

電工實驗(二)

實驗報告

實驗單元(9)

運算放大器電路(二)

(電路模擬 092)

班別：電 2 B

組別：222

姓名：李宜恩

學號：00853216

★各項實驗紀錄(藍色字體)、撰寫實驗波形分析與實驗數據分析(藍色字體)、撰寫實驗問題與討論(藍色字體)、撰寫實驗結論(藍色字體)、按時繳交實驗報告(遲交扣分)，非(藍色字體)扣分。

一、實驗模擬注意事項

1. 電路模擬時運算放大器接腳 1 及接腳 5 不需要接上可變電阻，此作用是調整直流偏移量使用。
2. 依實驗要求，先要設計電阻值，實驗模擬。
3. 電路設計與電路模擬模項目 091：反相運算放大器(-10 倍)及串級放大器電路。
4. 電路設計與電路模擬模項目 092：反相運算放大器(-100 倍)及串級放大器電路。

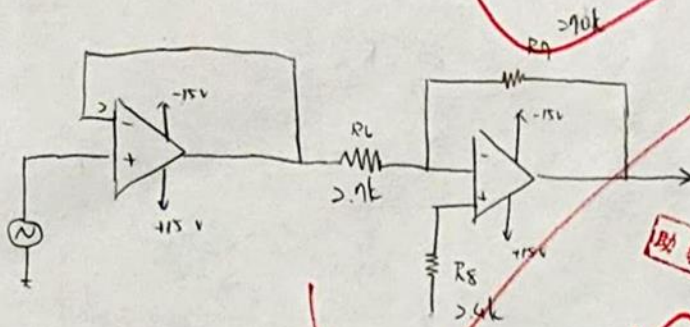
二、實驗設計與實驗模擬

◎題目(一)：設計出-100 倍電壓增益的反相運算放大器。

1. 電路設計：依據單元(八)設計要領，設計出-100 倍電壓增益的反相放大器電路。
2. 需附上電路設計計算程序(照片檔)(實驗檢查時檢視紙本，繳交上課筆記)。
3. 需要手畫出電路圖。

實驗單元(9) 運算放大器 22-2

f: 5.4 KHz



助教陳錦昌

圖 1090612

$$R_1 = 10k \sim 100k \Omega$$

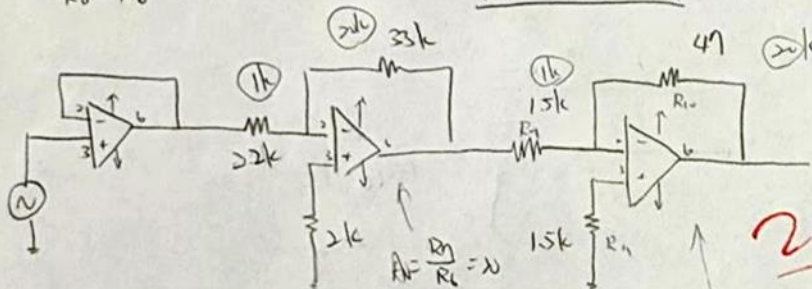
$$A_v = -10$$

$$R_1 = \frac{R_f R_c}{\beta} = \frac{24.75 \Omega}{\beta} = 2870 k \Omega \quad \boxed{\text{選用: } 270k \Omega}$$

$$\beta = \frac{1}{R_1 + R_f} = \frac{1}{1 + 10} = 0.0909$$

$$A_v = -\frac{R_f}{R_c} = -\frac{2872k}{R_c} = -100 \quad R_c = 2872 \Omega \quad \boxed{\text{選用 } 2.7k \Omega}$$

$$R_8 = R_6 \parallel R_1 = 2.454 k \Omega \quad \boxed{\text{選用 } 2.4k \Omega}$$



20x20

$$\frac{24.75}{2 \cdot \frac{1}{1-30}} = 48.218k \quad \boxed{\text{選用 } 47k \Omega}$$

$$A_v = -\frac{R_f}{R_1} = 20$$

$$A_v = -\frac{R_f}{R_1} = 32$$

$$R_f = 1.4k \Omega$$

$$\boxed{\text{選用 } 1.5k \Omega}$$

$$31.62$$

$$R_1 = 47k \parallel 1.5k = 1.45k$$

$$\boxed{\text{選用 } 1.5k}$$

$$31.62$$

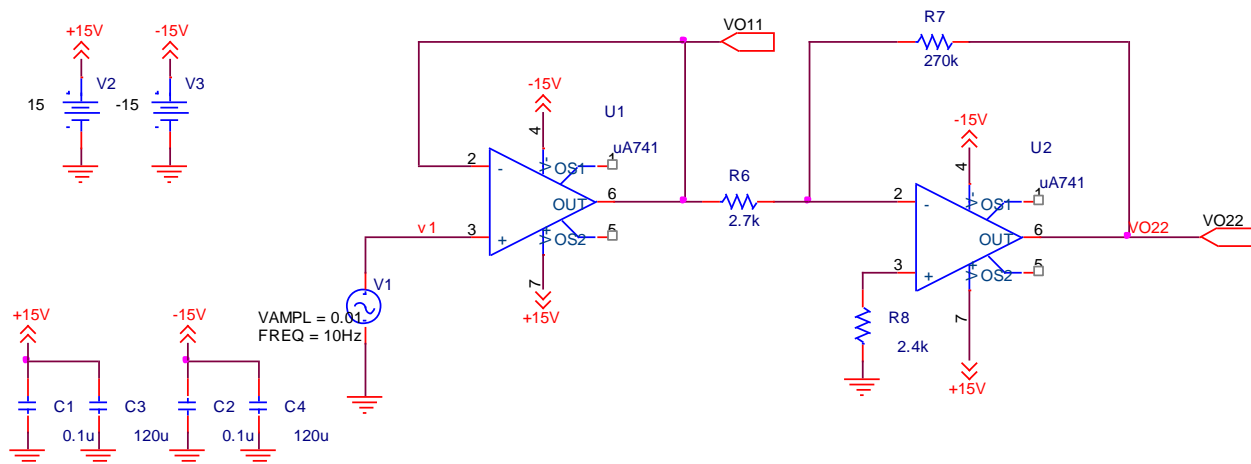
$$316.2277$$

$$40 \quad 6.31$$

◎電路模擬程序(1)：

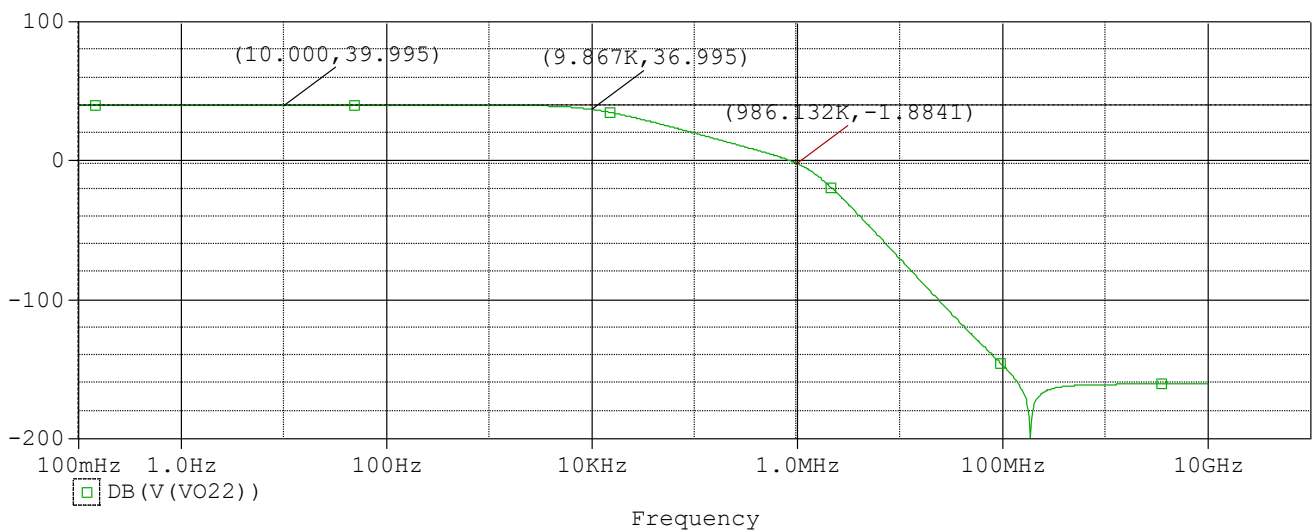
- 1.使用 PSPICE—AC sweep 來模擬電路的頻域特性。
- 2.需附上模擬電路圖。

◎附上模擬電路圖。(輸入測試頻率=10Hz)。



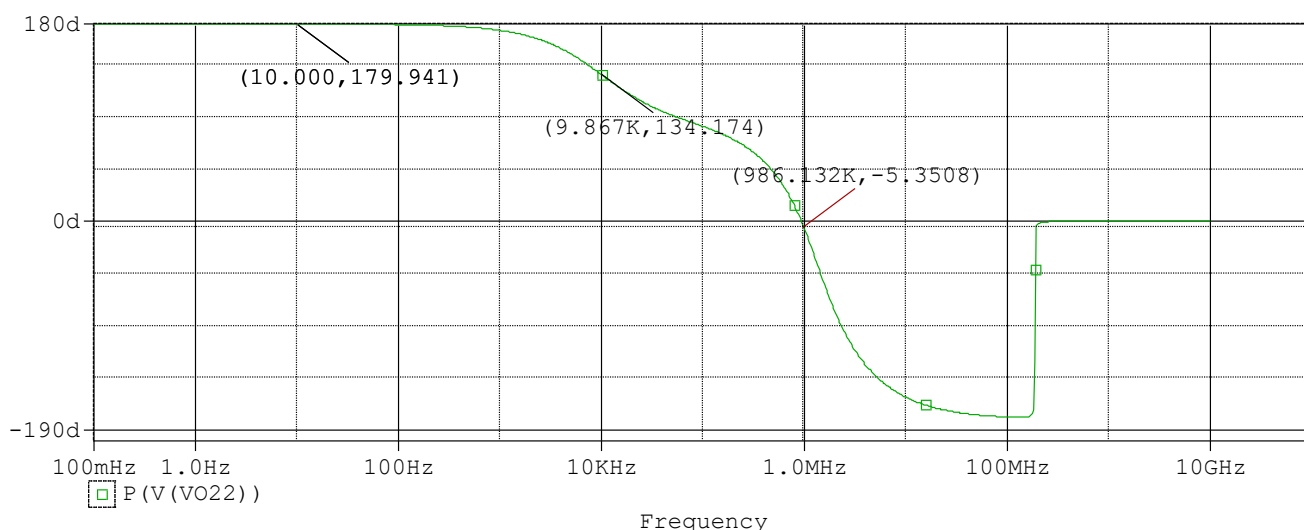
- 3.需附上模擬輸出結果(電壓增益對頻率關係圖)，使用 dB 探棒，標示出 $-3dB$ 截止頻率(f_{-3dB})及 f_t 。

◎附上模擬輸出波形。



- 4.需附上模擬輸出結果(相位對頻率關係圖)，使用 V_p 相位探棒，標示出 f_{-3dB} 截止頻率及 f_t 的相位。

◎附上模擬輸出波形。



5. 計算增益頻寬乘積(GBP)，完成表格(9-2-2)內容。

6. 寫出下列各頻率之增益 dB 及相位差。

(a). 寫出頻率 10Hz 時之增益 39.995 dB 及相位差 = 179.941 。

(b). 寫出頻率值 $f_{H1(-3dB)}$ = 9.867kHz 及相位差 = 134.174 。

(c). 寫出頻率值 f_t = 986.132kHz 及相位差 = -5.3508 。

表(9-2-2)：反相放大器設計、模擬值記錄

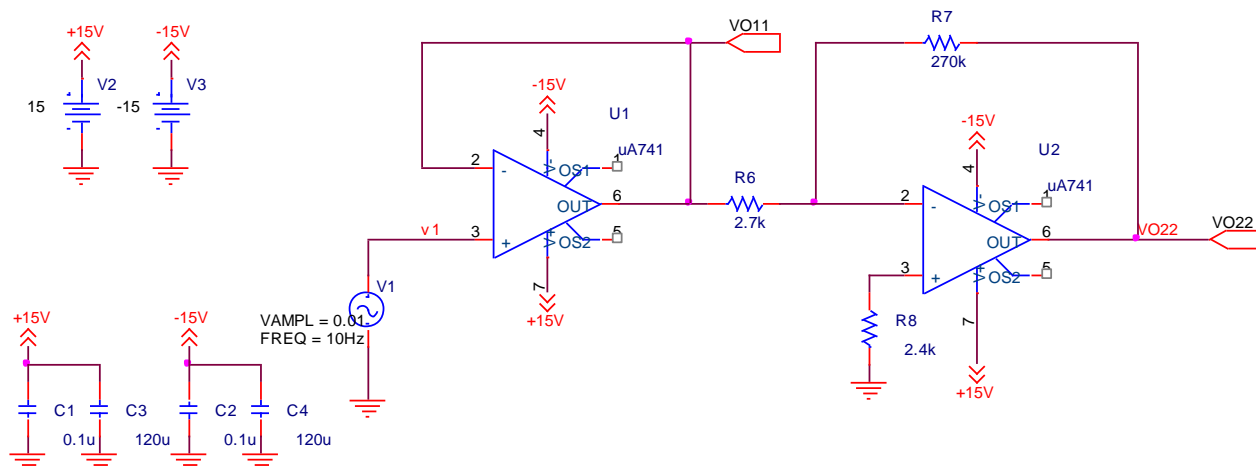
	-3dB 截止 頻率(Hz)	截止頻率相 對應之相位 (Vp)	單位增益 頻率(Hz)	單位增益頻 率相對應之 相位(Vp)	計算放大器 增益頻寬乘 積(Hz)
$A_v = -100$ 之電路	9.867kHz	134.174	986.132kHz	-5.3508	986.132kHz

◎電路模程序(2)：

1. 使用 PSPICE—Time Domain 來模擬電路的時域特性。

2. 需附上模擬電路圖，輸入頻率為下列各項頻率值。

◎附上模擬電路圖(輸入測試頻率=10Hz)。



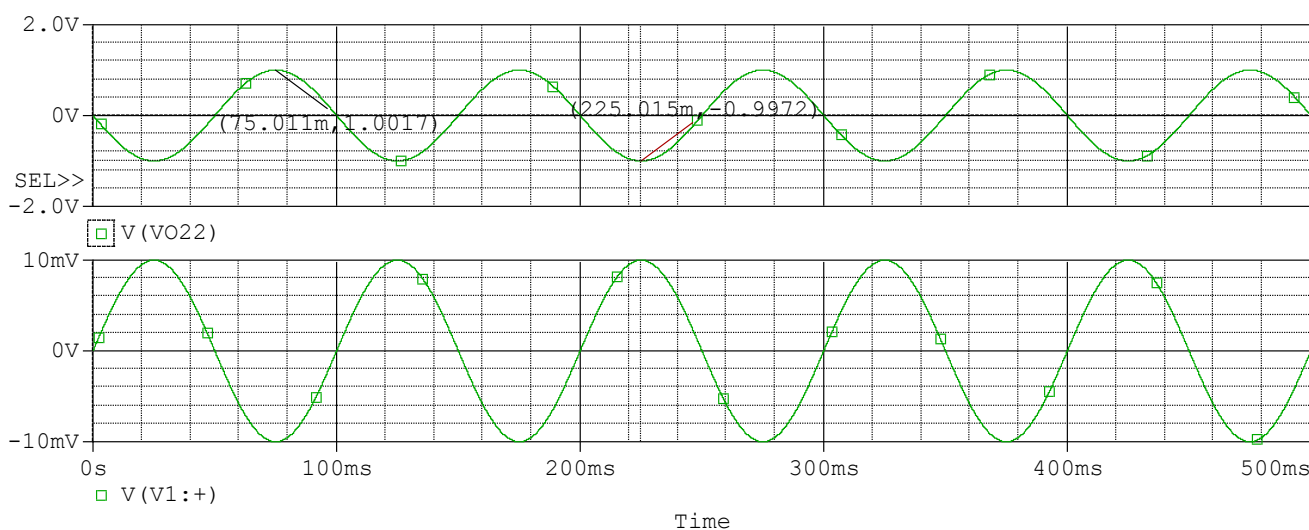
3.模擬結果標示輸出波形峰-峰值，計算電壓增益值。

4.輸入測試頻率=10Hz，輸入電壓=0.02V(V_{p-p})，輸出電壓= 1.9989V (V_{p-p})，

A_v = 99.945，兩波行時間差(Δt) = 15.001u，輸出波形對輸入波形相位

關係：☒超前或☐落後，計算相角= 8.594m。

◎附上模擬輸出波形。



5.續前，輸出節點 FFT 轉換波形，附上模擬輸出波形。

◆使用游標標示測試頻率之頻率值與電壓峰值。

◆寫下游標所標示之測試頻率值(基頻)= 10Hz，電壓峰值= 0.9995V。

◆使用游標標示諧波之頻率值與電壓峰值。

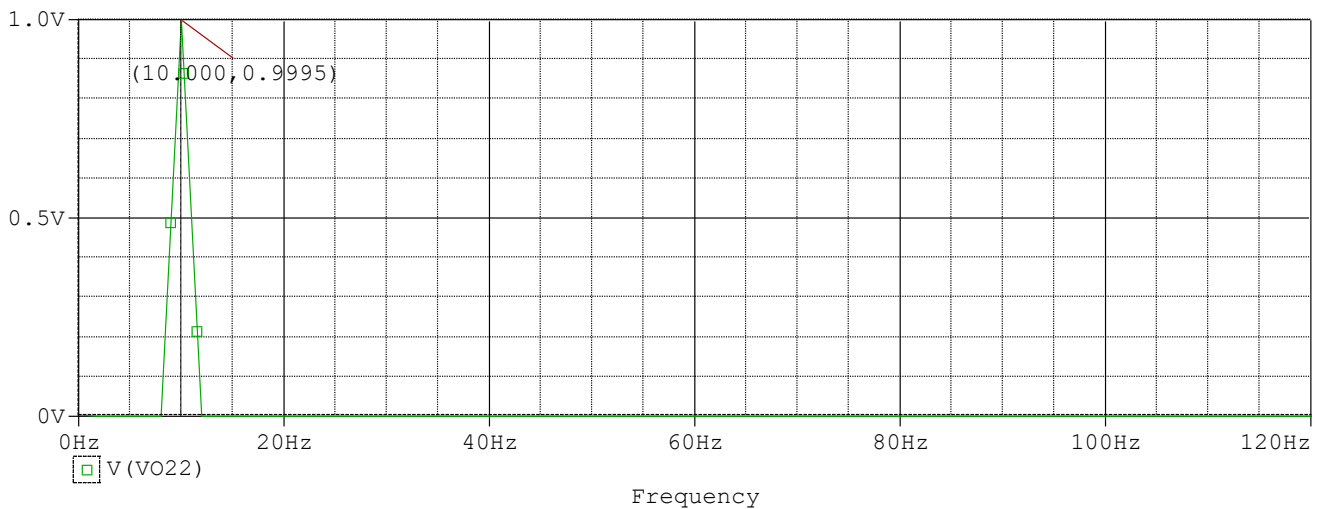
◆寫下游標所標示之諧波頻率值(H1)= 無，電壓峰值= 無。

◆寫下游標所標示之諧波頻率值(H2)= 無，電壓峰值= 無。

◆寫下游標所標示之諧波頻率值(H3)= 無，電壓峰值= 無。

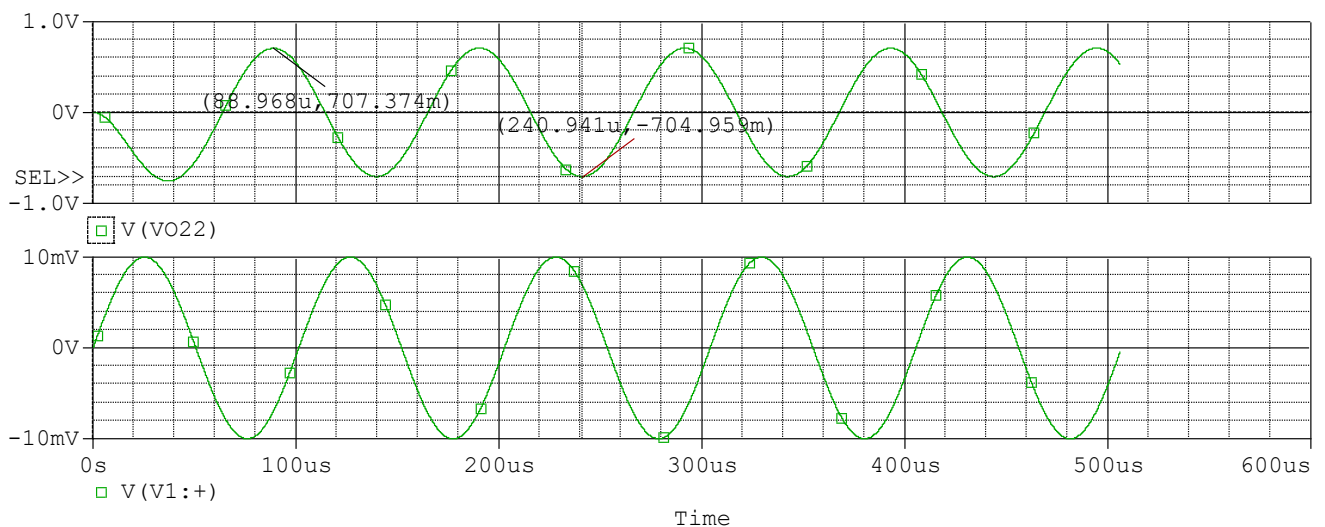
◆寫下游標所標示之諧波頻率值(H4)=無，電壓峰值=無。

◎附上模擬輸出波形。



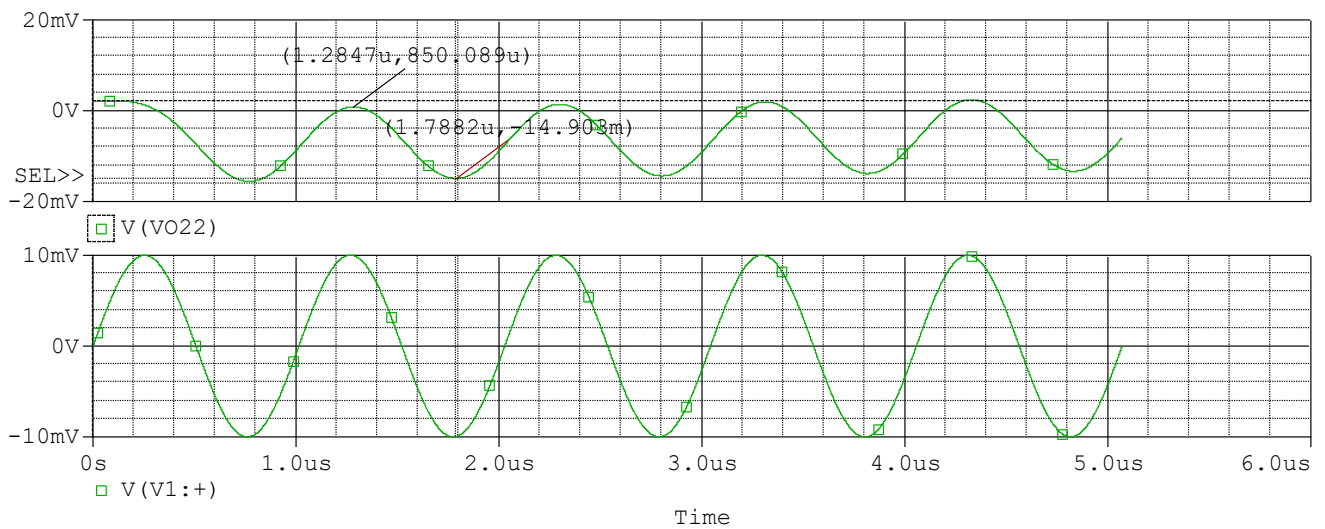
6.輸入測試頻率= f_{-3dB} ，由前一項電路模擬項目中得到：輸入電壓=0.02V(V_{P-P})，輸出電壓=1.411V(V_{P-P})， A_v =70.55，兩波行時間差(Δt)=11.750u，輸出波形對輸入波形相位關係：☐超前或☒落後，計算相角=6.642。

◎附上模擬輸出波形。



7.輸入測試頻率= f_i ，由前一項電路模擬項目中得到：輸入電壓=0.02V(V_{P-P})，輸出電壓=15.7mV(V_{P-P})， A_v =0.797，兩波行時間差(Δt)=517.082n，輸出波形對輸入波形相位關係：☐超前或☒落後，計算相角=31811。

◎附上模擬輸出波形。



◎題目(二)：使用串級方式來設計音頻放大器電路。

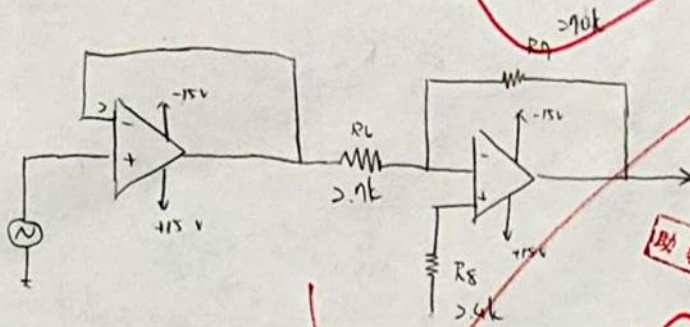
- 1.使用 uA741 反相電路結構(反相 AMP)。
- 2.訊號頻寬至少有 20KHz，電壓增益 $\text{Gain} \geq 50\text{dB}$ 。
- 3.高輸入阻抗。

◎設計程序：

- 1.電路設計：依據單元(八)設計要領，設計出頻寬至少有 20KHz，電壓增益 $\text{Gain} \geq 50\text{dB}$ 的音頻放大器電路。
- 2.需附上電路設計計算程序(照片檔)(實驗檢查時檢視紙本，繳交上課筆記)。
- 3.需要手畫出上述電路圖。

實驗單元(9) 運算放大器 22-2

f: 5.4 KHz



助教陳錦昌

圖 1090612

$$R_1 = 10k \sim 100k \Omega$$

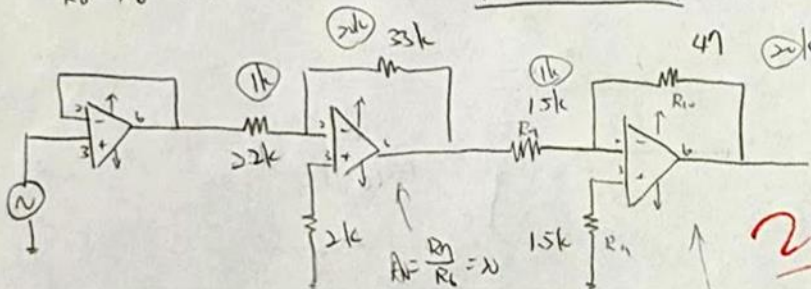
$$A_v = -10$$

$$R_1 = \frac{R_2 R_3}{A_v} = \frac{100k \cdot 10k}{-10} = -100k \Omega \quad \text{選用: } 20k \Omega$$

$$\beta = \frac{1}{R_1 + R_2} = \frac{1}{1 + A_v} = \frac{1}{1 + 10} = 0.0909$$

$$A_v = -\frac{R_4}{R_3} = -\frac{100k}{10k} = -10 \quad R_6 = 20k \Omega \quad \text{選用 } 2.7k \Omega$$

$$R_8 = R_6 \parallel R_7 = 2.454k \Omega \quad \text{選用 } 2.4k \Omega$$



20x20

$$\frac{1}{\beta} = \frac{R_1 + R_2}{R_1} = \frac{100k + 10k}{10k} = 11 \quad \text{選用 } 47k \Omega$$

$$A_v = -\frac{R_4}{R_3} = -20$$

$$A_v = -\frac{R_4}{R_3} = -32$$

$$R_4 = 1.4k \Omega$$

$$\text{選用 } 1.5k \Omega$$

$$31.62$$

$$R_1 = 47k \parallel 1.5k = 1.45k \Omega$$

$$\text{選用 } 1.5k \Omega$$

$$31.62$$

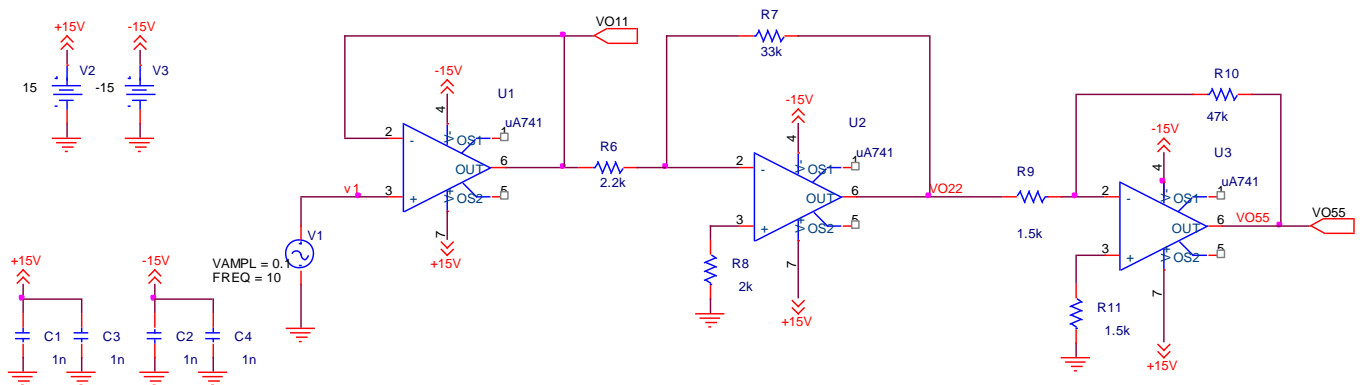
$$316.2277$$

$$40 \quad 6.36$$

◎電路模擬程序(1)：

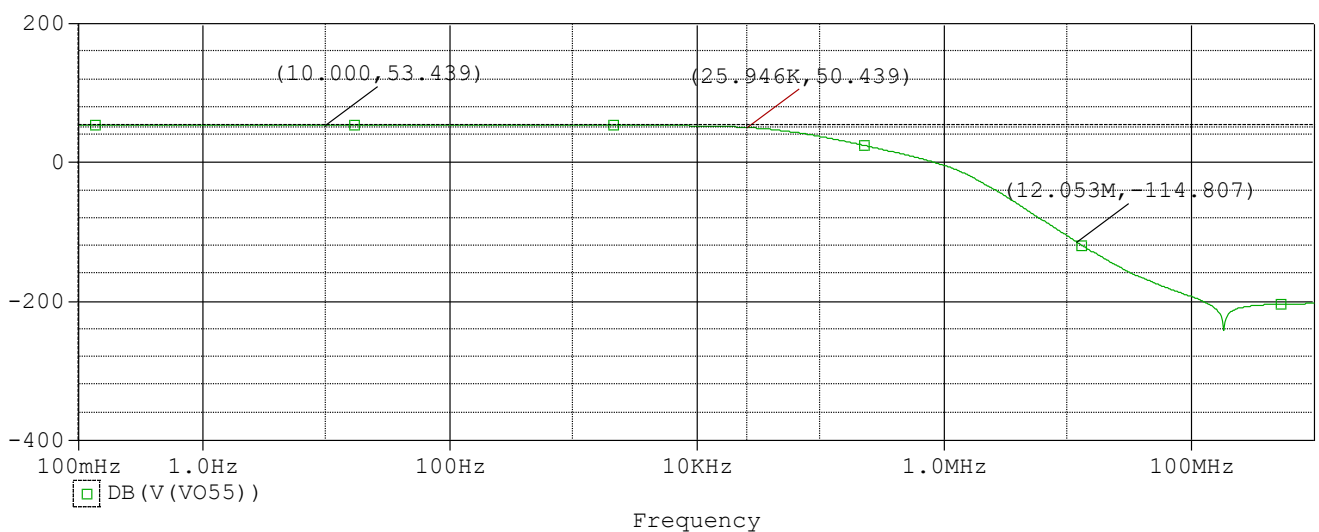
- 1.使用 PSPICE—AC sweep 來模擬電路的頻域特性。
- 2.需附上模擬電路圖。

◎附上模擬電路圖(輸入測試頻率=10Hz)。



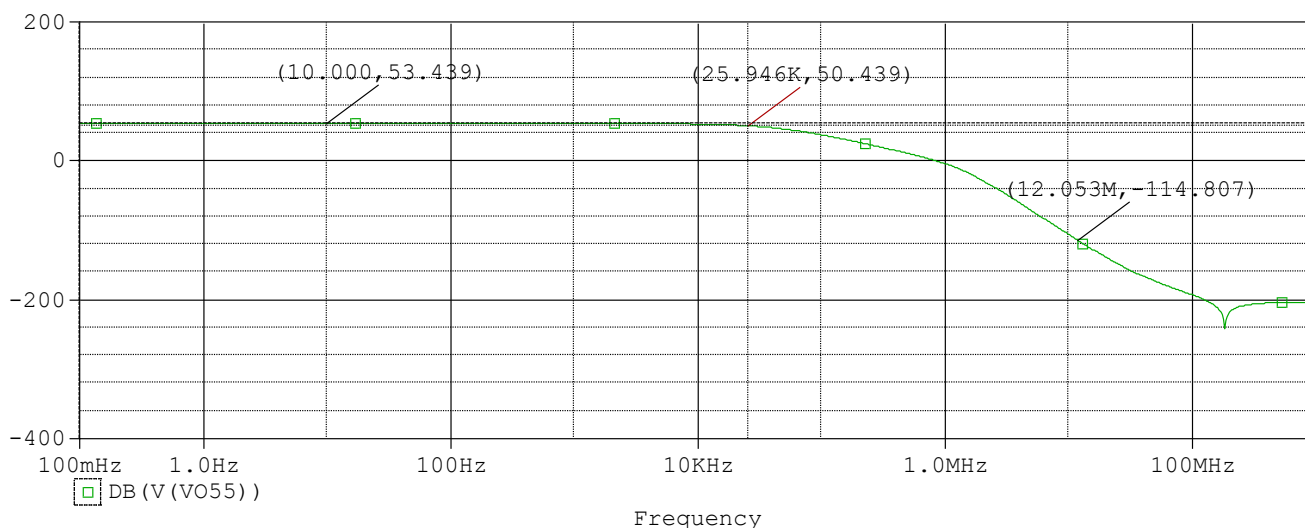
- 3.需附上模擬輸出結果(電壓增益對頻率關係圖)，使用 dB 探棒，標示出 $-3dB$ 截止頻率 (f_{-3dB}) 及 f_t 。

◎附上模擬輸出波形。



- 4.需附上模擬輸出結果(相位對頻率關係圖)，使用 V_p 相位探棒，標示出 f_{-3dB} 截止頻率及 f_t 的相位。

◎附上模擬輸出波形。



5.計算增益頻寬乘積(GBP)，完成表格(9-4-2)內容。

6.寫出下列各頻率之增益 dB 及相位差。

(a).寫出頻率 10Hz 時之增益 53.439 dB 及相位差 = -28.762m。

(b).寫出頻率值 $f_{H1(-3dB)}$ = 25.946kHz 及相位差 = -65.123。

(c).寫出頻率值 f_t = 12053.2767kHz 及相位差 = -516.932。

表(9-4-2)：音頻串級放大器設計、模擬值記錄

	-3dB 截止 頻率(Hz)	截止頻率相 對應之相位 (Vp)	單位增益 頻率(Hz)	單位增益頻 率相對應之 相位(Vp)	計算放大器 增益頻寬乘 積(Hz)
$A_v = 50B$ 之電路	25.946k	-65.123	12.053M	-516.934	12.053M

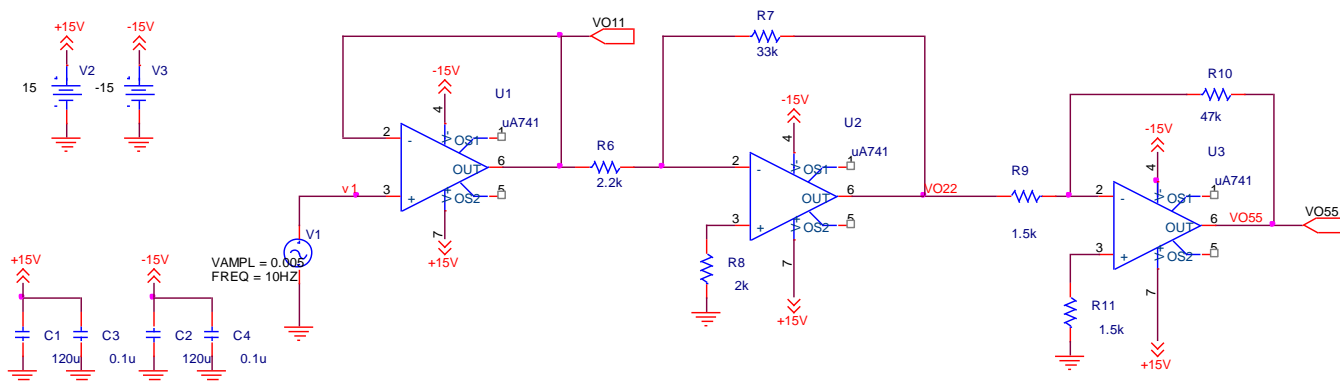
◎電路模擬程序(2)：

◎PSPICE—Time Domain 時域分析項目：

1.使用 PSPICE—Time Domain 來模擬電路的時域特性。

2.需附上模擬電路圖，輸入頻率為下列各項頻率值。

◎附上模擬電路圖(輸入測試頻率=10Hz)。

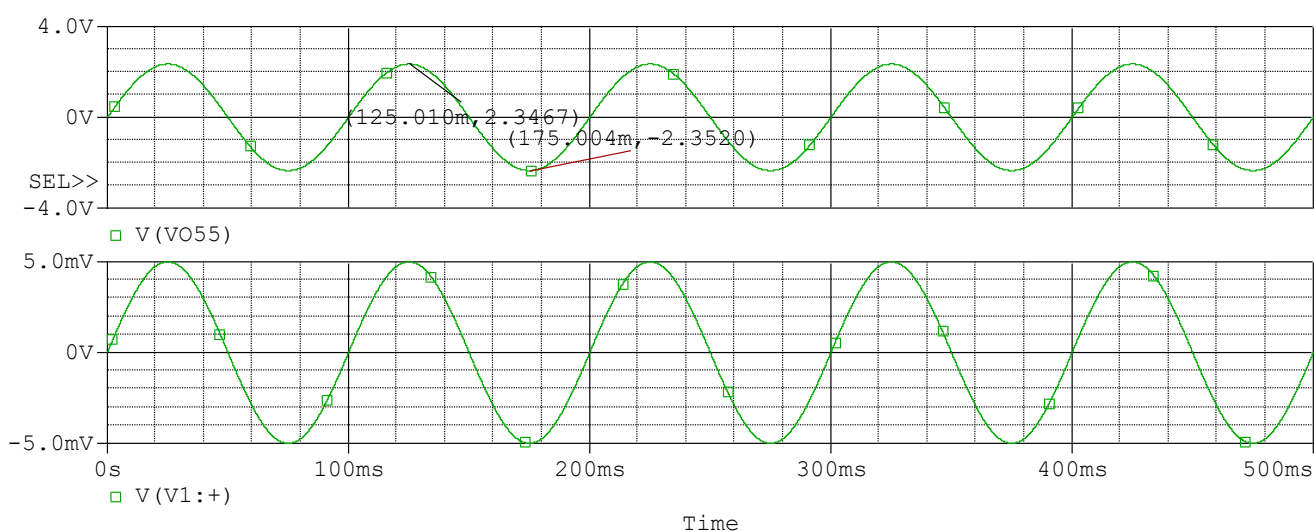


3.模擬結果標示輸出波形峰-峰值，計算電壓增益值。

4.輸入測試頻率=10Hz，輸入電壓=0.01V(V_{P-P})，輸出電壓= 4.6987V (V_{P-P})， A_v = 469.87，兩波行時間差(Δt)= 10u，輸出波形對輸入波形相位關係：

☐超前或 ☒落後，計算相角= 0.226，模擬輸出波形。

◎附上模擬輸出波形。



5.續前，輸出節點 FFT 轉換波形，擷取輸出波形。

◆使用游標標示測試頻率之頻率值與電壓峰值。

◆寫下游標所標示之測試頻率值(基頻)= 10Hz，電壓峰值= 2.3494V。

◆使用游標標示諧波之頻率值與電壓峰值。

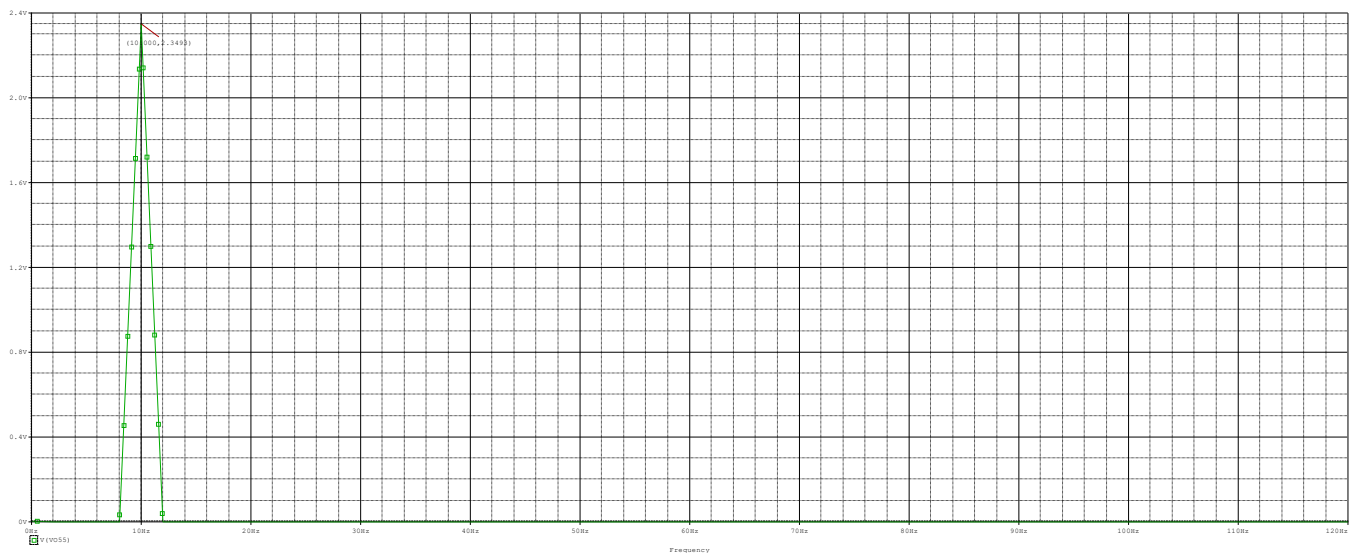
◆寫下游標所標示之諧波頻率值(H1)= 無，電壓峰值= 無。

◆寫下游標所標示之諧波頻率值(H2)= 無，電壓峰值= 無。

◆寫下游標所標示之諧波頻率值(H3)= 無，電壓峰值= 無。

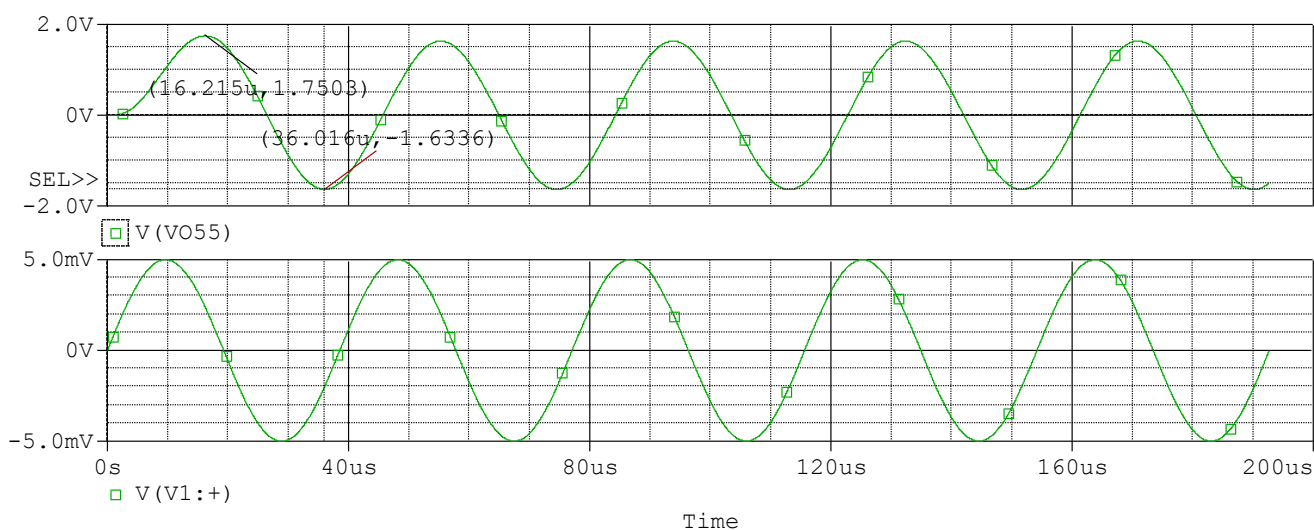
◆寫下游標所標示之諧波頻率值(H4)= 無，電壓峰值= 無。

◎附上模擬輸出波形。



6. 輸入測試頻率 = f_{-3dB} ，由前一項電路模擬項目中得到：輸入電壓 = $0.01V(V_{p-p})$ ，輸出電壓 = 3.3839 (V_{p-p})， A_v = 338.39，兩波行時間差 (Δt) = 7.1003u，輸出波形對輸入波形相位關係：☐超前或☒落後，計算相角 = 412.315。

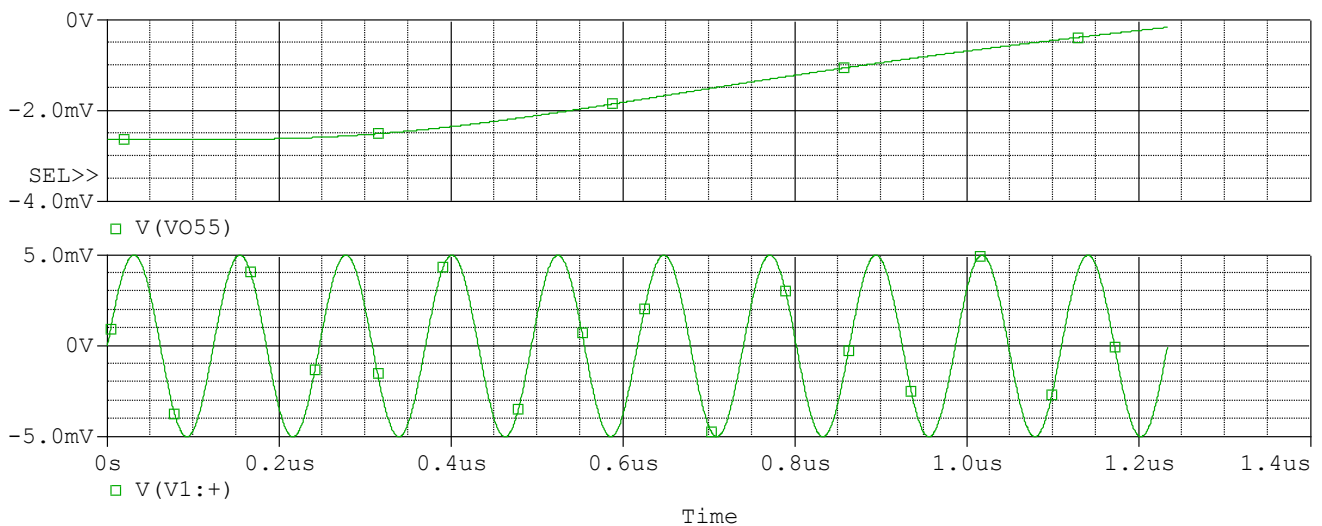
◎附上模擬輸出波形。



7. 輸入測試頻率 = f_t ，由前一項電路模擬項目中得到：輸入電壓 = $0.01V(V_{p-p})$ ，輸出電壓 = _____ (V_{p-p})， A_v = _____，兩波行時間差 (Δt) = _____，輸出波形對輸入波形相位關係：☐超前或☐落後，計算相角 = _____。

頻率太高，不會再放大，反而縮小，無法測得波形。

◎附上模擬輸出波形。



三、撰寫實驗模擬結論和心得

這次實作利用兩個反向放大器放大，需要注意電阻設計，否則頻寬會縮小。

四、實驗綜合評論

- 1.寫出在此實驗單元中您學會了那些項目。[設計放大電路。](#)
- 2.寫出在此實驗單元中您感到最困難是那些項目。[設計放大電路。](#)
- 3.當遭遇到實驗瓶頸時，除了尋求實驗助教協助之外，你能想出其他方法來解決你的問題嗎?[查看教材。](#)
- 4.對於上課進度及上課內容，請提出您的建議。[良好](#)
- 5.就個人實驗進度安排及最後結果，自己的評等是幾分。[100 分](#)
- 6.在實驗項目中，最容易的項目有那些，最艱難的項目包含那些項目，並回憶一下，
您在此實驗中學到了那些知識與常識。

[當頻率太大時，信號不會放大，反而是縮小。](#)

五、附上實驗進度紀錄單(照片檔)

電工實驗進度記錄單

◎上課班別：☐2A、☒2B、☐3A、☐3B

組別：22

姓名：本直恩

◎實驗單元(9)：運算放大器(=)

■上述及左列沒寫扣5分。

■附上實驗進度紀錄

1. 實驗進度記錄：應確實記錄，實驗電路檢查時，會查驗、檢視實驗數據。

①. 工作日期：109年6月11日、工作時數：3小時、☐上課時段、☒開放時段。

■實驗進度說明：SIM092

②. 工作日期：109年6月12日、工作時數：3小時、☒上課時段、☐開放時段。

■實驗進度說明：ELAB092

③. 工作日期： 年 月 日、工作時數： 小時、☐上課時段、☐開放時段。

■實驗進度說明：

④. 工作日期： 年 月 日、工作時數： 小時、☐上課時段、☐開放時段。

■實驗進度說明：

⑤. 工作日期： 年 月 日、工作時數： 小時、☐上課時段、☐開放時段。

■實驗進度說明：

⑥. 工作日期： 年 月 日、工作時數： 小時、☐上課時段、☐開放時段。

■實驗進度說明：

2. 依上課說明填寫實驗注意事項，沒寫或內容不完整，扣☐5分或☐10分。

(a) $\text{OAMP} \rightarrow \pm 15 \text{ 電壓}$

(b) IC 測試器 $\rightarrow \text{OAMP}$
 MATH
 PA

(c) $\pm 15 \text{V 電壓} \rightarrow 100 \mu\text{F 電容} \rightarrow \text{注意極性}$

小電路佈置

3. 記錄實驗問題之解決策略，包括一問題之描述、分析造成問題的原因及提出解決問題的方法。依實驗過程，請記錄之。沒寫的或內容簡略者，扣☐5分或☐10分。

看教材

