

實驗八 BJT 電晶體放大器

一、實驗目的：

- (1). CE、CB、CC 放大器的近似分析與測量。
- (2). 輸入電阻與負載電阻之負載效應。
- (3). 完整的混合等效電路分析。

二、原理說明：

(1) 共射組態放大器的近似分析

輸入電阻 R_{in}

$$\begin{aligned}V_b &= i_b r_\pi + (1 + \beta) i_b \times R_{E1} \\ &= i_b [r_\pi + (1 + \beta) R_{E1}] \\ \Rightarrow R_b &= \frac{V_b}{i_b} = r_\pi + (1 + \beta) R_{E1} \\ &\text{得 } R_{in} = R_B // R_b\end{aligned}$$

電壓增益 A

$$A = \frac{V_o}{V_s} = \left[\frac{V_o}{i_b} \times \frac{i_b}{V_b} \right] \times \frac{V_b}{V_s} = \left[\frac{-\beta(R_c // R_L)}{r_\pi + (1 + \beta) R_{E1}} \right] \times \frac{R_{in}}{R_s + R_{in}}$$

(2) 共基組態放大器的近似分析

不難發覺當輸入電阻 R_{in} 愈小時，電壓增益 A 也跟著變小，因此共基放大器並不適合做一個電壓放大器。

(3) 共集組態放大器的近似分析

輸入電阻 R_{in}

$$\begin{aligned}R_{in} &= R_B // R_b \\ \text{其中} \\ R_b &= r_\pi + (1 + \beta) \times (R_E // R_L)\end{aligned}$$

電壓增益 A

$$A = \frac{V_o}{V_s} = \left[\frac{V_o}{i_b} \times \frac{i_b}{V_b} \right] \times \frac{V_b}{V_s} = \left[\frac{(1 + \beta)(R_E // R_L)}{r_\pi + (1 + \beta)(R_E // R_L)} \right] \times \frac{R_{in}}{R_s + R_{in}}$$

輸出電阻 R_{out}

$$R_{out} = R_E // \left[\frac{(R_s // R_B) + r_\pi}{(1 + \beta)} \right]$$

三、 實驗器材：

電容	10 μF	x2
電容	47 μF	x1
電晶體	CS9013	x1
可變電阻	10 k Ω	x1
可變電阻	500 k Ω	x1
電阻	100 k Ω	x2
	500 , 1k , 3.3k , 10k , 15k , 22k Ω	x1

四、 實驗步驟：

1. 工作一： 共射極放大器

(1)按圖 1 接妥電路

調 VR10k Ω ，使 $V_{ce} = \frac{1}{2} V_{cc} = 6\text{V}$

- (2)調信號產生器為 1kHz 的正弦波，作為輸入信號 V_s
- (3)調信號產生器輸出電壓，使放大器輸出達最大不失真
- (4)用示波器觀測放大器各點波形，繪於表 1
- (5)利用表 1 之數據，計算表 2 內各值
- (6)接上電容 C_E 47 μF ，重複步驟(4), (5)
- (7)將示波器置於雙軌跡檔，觀測 V_s 與 V_o 之相位
- (8)調信號產生器如表 3 所示之頻率值，將各頻率下的 V_o 峰對峰值，填於表 3 中(不接 C_E)
- (9)利用表 3 之數據，描繪 V-f 圖於圖 2

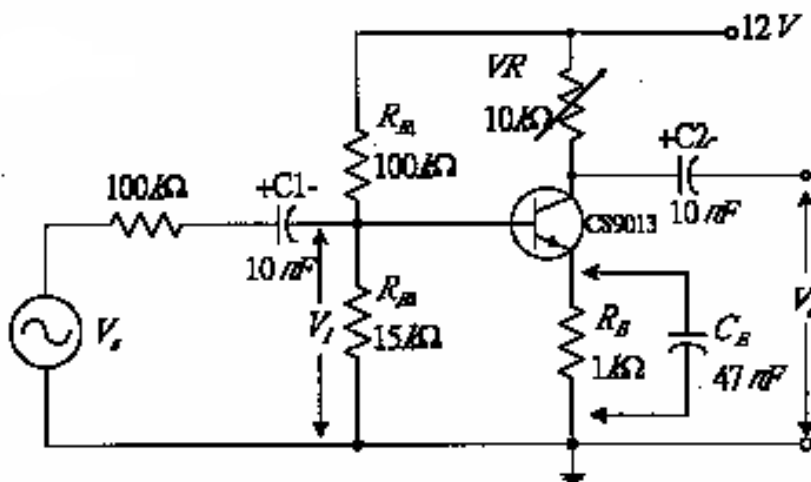


圖 1

	未接 C_E		接上 C_E	
	波形	V_{p-p} 值	波形	V_{p-p} 值
V_s				
V_i				
V_o				

表 1

	$I_i = \frac{V_s - V_i}{10k}$	$I_o = \frac{V_o}{R_c}$	$A_i = \frac{I_o}{I_i}$	$A_v = \frac{V_o}{V_i}$	$A_p = A_v \cdot A_i$
未接 C_E					
接上 C_E					

表 2

頻率	100	1K	10K	100K	1M
V_o					

表 3

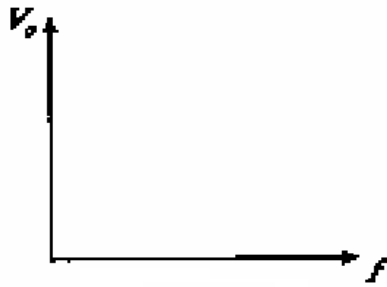


圖 2

2. 工作二：共集極放大器

- (1) 按圖 3 接妥電路，調整 VR500kΩ，使 $V_{CE} = \frac{1}{2} V_{CC} = 6V$
- (2) 調信號產生器為 1kHz 的正弦波，作為輸入信號 V_s
- (3) 調信號產生器輸出電壓，使放大器輸出達最大不失真
- (4) 用示波器觀測放大器各點波形，繪於表 4
- (5) 以 500Ω 電阻取代射極電阻 R_E ，重複步驟(4)
- (7) 將示波器置於雙軌跡檔，觀測 V_s 與 V_o 之相位
- (8) 調信號產生器如表 5 所示之頻率值，將各頻率下的 V_o 峰對峰值，填於表 5 中 (R_E 值為 3.3kΩ 時)
- (9) 利用表 5 之數據，描繪 V-f 圖於圖 4

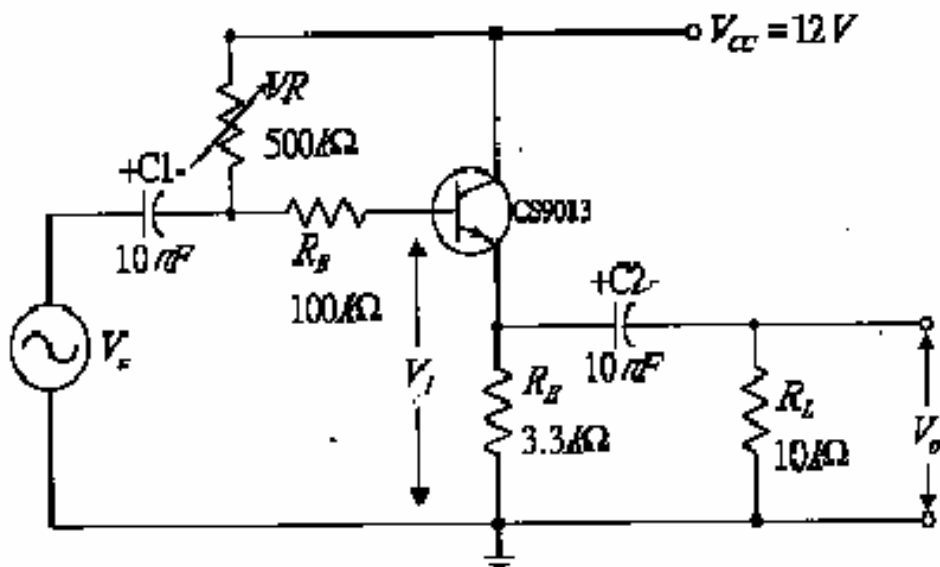


圖 3

	$R_E = 3.3k\Omega$		$R_E = 500\Omega$	
	波形	Vp-p 值	波形	Vp-p 值
Vs				
Vi				
Vo				

表 4

頻率	100	1K	10K	100K	1M
Vo					

表 5

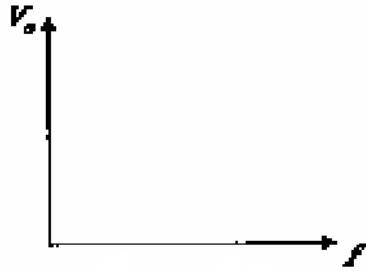


圖 4

3. 工作三：共基極放大器

- (1) 按圖 5 接妥電路調信號產生器為 1kHz， $V_{p-p}=0.1V$ 的正弦波，作為輸入信號
- (2) 用示波器觀測放大器各點波形，繪於表 6
- (3) 將以 R_L 值換成 $15k\Omega$ 電阻，重複步驟(2)
- (4) 將示波器置於雙軌跡檔，觀測 V_s 與 V_o 之相位
- (5) 調信號產生器如表 7 所示之頻率值，將各頻率下的 V_o 峰對峰值，填於表 7 中
- (6) 利用表 7 之數據，描繪 $V-f$ 圖於圖 6

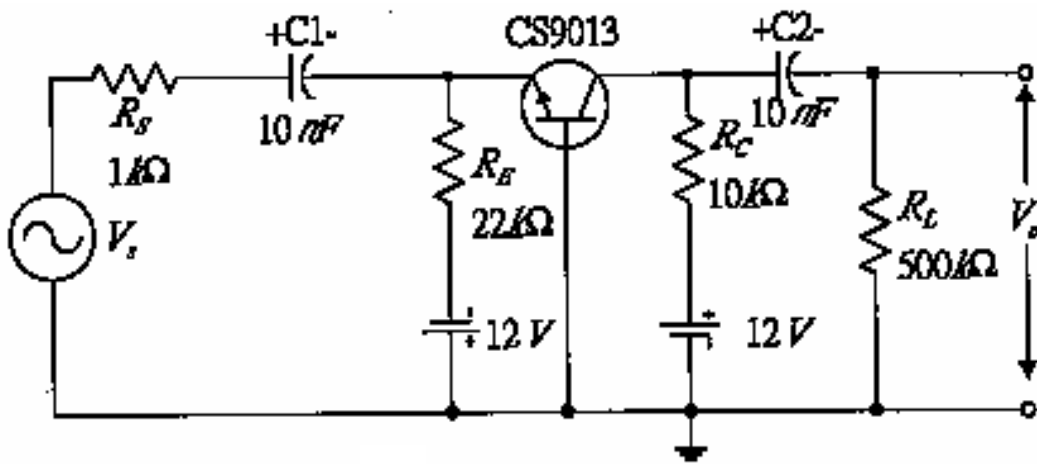


圖 5

	$R_L = 500k\Omega$		$R_L = 15k\Omega$	
	波形	V_{p-p} 值	波形	V_{p-p} 值
V_s				
V_c				
V_o				

表 6

頻率	100	1K	10K	100K	1M
V_o					

表 7

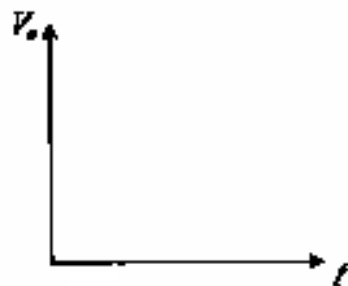


圖 6

五、問題討論：

1. 試比較實習中各種組態輸入 V_s 與輸出 V_o 的相互關係。
2. 試說明共射極放大器實習中， C_E 對 A_v 的影響。為什麼？
3. 試說明各種組態中，頻率對輸出電壓 V_o 的影響。
4. 在共集極組態放大器實習中， R_E 值得大小對各點波形有何影響？為什麼？
5. 在共基極組態放大器實習中， R_L 值得大小對各點波形有何影響？為什麼？