

電子學-共基極與共射極組態

National Taiwan Normal University

講師：俞佩君

一、共基極

1. 共基極組態
2. 共射極組態

一、共基極

● 三種基本電路的放大型態定義

電晶體三個端點接線中任何一端為共用 (Common)，其他兩端為輸入與輸出，可產生三種基本的放大電路型態：

- (1) 共基極(基極接地式，簡稱為CB)
- (2) 共射極(射極接地式，簡稱為CE)
- (3) 共集極(集極接地式，簡稱為CC)

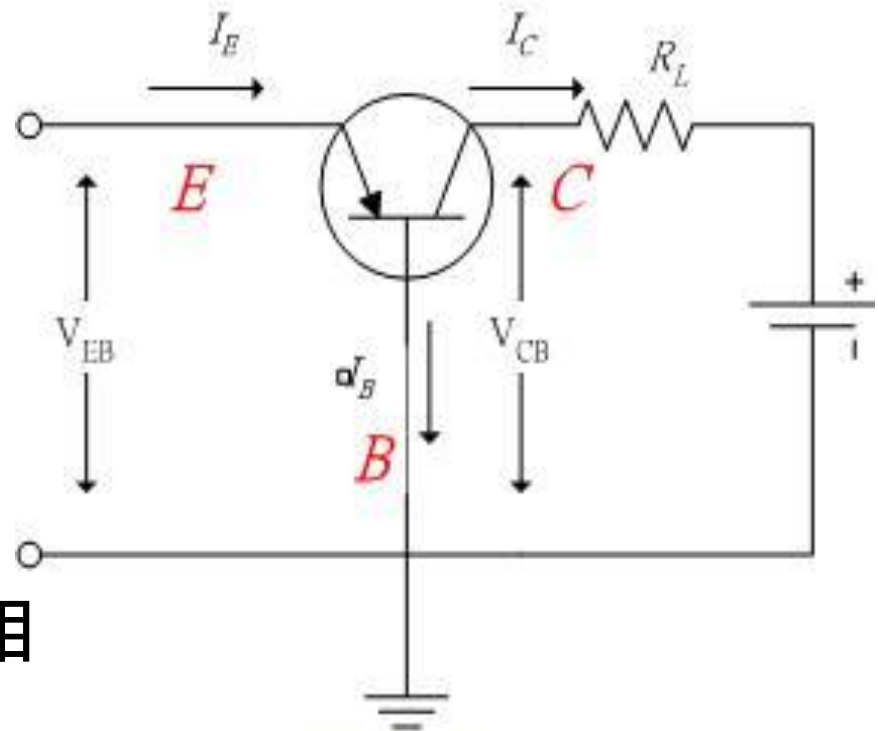
一、共基極

右圖為為CB式基本電路

1.CB電路工作原理

2.由分析而知相位

--- 輸入與輸出信號為同相



共基極組態

一、共基極

● 共基極的電流增益

基極式之輸出電流 I_C 與輸入電流 I_E 間之比值，是為基極接地式電路的電流增益，通常以 α 表示之。

$$\alpha = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_E}$$

因 $I_E = I_C + I_B$

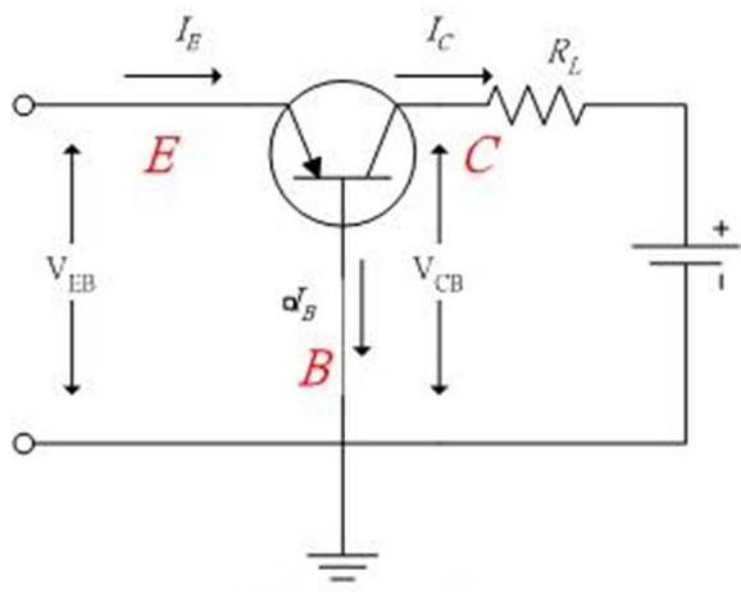
α 之值恒小於1

約為0.90~0.99左右

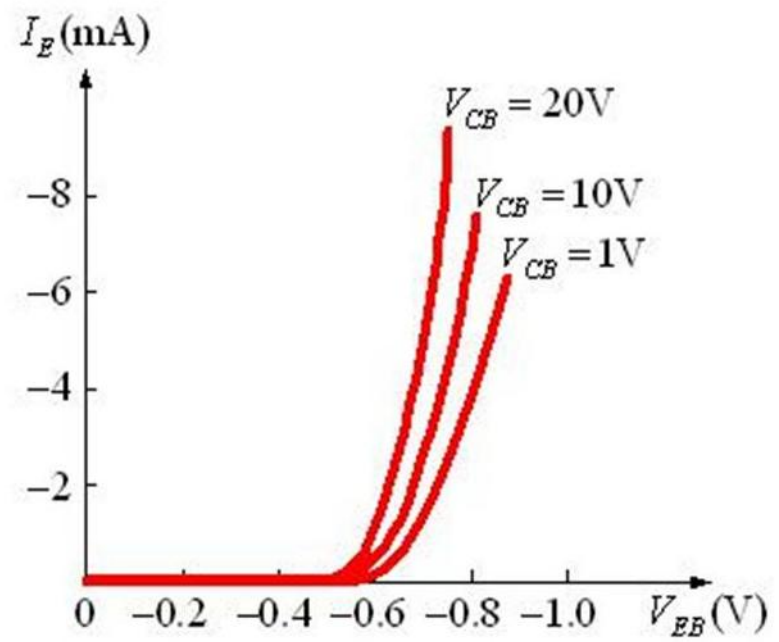
一、共基極

特性曲線圖

PNP型



共基極組態

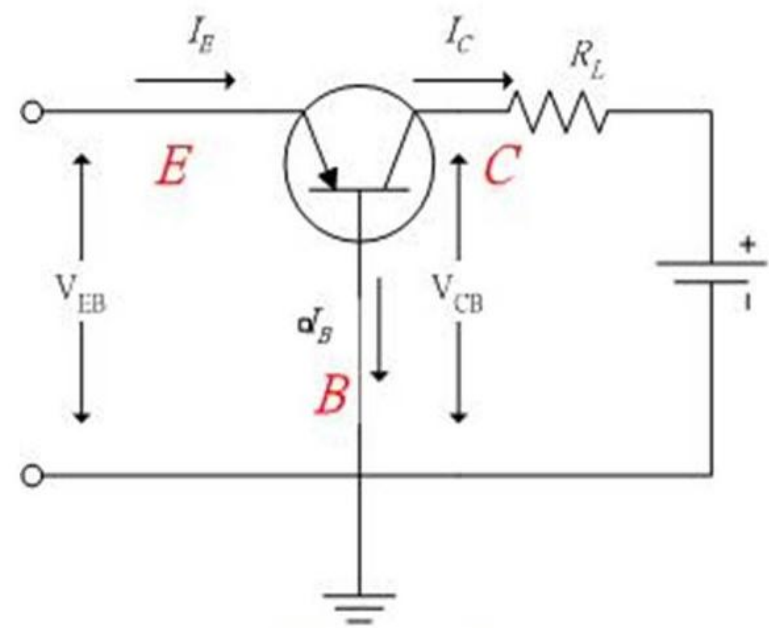


射極輸入特性曲線

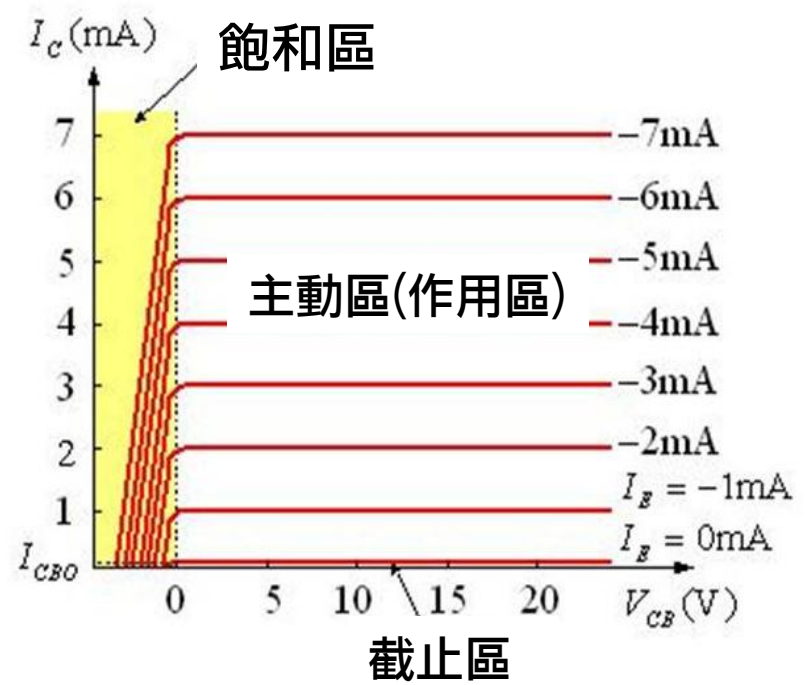
一、共基極

特性曲線圖

PNP型



共基極組態



集極輸出特性曲線

一、共基極

● 特性曲線的三工作區

1.工作區(也稱作用區):

- EB面施以順向偏壓，CB面施以逆向偏壓
- 作用區內為導通，可用來做放大工作

2.截止區:

- EB與CB接面同樣施以逆向偏壓
- 電晶體截止，相當於開路，可當開關

3.飽和區:

- EB與CB接面同樣施以順向偏壓
- 飽和區內相當於短路，可當開關

一、共基極

● 電路特性

1. 基極共用
2. 輸入阻抗 R_i 小 ($20 \sim 200 \Omega$) ,
輸出阻抗 R_o 大 ($100K \sim 1M\Omega$)
3. 電流增益 $\alpha < 1$
4. 電壓增益 $A_v = V_o / V_i = \alpha (R_o / R_i)$, 仍大
5. 功率增益 $A_p = A_v * A_i$
6. 輸入與輸出訊號同相位

一、共基極

● 電路特性

7. 有漏電流 I_{CBO}

$$I_C = \alpha I_E + I_{CBO}$$

定義為：

在基極放大電路中，射極開路($I_E=0$)時，
流經CE接面間的少數載子。

CB為輸出迴路在CB端施加逆向偏壓
O為流經CB的微量電流

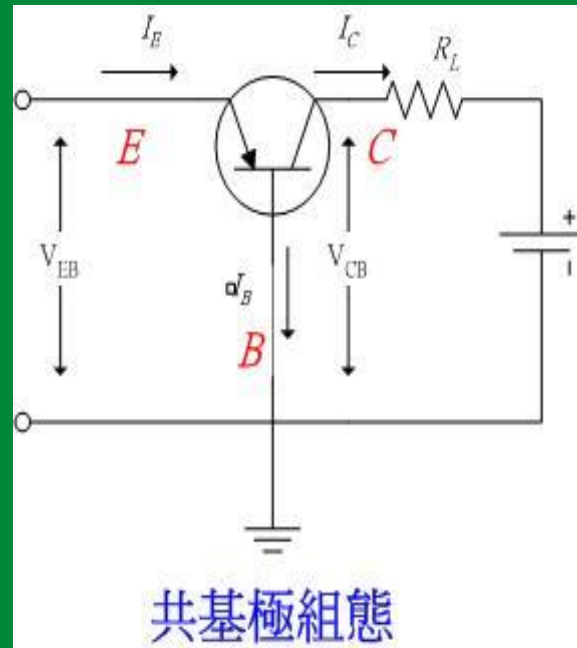
二、共基極的演練



二、共基極的演練

Q:

在如圖所示 α 值=0.99的電晶體，射極電流變化為2mA， V_{CB} 為固定，則集極電流為多少？

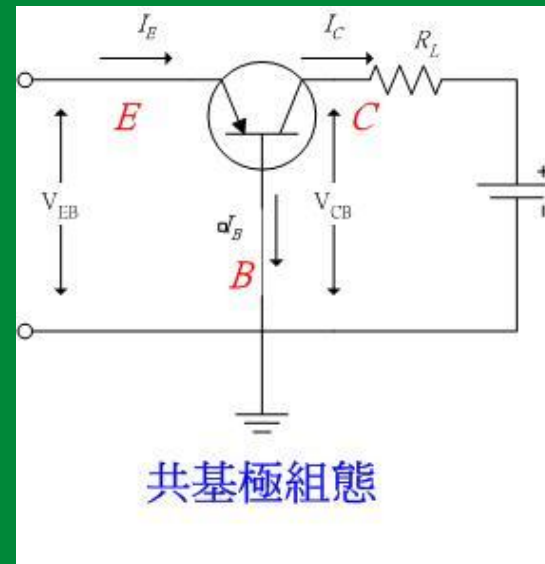


二、共基極的演練

ANS:

$$\alpha = I_C / I_E$$

$$I_C = \alpha I_E = 0.99 * 2\text{mA} \\ = 1.98\text{mA}$$



二、共基極的演練

Q: 某一電晶體之射極電流由2mA改變為2.3mA時，集極電流由1.95mA改變為2.19mA，則此電晶體之 α 值為何？

- (A) 1.25 (B) 1.00
(C) 0.9 (D) 0.8

二、共基極的演練

ANS: $\alpha = \Delta I_C / \Delta I_E$
 $= (2.19 - 1.95) \text{mA} / (2.3 - 2) \text{mA}$
 $= 0.8$

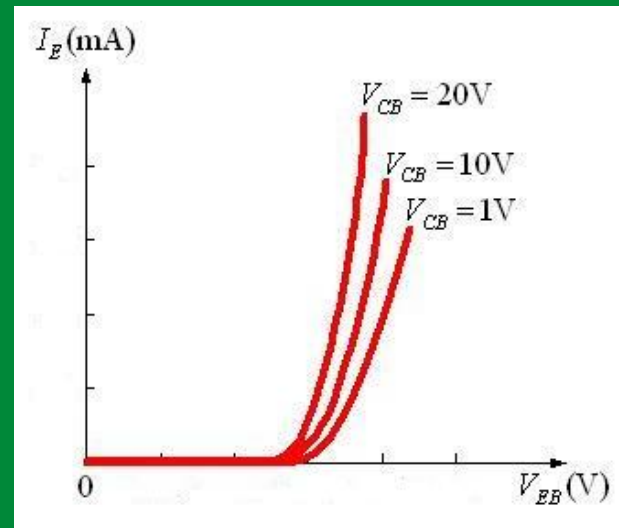
答:(D)

二、共基極的演練

如圖所示之特性曲線圖代表的是？

- (A) 共基極放大器之輸入特性曲線
- (B) 共射極放大器之輸入特性曲線
- (C) 共射極放大器之輸出特性曲線
- (D) 共集極放大器之輸出特性曲線

(91年二技統測)



二、共基極的演練

ANS:

共基極中

輸入特性: V_{EB} 接面 I_E 電流輸入

輸出特性: I_C 電流輸出 在 V_{CB} 接面

共射極中

輸入特性: V_{BE} 接面 I_B 電流輸入

輸出特性: I_C 電流輸出 在 V_{CE} 接面

(91年二技統測)

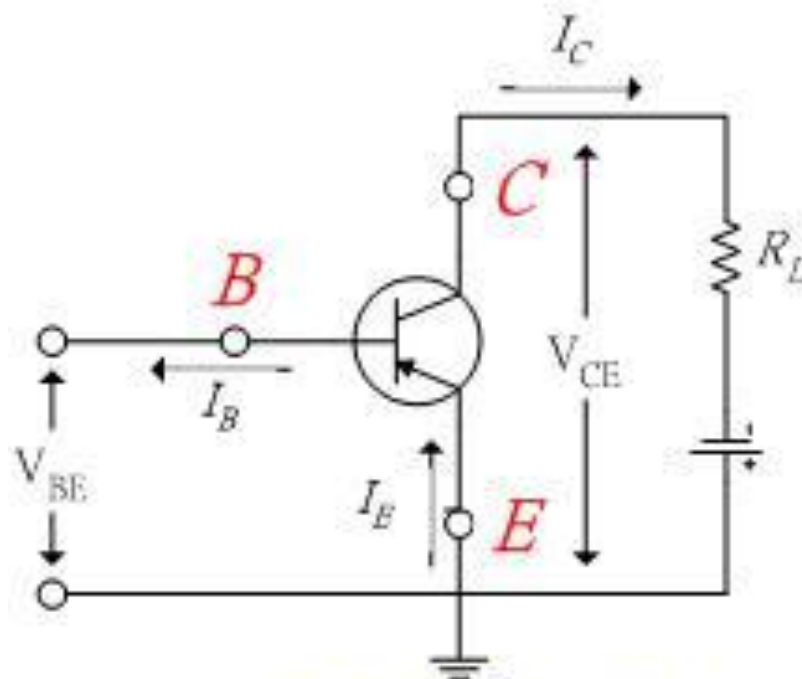
三、共射極

右圖為為CE式基本電路

1.CB電路工作原理

2.由分析而知相位

--- 輸入與輸出信號為
反相



共射極組態

三、共射極

● 共射極的電流增益

在射極電路中，集極到射極電壓 V_{CE} 固定下， I_B 對應 I_C 電流變化的比值，通常稱為共射極電路的電流放大因數，以 β 表示（或 h_{fe} ）。

$$\beta_{ac} = h_{fe} = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} \quad \text{典型}\beta\text{值約在 } 20 \sim 600 \text{ 間}$$

三、共射極

● 共基極與共射極

1. 共射極 β 與共基極 α 的關係性

$$\alpha = \beta / (\beta + 1)$$

$$\beta = \alpha / (1 - \alpha)$$

2. 共射極的漏電流 I_{CEO}

不考慮 I_B ($I_B = 0$)時，

$$I_{CEO} = (1 + \beta) I_{CBO}$$

三、共射極

● α 與 β 的關係

$$\text{因 } I_E = I_C + I_B$$

$$(1) \alpha = \beta / (\beta + 1)$$

$$\begin{aligned} \alpha = I_C / I_E &= I_C / (I_C + I_B) \\ &= (I_C / I_B) / ((I_C / I_B) + 1) \\ &= \beta / (\beta + 1) \end{aligned}$$

$$(2) \beta = \alpha / (1 - \alpha)$$

$$\begin{aligned} \beta = I_C / I_B &= I_C / (I_E - I_C) \\ &= (I_C / I_E) / (1 - (I_C / I_E)) \\ &= \alpha / (1 - \alpha) \end{aligned}$$

三、共射極

● I_{CEO} 與 I_{CBO} 的關係

$$I_{CEO} = (1 + \beta) I_{CBO}$$

CB放大器: $I_C = \alpha I_E + I_{CBO} \dots\dots (1)$

CE放大器: $I_C = \beta I_B + I_{CEO} \dots\dots (2)$

由 $I_E = I_B + I_C$ 代入CB放大器

$$I_C = \alpha(I_B + I_C) + I_{CBO}$$

即 $(1 - \alpha)I_C = \alpha I_B + I_{CBO}$

三、共射極

$$\begin{aligned} I_C &= [\alpha/(1-\alpha)]I_B + [1/(1-\alpha)]I_{CBO} \\ &= \beta I_B + (1+\beta)I_{CBO} \quad \dots\dots(3) \end{aligned}$$

比較

(2)式 $I_C = \beta I_B + I_{CEO}$

(3)式 $I_C = \beta I_B + (1+\beta)I_{CBO}$

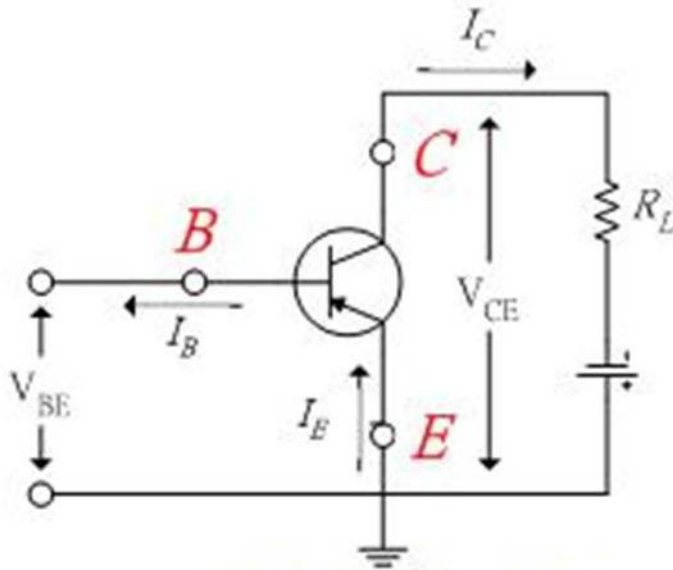
可得

$$I_{CEO} = (1+\beta)I_{CBO}$$

三、共射極

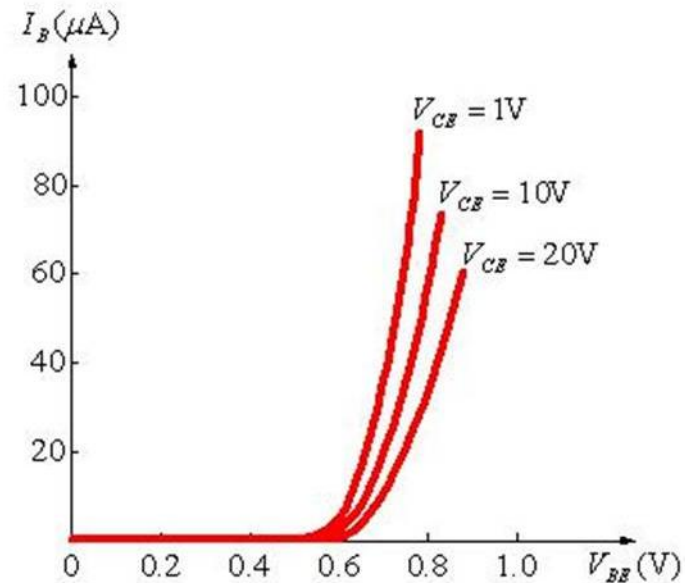
共射極特性曲線圖

PNP型



共射極組態

NPN型



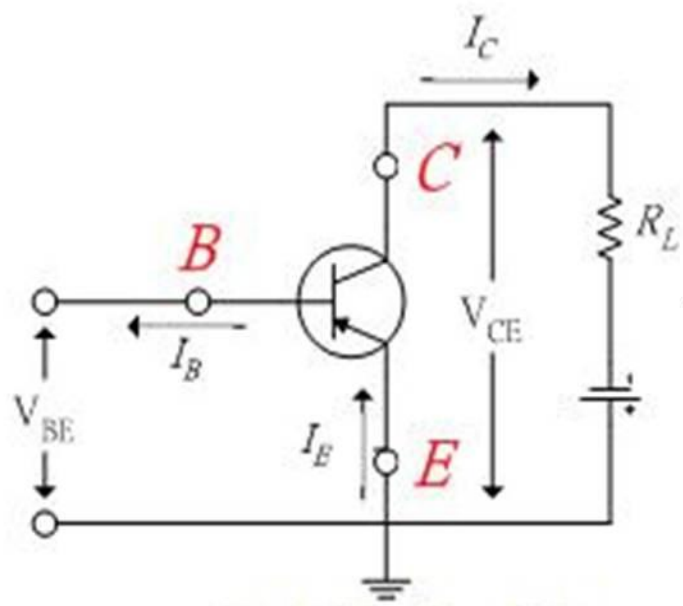
基極輸入特性曲線

※PNP與NPN只差在方向(負號)

三、共射極

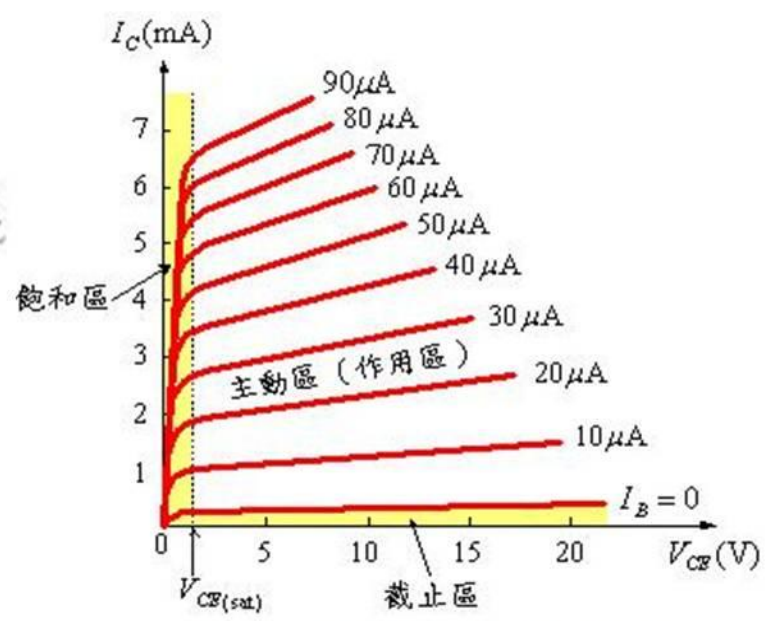
共射極特性曲線圖

PNP型



共射極組態

NPN型



集極輸出特性曲線

三、共射極

● 特性曲線的三工作區

1.工作區:

- 射極接合面施以順向偏壓，集極接合面施以逆向偏壓
- 作用區內可避免失真，在工作區不受 V_{CE} 影響

2.截止區:

- 射極與集極接合面同樣施以逆向偏壓
- 此區於 I_B 下方，在 $I_B=0$ 時，僅有一漏電流 I_{CEO}

3.飽和區:

- 射極與集極接合面同樣施以順向偏壓
- 欲達飽和需要有足夠的 I_B 來推動，需使 $\beta I_B \geq I_C$

三、共射極

● 電路特性

1. 中等輸入輸出阻抗
(輸入約 $1\sim 5\text{k}\Omega$ ，輸出約 $50\text{k}\Omega$)
2. 輸入與輸出訊號為反向位
3. 電流增益 $\beta = I_C / I_B$
4. 電壓增益 $A_V = V_o / V_i = \beta (R_o / R_i)$
5. 功率增益 $A_p = A_V * A_i$
6. 具有電流電壓的雙重增益，
應用於最為廣泛的放大器

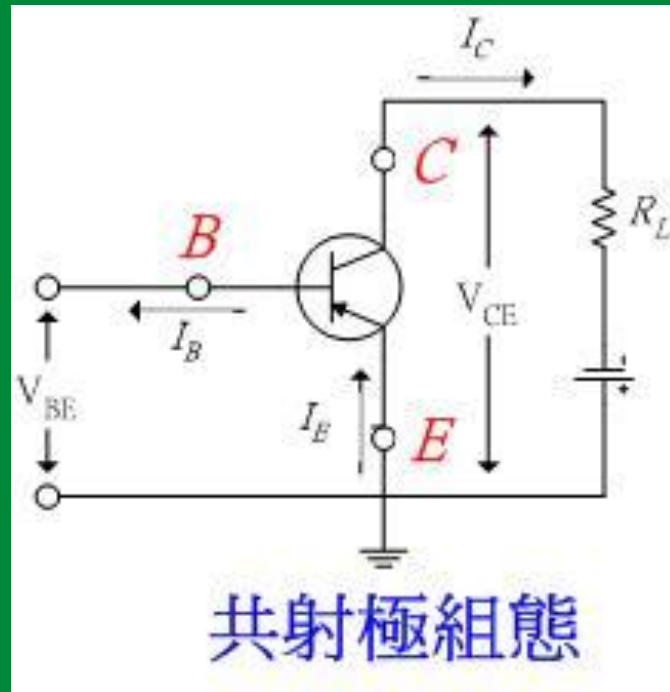
四、共射極的演練



四、共射極的演練

Q:

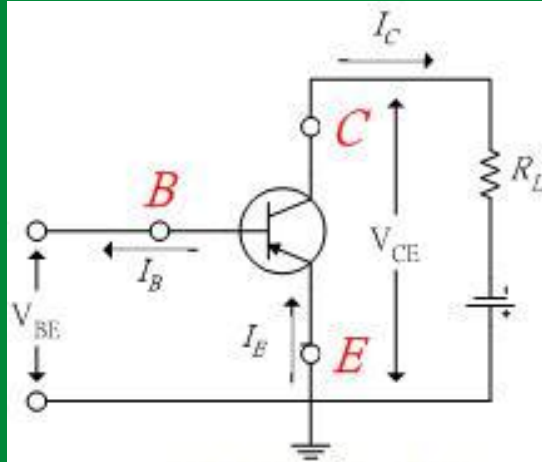
某共射極電路之
 I_{CBO} 為 $2\mu A$ ，
而 $\beta=50$ ，
則 I_{CEO} ？



四、共射極的演練

ANS: $I_{CEO} = (1+\beta)I_{CBO} = (1+50) * 2\mu A$
 $= 102\mu A$

$$I_{CEO} \doteq \beta I_{CBO} = 50 * 2\mu A$$
$$= 100\mu A$$



共射極組態

四、共射極的演練

Q: 某放大電路中，電晶體工作於作用區，
且 $\alpha=0.98$ ，基極電流 $I_B=0.04\text{mA}$ ，
則射極電流為多少？

(95年統測)

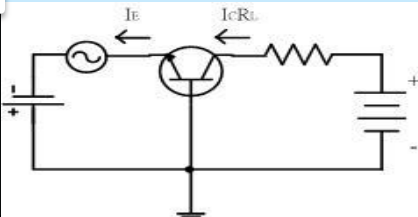
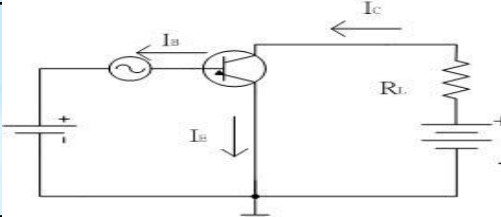
四、共射極的演練

ANS:

$$\begin{aligned} I_C &= \beta I_B = \alpha / (1 - \alpha) I_B \\ &= 0.98 / (1 - 0.98) * 0.04 \text{mA} \\ &= 49 * 0.04 \text{mA} \\ I_E &= I_B + I_C = (1 + \beta) I_B \\ &= (1 + 49) * 0.04 \text{mA} \\ &= 2 \text{mA} \end{aligned}$$

(95年統測)

五、電晶體特性比較

電晶體接地方 式之特性比較	共基極	共集極	共射極
基本電路			
功率增益	有	有	有(最高)
電壓增益	有	無 (小於 1)	有
電流增益	無(小於1)	有	有
輸入阻抗	最低(~50)	最高(~300)	中(~1k)
輸出阻抗	最高(~1M)	最低(~300)	中(~50k)
輸出入相位	同相	同相	反相
應用特長	常用在射頻電路 頻率特性良好	常用在阻抗匹配 頻率特性良好	使用最多的形式 頻率特性較差

五、電晶體特性比較

● 電晶體三種基本組態的特性比較

	<u>CE組態</u>	<u>CB組態</u>	<u>CC組態</u>
<u>電流增益</u>	高(β)	低(~ 1)	高($\beta + 1$)
<u>電壓增益</u>	高	高	低(~ 1)
<u>功率增益</u>	高	中等	低($\sim \beta$)
<u>功用</u>	因功率增益最大，故應用較為廣泛	用於極高頻放大和振盪	用作阻抗匹配

五、電晶體特性比較

三種比較

EX1:

下列電晶體放大器中，具有最低輸出阻抗的為何者？
(94年統測)

- (A)共集極放大器 (B)共射極放大器
(C)共基極放大器 (D)多極共射極放大器

EX2:

下列有關雙極性電晶體三種基本放大器間比較之敘述，何者不正確？
(90統測→電子)

- (A)共集極之輸入阻抗最高 (B)共射極之功率增益最高
(C)共基極之輸出阻抗最低 (D)共射極為反向放大