

# 電工實驗(三)

## 實驗報告

### 實驗單元(2)

### 放大器高頻響應

### (電路實作)

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、實驗儀器設備(請自行寫出所使用的儀器設備，沒寫扣分)

項次	儀器名稱	儀器廠牌及型號	數量	實驗桌別
1	示波器	FG 720F-MO	1 台	22
2	萬用電表		1 台	22
3	訊號產生器	MSO 2024B	1 台	22
4	電源供應器		1 台	22

#### 二、實驗目的(請自行寫出，沒寫扣分)

1. 了解放大器高頻響應特性與原理。
2. 了解放大器密勒定理應用於高頻響應特性。
3. 學習如何計算共射極放大器的高頻轉折頻率，並計算出整體的高頻臨界頻率。
4. 學習如何測量共射極放大器的整體高臨界頻率。

#### 三、請簡介實驗項目(請自行寫出，沒寫扣分)

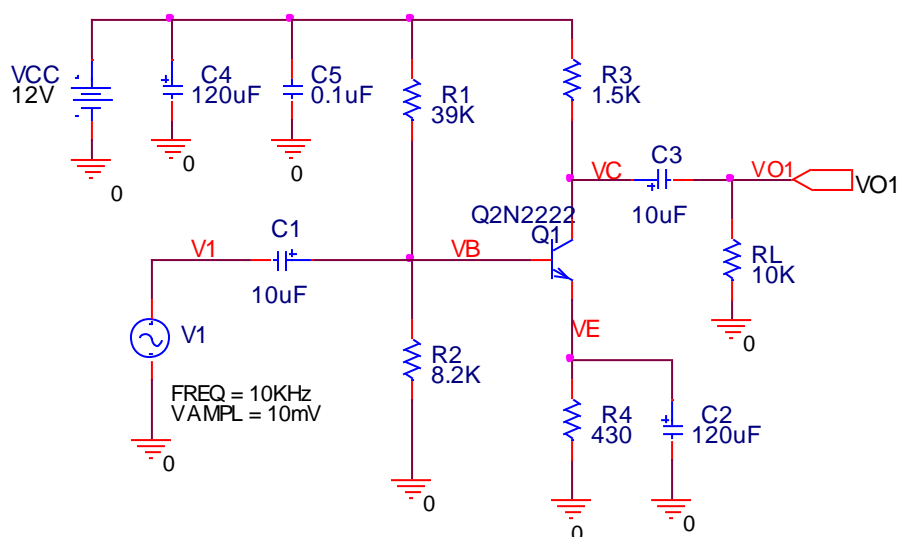
1. 元件數值之測量與參數計算
2. 實驗電路模擬
3. 實驗電路實作

#### 四、實驗注意事項

1. 使用掌上型數位電表先行測量電晶體直流  $\beta$  值及 C、B、E 腳位。
2. 實驗注意事項：使用萬用電錶測量電壓及電阻時，請設定為 4 位半顯示測量值。
3. 放大器電壓增益大，輸入訊號不可以過大。
4. 還是提醒各位，物理量需要正確的書寫單位，前後文中的資料數值的精確值小數點取幾位需一致。
5. 訊號產生器設定 10mV，使用示波器測量時顯示 20m(Vp-p)有雜訊，因訊號小，雜訊顯現出來，示波器設定通道頻寬 20MHz，可改善高頻雜訊干擾現象，示波器測量 Vp-p 電壓會超過此數值 20m(Vp-p)，這也是高頻雜訊干擾現象，在計算時，其波形

大小就是 20m(Vp-p)。

## 五、實驗測試結果與實驗記錄



圖(2-28)：實驗實作電路圖(一)

### 1. 電阻測量值與實驗電路直流偏壓測量：

表(2-4)：電阻測量值

電阻	R1	R2	R3	R4	RL
標示值	39KΩ	8.2KΩ	1.5KΩ	430Ω	10KΩ
測量值	38.8 KΩ	8.1 KΩ	1.6 KΩ	424 Ω	11.2 KΩ

表(2-5)：實驗電路直流偏壓測量

直流參數	測量值	直流參數	測量值	直流參數	測量、計算值
$V_B$	1.958V	$V_{CE}$	6.122V	$I_C$	$\frac{V_{R3}}{R3} = 2.857\text{mA}$
$V_E$	1.3213V	$V_{R3}$	4.542V	$I_E$	$\frac{V_{R4}}{R4} = 3.11\text{mA}$
$V_C$	7.4412V	$V_{R4}$	1.319V		

### 1. 中頻增益測量：

- ①. 設定 V1 輸入信號: 使用訊號產生器(F.G.)，頻率=10KHz，振幅=10mV 正弦波。因 F.G. 本身電路雜訊影響，示波器測得的輸入訊號會含雜訊，其峰-峰值(Vp-

p)會超過 20mV，訊號產生器不需要調整振幅旋鈕，之後輸入波形就以 20mV(峰-峰值)來計算。

②.示波器設定:注意所使用的探棒 x1 或 x10，輸入通道設定為直流耦合方式，頻寬設定 20MHz。

③.觸發源設定:觸發面板中選擇設定觸發訊號源為頻道[2]。

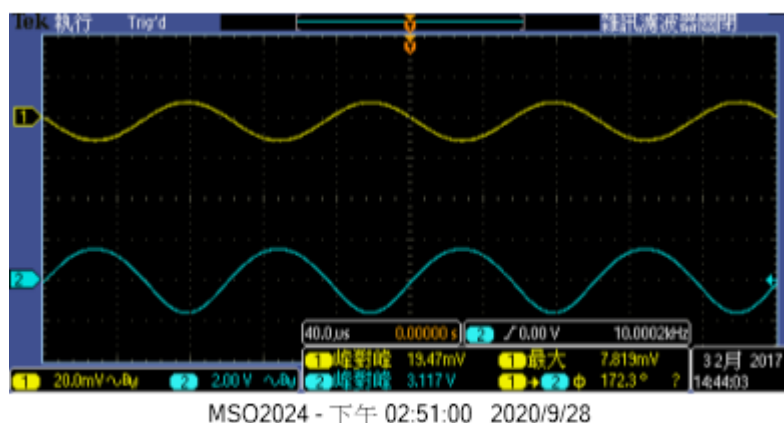
④.擷取波形:測試頻道[CH1,CH2]=節點[V1,VO1]，輸出[VO1]波形不能有失真，然後擷取波形，示波器需測量放大器的測試頻率值、輸入振幅及輸出振幅。

2. 中頻增益測量、臨界頻率的測量( $f_{H(-3dB)}$ )及臨界頻率的測量( $f_{L(-3dB)}$ )之數據測量、數據記錄及擷取波形。

◎參閱圖(2-28)實驗電路圖，擷取節點[V1，VO1]波形：

a.測量項目(一)：放大器中頻增益波形。

①.擷取節點[V1，VO1]波形。

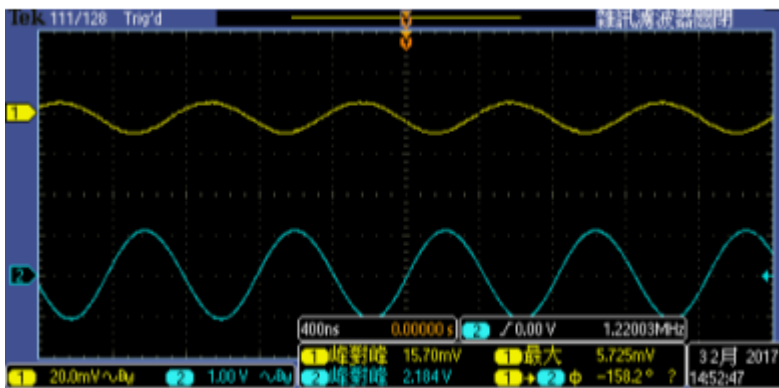


②.節點[VO1]波形( $V_{p-p}$ )= 3.117V。

③.記錄：相位差= 172.3。

b.測量項目(二)： $f_{H(-3dB)}$  -3dB 截止點頻率。

①.擷取節點[V1，VO1]波形。

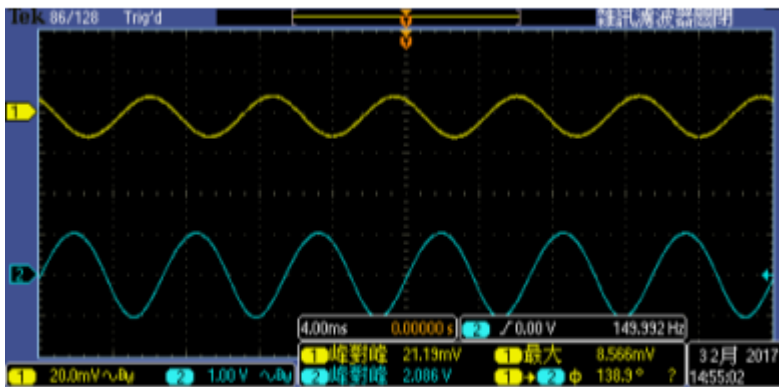


②.節點[VO1]波形( $V_{p-p}$ )= 2.184V 。

③.記錄頻率  $f_{H(-3dB)}$  = 1.22MHz 、記錄相位差 = -158.2 。

c.測量項目(三)：  $f_{L(-3dB)}$  -3dB 截止點頻率。

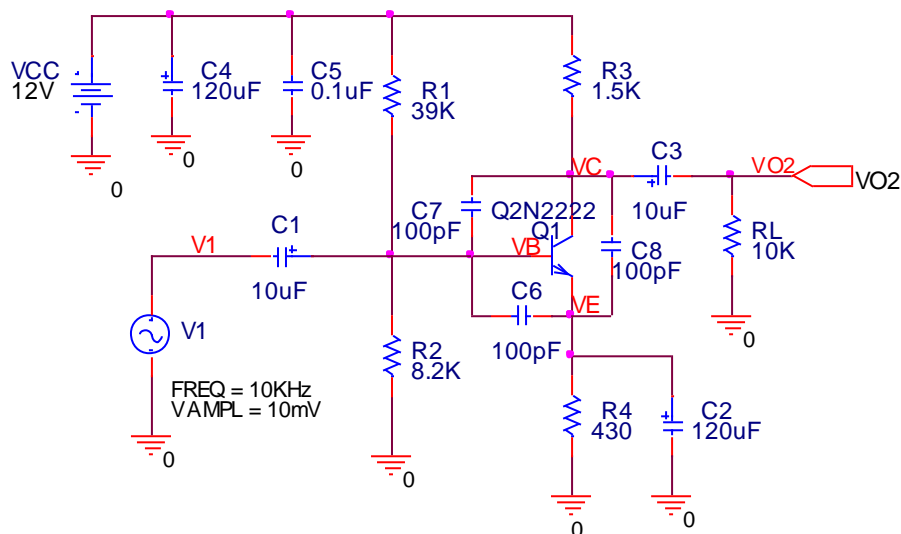
①.擷取節點[V1，VO1]波形。



②.節點[VO1]波形( $V_{p-p}$ )= 2.086V 。

③.記錄頻率  $f_{L(-3dB)}$  = 149.992Hz 、記錄相位差 = 138.9 。

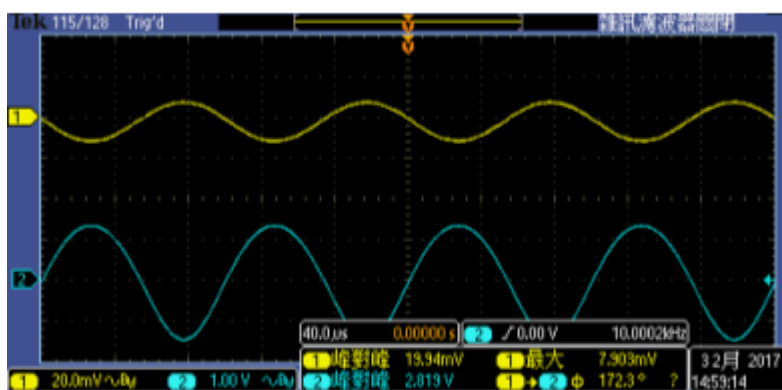
◎參閱圖(2-29)實驗電路圖，擷取節點[V1，VO2]波形：



圖(2-29)：實驗實作電路圖(二)

a.測量項目(一)：放大器中頻增益波形。

①.節點[V1，VO2]波形。



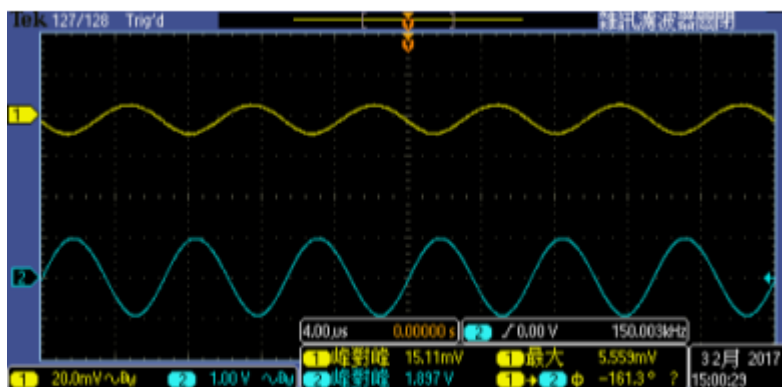
MSO2024 - 下午 03:06:12 2020/9/28

②.節點[VO2]波形(Vp-p)= 2.819V。

③.記錄相位差= 172.3。

b.測量項目(二)： $f_{H(-3dB)}$  -3dB 截止點頻率。

①.擷取節點[V1，VO2]波形。

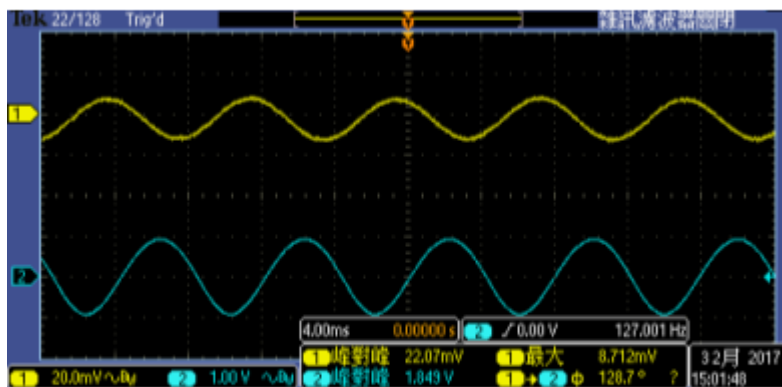


②.節點[VO2]波形( $V_{p-p}$ )= 1.897V。

③.記錄頻率  $f_{H(-3dB)}$  = 150kHz、記錄相位差 = -161.3。

c.測量項目(三)：  $f_{L(-3dB)}$  -3dB 截止點頻率。

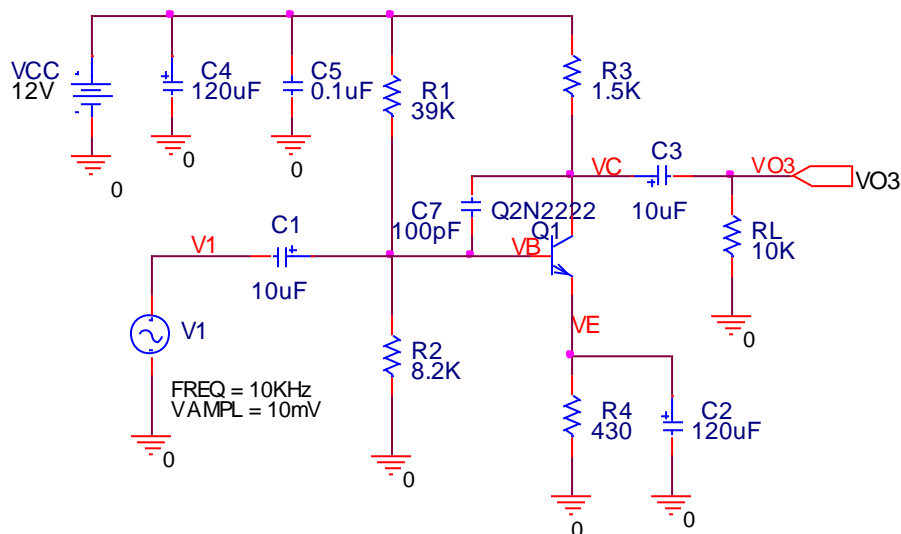
①.擷取節點[V1，VO2]波形。



②.節點[VO2]波形( $V_{p-p}$ )= 1.849V。

③.記錄頻率  $f_{L(-3dB)}$  = 127Hz、記錄相位差 = 128.7。

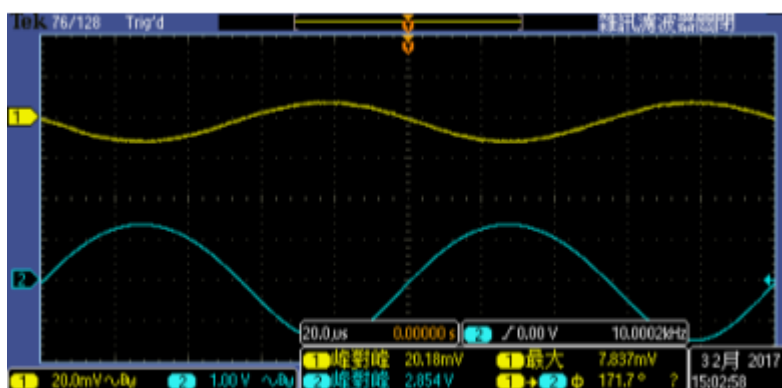
◎參閱圖(2-30)實驗電路圖，擷取節點[V1，VO3]波形：



圖(2-30)：實驗實作電路圖(三)

a.測量項目(一)：放大器中頻增益波形。

①.節點[V1，VO3]波形。



MSO2024 - 下午 03:09:55 2020/9/28

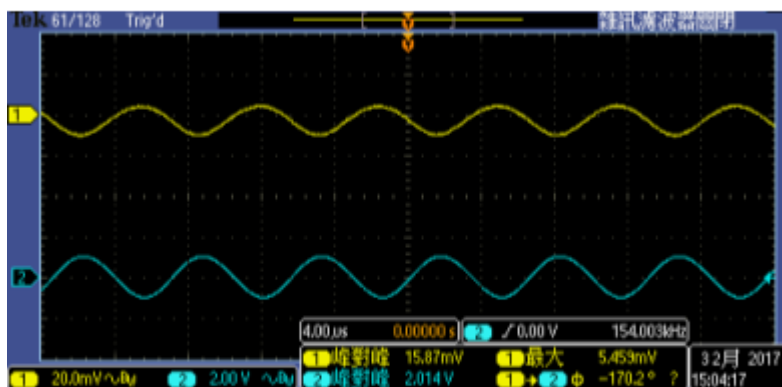
②.節點[VO3]波形(Vp-p)= 2.854V。

③.記錄相位差= 171.7。

b.測量項目(二)： $f_{H(-3dB)}$  -3dB 截止點頻率。

①.擷取節點[V1，VO3]波形。



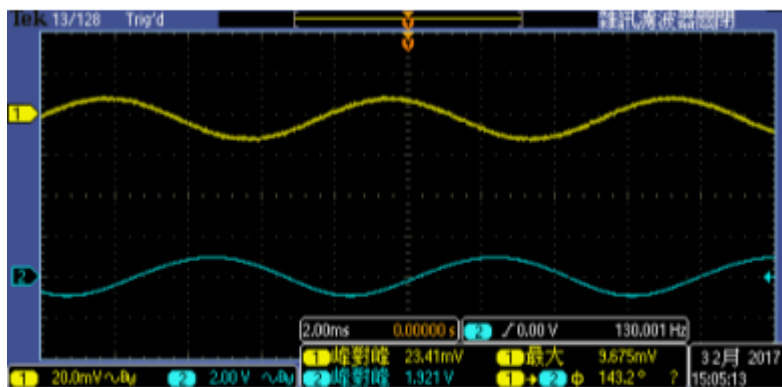


②.節點[VO3]波形( $V_{p-p}$ )= 2.014V。

③.記錄頻率  $f_{H(-3dB)}$  = 154kHz、記錄相位差 = -170.2。

c.測量項目(三)：  $f_{L(-3dB)}$  -3dB 截止點頻率。

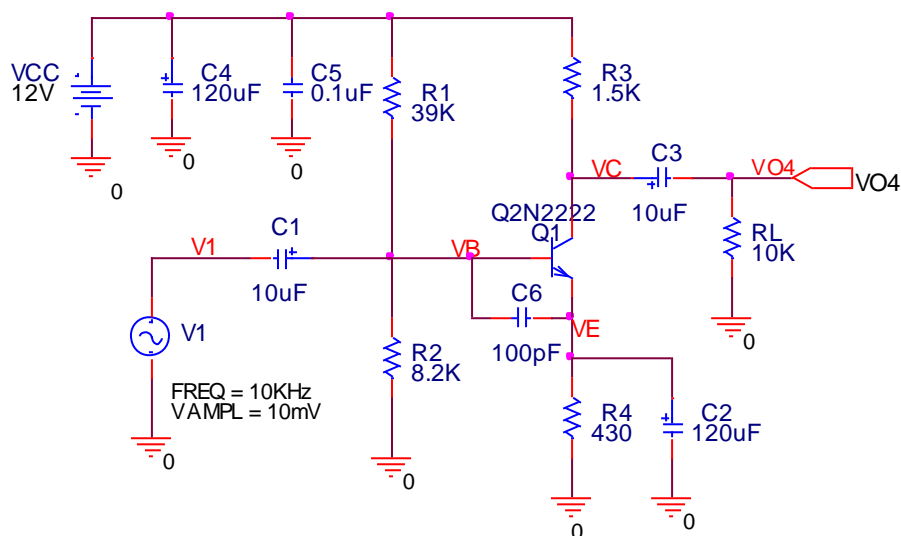
①.擷取節點[V1，VO3]波形。



②.節點[VO3]波形( $V_{p-p}$ )= 1.921V。

③.記錄頻率  $f_{L(-3dB)}$  = 130Hz、記錄相位差 = 143.2。

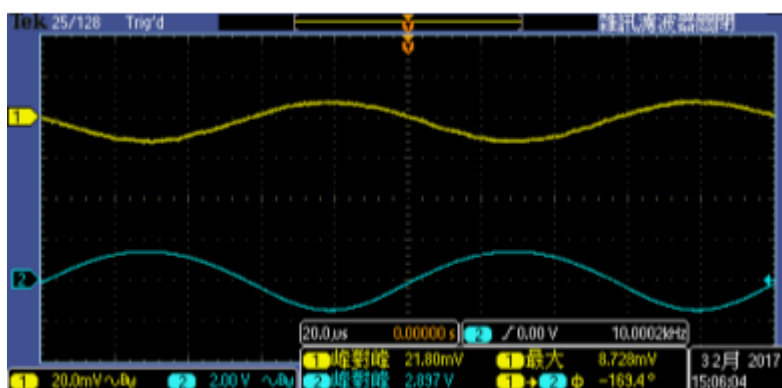
◎參閱圖(2-31)實驗電路圖，擷取節點[V1，VO4]波形：



圖(2-31)：實驗實作電路圖(四)

a.測量項目(一)：放大器中頻增益波形。

①.節點[V1，VO4]波形。



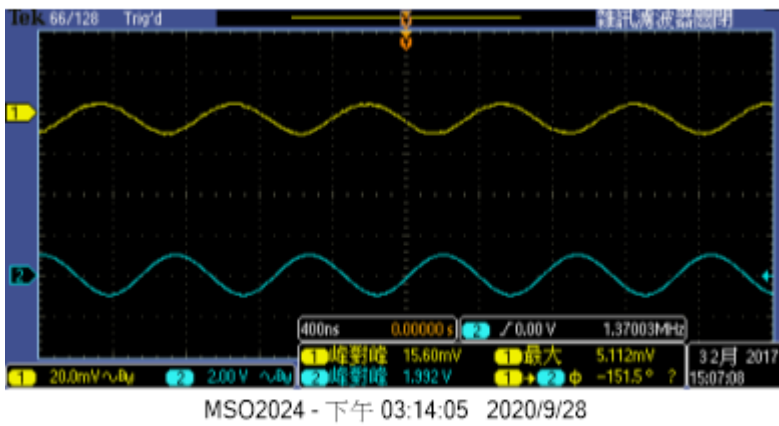
MSO2024 - 下午 03:13:02 2020/9/28

②.節點[VO4]波形(Vp-p)= 2.897V。

③.記錄相位差= -169.4。

b.測量項目(二)： $f_{H(-3dB)}$  -3dB 截止點頻率。

①.擷取節點[V1，VO4]波形。

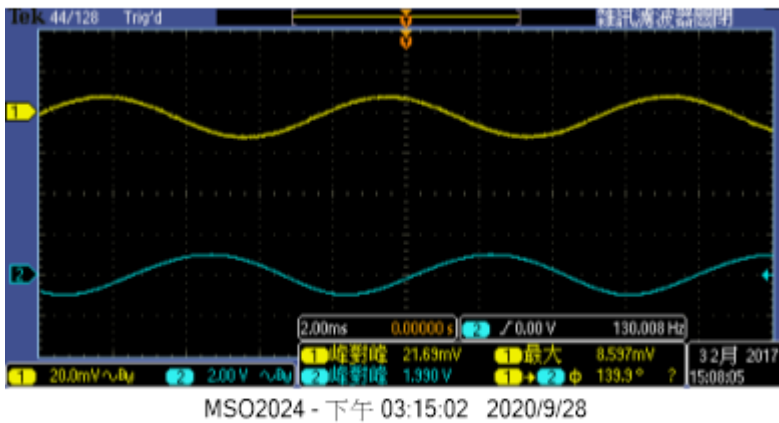


②.節點[VO4]波形( $V_{p-p}$ )= 1.992V。

③.記錄頻率  $f_{H(-3dB)}$  = 1.37MHz、記錄相位差 = -151.5。

c.測量項目(三)：  $f_{L(-3dB)}$  -3dB 截止點頻率。

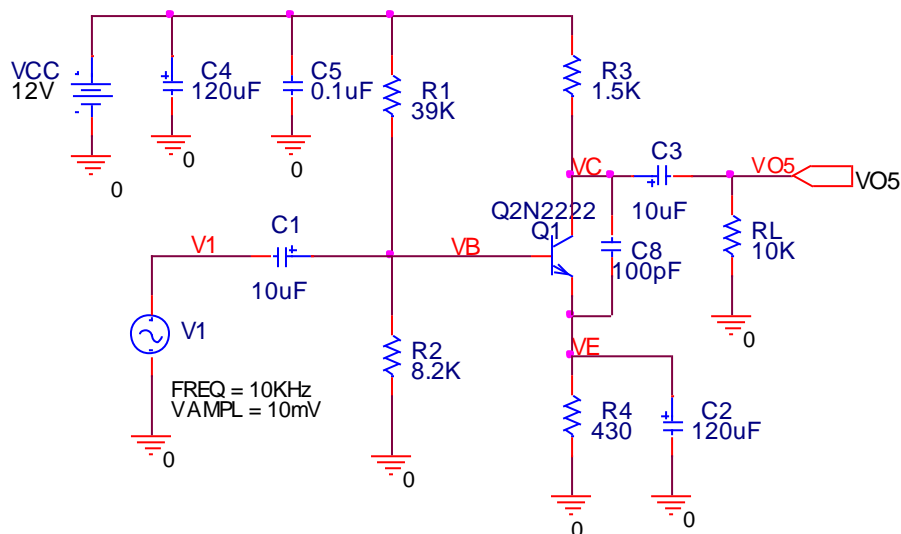
①.擷取節點[V1，VO4]波形。



②.節點[VO4]波形( $V_{p-p}$ )= 1.990V。

③.記錄頻率  $f_{L(-3dB)}$  = 130Hz、記錄相位差 = 139.9。

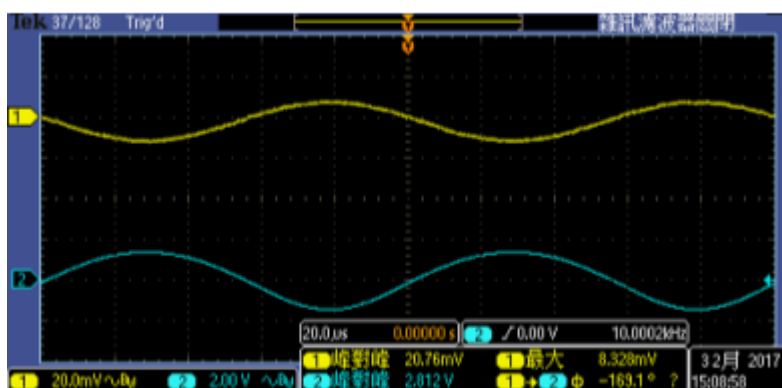
◎參閱圖(2-32)實驗電路圖，擷取節點[V1，VO5]波形：



圖(2-32)：實驗實作電路圖(五)

a.測量項目(一)：放大器中頻增益波形。

①.節點[V1，VO5]波形。



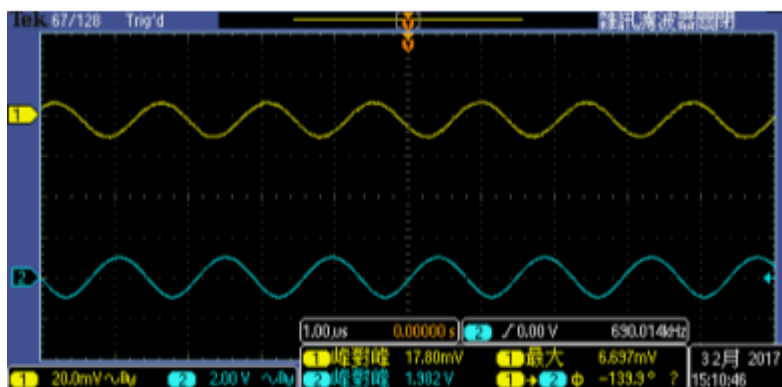
MSO2024 - 下午 03:15:55 2020/9/28

②.節點[VO5]波形(Vp-p)= 2.812V。

③.記錄相位差= -169.1。

b.測量項目(二)： $f_{H(-3dB)}$  -3dB 截止點頻率。

①.擷取節點[V1，VO5]波形。

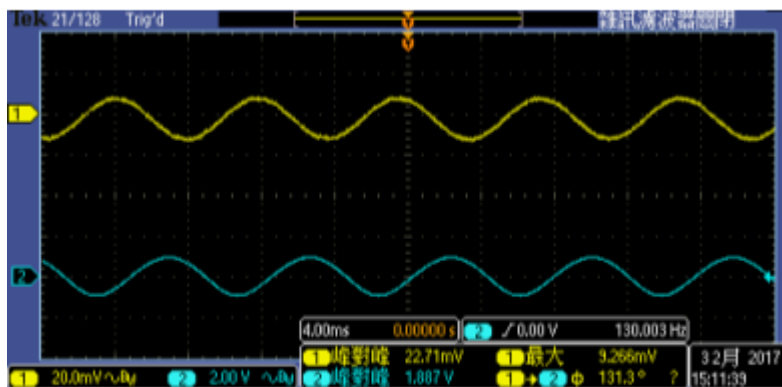


②.節點[VO5]波形( $V_{p-p}$ )= 1.982V。

③.記錄頻率  $f_{H(-3dB)}$  = 690kHz、記錄相位差 = -139.9。

c.測量項目(三)： $f_{L(-3dB)}$ -3dB 截止點頻率。

①.擷取節點[V1，VO5]波形。



②.節點[VO5]波形( $V_{p-p}$ )= 1.887V。

③.記錄頻率  $f_{L(-3dB)}$  = 130Hz、記錄相位差 = 131.3。

3. 依據上述測量結果，完成表格(2-6)內容。

表(2-6)：實作實驗數據

<div> <div>電路圖</div> <div>實驗數據</div> </div>	圖(2-28)	圖(2-29)	圖(2-30)	圖(2-31)	圖(2-32)
中頻增益值 (dB)	49.87	49.001	49.109	49.238	48.980
$f_{L(-3dB)}$ (Hz)	149.992	127	130	130	130
$f_{H(-3dB)}$ (Hz)	1.22M	150k	154k	1.37M	690k

## 六、實驗問題與討論

1. 參閱表(2-3)：實驗模擬數據與表(2-6)：實作實驗數據，試比較分析模擬值與實測值兩項數據。※(數值的比較與分析)

表(2-3)：實驗模擬數據

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

表(2-6)：實作實驗數據

<div> <div>電路圖</div> <div>實驗數據</div> </div>	圖(2-28)	圖(2-29)	圖(2-30)	圖(2-31)	圖(2-32)
中頻增益值 (dB)	49.87	49.001	49.109	49.238	48.980
$f_{L(-3dB)}$ (Hz)	149.992	127	130	130	130
$f_{H(-3dB)}$ (Hz)	1.22M	150k	154k	1.37M	690k

## 七、撰寫實驗結論與心得

本次實作放大器低頻響應，了解不同電容值影響放大器高頻截止點。

## 八、撰寫實驗綜合評論

- 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。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，實作電路難度適中。

## 九、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：107年9月28日、工作時數：2小時 ☒上課時段、☐開放時段。

■實驗進度說明：SIM

②. 工作日期：107年9月28日、工作時數：1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





