

# 電工實驗(三)

## 實驗電路實作報告

### 實驗單元(3)

#### 回授放大器電路 (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-M0	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. 了解回授放大器電路的工作原理。
2. 比較直接耦合放大電路與 RC 耦合放大電路其偏壓設計的異同。
3. 探討電晶體直流放大電路在電路上之應用。

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  $\beta$  值。
- 2.使用萬用電錶測量電壓、電阻時，設定為 4 位半顯示測量值。
- 3.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。
- 4.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，此時示波器測量 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紀錄

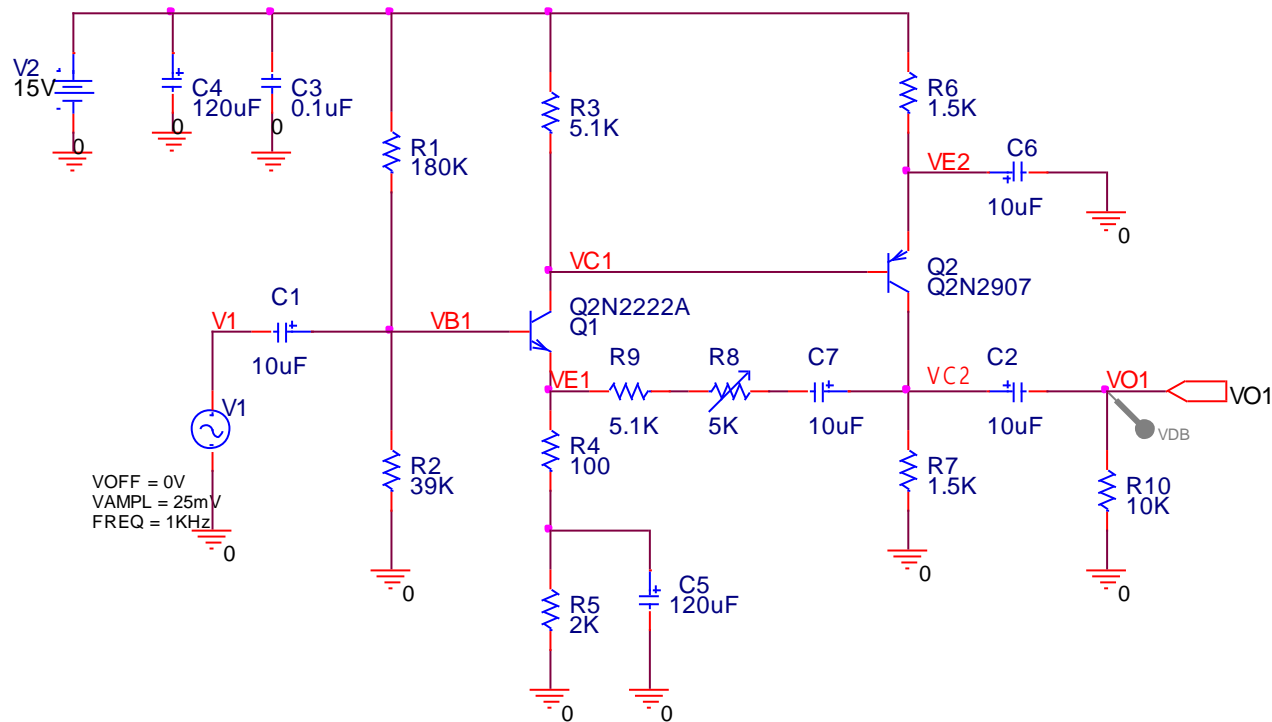
(一)、實驗項目(一)：電晶體放大電路參數計算、測量與計算。

1.需先行測量電晶體  $\beta$  值。

電晶體 Q1， $\beta$  值= 245。電晶體 Q2， $\beta$  值= 280。

2.先依據電子學直流分析及交流分析，計算圖(3-2)所示之交流和直流參數值，並計算回授放大器各特性數值，記錄於表格(3-2)內，。

3.需列出計算式。



圖(3-2)：實驗電路圖

表格(3-2)：交流和直流參數值(計算值)

直流參數(Q1)	計算值(Q1)	直流參數(Q2)	計算值(Q2)
$V_{B1}$	2.671V	$V_{B2}$	10.232V
$V_{E1}$	1.971V	$V_{E2}$	11.136V
$V_{C1}$	10.232V	$V_{C2}$	3.82V
$V_{CE1}$	8.267V	$V_{CE2}$	-7.233V
$V_{R3}$	4.7685V	$V_{R6}$	4.007V

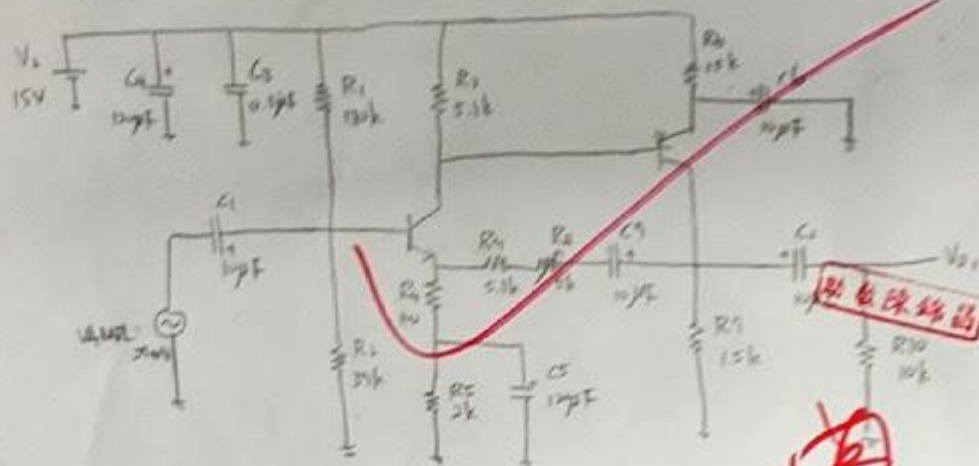
直流參數(Q1)	計算值(Q1)	直流參數(Q2)	計算值(Q2)
$V_{R5}$	<b>1.773V</b>	$V_{R7}$	<b>4.065V</b>
$I_{C1}$	<b>0.983m A</b>	$I_{C2}$	<b>2.708m A</b>
$I_{E1}$	<b>0.9386m A</b>	$I_{E2}$	<b>2.718m A</b>
交流參數(Q1)	計算值(Q1)	交流參數(Q2)	計算值(Q2)
<b>V1</b>	<b>25mV(Vp-p)</b>		
$r_{e1}$	<b>26.74 <math>\Omega</math></b>	$r_{e2}$	<b>9.22 <math>\Omega</math></b>
$r_{\pi1}$	<b>109.14m <math>\Omega</math></b>	$r_{\pi2}$	<b>32.92m <math>\Omega</math></b>
$g_{m1}$	<b>0.0374s</b>	$g_{m2}$	<b>0.1084s</b>
$A_{v1}$	<b>13.65</b>	$A_{v2}$	<b>9.178</b>
<b>整體參數</b>	<b>整體參數計算值</b>	<b>整體參數</b>	<b>整體參數計算值</b>
$R_{in}$	<b>49 <math>\Omega</math></b>	$R_o$	<b>100 <math>\Omega</math></b>
$A_v$	<b>125.29</b>		

◎列出表格(3-2)：交流和直流參數值(計算值)之計算式。

(也可以在紙上筆算之後，拍照、貼圖)

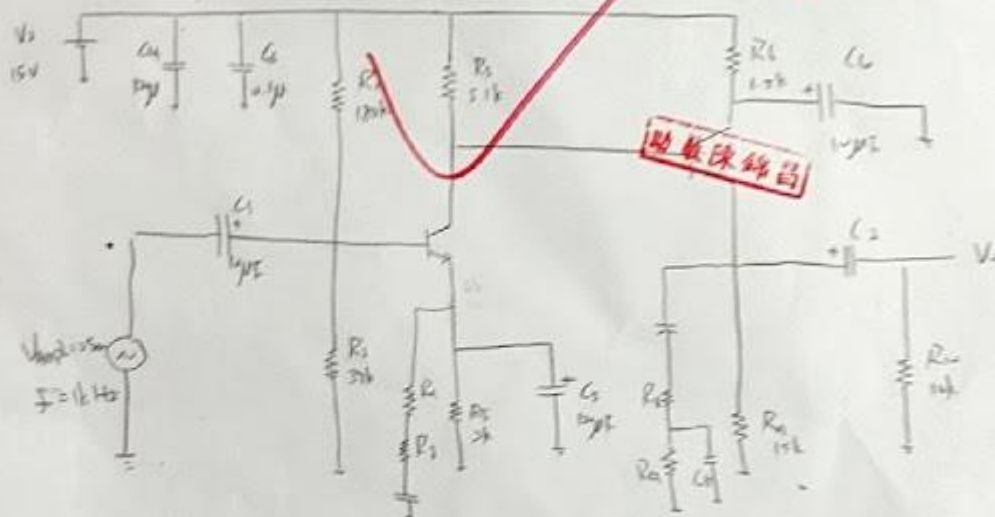
◎實驗項目(一): 電晶體回授放大電路參數計算與電壓增益設計。

1. 需先行測量電晶體  $\beta$  值。電晶體 Q1,  $\beta$  值 = 245。電晶體 Q2,  $\beta$  值 = 280。
  2. 先依據電子學直流分析及交流分析, 計算圖(3-2)所示之交流和直流參數值, 並計算回授放大器各特性數值, 記錄於表格(3-2)內。
  3. 各偏壓計算需列出計算式。
- ◆畫出圖(3-2): 實驗電路圖, 寫出回授放大器是屬於那類型回授電路。



圖(3-2): 實驗電路圖

◆畫出無回授放大器時的放大器等效電路。



圖(3-2-1): 無回授放大器時的放大器等效電路

班別: 3B 組別: 252 姓名: 李宜恩

電工(3)上課筆記 031

◆計算圖(3-2)及 (3-2-1)及各項偏壓、偏流、電晶體小訊號參數、放大器輸入阻抗、輸出阻抗及設計出整體放大器電壓增益= 20dB、40dB 等項目。

$$V_{B1} = 15 \times \frac{27}{27+180} = 2.671 \text{ V}$$

$$I_E = \frac{1.571}{2k+10k} = 0.578 \text{ mA}$$

$$V_{E1} = 2.671 - 0.7 = 1.971 \text{ V}$$

$$I_{C1} \approx I_{E1} = \frac{247}{246} \times 0.578 = 0.735 \text{ mA}$$

$$V_{C1} = 15 - 5.1 \times 0.735 = 10.232 \text{ V}$$

$$V_{CE1} = 10.232 - 1.971 = 8.261 \text{ V}$$

$$V_R = 0.735 \times 5.1k = 3.7635 \text{ V}$$

$$g_{m1} = \frac{I_{C1}}{V_T} = \frac{0.735}{25} = 0.0294 \text{ S}$$

$$r_{\pi1} = \frac{\beta}{g_{m1}} = \frac{247}{0.0294} = 8.4k\Omega$$

$$r_{e1} = \frac{1}{g_{m1}} = 33.94\Omega$$

$$R_{B1} = R_1 \parallel (R_2 + R_3) = 10k \parallel 10.1k = 5.2k\Omega$$

$$A_{V1} = \frac{R_3 \parallel r_{\pi1}}{r_{e1} + R_{B1}} = \frac{5.1k \parallel 8.4k}{33.94 + 5.2k} = 13.65\%$$

$$V_{B2} = V_{C1} = 10.232 \text{ V}$$

$$I_{E2} = \frac{15 - 10.232}{1.5k} = 3.18 \text{ mA}$$

$$V_{B2} = I_{E2} \times R_1 = 3.18 \times 1.5k = 4.77 \text{ V} = V_{R1}$$

$$V_{R2} = 3.18 \times 40k = 127.2 \text{ V}$$

$$g_{m2} = \frac{I_{C2}}{V_T} = \frac{3.18}{25} = 0.1272 \text{ S}$$

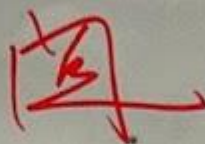
$$r_{e2} = \frac{1}{g_{m2}} = 7.86\Omega$$

$$A_{V2} = \frac{R_4 \parallel R_5 \parallel (R_6 + R_7)}{r_{e2}} = \frac{60k \parallel 10k \parallel (10k + 10k)}{7.86} = 125.39\%$$

$$R_{in} = R_5 \parallel R_6 \parallel R_7 \parallel \beta(r_{e1} + R_{B1})$$

$$= 20k \parallel 10k \parallel 10k \parallel 246(27k + 5.2k)$$

$$= 49\Omega$$



助教陳錦昌

091010

4.元件測量：組裝電路，使用電表，測量下列各項元件的測量值。

表(3-3)：元件測試記錄

電容	C1	C2	C5	C6			
電容值	10 $\mu$ C	10 $\mu$ C	120 $\mu$ C	10 $\mu$ C			
電阻	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
電阻值	180 K $\Omega$	39 K $\Omega$	5.1 K $\Omega$	100 $\Omega$	2 K $\Omega$	1.5 K $\Omega$	1.5K $\Omega$

5.電路偏壓值測量：測量下列各項數值的測量值。

表格(3-4)：交流和直流參數值(測量值)

直流參數(Q1)	測量值(Q1)	直流參數(Q2)	測量值(Q2)
$V_{B1}$	2.476V	$V_{B2}$	10.532V
$V_{E1}$	1.872V	$V_{E2}$	11.167V
$V_{C1}$	10.533V	$V_{C2}$	3.89V
$V_{CE1}$	8.665V	$V_{CE2}$	-7.272V
$V_{R3}$	4.48V	$V_{R6}$	3.853V
$V_{R5}$	1.782V	$V_{R7}$	3.89V
$I_{C1}$	875.88 $\mu$ A	$I_{C2}$	3.425mA
$I_{E1}$	871.79 $\mu$ A	$I_{E2}$	2.55mA
交流參數(Q1)	測量值(Q1)	交流參數(Q2)	測量值(Q2)
V1	24mV		
$r_{e1}$	26.74 $\Omega$	$r_{e2}$	9.10 $\Omega$
$r_{\pi1}$	6.551k $\Omega$	$r_{\pi2}$	2.548 $\Omega$
$g_{m1}$	0.0374s	$g_{m2}$	0.1s
$A_{v1}$	13.65	$A_{v2}$	94



整體參數	整體參數測量值	整體參數	整體參數測量值
$R_{in}$	49	$R_o$	100
$A_v$	94		

◎項目說明： $r_{e1}$ 、 $r_{\pi1}$ 與 $g_{m1}$ 參數值的計算值，是由所測量的數值( $I_C$ 或 $I_E$ )計算所得。

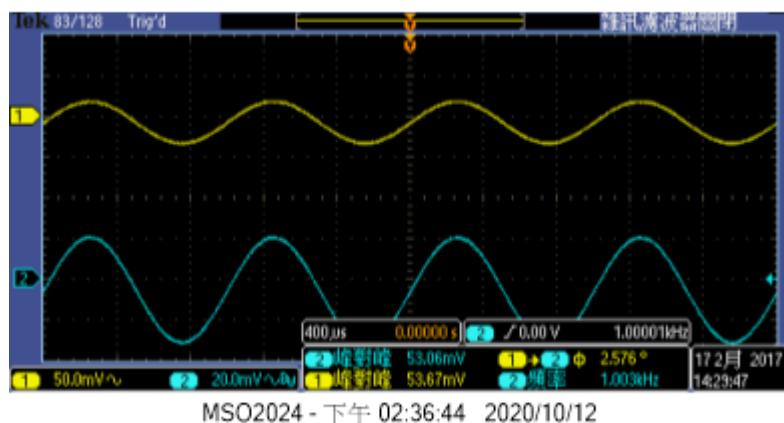


## (二)、實驗項目(二)：節點[VO1]輸出電壓增益

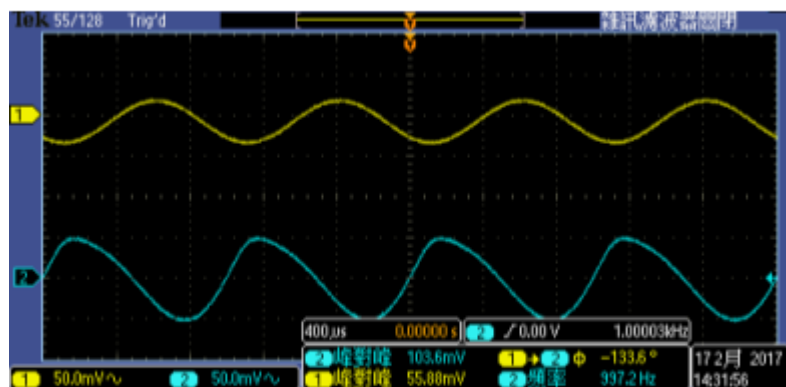
- 1.接電源 15V，示波器探棒接妥[CH1、CH2]=[V1、VO1]。F.G.設定頻率=1KHz，示波器 CH1 測得峰-峰值電壓( $V_{p-p}$ )=25mV。調整回授網路的可變電阻 R8，使得[VO1]峰-峰值電壓( $V_{p-p}$ ) $\geq 2.5V$ ( $V_{p-p}$ )，增益=100 倍(40dB)。
- 2.測量下列各節點的波形，需使用示波器測量功能，測量出頻率值、CH1( $V_{p-p}$ )及 CH2( $V_{p-p}$ )，計算增益值，記錄相位關係，完成波形擷取。
- 3.測量節點：[V1、VB1]，[V1、VC1]，[V1、VE1]，[V1、VC2]，[V1、VE2]，[V1、VO1]。

◎擷取波形：

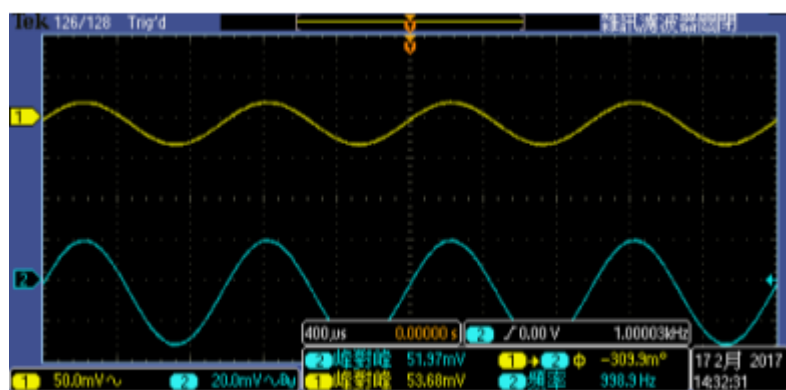
- a.測量節點：[V1、VB1]，計算增益值= 0.988。相位關係：☒同相、☐反相。



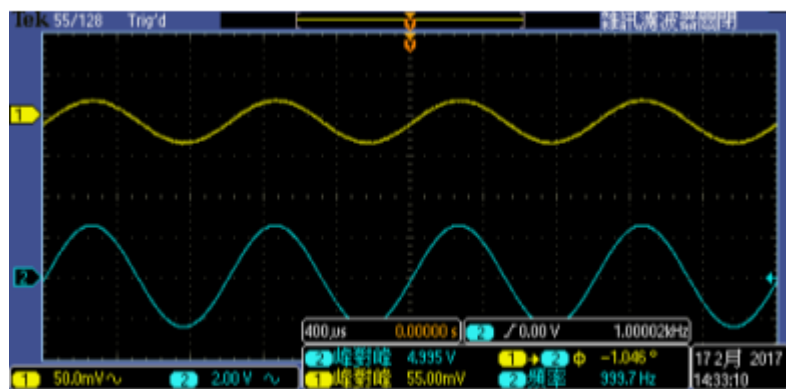
- b.測量節點：[V1、VC1]，計算增益值= -1.856。相位關係：☐同相、☒反相。



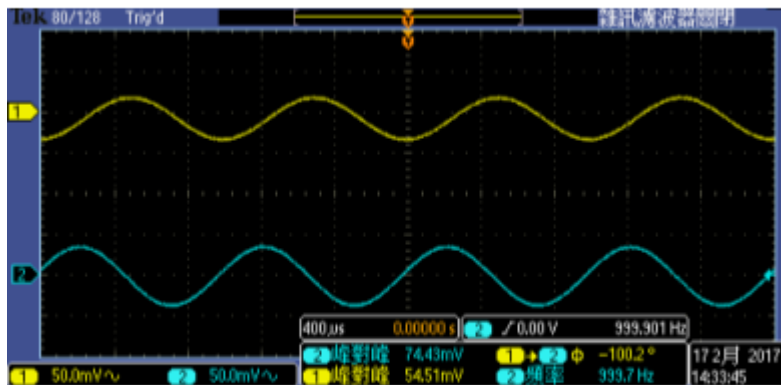
c.測量節點：[V1、VE1]，計算增益值= 0.968。相位關係：☒同相、☐反相。



d.測量節點：[V1、VC2]，計算增益值= 90.81。相位關係：☒同相、☐反相。

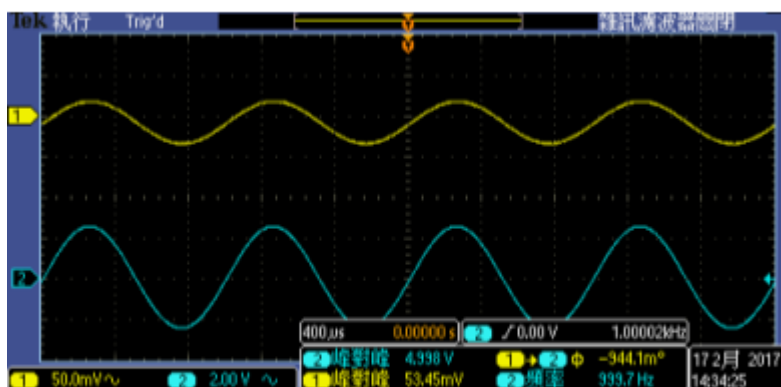


e.測量節點：[V1、VE2]，計算增益值= 1.365。相位關係：☒同相、☐反相。



MSO2024 - 下午 02:40:41 2020/10/12

f.測量節點：[V1、VO1]，計算增益值= 93.50。相位關係：☒同相、☐反相。



MSO2024 - 下午 02:41:21 2020/10/12

### (三)實驗項目(三)：頻率響應特性測試

#### 1. $A_{v1}=40\text{dB}$

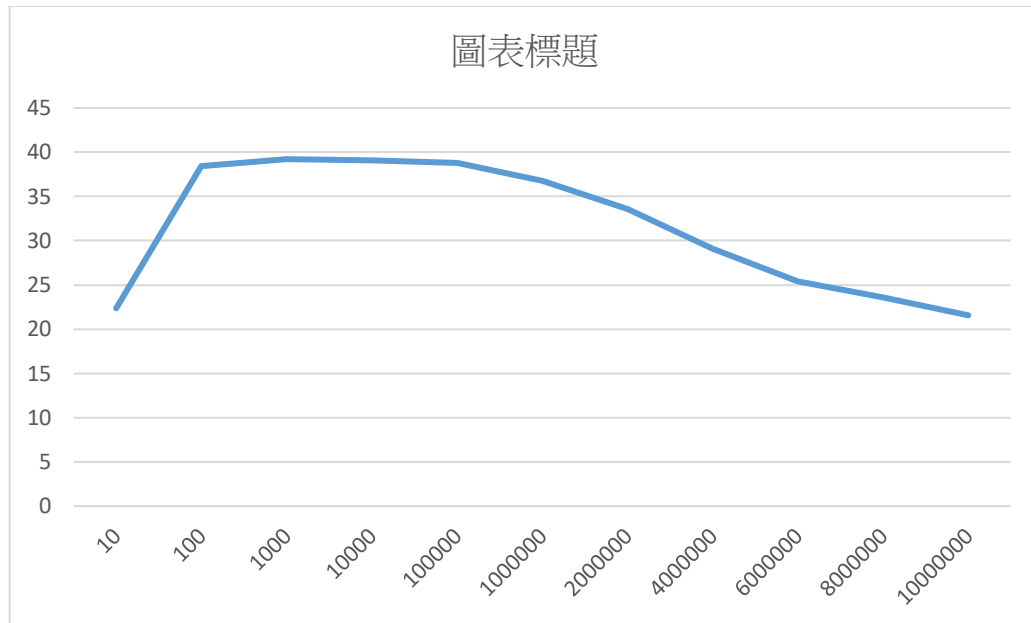
- a.接電源 15V，示波器探棒接妥[CH1、CH2]=[V1、VO1]。F.G.設定頻率=10KHz，示波器 CH1 測得峰-峰值電壓( $V_{p-p}$ )=25mV。調整回授網路的可變電阻 R8，使得[VO1]峰-峰值電壓( $V_{p-p}$ ) $\geq 2.5\text{V}$ (中頻電壓增益( $A_{v1}$ )=100 倍，40dB)。
- b.設定頻率=1KHz，在示波器上觀察輸出節點[VO1]，記錄下[VO1]波形的振幅大小及測量其輸入與輸出的相位差，將實驗結果記錄下來且計算出 dB 值，完成表格(3-5)內容。

表(3-5)：回授放大器頻率響應測試資料記錄表[Gain=40dB]

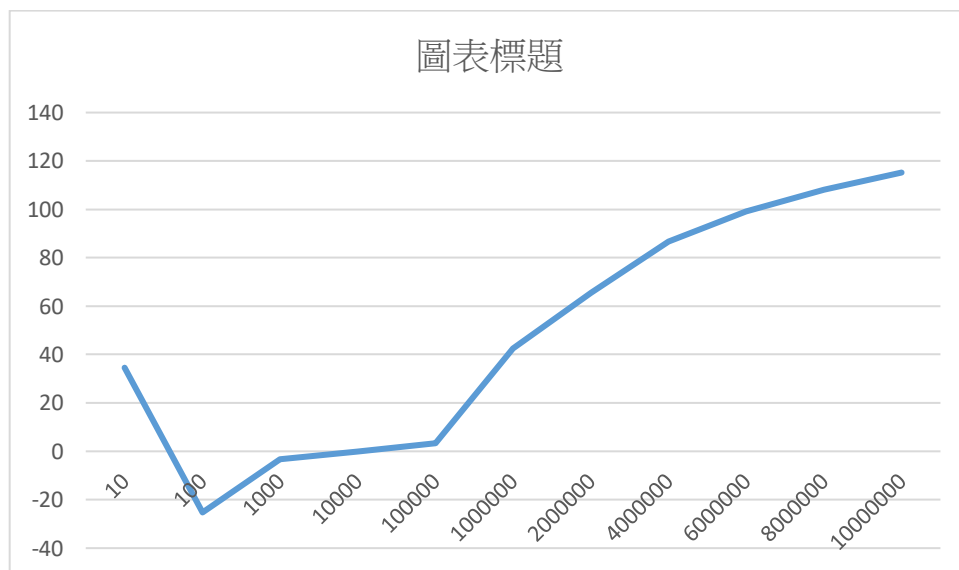
頻率 (Hz)	輸入振幅 V1(V)	輸出振幅 VO1(V)	計算電壓增益值 (dB)	記錄相位差 (度)
10	110m	1.44	22.33939614	34.44
100	55.40m	4.618	38.41888328	-25.25
1K	53.20m	5.041	39.21155239	-3.38
10K	55.38m	4.994	39.10191173	-6667.6m
100K	57.21m	4.966	38.77069535	3.449
1MHz	57.22m	3.945	36.76998308	42.60
2 MHz	57.37m	2.747	33.60347619	65.43
4 MHz	53.99m	1.542	29.11542092	86.56
6MHz	51.80	1.043	25.43300219	99.25
8MHz	50.72	765.6m	23.5764536	108
10MHz	51.24m	613.5m	21.56410892	115.2

c.輸出圖表：

①.回授放大器頻率響應圖(Excell 作圖)：增益對頻率之關係。



②.回授放大器頻率響應圖(Excell 作圖)：相位對頻率之關係。



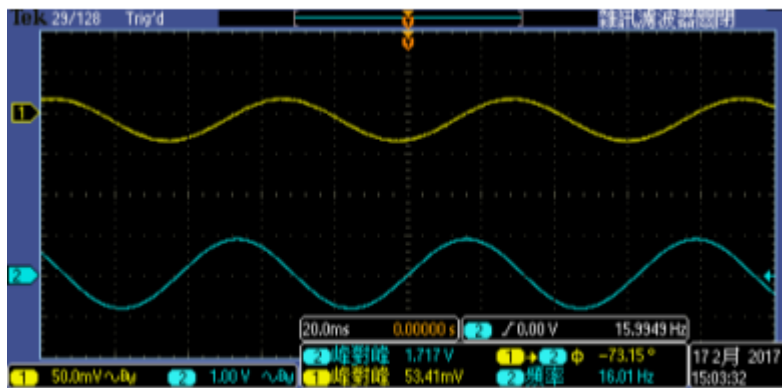
d.測量低頻-3dB 截止頻率：

①. 輸出  $VO1 = 2.5V \times 0.707 = 1.77V_{(p-p)}$ 。

②. 擷取波形：[CH1、CH2]=[V1、VO1]。

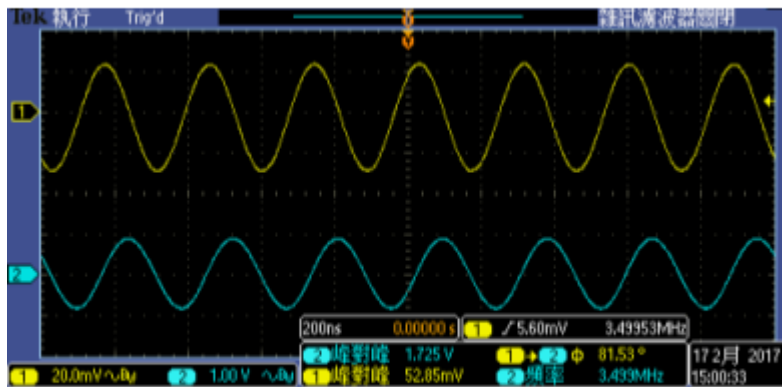
③. 記錄：頻率值  $f_{L1(-3dB)} = \underline{15.99Hz}$ 。

◎擷取波形：



e.測量高頻-3dB 截止頻率：

- ①. 輸出  $VO1 = 2.5V \times 0.707 = 1.77V_{(p-p)}$ 。
  - ②. 擷取波形：[CH1、CH2]=[V1、VO1]。
  - ③. 記錄：頻率值  $f_{H1(-3dB)} = \underline{3.5MHz}$ 。
- ◎擷取波形：



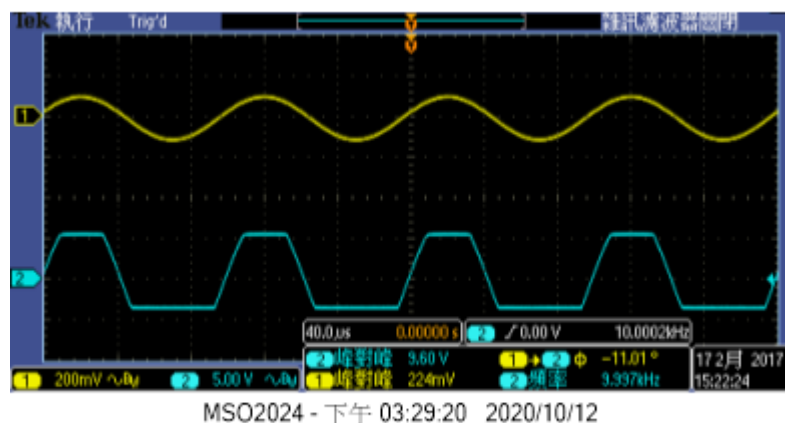
f.計算頻寬增益乘積(Hz)  $\approx f_{H1} \times Gain(A_v = 100) = \underline{329M}$ 。

## 2. $A_{v3}=20\text{dB}$

a. 改變  $R_f$  電阻值，測量頻率=10KHz，使得中頻電壓增益  $A_{v3}=20\text{dB}$  (電壓增益=10 倍，輸入訊號 0.2Vp-p，輸出波形 2Vp-p)。

b. 測量中頻電壓增益節點波形，擷取波形：[CH1、CH2]=[V1、VO1]。

◎擷取波形：



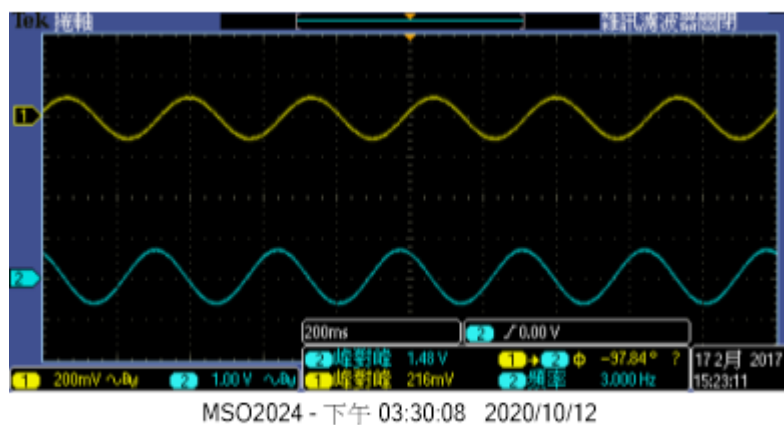
c. 測量低頻-3dB 截止頻率：

①. 輸出  $VO1=2V \times 0.707 = 1.414V_{(p-p)}$ 。

②. 擷取波形：[CH1、CH2]=[V1、VO1]。

③. 記錄：頻率值  $f_{L3(-3dB)} = \underline{\underline{3\text{Hz}}}$ 。

◎擷取波形：





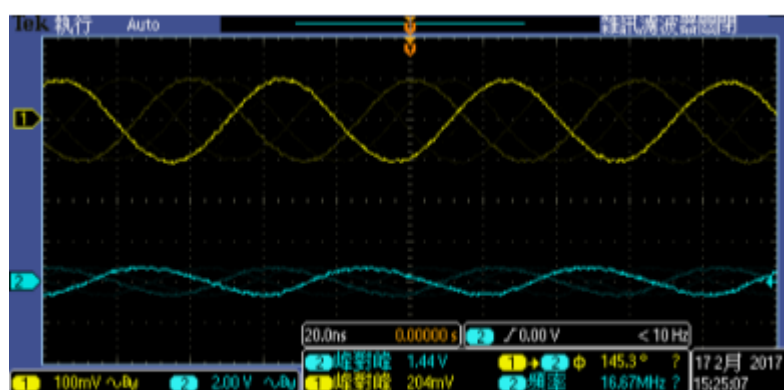
d.測量高頻-3dB 截止頻率：

①. 輸出  $VO1=2V \times 0.707 = 1.414V_{(p-p)}$  。

②. 擷取波形：[CH1、CH2]=[V1、VO1] 。

③. 記錄：頻率值  $f_{H3(-3dB)} = \underline{16.67MHz}$  。

◎擷取波形：



e.計算頻寬增益乘積  $\approx f_{H3} \times Gain(A_{v3} = 10) = \underline{1556M}$  。

3.完成下列表格(3-6)內容。

表(3-6)：放大器頻寬增益乘積關係

測試參數 電壓增益	$f_{L3(-3dB)}$	$f_{H3(-3dB)}$	計算頻寬	計算頻寬 增益乘積
40dB	15.99Hz	3.5MHz	3.5MHz	329M
20dB	3Hz	16.67MHz	16.67MHz	1566M

#### (四)、測試項目(四)：Miller Compensation Capacitor 的影響

1.如前實驗步驟，其中頻增益=40dB，當加上 Miller Effect Capacitor 的電路圖，使得節點[VO1]的-3dB 截止頻率  $f_{H4(-3dB)}$  頻率範圍為下列數值內----

$90KHz \leq f_{H4(-3dB)} \leq 100KHz$ ，並測量、記錄所加上的電容值= 150pC。

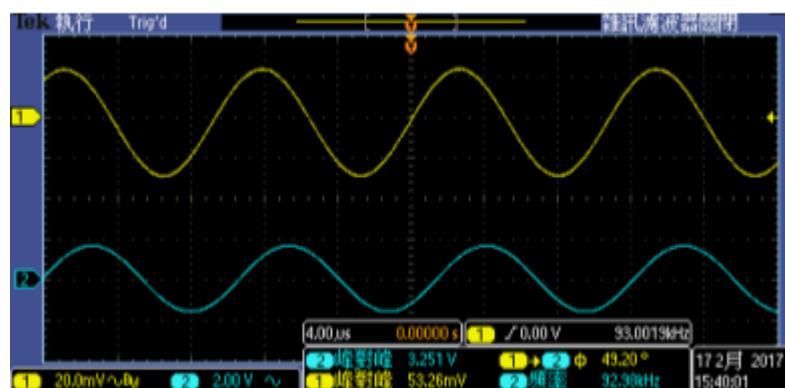
2.擷取  $f_{H4(-3dB)}$  前述步驟波形與記錄。

a.輸出  $VO1 = 2.5V \times 0.707 = 1.77V_{(p-p)}$ 。

b.記錄：頻率值  $f_{H4(-3dB)} =$  93k (Hz)。

c.擷取波形：[CH1、CH2]=[V1、VO1]。

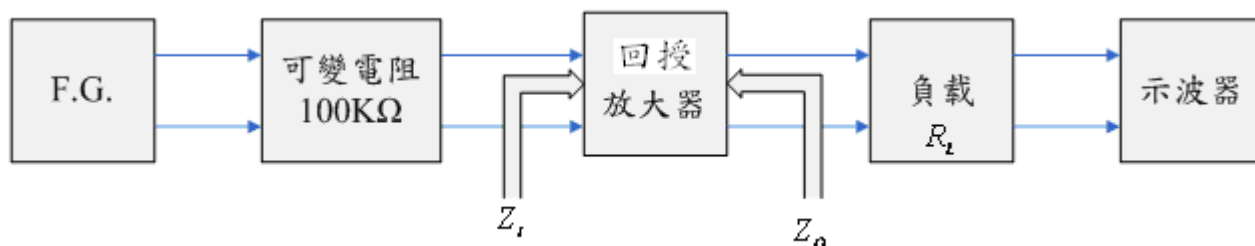
◎擷取波形：



MSO2024 - 下午 03:46:57 2020/10/12

d.計算頻寬增益乘積(Hz)  $\approx f_{H4} \times Gain(A_v = 100) =$  9300k。

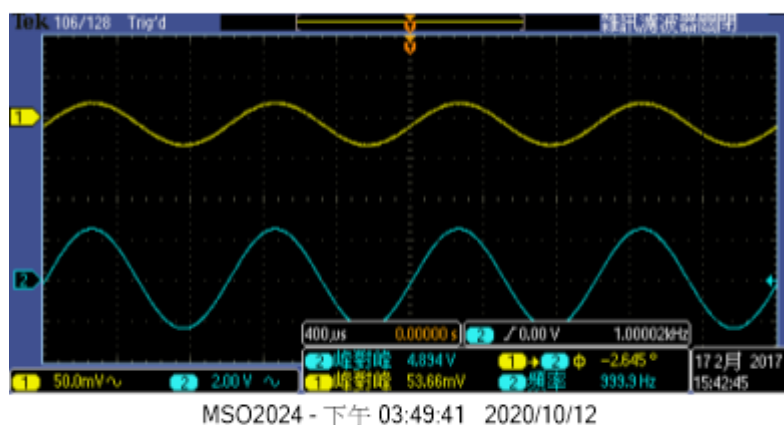
### (五)、測試項目(五)：輸入阻抗測試



圖(3-3)：測試輸入阻抗的測試連接圖

1. 接續上述電路，接電源 15V，示波器探棒接妥[CH1、CH2]=[V1、VO1]。F.G.設定頻率=1KHz，示波器 CH1 測得峰-峰值電壓( $V_{p-p}$ )=25mV。調整回授網路的可變電阻 R8，使得[VO1] 峰-峰值電壓( $V_{p-p}$ )=2.5V。

◎擷取波形：[CH1、CH2]=[V1、VO1]。



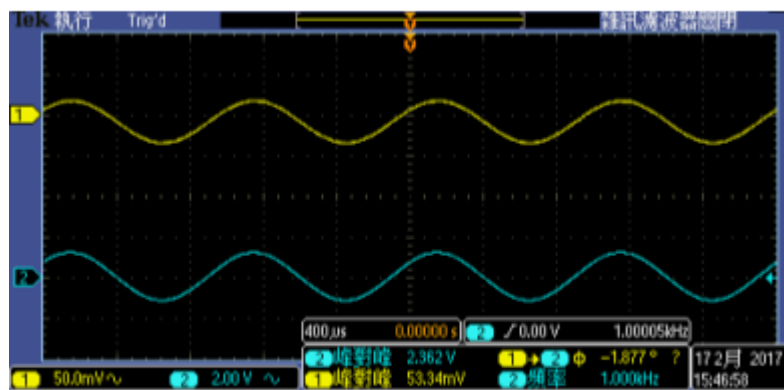
- 2.測試電路圖的輸入端，串接一個可變電阻 100KΩ，調整可變電阻，直到放大器的輸出電壓為前一項輸出電壓的一半，即 $\frac{1}{2}V_{O1(p-p)} = 0.25V$ 為止，並印出此結果，示波器測量時，需標示出電壓值。

- 3.擷取波形。

a.輸出  $VO1 = \frac{1}{2} \times 2.5V = 1.25V_{(p-p)}$ 。

b.記錄：測試頻率值= 1kHz。

c.擷取波形：[CH1、CH2]=[V1、VO1]。

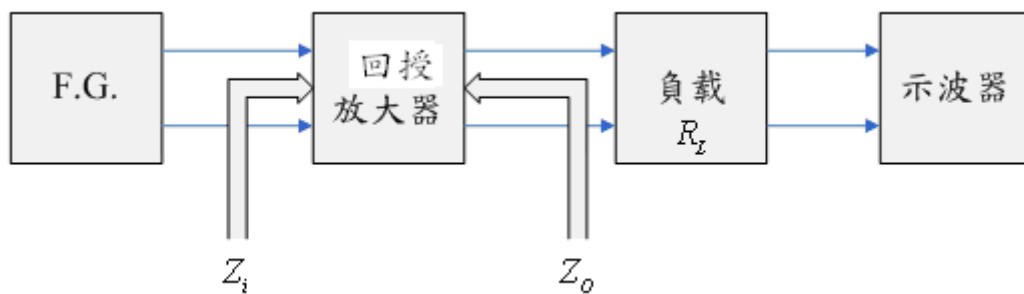


4.取下可變電阻  $100\text{K}\Omega$ ，使用萬用電表測量其電阻值，此電阻值即為放大器在  $1\text{KHz}$  時之輸入阻抗  $Z_i$ ，記錄  $Z_i = \underline{31\text{k}} \Omega$ 。

## (六)、測試項目(七)：輸出阻抗測試

1.接電源 15V，示波器探棒接妥[CH1、CH2]=[V1、VO1]。F.G.設定頻率=1KHz，示波器 CH1 測得峰-峰值電壓( $V_{p-p}$ )=10mV。調整回授網路的可變電阻 R8，使得[VO1]峰-峰值電壓( $V_{p-p}$ )=1.00V。

2.更換負載測試：



圖(3-4)：輸出阻抗測試接線方塊圖

3.去除  $R_L=R10$ ，測量無負載下的電壓值  $V_{OPEN}(p-p) = \underline{961.4m}$  V，並印出此結果，示波器測量時，需標示出電壓值。

4.換接  $R_L=R10=1.5K\Omega$  電阻於負載處，測量放大器的輸出電壓值，其輸出電壓為  $V_{LOAD}(p-p) = \underline{901.1m}$  V，並印出此結果，示波器測量時，需標示出電壓值。

5.計算下列數學式，此為放大器在 1KHz 時的輸出阻抗為  $Z_o$ 。

◎記錄  $Z_o = R_L(1.5K\Omega) \times \left[ \frac{V_{OPEN}}{V_{LOAD}} - 1 \right] = \underline{100} \Omega$ 。

6.公式推導：

①.  $V_{OPEN} = V_{LOAD}(R_L = \infty)$

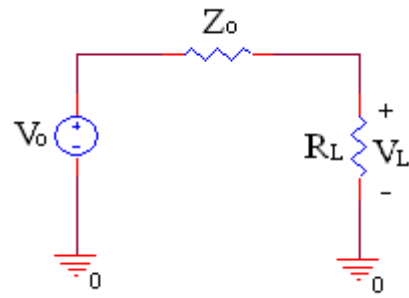
②.接負載下  $V_{LOAD} < V_{OPEN}$

③.由戴維寧等效電路，分壓定理知

$$\frac{V_{LOAD}}{V_{OPEN}} = \frac{R_L}{Z_o + R_L}$$

$$\frac{V_{OPEN}}{V_{LOAD}} = \frac{R_L + Z_o}{R_L} = 1 + \frac{Z_o}{R_L}$$

$$Z_o = R_L \times \left( \frac{V_{OPEN} - V_{LOAD}}{V_{LOAD}} \right)$$

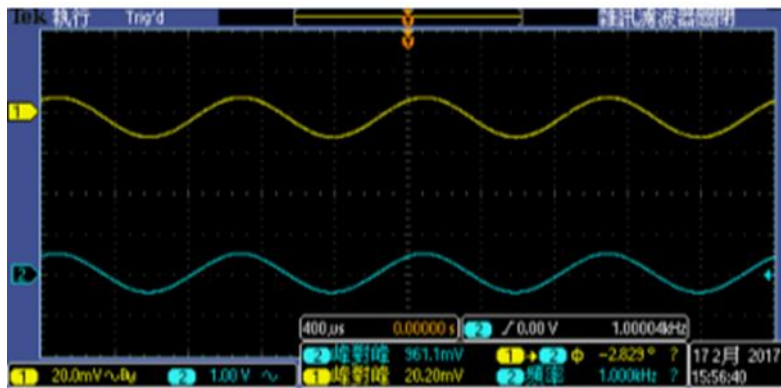


圖(3-5)：輸出阻抗等效電路圖

7.擷取波形：節點[V1，VO1]。

◎記錄： $V_{OPEN}(p-p) = \underline{961.1\text{mV}}$ ，頻率值= 1kHz。

◎擷取波形：節點[V1，VO1]。

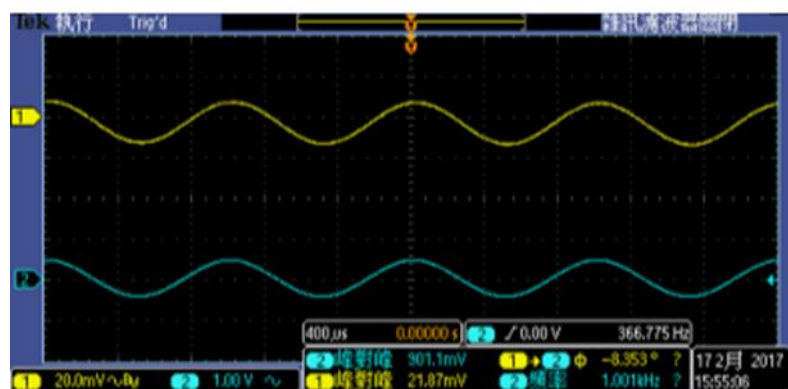


MSO2024 - 下午 04:03:37 2020/10/12

8.擷取波形：節點[V1，VO1]。

◎記錄： $V_{LOAD}(p-p) = \underline{901.1\text{mV}}$ ，頻率值= 1.001kHz。

◎擷取波形：節點[V1，VO1]。



9. 計算  $Z_o = R_L (1.5K\Omega) \times \left[ \frac{V_{OPEN}}{V_{LOAD}} - 1 \right] = \underline{\underline{100}} \Omega$ 。



## 六、實驗問題討論

1.本實驗中有使用到直接耦合放大器的電路結構，請問在您所學的電子學課程中，有那些單元是屬於此類電路架構？11 章以前。

2.若您再次遇到直接耦合電路，設計電路時，您應注意那些偏壓的問題？

R8 及 R9 是決定電路放大率的回授電阻，其值與電路的輸出阻抗有關係，不能夠太小。

3.請問單元實驗電路可否對直流電壓作線性放大？何故？

可，放大器的電壓增益非常大。

## 七、撰寫實驗結論與心得

了解及實做回授放大器電路。

## 八、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(三)：自耦變壓器 ☒上述及左列複寫扣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、檢核實驗數據。

①. 工作日期：109年09月12日、工作時數：2小時、☒上課時段、☐開放時段

■實驗進度說明：SIM-31

②. 工作日期：109年09月12日、工作時數：2小時、☒上課時段、☐開放時段

■實驗進度說明：ELPS-31

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。

$\left\{ \begin{array}{l} Q1 \rightarrow C \\ Q2 \rightarrow B \end{array} \right\} > \text{直流耦合}$   
 $\left\{ \begin{array}{l} \text{自耦變壓器} \\ \Rightarrow \text{輸入端} \\ \Rightarrow \text{輸出端} \end{array} \right\}$   
 $\rightarrow$  沒有自耦變壓器  
 $\Rightarrow$  不用手動變大器

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。

同課

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>20</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>20</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>20</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：2020/10/12 F4 04:02:03

■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)=0 助教陳錦昌

◎檢查時間：109/10/12

◎助教簽章：\_\_\_\_\_

◎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=100分。

◎助教簽章：助教陳錦昌

※繳交此實驗紀錄單。

十、附上麵包板電路組裝圖檔(照片檔)



