

電工實驗(三)

實驗報告

實驗單元(1)

放大器低頻響應

(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。

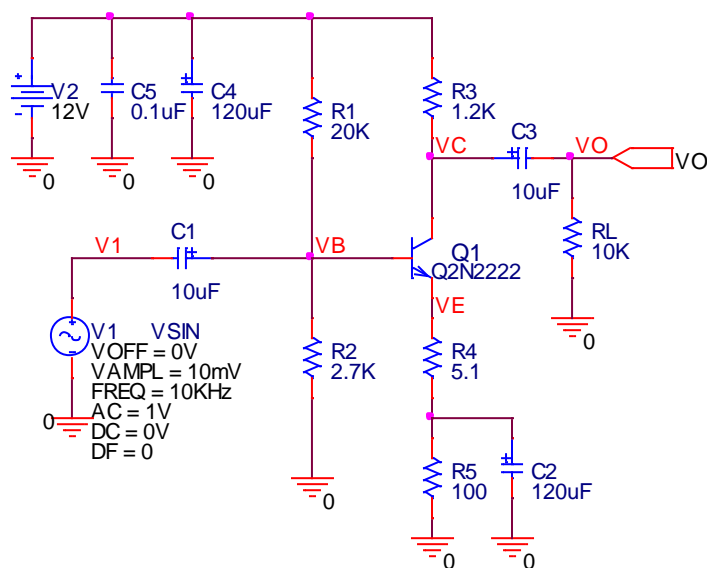
一、實驗模擬注意事項

- 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 011，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(1-30)：實驗電路圖下方。



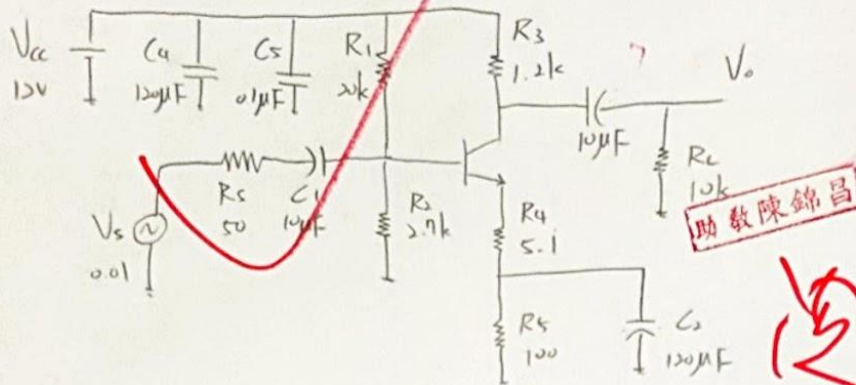
圖(1-30)：實驗電路圖

◆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(1-30): 實驗電路圖及各偏壓計算公式列表:



圖(1-30): 實驗電路圖

BJT β 值 = 250

$$a. V_B = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V_{CC} = \frac{2.7k}{20k + 2.7k} \times 12V = 1.421 (V) \quad I_C = \beta I_B \times \frac{250}{251} = 6.896 (mA)$$

$$b. V_E = V_B - V_{BE} = V_B - 0.7V = 0.721 (V)$$

$$c. V_E = I_E R_E = I_E \times (R_4 + R_5), \quad I_E = \frac{V_E}{R_E} = \frac{V_E}{R_4 + R_5} = \frac{0.721}{5.1 + 100} = 6.724 (mA)$$

$$d. V_C = V_{CC} - I_C R_C = V_{CC} - I_C R_3 = 12V - 6.896 mA \times 1.2k = 3.732 (V)$$

$$e. I_C = \frac{V_{R3}}{R_3}$$

$$f. V_{CE} = V_C - V_E = 3.732 - 0.721 = 3.011 (V)$$

$$g. g_m = \frac{I_C}{V_T} = \frac{I_C}{25mV} = 0.26 (25)$$

$$h. r_\pi = \frac{V_T}{I_B} = (\beta + 1) r_e = 251 \times 3.611 (\Omega) = 906.361 (\Omega)$$

$$r_\pi = \frac{\beta}{g_m} = \frac{250}{0.26} = 961.538 (\Omega)$$

$$i. r_e = \frac{V_T}{I_E} = \frac{\alpha}{g_m} \approx \frac{1}{g_m} = 3.623 (\Omega)$$

$$j. R_{ib} = (\beta + 1) \times (r_e + R_E) = (\beta + 1) \times (r_e + R_4) = 251 \times (3.623 + 5.1) = 12.71 (k\Omega)$$

$$k. A_v \approx \frac{R_C // R_L}{r_e + R_4} = \frac{R_3 // R_L}{r_e + R_4} = \frac{1.2k // 10k}{3.623 + 5.1} = 122.829$$

$$l. V_{out} = A_v \times V_{in} = 1.21 V$$

$$\lambda = \frac{\beta}{1 + \beta} = 0.996 \times 122 = 121.51$$

表格(1-1-1): 直流參數值

直流參數	計算值	直流參數	計算值
V_B	1.427 V	V_{CE}	2.005 V
V_E	0.727 V	I_E	6.334 mA
V_C	3.732 V	I_C	6.896 mA

表格(1-1-2): 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	0.376 S
r_e	3.623 Ω	A_v	-155.827
r_π	525.19 Ω	V_{out}	-1.21 V

3. 等效電阻計算值與臨界頻率計算值

 a. 電容器 C1: 10 μ F

$$R_m = (\beta + 1)(r_e + R_4) // R1 // R2 = 189k // 20k // 2.7k // 1k \Omega$$

$$R_{eq1} = R_m + R_s = 1.05k \Omega$$

$$f_1 = \frac{1}{2\pi R_{eq1} C1} = \frac{1}{2\pi \times 1.05k \times 10 \times 10^{-6}} = 13.9 Hz$$

b. 電容器 C2:

$$R_{in(emitter)} = \frac{r_\pi + (R1 // R2 // R_s)}{\beta + 1} = r_e + \frac{R2 // R_s}{\beta + 1} = 3.818 \Omega$$

$$R_{eq2} = (R_{in(emitter)} + R_{E1}) // R2 = (R_{in(emitter)} + R4) // R5 = (3.818 + 5.1) // 100 = 8.187 \Omega$$

$$f_2 = \frac{1}{2\pi R_{eq2} C2} = \frac{1}{2\pi \times 8.187 \times 120 \times 10^{-6}} = 161.99 Hz$$

c. 電容器 C3:

$$R_{eq3} = R_C + R_L = R3 + R_L = 11.2k \Omega$$

$$f_3 = \frac{1}{2\pi R_{eq3} C3} = 1.42 Hz$$

d. 整體放大器的臨界頻率:

$$w_L \approx w_{C1} + w_{C2} + w_{C3} = \frac{1}{R_{eq1} C1} + \frac{1}{R_{eq2} C2} + \frac{1}{R_{eq3} C3} = 1118.1 rad/sec \quad f_{-3dB} = \frac{w_L}{2\pi} = 177.9 Hz$$

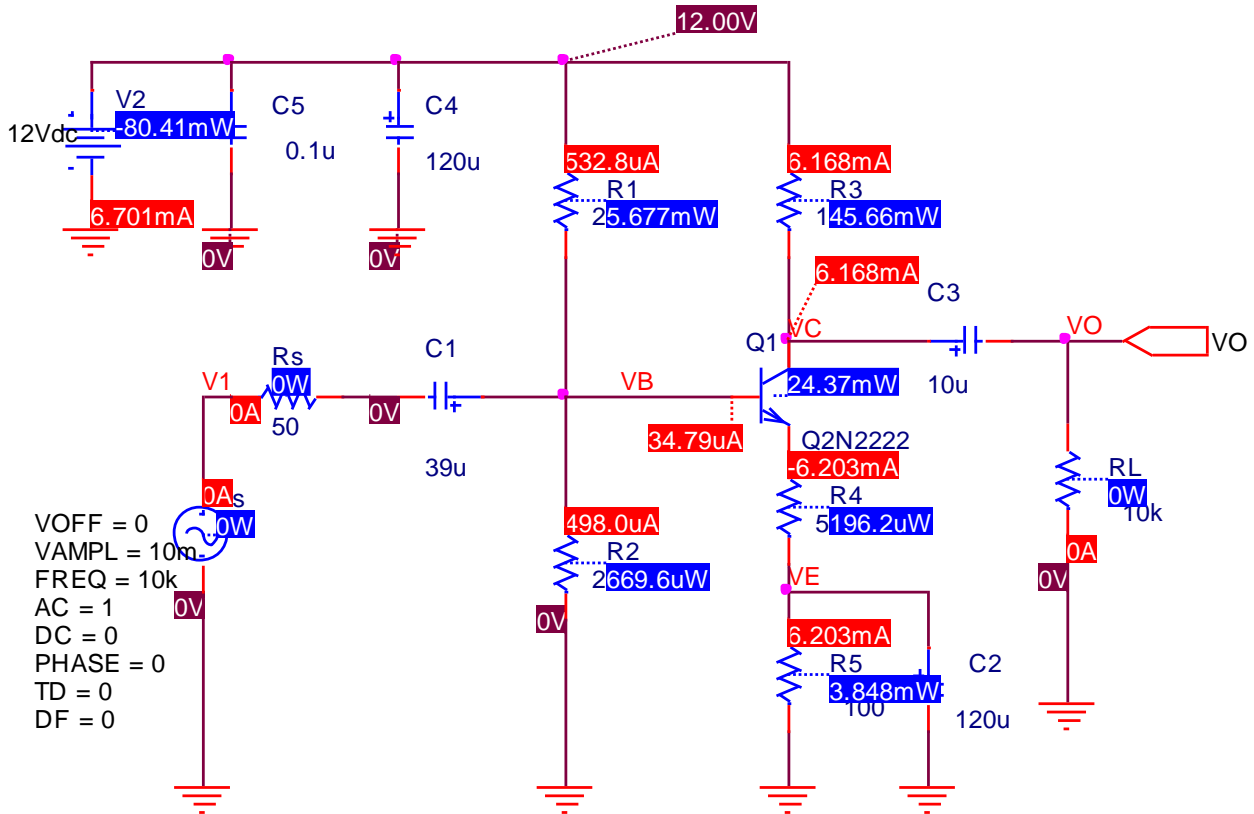
表(1-2-1): 等效電阻計算值與臨界頻率計算值

電容器	等效電阻計算值	臨界頻率計算值
C1=10uF	$R_{eq1} = 1.05k \Omega$	$f_1 = 13.9 Hz$
C2=120uF	$R_{eq2} = 8.187 \Omega$	$f_2 = 161.99 Hz$
C3=10uF	$R_{eq3} = 11.2k \Omega$	$f_3 = 1.42 Hz$
整體放大器的臨界頻率		$f_{-3dB} = 177.9 Hz$

◎實習項目(二)：實驗電路模擬

◆參閱教材例題說明 1.內容，完成下列模擬項目。

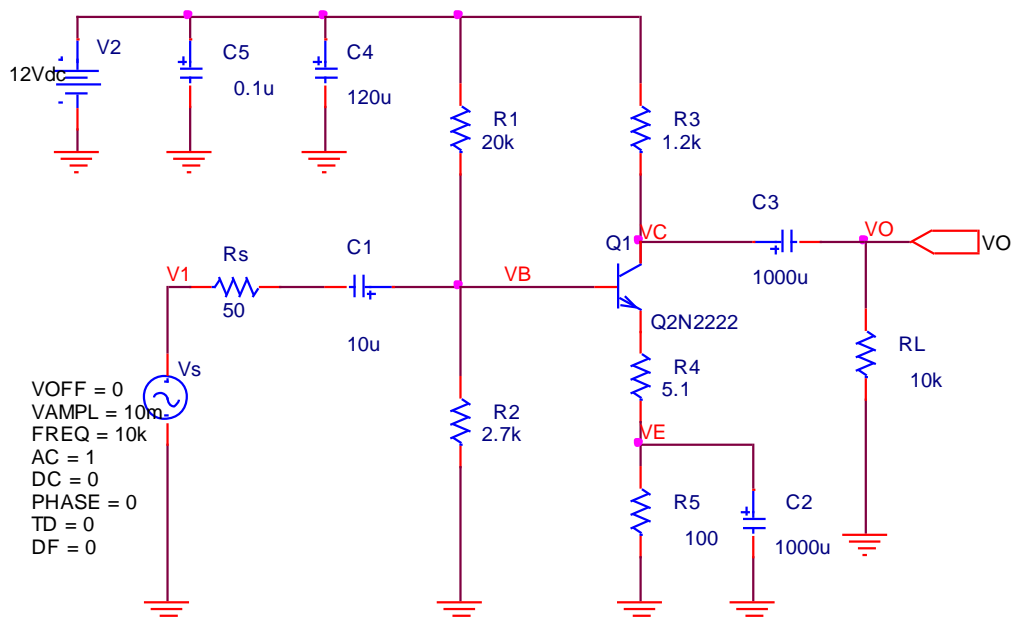
1.附上實驗模擬圖(偏壓點分析)－【**V**,**I**,**W**】，實驗模擬電路圖。



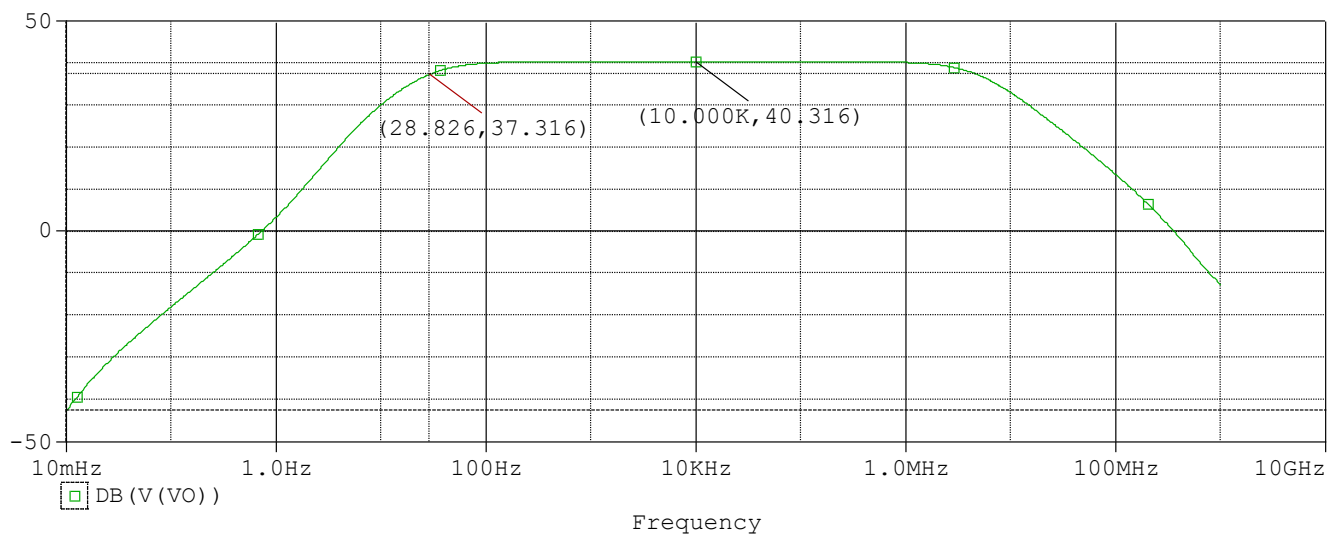
2.附上實驗模擬結果：

a.C1 電容所造成的低頻響應，設定 $C1=10\mu F$ 、 $C2=C3=1000\mu F$ 。

◎附上實驗模擬電路圖。



◎輸出節點[VO]低頻響應圖。

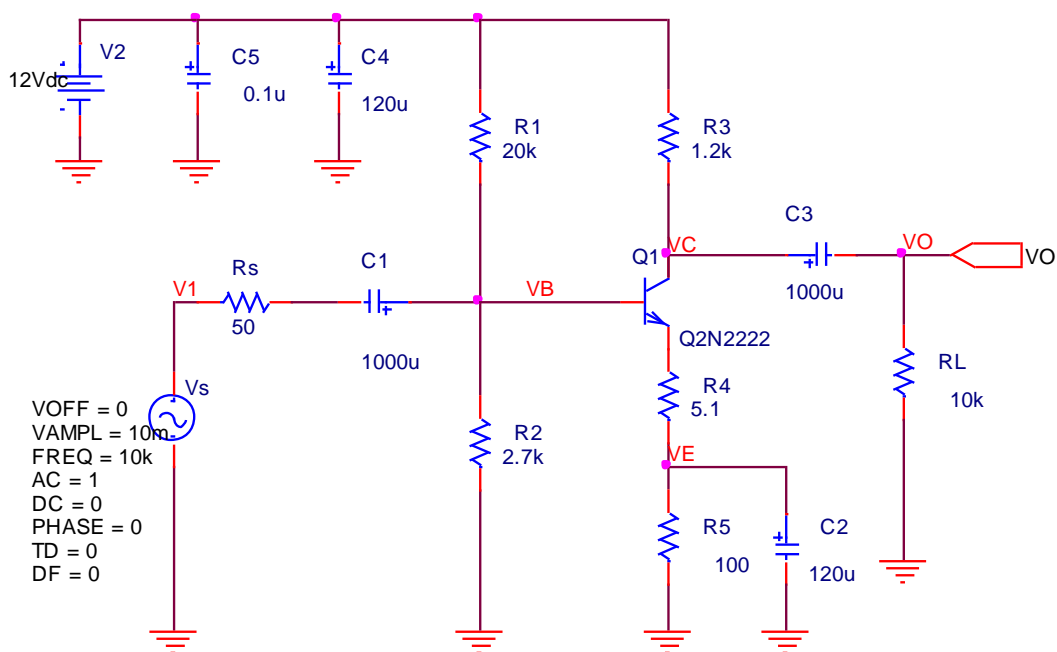


◎寫出頻率=10KHz 時的放大倍率= 40.316e dB。

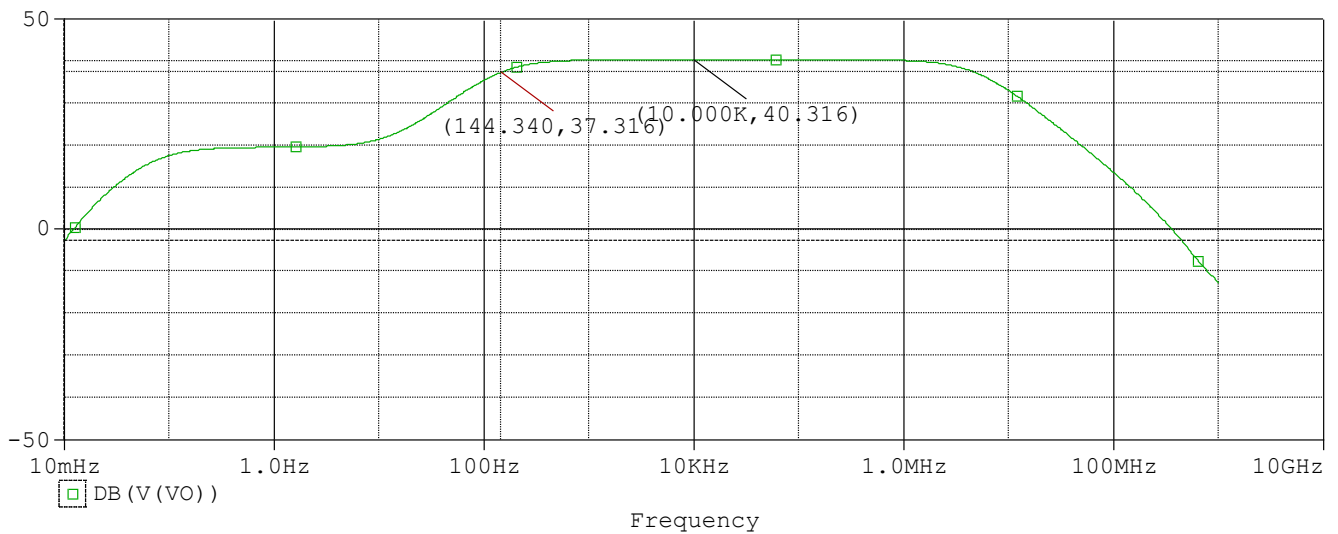
◎寫出-3dB 截止頻率值 $f_{-3dB(C1)}$ = 28.826 Hz。

b.C2 電容所造成的低頻響應，設定 C2=120uF、C1=C3=1000uF。

◎附上實驗模擬電路圖。



◎輸出節點[VO]低頻響應圖。

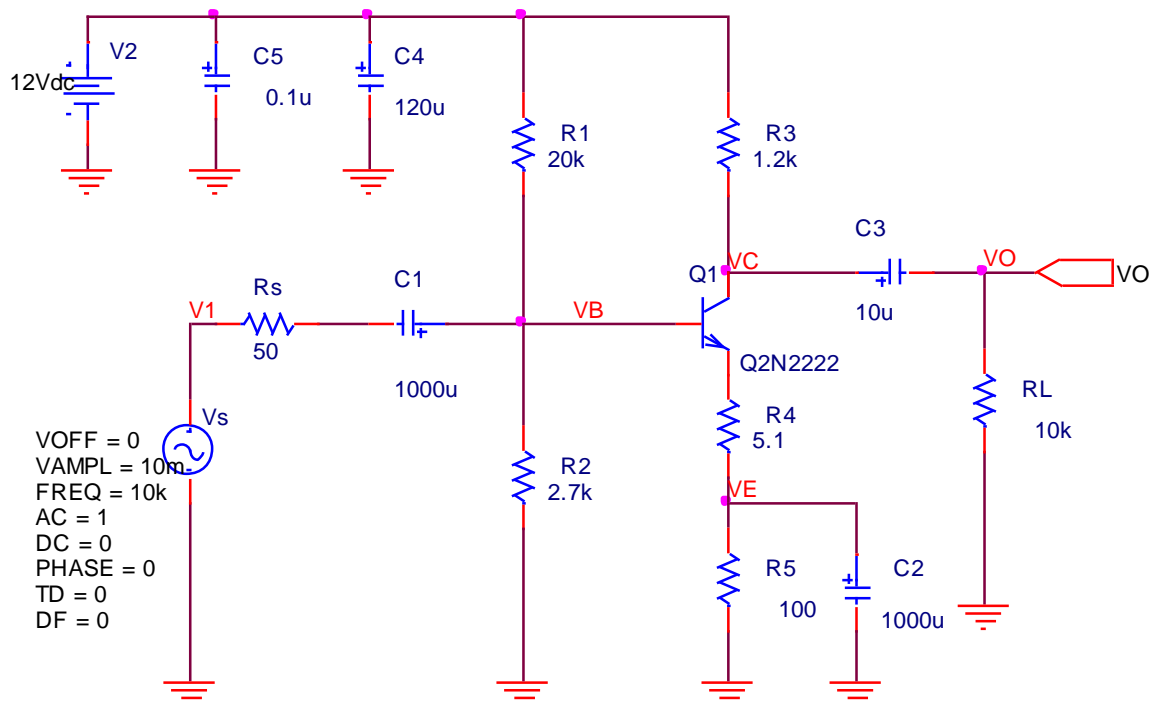


◎寫出頻率=10KHz 時的放大倍率= 40.316 dB。

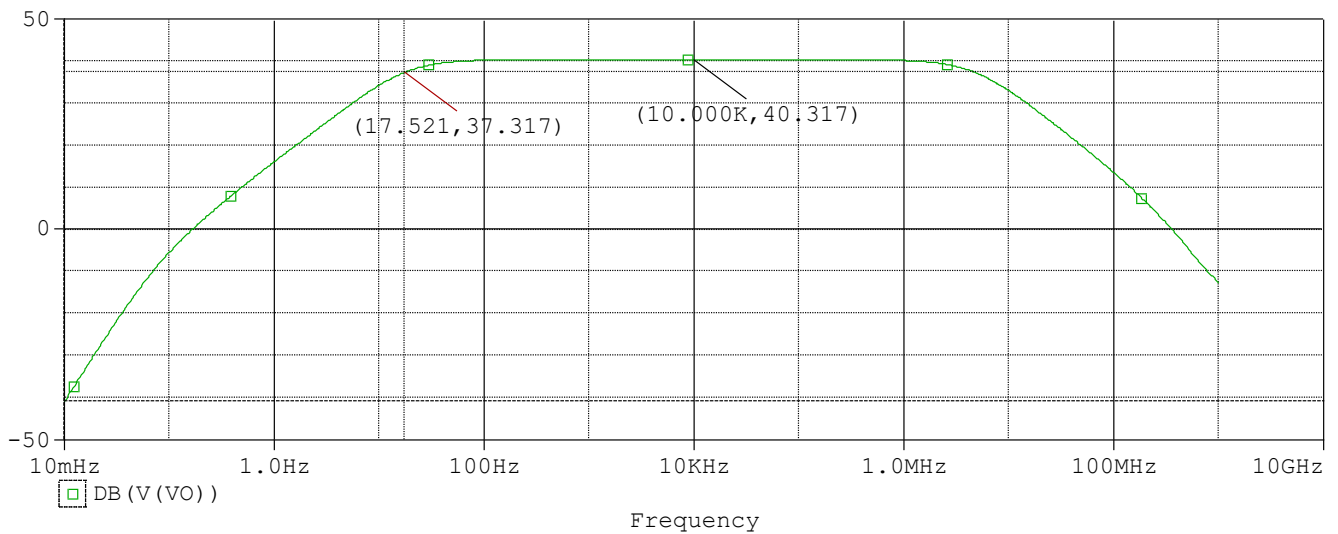
◎寫出-3dB 截止頻率值 $f_{-3dB(C2)}$ = 144.340 Hz。

c.C3 電容所造成的低頻響應，設定 C3=10uF、C1=C2=1000uF。

◎附上實驗模擬電路圖。



◎輸出節點[VO]低頻響應圖。

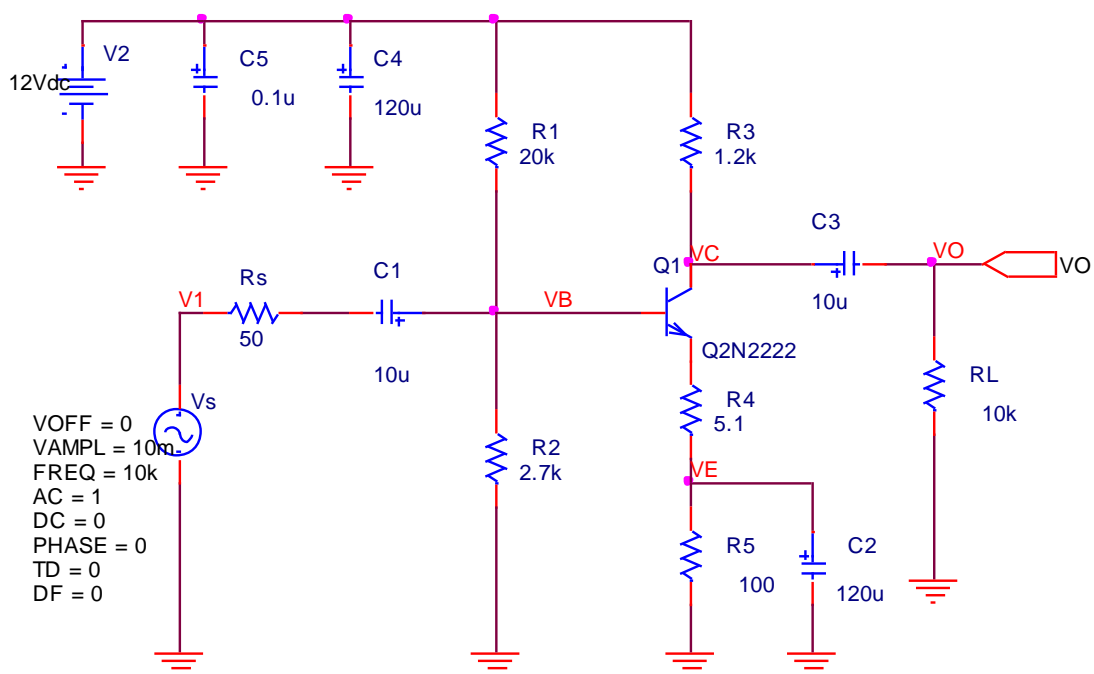


◎寫出頻率=10KHz 時的放大倍率= 40.317 dB。

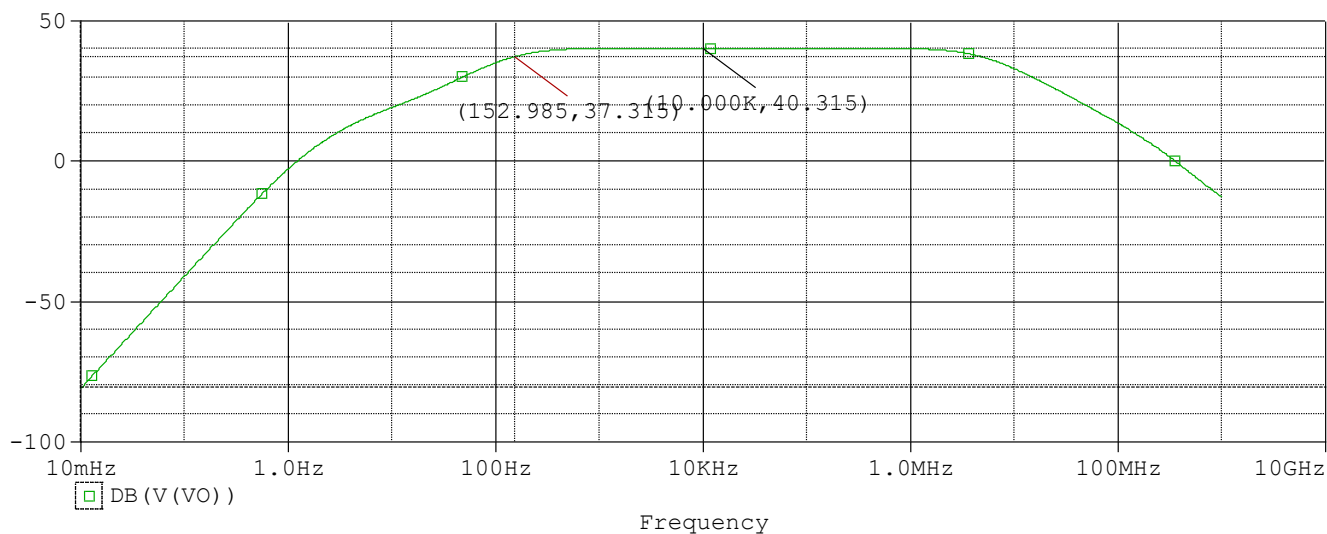
◎寫出-3dB 截止頻率值 $f_{-3dB(C3)}$ = 17.521 Hz。

d. BJT 放大器電路整體電容的低頻響應，設定 $C1=C3=10\mu\text{F}$ 、 $C2=120\mu\text{F}$ 。

◎附上實驗模擬電路圖。



◎輸出節點[VO]低頻響應圖。



◎寫出頻率=10KHz 時的放大倍率= 40.315 dB。

◎寫出-3dB 截止頻率值 f_{-3dB} = 152.985 Hz。

3.將計算值與模擬值填入表格(1-3)內，並說明其相異性。

表(1-3)：臨界頻率計算值與模擬值

電容器	臨界頻率計算值(前)	臨界頻率模擬值
C1=10uF	$f_1 = 13.9\text{Hz}$	$f_1 = 28.826\text{Hz}$
C2=120uF	$f_2 = 161.99\text{Hz}$	$f_2 = 144.340\text{Hz}$
C3=10uF	$f_3 = 1.42\text{Hz}$	$f_3 = 17.521\text{Hz}$
整體放大器的臨界頻率	$f_{-3dB} = 177.9\text{Hz}$	$f_{-3dB} = 152.985\text{Hz}$

◎說明其相異性：

模擬結果跟計算值差不多，只存在一些誤差。

三、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頻寬。

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。無

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。有

- 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。**

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(1)：放大器低頻響應 ■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：109年9月14日、工作時數：3小時、☒上課時段、☐開放時段。

■實驗進度說明：SIM 001

②. 工作日期：109年9月14日、工作時數：3小時、☒上課時段、☐開放時段。

■實驗進度說明：ELAB 001

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. $f = 10\text{Hz}$

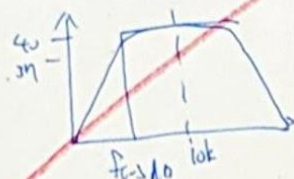
$V_o = 2 (V_{pp})$

$C_1 = 10\mu\text{F}$

$C_2 = C_3 = 1000\mu\text{F}$

$V_o = \frac{2}{\sqrt{2}} = 1.414\text{V}$

$f = f - 3\text{dB}$



$\left\{ \begin{array}{l} ch_1, ch_2, \text{ 頻寬 } \times M \\ \text{Source} \rightarrow V_b \\ \text{平均} \end{array} \right.$

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

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>✓</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>✓</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>✓</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：2020/9/21, 下午 3:00:16。

■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)= 10 分。

◎檢查時間：1090921

◎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)= _____ 分。

◎檢查時間：_____。

※總評分= 60 分。

◎助教簽章：助教陳錦昌

※繳交此實驗紀錄單。