**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-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β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β值。**

**電晶體Q1，β值= 245 。電晶體Q2，β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。**

****

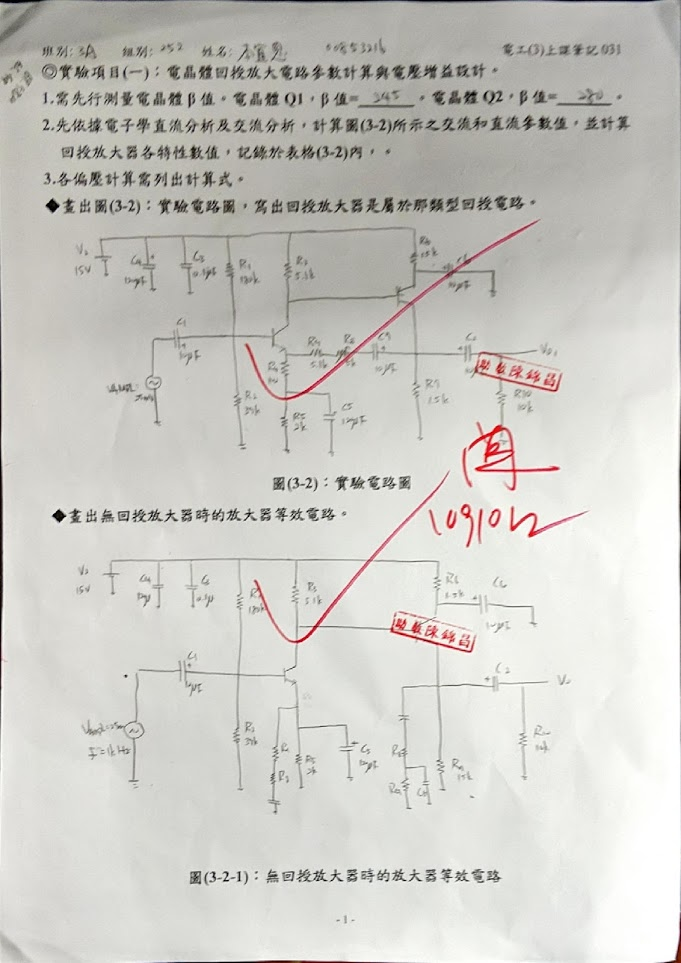
**圖(3-2)：實驗電路圖**

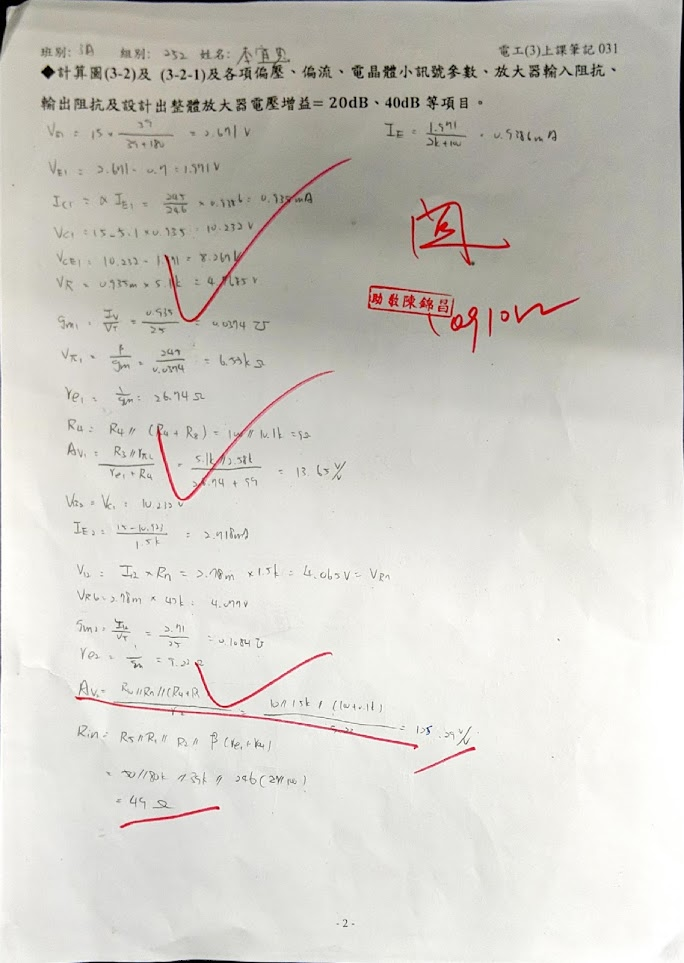
**表格(3-2)：交流和直流參數值(計算值)**

| **直流參數(Q1)** | **計算值(Q1)** | **直流參數(Q2)** | **計算值(Q2)** |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **2.671V** |  | **10.232V** |
|  | **1.971V** |  | **11.136V** |
|  | **10.232V** |  | **3.82V** |
|  | **8.267V** |  | **-7.233V** |
|  | **4.7685V** |  | **4.007V** |
|  | **1.773V** |  | **4.065V** |
|  | **0.983m A** |  | **2.708m A** |
|  | **0.9386m A** |  | **2.718m A** |
|  |  |  |  |
| **交流參數(Q1)** | **計算值(Q1)** | **交流參數(Q2)** | **計算值(Q2)** |
| **V1** | **25mV(Vp-p)** |  |  |
|  | **26.74** |  | **9.22** |
|  | **109.14m** |  | **32.92m** |
|  | **0.0374s** |  | **0.1084s** |
|  | **13.65** |  | **9.178** |
| **整體參數** | **整體參數計算值** | **整體參數** | **整體參數計算值** |
|  | **49** |  | **100** |
|  | **125.29** |  |  |

**◎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)**





**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** | **10C** | **10C** | **120C** | **10C** |  |  |  |
| **電阻** | **R1** | **R2** | **R3** | **R4** | **R5** | **R6** | **R7** |
| **電阻值** | **180 K** | **39 K** | **5.1 K** | **100** | **2 K** | **1.5 K** | **1.5K** |

**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)** |
|  | **2.476V** |  | **10.532V** |
|  | **1.872V** |  | **11.167V** |
|  | **10.533V** |  | **3.89V** |
|  | **8.665V** |  | **-7.272V** |
|  | **4.48V** |  | **3.853V** |
|  | **1.782V** |  | **3.89V** |
|  | **875.88A** |  | **3.425mA** |
|  | **871.79A** |  | **2.55mA** |
| **交流參數(Q1)** | **測量值(Q1)** | **交流參數(Q2)** | **測量值(Q2)** |
| **V1** | **24mV** |  |  |
|  | **26.74** |  | **9.10** |
|  | **6.551k** |  | **2.548** |
|  | **0.0374s** |  | **0.1s** |
|  | **13.65** |  | **94** |
| **整體參數** | **整體參數測量值** | **整體參數** | **整體參數測量值** |
|  | **49** |  | **100** |
|  | **94** |  |  |

**◎項目說明：、與參數值的計算值，是由所測量的數值(或)計算所得。**

**(二)、實驗項目(二)：節點[VO1]輸出電壓增益**

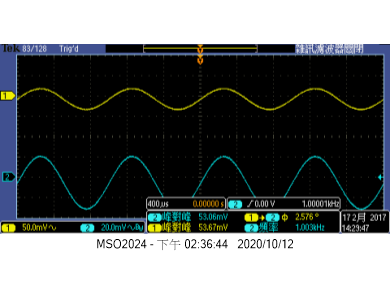
**1.接電源15V，示波器探棒接妥[CH1、CH2]=[V1、VO1]。F.G.設定頻率=1KHz，示波器CH1測得峰-峰值電壓=25mV。調整回授網路的可變電阻R8，使得[VO1] 峰-峰值電壓2.5V，增益=100倍(40dB)。**

**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及CH2，計算增益值，記錄相位關係，完成波形擷取。**

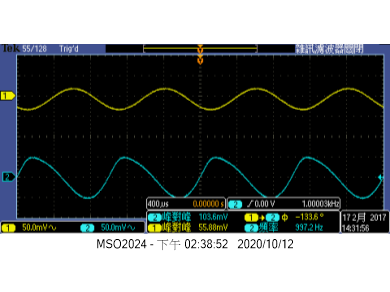
**3.測量節點：[V1、VB1]，[V1、VC1]，[V1、VE1]，[V1、VC2] ，[V1、VE2]，[V1、VO1]。**

**◎擷取波形：**

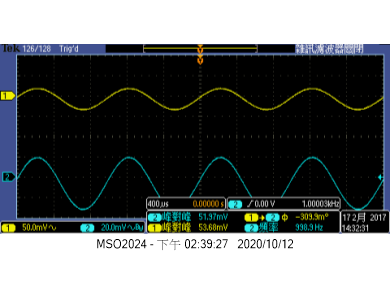
**a.測量節點：[V1、VB1]，計算增益值= 0.988 。相位關係：■同相、□反相。**



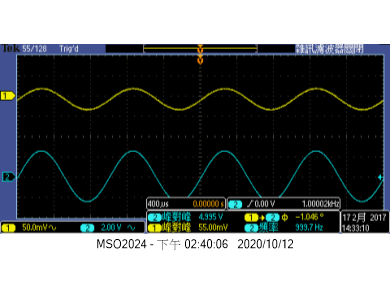
**b.測量節點：[V1、VC1] ，計算增益值= -1.856 。相位關係：□同相、■反相。**



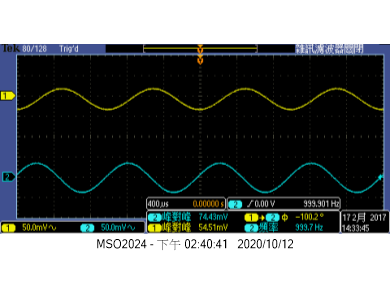
**c.測量節點：[V1、VE1] ，計算增益值= 0.968 。相位關係：■同相、□反相。**



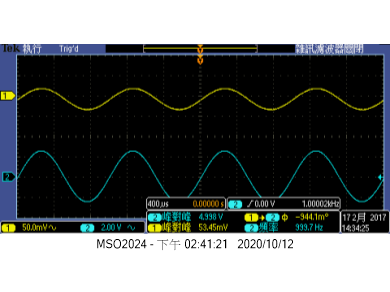
**d.測量節點：[V1、VC2] ，計算增益值= 90.81 。相位關係：■同相、□反相。**



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



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



**(三)實驗項目(三)：頻率響應特性測試**

**1.=40dB**

**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=25mV。調整回授網路的可變電阻R8，使得[VO1] 峰-峰值電壓2.5V(中頻電壓增益()=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：**

**.回授放大器頻率響應圖(Excell作圖)：增益對頻率之關係。**

**.回授放大器頻率響應圖(Excell作圖)：相位對頻率之關係。**

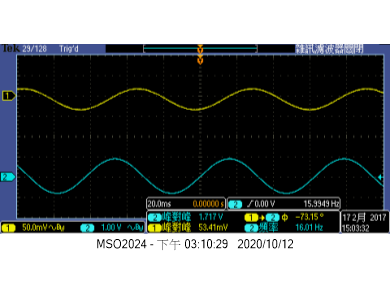
**d.測量低頻-3dB截止頻率：**

**.輸出VO1=。**

**.擷取波形：[CH1、CH2]=[V1、VO1]。**

**.記錄：頻率值= 15.99Hz 。**

**◎擷取波形：**



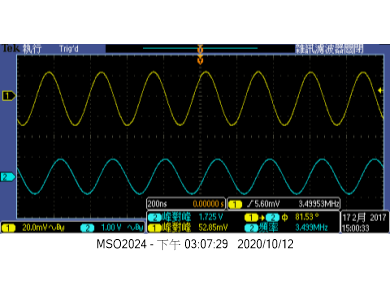
**e.測量高頻-3dB截止頻率：**

**.輸出VO1=。**

**.擷取波形：[CH1、CH2]=[V1、VO1]。**

**.記錄：頻率值= 3.5MHz 。**

**◎擷取波形：**



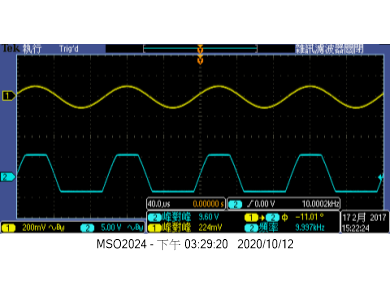
**f.計算頻寬增益乘積(Hz) 329M 。**

**2.=20dB**

**a.改變電阻值，測量頻率=10KHz，使得中頻電壓增益=20dB(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：**



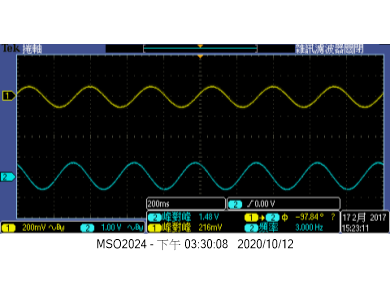
**c.測量低頻-3dB截止頻率：**

**.輸出VO1=。**

**.擷取波形：[CH1、CH2]=[V1、VO1]。**

**.記錄：頻率值= 3Hz 。**

**◎擷取波形：**



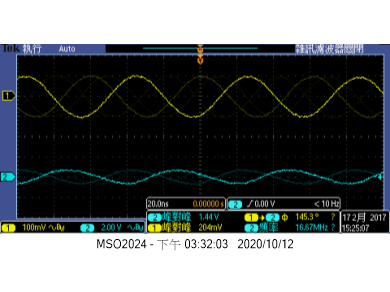
**d.測量高頻-3dB截止頻率：**

**.輸出VO1=。**

**.擷取波形：[CH1、CH2]=[V1、VO1]。**

**.記錄：頻率值= 16.67MHz 。**

**◎擷取波形：**



**e.計算頻寬增益乘積 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** |  |  | **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截止頻率頻率範圍為下列數值內----，並測量、記錄所加上的電容值= 150pC 。**

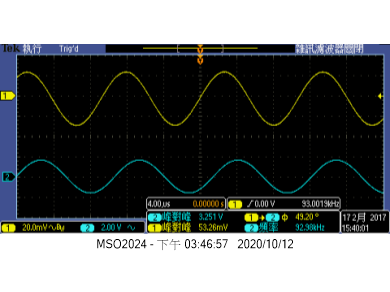
**2.擷取前述步驟波形與記錄。**

**a.輸出VO1=。**

**b.記錄：頻率值= 93k (Hz)。**

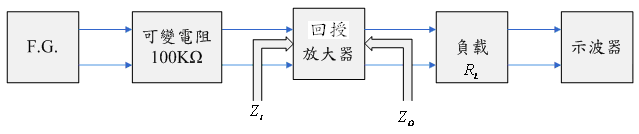
**c.擷取波形：[CH1、CH2]=[V1、VO1]。**

**◎擷取波形：**



**d.計算頻寬增益乘積(Hz) 9300k 。**

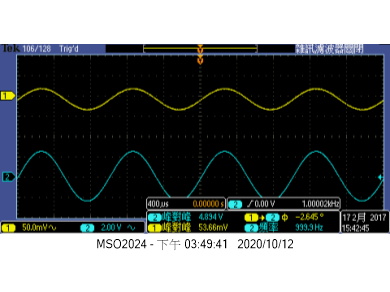
**(五)、測試項目(五)：輸入阻抗測試**

****

**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=25mV。調整回授網路的可變電阻R8，使得[VO1] 峰-峰值電壓=2.5V。**

**◎擷取波形：[CH1、CH2]=[V1、VO1]。**



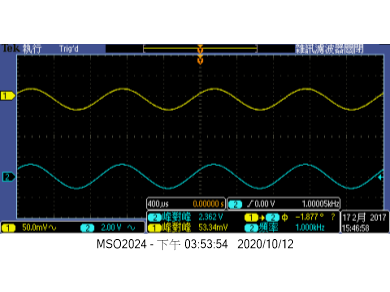
**2.測試電路圖的輸入端，串接一個可變電阻100KΩ，調整可變電阻，直到放大器的輸出電壓為前一項輸出電壓的一半，即0.25V為止，並印出此結果，示波器測量時，需標示出電壓值。**

**3.擷取波形。**

**a.輸出VO1=。**

**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100KΩ，使用萬用電表測量其電阻值，此電阻值即為放大器在1KHz時之輸入阻抗，記錄＝ 31k Ω。**

**(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=10mV。調整回授網路的可變電阻R8，使得[VO1]峰-峰值電壓=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=R10，測量無負載下的電壓值 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=R10=1.5KΩ電阻於負載處，測量放大器的輸出電壓值，其輸出電壓為 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。**

**◎記錄＝【－1】＝ 100 Ω。**

**6.公式推導：**

**.**

**.接負載下**

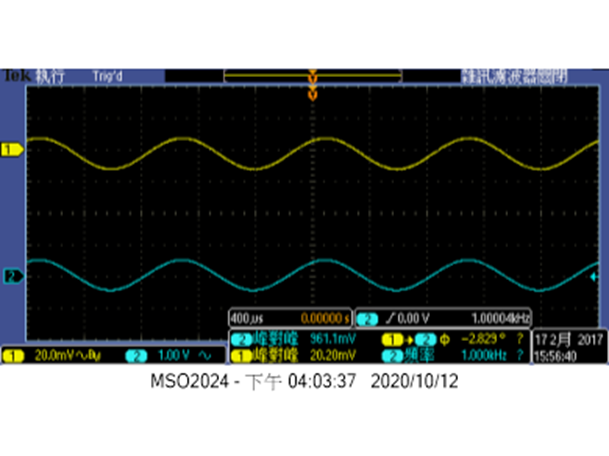
**.由載維寧等效電路，分壓定理知**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **圖(3-5)：輸出阻抗等效電路圖** |

**7.擷取波形：節點[V1，VO1]。**

**◎記錄： 961.1mV ，頻率值= 1kHz 。**

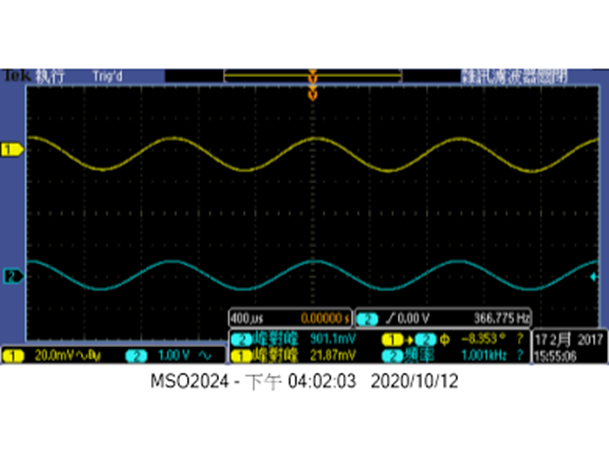
**◎擷取波形：節點[V1，VO1]。**

****

**8.擷取波形：節點[V1，VO1]。**

**◎記錄： 901.1mV ，頻率值= 1.001kHz 。**

**◎擷取波形：節點[V1，VO1]。**

****

**9.計算＝【－1】＝ 100 Ω。**

**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**

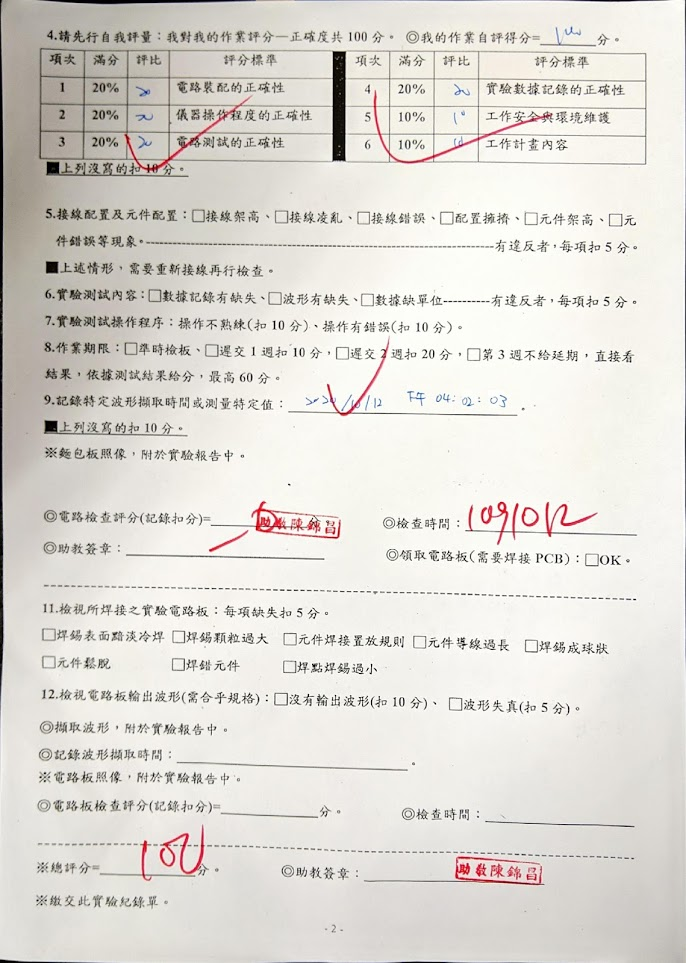
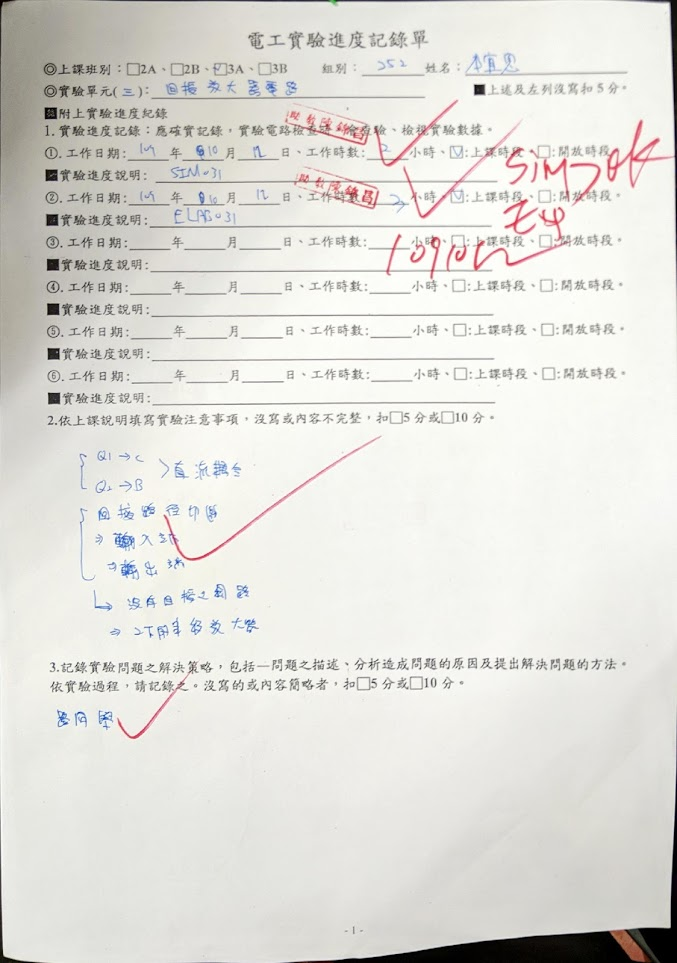
**3.實驗測量結果，是否合乎實驗目標及個人的是否清楚瞭解其電路特性。是**

**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)**



**十、附上麵包板電路組裝圖檔(照片檔)**

