

電工實驗(二)

實驗報告

實驗單元(4)

BJT 串級放大器電路 (電路模擬 041)

班別：電 2 B

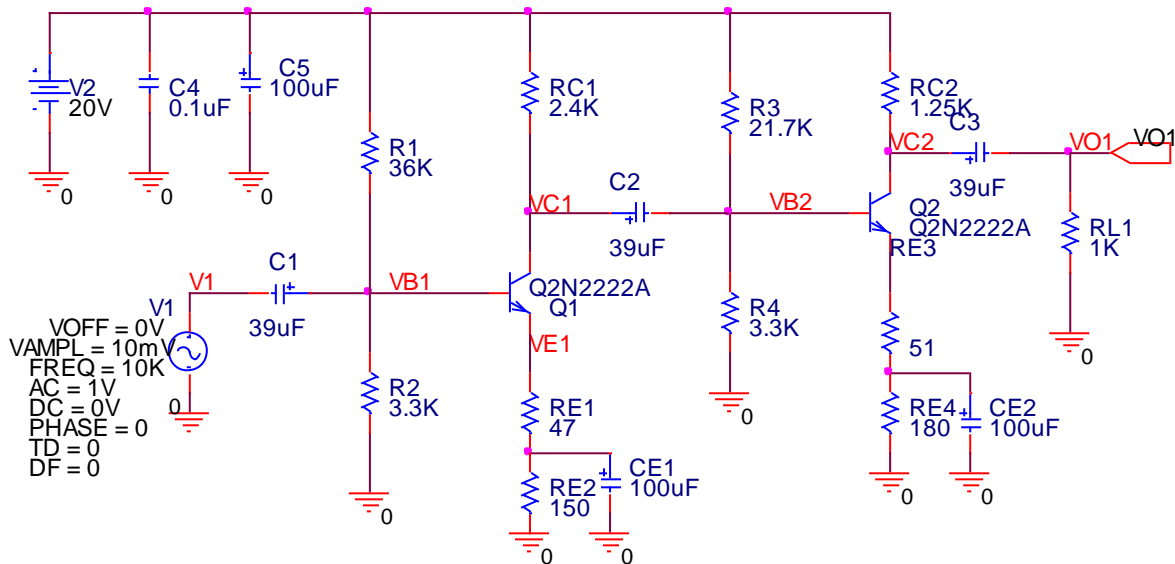
組別：22

姓名：李宜恩

學號：00853216

一、實驗模擬注意事項

1.參閱圖(二十四)：實驗電路圖中為 BJT 串級放大器，可以達到中等輸入阻抗，低輸出阻抗，並提供高電壓增益等電路特性，在設計偏壓電阻時需要選用適當範圍的電阻來使用。



圖(二十四)：實驗電路圖

二、請回答下列問題

1.請寫出實驗電路串接組態放大器的特性(優點與缺點)。

- a.因為採用 R 及 C 方式，故結構簡單、成本低。
- b.頻率響應之效果良好。
- c.沒有電感存在，由電磁所感應而產生之交流聲可以降低到最小程度，雜音低。

電阻電容耦合之缺點有：

- a.由於電阻負載緣故，損失功率較大，僅適用於低功率放大器場合。
- b.前級放大器之輸入阻抗很小，阻抗不能匹配，故效率甚低。
- c.耦合電容於低頻時，因 $X_C=1/(2\pi fC)$ ，故電容抗很大，限制對於較低頻率之放大作用。

三、實驗電路偏壓設計

1.電路規格：

①.電源電壓：DC 30V

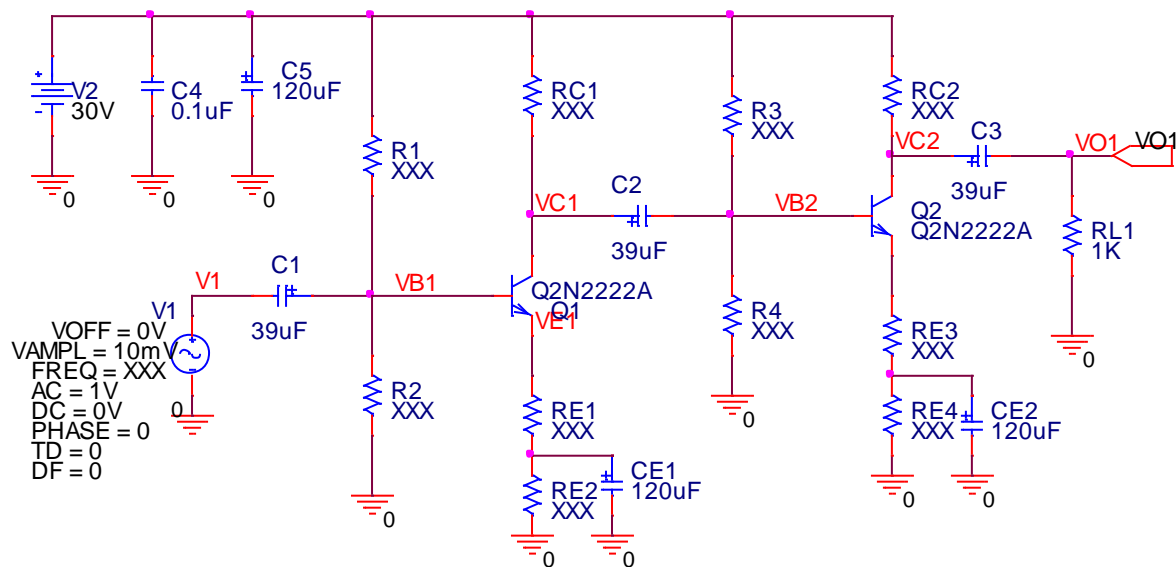
②.電壓增益： $Gain = \frac{VO1}{V1} = A_{v1} \geq 50dB$ 。

③.輸入阻抗： $Z_{i1} \geq 1K\Omega$ 。

④.輸出阻抗： $Z_o \leq 2K\Omega$ 。

⑤.頻率響應：頻寬 $\geq 1MHz$ ， $f_{L(-3dB)} < 100Hz$ 。

2.設計程序：參閱實驗例題設計偏壓電阻及完成電路模擬，附上紙本計算列式圖檔(照片檔)，模擬電路檢查時，列入實驗檢查項目，需繳交上課筆記。



圖(S1)：實驗模擬電路圖

電 2B

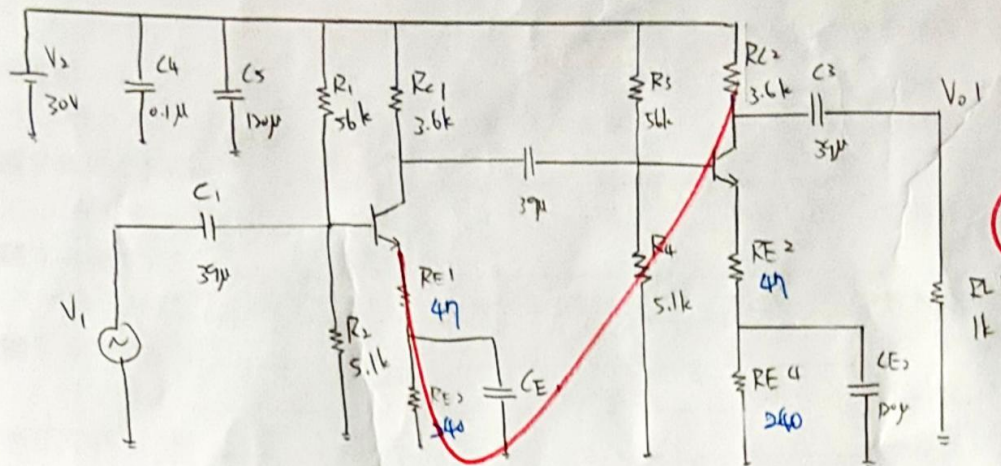
李宜恩

00853216

5.4k Hz

 $\beta = 240$

2B-222



$$V_{B1} = V_{B2} = \frac{5.1k}{5.1k + 5.1k} \times 30 = 2.504V$$

邱數陳錦昌

$$V_{E1} = V_{B1} - 0.7 = 1.804V$$

$$I_{E1} = I_{E2} = \frac{V_{E1}}{R_{E1}} = 6.259mA, I_{C1} \approx I_{C2} = I_E \times \beta = 6.259mA$$

$$V_{C1} = V_{C2} = V_{CC} - I_{C1} \times R_{C1} = 30 - 6.259 \times 3.6 = 7.4696V$$

$$g_m = \frac{I_C}{V_T} = \frac{6.259mA}{25mV} = 0.25036S$$

$$r_{\pi} = \frac{V_T}{I_B} = 754.54\Omega$$

$$A_{v1} = \frac{754.54\Omega}{754.54\Omega + 1132\Omega} \times 0.25036 \times (3.6k \parallel 3.385k) = 33.94\%$$

$$A_{v2} = \frac{754.54\Omega}{754.54\Omega + 1132\Omega} \times 0.25036 \times (3.6k \parallel 1k) = 15.228\%$$

$$A_{v1(dB)} = 20 \log(33.94) = 30.614$$

$$A_{v2(dB)} = 20 \log(15.228) = 23.684$$

$$A_v = 33.94 \times 15.228 = 516.838\%$$

$$A_{v(dB)} = 30.614 + 23.684 = 54.298$$

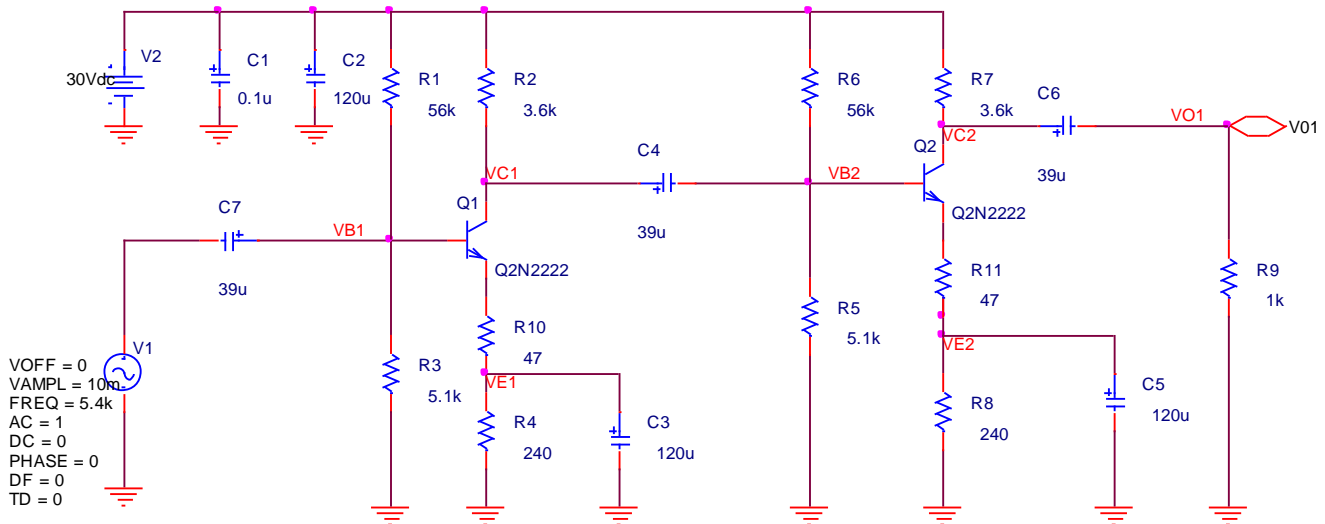
4

1.5
log 4.7

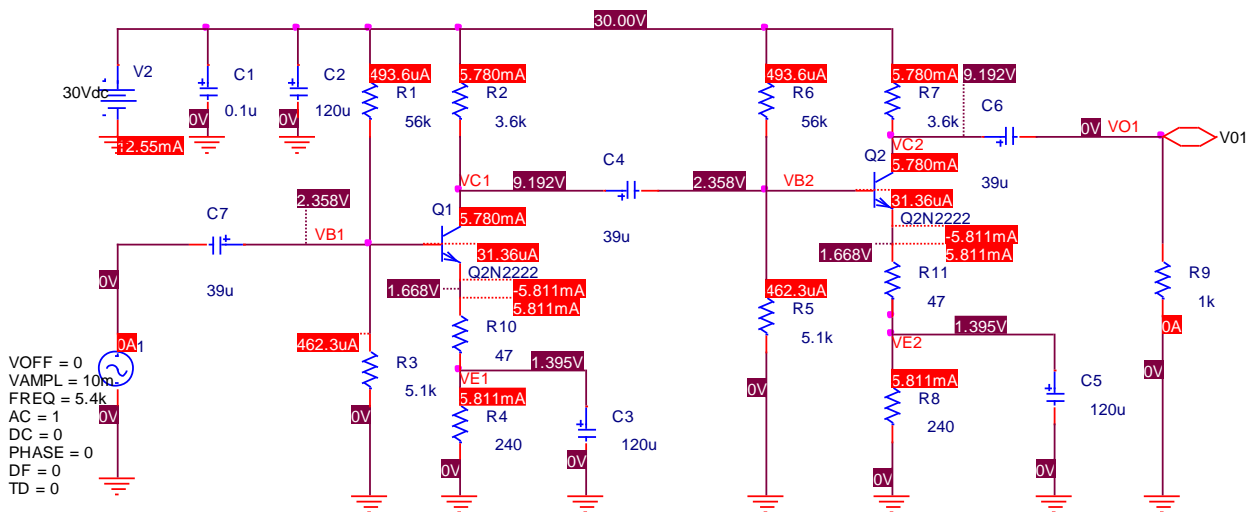
四、實驗電路模擬

依實驗電路設計所完成的電路圖，完成下列各項模擬設定。

1.附上模擬電路圖。



2.偏壓點分析：(附上節點電壓與分支電流)。



◆寫下 Q1 偏壓設計值， $V_{CE1} = \underline{7.524}$ V， $I_{E1} = \underline{5.811}$ mA。

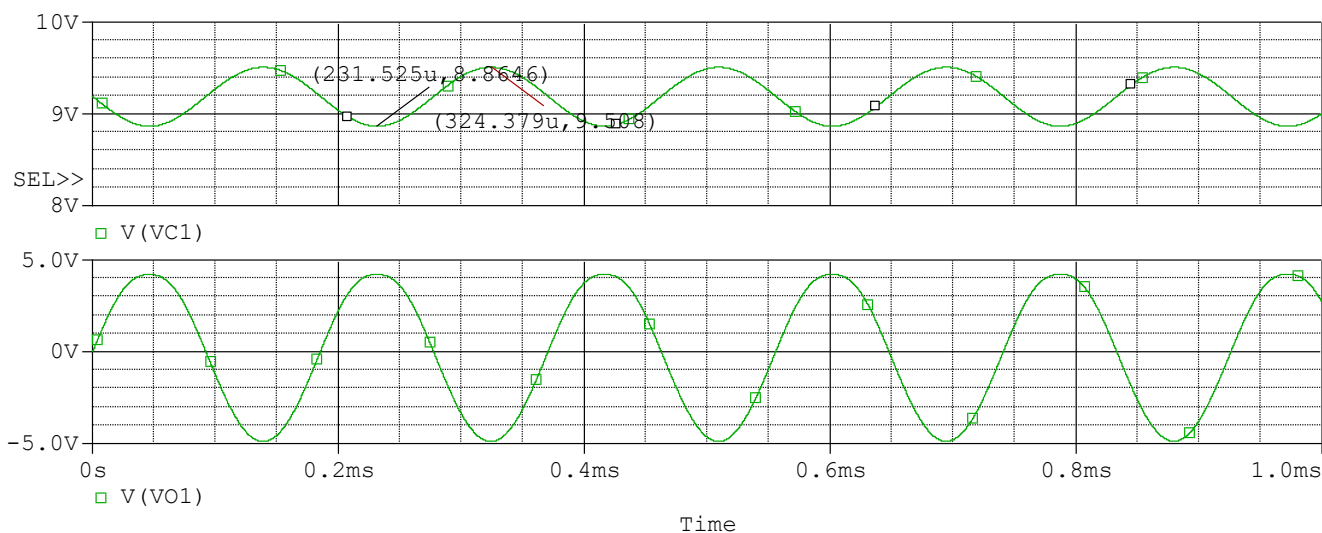
◆寫下 Q2 偏壓設計值， $V_{CE2} = \underline{7.797}$ V， $I_{E2} = \underline{5.811}$ mA。

◆寫下 Q1 偏壓模擬值， $V_{CE1} = \underline{5.6636}$ V， $I_{E1} = \underline{6.2857}$ mA。

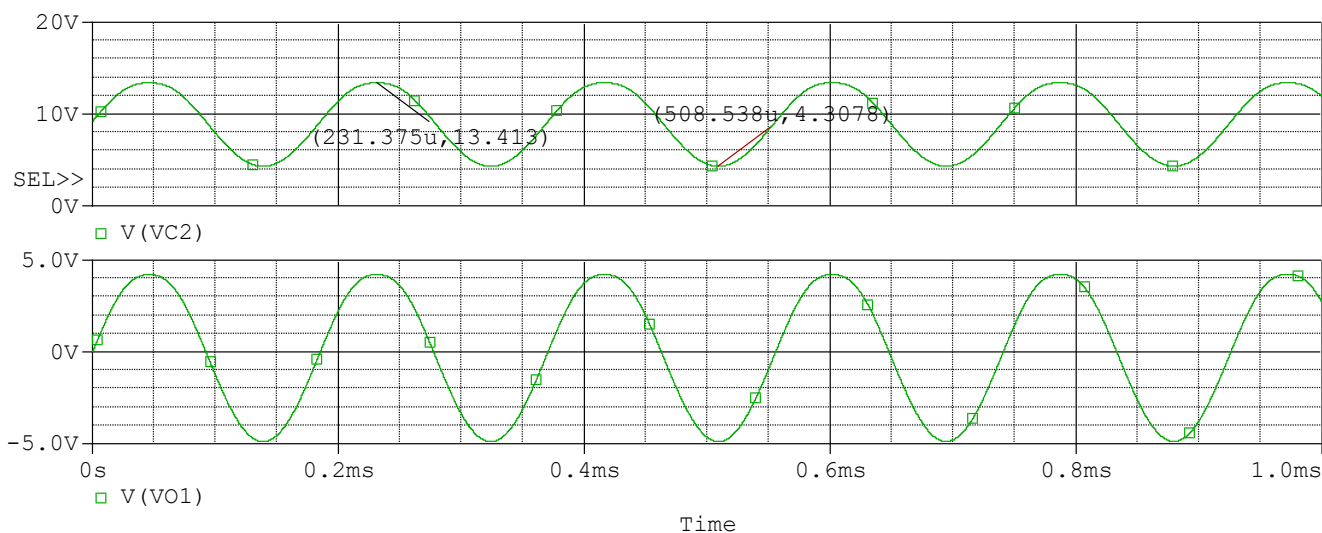
◆寫下 Q2 偏壓模擬值， $V_{CE2} = \underline{5.6636}$ V， $I_{E2} = \underline{6.2857}$ mA。

3.暫態時域分析：(附上各節點電壓波形與增益值)。

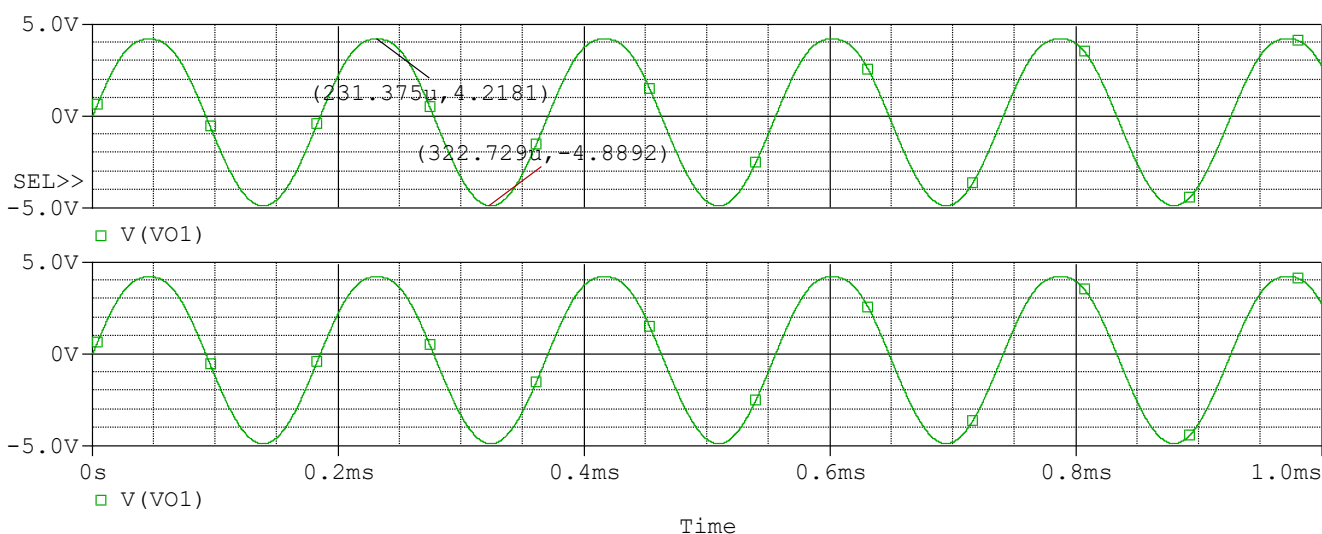
a.節點[V1，VC1]： $A_{v3} = \frac{V_{C1}}{V_1} = \underline{-32.17}$ ，(相位關係：☐同相、☒反相)。



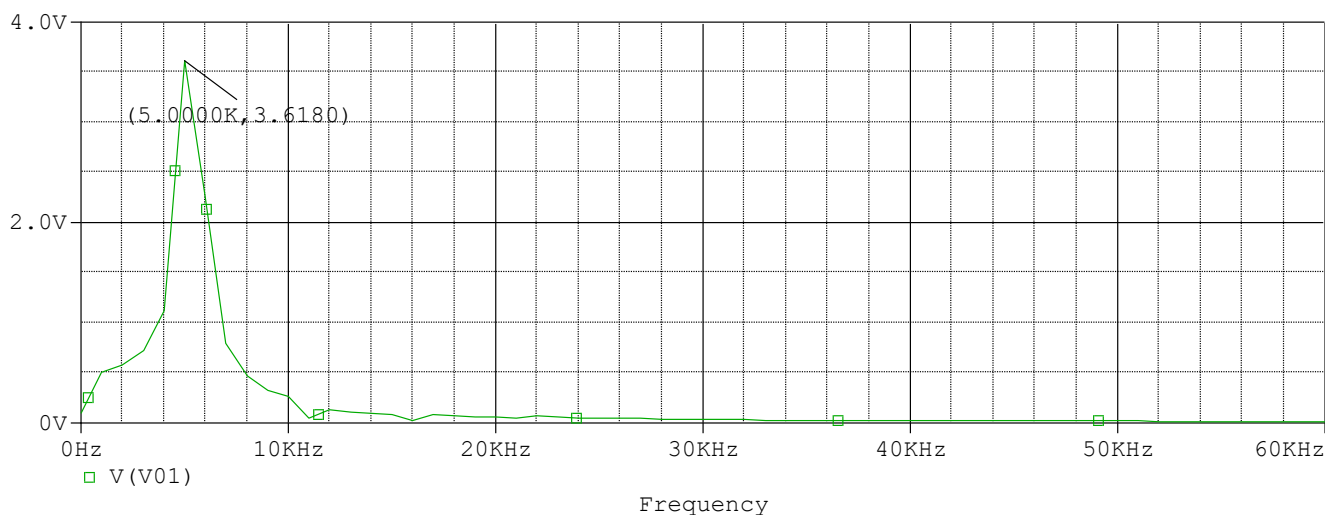
b.節點[V1，VC2]： $A_{v_6} = \frac{VC2}{V1} = \underline{455.26}$ ，(相位關係：☒同相、☐反相)。



c.節點[V1，VO1]： $A_{v_7} = \frac{VO1}{V1} = \underline{455.365}$ ，(相位關係：☒同相、☐反相)。



d.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)= 5.00KHZ，電壓峰值= 3.6180V。

◆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)= 無，電壓峰值= 無。

◆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。

$$\left[\frac{r_{\pi 1}}{r_{\pi 1} + R_{E1} + (1+\beta)} \times (-g_m) \times (R_{C1} \parallel R_3 \parallel R_4 \parallel (r_{\pi 2} + R_{E3}(1+\beta))) \right] \times \left[\frac{r_{\pi 2}}{r_{\pi 2} + R_{E2} + (1+\beta)} \times (-g_m) \times (R_{C2} \parallel R_{L1}) \right]$$

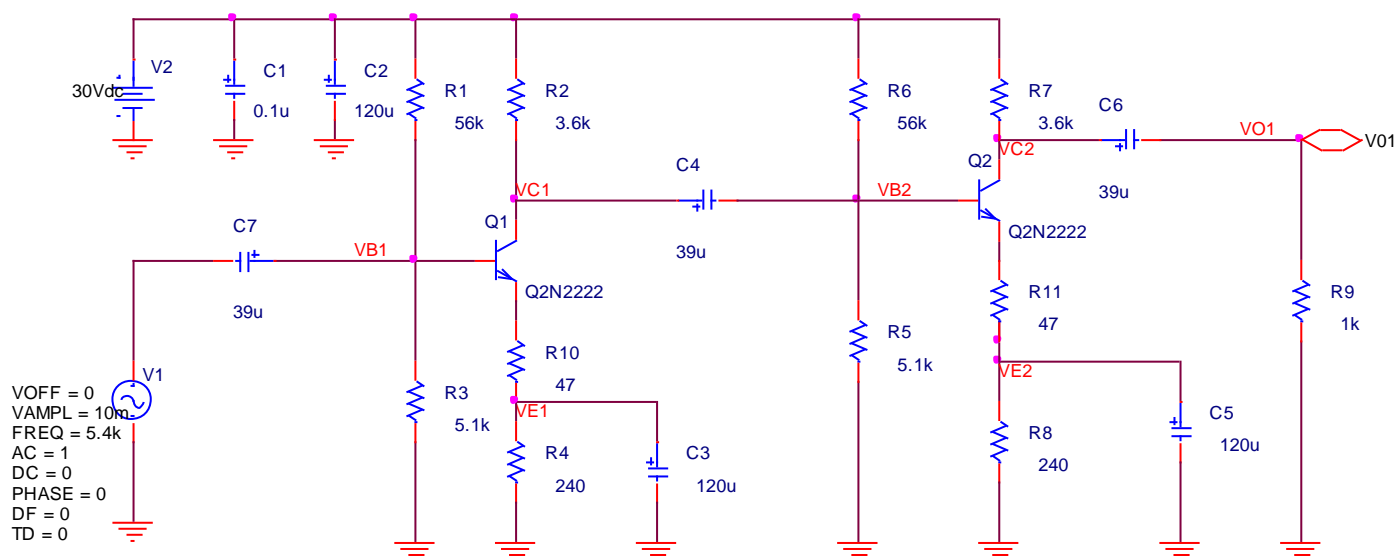
◎說明：如何來提高放大器中頻電壓增益。

加入旁路電容，可以使增益提高。

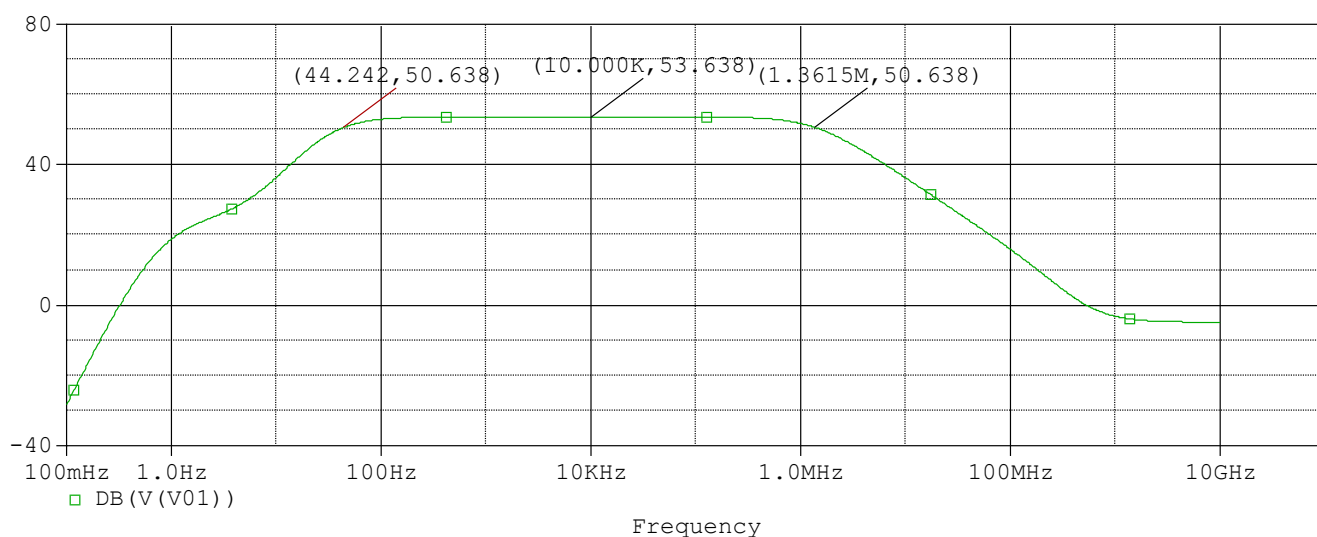
5.AC Sweep 頻域分析：請畫出模擬電路圖，使用 PSPICE—AC sweep 模擬軟體來模擬電路的頻域特性，模擬結果標示出-3dB 截止頻率($f_L(-3dB)$ ， $f_H(-3dB)$)及頻率值=1KHz 時的電壓增益值(dB 值)，使用 dB 探棒及 Vp 相位探棒，計算增益頻寬乘積(GBP)，需附上模擬電路圖及模擬輸出結果。

◎以上模擬數據需合乎實驗設計要求。

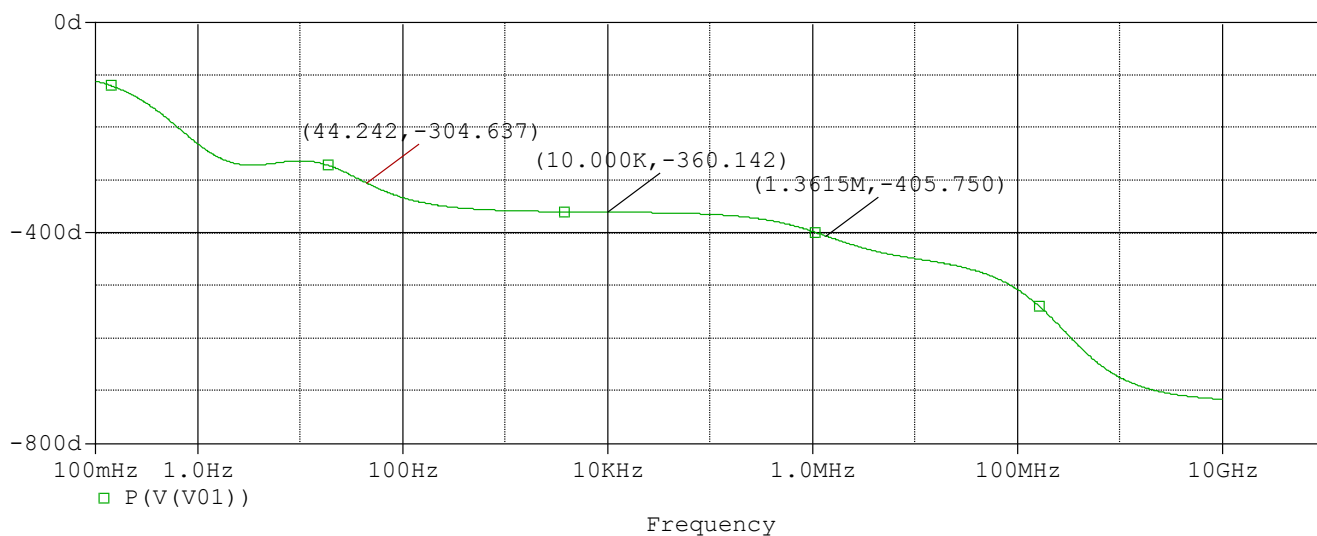
◆需附上模擬電路圖。



◆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 53.638 dB 及相位差 = -360.142 。

◆寫出頻率值 $f_{L(-3dB)}$ = 44.242Hz 及相位差 = -304.637 。

◆寫出頻率值 $f_{H1(-3dB)} =$ 1.3615MHz 及相位差 = -405.750 。

◆計算增益頻寬乘積(GBP) = 1.3615MHz 。

五、撰寫實驗模擬結論和心得

這次設計 BJT 串級放大器電路，也驗證了課本上的理論。

六、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 BJT 串級放大器電路，測量 DB 值。
- 2.寫出在此實驗單元中您感到最困難是那些項目。設計 BJT 串級放大器電路。
- 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。[我覺得都很好](#)。
- 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。

[最難的是設計 BJT 串級放大器電路，而電路模擬較為簡單。](#)

七、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(4)：BJT串級放大電路

■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4月17日、工作時數：3小時、☐:上課時段、☒:開放時段。

■實驗進度說明：SIM04

②. 工作日期：109年4月17日、工作時數：3小時、☒:上課時段、☐:開放時段。

■實驗進度說明：LA 陳錦昌

③. 工作日期：109年4月17日、工作時數：3小時、☐:上課時段、☐:開放時段。

■實驗進度說明：

④. 工作日期：109年4月17日、工作時數：3小時、☐:上課時段、☐:開放時段。

■實驗進度說明：

⑤. 工作日期：109年4月17日、工作時數：3小時、☐:上課時段、☐:開放時段。

■實驗進度說明：

⑥. 工作日期：109年4月17日、工作時數：3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。

① 檢查電路 - 元件 → 「電阻貼平，貼內整齊」
凡半高現象 → 拒自拆

助陳錦昌

→ 中需寫上 → H_z , V , ... Ω , $k\Omega$

② BJT



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：下午 05:01:48 2020/4/17。

■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：1090419

◎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)= 0 分。

※總評分= 100 分。

※繳交此實驗紀錄單