

## 實驗單元(二)－OrCAD 軟體介紹

### ◎實驗單元摘要

本實驗單元主要介紹 OrCAD 模擬軟體之使用，包括：畫電路圖、直流分析、暫態分析、交流分析等分析項目。各項模擬項目需個別設定適當的模擬數值，才能模擬出實驗結果。在模擬操作時，有些項目是有特定設定值及該特別注意的項目，在使用時需要特別留意，以免犯錯。

### ◎學習目標

了解如何操作 OrCAD 這套模擬軟體。

### ◎實驗單元目錄

一、實驗預習(P.02)

二、繪製電路圖(P.02)

三、電路模擬程序與擷圖(P.08)

四、模擬範例(P.11)

4-1.畫電路圖(P.11)

4-2-1.DC Sweep(P.14)

4-2-2.AC Sweep(P.16)

4-2-3.Time Domain(Transient) (P.18)

五、實驗作業(P.19)

六、OrCAD 軟體模擬上機測驗記錄單(P.26)

七、參考資料來源(P.27)

## ◎實驗內容

一、實驗預習：請參閱實驗補充資料－軟體說明，這是由助教參閱相關參考書籍所寫出的模擬步驟說明，內容比較詳細。

## 二、電路圖繪製

1.啟動 OrCAD，執行 File→New→Project，命名(Name)所要畫的電路圖，然後選擇 PSPICE 模擬的電路格式－Analog or Mixed-Signal Circuit Wizard，如果選擇 schematic，進入電路圖時就會發現上方 沒有 PSpice這個選項，就需要重新設定，請不要選錯了。

### ★注意：

a.不要選錯 Project。

b.儲存資料夾及電路圖檔名稱皆不可使用『中文名稱』。

c.儲存路徑，則在硬碟 C:\My document 中建立自己班別組別的資料夾，以儲存檔案在。

★注意：第一次畫電路圖的時候，要注意許多事項，下列是一些重要的提示。

a.畫線的選擇(Wire、Bus、Line)。畫電線使用那一選項？

b.元件接點與接點之間的連線、線與線誇線、線與線接點(Junction)、節點名稱設定(有電氣特性)與設定名稱不可重複。

c.元件擺放位置，位置適中，整齊。元件名稱的設定。電路圖頁面之選擇。

d.在模擬時，模擬元件應選用『orcad\library\Pspice』元件庫內的元件。

2.選擇畫電路圖所使用那些元件，預設已經有四個(在右邊)，可以由元件庫

(Library)中視情況再加入，如要使用 OP AMP，可以由左邊選擇 opamp.olb 再

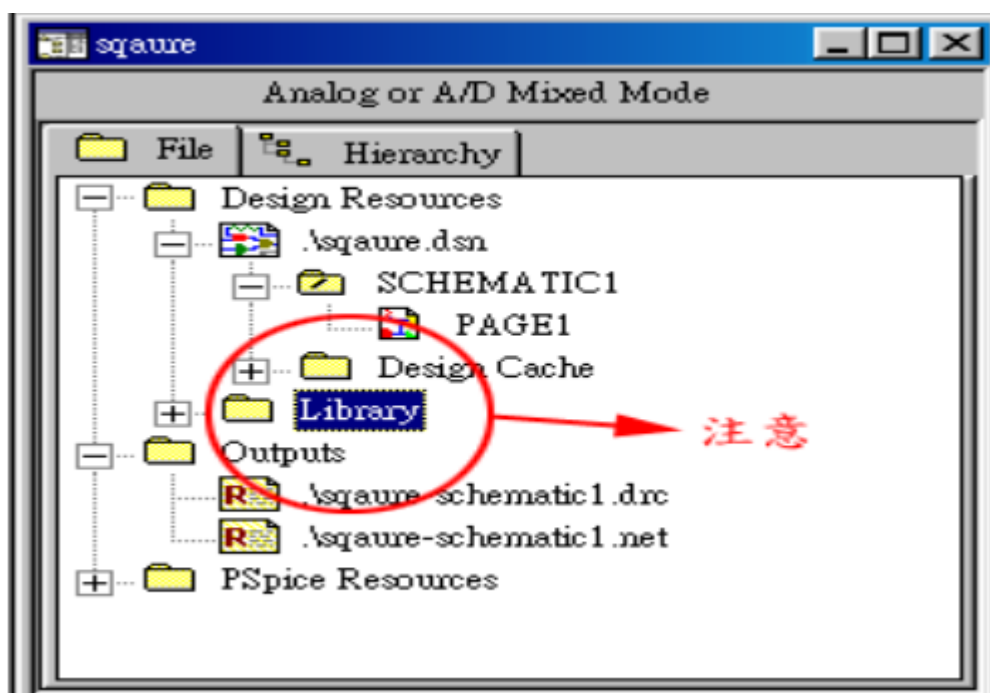
按 Add>>。

3.然後就可以開始畫電路圖。常用的功能如下：

表(一)：一般常用畫電路圖之功能選項

功能選擇	功能說明	功能選擇	功能說明
	放入元件(P)		電源
	畫線(W)		輸入和輸出
	畫節點(J)		純文字工具
	使用正確的接地符號 		階層圖電源連接
	節點名稱之設定		劃線(文字工具)
	劃圖形(文字工具)		

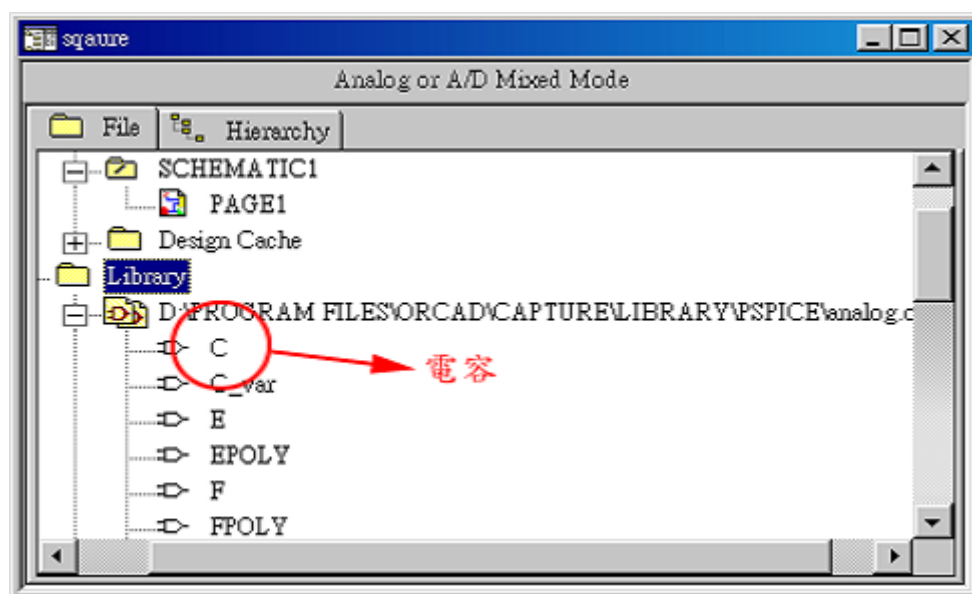
4.畫電路圖時要特別注意下列圖(一)所標示處。



圖(一)：元件庫[Library]

這邊指的是『PSpice』資料夾中的 Library，這個 Library 很重要，在畫電

路圖時所用的元件必須是這個 library 裡面有的元件，這樣才能模擬。所以畫圖前最好先把 Library 打開看一下，確定自己要使用的元件，是否有在這些 Library 裡面。如下圖(二)所示「analog.olb」裡面有許多類比元件，像電容、電阻之類必需使用此一元件庫，而電容在 analog.olb 裡面是被命名為 C。



圖(二)：analog.olb


所以，即使按 P 鍵[放置元件]準備放入元件時，你會發現有好幾種電容可選，但我們需要的是名稱為 C 的電容，其他的電容因為不在 PSpice 的 Library 中，即使電路圖完成，也無法模擬。

當我們按 P 欲置入元件時，我們在 Part 的部分，輸入元件 C，下面便會自動從 Libraries 裡面找出這個元件，我們就選 C/analog 這一項的元件名稱，analog 為所在的 Library。

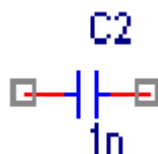
所以若你找不到你要的元件，就到 Part Search 裡面輸入元件名稱，再按 Begin Search，就會列出那些 Library 具有此元件，然後再用 Add Library 把 Library 加到放置元件工作單左圖的 Libraries 裡面。

5.元件庫其他元件以此類推，並完成範例中的電路圖。

a.「電源」就按 P 後尋找 VSRC，設定 VDC=12V。

b.接地符號『』，務必選擇選擇放入 0/SOURCE，否則會產生模擬設定錯誤。如果選用其它 GND 元件，需要修改一些設定才可以使用。

c.當一個新元件被放入時，以電容為例，電路符號如圖(三)所示，C2 是元件編號，代表第二次選用到電容元件，此編號是由程式自動編號的，這並沒有太大影響，我們也可以自行修改元件編號。1n 就是預設的電容值，也就是 1nF，我們可以對 1n 按左鍵兩次，在 Value 的部分輸入我們要的值，如 0.01uF(103)。



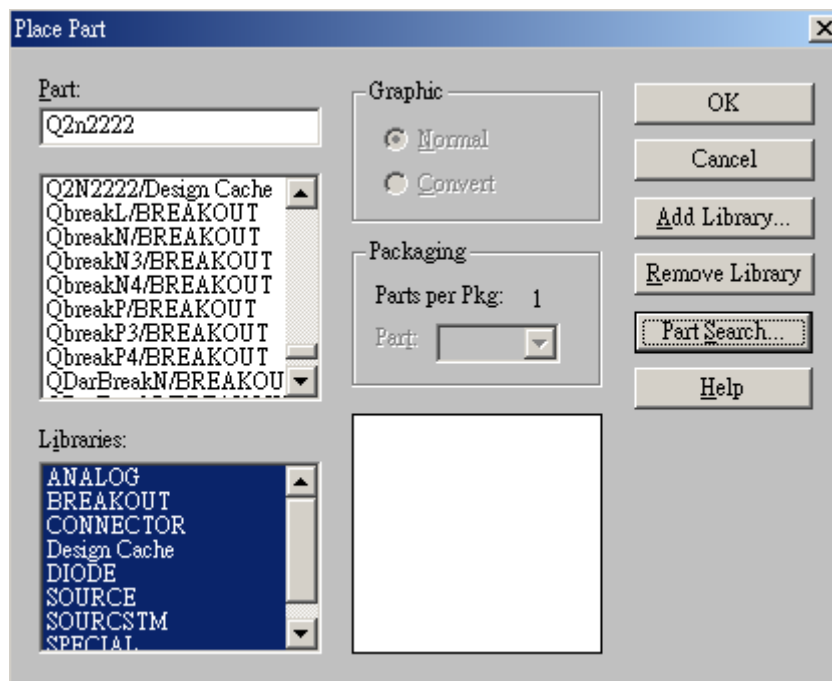
圖(三)：非極性電容元件

d.Edit→Rotate 可以旋轉元件(Ctrl+R)。

點選一個元件後，按右鍵，就可以用 Mirror..... 來做水平或垂直翻轉。

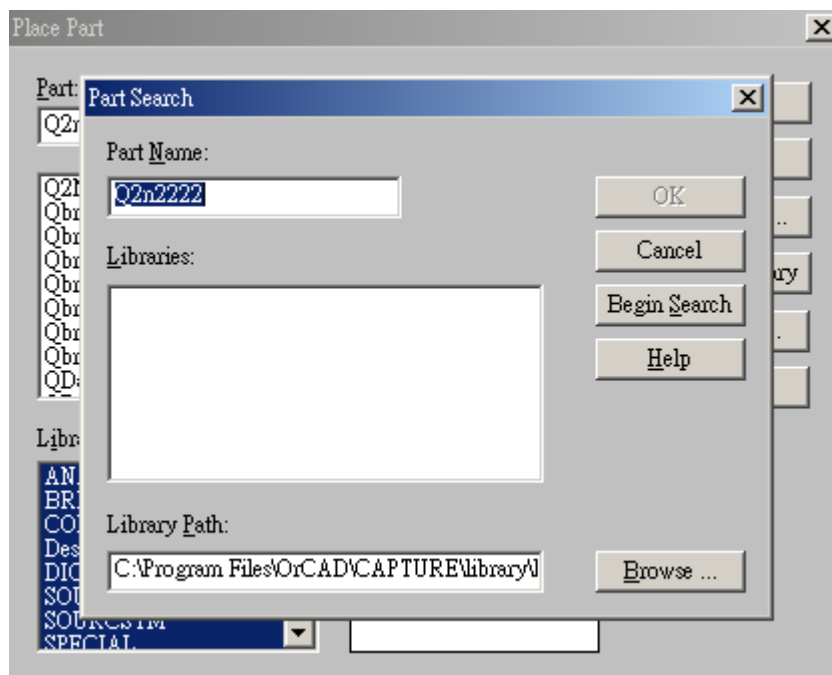
## 6.元件搜尋

①.選取元件置放表單



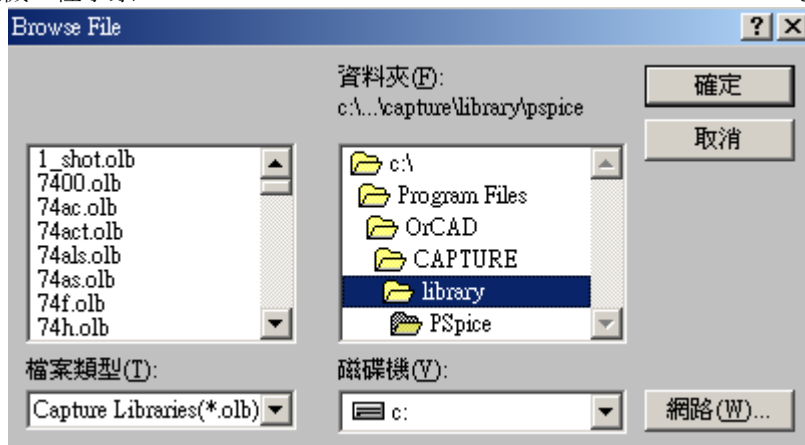
圖(四)：元件選取表單

## ②.選擇元件搜尋



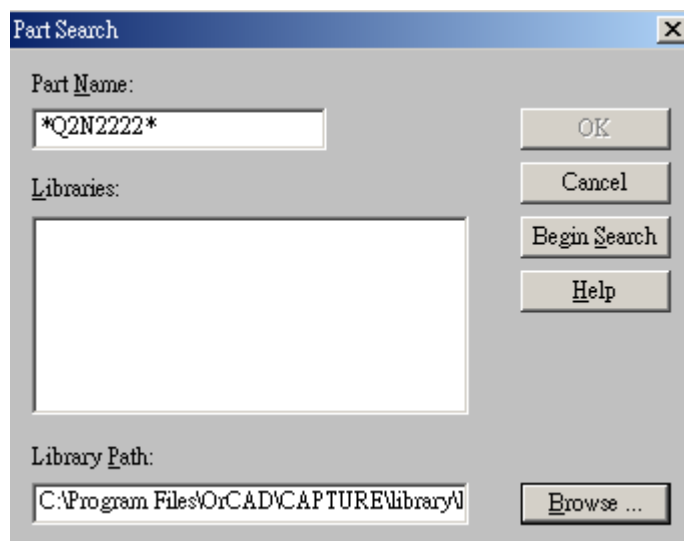
圖(五)：元件搜尋表單

## ③.搜尋元件庫路徑



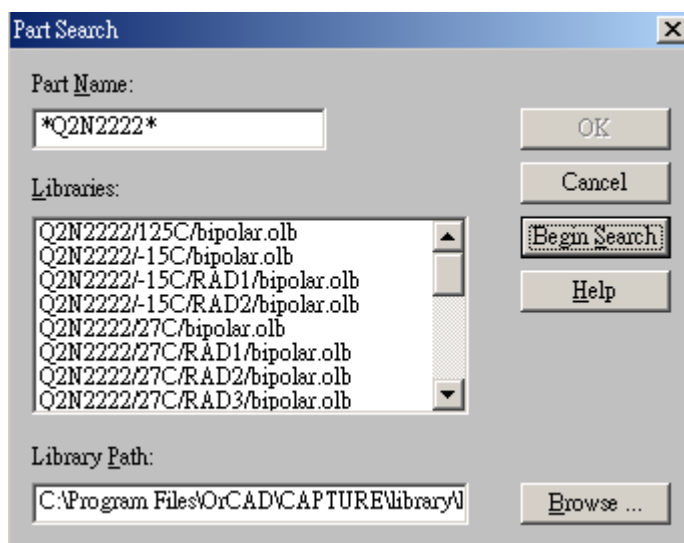
圖(六)：選取元件搜尋路徑表單

④.元件名稱搜尋—使用符號「\*」。



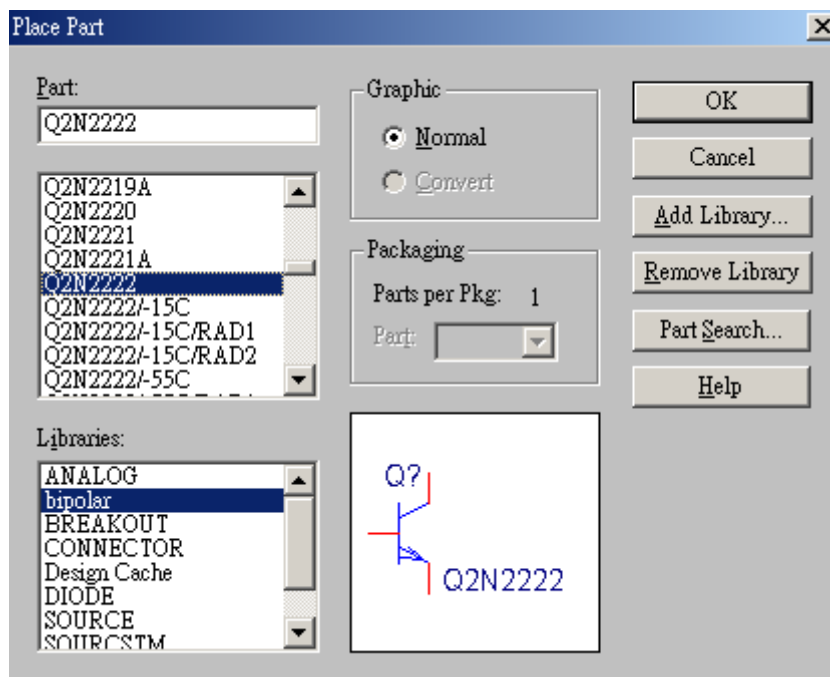
圖(七)：設定元件名稱表單

⑤.搜尋結果



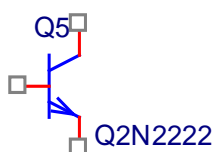
圖(八)：搜尋結果表單

## ⑥.選取元件



圖(九)：選取元件 Q2N2222 表單

## ⑦.元件 Q2N2222



圖(十)：電晶體電路元件

## 三、電路模擬程序與擷圖

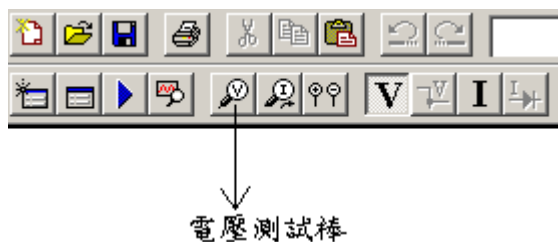
1.OrCAD 裡面的 PSpice 可以做數位和類比的模擬。

2.選擇上方 PSpice→New Simulation Profile，先命名電路圖名稱。接下來在 Analysis 裡面的 Analysis Type 用預設的 Time Domain 就行了，**Run to time** 預設是 1000ns，時間太短，觀察不到什麼，依所設定的波形頻率，所以我們改成 **10 個週期時間**(1KHz 週期為 1ms—Run to time：10ms)，然後按 OK。

3.測試探棒：測試需求時，需加上測試探棒。



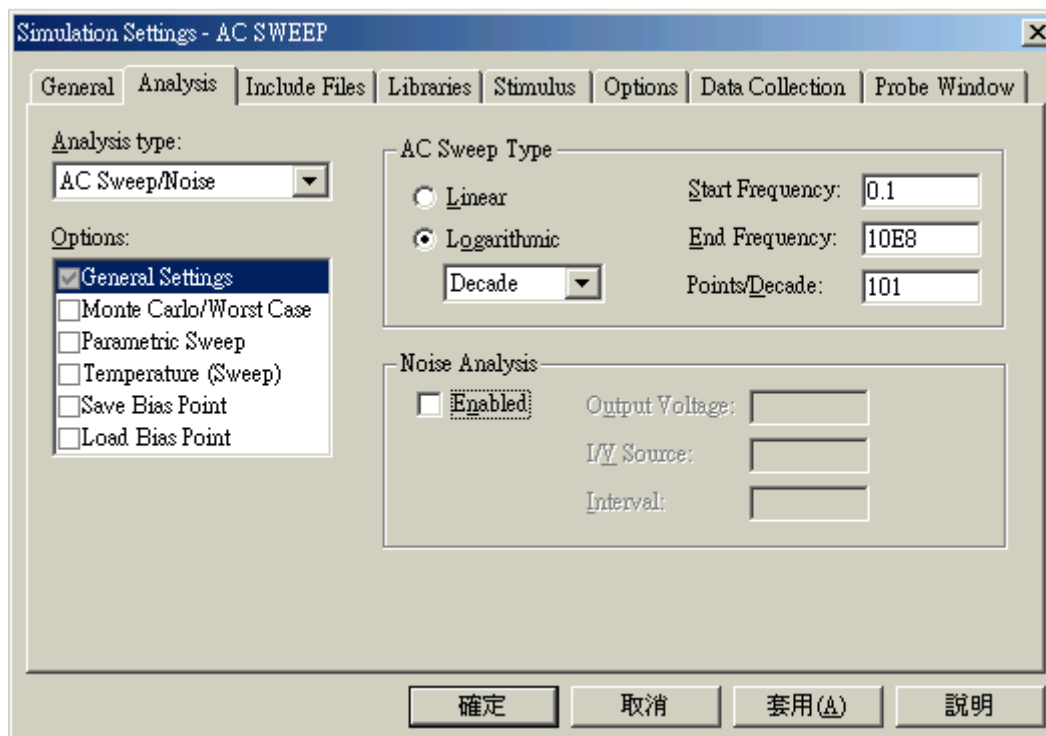
## a. 電壓值(單位：volt)。



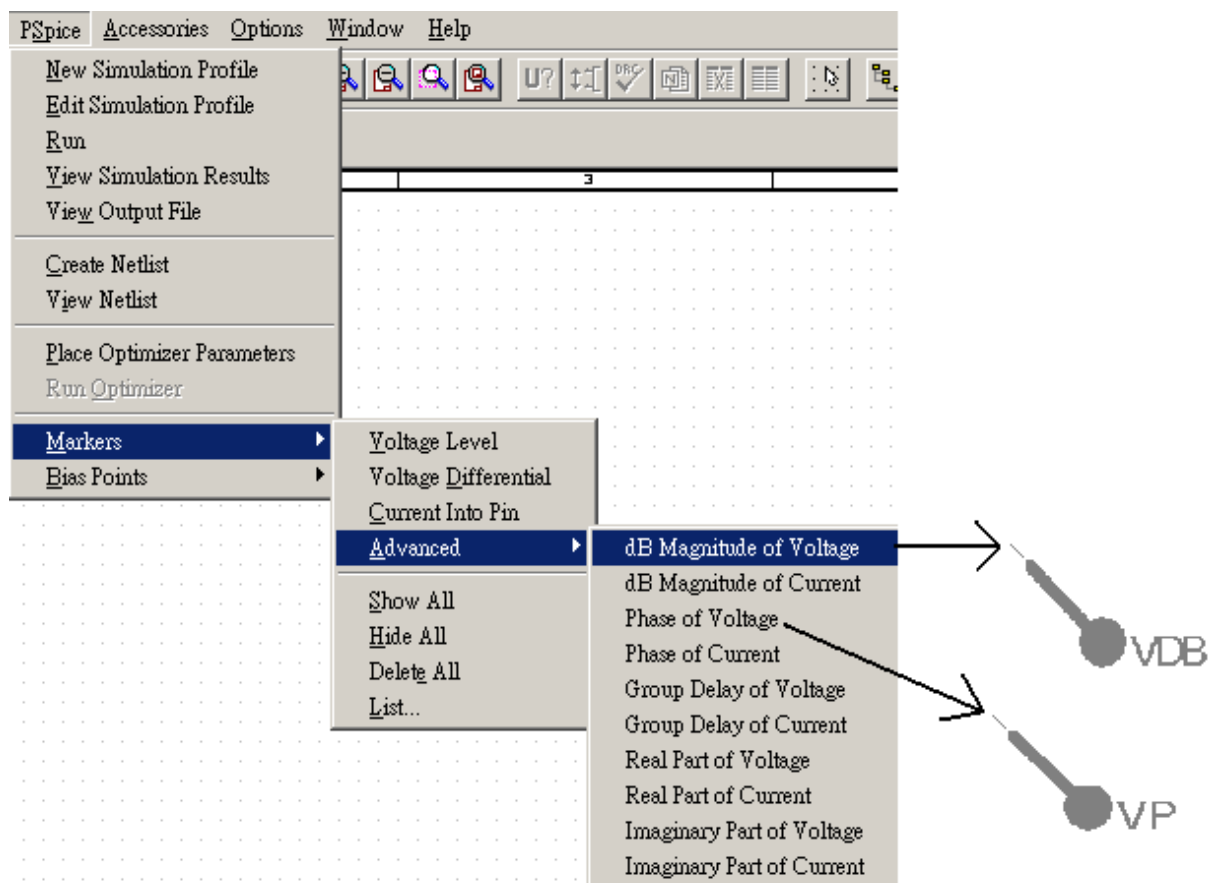
圖(十一)：選用電壓探棒

b. dB 值(電壓比值= $20\log\left(\frac{V_0}{V_{in}}\right)$ )，交流分析時(AC Sweep)選用 dB 探棒。

需設定  $V_{in}$  = 輸入訊號源設定(AC=1V)，才能計算出正確的 dB 值。



圖(十二)：：設定交流分析



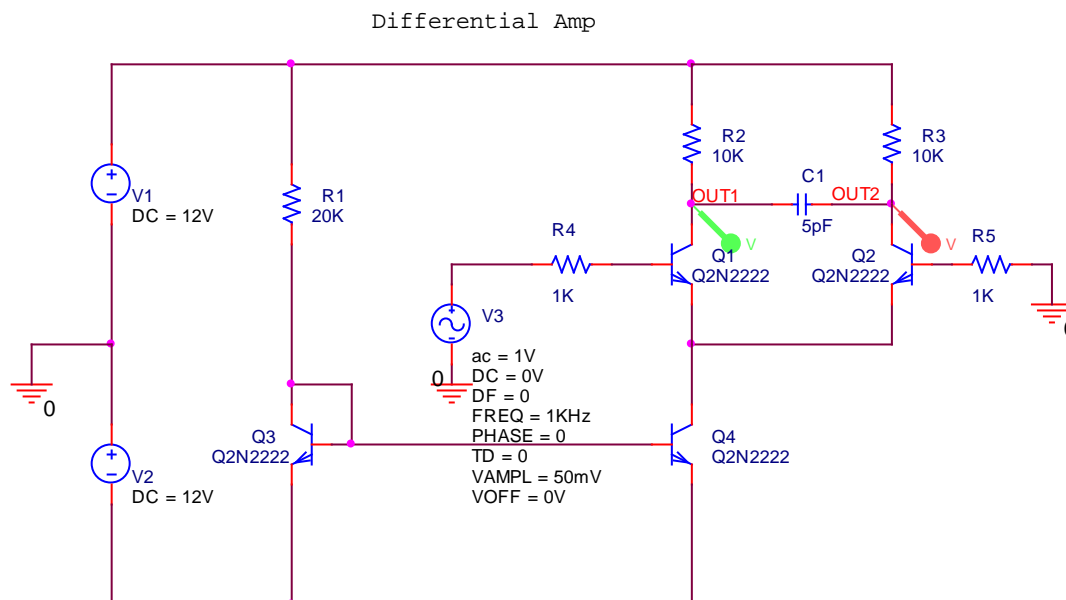
圖(十三)：：選用探棒

- 4.開始模擬：PSpice→Run，然後就會開啟另一個 PSpice 的視窗。若無錯誤的話（電路檢查 DRC），我們就在 PSpice 的視窗內，選擇上方 Trace→Add Trace，尋找 V[OUT1]再按 OK，成功的話，應該會看到所要觀測的節點波形。
- 5.Plot→Axis Settings 可以對座標軸做一些更改。
- 6.擷取圖形，輸出圖形，由座標軸設定中來選擇不同的格點顯示方式，讓圖形更加清晰。使用游標標示電壓峰值或是其他實驗值，另外使用雙重游標標示數值，可以顯示出兩數值的差額。
- 7.如何開啟多重視窗？其作用是在不同視窗上顯示出其他節點波形。
- 8.模擬說明：需要說明實驗模擬結論。

## 四、模擬範例

此模擬範例為此實驗單元需要繳交之作業，相關作業內容，請參閱作業內容。

### 4.1. 電路圖(由 OrCAD 圖檔中直接選取 copy，貼至 WORD 中)。



圖(十四)：模擬電路圖

表(二)：使用元件說明

元件	使用元件庫	元件型態
R1~R5	analog.olb	電阻
Q1~Q4	bipolar.olb	電晶體
C1	analog.olb	電容
0(GND)	source.olb	接地元件
V1~V2	source.olb	電壓源
V3	source.olb	電壓源
測試電壓探針	使用工具列	測試使用

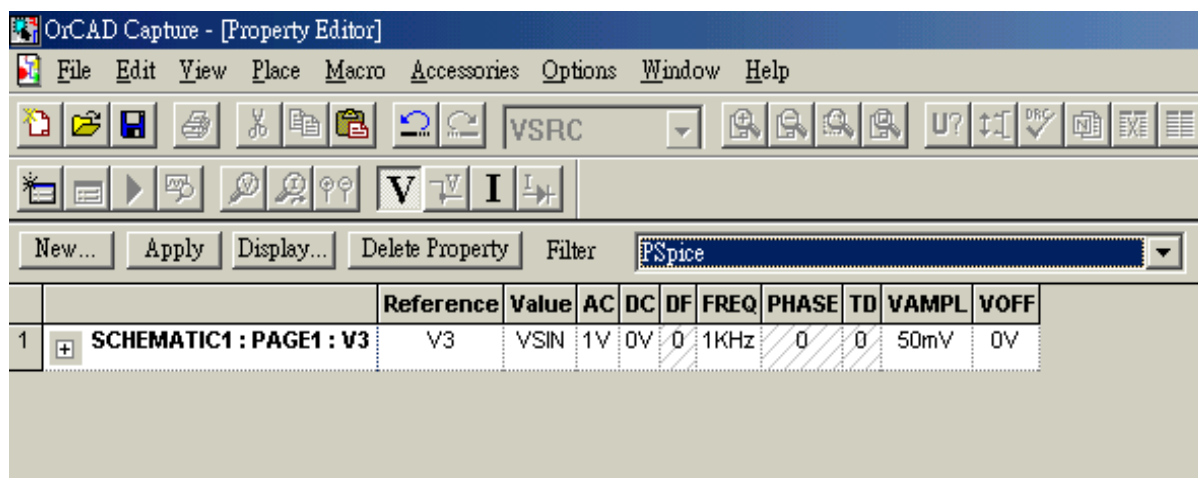
a. V3 電壓源選用 VSIN(如圖(十五)所示)

b. 數學式： $f(t+t_d) = V_{dc} + A_m e^{-\alpha t} \sin(2\pi f t + \phi)$

- ①. **AC=1V**(AC SWEEP 時需設定此值)
- ②. **DC=0V**(不含直流量)
- ③. **DF=0**(不設定衰減量)
- ④. **FREQ=1KHz**(依所要求的輸入頻率值)
- ⑤. **PHASE0**(相位值)
- ⑥. **TD=0s**(不設定延遲時間)
- ⑦. **VAMPL=**(依所要求的輸入大小值)
- ⑧. **VOFF=0V**(不設定直流偏移量)

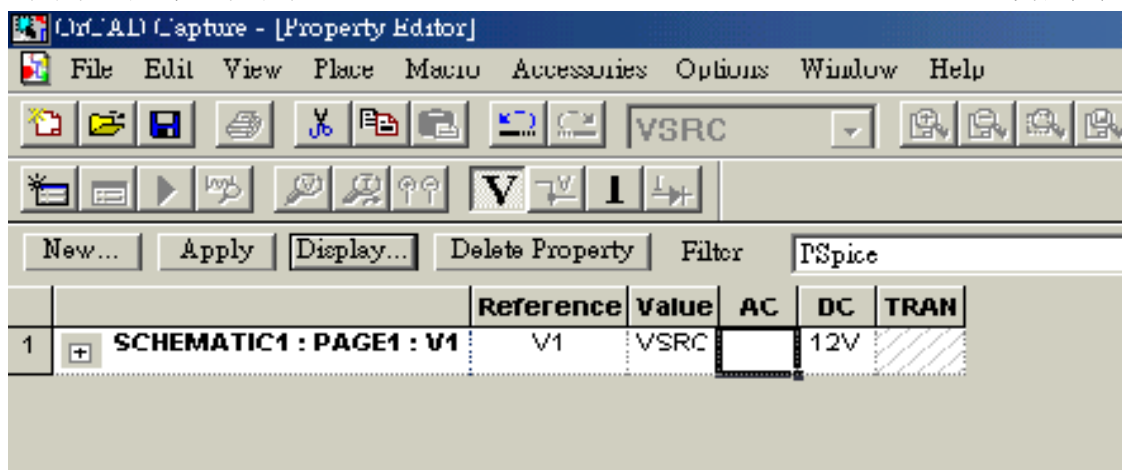
以上設定值，不可有空格。其中 **Filter** 內容選擇 **PSpice**。

**Display**—顯示數值及元件編序。

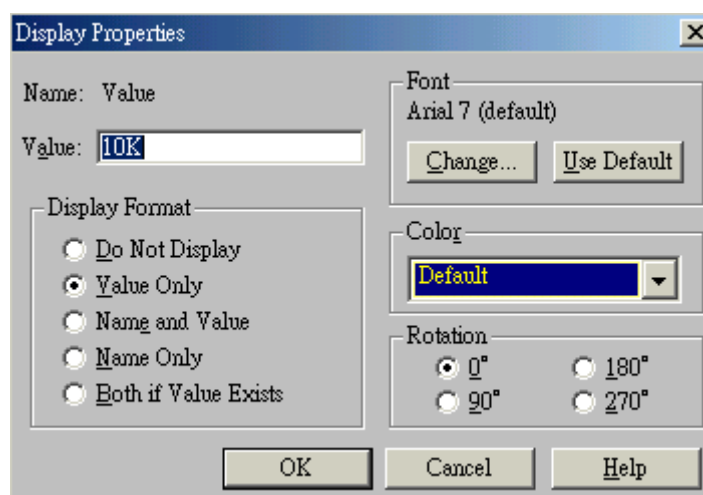


圖(十五)：V3 Sine wave 設定

- c. V1、V2 電壓源選用 VSRC 或 VDC。(如圖(十六)所示)
- d. Q1(BJT) 選用「PSPICE」目錄中 bipolar.olb—Q2N2222。
- e. R、C 選用「PSPICE」目錄中 analog.olb—R、C，(如圖(十七)所示)。
- f. 注意接地選用工具列中—Place Ground 中「0/source」。

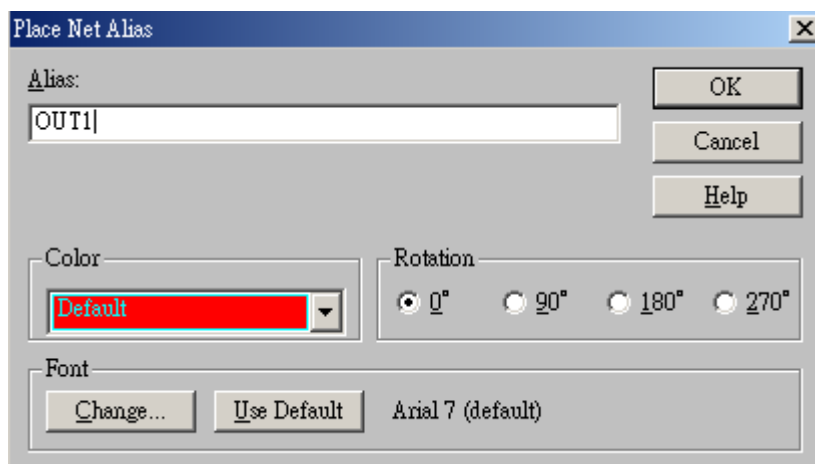


圖(十六)：V1 電壓源 VSRC 設定



圖(十七)：電阻值的設定


g. 節點名稱設定一如圖(十八)所示，然後放置在需要的節點上。

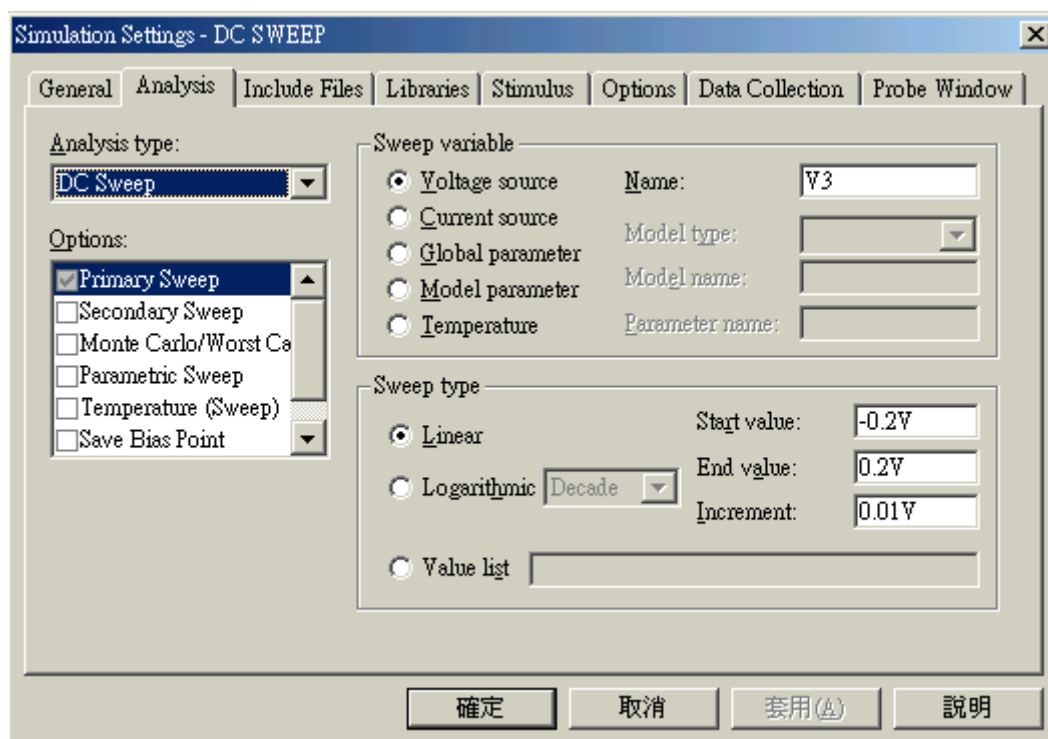


圖(十八)：節點名稱設定

## 4.2.分析項目及模擬結果

### 4.2-1.DC Sweep—模擬輸入/輸出電壓轉換曲線

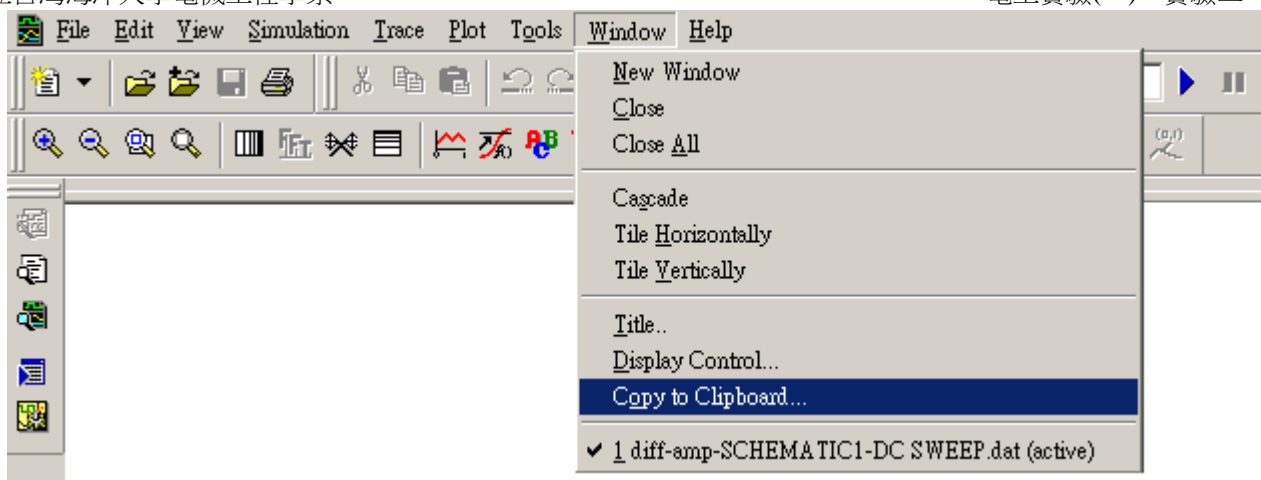
- 分析項目：選取 **DC Sweep**
- 輸入掃描變數(Sweep variable)：Voltage source—V3
- 輸入掃描型態(Sweep type)：如圖(十九)所示
- 電路圖上選用「電壓」測試探棒 。



圖(十九)：編輯模擬設定—輸入/輸出電壓轉換曲線(DC Sweep)

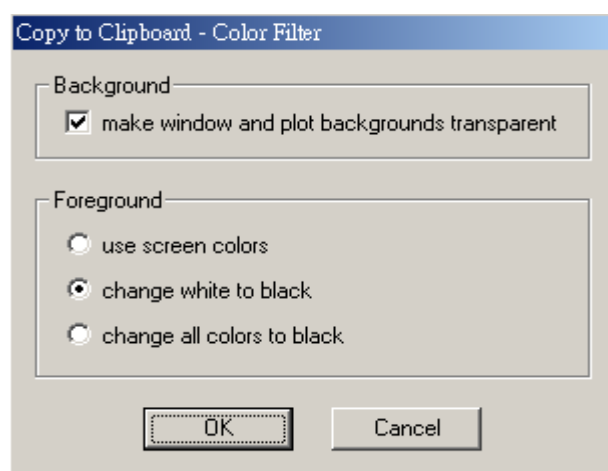
#### ■如何將模擬輸出圖轉至 word 中。

- RUN 結果：Window→ Copy to Clipboard→



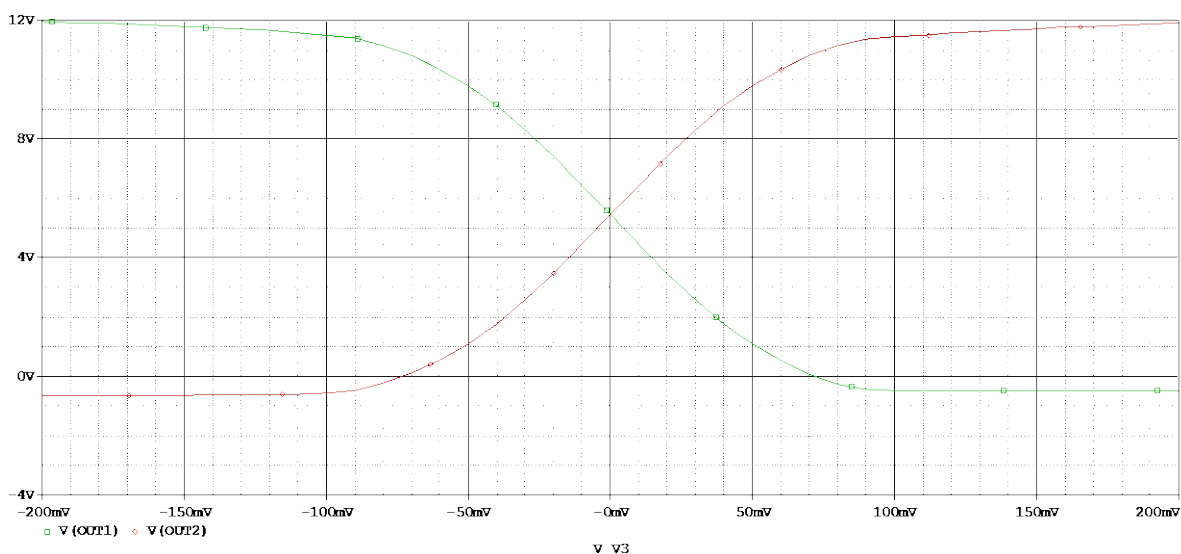
圖(二十)：選取 Copy to Clipboard

## b. Copy to Clipboard→OK



圖(二十一)：選取 change white to black→OK

## ●輸入/輸出電壓轉換曲線(DC Sweep)





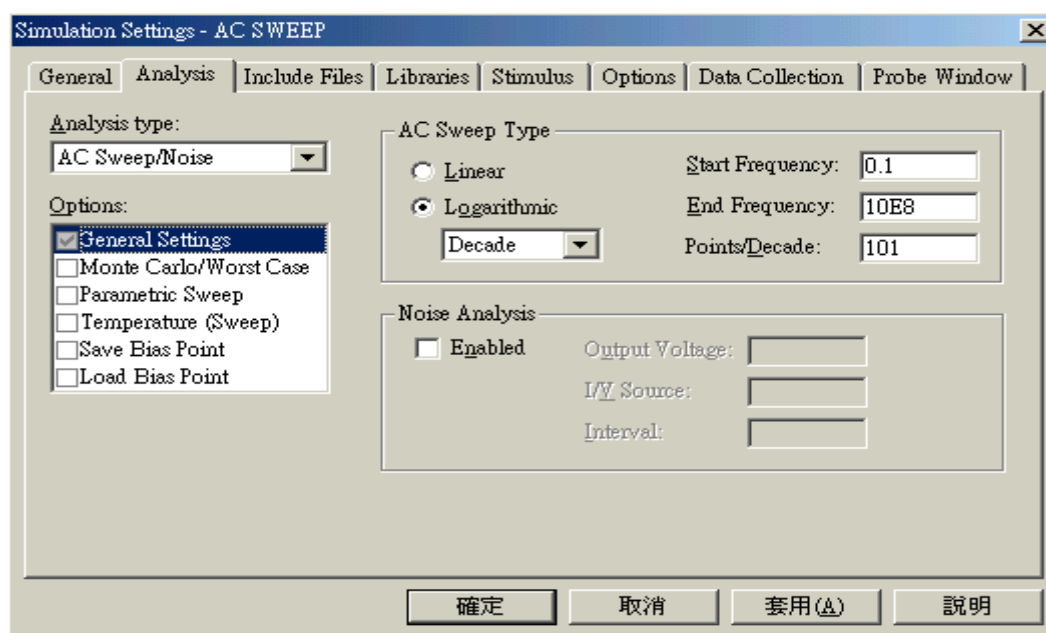
圖(二十二)：輸入/輸出電壓轉換曲線(刻度線可以不顯示)

◎說明：DC Sweep—模擬輸入/輸出電壓轉換曲線(如上圖所示)，其他設定可參

閱◎OrCAD 軟體說明(附件)P18.。

#### 4-2-2.AC Sweep—模擬輸出節點 OUT1 電壓 dB 值對頻率響應關係。

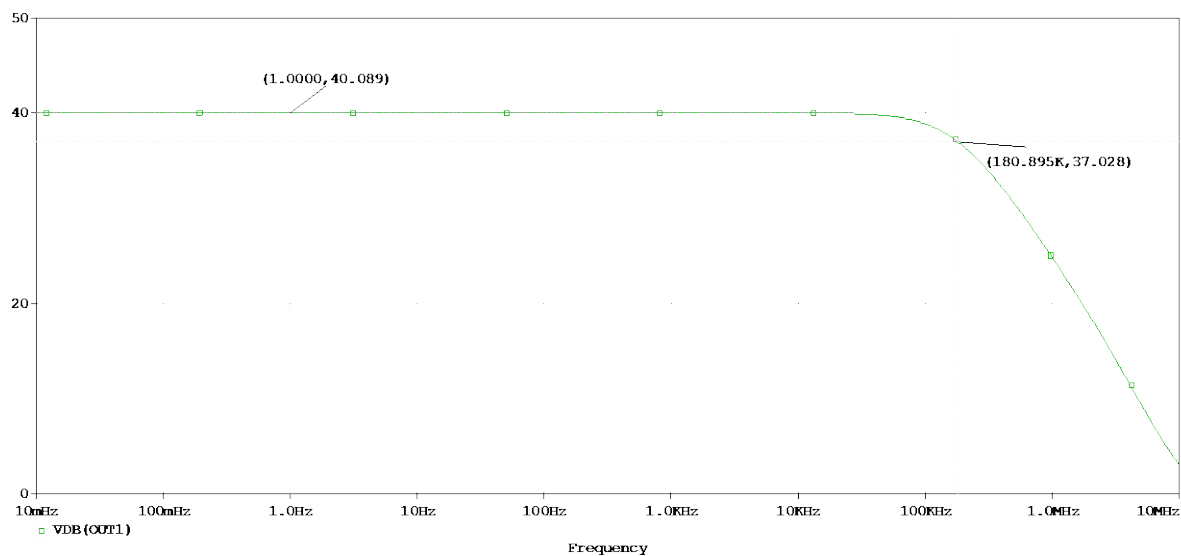
- a. 電壓源輸入設定：V3→AC=1V
- b. 分析項目：選取 AC Sweep
- c. 掃描頻率範圍：0.1Hz～100MHz (頻率輸入範圍、需採用科學記號 100MHz =10E8，不可以直接使用 MHz)
- d. 量測方式：每十倍頻取樣 101 筆資料(101points/Decade)以上見圖(二十三)。
- e. 模擬電路圖上選用測試探棒  VDB (電壓增益)及  VP (相位)。



圖(二十三)：(AC Sweep)編輯模擬設定

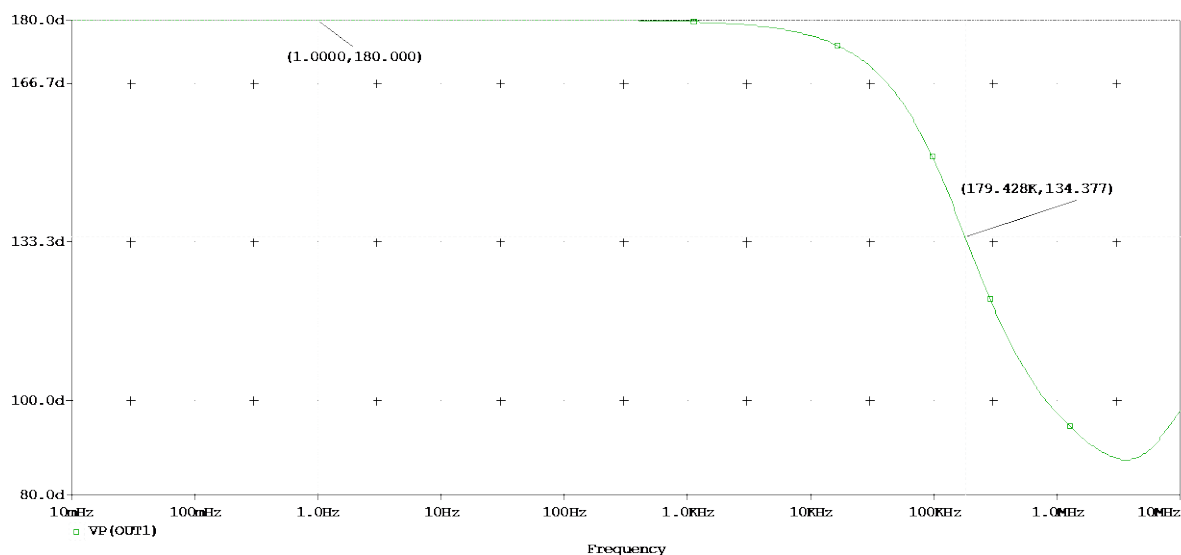


# ●輸出節點 OUT1 電壓 dB 值對頻率響應圖(AC Sweep)



圖(二十四)：輸出節點 OUT1 電壓 dB 值對頻率響應

◎說明：電壓增益=40dB(低頻範圍)，高頻衰減，-3dB 截止頻率=180KHz。



圖(二十五)：輸出節點相位角對頻率響應

◎說明：上圖為相位角對頻率之關係，其中-3dB 截止頻率與低頻帶之間相差約 45 度。

※另外說明游標之使用，雙重游標之使用(Shift+▼→箭頭)。

### 4-2-3.Time Domain(Transient)－模擬輸出節點 OUT1 電壓的暫態波形。

a. 電壓源輸入設定：以下電壓源輸入設定如圖(十五)所示。

輸入訊號振幅→50mV

輸入訊號頻率→1KHz

輸入直流偏移量(DC OFFSET)→0V

延遲時間(TD)→0


衰減因數(DF)→0

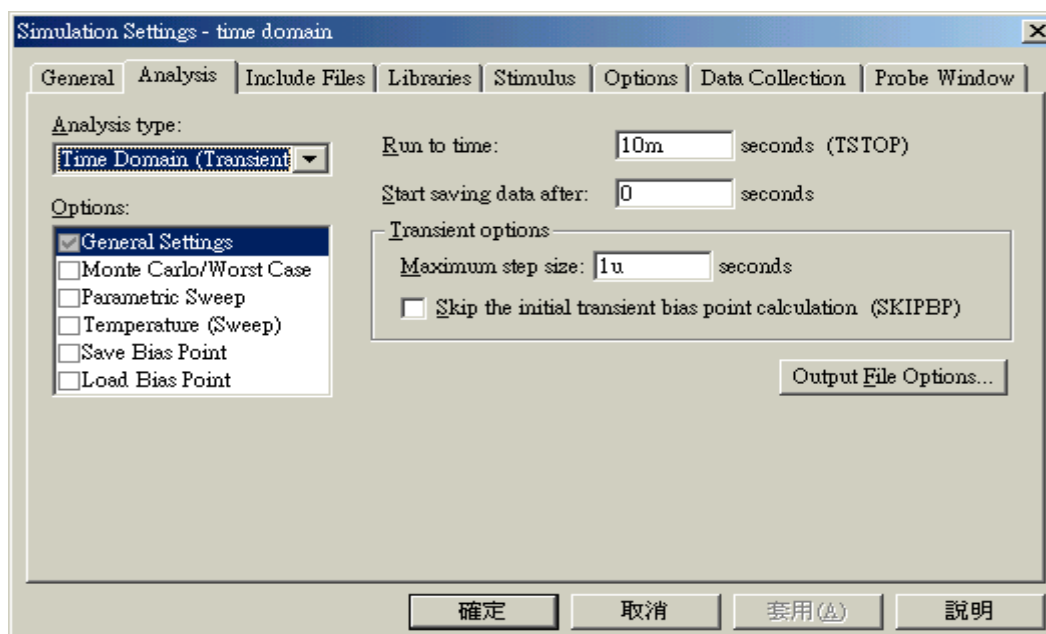
相位(PHASE)→0

b. 分析項目：Time Domain (Transient)。

c. 模擬時間：10ms(10 個週期)。

d. Transient options：Maximum step size: 0.1u seconds(重新設定)及勾選 SKIPBP。

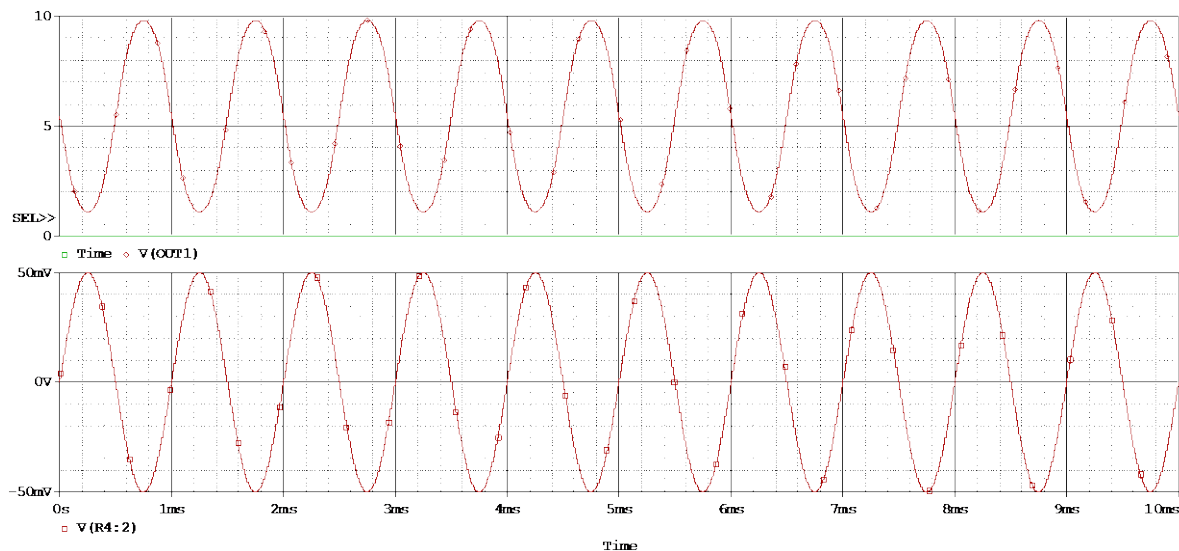
e. 模擬電路圖上選用測試探棒 。



圖(二十六)： Transient 參數設定

## ● 輸入節點 V3、輸出節點 OUT1 電壓的波形(Transient)

輸出結果(加一輸出視窗)(Plot → Add Plot to Window)



圖(二十七)：輸出節點 OUT1 電壓對暫態響應輸出圖

◎說明：觀測暫態波形，了解其放大器輸出波形是否失真。

## 五、實驗作業

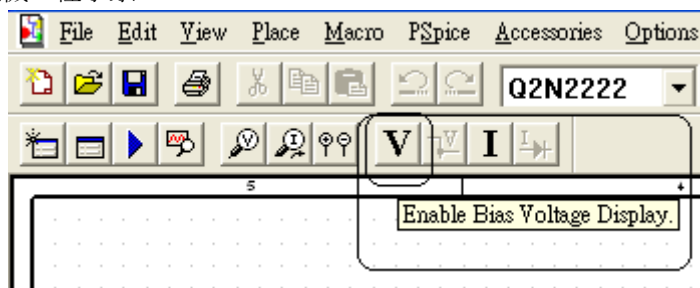
### ■實驗報告內文設定

★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。

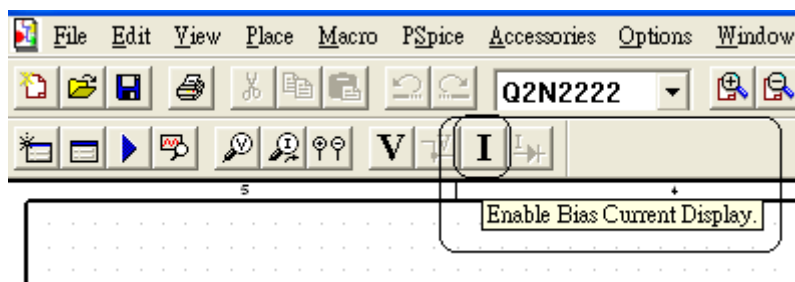
■依據實驗範例內容圖(十四)：模擬電路圖，完成下列模擬項目要求。

### 1.Bias Point 分析

a.直接 COPY 電路圖一節點電壓圖及分支電流圖。



選用偏壓顯示



選用偏流顯示

b.在文字輸出檔內容中，找出下列表格的內的數值(BJT MODEL PARAMETERS)及 (BIPOLAR JUNCTION TRANSISTORS)，COPY 數據電晶體 Q1、Q2、Q3 及 Q4 的模擬數據，附於下列表格(2-1)中，可以直接使用剪除工具來貼圖。

表格(2-1)：電晶體模擬數據

NAME	Q1	Q2	Q3	Q4
MODEL				
IB				
IC				
VBE				
VBC				
VCE				
BETADC				
GM				
RPI				
RO				

NAME	Q1	Q2	Q3	Q4
CBE				
CBC				
BETAAC				
FT/FT2				

## 2. 交流頻率響應分析(AC SWEEP)

使用頻率響應分析的方法，進行電路模擬工作，其中掃描方式為 Decade，頻率範圍為 1Hz～100MHz (100 Pts/Decade)。並印出下列節點的波形及使用游標測量，並完成表格內容。

a. 印出 VDB(OUT1) 及 VDB(OUT2) 的波形及分析此實驗模擬波形。

b. 印出 VP(OUT1) 及 VP(OUT2) 的波形及分析此實驗模擬波形。

c. 游標測量結果填入表格(2-2)中。

表格(2-2)：電晶體模擬數據

頻 率	VDB(OUT1)	VP(OUT1)	VDB(OUT2)	VP(OUT2)
10Hz				
100Hz				
1KHz				
10KHz				
100KHz				
1MHz				
10MHz				
100MHz				

### 3.暫態響應分析(Time Domain)

訊號源中的個人的頻率設定值如下表格所示，使用暫態響應分析方式，進行電路模擬，並回答下列的問題及擷取波形。

b.分別擷取輸入、輸出節點波形；[V3，OUT1] 及[V3，OUT2]，分別將兩輸入、輸出節點波形分開，以不同的視窗顯示。(Plot → Add Plot to Window)。

c.使用 FFT 轉換頻率圖。

①.輸出應標示基本頻率值與諧波分量之頻率值及振幅大小。

表(2-3)：各組輸入波形頻率值

組別	輸入頻率	組別	輸入頻率	組別	輸入頻率
No.1-1					

組別	輸入頻率	組別	輸入頻率	組別	輸入頻率
No.7-1					

### ■ 波形擷取紀錄

①.節點[V3, OUT1]: 電壓增益( $OUT1/V3$ )= , 波形關係---☐同相☐反相。

②.節點[V3, OUT2]: 電壓增益( $OUT2/V3$ )= , 波形關係---☐同相☐反相。

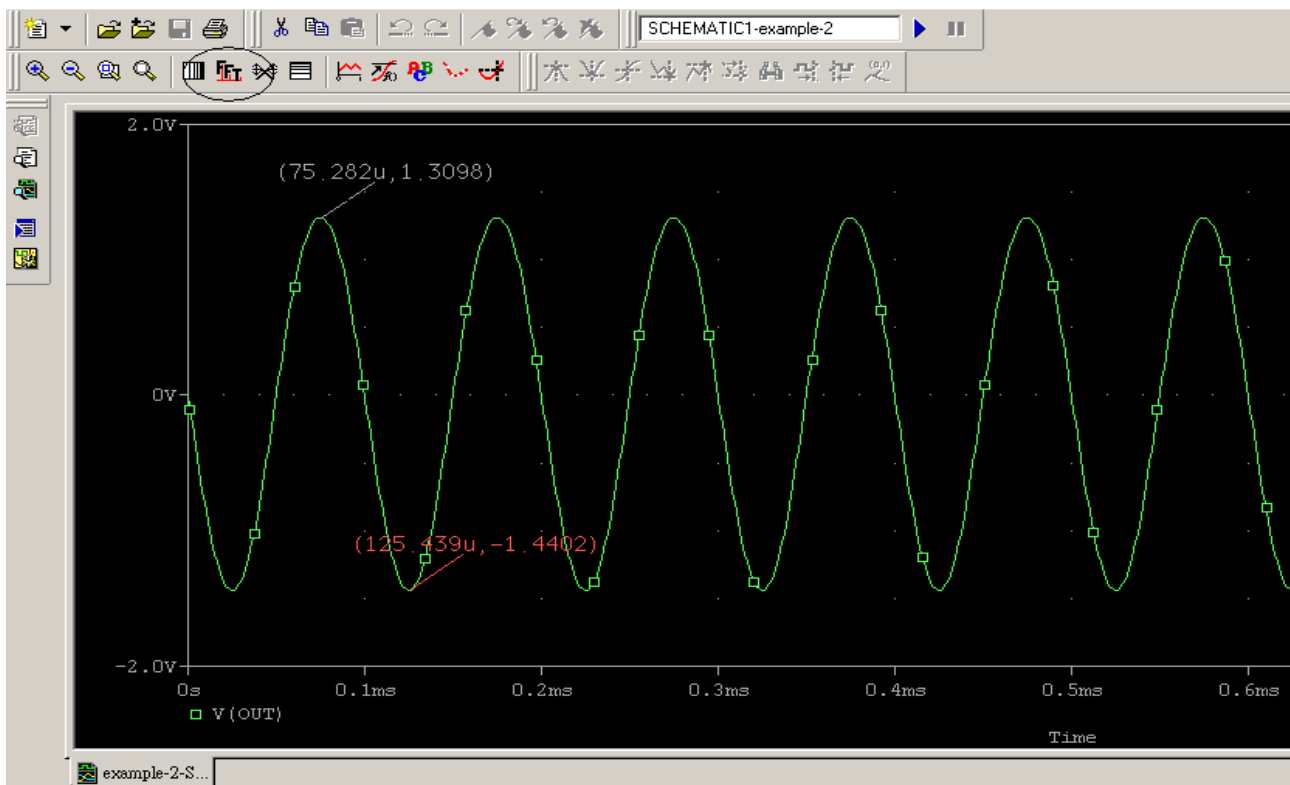
③.輸出應標示基本頻率與諧波分量之頻率值及振幅大小。

■ 節點[OUT1]:  $F1$ =\_\_\_\_、\_\_\_\_。節點[OUT1]:  $H1$ =\_\_\_\_、\_\_\_\_。

■ 節點[OUT2]:  $F1$ =\_\_\_\_、\_\_\_\_。節點[OUT1]:  $H1$ =\_\_\_\_、\_\_\_\_。

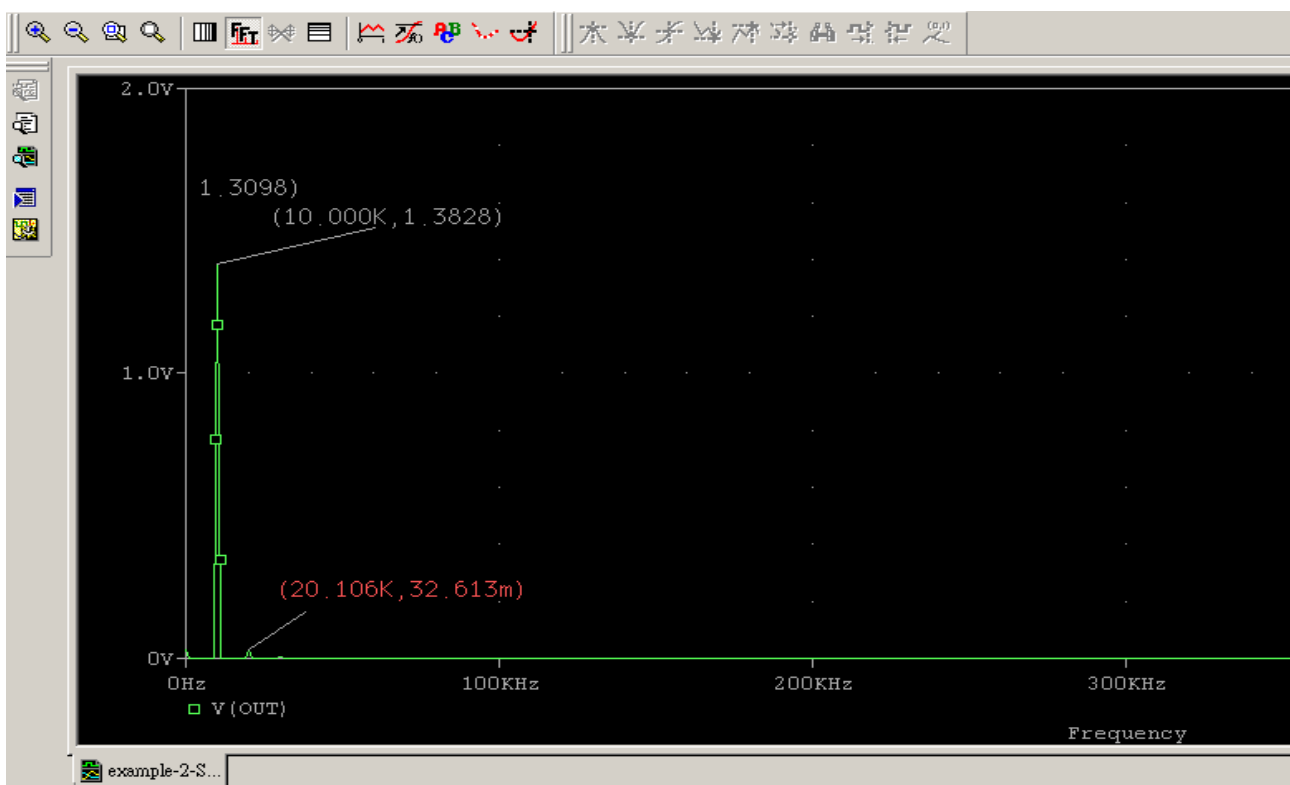
### ■ 說明 Time Domain→FFT 轉換

★ Time Domain 波形：使用游標標示電壓峰-峰值，點選工具列中 FFT，可得圖  
(2-1)。



圖(2-1)：模擬結果

★ FFT 轉換：使用游標標示頻率值，可得基本頻率與二次諧波頻率分量，可知此時放大器輸出波形失真情況。



圖(2-2)：FFT 轉換結果



## ■撰寫實驗結論

## ■實驗綜合評論

- 1.寫出在此實驗單元中您學會了那些項目。
- 2.寫出在此實驗單元中您感到最困難是那些項目。
- 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？
- 4.對於上課進度及上課內容，請提出您的建議。
- 5.就個人實驗進度安排及最後結果，自己的評等是幾分。
- 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。

## ■附上實驗進度紀錄(照片檔)

## 六、OrCAD 軟體模擬上機測驗記錄單

■考核開始時間：\_\_\_\_時\_\_\_\_分及結束時間：\_\_\_\_時\_\_\_\_分，計時\_\_\_\_分鐘。

項次	模擬項目	評量內容
1	基本操作	<input type="checkbox"/> 開啟檔案 <input type="checkbox"/> 建立資料夾 <input type="checkbox"/> 儲存檔名 <input type="checkbox"/> 元件庫 <input type="checkbox"/> 選取元件與放置 <input type="checkbox"/> 訊號設定 <input type="checkbox"/> 接地符號 <input type="checkbox"/> 節點名稱 <input type="checkbox"/> 元件編序 <input type="checkbox"/> 元件值 <input type="checkbox"/> 連線 <input type="checkbox"/> 直流電源 <input type="checkbox"/> 輸出 <input type="checkbox"/> 探棒 <input type="checkbox"/> off-page 連接 <input type="checkbox"/> 儲存檔名 <input type="checkbox"/> 文字
2	偏壓點分析 Bias Point	<input type="checkbox"/> 節點電壓顯示 <input type="checkbox"/> 分支電流顯示 <input type="checkbox"/> View Output File <input type="checkbox"/> 製作 word 文件(報告使用)
3	DC Sweep	<input type="checkbox"/> 主要掃描設定 <input type="checkbox"/> 參數掃描設定 <input type="checkbox"/> 輸出顯示
4	時域分析 (Time Domain)	<input type="checkbox"/> Run to time(10 個週期) <input type="checkbox"/> Transient option(取樣區間) <input type="checkbox"/> Start saving data after <input type="checkbox"/> 輸出結果(有錯誤，正常，失真，截止) <input type="checkbox"/> 單游標操作 <input type="checkbox"/> 雙游標操作 <input type="checkbox"/> 測量波形峰值 <input type="checkbox"/> 測量波形峰-峰值 <input type="checkbox"/> 峰值數值顯示 <input type="checkbox"/> 多重視窗顯示 <input type="checkbox"/> FFT(Fourier 轉換) <input type="checkbox"/> 視窗內容設定(plot)→Axis Settings
5	頻域分析 (AC Sweep)	<input type="checkbox"/> 訊號源(AC=1V) <input type="checkbox"/> AC Sweep Type(分析選項：Decade) <input type="checkbox"/> 頻率範圍設定 <input type="checkbox"/> 增益探棒 <input type="checkbox"/> 相位探棒 <input type="checkbox"/> 游標操作 <input type="checkbox"/> 相位與頻率關係 <input type="checkbox"/> 增益與頻率關係 <input type="checkbox"/> -3dB <input type="checkbox"/> 相位
6	模擬報告	<p>■模擬結果與分析</p> <p>1. <input type="checkbox"/>電路圖(Bias Point—V、A) 、<input type="checkbox"/>輸出波形(時域與頻率響應) 、  <input type="checkbox"/>View Output File(文字檔)。</p> <p>2. <input type="checkbox"/>電壓增益、波形相位關係、波形線性放大、波形失真、波形截止。</p> <p>3. <input type="checkbox"/>增益與頻率關係(低頻響應、高頻響應、-3dB 截止頻率)。</p> <p>4. <input type="checkbox"/>相位與頻率關係(低頻響應、高頻響應、-3dB 截止頻率)。</p> <p>5. 電路理論值與電路模擬值的數據分析。</p>

## 七、參考資料來源

1. **“電路程式設計 OrCAD PSPICE 9.0”**,鄭光欽編著,第三波資訊圖書公司, 第一版,1999.
2. **“PSPICE A/D V9.0 電子電路分析”**, 盧佑銘編著,台科大圖書公司,第一版,2000.
3. **“電腦輔助電路設計 OrCAD Capture V9.0”**,張義和編著,台科大圖書公司,第一版,1999.