

電工實驗(二)

實驗報告

實驗單元(2)

共射極放大器電路

(電路模擬 021)

班別：電 2 B

組別：22

姓名：李宜恩

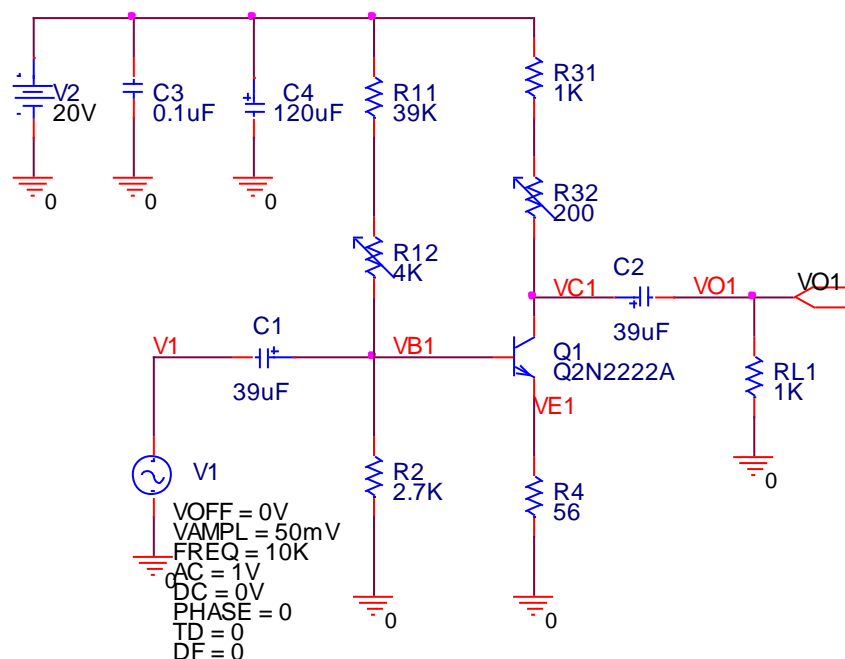
學號：00853216

★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、實驗電路設計與電路模擬注意事項

1.參閱圖(二十三)：含射極電阻的共射級放大器電路模擬中為 BJT 單級放大器，可以達到中等輸入阻抗，低輸出阻抗，並提供高電壓增益等電路特性，在設計偏壓電阻時需要選用適當範圍的電阻來用。



圖(二十三)：含射極電阻的共射級放大器電路模擬(範例)

二、實驗預報，請回答下列問題。

1.試寫出 BJT CE 放大器電路有那些電路特性。

電壓電流增益高、輸出跟輸入相位差 180 度，適合用作放大器。

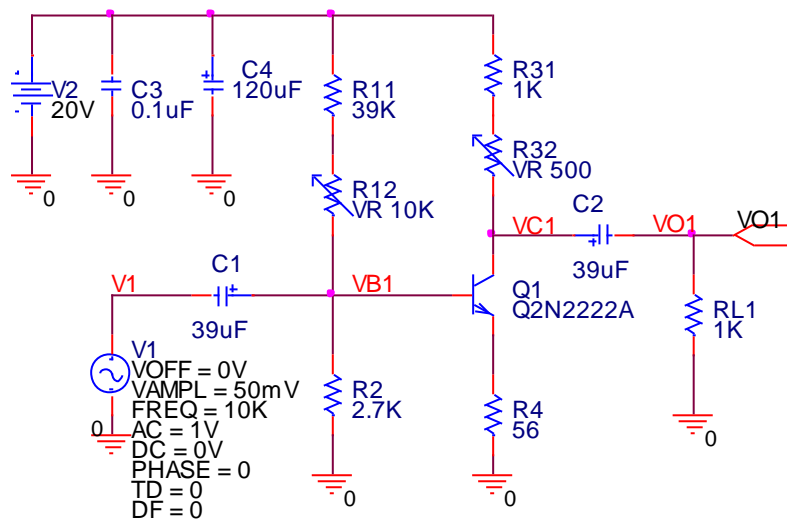
2.下列三種共射極偏壓電路中，預報圖(一)～預報圖(三)，請問在電子學計算時，在直流分析上會有那些數據會受到影響？

直流分析時電容近似開路，因此預報圖(一)～預報圖(三)直流分析數據皆相同。

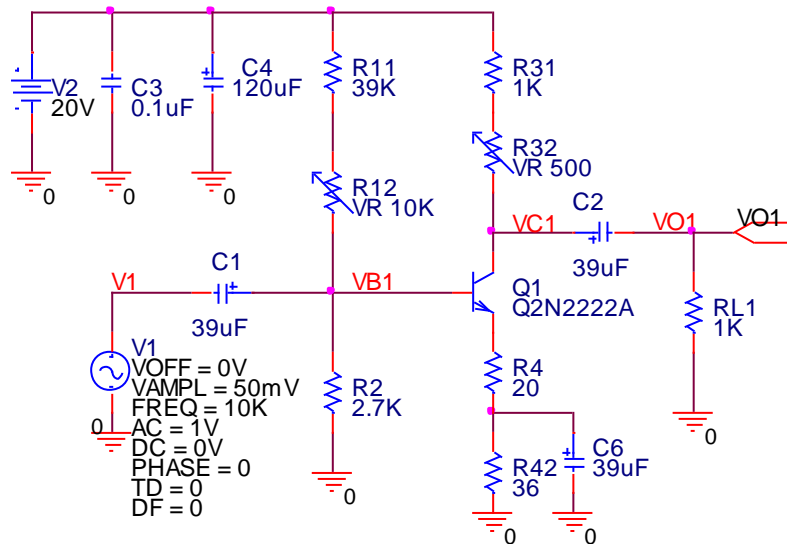
3.下列三種共射極偏壓電路中，預報圖(一)～預報圖(三)，請問在電子學計算時，在交流分析上會有那些數據會受到影響？

交流分析時電容近似短路，而直流電源接地，可以發現射極電阻大小預報圖(一)

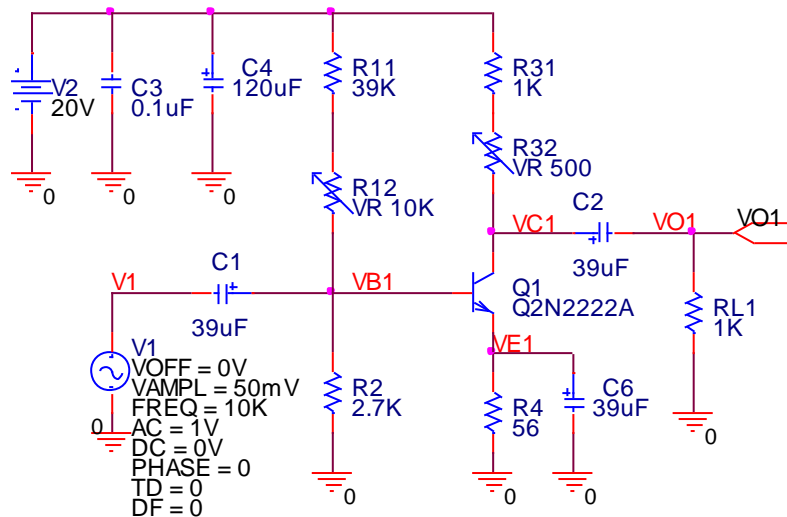
>預報圖(二)>預報圖(三)，導致 r_{π} 分到的電壓不同，因此電壓增益大小排列為預報圖
(一)<預報圖(二)<預報圖(三)，而輸入阻抗也會隨之改變。



預報圖(一)



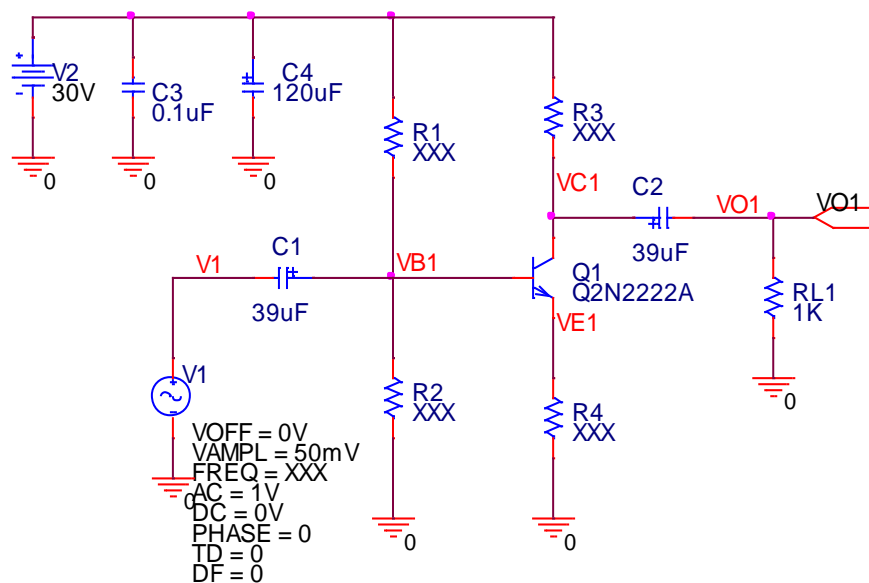
預報圖(二)



預報圖(三)

三、實驗電路設計與實驗電路模擬

1.參閱實驗電路圖(2-1)，完成電路設計與電路模擬。



圖(2-1)：共射極放大器電路圖(一)

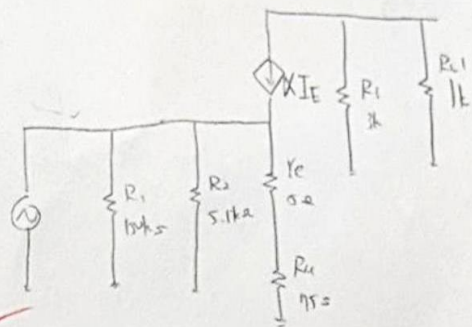
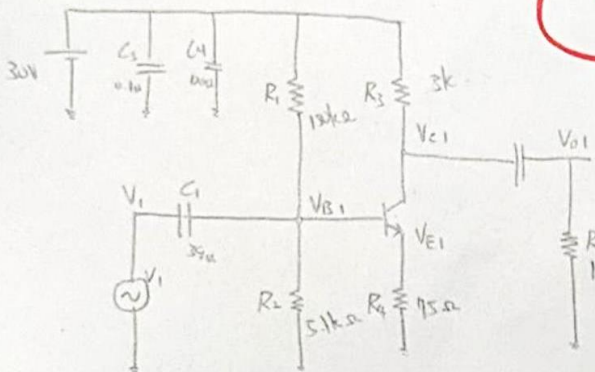
2.需附上電路設計原稿(拍照)，設計原稿需在電路模擬時繳交，寫上實驗單元、班別、組別、姓名。

◆附上實驗電路設計原稿(上課筆記)(拍照)。(列入檢查項目)

5.4k Hz

電2B 0085216 本直恩

2



取 $V_{CEQ} = \frac{1}{3} V_{CC} = 10$ ，取 $V_{DSW} = 10V$ 必免在 Q 截止

$$V_{O1} = \frac{V_{CC} - V_{CEQ}}{R_3 + R_{L1}} \times R_{L1} \leq V_{DSW} = 10$$

$$= 15V \times \frac{1}{R_3 + 1} \leq 5V, R_3 \geq 2k\Omega$$

取 $R_3 = 2.4k\Omega$, $R_3 \parallel R_{L1} = 0.905k = 10 \times R_4$

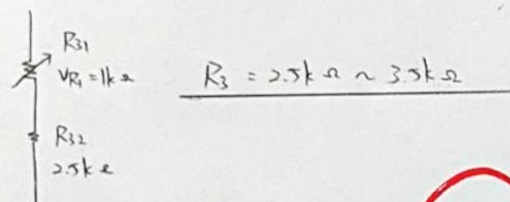
$\Rightarrow R_4 = 0.0905k$, 取用 $R_4 = 75\Omega$

$R_3 \neq R_{L1} \approx 150$, $R_{L1} = 1k\Omega$, $R_3 = 3k$

實作用 $V_R 1k\Omega$, $V_{RSW} 2$,

$$R_{S1} = V_R 1k\Omega$$

$$R_{S2} = 3k - 0.5k = 2.5k$$



$$I_{C1Q} = \frac{V_{CC} - V_{CE1Q}}{R_3} = \frac{15}{3k} = 5mA$$

$$I_{B1Q} = \frac{I_{C1Q}}{\beta} = 21.74\mu A$$

$$I_{EQ} = I_{B1Q} \times (1 + \beta) = 5mA$$

$$V_{CE1} = V_{CC} - (I_{C1} R_3 + I_{E1} R_4) = 30 - (15 + 0.375) = 14.625V$$

$$P_{C1Q(MAX)} = I_{C1Q} \times V_{CE1Q} = 73.125(mW)$$

$$r_{\pi} = \frac{V_T}{I_B} = 1.149k\Omega$$

$$g_m = \frac{I_C}{V_T} = 0.2S$$

$$r_e = \frac{V_T}{I_E} = 5\Omega$$

設定 $R_1 + R_2 = \frac{V_{CC}}{10 \times I_{B1}} = 138k\Omega$

$$V_{B1Q} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V_{CC} = V_{BE} + V_E = 1.025$$

$\Rightarrow \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 34.166k$, 取用 $R_2 = 5.1k\Omega$, $R_1 = 150k\Omega$

$$Z_{in} = R_1 \parallel R_2 \parallel (\beta + 1)(r_e + R_{L1})$$

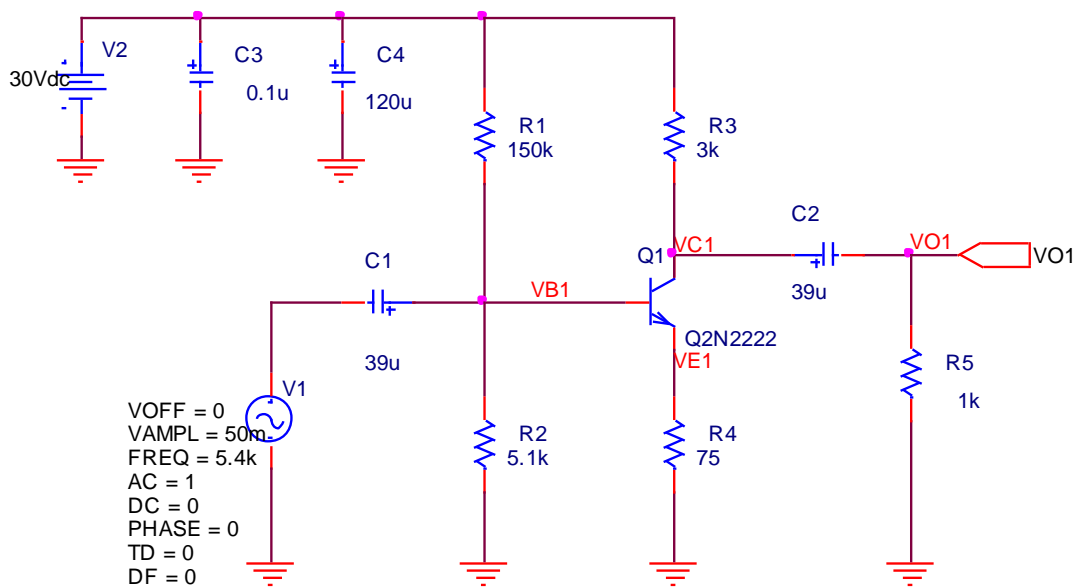
$$= 150 \parallel 5.1 \parallel 80 = 4.64k$$

$$Z_o = 3k$$

$$A_v = \frac{1.149}{0.095 + 1.149} \times (-0.2) \times 3$$

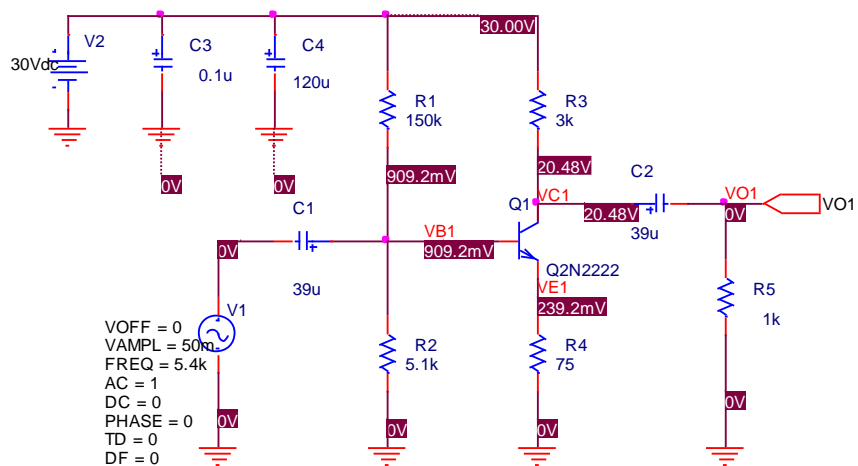
1090327

◆附上模擬電路圖。

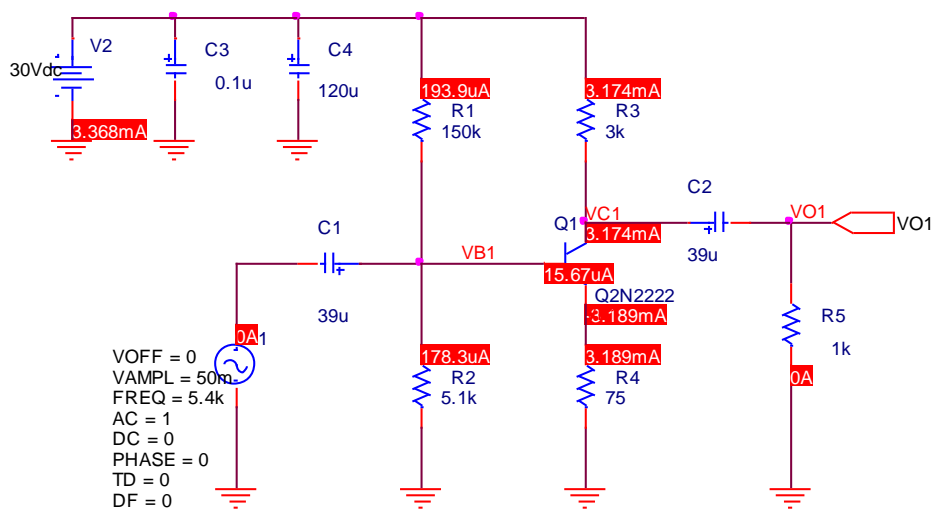


3. 偏壓點分析項目：

◆附上擷取電路節點電壓圖。



◆附上電路分支電圖。

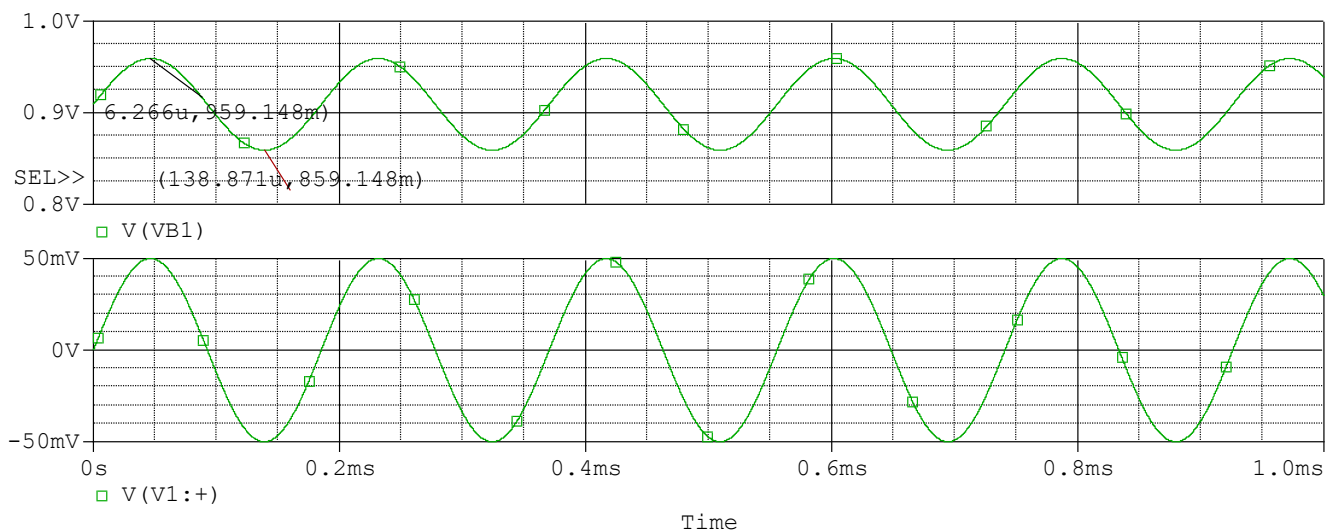


◆寫下 Q1 偏壓設計值， $V_{CE1} = \underline{14.625}$ V， $I_{E1} = \underline{5}$ mA。

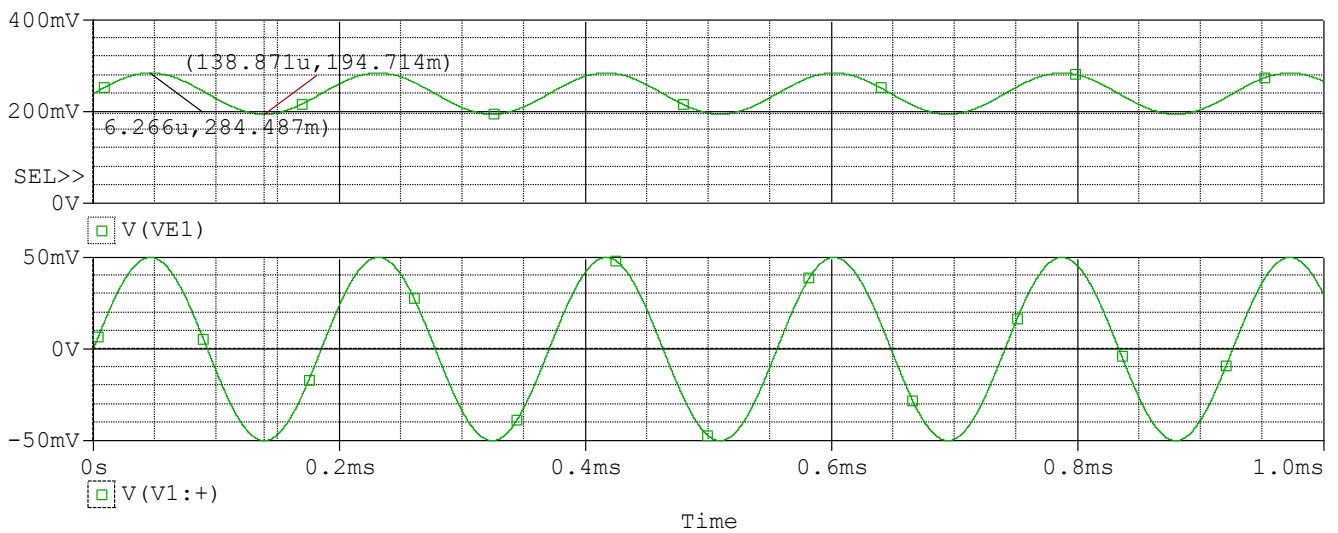
◆寫下 Q1 偏壓模擬值， $V_{CE1} = \underline{20.2408}$ V， $I_{E1} = \underline{3.189}$ mA。

4.暫態時域分析：(附上各節點電壓波形與增益值)。

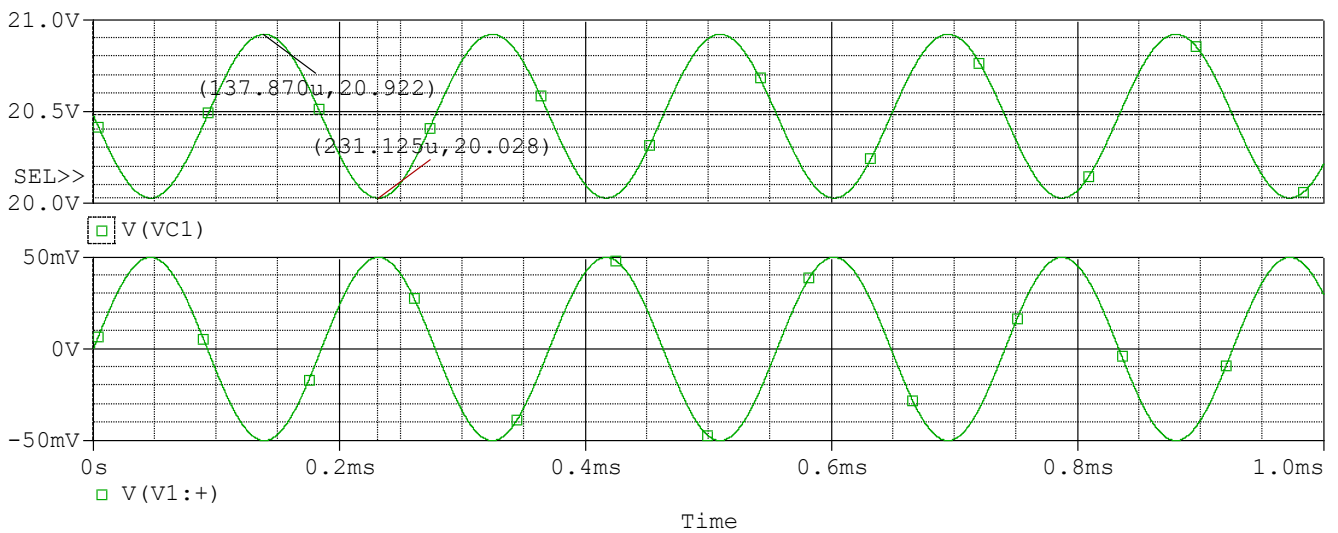
a.節點[V1，VB1]： $A_{v1} = \frac{V_{B1}}{V_1} = \underline{1}$ ，(相位關係：☒同相、☐反相)。



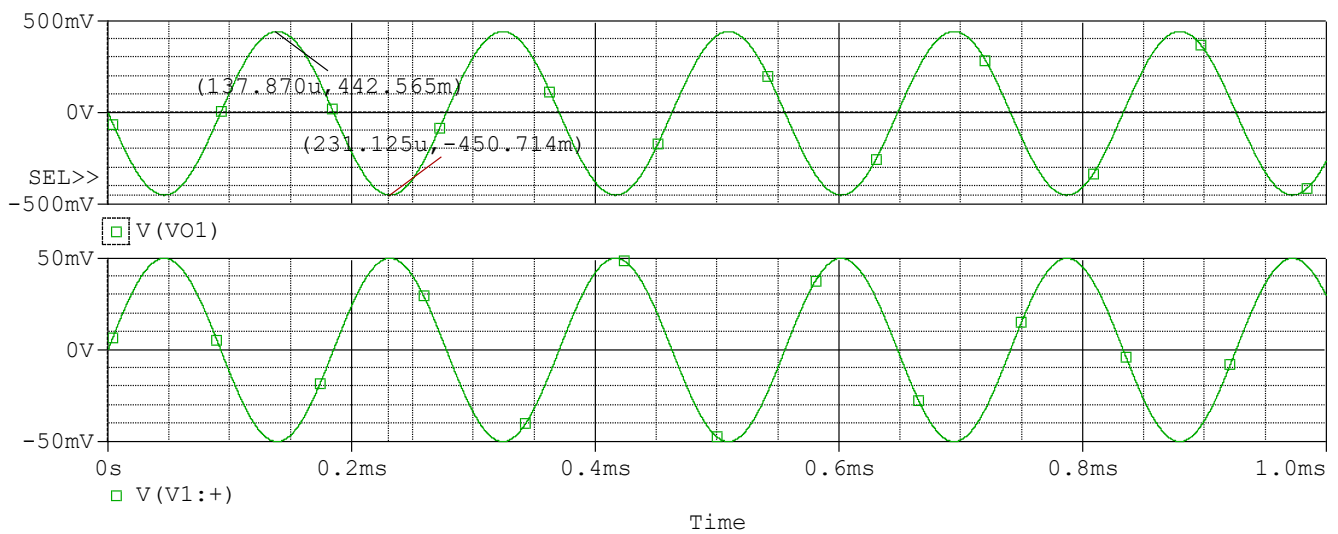
b.節點[V1，VE1]： $A_{v2} = \frac{V_{E1}}{V_1} = \underline{0.89773}$ ，(相位關係：☒同相、☐反相)。



c.節點[V1 , VC1] : $A_{v3} = \frac{VC1}{V1} = \underline{-8.94}$, (相位關係 : ☐同相、☒反相)。

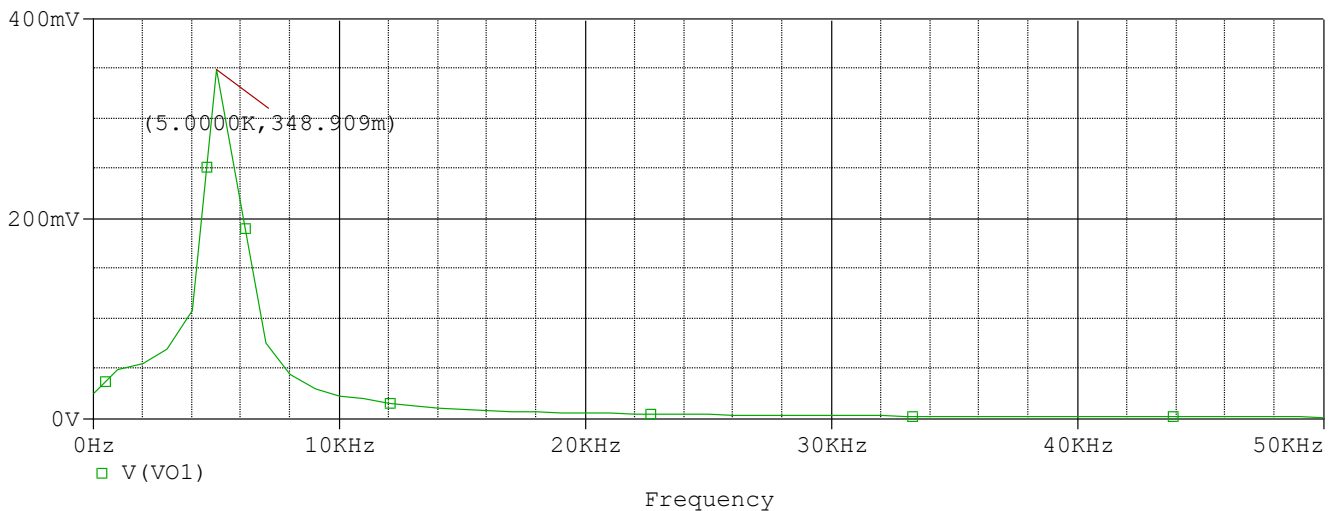


d.節點[V1 , VO1] : $A_{v4} = \frac{VO1}{V1} = \underline{-8.93279}$, (相位關係 : ☐同相、☒反相)。



e.節點[VO1]FFT 轉換波形。

◆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)= 5.00K，電壓峰值= 348.909mV。

◆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。

5.電壓增益分析---計算公式之影響。

◎說明：寫出電壓增益公式，說明有那些元件影響中頻電壓增益值。

$$G_V = \frac{R_i}{R_{sig} + R_i} \times (-g_m \times R), \text{ 旁通電容會影響電壓增益。}$$

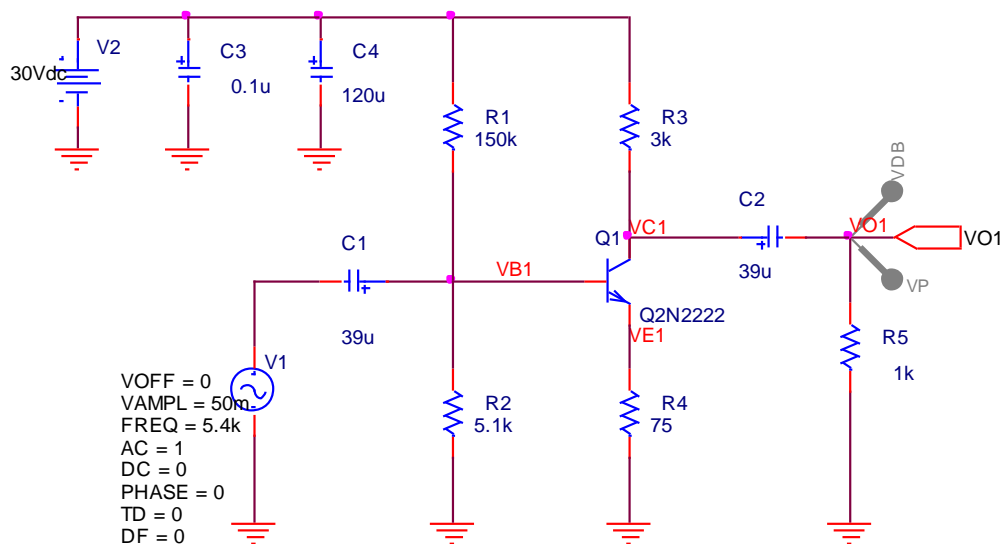
◎說明：如何來提高放大器中頻電壓增益。

在射極加入旁通電容並提高 $g_m R_o$ 來提高電壓增益。

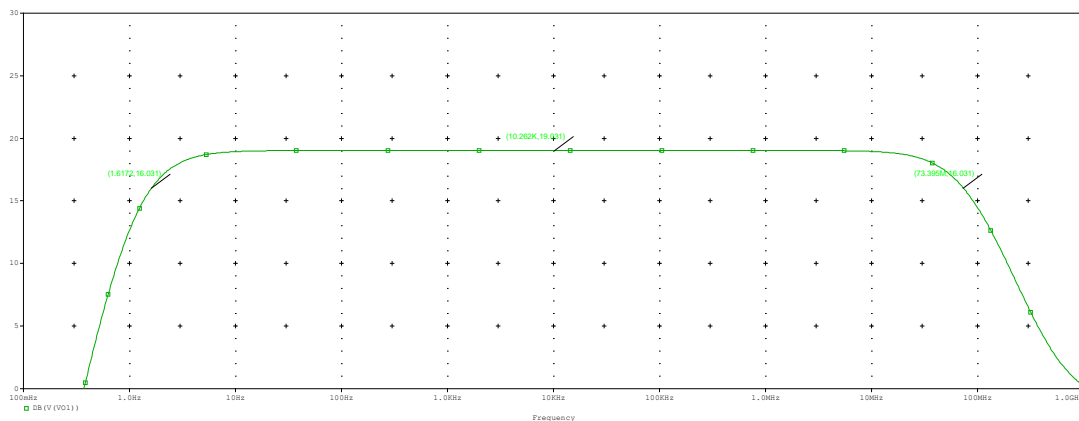
6.AC Sweep 頻域分析：請畫出模擬電路圖，使用 PSPICE—AC sweep 模擬軟體來模擬電路的頻域特性，模擬結果標示出 $-3dB$ 截止頻率 ($f_L(-3dB)$, $f_H(-3dB)$) 及頻率值 = 1KHz 時的電壓增益值(dB 值)，使用 dB 探棒及 Vp 相位探棒，計算增益頻寬乘積 (GBP)，需附上模擬電路圖及模擬輸出結果。

◎以上模擬數據需合乎實驗設計要求。

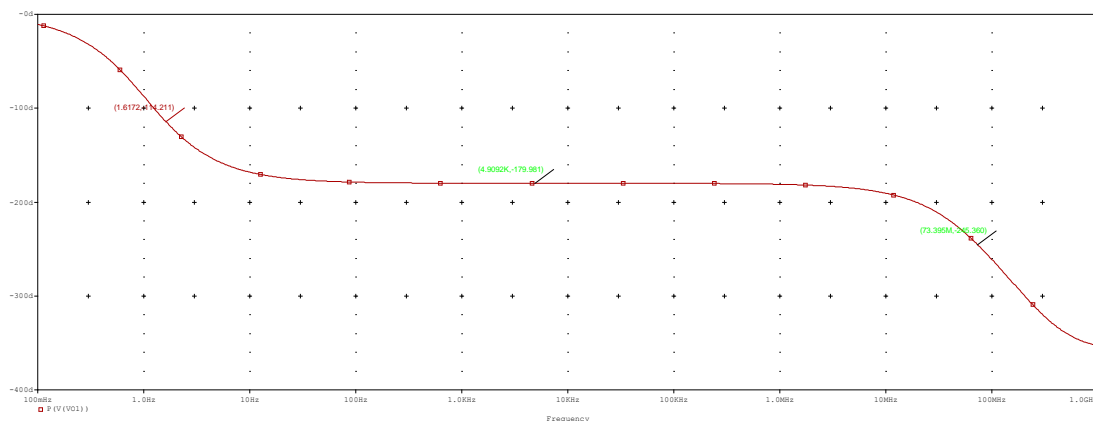
◆需附上模擬電路圖。



◆需附上模擬輸出結果(電壓增益對頻率關係圖)。



◆需附上模擬輸出結果(相位對頻率關係圖)。



◆寫出中頻(1KHz)增益 19.031 dB 及相位差 = -179.981 。

◆寫出頻率值(低頻-3dB 截止頻率) $f_{L(-3dB)} =$ 16.172Hz 及相位差 = +114.211 。

◆寫出頻率值(高頻-3dB 截止頻率) $f_{H(-3dB)} =$ 73.395MHz 及相位差 = -245.360 。

◆計算增益頻寬乘積(GBP) = 73.395M 。

四、撰寫實驗模擬結論和心得

本次實驗探討共射極放大電路，也使用與上回不同的電路分析方法分析電路，最終也設計出所要求之增益，也驗證教科書上所寫之公式。

五、實驗綜合評論

1.寫出在此實驗單元中您學會了那些項目。

設計共射極電路，小訊號分析，算電壓增益。

2.寫出在此實驗單元中您感到最困難是那些項目。

設計共射極電路。

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？

可以，遇到問題時我都詳讀教材。

4.對於上課進度及上課內容，請提出您的建議。

覺得時間有點趕，來不及做 LAB。

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。

最容易的是模擬電路。我學到了如何用 PSPICE 使用碳棒查看 PHASE 和 dB 值。

六、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：李宜恩

◎實驗單元(=)：共射極放大電路 ■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5月27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 021

②. 工作日期：109年3月27日、工作時數：4小時、☒上課時段、☐開放時段。

■實驗進度說明：SIM

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。

1. 選擇 $\times 1$ 或 $\times 10$

2. DC 電壓 或 AC 電壓

3. \rightarrow 截止頻率之測量

5. 輸入阻抗之測量

6. 桌上型電表之測量

a. V.S. \rightarrow \rightarrow \rightarrow

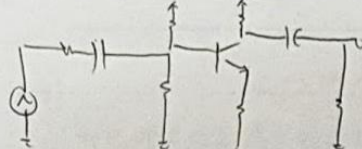
b. 4位半顯示 \rightarrow shift + 4

RC 濾波器電路 \rightarrow DC 電壓

$$B.W. = f_H - f_L (-1/10 \approx 1/2)$$

$$f = 10\text{kHz}, V_0 = 2\text{V (10倍)}$$

$$f = -1/10 V_0 = \frac{1}{10} V_0 = 1.41\text{V}$$



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。