

電工實驗(二) 實驗報告

實驗單元(6) MOSFET 共汲極放大器電路 (電路實作 061)

班別：電 2 B

組別：22

姓名：李宜恩

學號：00853216

■實驗報告內文設定

★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 MOSFET 共汲極放大器電路的電路特性

三、請簡介實驗項目(請自行寫出，沒寫扣分)

1. 實驗儀器設備與實驗材料表
2. 實驗電路計算
3. 實驗電路模擬
4. 實驗步驟與實驗測量
5. 實驗數據分析、實驗問題與討論
6. 實驗結論與實驗心得

四、實驗注意事項

- 1.參閱表(6-1)：各組頻率值，請依內容選定測試頻率值。
- 2.示波器測試波形時應使用示波器的測量功能，測量 CH1 及 CH2 峰-峰值大小及輸入測試頻率值，如未在輸出波形中顯示上述之結果，應重新擷取波形。
- 3.使用萬用電錶測量電壓時，請設定為 4 位半顯示測量值，測量電阻時，請設定為 4 位半顯示測量值。
- 4.測量弦波或方波時，輸入電壓或輸出電壓，皆使用測量峰-峰值(V_{p-p})。

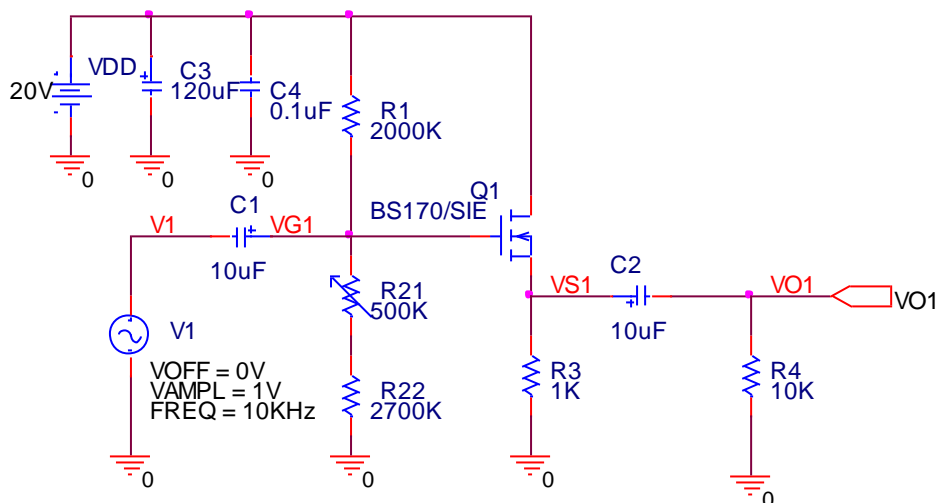
五、實驗項目與實驗步驟

■測試頻率值= 5.4 KHz

(一)、測量項目(一)：MOSFET Q1 偏壓點調整與測量。

1.參閱實驗電路圖(6-1)，組裝所設計的電路。

※實驗電路圖。



圖(6-1)：MOSFET 共汲極放大器電路

2.接上 20V 直流電壓源，應注意是否有短路發生，請確認您所接的電路是否正常工作，最簡單的方法就是使用萬用電表，檢驗電路模擬圖所完成的偏壓值是否差異過大，如有過大值存在，就要找出錯誤的原因。

3.調整可變電阻，改變電晶體的偏壓點，應儘量調整出自己所設計電晶體的工作點偏壓，使用三用電表測量下列電壓，並記錄之，完成表格(6-2)內容。

表(6-2)：電晶體電路偏壓點測量值及計算值

測 量 值	測 量 值	計 算 值
$V_{G1Q} = 9.311V$	$V_{R1} = 8.12V$	$I_{R1} = 4.06\mu A$
$V_{S1Q} = 11.81V$	$V_{R22} = 10.55V$	$I_{R22} = 3.9074\mu A$
$V_{DS1Q} = 8.3V$	$V_{R3} = 9.263V$	$I_{D1Q} = I_{S1Q} = I_{R3} = 9.263mA$

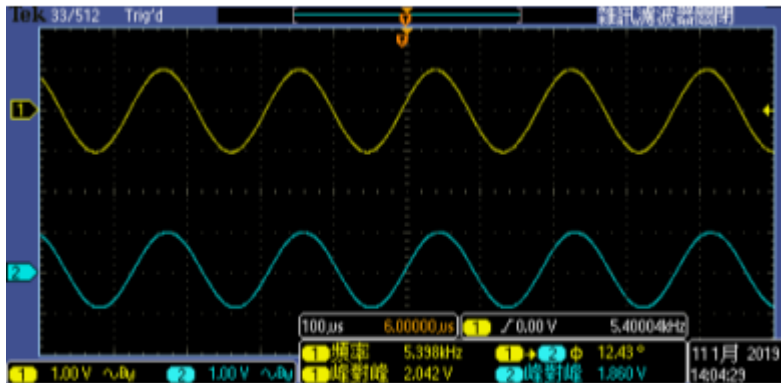
(二)、測量項目(二)：MOSFET Q1 輸出各節點電壓增益的測量。

1.調整訊號產生器設定：正弦波、依各組之頻率值、振幅(儀器面板上顯示)：0.5V、

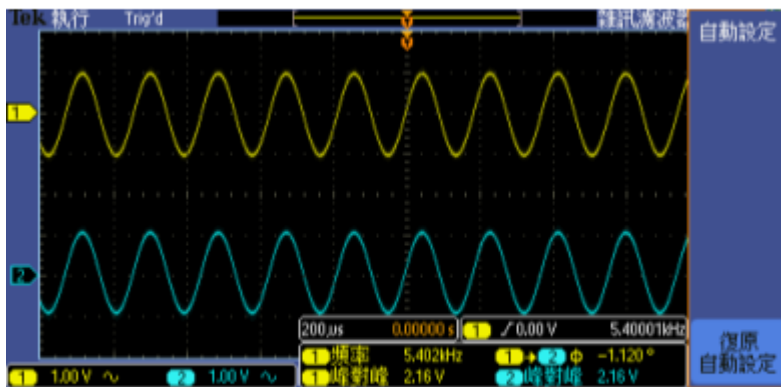
以下各項目測試，CH1、CH2 兩測試波形皆分開顯示。

2.擷取下列各節點波形，輸出節點[VO1] 峰-峰值應為(V_{p-p})≥1V。

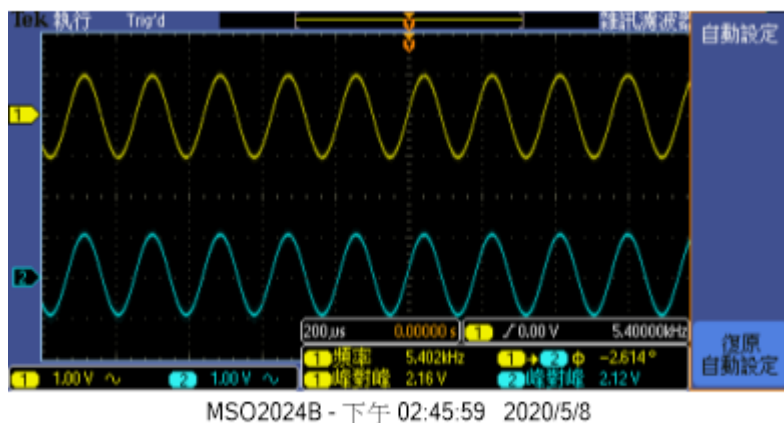
a.節點[V1，VG1]： $A_{v1} = \frac{VG1}{V1} = \underline{1}$ ，(相位關係：☒同相、☐反相)。



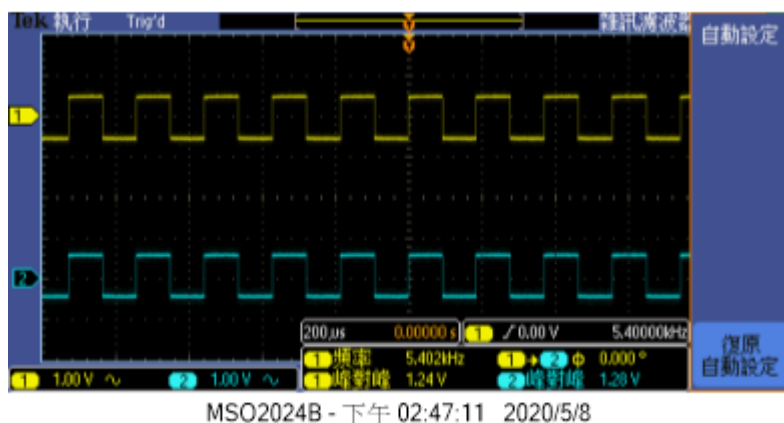
b.節點[V1，VS1]： $A_{v2} = \frac{VS1}{V1} = \underline{1}$ ，(相位關係：☒同相、☐反相)。



c.節點[V1，VO1]： $A_{v3} = \frac{VO1}{V1} = \underline{1}$ ，(相位關係：☒同相、☐反相)。



3.方波測試，調整訊號產生器的輸出為下列波形：方波、依各組別之頻率值、振幅(儀器面板上顯示)：0.5V，調整好的電路，擷取下列節點波形，測試探棒[CH1，CH2]=[V1，VO1]。



(三)、測量項目(三)：頻率響應特性測試

- 1.示波器探棒接妥[CH1、CH2]=[V1、VO1]。F.G.設定頻率=1KHz，示波器 CH1 測得電壓數據得[峰-峰值](V_{p-p})=1.0V。調整可變電阻，使得輸出[VO1] 峰-峰值電壓(V_{p-p})。示波器通道輸入設定為直流耦合。
- 2.分別改變正弦波之頻率，在示波器上觀察輸出節點[VO1]，記錄下[VO1]波形的峰-峰值大小及測量相位差且計算出 dB 值，完成表格(6-3)內容。使用 Excel 軟體繪製出如下的頻率響應圖(峰-峰值大小及相位差)。

表(6-3)：MOSFET 放大器頻率響應測試資料記錄表

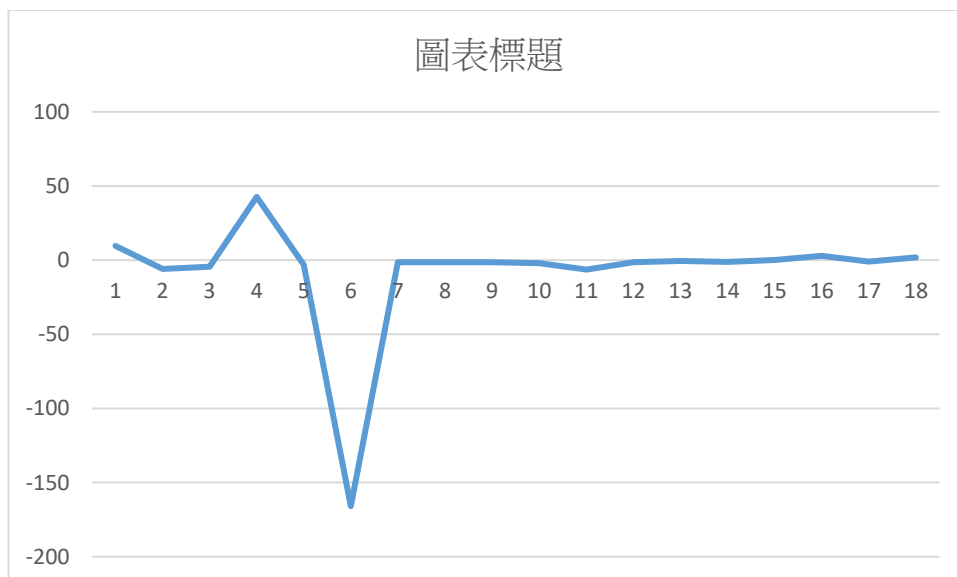
頻率 (Hz)	輸入 V1 (峰-峰值)	輸出 VO1 (峰-峰值)	計算電壓增益值 (dB)	記錄相位差 (度)
2	1.12	1.08	-0.315885344	9.707
10	1.16	1.12	-0.304799331	-6.045
100	1.16	1.12	-0.304799331	-4.389
500	1.08	1.12	0.315885344	42.65
1K	1.16	1.08	-0.620684675	-3.056
10K	1.16	1.12	-0.304799331	-165.9
30K	1.16	1.08	-0.620684675	-1.453
60K	1.12	1.12	0	-1.488
90K	1.12	1.12	0	-1.427
100K	0.96	1.04	0.695242125	-2.09
300K	0.92	0.96	0.369668114	-6.368
600K	1.08	1.08	0	-1.409
900K	0.92	0.92	0	-0.648
1M	0.88	0.96	0.755771218	-1.087
2 M	0.92	0.96	0.369668114	0
4M	0.96	1	0.354575339	2.903
6M	0.92	1	0.724243453	-1.065
10M	0.84	0.8	-0.423785981	1.805

3.輸出圖表

a.多級放大器頻率響應圖(Excell 作圖)：增益對頻率之關係。

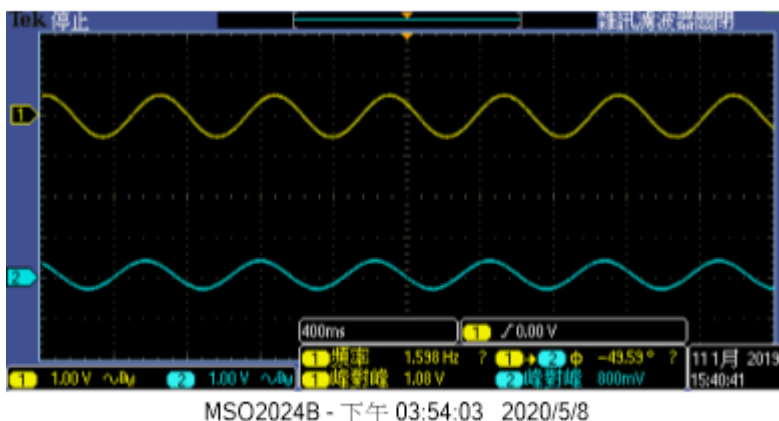


b.多級放大器頻率響應圖(Excell 作圖)：相位對頻率之關係。



(四)、實驗項目(四)：測量出-3dB 截止點頻率。

- 1.調整訊號產生器頻率：微調頻率旋鈕(頻率調小於 1KHz)，在微調頻率時示波器測得[CH1] (V_{p-p})=1.0V，輸出為不失真的最大峰-峰值波形，其 F.G.輸出峰-峰值如有變動，需微調訊號產生器的振幅旋鈕。當頻率調整到-3dB 截止點頻率時，即為 $f_{L(-3dB)}$ 截止點頻率，節點[VO1]輸出峰-峰值(V_{p-p})為上述輸出峰-峰值的 0.707 倍，此時記錄頻率值，記錄相位差，並擷取此波形。
- 2.調整訊號產生器頻率：微調頻率旋鈕(頻率調大於 1KHz)，在微調頻率時示波器測得[CH1] (V_{p-p})=1.0V，其峰-峰值如有變動，需微調訊號產生器的振幅旋鈕。當頻率調整到-3dB 截止點頻率時，即為 $f_{H(-3dB)}$ 截止點頻率，節點[VO1]輸出峰-峰值(V_{p-p})為上前述輸出峰-峰值的 0.707 倍，此時記錄頻率值，記錄相位差，並擷取此波形。
- 3.測量低頻-3dB 截止頻率：
 - a.輸出 VO1= 0.720V。
 - b.記錄：頻率值 $f_{L(-3dB)}$ = 1.600HZ。測量相位差 = -51.06。
 - c.擷取波形：[CH1、CH2]=[V1、VO1]。



- 4.測量高頻-3dB 截止頻率：高頻截止頻率過高時，測量數據以儀器所能測試的最高頻率就可以了。
 - a.輸出 VO1= 無法測得。
 - b.記錄：頻率值 $f_{H(-3dB)}$ = 無法測得。測量相位差 = 無法測得。

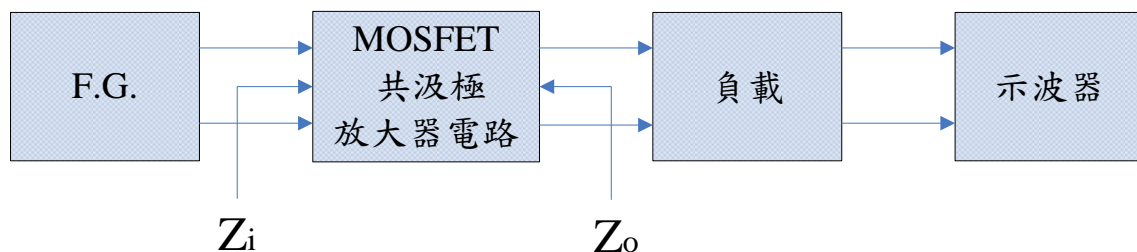
c.擷取波形：[CH1、CH2]=[V1、VO1]。

5.計算頻寬增益乘積=_____無法測得_____。

(五)、測量項目(五)：輸出阻抗測試。

1.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})=1.0V。調整可變電阻，使得輸出為不失真的最大峰-峰值波形。

2.更換負載測試：去除負載電阻，測量無負載下的電壓值 $V_{OPEN}(p-p)$ ，並擷取此結果，示波器測量時，需標示出電壓值。



圖(6-2)：輸出阻抗測試接線方塊圖

3.接負載電阻=10K Ω 於負載處，測量放大器的輸出電壓值，其輸出電壓 $V_{LOAD}(p-p)$ ，並擷取此結果，示波器測量時，需標示出電壓值。

4.計算下列數學式，此為放大器在 1KHz 時的輸出阻抗為 Z_o 。

$$Z_o = R_4(10K\Omega) \times \left[\frac{V_{OPEN}}{V_{LOAD}} - 1 \right]。$$

5.公式推導：

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

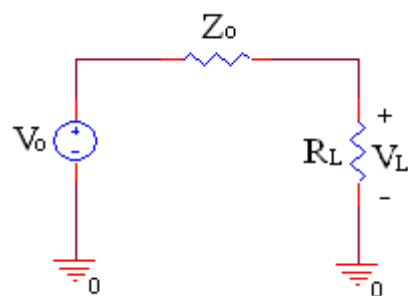
②.接負載下 $V_{LOAD} < V_{OPEN}$

③.由戴維寧等效電路，分壓定理知

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

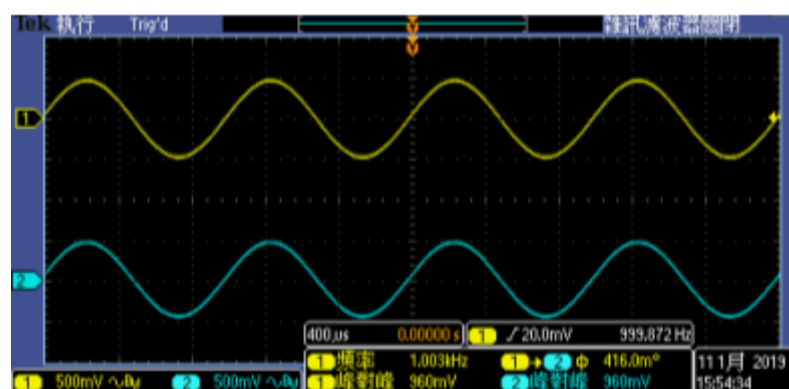
$$\frac{V_{OPEN}}{V_{LOAD}} = \frac{R_L + Z_O}{R_L} = 1 + \frac{Z_O}{R_L}$$

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



圖(6-3)：輸出阻抗等效電路圖

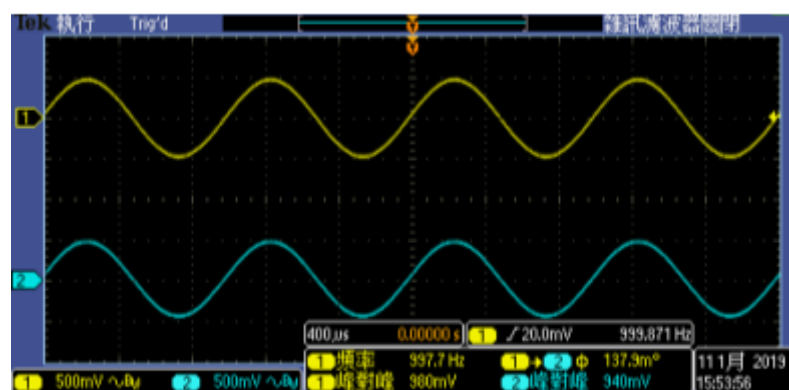
6.擷取波形：節點[V1，VO1]。



MSO2024B - 下午 04:07:57 2020/5/8

記錄： $V_{OPEN}(p-p) = \underline{960m}$ ，頻率值= $\underline{1kHz}$ 。

7.擷取波形：節點[V1，VO1]。



MSO2024B - 下午 04:07:19 2020/5/8

記錄： $V_{LOAD}(p-p) = \underline{940m}$ ，頻率值= $\underline{1kHz}$ 。

8. 計算 $Z_o = R_4(10K\Omega) \times [\frac{V_{OPEN}}{V_{LOAD}} - 1] = \underline{212.765} \Omega$ 。

六、實驗數據分析、實驗問題與討論

1. 依上述所得到的實驗數據，討論共汲極放大器電路的特性。

輸入阻抗大，輸出阻抗小，電壓增益約為 1

2. 共汲極放大器電路可以應用於那些電路呢？

電壓緩衝器

七、撰寫實驗心得與結論

實作了 CD 阻態，也更了解共汲極，更驗證了課本上的理論

八、實驗建議與評比

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。有

4. 就實驗內容的安排，是否合乎相關課程進度。合乎

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。

最容易的是接電路，而繪畫 DB 圖較為困難。

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：22 姓名：李宜恩
 ◎實驗單元(次)：MOSFET 共源極放大電路 ■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5月8日、工作時數：2小時、☒上課時段、☐開放時段。

■實驗進度說明：SIM061, 筆記 助教陳錦昌

②. 工作日期：109年5月8日、工作時數：2小時、☒上課時段、☐開放時段。

■實驗進度說明：ELAB061 助教陳錦昌

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：_____

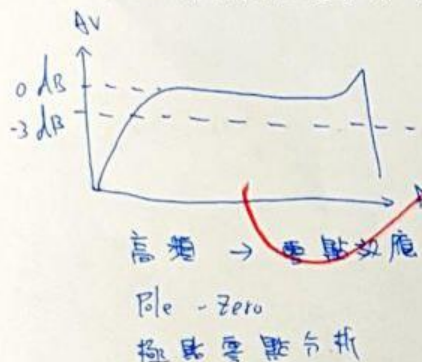
⑤. 工作日期：____年____月____日、工作時數：____小時、☐上課時段、☐開放時段。

■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。



$$G_v = \frac{R_G}{R_G + R_{sig}} \times \frac{(R_D \parallel R_L)}{\frac{1}{g_m} + (R_D \parallel R_L)} \approx 0.718 (\%)$$

3. 記錄實驗問題及解決策略，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。

看教材

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%	20	電路裝配的正确性	4	20%	20	實驗數據記錄的正确性
2	20%	20	儀器操作程度的正确性	5	10%	10	工作安全與環境維護
3	20%	20	電路測試的正确性	6	10%	10	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：2020/5/18 14:19:19。

■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分。

◎檢查時間：1090508

◎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=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)

