

電工實驗(二)

實驗報告

實驗單元(1)

BJT 放大器偏壓電路 電路偏壓設計與電路模擬 (SIM011)

班別：電 2 B

組別：22

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。

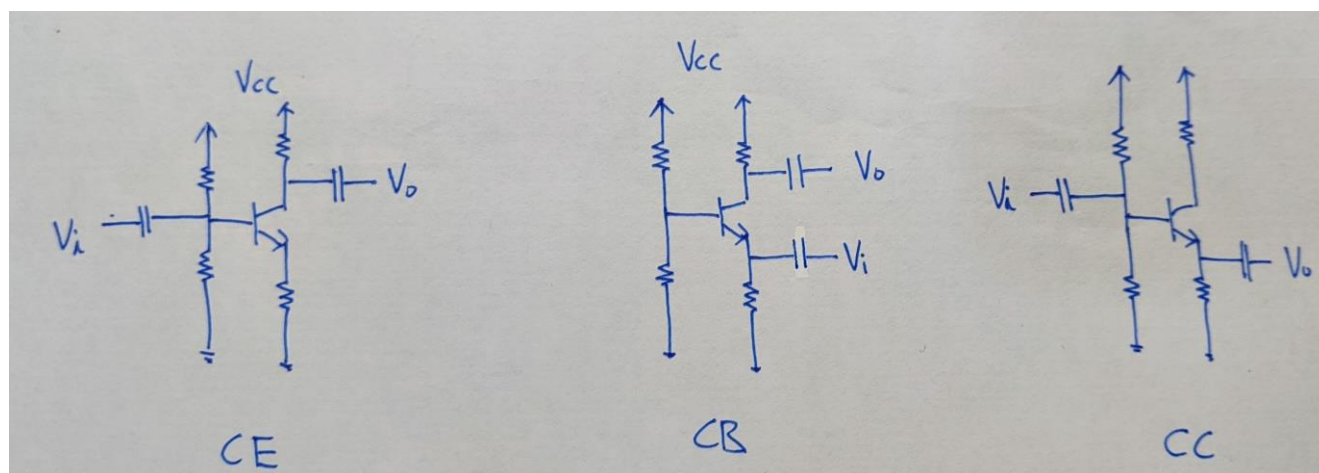
◎總分=100 分。

一、實驗模擬注意事項

1. 電路模擬時電晶體元件庫—Pspice→Bipolar→Q2N2222。
2. 電路模擬時可變電阻的參數設定，請參閱 P.45 可變電阻的模擬設定。
3. GND 接地元件不要選錯，工具列選擇 Place Ground→0/Source。
4. 一般需要設定節點名稱，使用工具列選擇 Place net alias。

二、實驗預報：請回答下列問題，實驗前繳交預報。

1. 在電子學課本中介紹 BJT 電晶體的基本放大電路，請問有那三種基本型式？畫出三種基本電路型式，其中偏壓電路以 P.27 分壓器偏壓電路方式畫出。



2. 在 IC 如此普遍的今天，說明電晶體電路還被保留在電子學裡的原因何在？

電路中，到處都要偏壓，否則電路不能工作，電路測試首先應要檢查的地方，就是該電路的偏壓電路。以前學偏壓，是要電晶體為我們工作，現在學習偏壓電路，則是為了 IC 的設計，這就是為何在 IC 如此普遍的今天，電晶體電路還被保留在電子學裡的主要因素。

3. 就你所知的範圍，設計一個 BJT 放大器偏壓電路，需要考慮那些要素呢？

輸入阻抗，輸出阻抗，電晶體工作點

4. 舉例說明，何謂交流訊號分析？何謂直流電路分析？

直流偏壓是用來提供電晶體電路工作時所需之電源，此種偏壓純粹是一種直流操作，主要目的為 建

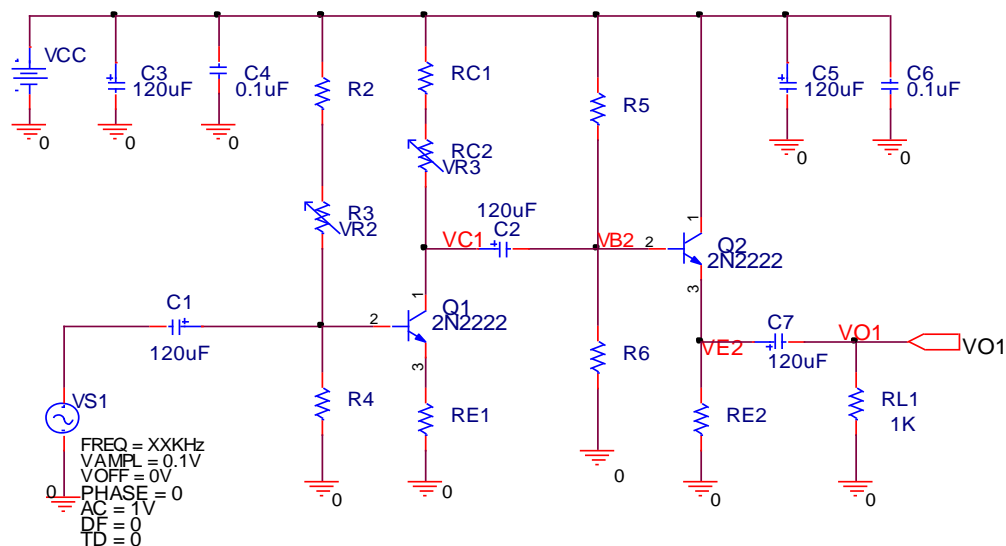
立放大電路之直流工作點，而交流小訊號分析，首先討論完整放大器之等效電路模型與電晶體之小

三、實驗設計與計算程序

※實驗目的與實驗要求

◎寫上 VCC 電壓= 25 V 及測試頻率= 5.4 KHz。

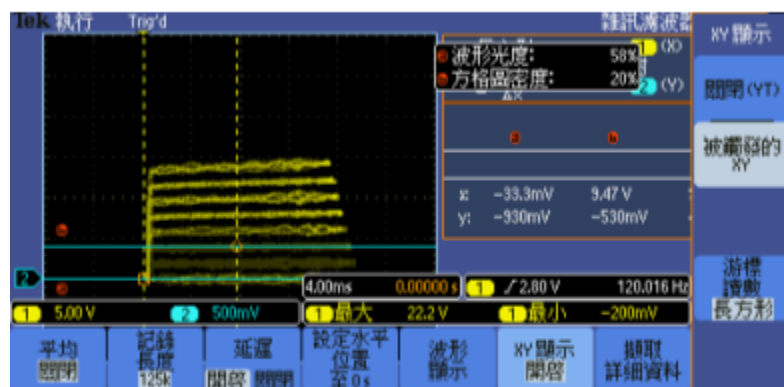
1.實驗電路圖

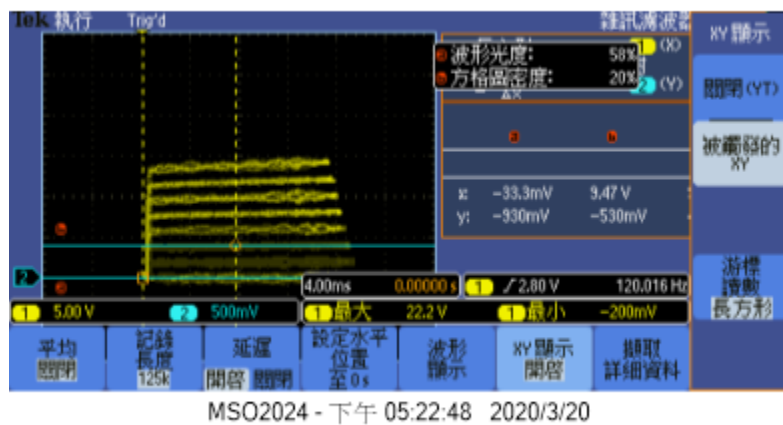


圖(1-2)：實驗設計電路圖(一)

2.附上電晶體的特性曲線(2 張)

◎附上圖檔。





3.實驗設計與計算程序

繳交紙本設計列式，此為上課筆記，須拍照，將圖檔附於實驗模擬報告中。

◎附上照片檔。

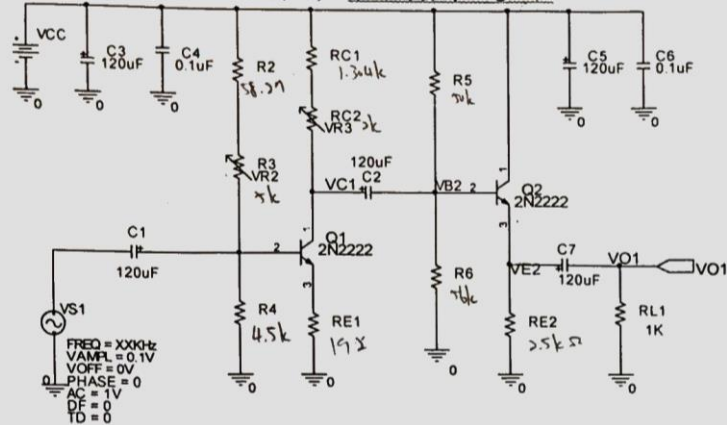
實驗單元(一)-BJT 放大器偏壓電路上課筆記

班別: 電2B、組別: 22、姓名: 李宜恩

$V_{CC} = 25V$ $3.4k\ Hz$ $\beta = 235$

◎偏壓電路設計與計算

a. 畫出實驗電路圖，如前圖(1-2)，最終需要寫上電阻值。



圖(1-2): 實驗設計電路圖(一)

◎VCC 電壓 = 25 V.

◎列出設計偏壓值:

●BJT Q1

$$V_{BQ1} = 2.6V$$

$$V_{EQ1} = 1.9V$$

$$V_{CEQ1} = 12.5V$$

$$I_{CQ1} \approx I_{EQ1} \approx 5mA$$

●BJT Q2

$$V_{BQ2} = 13.2V$$

$$V_{EQ2} = 12.5V$$

$$V_{CEQ2} = 12.5V$$

$$I_{CQ2} \approx I_{EQ2} \approx 5mA$$

b. 共集級放大器偏壓電路之計算

①. 取工作點、②. 算出 R_{E2} 、③. 求出 $R5$ 及 $R6$ 。

c. 共射級放大器偏壓電路之計算

①. 取工作點、②. 算出 $RC1+RC2+RE1$ 、③. 依據 $Q1$ 電壓增益公式及 $Q2$ 等效輸入電阻，求出 $(RC1+RC2)$ 與 $RE1$ 之比值關係，計算出 RC 與 RE 、④. 求出 $(R2+R3)$ 及 $R4$ 。

⑤. 求出 $Q1$ 、 $Q2$ 的等效小訊號模型參數，畫出放大器的交流分析之等效電路，計算出 $Q1$ 的輸入阻抗及電壓放大器之整體增益值。

b. ① 取工作點: $V_{CEQ2} = 12.5V$, $I_{CQ2} \approx I_{EQ2} \approx 5mA$

$$② R_{E2} = \frac{V_{CEQ2}}{I_{CQ2}} \approx \frac{12.5}{5mA} = 2.5k\Omega$$

$$③ R_6 \leq \frac{1}{10} \beta R_{E2} = 0.1 \times 235 \times 2.5k = 58750, \text{選用 } 56k\Omega$$

$$V_{BQ2} = V_{BE2} + V_{EQ2} = 0.7 + 12.5 = 13.2V$$

$$V_{BQ2} = \frac{56k}{R_5 + 56k} \times 25 = 13.2, R_5 = 50.06, \text{選用 } 50k\Omega$$

c. ① 取 BJT 工作點: $V_{CEQ1} = 12.5V$, $I_{CQ1} = 5mA$

$$② \beta = 235, I_{B1} = \frac{5mA}{235} = 21.28\mu A$$

$$R_{C1} + R_{C2} + R_E = \frac{V_{CC} - V_{CEQ1}}{I_{CQ1}} = \frac{25 - 12.5}{5mA} = 2.5k\Omega$$

$$③ R_{C1} = (R_{C1} + R_{C2}) \parallel (R_4 \parallel R_6) \parallel (Y_{\pi2} + (\beta + 1)R_{E2})$$

$$\text{令 } A_v \approx \frac{R_{C1}}{R_{E1}} \geq 10, R_{C1} + R_{E1} = 13R_{E1}, R_{C1} + R_{E1} \approx \frac{V_{CC} - V_{CEQ1}}{I_{CQ1}} = 13R_{E1} = 2.5k\Omega$$

$$R_{E1} \approx 192\Omega$$

$$R_{C1} = 10 \times R_{E1} = 2.304k\Omega$$

④ 依前設計值，選擇可變電阻 ($R_{C2} = 2k\Omega$)

$$R_{C1} = R_{C2} - \frac{2k\Omega}{2} = 1.304k\Omega, R_{C1} = 1.304k\Omega$$

$$R_4 \leq \frac{1}{10} \beta R_{E1} = 0.1 \times 235 \times 383 = 4653, R_4 \text{ 選用 } 4.5k\Omega$$

a. 實驗電路圖

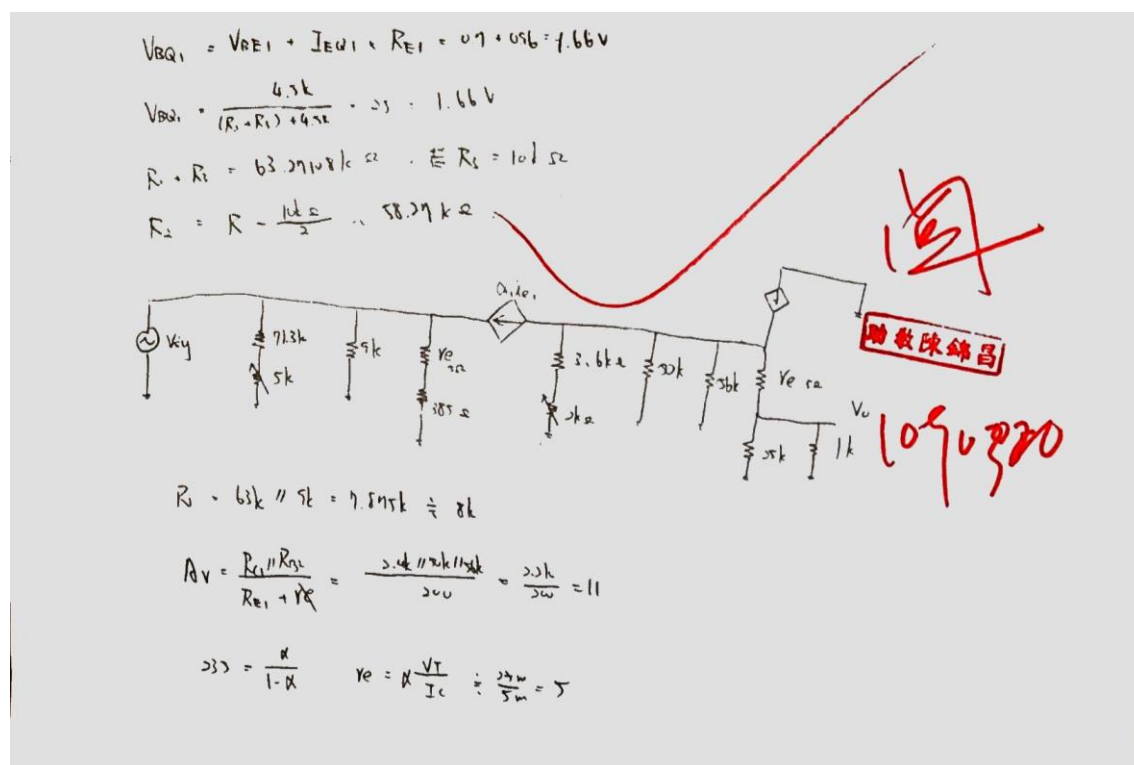
①. 列出上述設計偏壓值及各項計算列式：

表(1-1)：設計偏壓值

BJT Q1	BJT Q2
$V_{BQ1} = \underline{2.6V}$	$V_{BQ2} = \underline{13.2V}$
$V_{EQ1} = \underline{1.9V}$	$V_{EQ2} = \underline{12.5V}$
$V_{CEQ1} = \underline{12.5V}$	$V_{CEQ2} = \underline{12.5V}$
$I_{CQ1} = I_{EQ1} = \underline{5mA}$	$I_{CQ2} = I_{EQ2} = \underline{5mA}$

②. 求出 Q1，Q2 的等效小訊號模型參數，畫出放大器的交流分析之等效電路，計算出 Q1 的輸入阻抗及電壓放大器之整體增益值。

③. 附上紙本設計列式(上課筆記)，列入檢查項目，需繳交紙本。

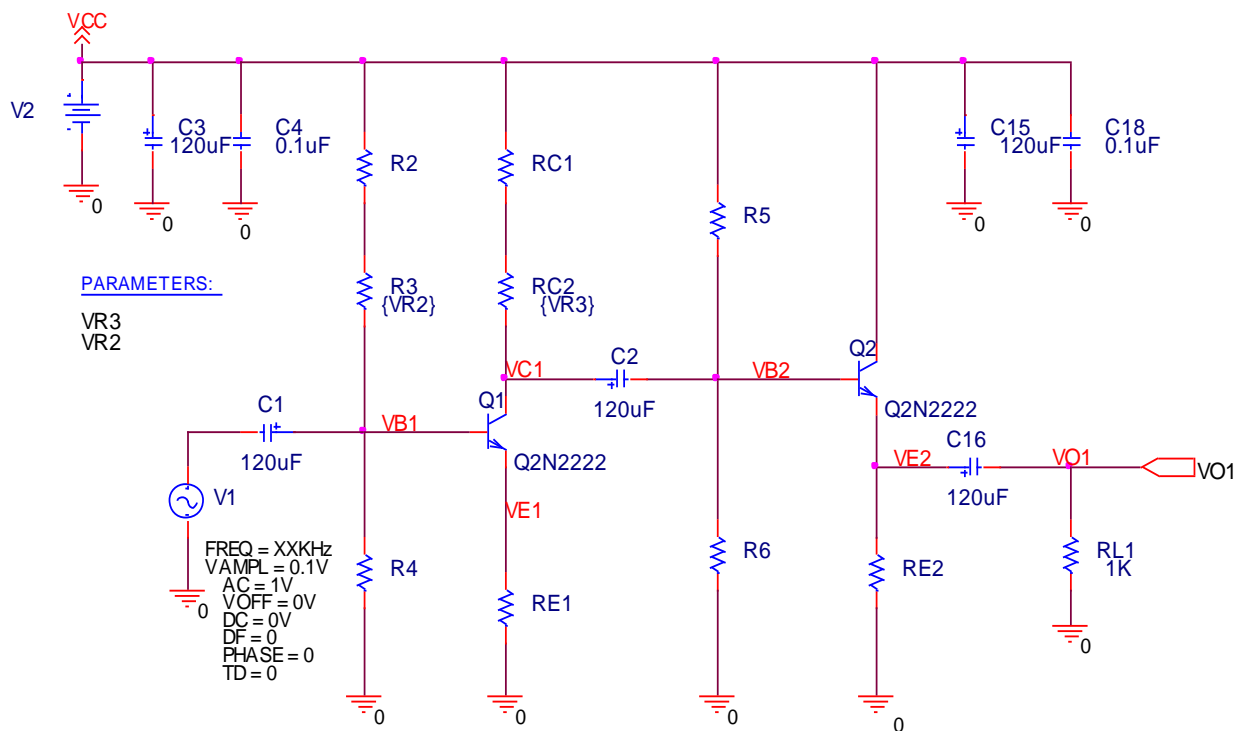


四、實驗電路模擬

1. 模擬項目：電晶體放大器直流偏壓設計。

a. 參閱圖圖(1-3)：實驗模擬電路圖(一)，完成下列實驗模擬要求。

b. 偏壓點分析—顯示出各節點電壓及分支電流，直接擷取電路圖。

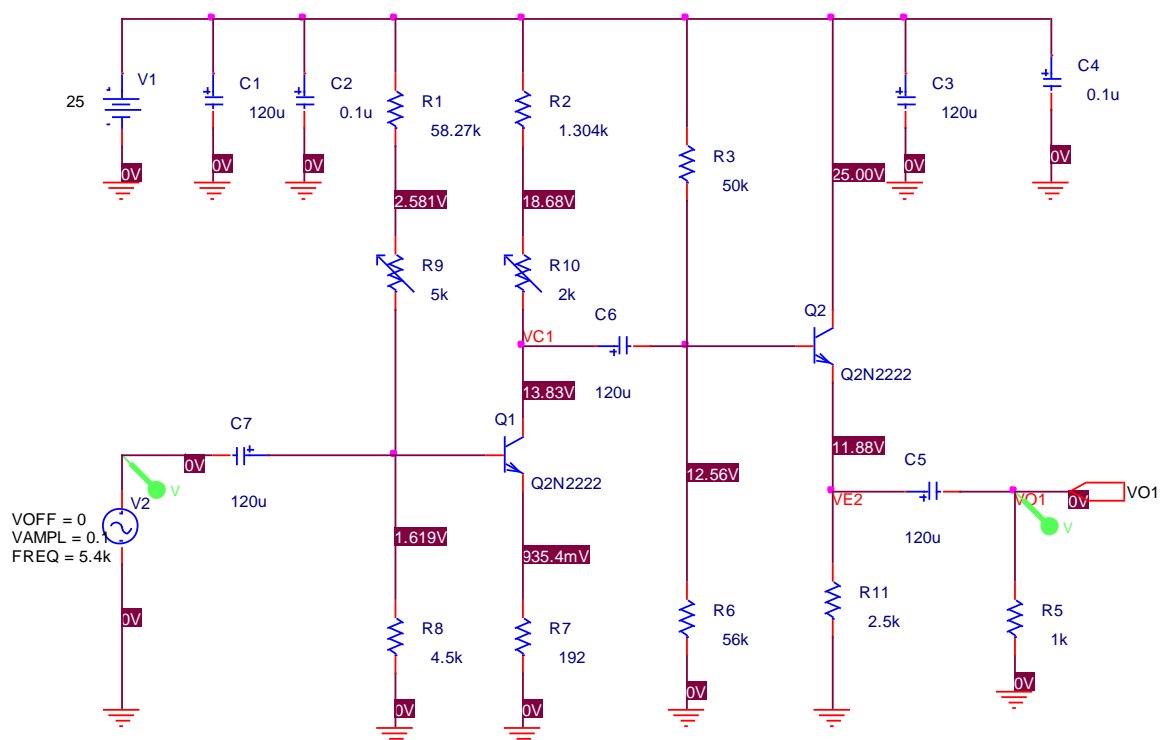


圖(1-3)：實驗模擬電路圖(一)

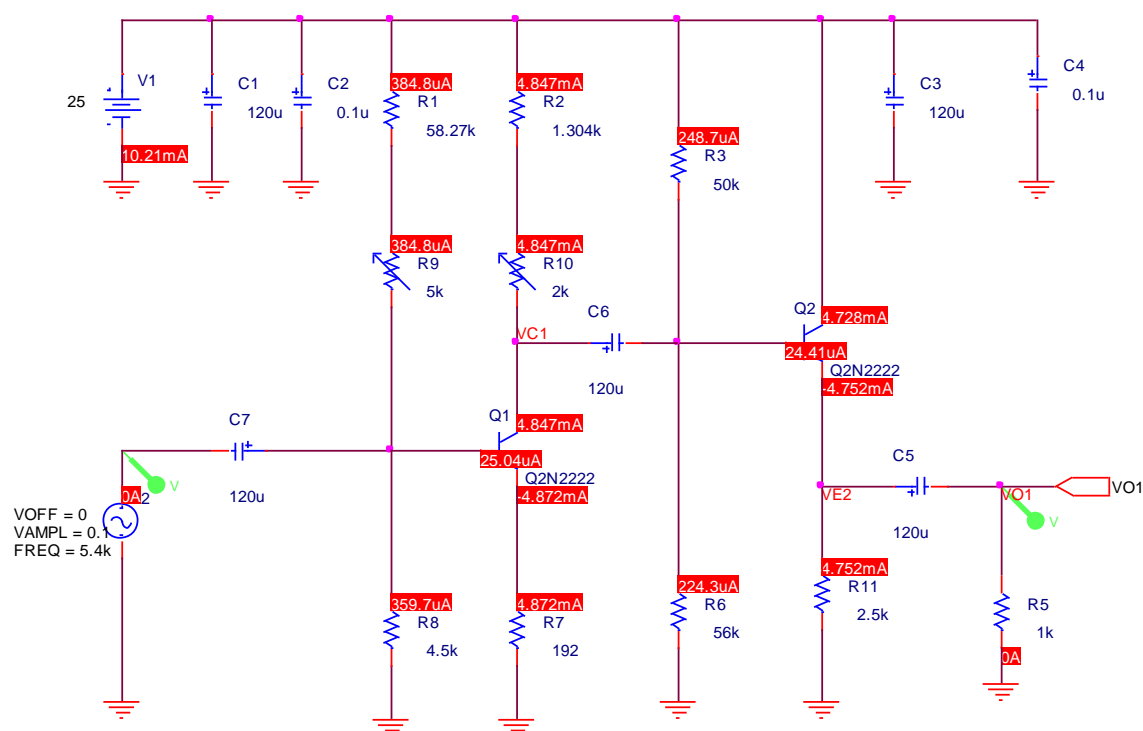
◎附上模擬電路圖(列入檢查項目)，模擬電路圖檢查時，需要檢視模擬電路圖，所以要開啟圖檔檢查。

[寫上完成畫完此電路圖時間：2020年03月20日17時10分，□開放時段、■上課時段]。

◎附上模擬電路節點電壓顯示電路圖。



◎附上模擬電路分支電流顯示電路圖。



2.寫下上述模擬電路偏壓值

表(1-2)：電路模擬值

BJT Q1	BJT Q2
$V_{BQ1} = \underline{1.6V}$	$V_{BQ2} = \underline{12.56V}$
$V_{EQ1} = \underline{0.935V}$	$V_{EQ2} = \underline{11.88V}$
$V_{CEQ1} = \underline{12.895V}$	$V_{CEQ2} = \underline{13.12V}$
$I_{CQ1} \approx I_{EQ1} = \underline{4.847mA}$	$I_{CQ2} \approx I_{EQ2} = \underline{4.728mA}$

3.數值分析：就設計值與模擬值之間的差異來探討其原因及改善方法。

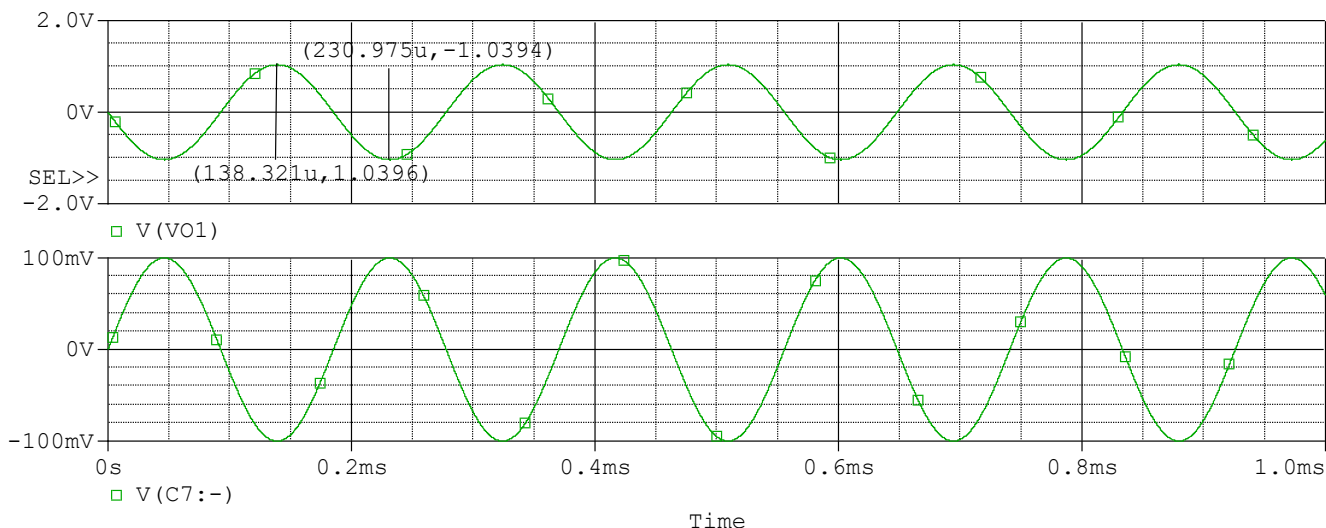
設計只取大概值，因此會有誤差。改善方式為取小數多一點位數，並 $I_c = \alpha I_e$ 。

4.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(五)所示，使用暫態響應分析方式，進行電路模擬，完成下列波形擷取。

■ 波形擷取紀錄

◎Time Domain 波形。

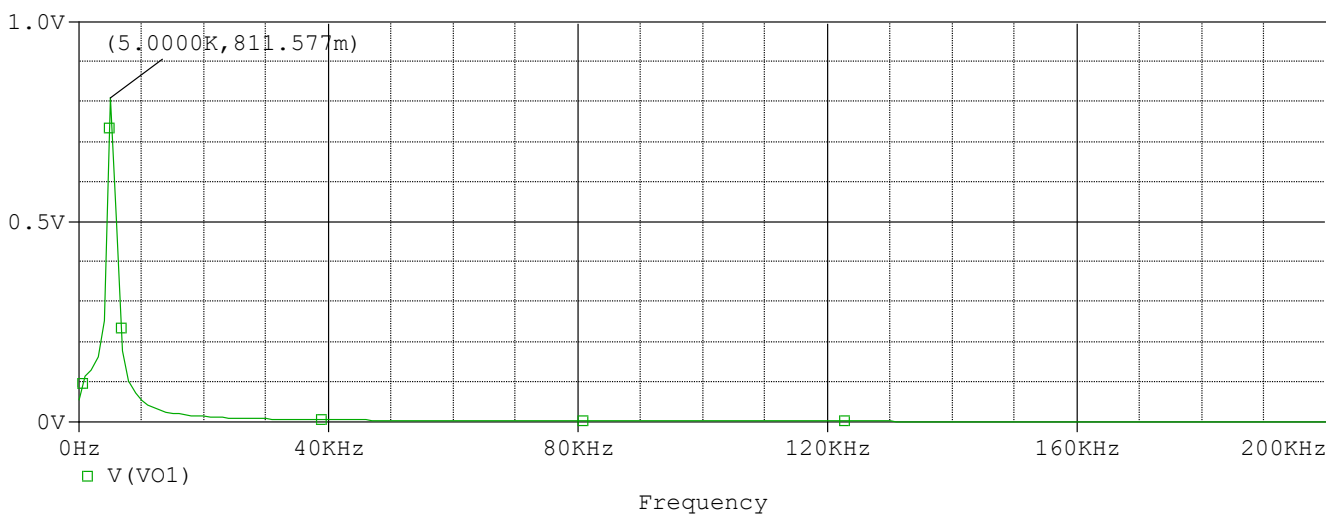


◎使用雙重游標測出 VO1 電壓(峰-峰值)。

①.節點[V1, VO1]: [0.2V, 2.0790V]電壓增益(OUT1/V3)= 13.95 , 波形關係---□
同相■反相。

◎FFT 轉換結果

③.使用游標輸出應標示，並寫出節點[VO1]基本頻率(F1)與諧波分量(H1)、(H2)、
(H3)...之頻率值及振幅大小。



■節點[VO1]: F1= 5k 、 811.577m 。節點[VO1]: H1= 無 、 無 。
■節點[VO1]: H2= 無 、 無 。節點[VO1]: H3= 無 、 無 。

五、撰寫實驗模擬結論和心得

剛開始自己設計電路時，手足無措不太知道怎麼辦，好在助教用心地在黑板上教導，才完成這次設計。也從 pspice 模擬證實設計的電路。

六、實驗綜合評論

1.寫出在此實驗單元中您學會了那些項目。**BJT 放大器偏壓電路設計，FFT 諧波分析**

2.寫出在此實驗單元中您感到最困難是那些項目。**設計篇壓電路**

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？

詳讀實驗教材，亦或是查看以前課堂教材，每個都息息相關。

4.對於上課進度及上課內容，請提出您的建議。

曲線描跡器因為只有一台，有點難搶。

5.就個人實驗進度安排及最後結果，自己的評等是幾分。**90 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。

PSPICE 模擬較為簡單，因為在以前學校有學過。而設計電路較為艱難。

七、附上實驗進度紀錄單(照片檔)

電工實驗進度紀錄單

◎上課班別：☐2A、☒2B、☐3A、☐3B 組別：22 姓名：本宜恩
 ◎實驗單元(一)：BJT 放大偏壓電路，SIM ■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 3 月 20 日、工作時數：4 小時、☒上課時段、☐開放時段。

■實驗進度說明：上課筆記 SIM

②. 工作日期：____ 年 ____ 月 ____ 日、工作時數：SIM 小時、☐上課時段、☐開放時段。

■實驗進度說明：_____

③. 工作日期：____ 年 ____ 月 ____ 日、工作時數：1090320 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：_____

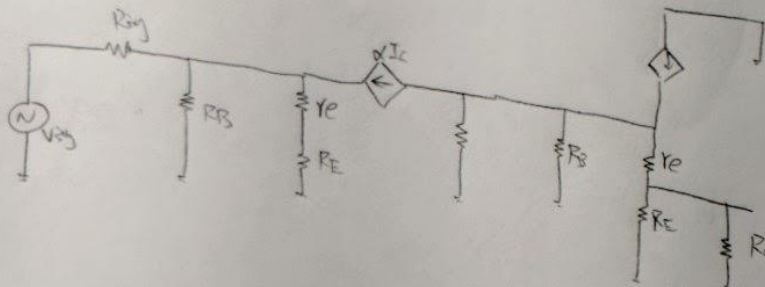
⑤. 工作日期：____ 年 ____ 月 ____ 日、工作時數：____ 小時、☐上課時段、☐開放時段。

■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。

