C)(R_C + R_E)$$

$$= 15 - (0.1875 + 9.375)(0.1 + 0.5) = 9.2625\text{V}$$



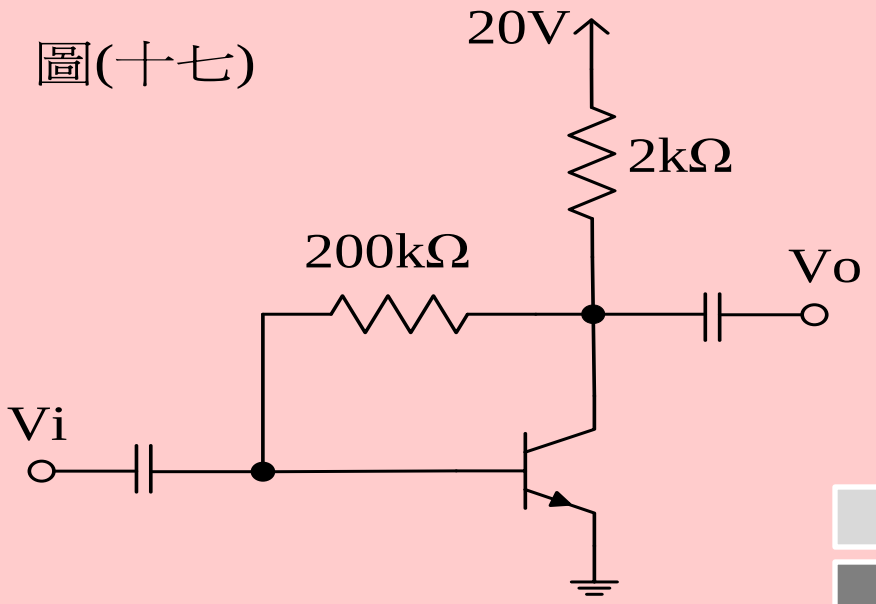
一、回授偏壓

98 年 統 一 入 學 測 驗

32. 如圖(十七)所示之電路，若電晶體β=50，切入電壓V_{BE} = 0.7V，則此電路消耗直流功率為何?

(A) 130.4mW
(B) 102.1mW
(C) 85.2mW
(D) 65.2mW

圖(十七)



一、回授偏壓

98年統一入學測驗解答

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + (1+\beta)R_C} = \frac{20 - 0.7}{200 + 51 \times 2} = 0.064\text{mA}$$

$$I_E = (1+\beta) \times I_B = 3.26\text{mA}$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_E R_C = 20 - 3.26 \times 2 = 13.48\text{V}$$

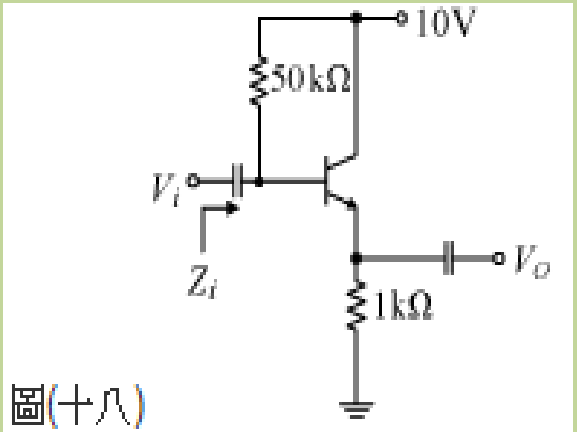
$$P_{dc} = V_{CC} \times I_E = 20 \times 3.26 = 65.2\text{mW}$$

二、交流小信號分析

98年統一入學測驗

35.如圖(十八)所示之電路，電晶體β=100，切入電壓VBE=0.7V，熱電壓VT=25mV，則輸入阻抗Zi為何?

(A)33.5kΩ (B)40.5kΩ (C)45.3kΩ (D)50kΩ

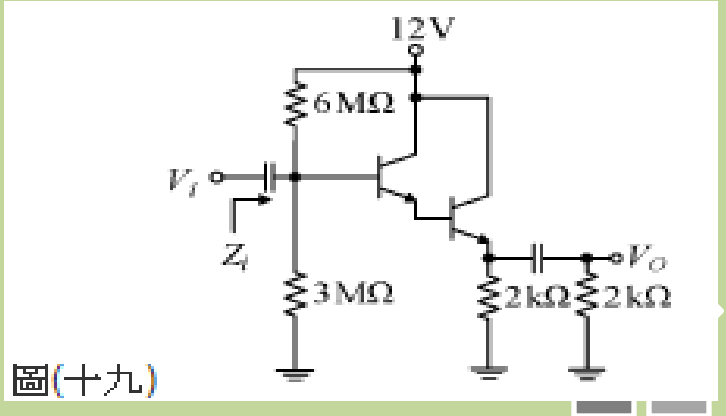


圖(十八)

37.如圖(十九)所示之電路，兩電晶體之β皆為80，切入電壓VBE皆為0.7V，則輸入阻抗Zi約為何?

(A)12.8MΩ (B)6.4MΩ

(C)1.52MΩ (D)0.42MΩ

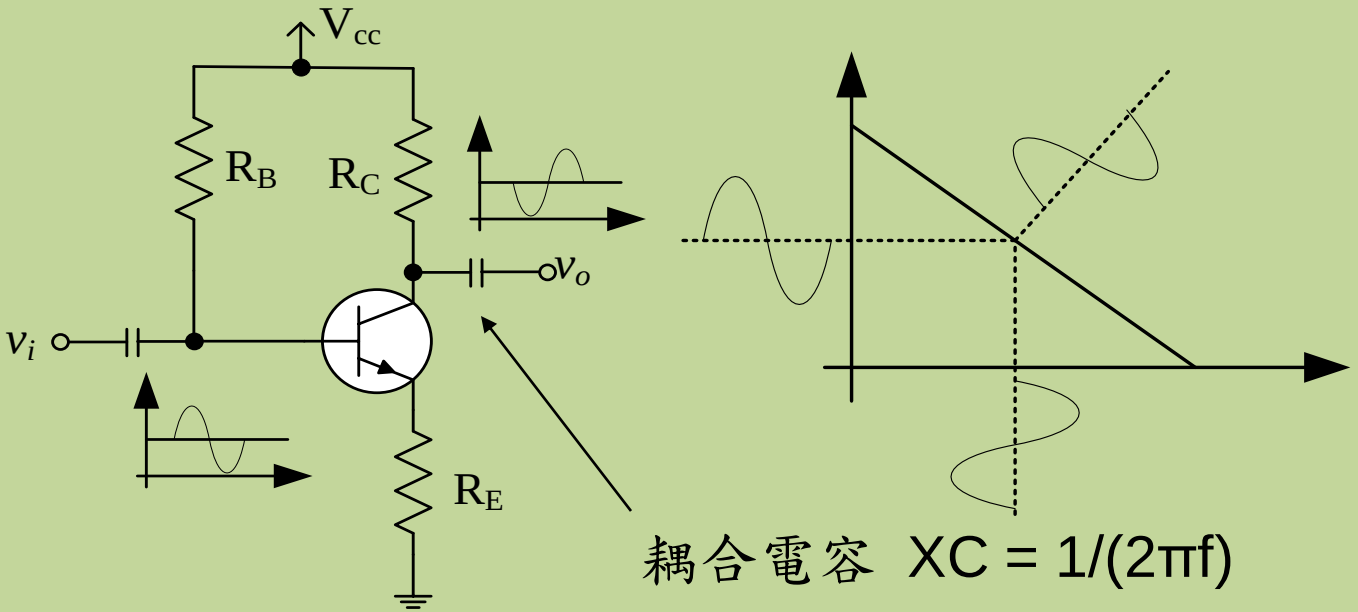


圖(十九)

二、交流小信號分析

小 信 號 放 大 觀 念

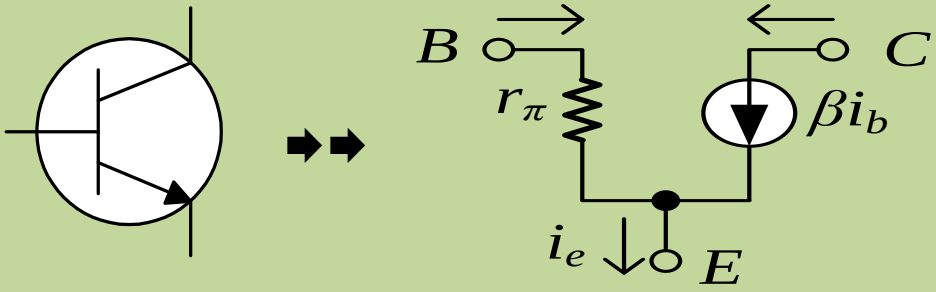
- 以大寫表示直流，小寫表示交流
- 電晶體的交直流分析可利用重疊定理分別討論。
- 直流工作點的選定會影響波形是否會失真。



二、交流小信號分析

小信號等效電路模型

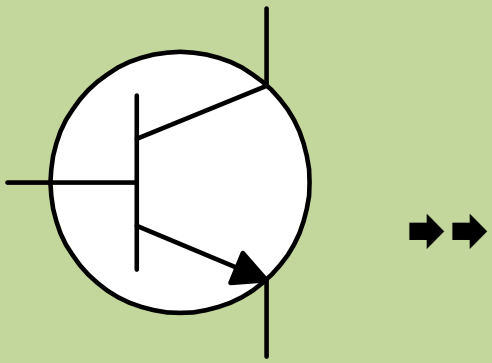
- 直流分析為求直流工作點，交流分析為求阻抗、增益。
- BE間為二極體動態電阻，以r_π表示($\frac{V_T}{I_B}=\frac{26mV}{I_B}$)
- 因電晶體電流比受參數影響，因此輸出端以相依電流源 $\beta \times i_b$ 取代。

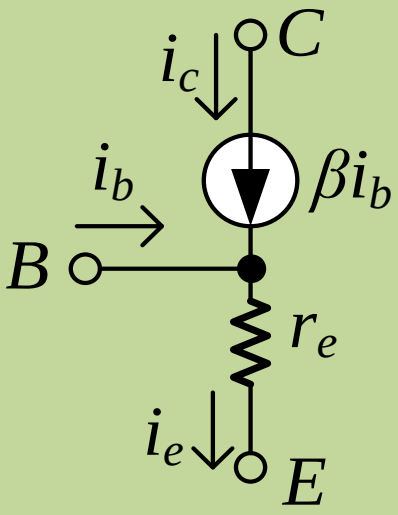


二、交流小信號分析

小信號等效電路模型

- 若將BE間電阻移到射極，則以r_e表示。並可轉換為T模型。





- 兩電組之間關係: $r_\pi = (1+\beta)\, r_e$
- 交流分析若未給該電阻時，先直流分析。

二、交流小信號分析

例　題

Q 假設某電晶體放大電路其I_E = 1mA、I_C=0.99mA，假設熱電壓V_T=25mV，試問r_π、 r_e 分別為多少？

A

$$r_e = \frac{V_T}{I_E} = \frac{25m}{1m} = 25\Omega$$

$$I_B = I_E - I_C = 0.01mA$$

$$r_\pi = \frac{V_T}{I_B} = \frac{25m}{0.01m} = 2500\Omega$$