

電工實驗(三)

實驗報告

實驗單元(二)

放大器高頻響應 (電路模擬)

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、實驗模擬注意事項

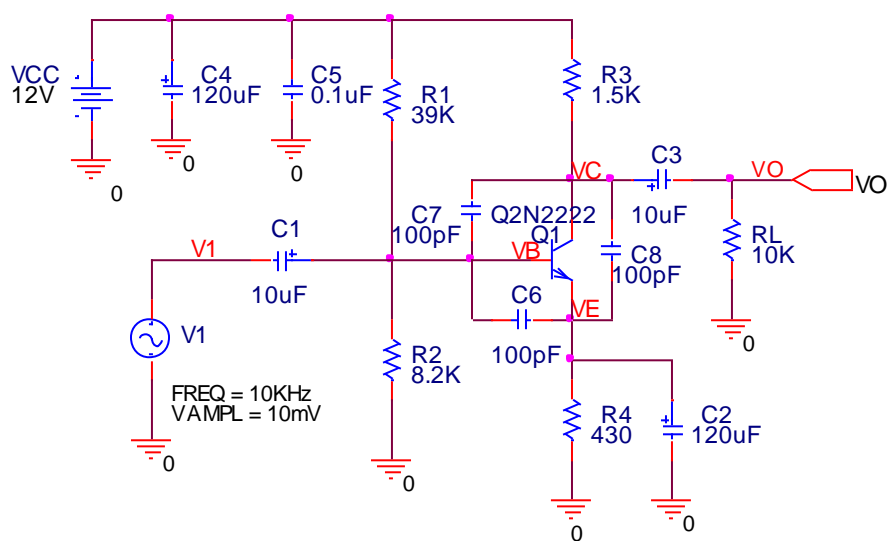
- 1.使用掌上型數位電表先行測量電晶體直流 β 值。
- 2.依實驗要求，先要元件數值之測量與參數計算，實驗模擬完成，再行接線。

二、電路計算

◎實習項目(一)：元件數值之測量與參數計算(繳交上課筆記)。

■參閱電工(3)上課筆記 021，完成各項計算值(模擬檢查附件)，手機拍照上課筆記，將照片檔以圖檔方式置於圖(2-22)：實驗電路圖下方。

◎實習項目(一)：元件數值之測量與參數計算



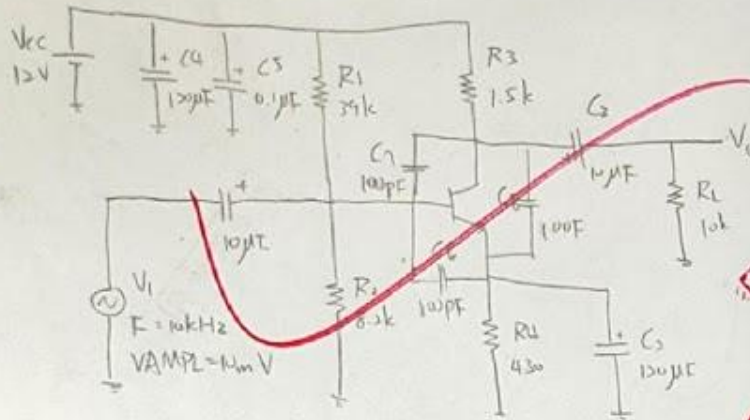
圖(2-22)：實驗電路圖

◆附上計算照片檔(上課筆記)。

班別: 3A 組別: 252 姓名: 李宜恩

◎實習項目(一): 元件數值之測量與參數計算

◆畫出圖(2-22): 實驗電路圖及各偏壓計算公式列表:



圖(2-22): 實驗電路圖

◆BJT β 值 = 250 $\Rightarrow \alpha = \frac{250}{251} = 0.996$

a. $V_B = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V_{CC} = 5.0847 \text{ V}$

b. $V_E = V_B - V_{BE} = V_B - 0.7 \text{ V} = 4.3847 \text{ V}$

c. $V_E = I_E R_E = I_E \times R_4, I_E = \frac{V_E}{R_E} = \frac{V_B}{R_4} = 3.22 \text{ mA}$

d. $V_C = V_{CC} - I_C R_C = V_{CC} - I_C R_3 = 7.1855 \text{ V}$

e. $I_C = \frac{V_{R3}}{R_3} = I_{IE} = 3.207 \text{ mA}$

f. $V_{CE} = V_C - V_E = 2.8048 \text{ V}$

g. $g_m = \frac{I_C}{V_T} = \frac{I_C}{25 \text{ mV}} = 0.128 \text{ A/V}$

h. $r_x = \frac{V_T}{I_B} = (\beta + 1)r_e, r_x = \frac{\beta}{g_m} = 1953.125 \Omega$

i. $r_e = \frac{V_T}{I_E} = \frac{\alpha}{g_m} \approx \frac{1}{g_m} = 7.8125 \Omega$

j. $R_{th} = (\beta + 1)r_e = (\beta + 1) \times r_e = 1.96 \text{ k}\Omega$

k. $A_v \approx \frac{R_C \parallel R_L}{r_e} = \frac{R_3 \parallel R_L}{r_e} = -166.956 \text{ V/V}$

l. $V_{out} = A_v \times V_{in} = 166.956 \times 0.01 = 1.66956 \text{ V}$

助教陳錦昌

1090928

42.033	42.011	42.039
157.502	157.654	157.521
16.046M	1.1837M	1.187M
42.011	42.033	
157.658	157.502	
16.046k	16.046M	

表格(2-1-1): 直流參數值

直流參數	計算值	直流參數	計算值
V_B	0.0847 V	V_{CE}	5.8048 V
V_E	1.3847 V	I_E	3.22 mA
V_C	1.1895 V	I_C	3.207 mA

表格(2-1-2): 交流參數值

交流參數	計算值	交流參數	計算值
V1	20mV(Vp-p)	g_m	0.138 25
r_e	17.8125 Ω	A_v	-166.956 V/V
r_{π}	1958.125 Ω	V_{out}	1.66952 V

- ◆ 計算輸入電路等效輸入及輸出電阻，上臨界頻率，將參數填入表格(2-2)內。
- ◆ 放大器的總體上臨界頻率 f_{cu} 將會是上述兩個臨界頻率中較低者，作為主要的臨界頻率，將參數填入表格(2-2)內。

表(2-2): 等效電阻計算值

電容器	等效電阻計算值	電容器	臨界頻率計算值
輸入電容	$R_{eq(in)} = 48.402 \Omega$	輸入電容	$f_{C(in)} = 174.19 \text{ kHz}$
輸出電容	$R_{eq(out)} = 1.304 \text{ k}\Omega$	輸出電容	$f_{C(out)} = 168.432 \text{ kHz}$
		整體放大器	$f_{cu} = 147.207 \text{ kHz}$

- ◆ 將電路圖上的數值代入下列公式中，計算出放大器電路中等效電阻計算值與臨界頻率計算值等各項參數。

a. 輸入電容:

$$\textcircled{1} C_m = C_{be} + C_{in(miller)} = C_6 + C_7 \times (1 - (A_v)) = 10\mu\text{F} + 10\mu\text{F} (1 - (-166.956)) = 16.9331 \text{ nF}$$

$$\textcircled{2} R_{eq(in)} = R_s // R_1 // R_2 // (\beta \times r_e) = 50 // 35\text{k} // 8.2\text{k} // 1.95\text{k} = 48.402 \Omega$$

$$\textcircled{3} f_{C(in)} = \frac{1}{2R_{eq(in)}C_m} = 174.19 \text{ kHz}$$

b. 輸出電容:

$$\textcircled{1} C_{out} = C_{ce} + C_{out(miller)} = C_8 + C_7 \times (1 - (\frac{1}{A_v})) = 10\mu\text{F} + 10\mu\text{F} (1 + \frac{1}{166.956}) = 20.6 \text{ pF}$$

$$\textcircled{2} R_{eq(out)} = R_s // R_c // R_L = R_3 // R_4 = 1.5\text{k} // 10\text{k} = 1.304 \text{ k}\Omega$$

$$\textcircled{3} f_{C(out)} = \frac{1}{2R_{eq(out)}C_{out}} = 168.432 \text{ kHz}$$

$$\textcircled{\textcircled{c}} \frac{1}{f_{C(-3dB)}} \approx \frac{1}{f_{C(in)}} + \frac{1}{f_{C(out)}} = f_{C(-3dB)} = 147.207 \text{ kHz}$$

三、實驗電路模擬

■實習項目(二)：實驗電路模擬

1. 依據實驗電路圖，完成下列模擬項目。

■ **AC Sweep**—模擬輸出節點[VO]電壓 dB 值對頻率響應之關係圖。

a. 電壓源輸入設定：V1→AC=1V

b. 分析項目：選取 **AC Sweep**

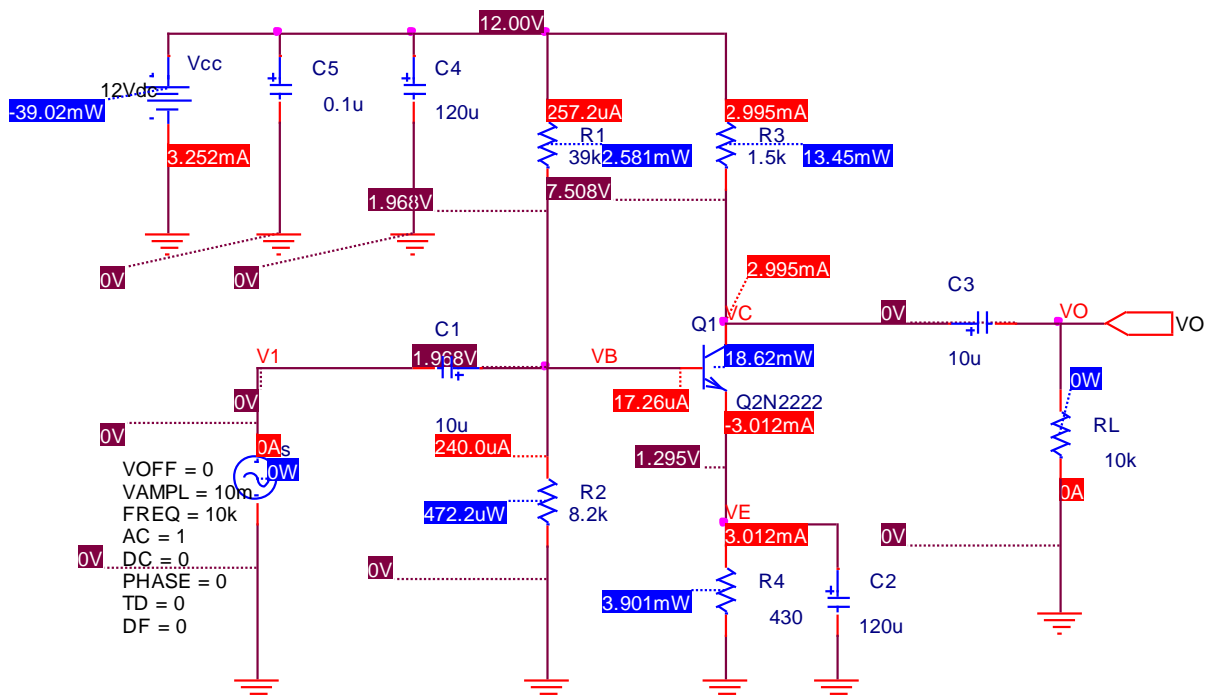
c. 掃描頻率範圍：0.1Hz~100MHz (頻率輸入範圍、需採用科學記號 100MHz = 10E8，不可以直接使用 MHz)

d. 量測方式：每十倍頻取樣 101 筆資料(101points/Decade)以上。

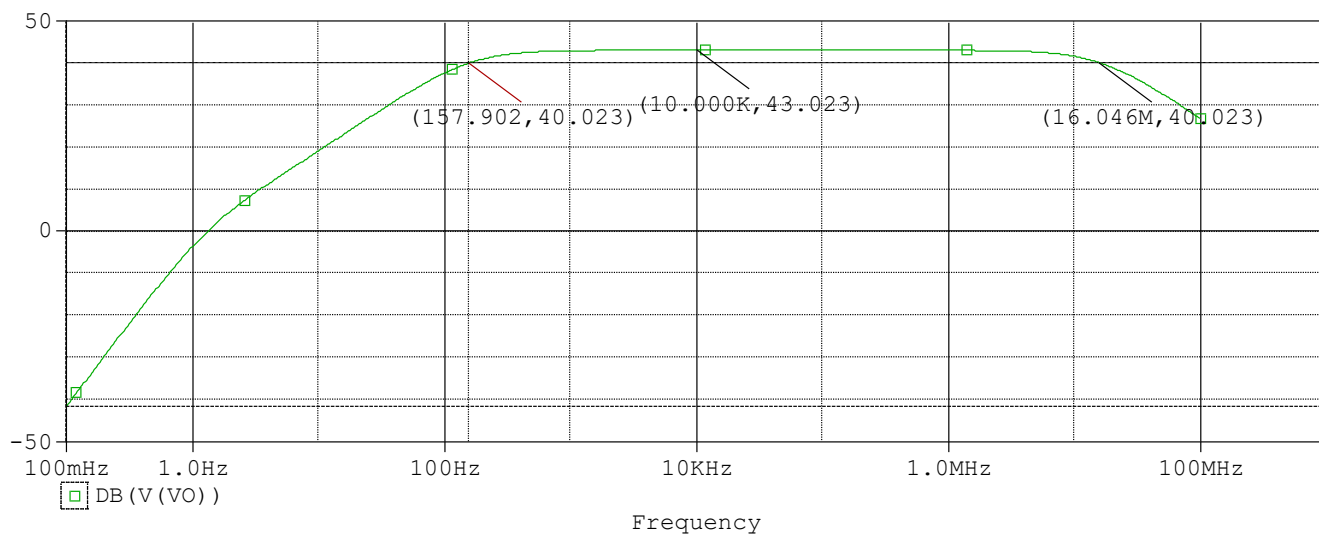
e. 以游標標示出中頻增益值、 $f_{L(-3dB)}$ 截止點頻率及 $f_{H(-3dB)}$ 截止點頻率。

2. 實驗模擬結果(一)

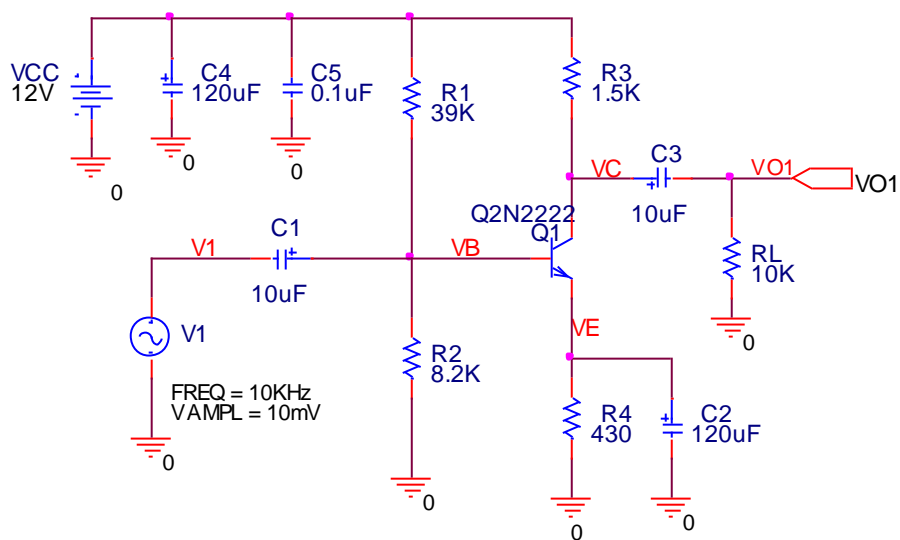
a. 附上實驗電路圖(2-23)—偏壓值：實驗模擬電路圖(偏壓)。



b.附上輸出節點[VO1]電壓 dB 值對頻率響應之關係圖。



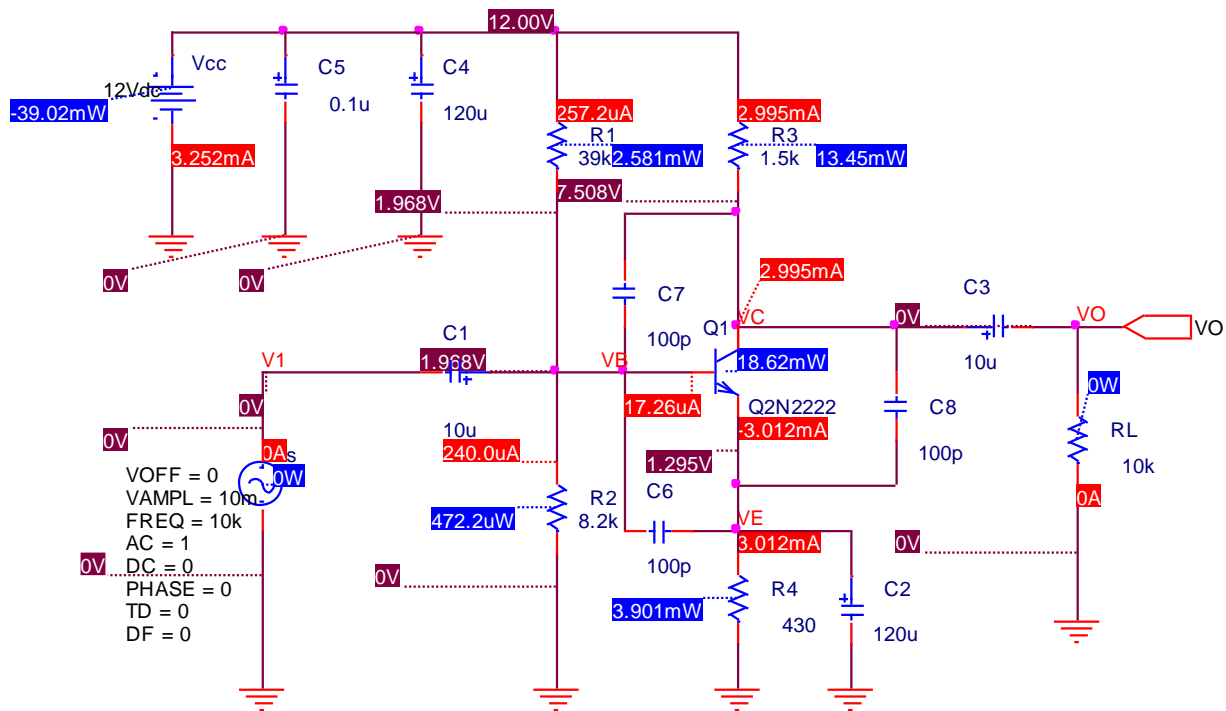
c.寫下中頻增益值($f = 10\text{KHz}$)=43.023、 $f_{L(-3\text{dB})}$ 截止點頻率=157.902Hz及 $f_{H(-3\text{dB})}$ 截止點頻率=16.046MHz。



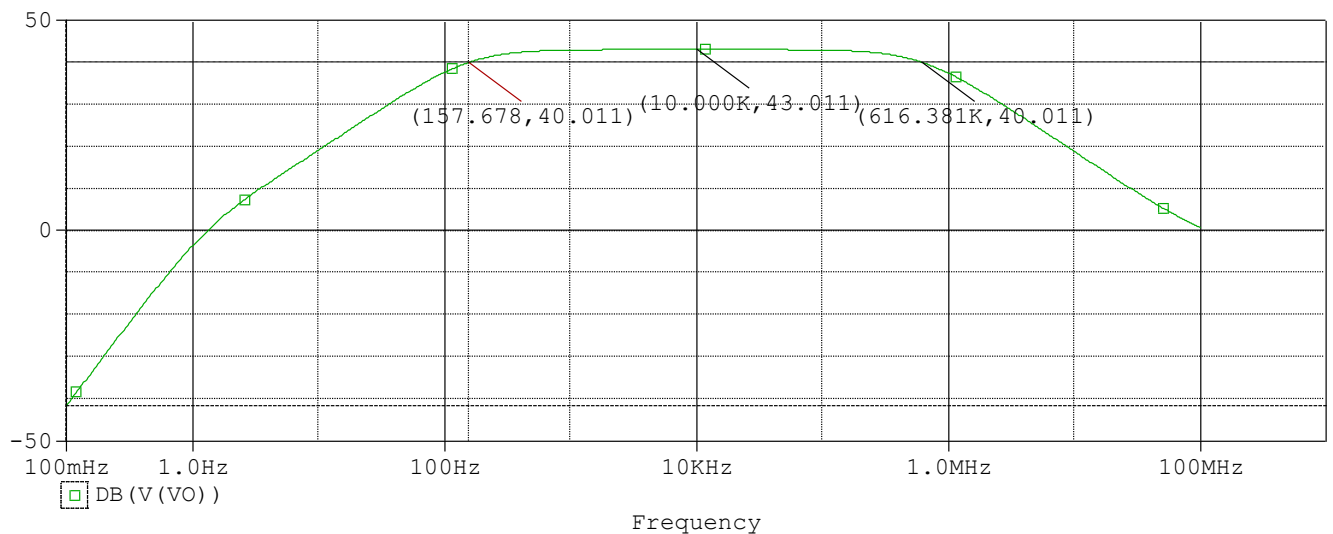
圖(2-23)：實驗模擬電路圖(一)

3.實驗模擬結果(二)

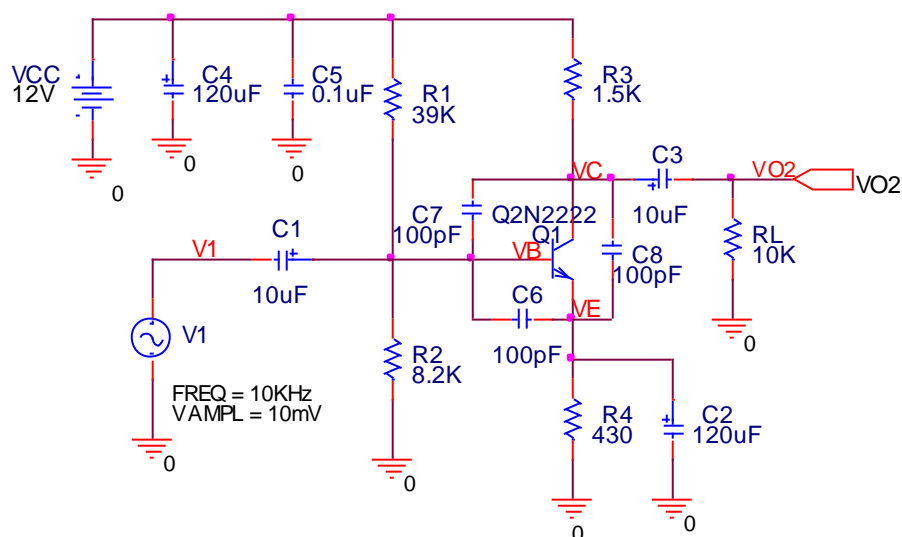
a. 附上實驗電路圖(2-24)—偏壓值：實驗模擬電路圖(偏壓)。



b.附上輸出節點[VO2]電壓 dB 值對頻率響應之關係圖。



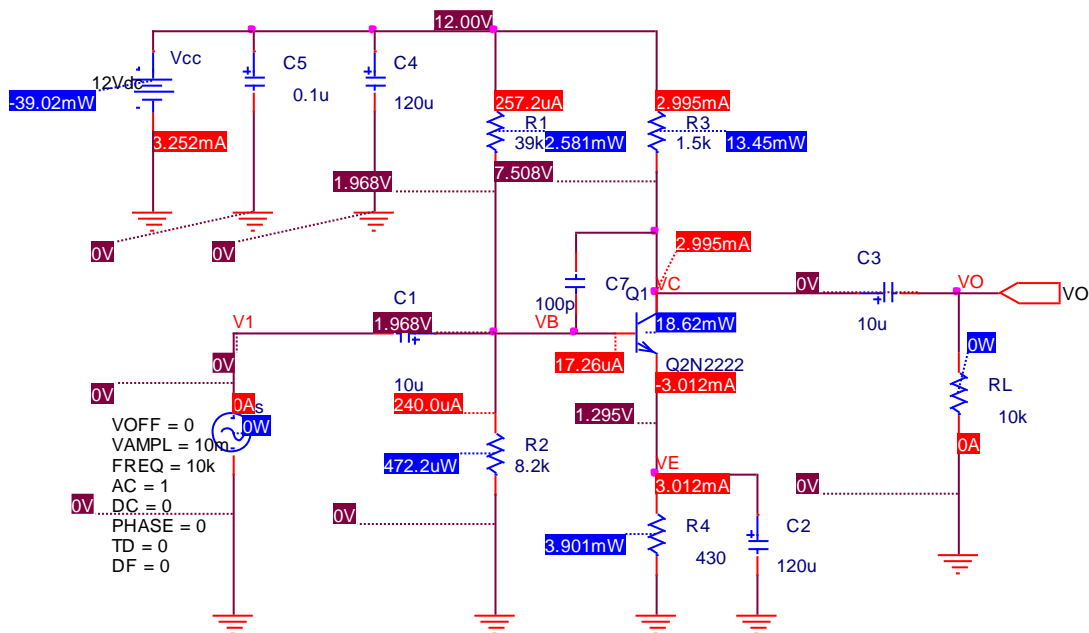
c.寫下中頻增益值($f=10\text{KHz}$)=43.011、 $f_{L(-3\text{dB})}$ 截止點頻率=157.678Hz及 $f_{H(-3\text{dB})}$ 截止點頻率=616.381KHz。



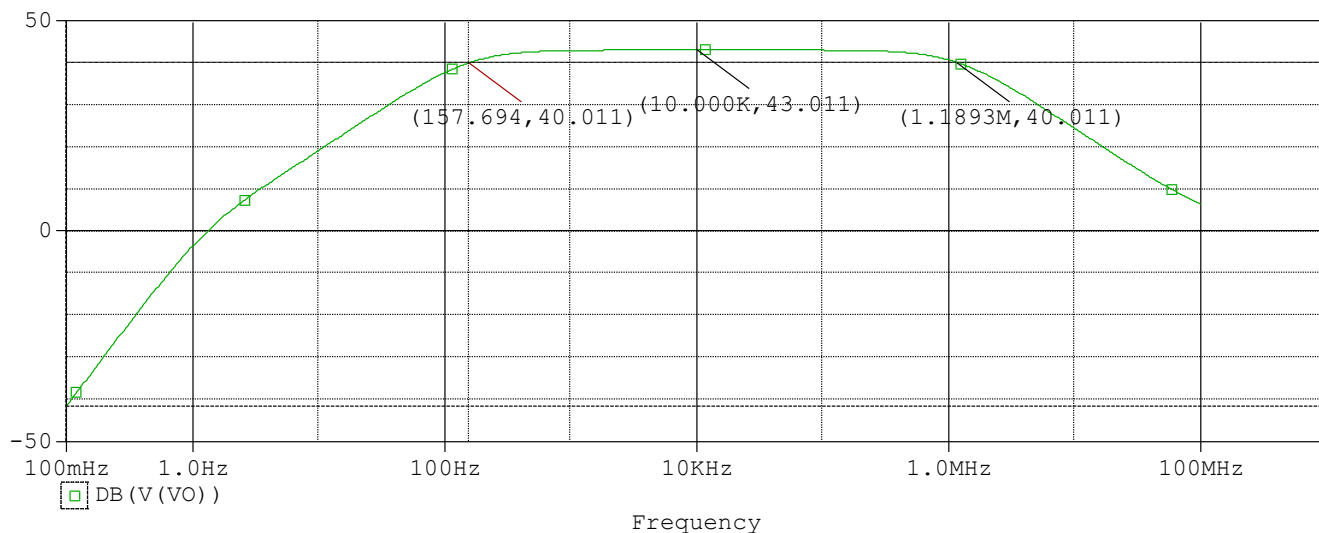
圖(2-24)：實驗模擬電路圖(二)

4. 實驗模擬結果(三)

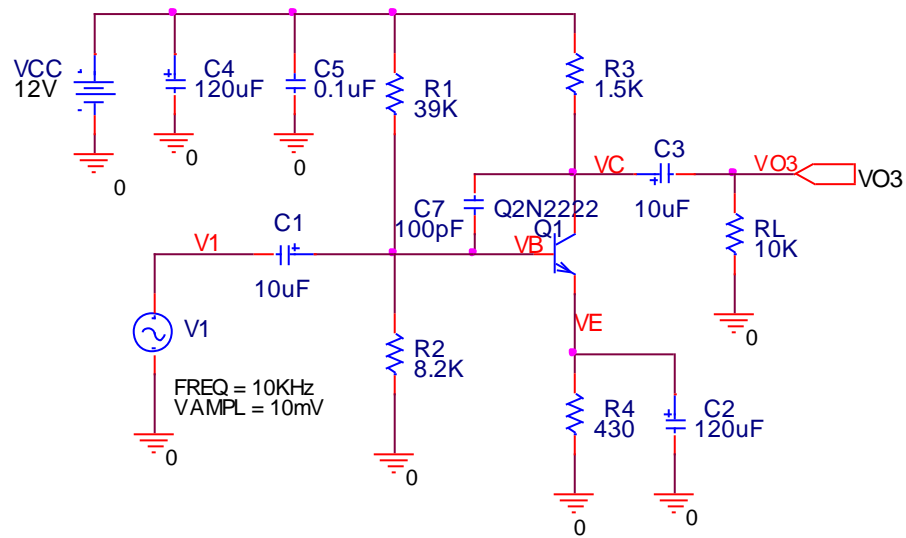
a. 附上實驗電路圖(2-25)——偏壓值：實驗模擬電路圖(偏壓)。



b. 附上輸出節點[VO3]電壓 dB 值對頻率響應之關係圖。



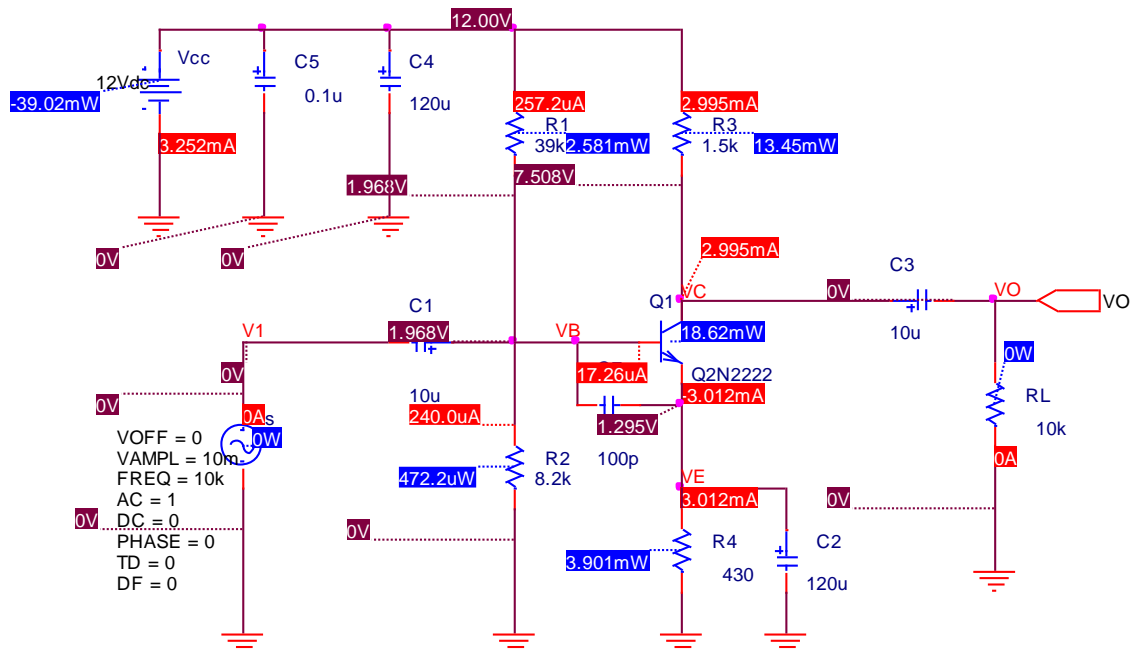
c. 寫下中頻增益值($f = 10\text{KHz}$)=43.011、 $f_{L(-3dB)}$ 截止點頻率=157.694Hz 及 $f_{H(-3dB)}$ 截止點頻率=1.1839MHz。



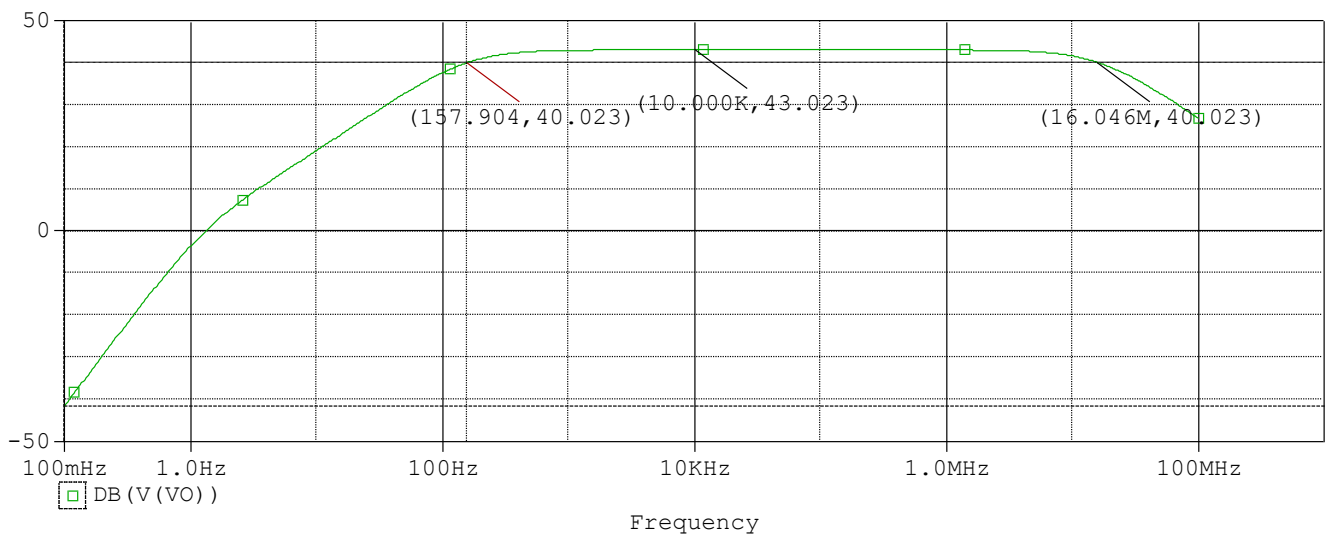
圖(2-25)：實驗模擬電路圖(三)

5.實驗模擬結果(四)

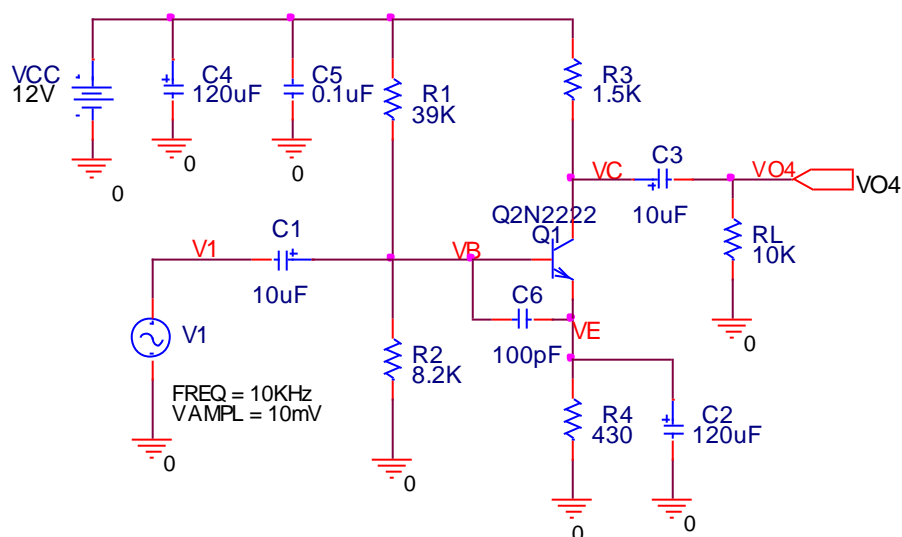
a. 附上實驗電路圖(2-26)—偏壓值：實驗模擬電路圖(偏壓)。



b.附上輸出節點[VO4]電壓 dB 值對頻率響應之關係圖。



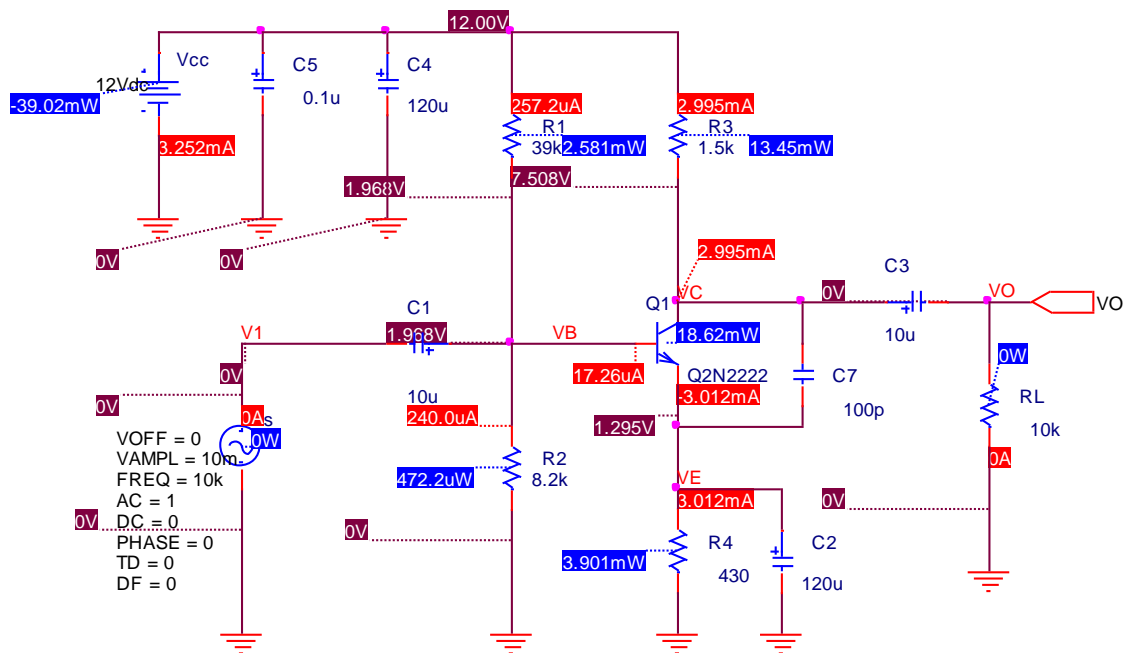
c.寫下中頻增益值($f=10\text{KHz}$)=43.023、 $f_{L(-3\text{dB})}$ 截止點頻率=157.904Hz及 $f_{H(-3\text{dB})}$ 截止點頻率=16.046MHz。



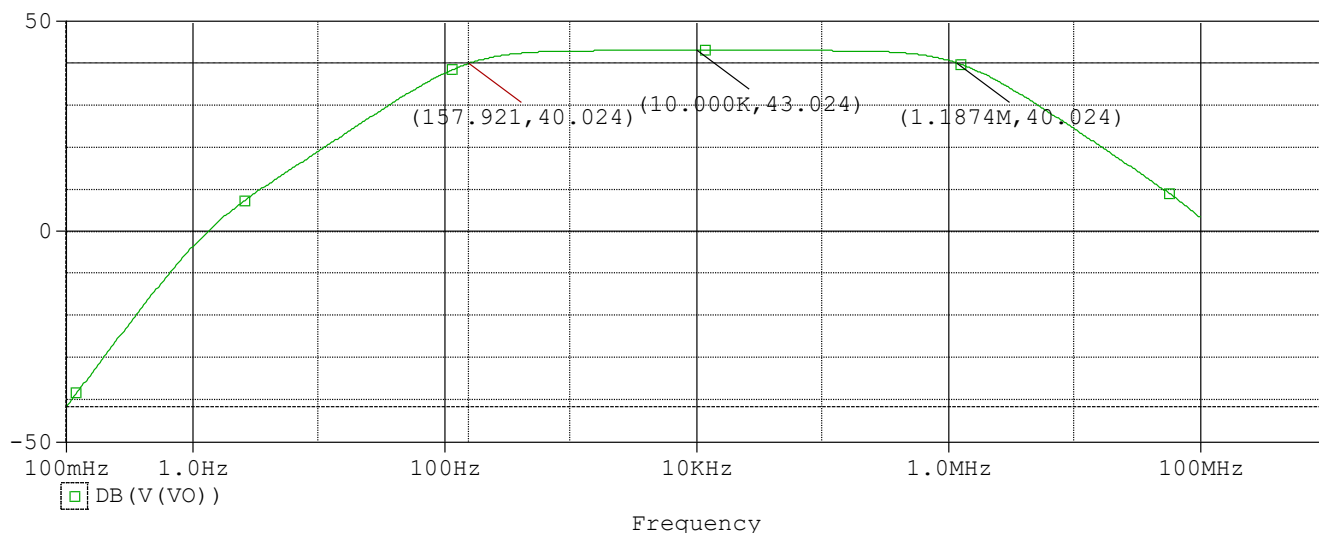
圖(2-26)：實驗模擬電路圖(四)

6. 實驗模擬結果(五)

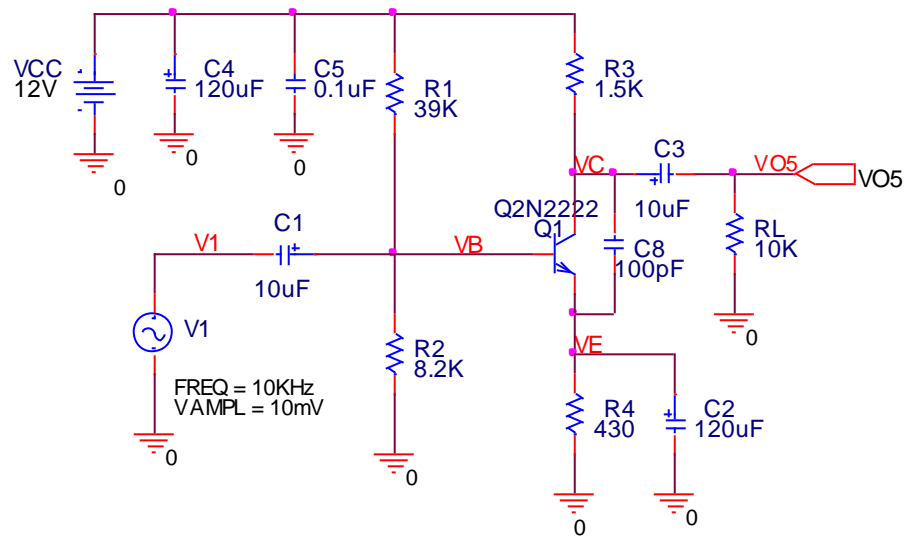
a. 附上實驗電路圖(2-27)—偏壓值：實驗模擬電路圖(偏壓)。



b. 附上輸出節點[VO5]電壓 dB 值對頻率響應之關係圖。



c. 寫下中頻增益值($f = 10\text{KHz}$)=43.024、 $f_{L(-3dB)}$ 截止點頻率=157.921Hz 及 $f_{H(-3dB)}$ 截止點頻率=1.187MHz。



圖(2-27)：實驗模擬電路圖(五)

7.實驗模擬分析與比較：試比較上述模擬結果。

a.中頻($f = 10\text{KHz}$)電壓增益值之關係？中頻電壓增益不變。

b. $f_{H(-3dB)}$ 截止點頻率之關係？會影響高頻截止點。

c. $f_{L(-3dB)}$ 截止點頻率之關係？不影響低頻截止點。

表(2-3)：模擬數據

電路圖 實驗數據	圖(2-23)	圖(2-24)	圖(2-25)	圖(2-26)	圖(2-27)
中頻增益值	43.023	43.011	43.011	43.023	43.024
$f_{L(-3dB)}$	157.902Hz	157.698Hz	157.694Hz	157.904Hz	157.921Hz
$f_{H(-3dB)}$	16.064MHz	616.318kHz	2.1839MHz	16.046MHz	1.187MHz

四、撰寫實驗模擬結論和心得

本次實習了解不同的電容值會影響電路高頻增益。

五、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，而計算較為繁瑣。

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：252 姓名：李宜恩
 ◎實驗單元(二)：放大器高頻響應 ☒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：17年9月18日、工作時數：5小時 ☒上課時段、☐開放時段。

■實驗進度說明：SIM

②. 工作日期：17年9月28日、工作時數：4小時 ☒上課時段、☐開放時段。

■實驗進度說明：ELAB

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。

CH1, CH2 \Rightarrow 20kHz 頻寬

SOURCE \Rightarrow 輸出

平均

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。

周同學

