

# 電工實驗(三)

## 實驗報告

### 實驗單元(8)

#### 低通濾波器

#### (電路模擬)

#### (SIM081)

班別：3A

組別：252

姓名：李宜恩

★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。總分=100 分。

### 一、電路模擬

1.設計程序－完成上課筆記，電容值與電阻值之修正，附上表格表(8-1)及表(8-2)內容。

表(8-1)：元件(電容值)測量值

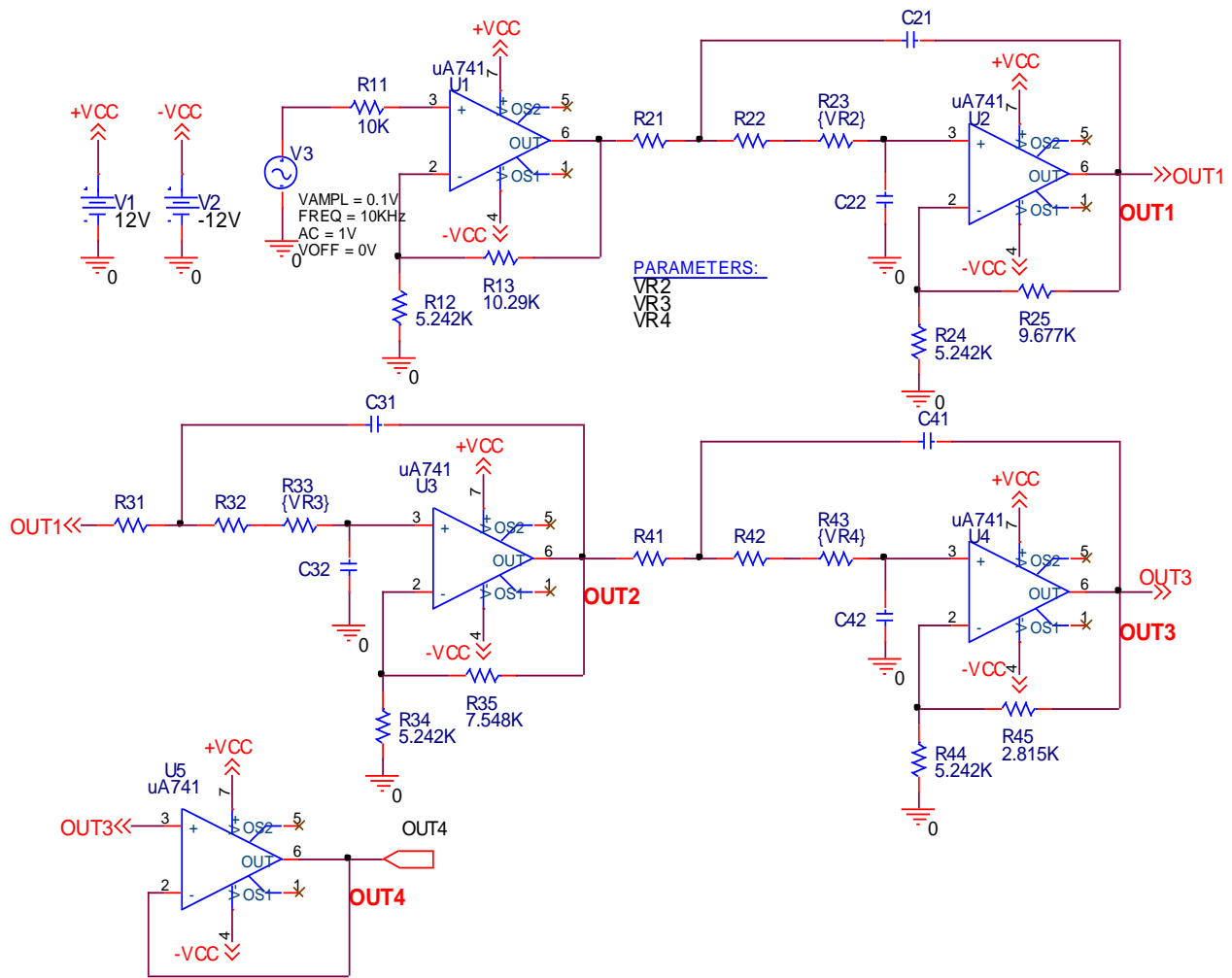
	L.P.F.第二級	L.P.F.第三級	L.P.F.第四級
電容值	C21=10.129nC	C31=9.8226nC	C41=10.022nC
電容值	C22=9.8385nC	C32=9.64nC	C42=10.159nC
電容平均值	C23=9.98375nC	C33=9.7313nC	C43=10.0905nC

表(8-2)：元件(電阻值)計算值

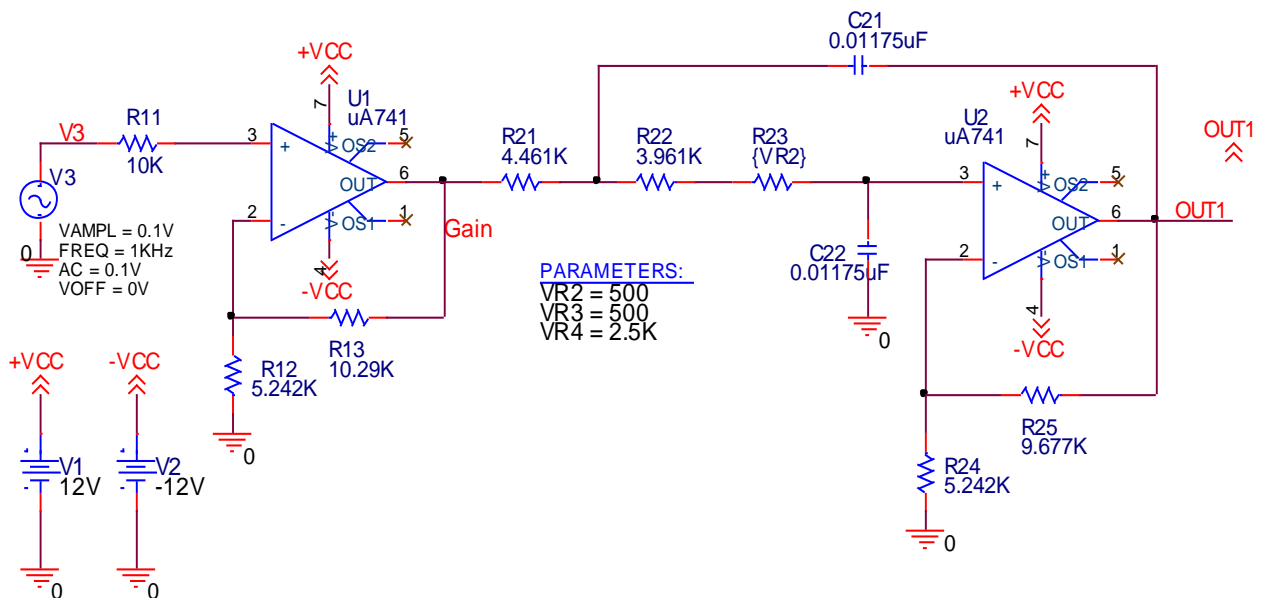
	L.P.F.第二級	L.P.F.第三級	L.P.F.第四級
電阻值	R21=5.25k $\Omega$	R31=7.367k $\Omega$	R41=13.25k $\Omega$
電阻值	R22=4.25k $\Omega$	R32=6.367k $\Omega$	R42=8.25k $\Omega$
	R23=1k $\Omega$	R33=1k $\Omega$	R43=5k $\Omega$

◎選用可變電阻，填入選用值，R23= 1k $\Omega$ 。R33= 1k $\Omega$ 。

R42= 5k $\Omega$ 。



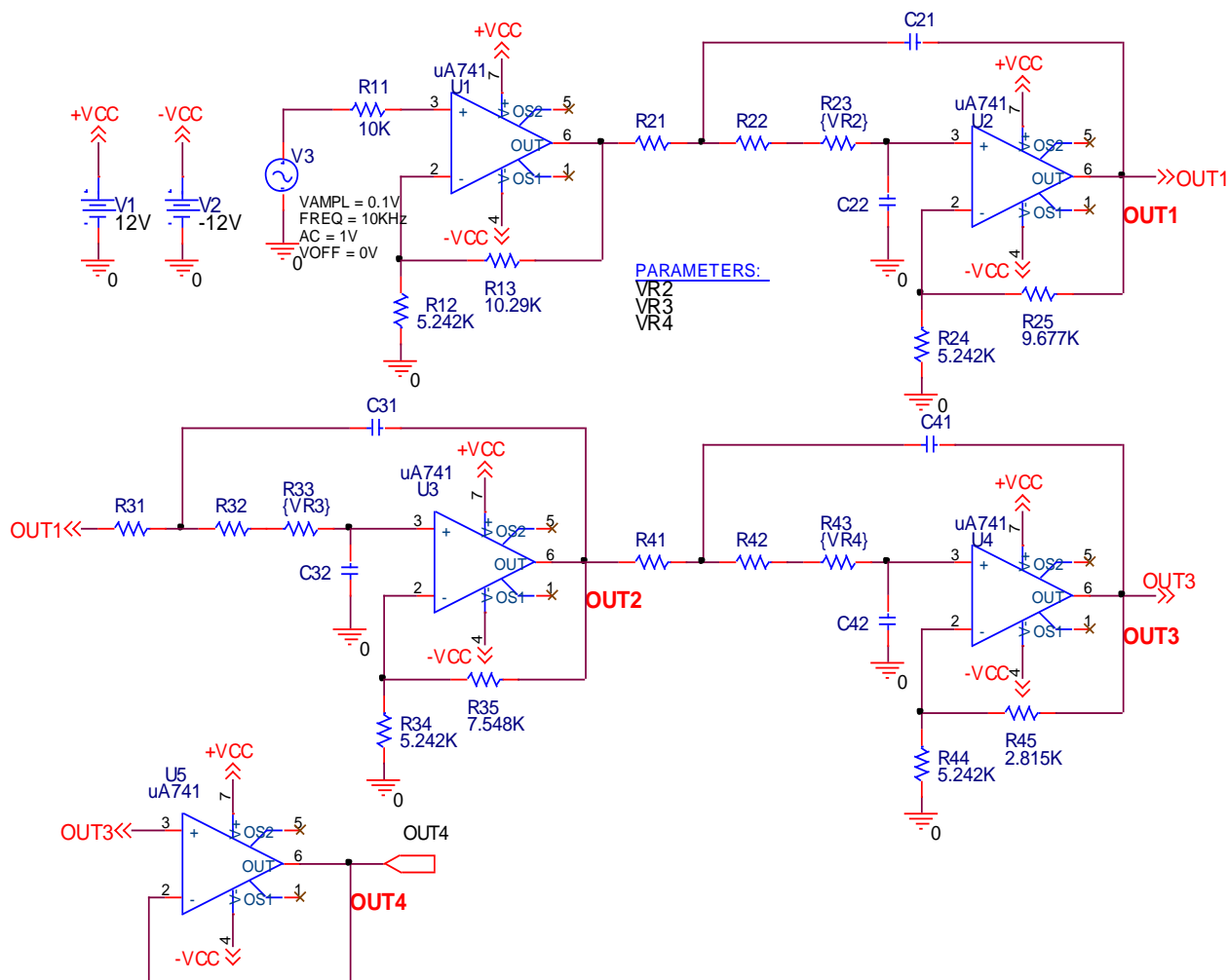
圖(8-41)：ORCAD 模擬電路圖(一)



圖(8-42)：模擬修正電路 U1 及 U2

## 2.OrCAD 模擬分析

參閱上課筆記內容，由上述選用元件之測量及計算值，將圖(8-41)中元件值設定完成，並完成可變電阻的參數設定。



圖(8-43)：ORCAD 模擬電路圖(二)

## 2.1.模擬項目(一)：參數變動下，低通濾波器輸出振幅與頻率之關係。

a.模擬說明：模擬可變電阻對低通濾波器電路特性的影響。

b.模擬電路圖一見圖(8-43)，依據實驗電路說明及實驗設計程式所得的元件值來設定。

c.使用參數分析方法，設定模擬 AC sweep 及 Parametric sweep 二種掃描。

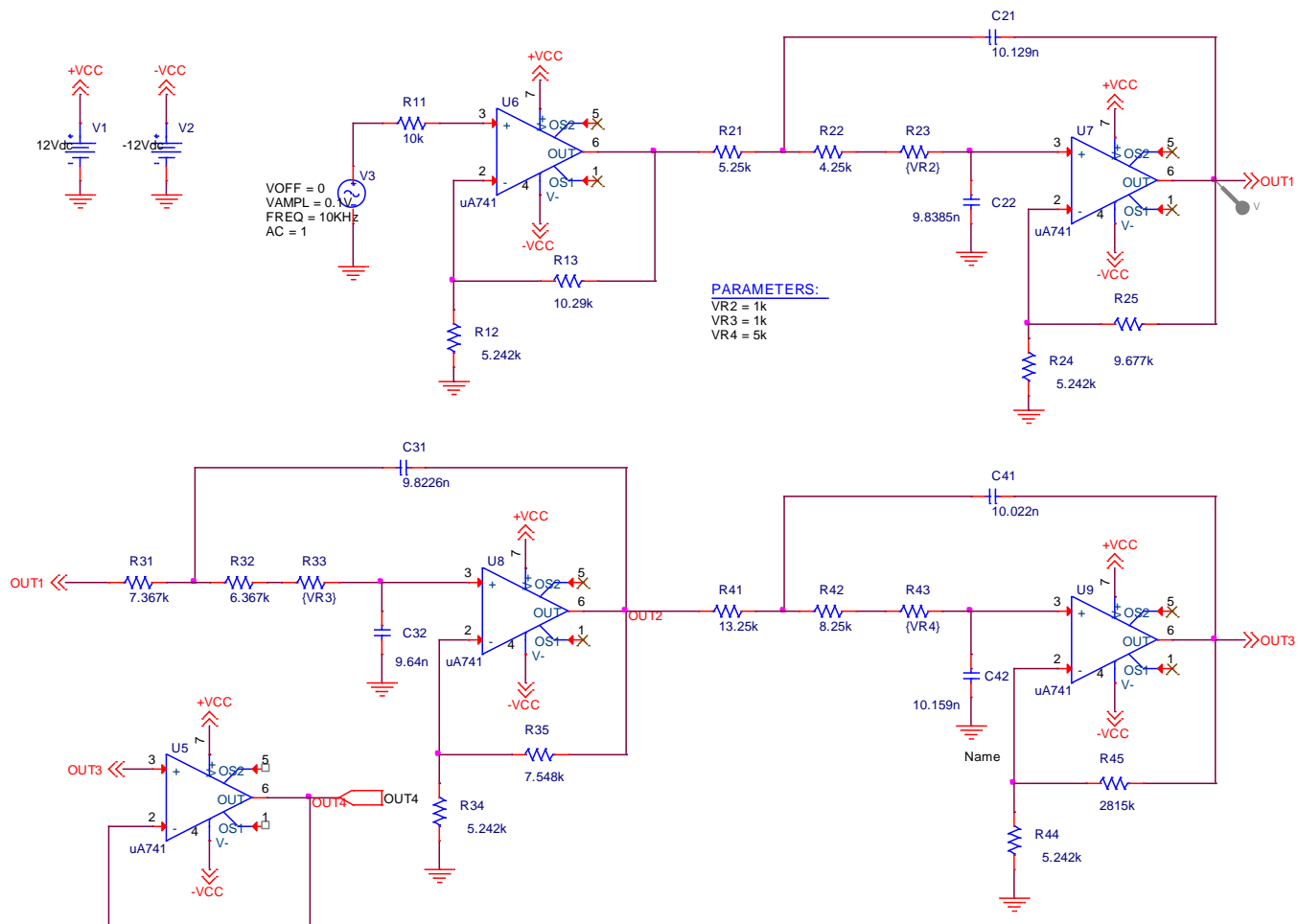
一次選擇一個參數，模擬出各相對輸出節點的波形變化，見下列表格(8-3)。

選擇 ☐ Global parametric → Parameter name：見下列表格(8-3)

選擇 Sweep type：選擇 ☐ Linear

d.實驗模擬項目(一)模擬結果(共 3 張圖)

※需附上自己所畫的 ORCAD 模擬電路圖(AC-SWEEP 分析使用)。



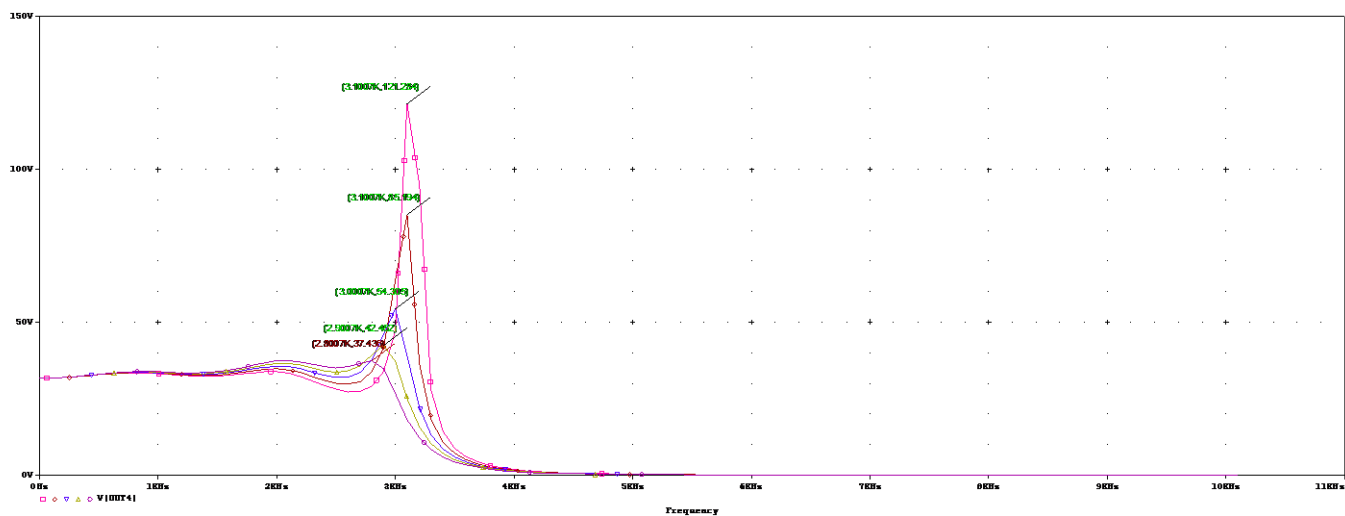
## ●輸出節點：OUT1(VDB)

### ①. 模擬參數：VR2

②參數值設定：start value：0.01、End value：1000、Increment：200。

③.使用游標標示，標示各峰值頻率。

④.模擬結果：



⑤.實驗模擬分析：

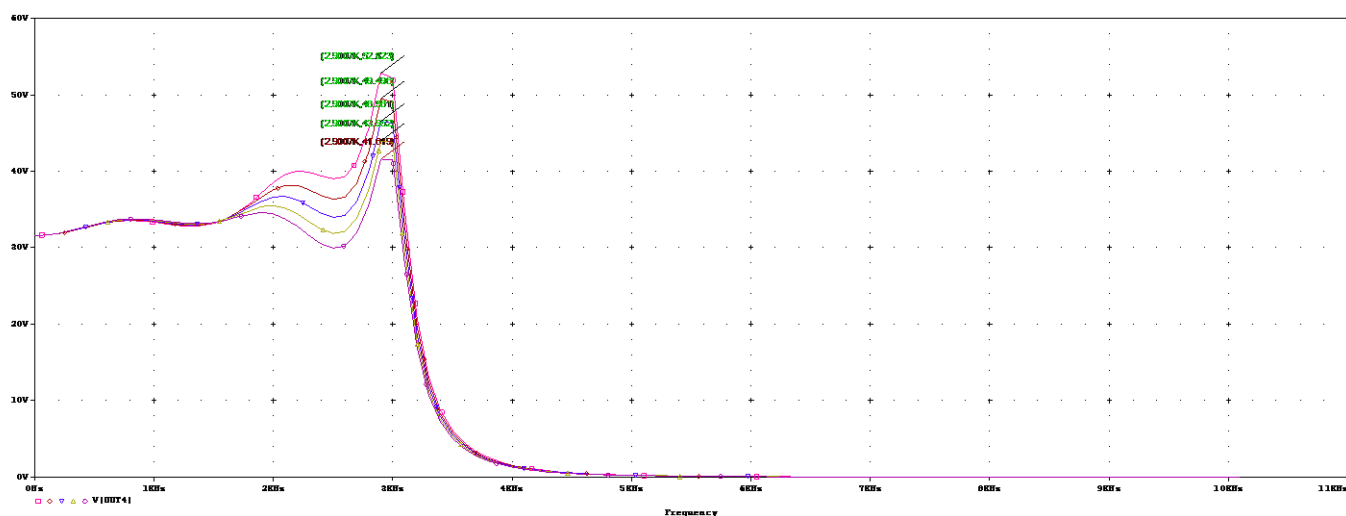
## ●輸出節點：OUT2(VDB)

①. 模擬參數：VR3

②. 參數值設定：start value：0.01、End value：1000、Increment：200。

③. 使用游標標示，標示各峰值頻率。

④. 模擬結果：



⑤. 實驗模擬分析：

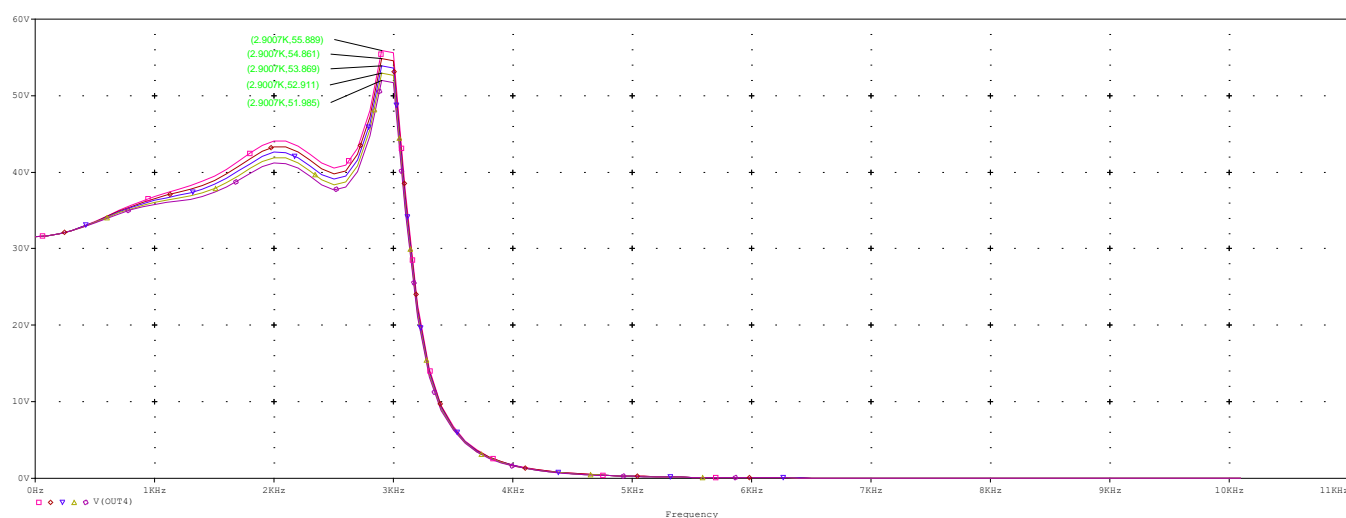
● 輸出節點：OUT3(VDB)

①. 模擬參數：VR4

②. 參數值設定：start value：0.01、End value：1000、Increment：200。

③. 使用游標標示，標示各峰值頻率。

④. 模擬結果：



⑤. 實驗模擬分析：

表(8-3)：模擬設定與紀錄

輸出節點	Parameter name	參數值設定	游標標示
------	----------------	-------	------

輸出節點	Parameter name	參數值設定	游標標示
OUT1(VDB)	VR2	start value : 0.01 End value : 1000 Increment : 200	5 筆資料，使用游標，標示各峰值頻率。
OUT2(VDB)	VR3	start value : 0.01 End value : 1000 Increment : 200	5 筆資料，使用游標，標示各峰值頻率。
OUT3(VDB)	VR4	start value : 0.01 End value : 1000 Increment : 200	5 筆資料，使用游標，標示各峰值頻率。

## 2.2.模擬項目(二)：低通濾波器輸出振幅對頻率的特性關係。

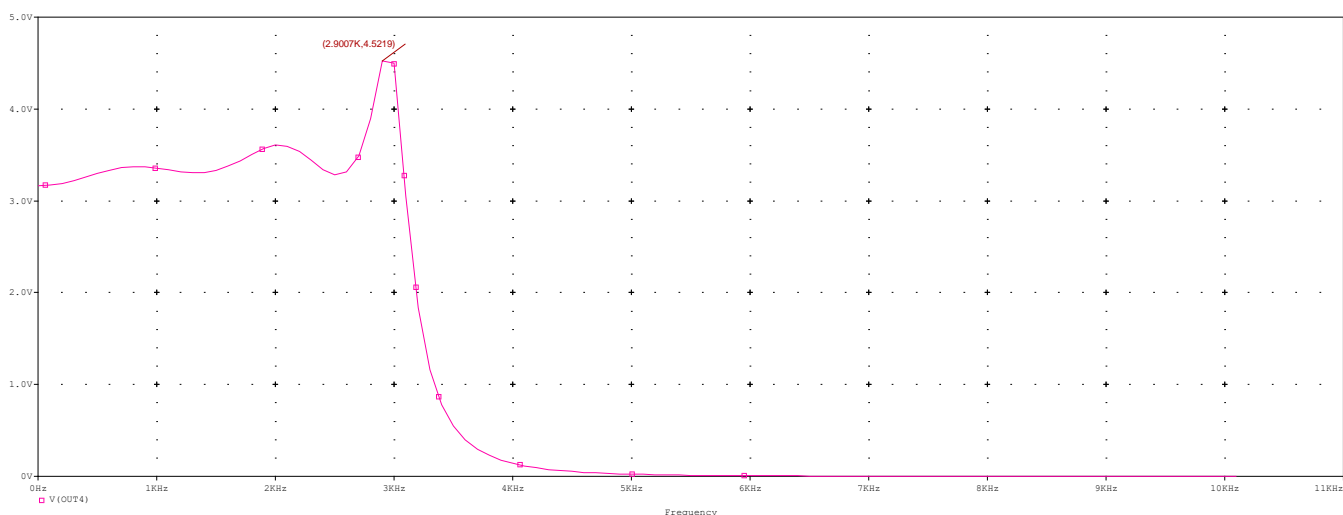
a.模擬說明：由計算所得的電阻值來模擬實驗電路的低通特性，這是模擬完成調整可變電阻後，輸出級[OUT4]電壓振幅對頻率的特性。

b.模擬電路圖一見圖(8-43)，此時您需要將 V3 訊號源設定 AC=0.1V，測試 OUT4(注意：需使用 V 探棒)。

c 模擬項目(二)模擬結果：.模擬結果如圖 SIM(8-2-1)所示。

★注意事項：模擬項目(二)中的模擬參數[VR2、VR3、VR4]需設定為你所設計的參數計算值。

●輸出節點：輸出級[OUT4]電壓振幅對頻率的特性。



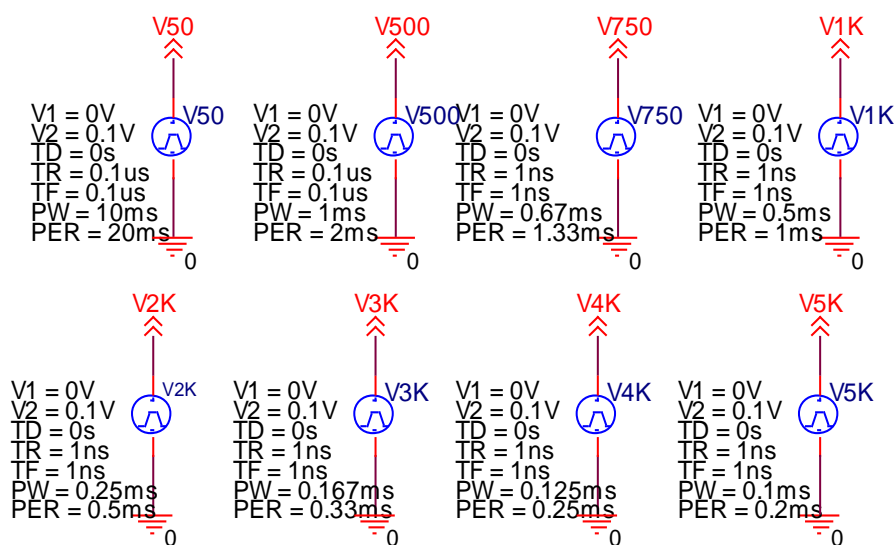
●實驗模擬分析：

## 2.3.模擬項目(三)：低通濾波器輸入之特性(輸入脈波)。

a.模擬項目：時域分析(Time-Domain)。

- b.模擬時間(RUN TO TIME)：5 個週期。
- c.輸入波形 VPLUSE 之設定，如表格(8-4)及圖(8-44)，。
- d.模擬電路圖一見圖(8-44)，頻率依據實驗電路說明所得的元件設計值來設定。
- e.頻率設定為：50Hz、500Hz、750Hz、1KHz、2KHz、3KHz、4KHz 及 5KHz。
- f.Time-Domain 分析，輸出節點為[OUT4]，並使用 FFT 轉換，需標示出各諧波分量頻率值(3KHz 頻帶內至少 5 筆資料)，印出上述時域及頻功能變數結果。
- g.模擬結果，可對照補充資料-波的合成來說明。[實驗模擬結果\(共 16 張圖\)](#)
- h.實驗模擬分析：

#### ■VPULSE 波形設定與電路圖

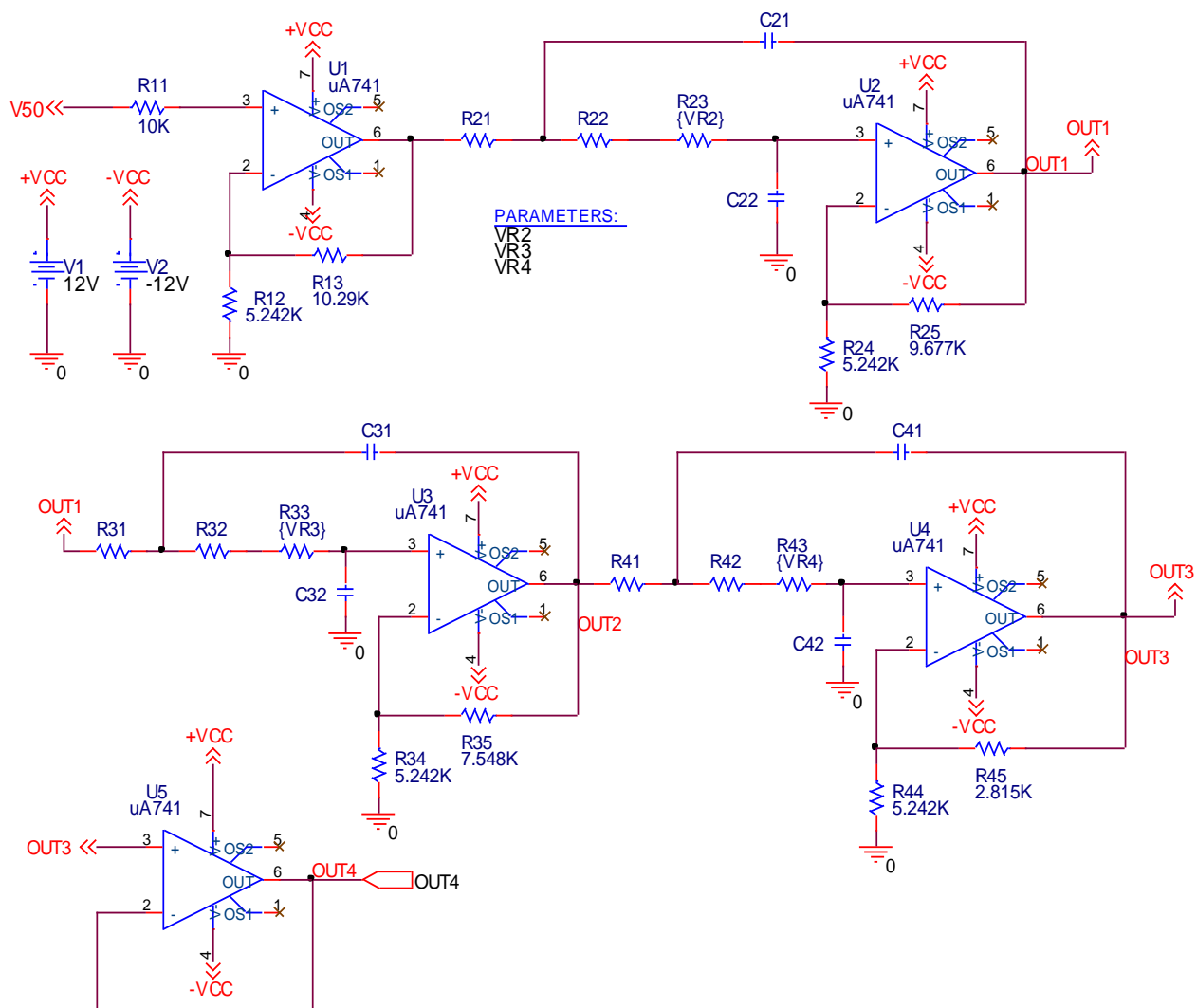


圖(8-44)：ORCAD 模擬電路圖(三)

表(8-4)：VPLUSE 之設定

輸入波形	輸入參數	名稱	設定值
VPULSE	V1	起始電壓	0V
	V2	波峰電壓	0.1V
	TD	延遲時間	0s
	TR	上升時間	0.1us 或 1ns
	TF	下降時間	0.1us 或 1ns
	PW	脈波寬度	半週期
	PER	週期	輸入訊號之週期



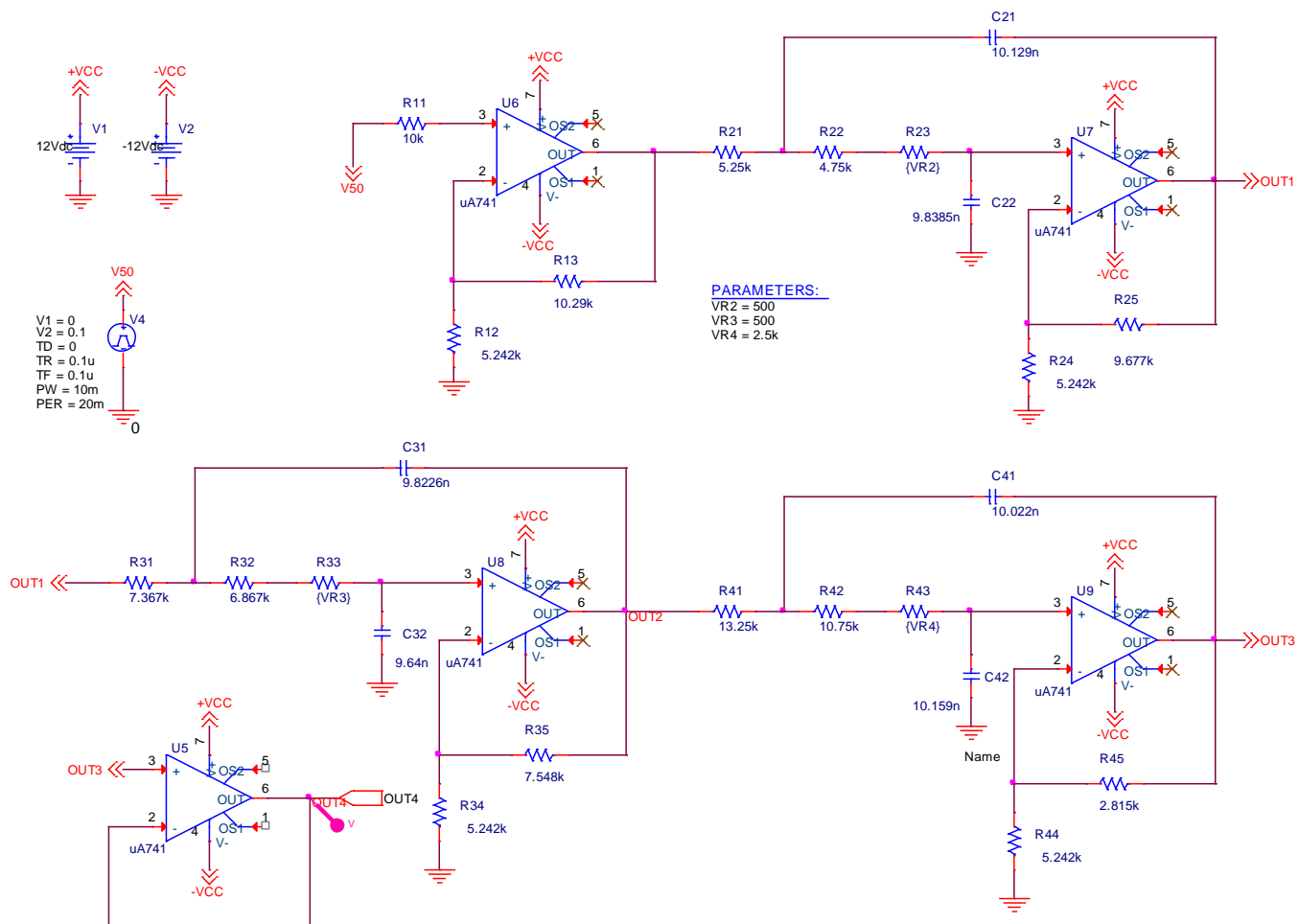


圖(8-45)：ORCAD 模擬電路圖(四)

◎模擬項目(三)模擬結果

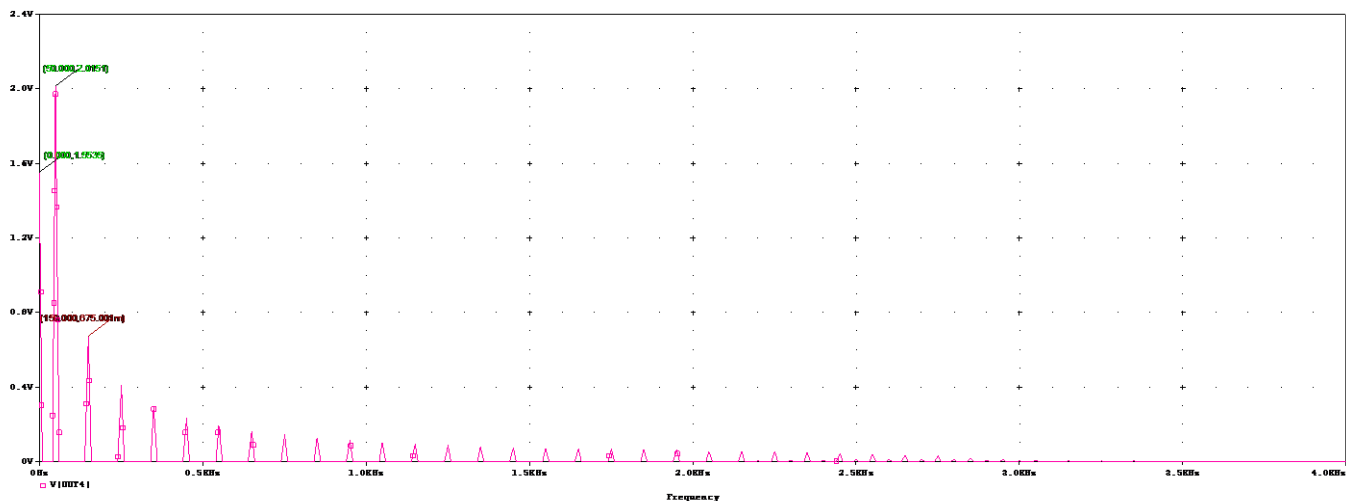
●輸入頻率：50Hz

※附上自己所畫的 ORCAD 模擬電路圖，只需要(輸入脈波 50Hz)就可以。



## ①.輸出：Time-Domain 分析。

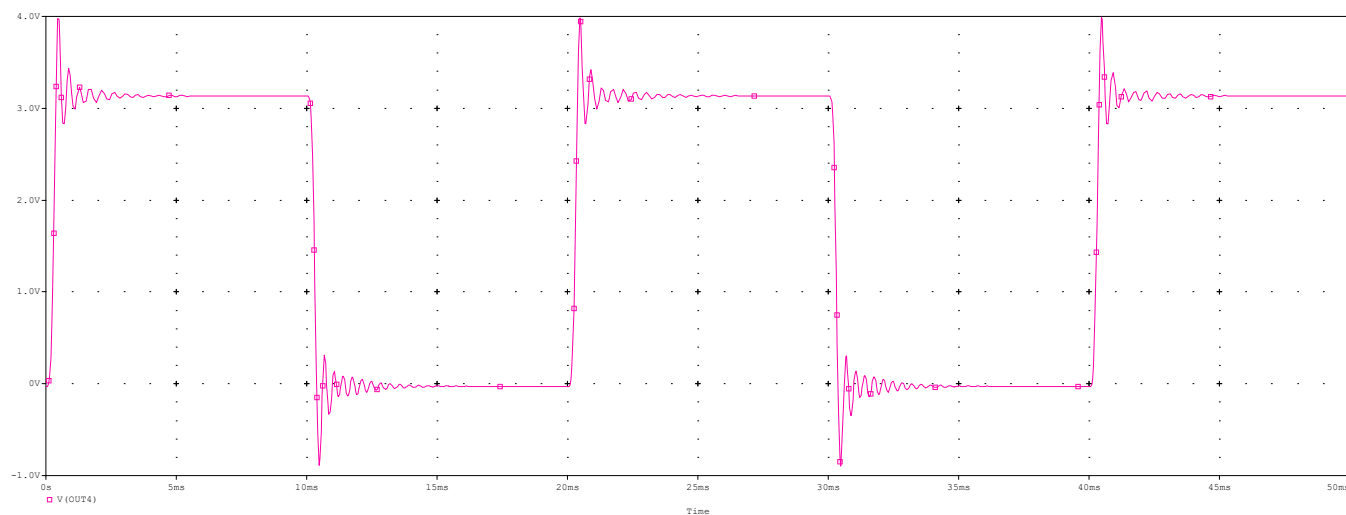
## ②.輸出：FFT 轉換。



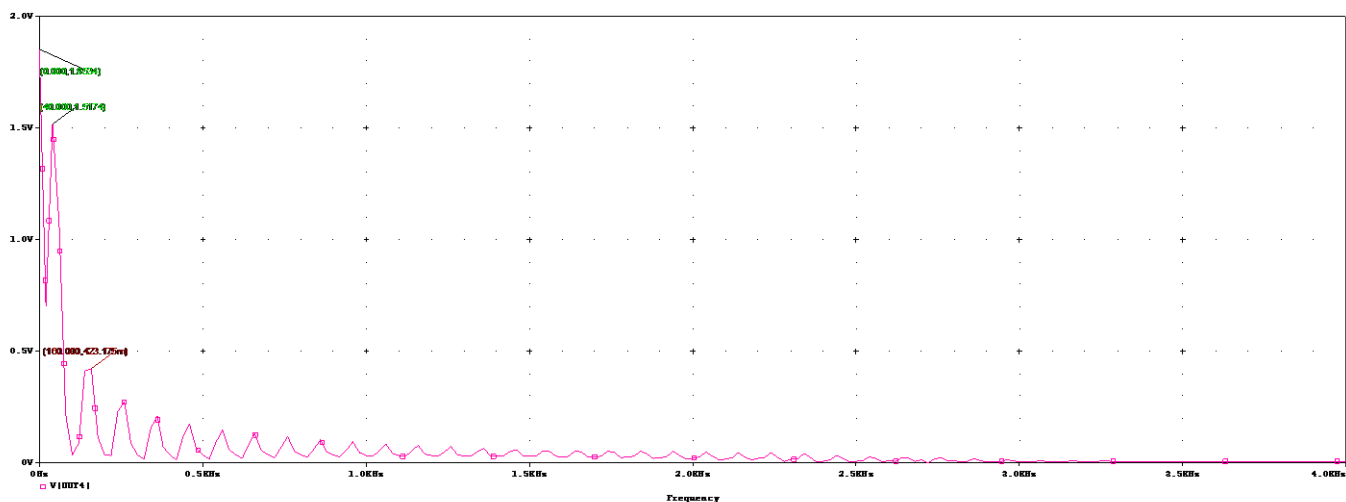
### ③.實驗模擬分析：

#### ●輸入頻率：500Hz

##### ①.輸出：Time-Domain 分析。



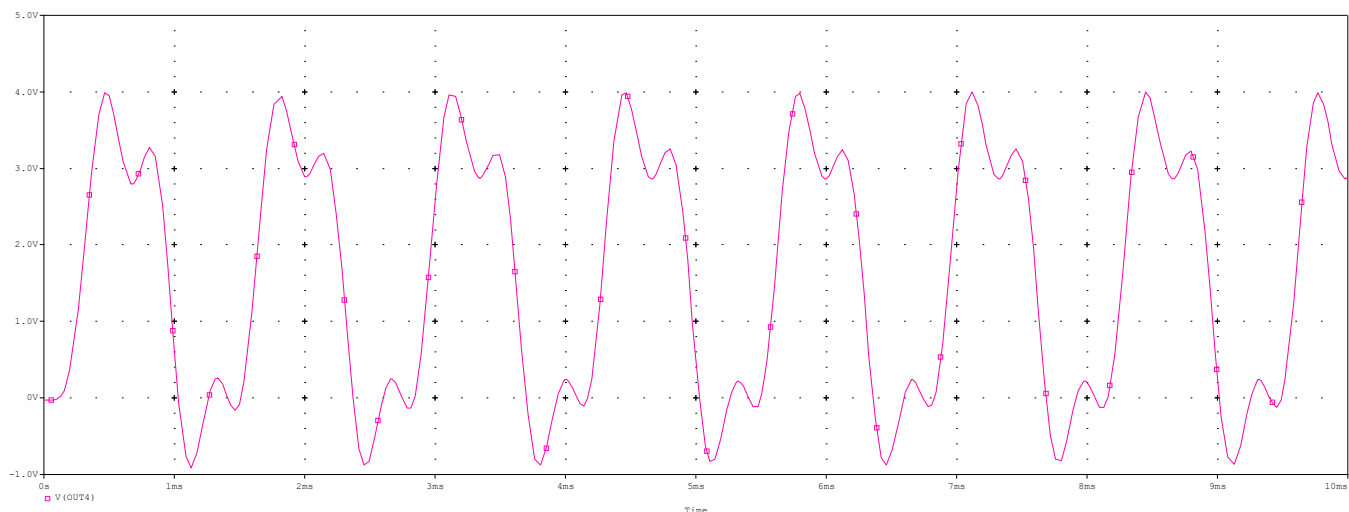
##### ②.輸出：FFT 轉換。



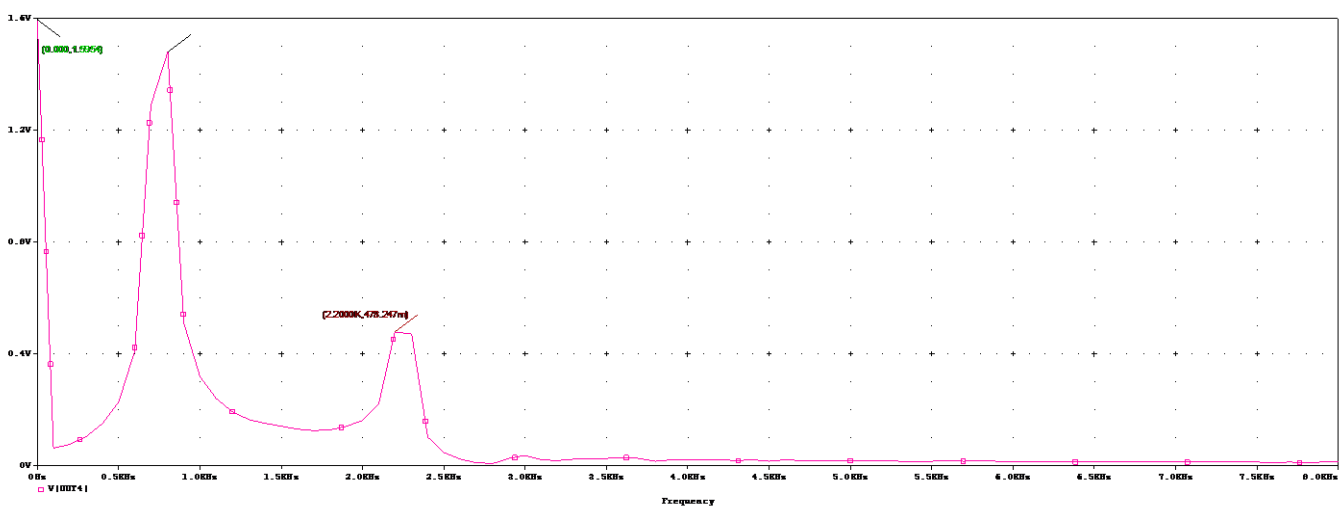
### ③.實驗模擬分析：

●輸入頻率：750Hz

①.輸出：Time-Domain 分析。



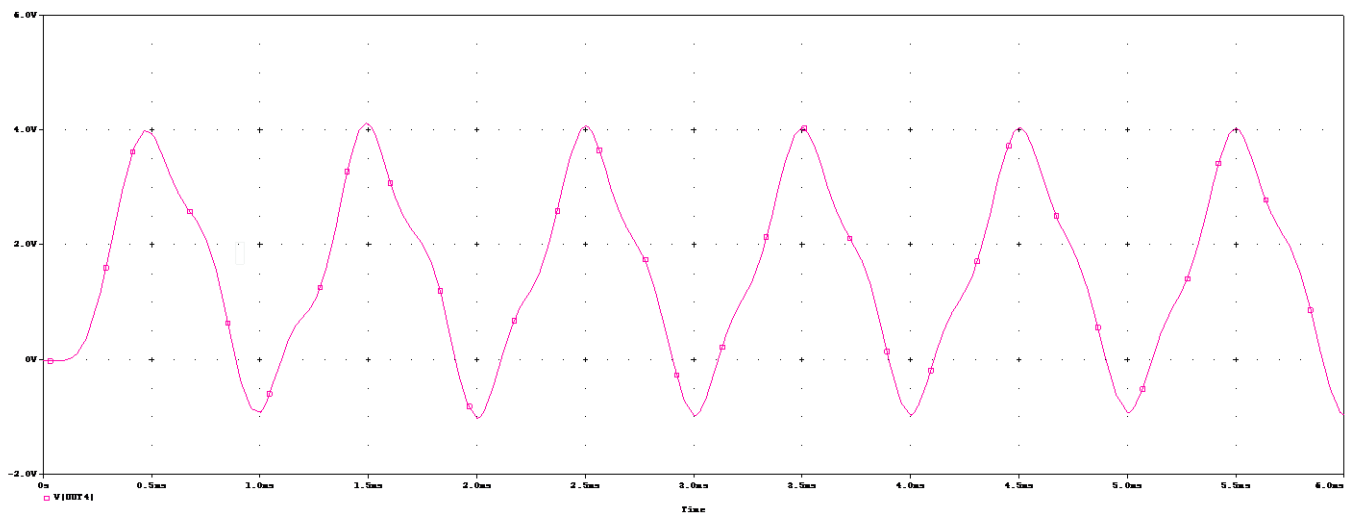
②.輸出：FFT 轉換。



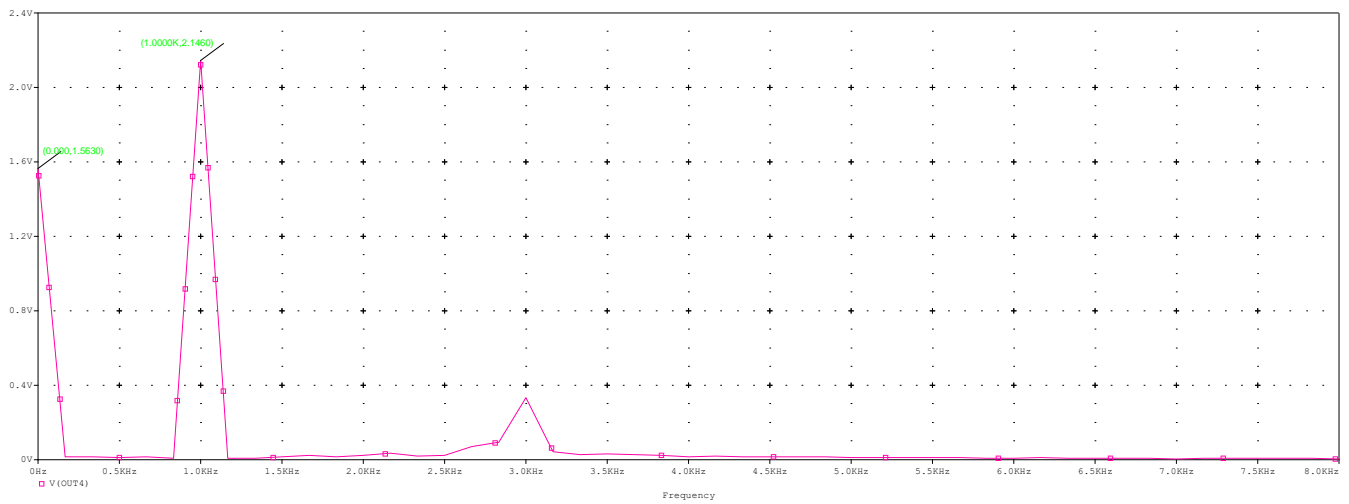
③.實驗模擬分析：

●輸入頻率：1KHz

①.輸出：Time-Domain 分析。



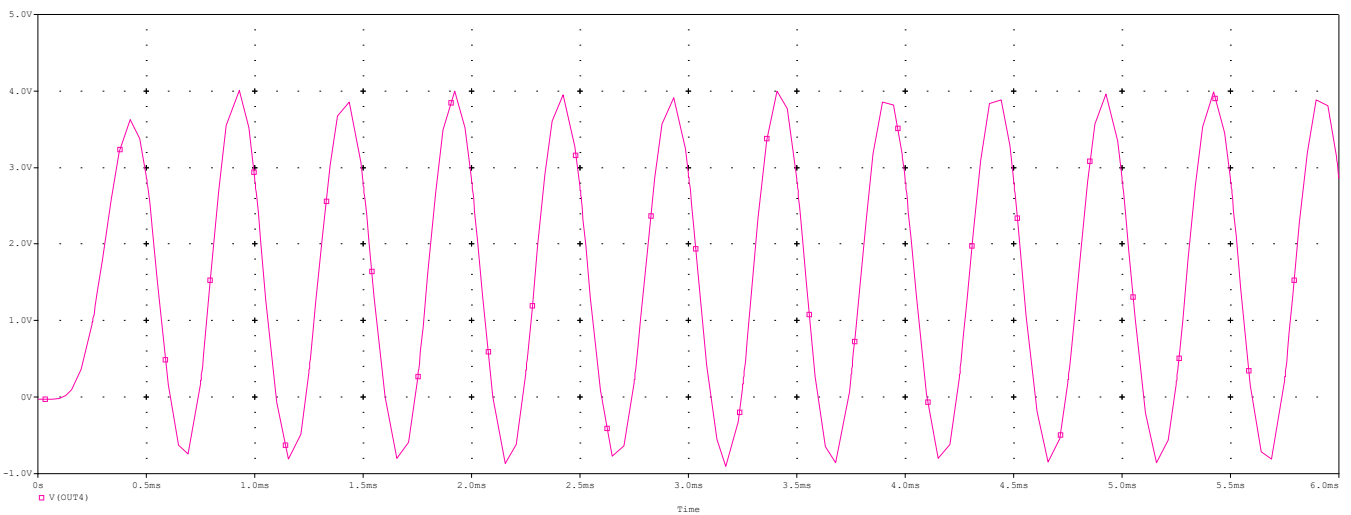
②.輸出：FFT 轉換。



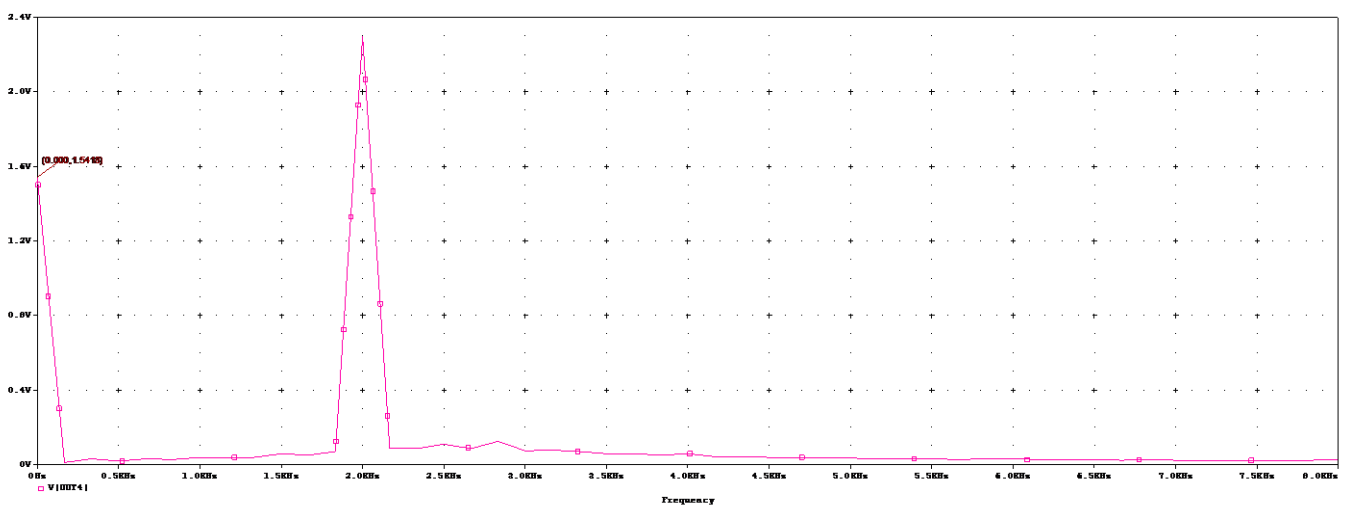
### ③.實驗模擬分析：

#### ●輸入頻率：2KHz

##### ①.輸出：Time-Domain 分析。



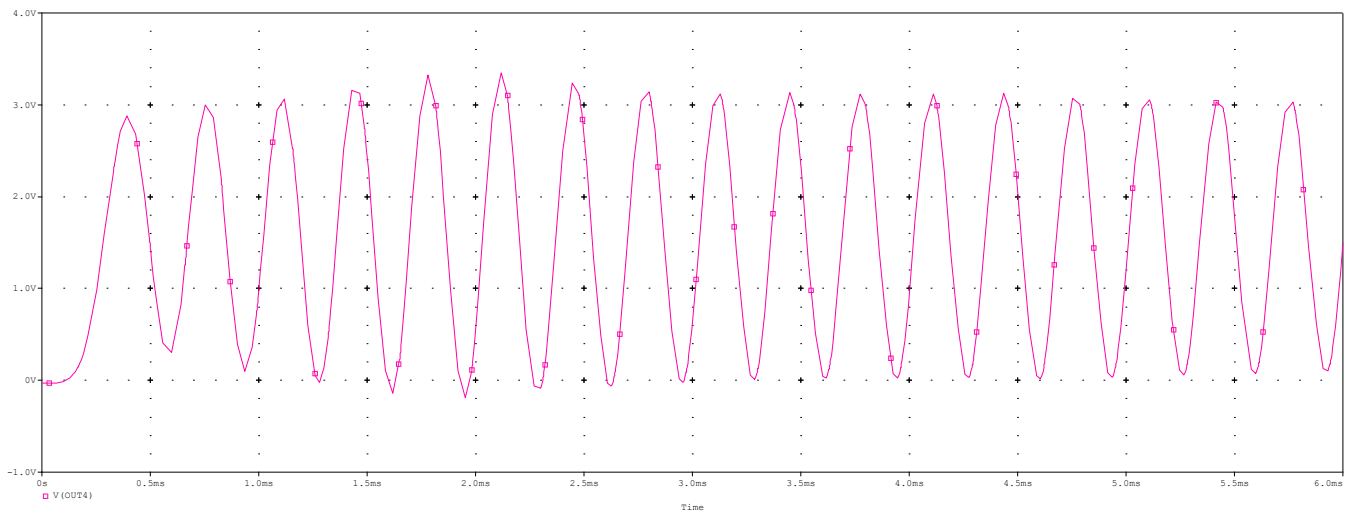
##### ②.輸出：FFT 轉換。



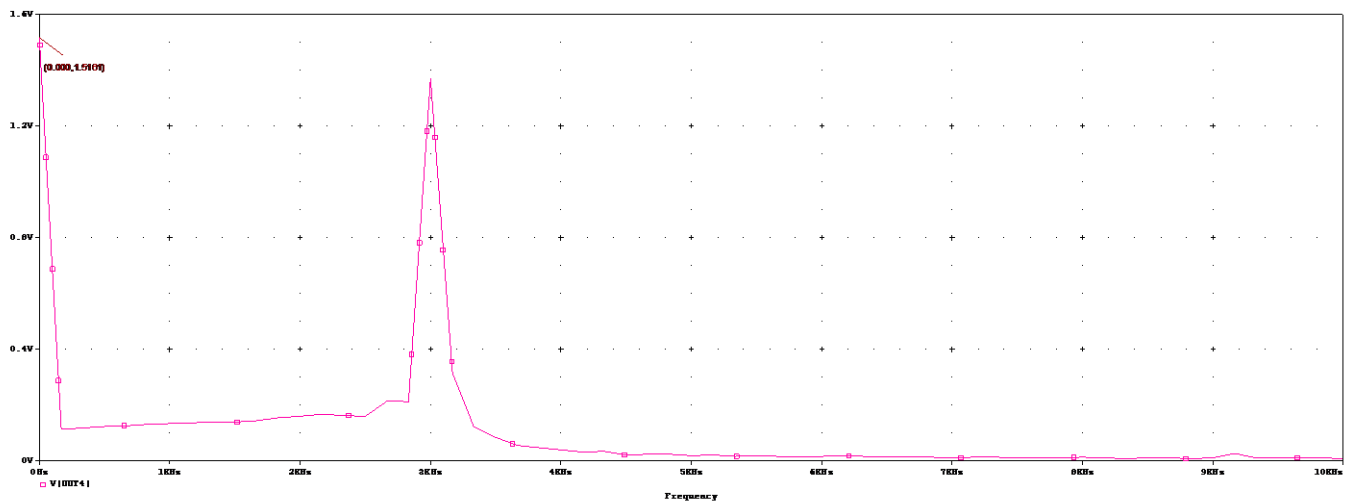
### ③.實驗模擬分析：

#### ●輸入頻率：3KHz

##### ①.輸出：Time-Domain 分析。



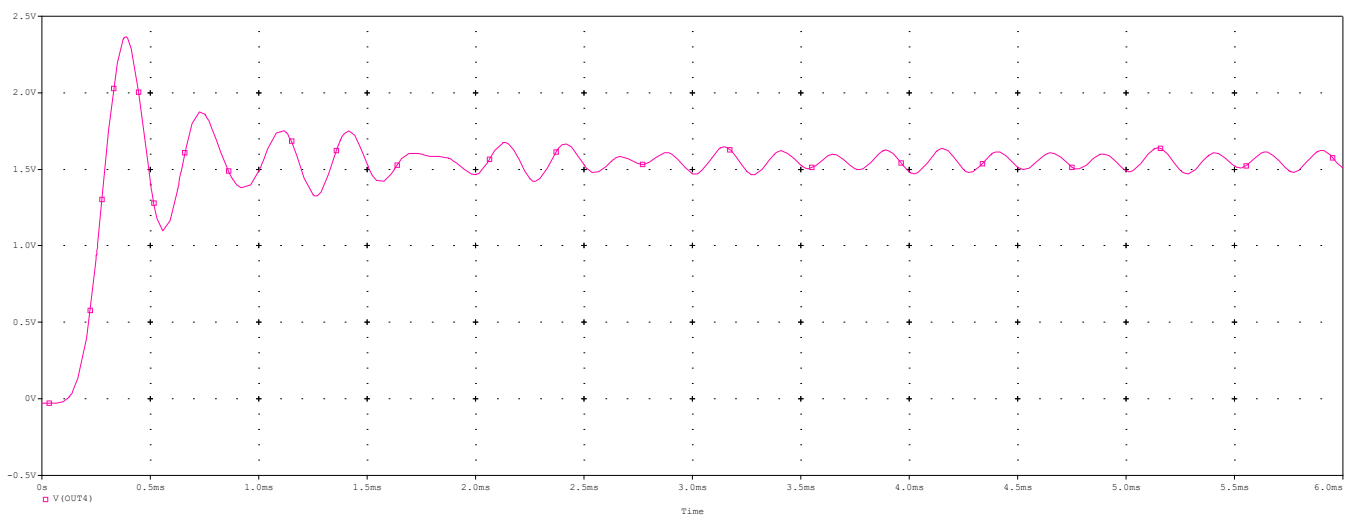
## ②.輸出：FFT 轉換。



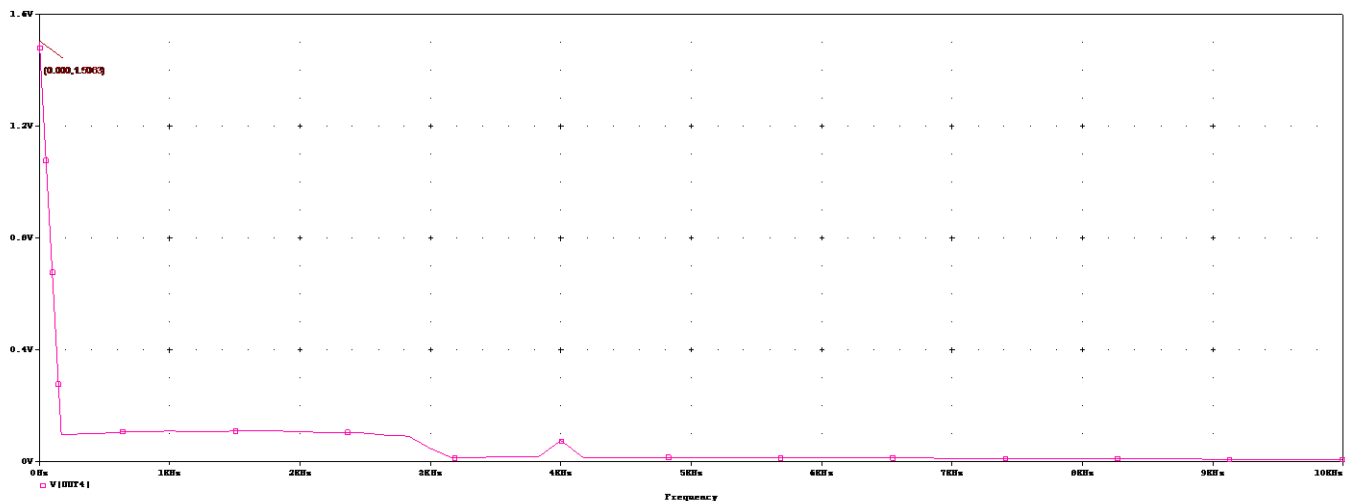
## ③.實驗模擬分析：

### ●輸入頻率：4KHz

## ①.輸出：Time-Domain 分析。



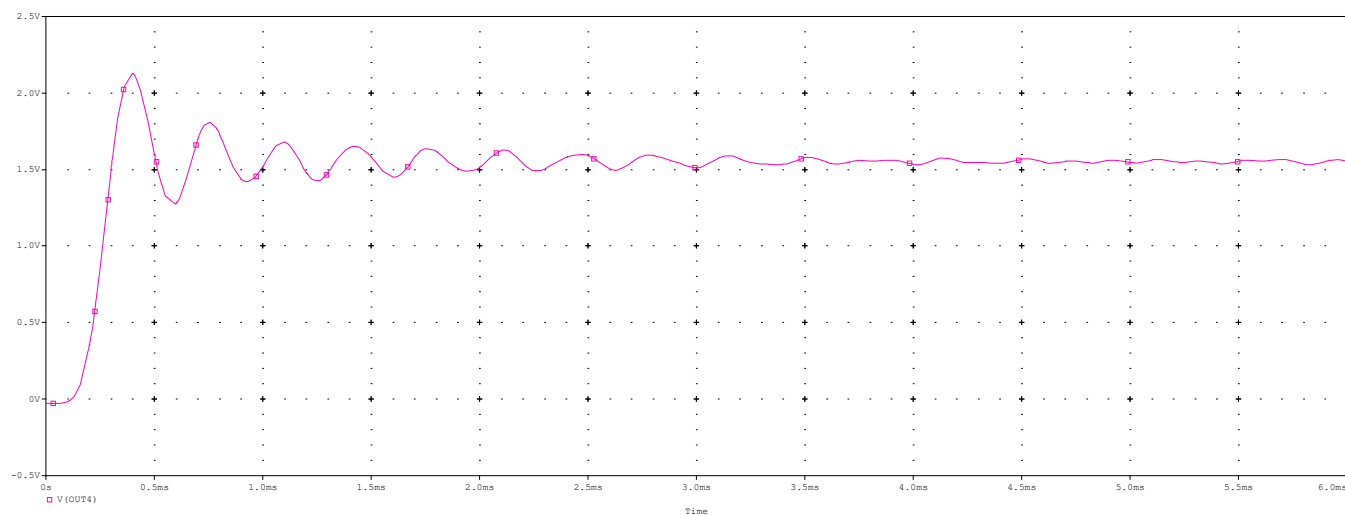
## ②.輸出：FFT 轉換。



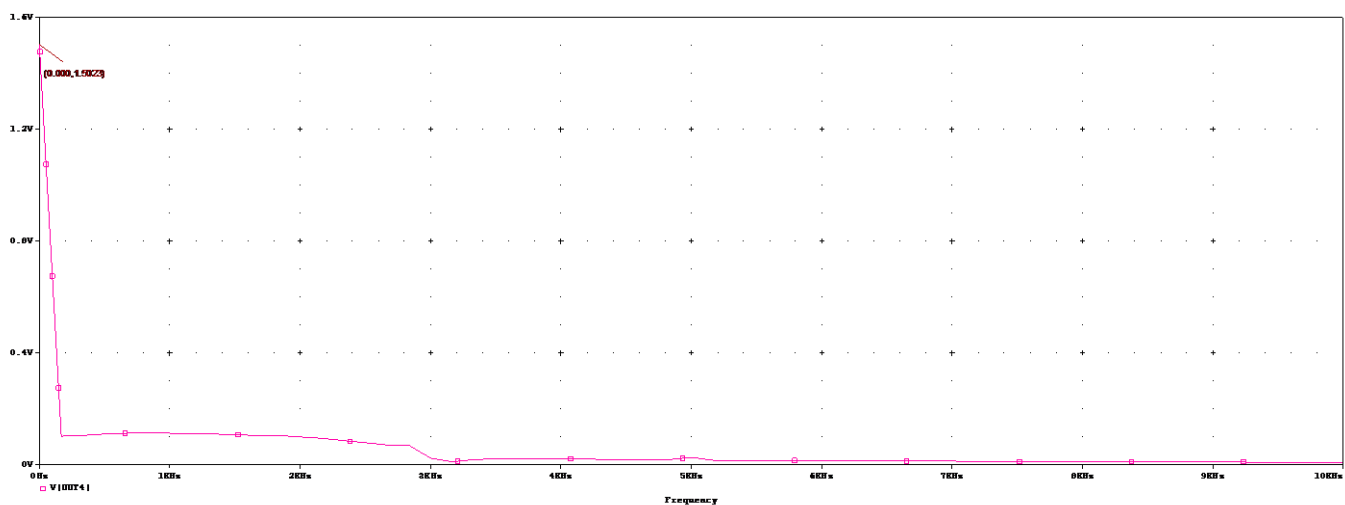
③.實驗模擬分析：

●輸入頻率：5KHz

①.輸出：Time-Domain 分析。



②.輸出：FFT 轉換。



③.實驗模擬分析：

## 二、實驗模擬問題與討論

1.依模擬項目(一)之結果，請分析在參數變動之下，有那些二階電路特性會影響此模

擬結果。R23、R33、R43。

- 2.依模擬專案(二)之結果，在電路板實測波形時，示波器上所觀測的波形振幅與此項模擬結果有何關聯性存在，請說明其涵義。調整 R23 使其不振盪，R33、R43 使 3kHz 之前平坦，利用可變電阻調整 Pole，使低通濾波器特性良好。
- 3.依模擬專案(三)之結果，大家在工程數學及訊號與系統學科中都曾經推導出方波函數經 Fourier 級數展開後所出現數學式，請說明數學推導結果與此項模擬結果有何關聯性存在。輸入的頻率越高，輸入的方波越接近弦波。

### 三、撰寫實驗模擬結論和心得

本次實習了解低通濾波器，經由計算找出能使低通濾波器特性良好之電組，再由模擬結果驗證此計算值，實作再利用可變電阻調整極點，使其結果與模擬吻合。

### 四、實驗綜合評論

- 1.實驗測試說明、實驗補充資料及老師上課原理說明，是否有需要改善之處。否
- 2.實驗模擬項目內容，是否有助於個人對實驗電路測試內容的了解。是
- 3.實驗測量結果，是否合乎實驗目標及個人的是否清楚瞭解其電路特性。是
- 4.就實驗內容的安排，是否合乎相關課程進度。是
- 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。模擬較為容易，而接線較為繁瑣。在此單元中了解低通濾波器電路。

### 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：252 姓名：李宜恩

◎實驗單元(8)：低通濾波器

■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11月7日、工作時數：4小時、☒上課時段、☐開放時段。

■實驗進度說明：SIM

②. 工作日期：109年11月14日、工作時數：4小時、☒上課時段、☐開放時段。

■實驗進度說明：ECD

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：    

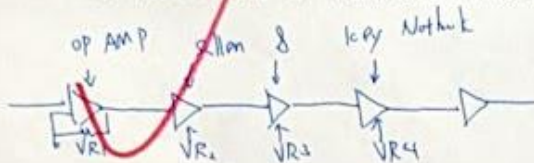
⑤. 工作日期：    年    月    日、工作時數：    小時、☐上課時段、☐開放時段。

■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。



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

4.請先行自我評量：我對我的作業評分—正確度共100分。◎我的作業自評得分=100分。

項次	滿分	評比	評分標準	項次	滿分	評比	評分標準
1	20%	<u>20</u>	電路裝配的正确性	4	20%	<u>20</u>	實驗數據記錄的正确性
2	20%	<u>20</u>	儀器操作程度的正确性	5	10%	<u>10</u>	工作安全與環境維護
3	20%	<u>20</u>	電路測試的正确性	6	10%	<u>10</u>	工作計畫內容

■上列沒寫的扣10分。

5.接線配置及元件配置：☐接線架高、☐接線凌亂、☐接線錯誤、☐配置擁擠、☐元件架高、☐元件錯誤等現象。-----有違反者，每項扣5分。

■上述情形，需要重新接線再行檢查。

6.實驗測試內容：☐數據記錄有缺失、☐波形有缺失、☐數據缺單位-----有違反者，每項扣5分。

7.實驗測試操作程序：操作不熟練(扣10分)、操作有錯誤(扣10分)。

8.作業期限：☐準時檢板、☐遲交1週扣10分、☐遲交2週扣20分、☐第3週不給延期，直接看結果，依據測試結果給分，最高60分。

9.記錄特定波形擷取時間或測量特定值：2.20 / 12.21 0.5 : 0.7。

■上列沒寫的扣10分。

※麵包板照像，附於實驗報告中。

◎電路檢查評分(記錄扣分)=0分。

◎檢查時間：109/12/21

◎助教簽章：助教陳錦昌

◎領取電路板(需要焊接PCB)：☐OK。

11.檢視所焊接之實驗電路板：每項缺失扣5分。

☐焊錫表面黯淡冷焊 ☐焊錫顆粒過大 ☐元件焊接置放規則 ☐元件導線過長 ☐焊錫成球狀  
☐元件鬆脫 ☐焊錯元件 ☐焊點焊錫過小

12.檢視電路板輸出波形(需合乎規格)：☐沒有輸出波形(扣10分)、☐波形失真(扣5分)。

◎擷取波形，附於實驗報告中。

◎記錄波形擷取時間：\_\_\_\_\_。

※電路板照像，附於實驗報告中。

◎電路板檢查評分(記錄扣分)=0分。

◎檢查時間：\_\_\_\_\_

※總評分=100分。

◎助教簽章：助教陳錦昌

※繳交此實驗紀錄單。



班別: 3A 組別: 252 姓名: 李宜恩

190435.708  
電工(3)上課筆記 081

◎上課筆記: 低通濾波器電路。

一、設計程序—電容值與電阻值之修正。

◎參考圖(8-40)及圖(8-41)。此單元的程序是先測電容值, 計算電阻值, 將所求之元件數值代入圖(8-41): ORCAD 模擬電路圖(一), 完成模擬內容。

表(8-1): 測量與計算電容值

	L.P.F.第二級	L.P.F.第三級	L.P.F.第四級
測量電容值	C21= 10.129 nC	C31= 9.833 nC	C41= 10.022 nC
測量電容值	C22= 9.838 nC	C32= 9.64 nC	C42= 10.159 nC
電容平均值計算	C23= 9.983 nC	C33= 9.333 nC	C43= 10.090 nC

需先寫出(8-58)式、(8-59)式、(8-60)式, 依表(8-1)中的電容平均值, 重新計算(8-61)式參閱各級電阻  $R$  與電容  $C$  之數值, 計算與選用電阻值。

※需寫上計算列式及計算結果。

表(8-2): 計算與選用電阻值

	L.P.F.第二級	L.P.F.第三級	L.P.F.第四級
計算電阻值	R21= 5.251 kΩ	R31= 7.367 kΩ	R41= 13.25 kΩ
選用電阻值與可變電阻值	R22= 4.25 kΩ R23= 1 kΩ	R32= 6.367 kΩ R33= 1 kΩ	R42= 8.25 kΩ R43= 5 kΩ

$$R_1 = \frac{1}{\omega_0 C_1} = \frac{1}{19076 \times 9.983 \text{ nC}} = 5251.116 \Omega$$

$$R_2 = \frac{1}{\omega_0 C_2} = \frac{1}{18949 \times 9.983 \text{ nC}} = 7367.148 \Omega$$

$$R_3 = \frac{1}{\omega_0 C_3} = \frac{1}{7476 \times 10.09 \text{ nC}} = 13256.8755 \Omega$$

12000  
12000  
13200

10kΩ  
5.242kΩ 正  
10.29kΩ  
4.25kΩ  
9.677kΩ  
9.367kΩ  
6.36kΩ  
7.548kΩ  
13.2kΩ  
8.25kΩ  
2.8kΩ

115437.84

13737.719

# 低通濾波器檢查記錄單

實驗單元：濾波器電路

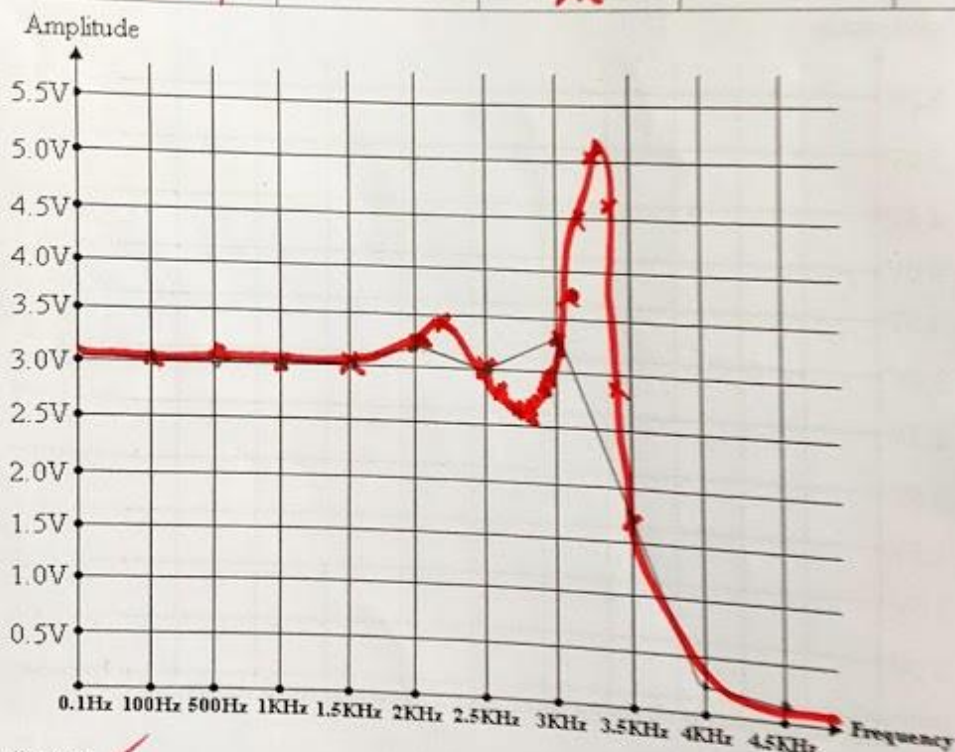
班別：☒ 3A、☐ 3B、組別：262、姓名：李宜恩

檢查人員：謝敬陳錦昌

、電路檢查日期：109年12月21日

■濾波器輸出振幅記錄—畫出 4.5KHz 頻帶內振幅之變化情形。

頻率	振幅	頻率	振幅	頻率	振幅
100Hz	3.00V	2.6KHz	2.84V	3.1KHz	4.5
500Hz	3.1	2.7 KHz	2.92V	3.2KHz	5.08
1KHz	3.06	2.8 KHz	2.92V	3.3KHz	4.12V
1.5KHz	3V	2.9KHz	2.88V	3.4KHz	2.92V
2KHz	3.38	2.95KHz	3V	3.5KHz	1.64V
2.2KHz	3.46	3KHz	3.24	4.0KHz	0.32V
2.5KHz	3.04	3.05KHz	3.8	4.5KHz	0.36V



■繪製頻率響應圖

a.輸出圖表：☒內容 OK、☐未附上圖表、☐其他。

b.記錄： $(f_H) = 2.98$  KHz,  $(f_c) = 3$  KHz。通帶電壓增益 =  $31.5$  (V/V) =  $29.96$  dB

■方波測試，實驗波形之擷取：

a.測量功能選項：☒內容 OK、☐測量不完整(時間週期或頻率)、☐探棒錯誤、☐其他。

■麵包板配線

1.元件排列方式—☒平面，整齊、☐腳線未剪除架高、☐跨接在元件上面、☐元件配置凌亂。

2.接線、配線情形—☒整齊及簡潔、☐跨接在元件上面、☐高架接線、☐配線凌亂。

※LPF 電路特性評量：85分