

電工實驗(二) 實驗報告

實驗單元(5) MOSFET 共源極放大器電路 (電路模擬 051)

班別：電 2 B
組別：22
姓名：李宜恩
學號：00853216

一、實驗模擬注意事項

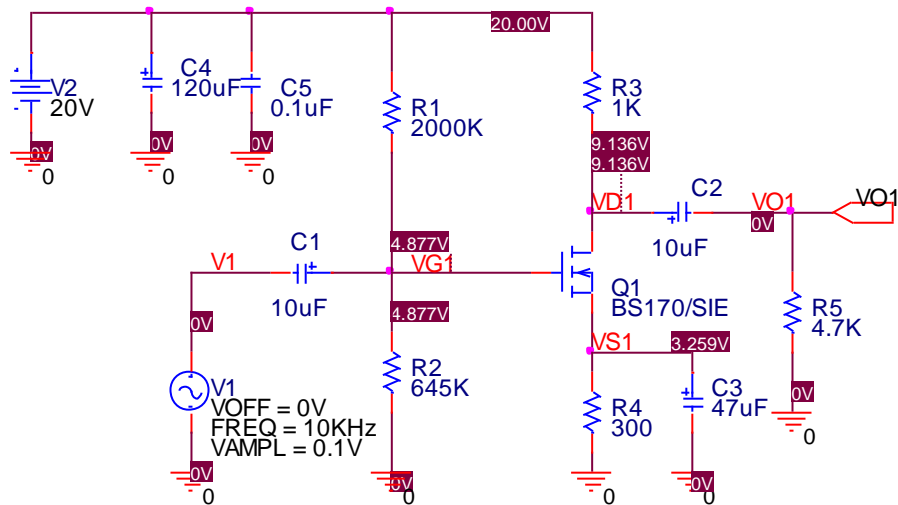
1. 注意 MOSFET 通道及夾止特性。

$$V_{DS} \geq V_{GS} - V_t \text{ (夾止的通道)}$$

$$V_{GS} \geq V_t \text{ (感應通道)}$$

$$V_{GD} \leq V_t \text{ (通道在洩極處被夾止)}$$

2. 參閱圖(二十八)：含源極電阻的共源極放大器電路中要慎選 R4 及 R3 電阻，這會對放大器造成的 D 極及 S 極偏壓及偏流的重大影響，如前之 MOSFET 通道及夾止特性。

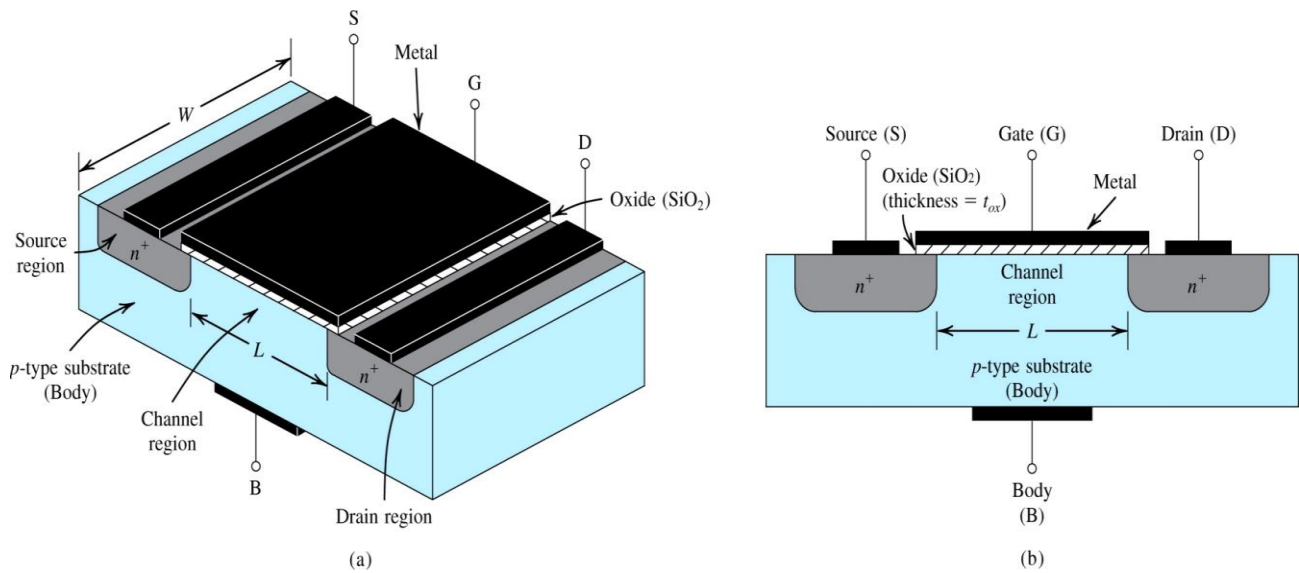


圖(二十八)：含源極電阻的共源極放大器電路

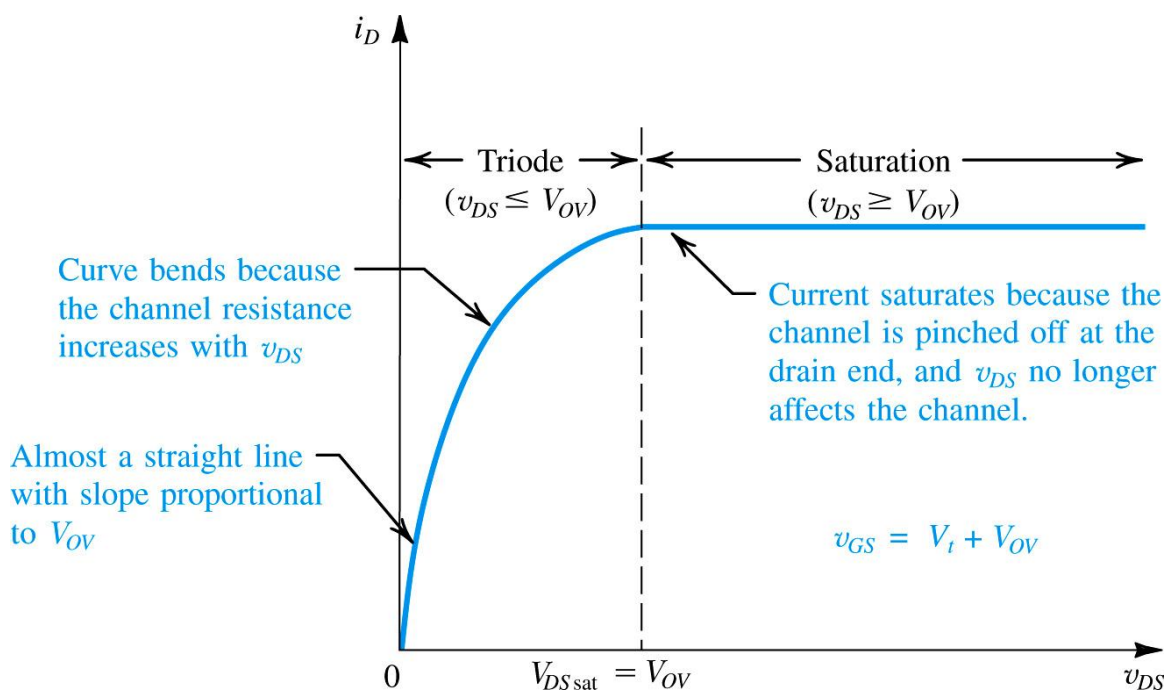
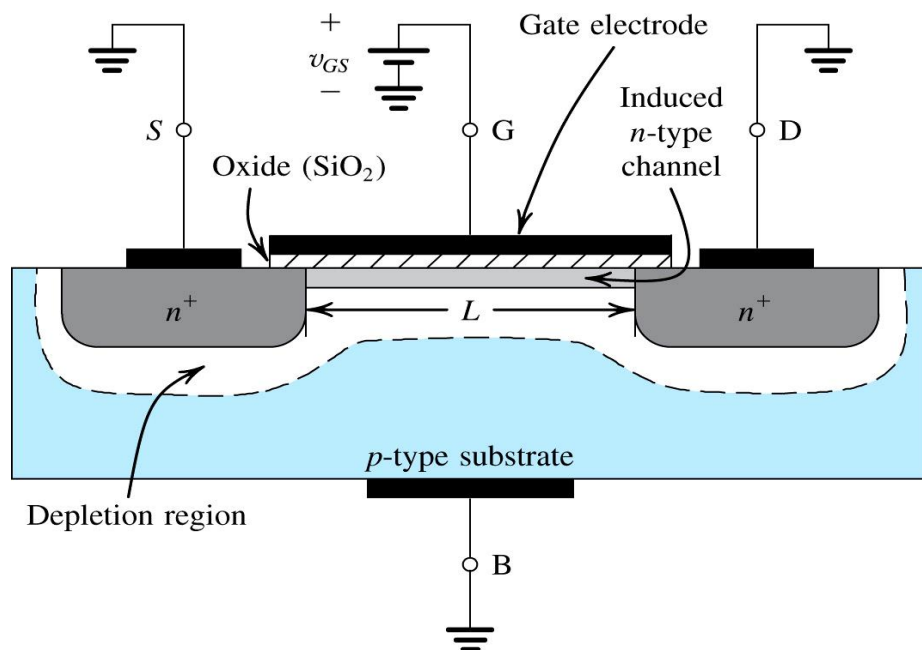
二、請回答下列問題。

1. 何謂 overdrive voltage, v_{ov} ? 試說明增強型 MOSFET 為何介紹此一專有名詞。

下列圖形與表格是節錄自第六版微電子學第五章內容，相關說明請參閱原文書 P. 355~P. 452. 之說明。



圖(一)：增強型 MOSFET NMOS 的結構[1]



三、實驗電路模擬

參閱圖(二十八)：含源極電阻的共源極放大器電路完成下列各項模擬設定。

1. 附上模擬電路圖，參閱圖(三十)：實驗模擬圖，其中頻率設定值，依各組別值。

電機 = B 00853216 本宜恩 (SIM 05)

2B-222 ✓

1090501 ✓

助教陳錦昌

$V_t = 1.4 \text{ V}$
 $I_D = 0.2 \text{ A}$
 $V_{GS} = 3.5 \text{ V}$

$I_D = K (V_{GS} - V_t)^2$
 $\Rightarrow k = 0.04535 \left(\frac{\text{A}}{\text{V}^2} \right)$

設工作電流 $I_D = 10 \text{ mA}$

$V_{SQ} = 30 \text{ V}$, $V_{DS} = V_{SQ} = \frac{1}{2} V_{CC} = 10 \text{ V}$

\Rightarrow 代入 $10 \text{ mA} = k (V_{GS} - V_t)^2$

\Rightarrow 求出 $V_{GS} = 1.87 \text{ V}$

$\Rightarrow V_{GQ} = 1.87 \text{ V} + 3 \text{ V} = 4.87 \text{ V}$
 $= \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V_{CC}$

選用高阻抗電壓電阻

$R_1 = 200 \text{ k}\Omega$

\Rightarrow 求出 $R_2 = 645 \text{ k}\Omega$

$\Rightarrow R_4 = \frac{30 \text{ V}}{10 \text{ mA}} = 3 \text{ k}\Omega$

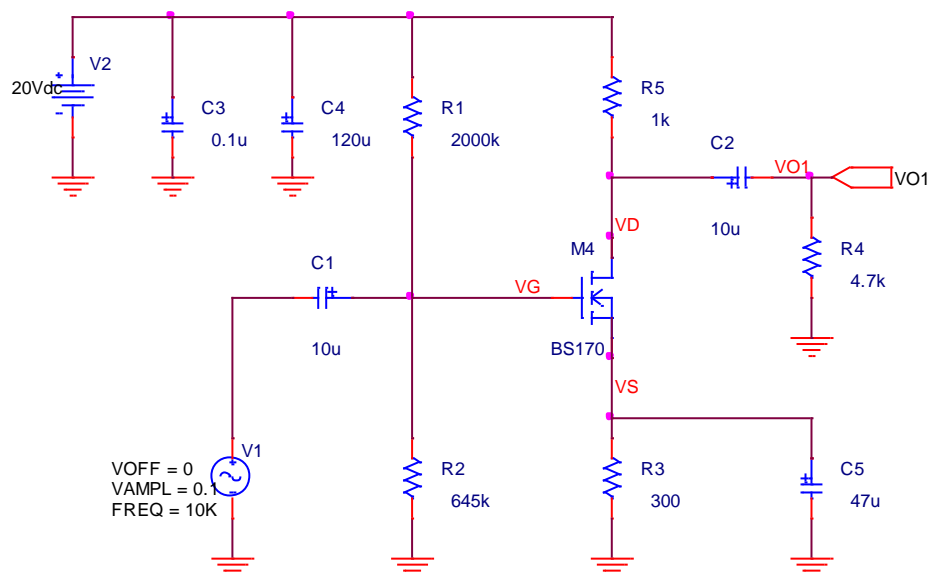
$\Rightarrow R_3 = \frac{\frac{1}{2} V_{CC}}{I_D}$

$g_m = \frac{2I_D}{V_{GS} - V_t}$
 $= 0.03991 \text{ (S)}$

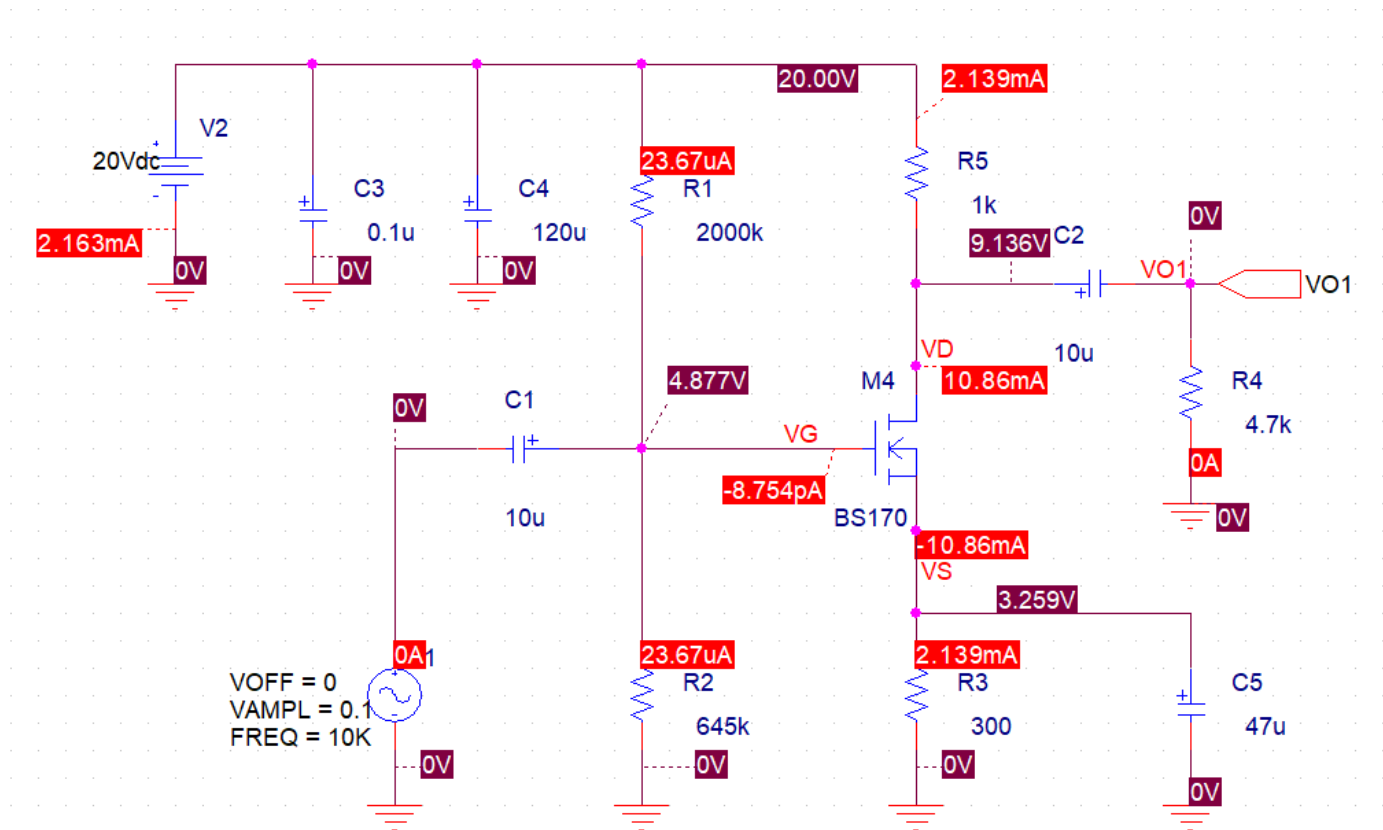
$A_o = -g_m (R_2 \parallel R_3)$
 $= -32.9 \left(\frac{\text{V}}{\text{V}} \right)$

$Z_i = R_1 \parallel R_2 = 487 \text{ k}\Omega$

$Z_o \approx R_o = 1 \text{ k}\Omega$

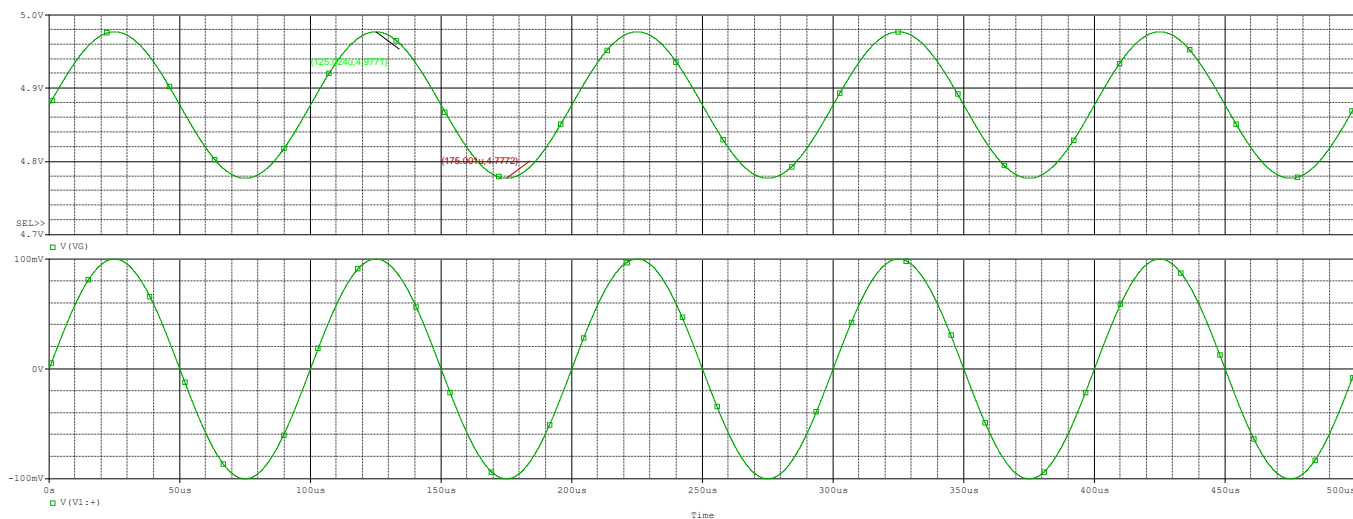


2. 偏壓點分析：(附上節點電壓與分支電流)。

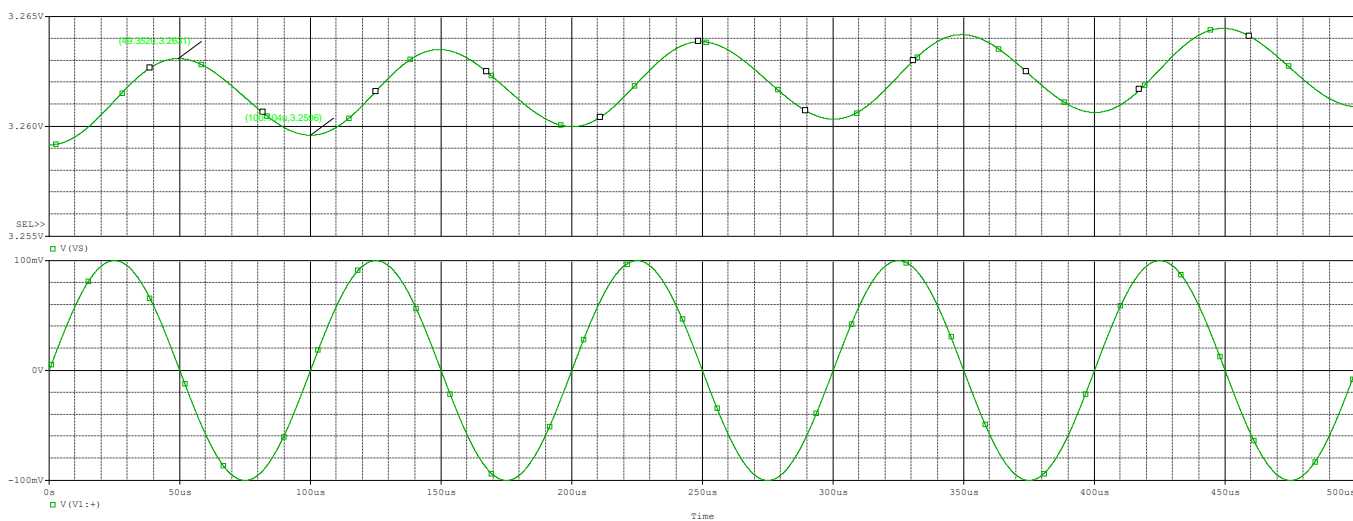


3. 暫態時域分析：(附上各節點電壓波形與增益值)。

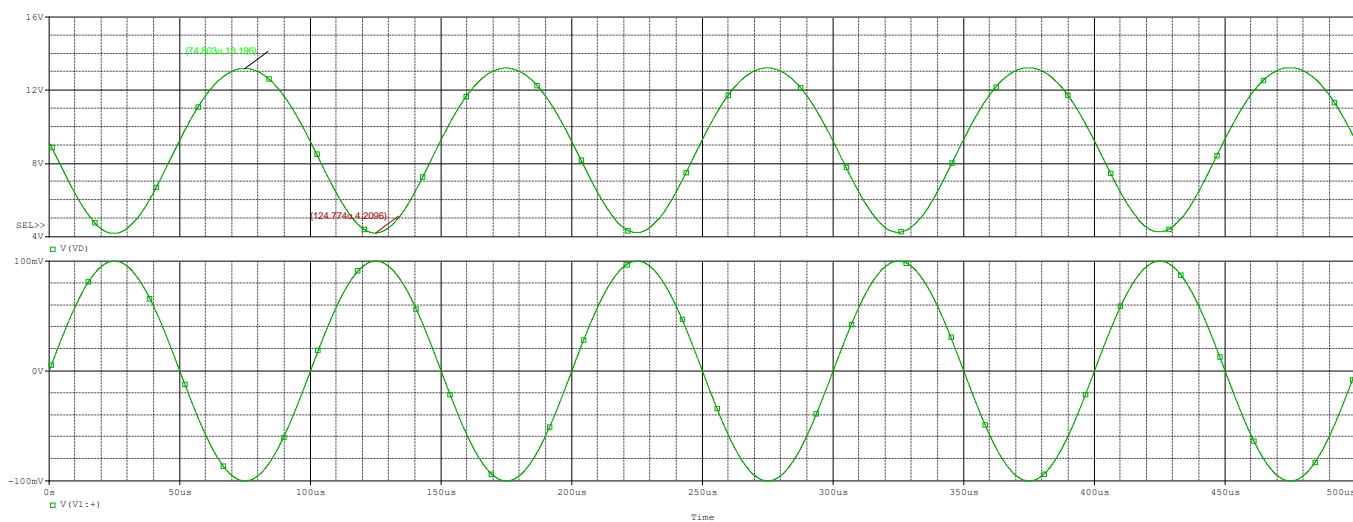
a. 節點[V1, VG1]: $A_{v1} = \frac{VG1}{V1} = \underline{0.9995}$, (相位關係: ☒ 同相、☐ 反相)。



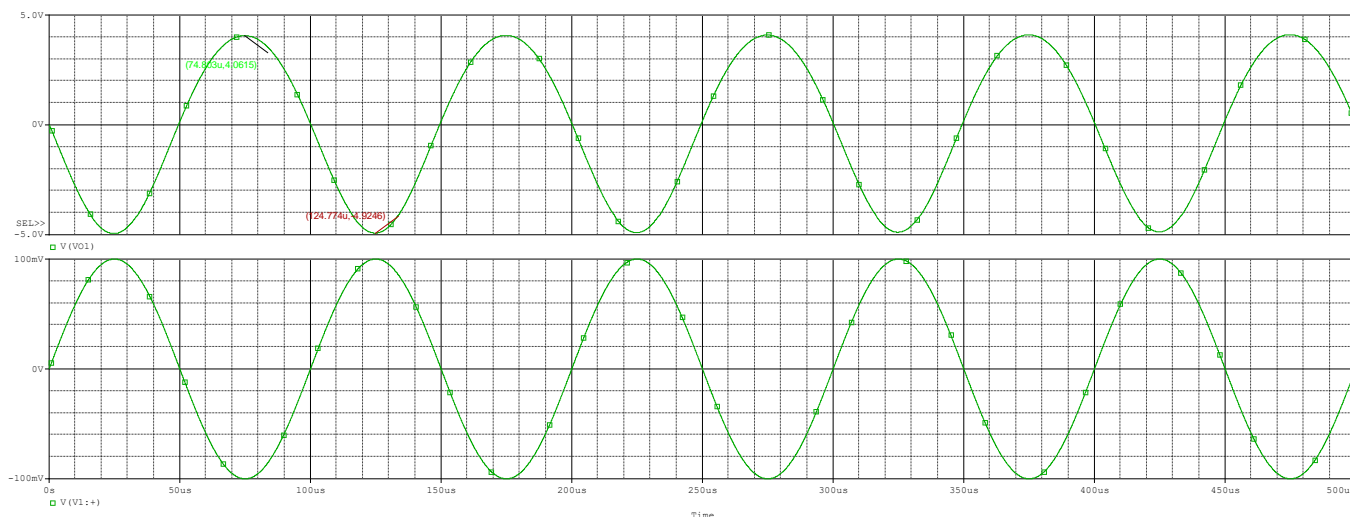
b.節點[V1，VS1]： $A_{v2} = \frac{VS1}{V1} = \underline{0.0175}$ ，(相位關係：☒同相、☐反相)。



c.節點[V1，VD1]： $A_{v3} = \frac{VD1}{V1} = \underline{44.932}$ ，(相位關係：☐同相、☒反相)。

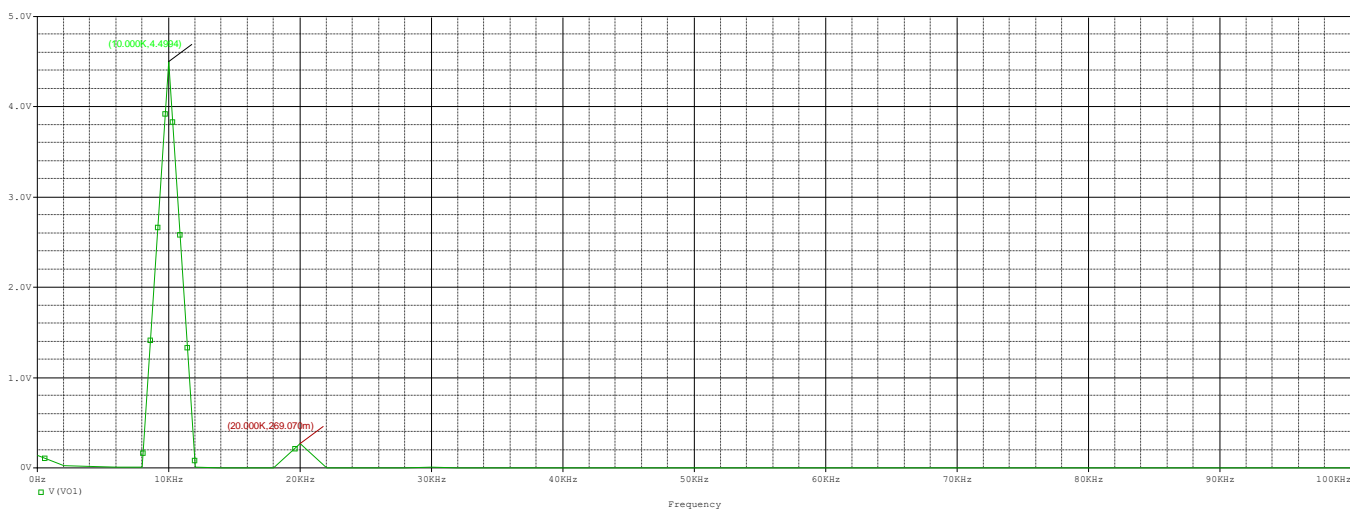


d.節點[V1，VO1]： $A_{v4} = \frac{VO1}{V1} = \underline{-44}$ ，(相位關係：☐同相、☒反相)。



e.節點[VO1]FFT 轉換波形。

◆使用游標標示測試頻率之頻率值與電壓峰值。



◆寫下游標所標示之測試頻率值(基頻)= 10kHz，電壓峰值= 4.4994V。

◆使用游標標示諧波之頻率值與電壓峰值。

◆寫下游標所標示之諧波頻率值(H1)= 20kHz，電壓峰值= 269.070mV。

◆寫下游標所標示之諧波頻率值(H2)= 無，電壓峰值= 無。

◆寫下游標所標示之諧波頻率值(H3)= 無，電壓峰值= 無。

◆寫下游標所標示之諧波頻率值(H4)= 無，電壓峰值= 無。

4.電壓增益分析---計算公式之影響。

◎說明：寫出電壓增益公式，說明有那些元件影響中頻電壓增益值。

輸出電阻， g_m 。

$$A_v = -g_m \cdot R_o$$

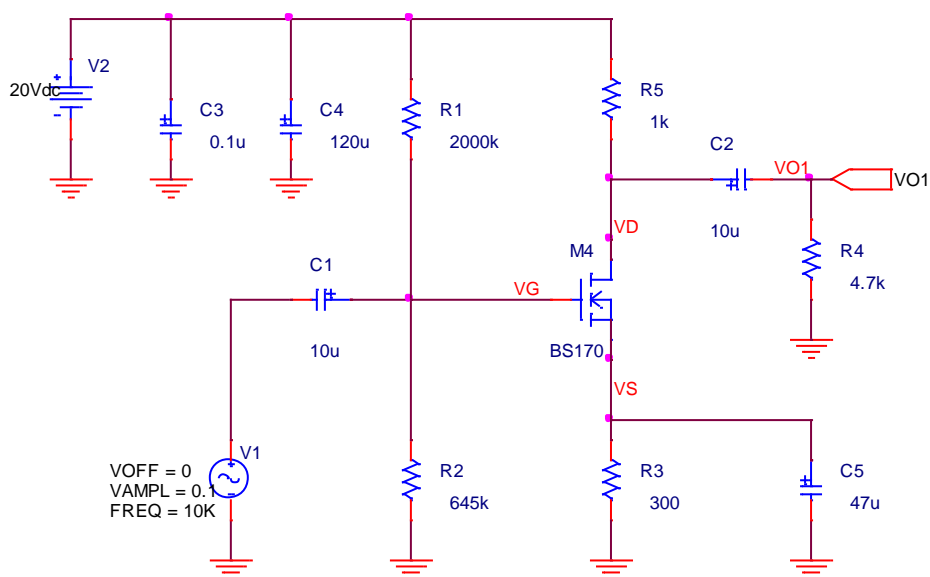
◎說明：如何來提高放大器中頻電壓增益。

增加輸出阻抗。

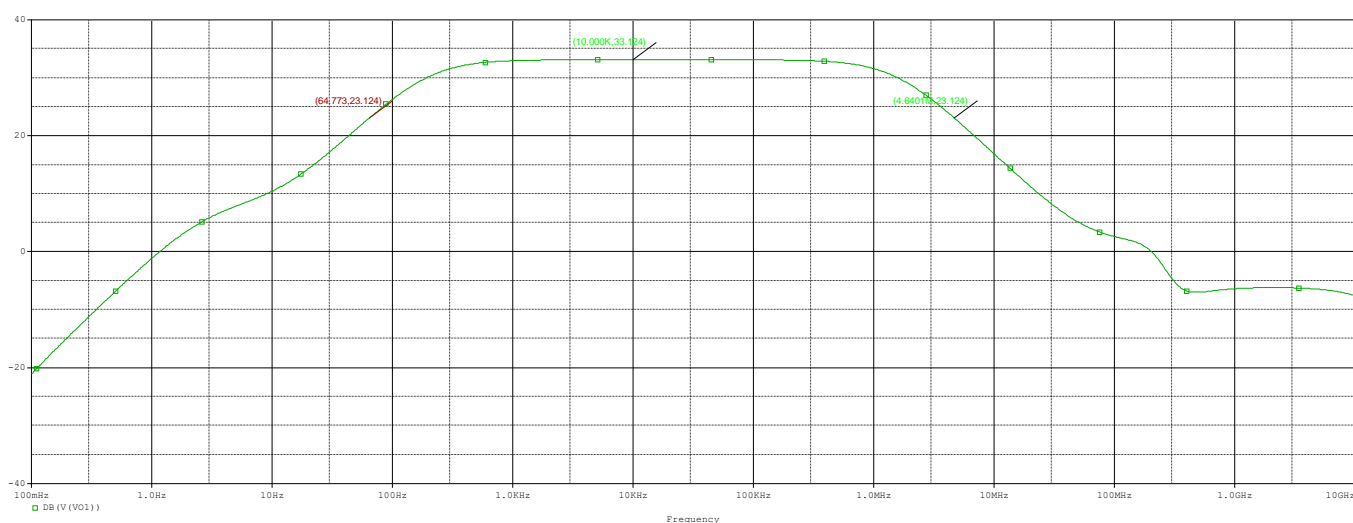
5.AC Sweep 頻域分析：請畫出模擬電路圖，使用 PSPICE—AC sweep 模擬軟體來模擬電路的頻域特性，模擬結果標示出 $-3dB$ 截止頻率($f_L(-3dB)$ ， $f_H(-3dB)$)及頻率值＝1KHz 時的電壓增益值(dB 值)，使用 dB 探棒及 Vp 相位探棒，計算增益頻寬乘積 (GBP)，需附上模擬電路圖及模擬輸出結果。

◎以上模擬數據需合乎實驗設計要求。

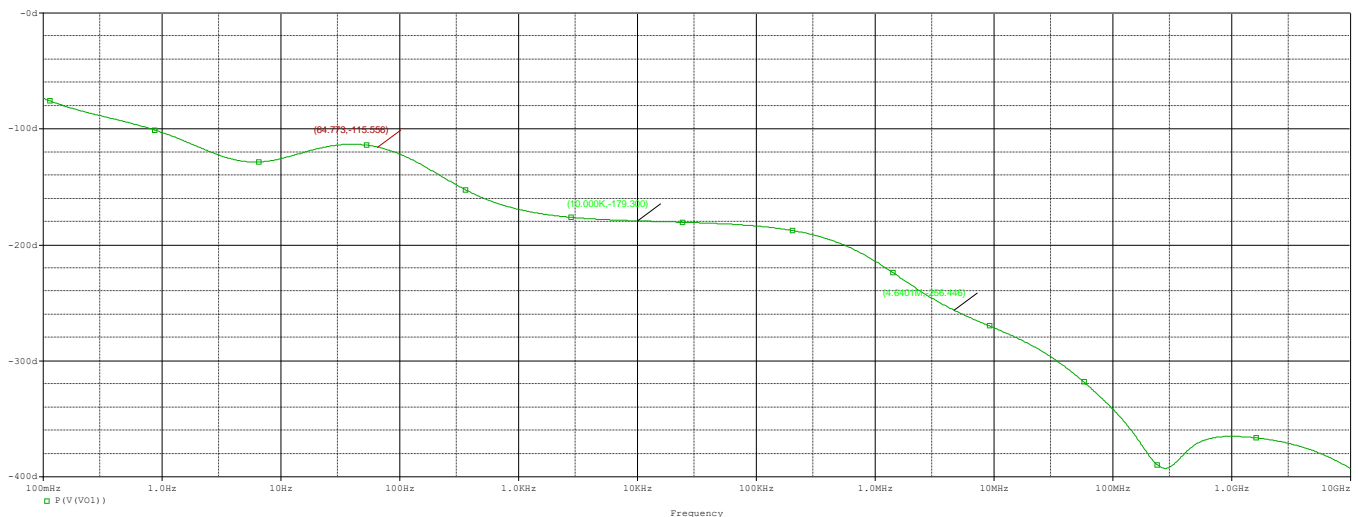
◆需附上模擬電路圖。



◆需附上模擬輸出結果(電壓增益對頻率關係圖)。



◆需附上模擬輸出結果(相位對頻率關係圖)。



- ◆寫出中頻增益 33.124 dB 及相位差 = -179.303 。
- ◆寫出頻率值 $f_{L1(-3dB)} =$ 64.773MHz 及相位差 = -115.556 。
- ◆寫出頻率值 $f_{H1(-3dB)} =$ 4.6401MHz 及相位差 = -256.446 。
- ◆計算增益頻寬乘積(GBP) = 4.6401MHz 。

四、撰寫實驗模擬結論和心得

這次我們實作設計了 CS 電路，也驗證了課本上的推論。

五、實驗綜合評論

1.寫出在此實驗單元中您學會了那些項目。

設計模擬實作 CS 電路。

2.寫出在此實驗單元中您感到最困難是那些項目。設計電路。

3.當遭遇到實驗瓶頸時，除了尋求實驗助教協助之外，你能想出其他方法來解決你的問題嗎?查看教材。

4.對於上課進度及上課內容，請提出您的建議。我覺得良好。

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。

最容易就是模擬電路，而設計較為困難，也學會了如何設計 CS 電路。

六、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：賴恩

◎實驗單元(五)：MOSFET 共源極放大器等電路 ☒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1日、工作時數：2小時、☒上課時段、☐開放時段。

■實驗進度說明：SIM051

②. 工作日期：109年5月1日、工作時數：2小時、☒上課時段、☐開放時段。

■實驗進度說明：LAB 051

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。

如果設計錯誤

⇒ 不符合底座通孔 $V_{GS} \geq V_{th}$

⇒ 接插盒 (掛牌)

⇒ 無法完成模擬

BS170 無作用

⇒ 結論： V_{GS} 電壓連到

V_{GS} 電壓很重要

① 模擬中 BS170

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。

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	電路裝配的正確性	4	20%	20	實驗數據記錄的正確性
2	20%	20	儀器操作程度的正確性	5	10%	10	工作安全與環境維護
3	20%	20	電路測試的正確性	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：2020/5/1 14:04:27:44。

■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)=助教陳錦昌分。

◎檢查時間：109.5.1

◎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。