

電工實驗(三)

實驗報告

實驗單元(7)

石英晶體振盪器電路

(電路模擬)

(SIM071)

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、實驗模擬注意事項

參考上課筆記中元件數值的選擇：石英晶體之等效電路—(參考石英晶體 Data Sheet)等計算，寫上下列各值。

1. 等效並聯電容 $C2=7\text{pF}(\text{Max})$ ，設定值= 7 pF。

2. 等效串聯電容 $C1=10\text{pF}(\text{選用值})$ 。

3. 等效串聯電阻(ESR)， $10\sim 14\text{MHz}=40\Omega(\text{Max})$ ，設定值 $R100=$ 40 Ω ，不要取過大的阻值 $40\Omega(\text{Max})$ 。

4. 等效串聯電感(計算值)，使用前電路說明串聯諧振頻率公式=

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_r C_r}}, \text{ 求出電感值 } L1 = \underline{0.1837} \text{ mH。等效串聯電感(計算值)，}$$

需先計算等效電容值 C_r ， $C_r = C1 \text{ 串聯}\{C2 \text{ 並聯}[(C11 \text{ 串聯 } C12)]\}$ 。

5. 電感 $L1$ 初始值設定 $IC=0.1\text{mA}$ 。

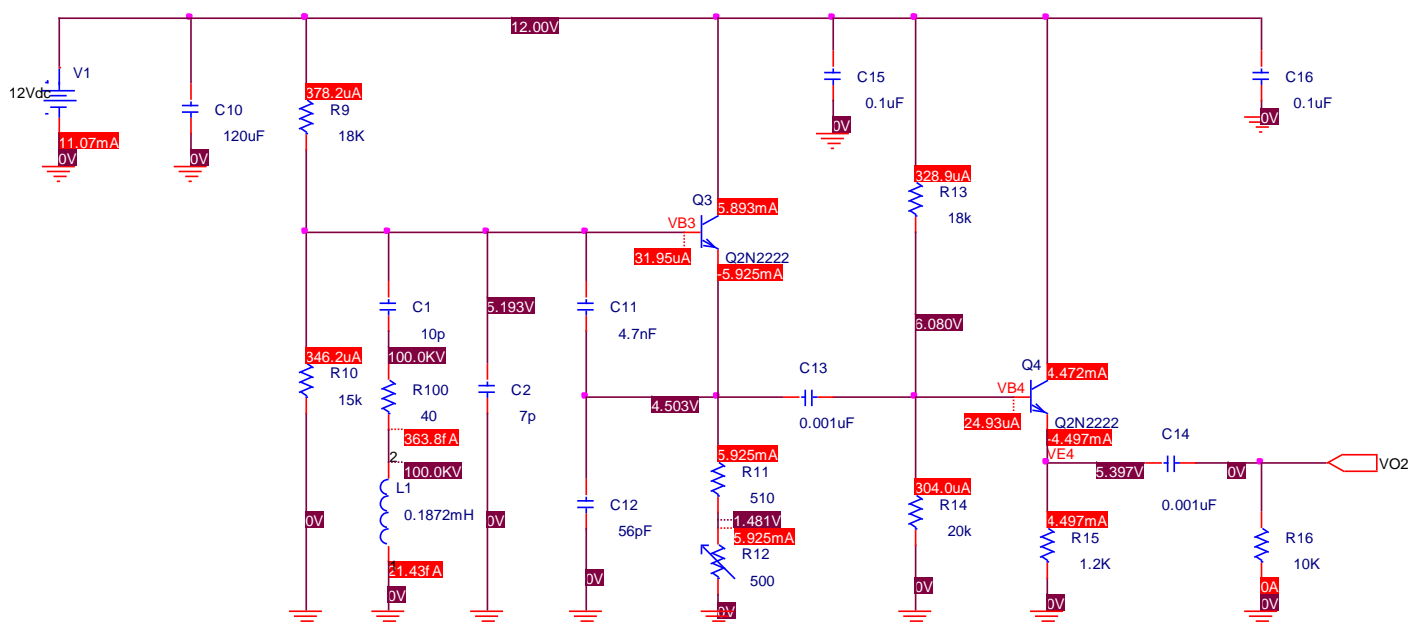
6. 調整 12 可變電阻值可稍微改善輸出波形失真情形。

二、實驗模擬項目：晶體振盪器電路模擬

◆參閱圖(7-1)：實驗模擬晶體振盪器電路。

1. 偏壓點模擬分析。

◎附上模擬電路圖(含偏壓值及偏流值)。



◎Bias Point 偏壓模擬，完成表格(7-2)之內容。

表格(7-2)：記錄模擬電晶體電路直流參數值

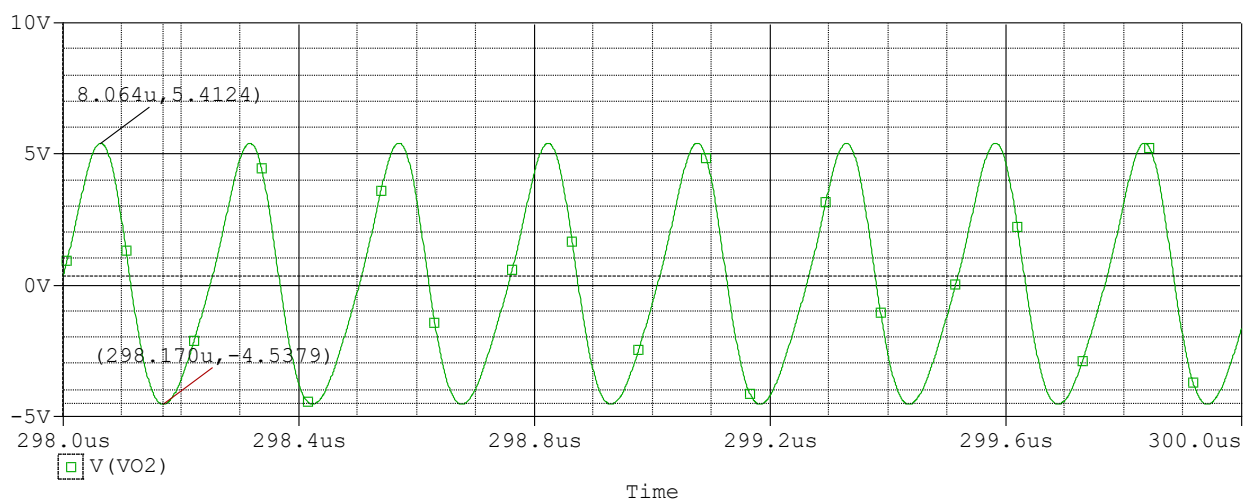
電壓值	電阻壓降	電流參數值
$V_{BQ2}=5.193V$	$V_{R9}=6.807V$	$I_{R9}=378.2\mu A$
$V_{EQ2}=4.503V$	$V_{R10}=5.193V$	$I_{R10}=346.2\mu A$
$V_{CE2}=7.497V$	$V_{R11}=3.022V$	$I_{R11}=5.925mA$
$V_{BQ4}=8.080V$	$V_{R13}=3.92V$	$I_{R13}=328.9\mu A$
$V_{EQ4}=5.397V$	$V_{R14}=8.080V$	$I_{R14}=304.0\mu A$
$V_{CE4}=6.603V$	$V_{R15}=5.397V$	$I_{R15}=4.497mA$

2. 電容對電路的影響：4 組[C11、C12]不同電容比率值，附上模擬結果。

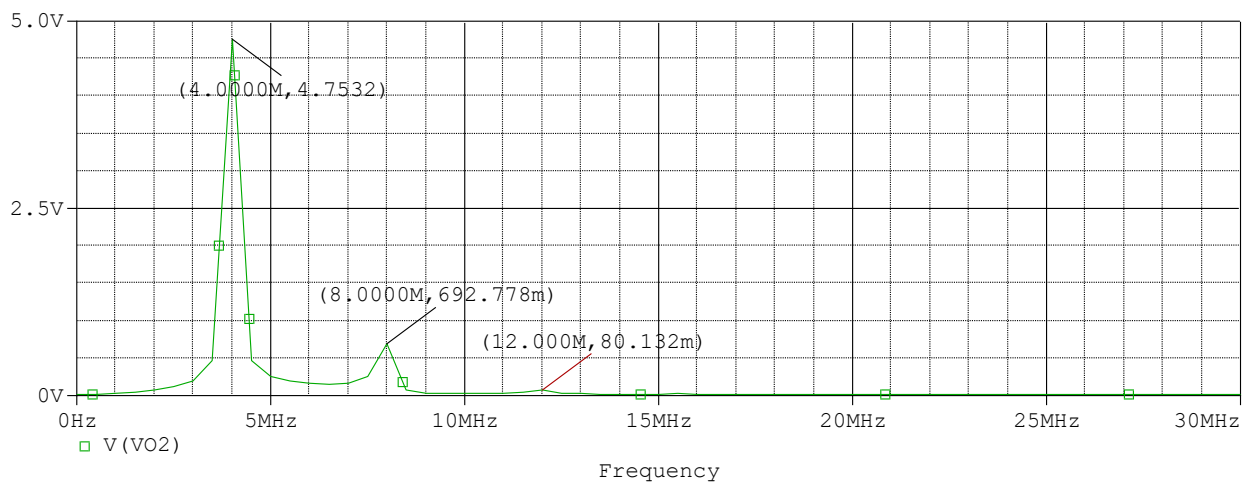
- ①.輸出應標示基本波之頻率值及振幅大小。
- ②.輸出應標示諧波之頻率值及振幅大小。
- ③.找出一組最佳輸出結果，波形不失真，輸出振幅至少 2Vp-p。

◎第一組電容值[C11、C12]= 4700pC、56pC。

a.附上 Time-Domain 輸出波形：

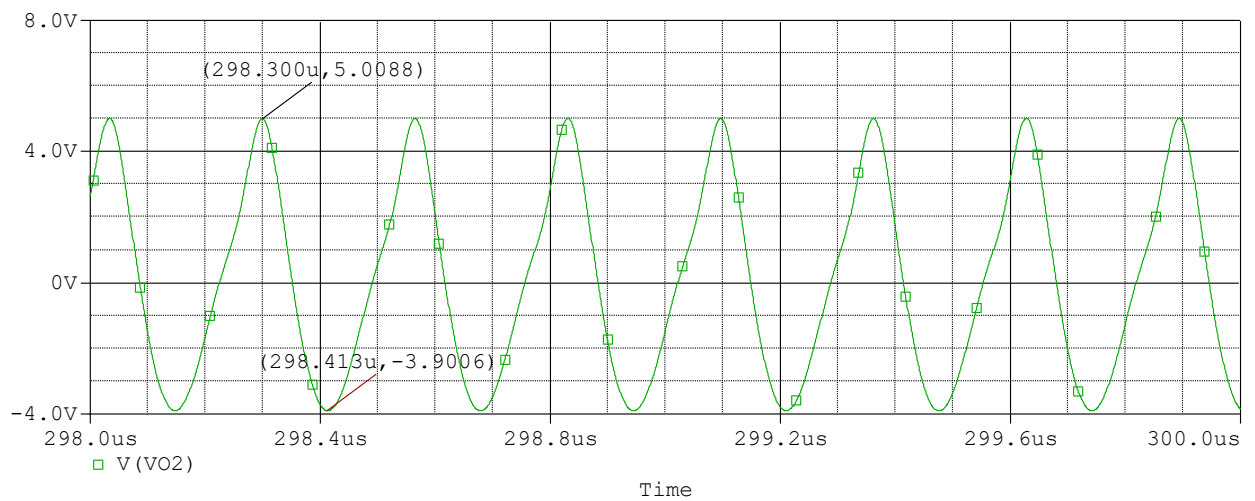


b.附上 FFT 輸出：

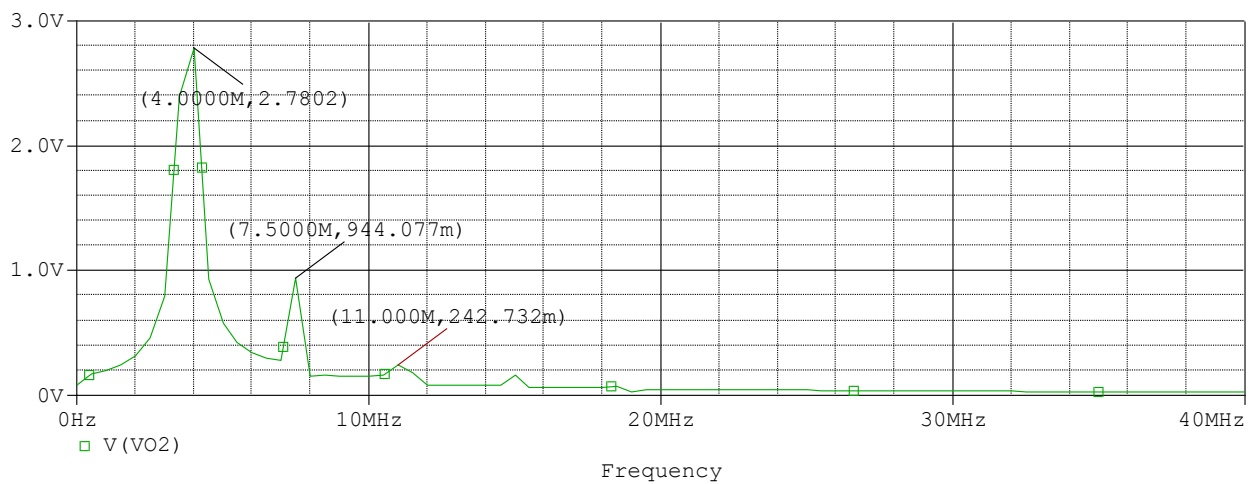


◎第二組電容值[C11、C12]= 4700pC、220pC。

a.附上 Time-Domain 輸出波形：

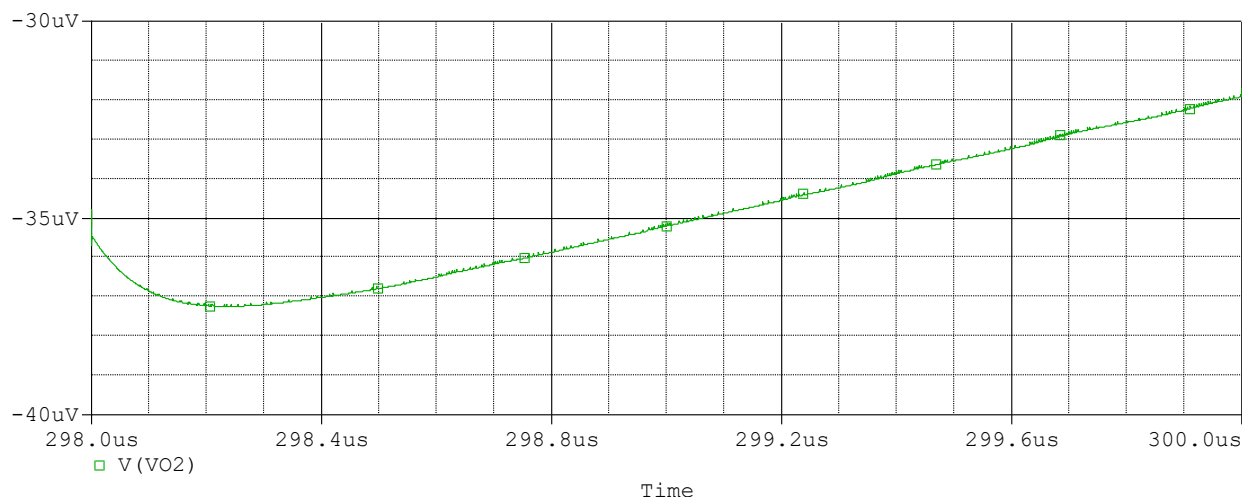


b.附上 FFT 輸出：



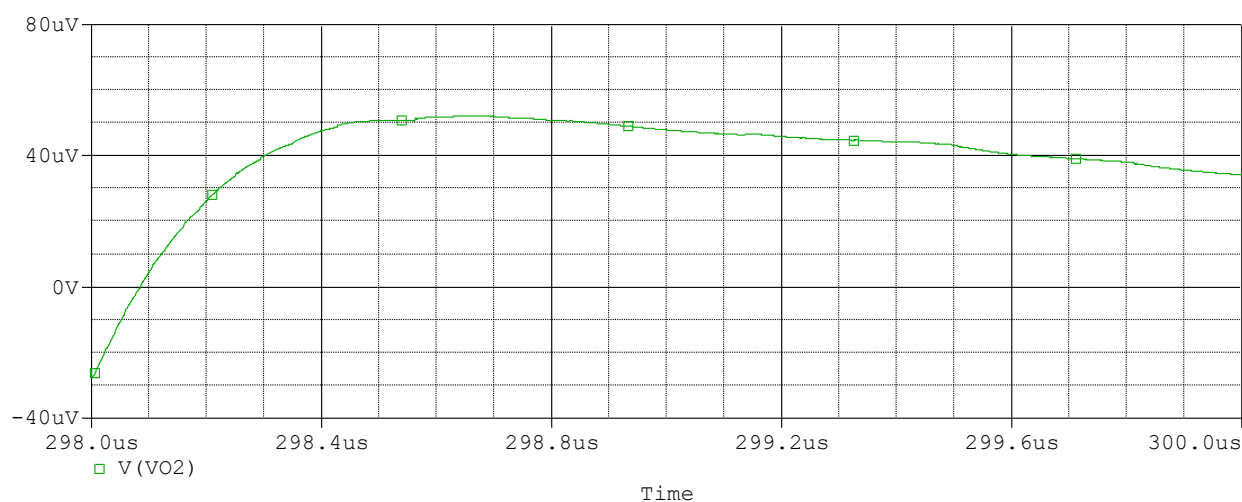
◎第三組電容值[C4、C5]比值= 2.1363，無振盪輸出。

a.附上 Time-Domain 輸出波形：



◎第四組電容值[C4、C5]比值= 1.4242，無振盪輸出。

a.附上 Time-Domain 輸出波形：



表(7-3)：記錄更換不同電容比率值之結果

C11 電容值	C12 電容值	$\frac{C11}{C12}$ 比率值	模擬結果
4700pC	56pC	83.928	★振盪器需要振盪： 1.記錄振盪頻率= <u>4.000M</u> Hz。 2.輸出波形是否失真： <input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否。
4700pC	220pC	21.36	★振盪器需要振盪： 1.記錄振盪頻率= <u>4.000M</u> Hz。 2.輸出波形是否失真： <input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否。
4700pC	2200pC	2.136	振盪器不振盪。
4700pC	3300pC	1.424	振盪器不振盪。

3. 分析 Time-Domain 波形、FFT 諧波分量與更改電容比率之關係。

四、實驗模擬問題與討論

寫出您在實驗模擬過程中所遇到的實驗問題，並紀錄如何解決問題。

本次實驗起初在計算時遇到問題，不過在助教在黑板上講解 Cr 如何求得後，豁然開壤、茅塞頓開。

五、撰寫實驗模擬結論和心得

本次實習了解石英晶體振盪器電路，經由計算找出能產生指定頻率之等校石英晶體的電容、電感值，再由模擬結果驗鎮此計算值。

六、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。否
- 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，而接線較為繁瑣。在此單元中了解石英晶體的等校電路。

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：252 姓名：李宜恩
 ◎實驗單元(7)：石英晶體振盪器電路 ■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：107 年 11 月 20 日、工作時數：3 小時、☒上課時段、☐開放時段。

■實驗進度說明：ELAB 091

②. 工作日期：109 年 11 月 30 日、工作時數：3 小時、☒上課時段、☐開放時段。

■實驗進度說明：ELAB 091

③. 工作日期：109 年 11 月 30 日、工作時數：1 小時、☐上課時段、☐開放時段。

■實驗進度說明：陳錦昌

④. 工作日期：109 年 11 月 30 日、工作時數：1 小時、☐上課時段、☐開放時段。

■實驗進度說明：1091130

⑤. 工作日期：109 年 11 月 30 日、工作時數：1 小時、☐上課時段、☐開放時段。

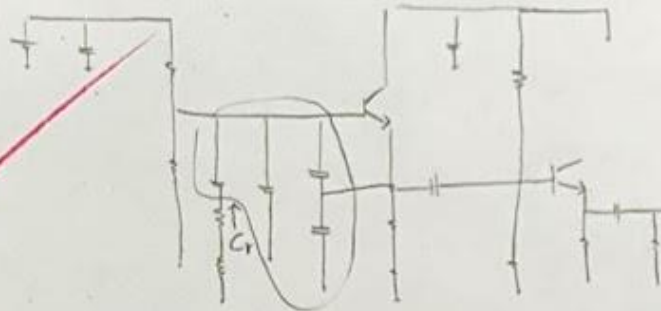
■實驗進度說明：1091130

⑥. 工作日期：109 年 11 月 30 日、工作時數：1 小時、☐上課時段、☐開放時段。

■實驗進度說明：1091130

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。

$$L = \left(\frac{1}{\omega^2 C} \right) \frac{1}{C_r}$$



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。

看教本

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%	✓	電路裝配的正确性	4	20%	✓	實驗數據記錄的正确性
2	20%	✓	儀器操作程度的正确性	5	10%	✓	工作安全與環境維護
3	20%	✓	電路測試的正确性	6	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：2020/8/30 PM 03:41:29。

■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：10/9/130

◎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。

二、石英晶體等效電路模型與計算。

1. 首先參閱圖(7-1)、圖(7-2)及圖(7-3): 模擬晶體振盪器電路, 振盪頻率值為 4.000MHz。

2. 元件數值的選擇或測量

a. 石英晶體之等效電路-(參考石英晶體 Data Sheet)

①. 等效並聯電容 $C_2 = 7\text{pF}(\text{Max})$, 設定值 = 7 pF。

②. 等效串聯電容 $C_1 = 10\text{pF}(\text{選用值})$ 。

③. 等效串聯電阻(ESR), $10 \sim 14\text{MHz} = 40\Omega(\text{Max})$, 設定值 $R_{100} = \frac{40}{100} \Omega$ 。

④. 等效串聯電感(計算值), 使用前電路說明串聯諧振頻率公式 $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_r C_r}}$,

求出電感值 $L_1 = \frac{0.1839}{100} \text{mH}$ 。

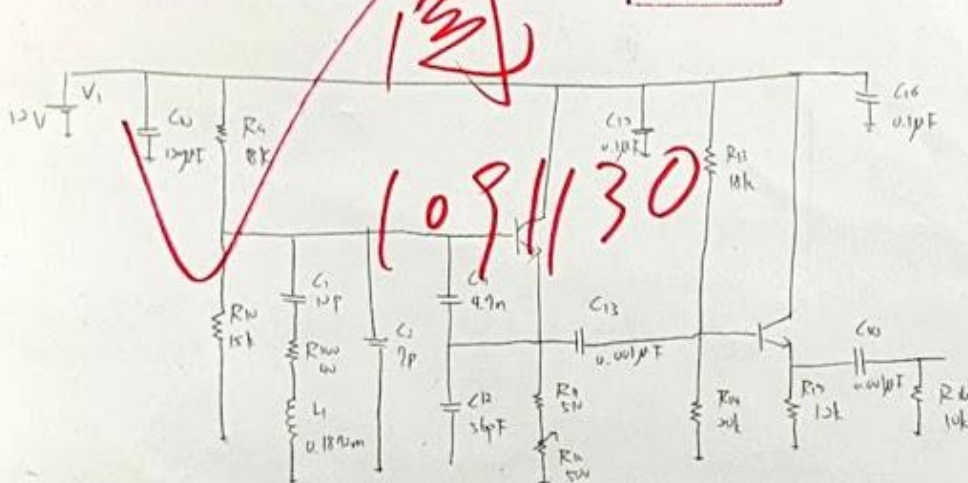
※寫上計算列式及計算結果。

$$C_r = \left\{ \left[(C_{11}^{-1} + C_{12}^{-1})^{-1} + C_2 \right] + C_1 \right\}^{-1} = 8.617 \times 10^{-12}$$

$$L = \left(\frac{1}{5\pi f} \right)^2 / C_r$$

$$= 0.1839 \text{ mH}$$

助教陳錦昌



◎上課筆記：石英振盪器電路。

一、直流偏壓的計算。

1. 參閱圖(7-1)：模擬晶體振盪器電路。依據電子學直流分析，計算圖(7-1)中所示的共集極放大器的直流參數值，並將計算值記錄於表格(7-1)內。

表格(7-1)：計算直流參數值

電晶體 Q3		
計算值	計算值	由 $I = V/R$ 得計算值
$V_{BQ2} = 5.45V$	$V_{R9} = 6.545V$	$I_{R9} = 0.363mA$
$V_{EQ2} = 4.959V$	$V_{R10} = 5.45V$	$I_{R10} = 0.3633mA$
$V_{CE2} = 7.245V$	$V_{R11} = 3.400V$	$I_{R11} = 4.7mA$
電晶體 Q4		
計算值	計算值	由 $I = V/R$ 得計算值
$V_{BQ4} = 6.315V$	$V_{R13} = 5.689V$	$I_{R13} = 0.315mA$
$V_{EQ4} = 5.615V$	$V_{R14} = 6.315V$	$I_{R14} = 0.3159mA$
$V_{CE4} = 6.385V$	$V_{R15} = 5.615V$	$I_{R15} = 4.699mA$

◆ 畫出圖(7-1)：模擬晶體振盪器電路。

※ 寫上計算列式及計算結果。

$$V_{BQ2} = 12 \times \frac{15}{15+18} = 5.45V$$

$$V_{EQ2} = V_{BQ2} - 0.7 = 4.959V$$

$$V_{CEQ2} = V_C - V_E = 12 - V_E = 7.245V$$

$$V_{R9} = 12 \times \frac{8}{15+18} = 6.545V$$

$$V_{E0} = V_{BQ2}$$

$$V_{R11} = V_E \times \frac{510}{510+500} = 3.400V$$

$$V_{BQ4} = 12 \times \frac{20}{18+20} = 6.315V$$

$$V_{EQ4} = V_{BQ4} - 0.7 = 5.615V$$

$$V_{CEQ4} = V_C - V_E = 12 - V_E = 6.385V$$

$$V_{R13} = 12 \times \frac{18}{18+20} = 5.689V$$

$$V_{R14} = V_{BQ4}$$

$$V_{R15} = V_{EQ4}$$