

2014 高雄市第 54 屆中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：農業及生物科技

組 別：高職組

作品名稱：明天過後

關鍵詞：自動澆花、恆溫系統、單晶片

編號：4512

目錄

摘要.....	1
壹、研究動機.....	2
貳、研究目的.....	3
參、研究設備及材料.....	4
肆、研究過程與方法.....	7
(一)專題討論.....	7
(二)軟體設計.....	8
(三)硬體設計.....	9
(四)研究過程.....	14
伍、研究結果.....	15
陸、討論.....	16
柒、結論.....	18
捌、參考資料與其他.....	19

摘要

本組 "明天過後" 的精神，主要因為天氣的變化將影響農物的生長，所以本組研製一個具有恆溫、照明及自動澆花的植物養殖箱，並且藉由此概念，可以幫助農民種植高經濟的植物以及方便民眾種植植物。實驗結果顯示，本組利用單晶片 **Field Programmable Gate Array(FPGA)**作為整體控制的核心，利用溫度感測器、加熱器及七段顯示器達到溫度的控制，為了控制花的生長，加裝一自動照明器，另外，土壤的濕度也是植物生長的關鍵因數，故在植物的土壤裡，安裝感測器，進行土壤濕度的監控，並且土壤濕度不足時，將自動啟動自動澆花的功能，達到自動養殖的功能。

壹、研究動機

18 世紀，工業出現的開端，二氧化碳開始瀰漫，於至今 21 世紀，科技飛速進步下，二氧化碳的排放量已瀰漫整個地球，而能對抗他的不是人類而是植物，綠色植物是二氧化碳的消耗者和氧氣的生產者[1]。100 公頃原始森林約略每年吸收 90 萬公斤二氧化碳，即便如此卻還是遠不及人類每天所製造出的幾千萬噸二氧化碳[2]。

植物短缺與濫伐造成土地沙漠化如圖一所示，溫室效應、冰川融化、南北極面積變小、海平面上升[3]、二氧化碳濃度增加[4]、生物的滅絕，地球所遭遇的問題越來越多，而明天過後此片是美國在西元 2004 年時所拍攝，片中所描述是氣候學家觀察史前氣候研究指出，溫室效應帶來的全球暖化將會引發地球空前災難，溫室效應將使冰河時期重返地球，暴風雪、龍捲風、海嘯、地震等天災，都將成為人類生活的一部份。

此片的出現震驚世上所有人，藉此人們開始意識到植物的重要性，無法想像由藍與綠所組成這和諧的搭配，這樣如此適合生物居住環境的地球，卻在人們開發後，走向電影情節般的危險。

人類使地球氣候失調，同樣能使地球的空氣能再次達到平衡[5]，否則片中所描述的劇情也可能會是個未來式也不一定，為了防止這些悲劇事件的發生，藉由這次專題製作，本團隊勵志為了要讓人類永續生存下去，讓地球能從生病中解脫，並且讓我們所栽培的植物成為即使在明天過後片中那酷寒的天氣下卻依舊無所畏懼的天氣剋星。

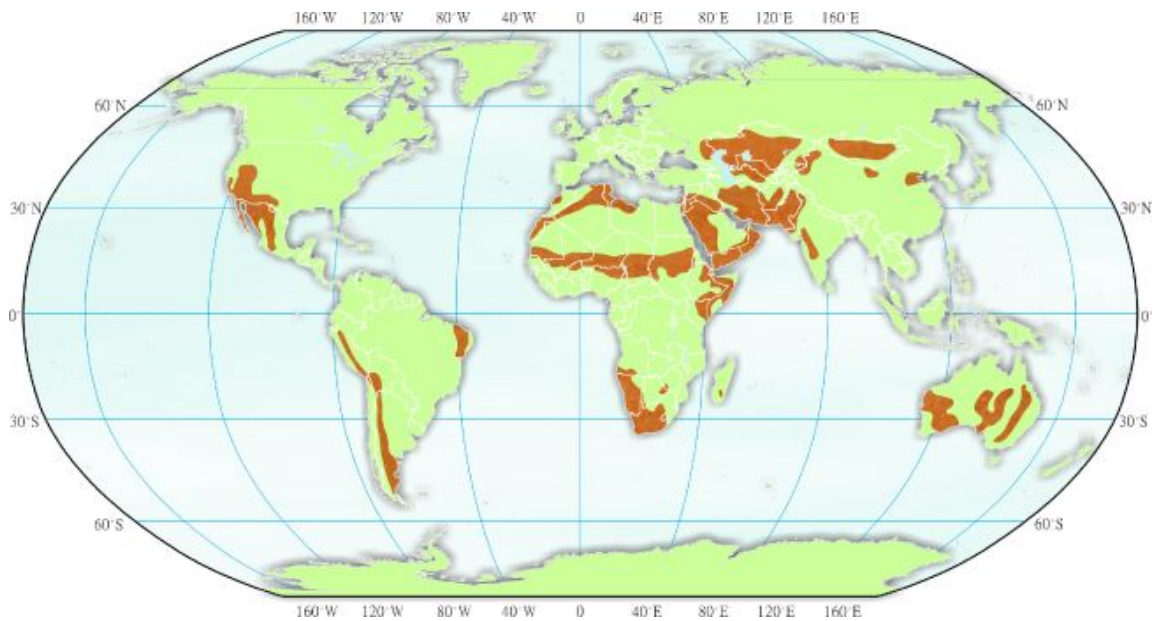


圖 1 全球面臨沙漠化地區分布圖

貳、研究目的

大自然的力量，實在是讓人可怕，新聞上常說農民是看天吃飯，就是說明天氣的多變化，會影響農民所種植的植物或蔬果的產量、另外、現今社會有許多人在家會種植植物，但因為工作忙碌，疏於照顧植物，進而導致植物死亡、所以綜合種種的因素[6]，我們討論出一種可以恆溫及自動澆花的養殖箱，來改善現有的問題。

而我們討論出的專題，其基本的概念及專業知識皆從下列課程沿伸而出。

1. 單晶片及 VHDL:程式設計及數位邏輯實習[7-9]
2. 加熱器:電子學、基本電學、基礎電子實習[10-11]
3. 自動澆水器: 電子學實習[12]
4. 七段顯示器電路: 數位邏輯實習[13]
- 5.

年級	類別	科目
高一上學期	理論科目	基本電學
	實習工作	基礎電子實習
高一下學期	理論科目	基本電學
	實習工作	基礎電子實習
高二上學期	理論科目	電子學、數位邏輯
	實習工作	電子學實習、程式設計
高二下學期	理論科目	電子學、數位邏輯
	實習工作	電子學實習、數位邏輯實習、程式設計

專業課程表

參、研究設備及器材

下表為本專題所使用之研究材料及設備

自動養殖箱之材料表(外箱)			
材料名稱	規格	數量	備註
壓克力板	20*30cm	4	
壓克力板	20*20cm	2	
風扇	DC 12V	1	
螺絲	8mm	4	固定風扇
自動養殖箱之材料表(溫度感測器、時間顯示器)			
材料名稱	規格	數量	備註
電阻	330 ohm	16	
電阻	100k ohm	3	
電阻	10k ohm	2	
電阻	1k ohm	10	
杜邦線	8pin	2	
杜邦線	1pin	10	
螺絲	8mm	8	固定電路板
銅柱	5mm	16	支撐電路板
電晶體	2SC1815	10	
AD590	1 μ A/° K	1	
精密可變電阻(25 轉)	10k ohm	1	
精密可變電阻(25 轉)	5k ohm	2	
跳針	2pin	9	
跳針	1pin	8	
排針	8pin	1	
運算放大器	100m/V	2	
繼電器		2	
IC 座	20pin	1	
IC 座	8pin	2	
陶瓷電容	104p	2	
陶瓷電容	151p	1	
積體電路	ADC IC	1	
七段顯示器	共陰極	8	
自動養殖箱之材料表(加熱器及燈源)			
材料名稱	規格	數量	備註

鎢絲燈泡	6V/10W	1	
電晶體	TIP41C	1	
散熱片	80*30*50	1	
風扇	DC 12V	1	
螺絲	8mm	4	定位加熱器即風扇

自動養殖箱之材料表(自動澆水器)

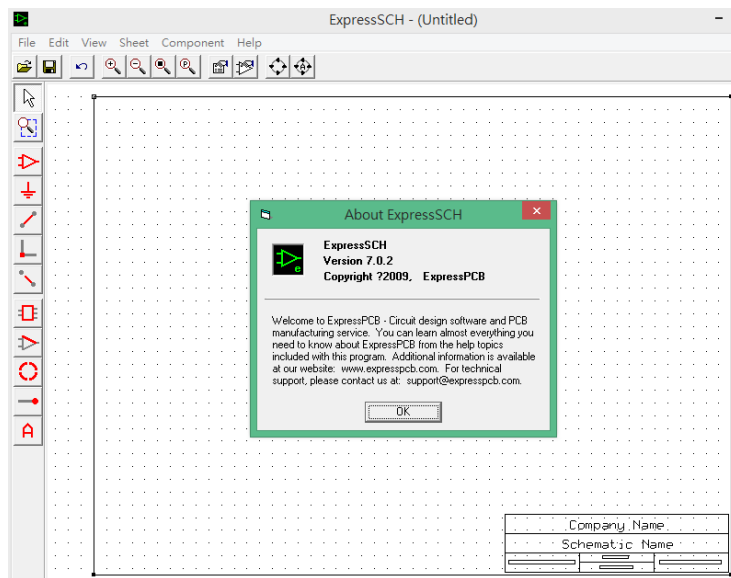
材料名稱	規格	數量	備註
不鏽鋼線(感測用)	20cm	2	
木棒	20cm	2	
軟管	50cm	1	
水量調整器		1	控制水量
電磁閥	DC24V	1	
儲水器	1000CC	1	
電阻	10K	1	
電阻	1K	1	
比較器	LM393	1	
可變電阻	5K	1	
可變電阻	10K	1	

自動養殖箱之儀器設備

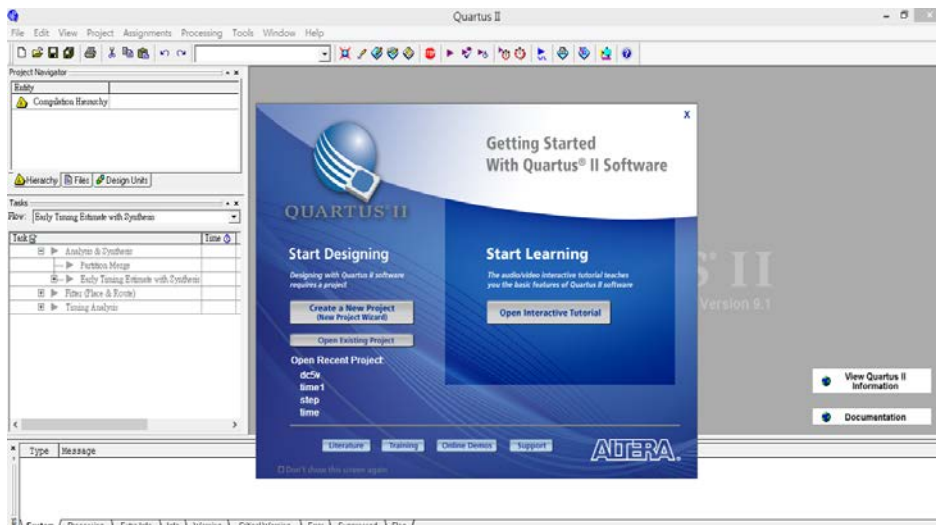
材料名稱	規格	數量	備註
電烙鐵	30W	1	
電鑽	AC110V	1	
熱熔槍	100-240V 10W	1	
接著劑	30ml	1	
電源供應器	115V	3	
電磨機	100mm 670W	1	

下列為本專題所使用到的電路元件繪圖、程式設計及 FPGA 模板

1. 電路元件繪圖; ExpressSCH



2. 單晶片 FPGA 程式編輯器(Quartus II 9.1sp2 Web Edition) [14]

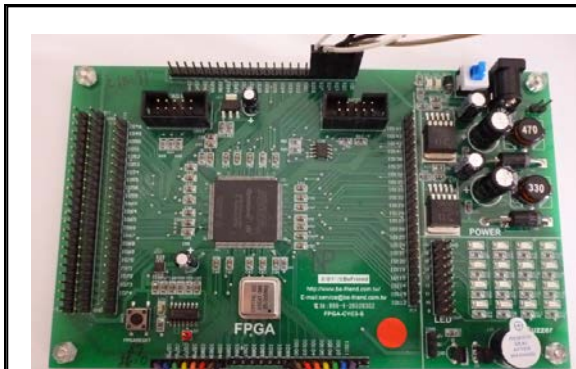


3. 單晶片 FPGA 模板(FPGA-CYC3-S)

晶片:CYCLONE III EP3C10

石英晶體:25 MHz

電源區 : 5V/1A、3V/1A



FPGA-CYC3-S



FPGA USB JTAG 下載器

肆、研究過程或方法

"明天過後"的專題的精神，主要針對目前的農業發展，而目前的農業發展主要以生產高經濟價值之農產品，所以本專題為了方便農民能生產高經濟農產，故研製一種具有恆溫及自動澆花之植物養殖箱，整體養殖箱的研究過程如下：

下列為本次研究流程圖，圖中共分四大類別，並以各類別作個別討論。

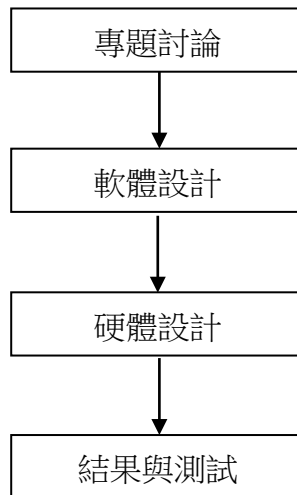


圖 4-1 研究流程圖

一、專題討論：

在專題討論部分，針對目前的問題，並結合課程所學的专业知識，本組討論出可程式化恆溫及自動澆化之養殖箱，並且此養殖箱可以改善農民及一般民眾對與種植植物的困擾。

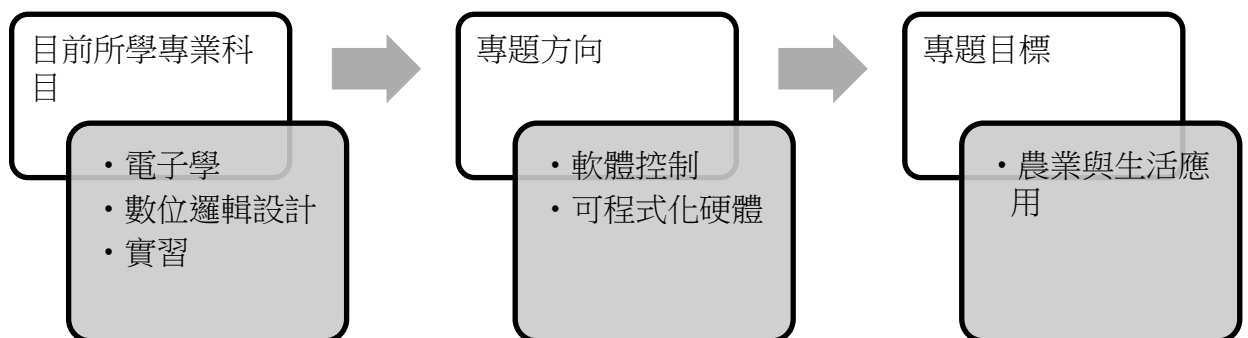


圖 4-2 專題討論流程圖

二、軟體設計:

根據上方軟體設計流程圖所示，本次所設計的植物養殖箱，主要以溫度控制、燈光控制及土壤濕度控制為主要三大區塊[15]，並且整體的軟體控制，主要以單晶片的方式控制整個植物養殖箱的功能，在溫度控制方面，為了能控制溫度，本研究以溫度感測器及七段顯示，來偵測溫度以及顯示溫度，並且將溫度訊號送給單晶片做判讀，例如溫度設定 28°C，當溫度不到 28°C 時，打開加熱器，當溫度到達 28°C 時就關閉加熱，達到恆溫的效果，在時間訊號方面，為了讓使用者能方便知道時間，有一時間器可以觀測，另外，可以設定時間，進行開啟燈源或關閉燈源[16]，可方便使用著針對所種植物可以延後開花的功用[17]，在土壤濕度方面，單晶片讀取濕度訊號後，進行判讀，如果土壤中含有水分，加水器不開啟，反之土壤乾燥時加水器即開啟，進行澆花的功能。

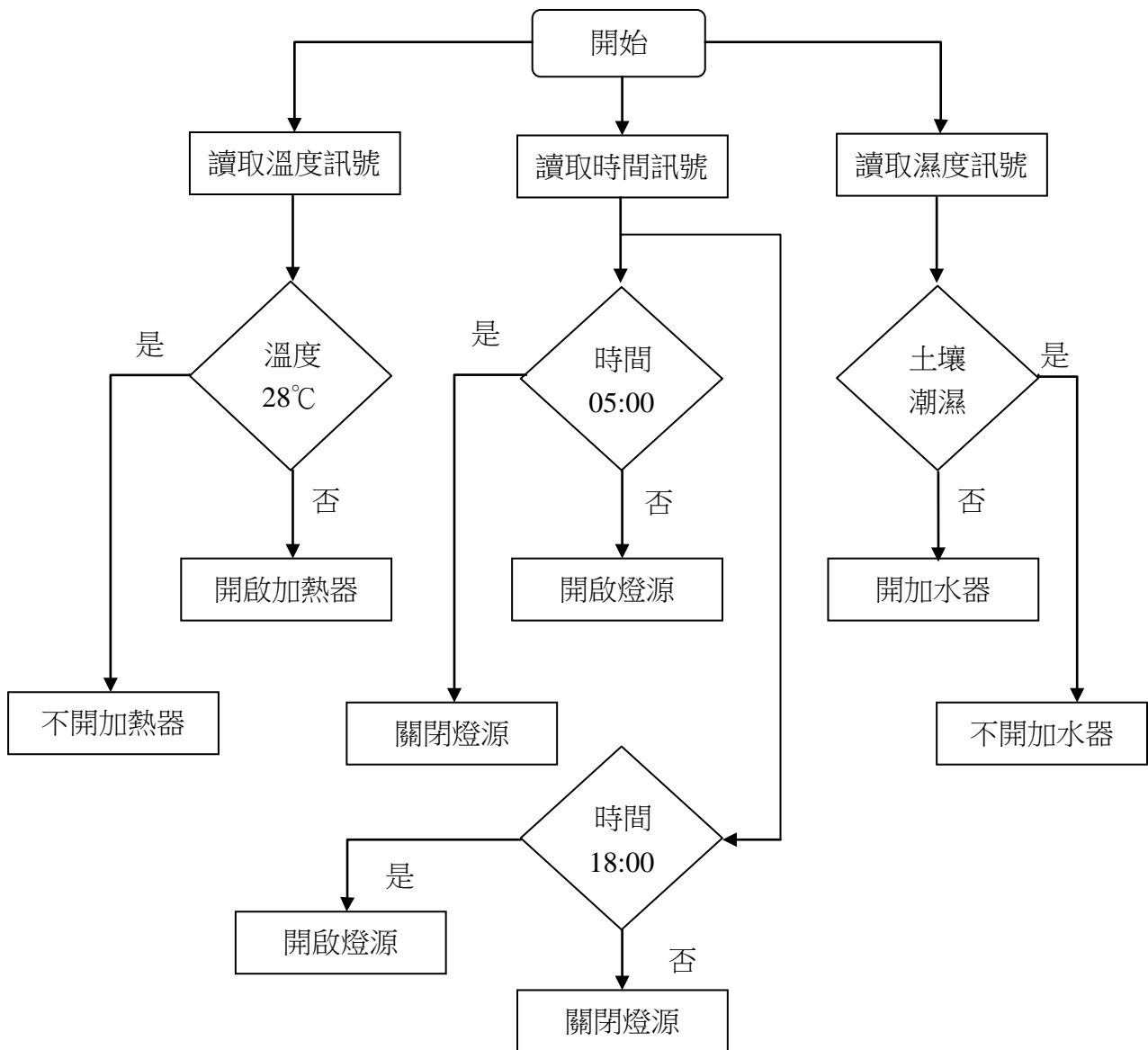


圖 4-3 軟體設計流程圖

三、硬體設計:

1. 植物養殖箱:(長寬高:20*20*30 cm.)

下圖為植物養殖箱示意圖，圖中所示，在養殖箱內的左上角為溫度感測器及溫度顯示器，另外，為了方便使用人的觀察，而加裝時間器，另外在右側上方放置一循環風扇，在養殖箱內的下方處為一加熱器，可依使用人的需求調整溫度，在花盆部分，我們將土壤濕度感測器插在花盆內，並且監控土壤濕度，當土壤乾時，再自動澆花。

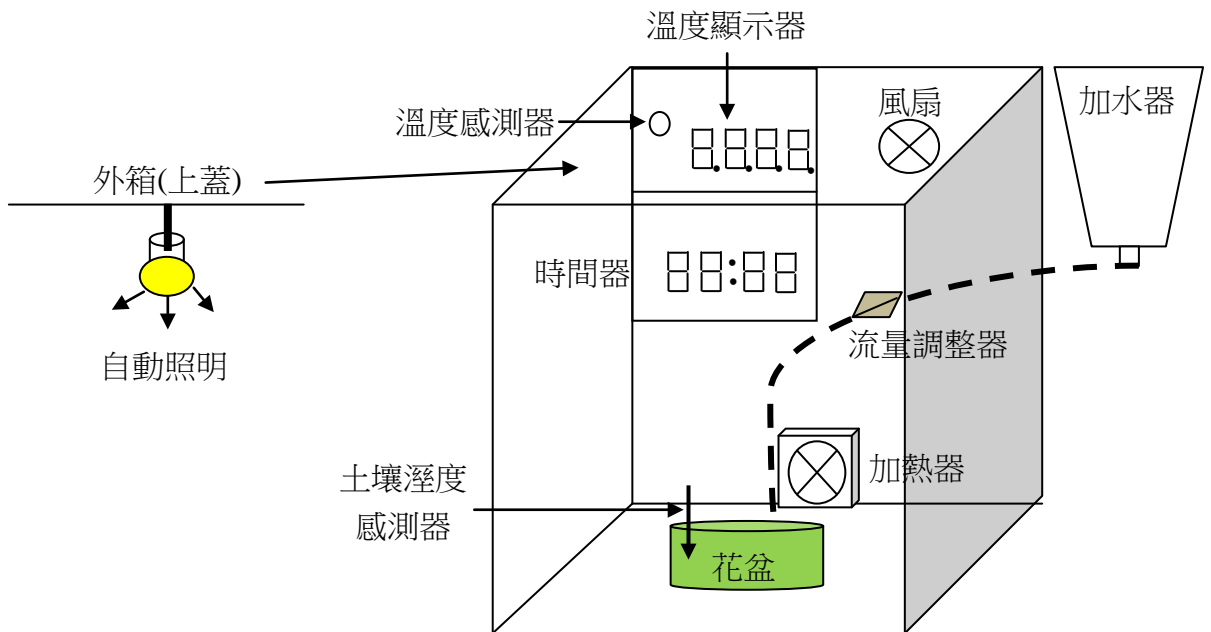


圖 4-3 植物養殖箱概念圖

2. 溫度感測電路:

在溫度感測器方面，本專題所使用之溫度感測器為 AD590 如圖 4-4 所示[18]，該元件為電流輸出型($1\mu\text{A}/^\circ\text{K}$)，但因為電流訊號過小，在 OPA1 的輸出端將放大訊號，並將電流訊號轉為電壓訊號，此時 OPA1 的輸出電壓為 2.73V 加上當時溫度，在 OPA2 的部分，因為 AD590 的溫度是屬 $^\circ\text{K}$ 表示，所以需要將 $^\circ\text{K}$ 轉換為 $^\circ\text{C}$ ，故在 OPA2 處將修正 2.73V ，如此輸出的電壓就會為正確的電壓，出溫度感測輸出電壓後必須將電壓傳給類比轉數位元 ADC0804 進行編碼的動作如圖 4-5 所示，再將編碼後的數位訊號送給 FPGA 進行輸出顯示以及判別溫度的工作。

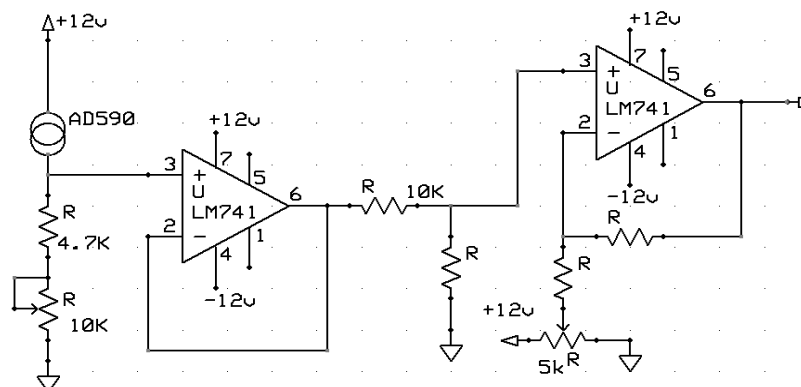


圖 4-4 AD590 感測器電路

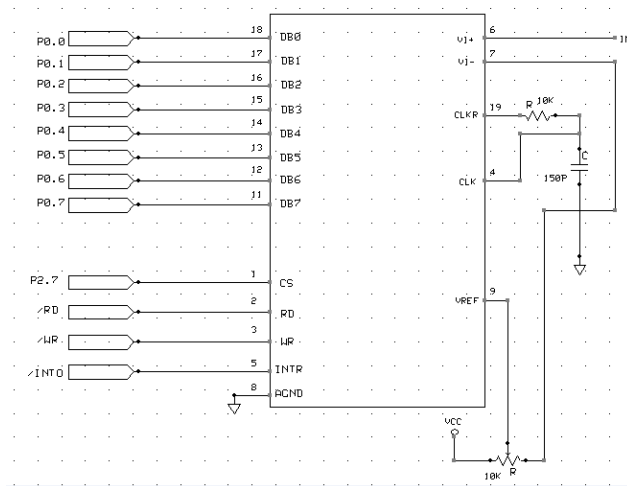


圖 4-5 ADC0804 感測器電路

3. 加熱器及溫度顯示電路

前面所介紹之溫度感測器有說明[19]，FPGA 將讀進 ADC0804 的數位訊號，再進行溫度的判別，然後再選擇是否要開啟加熱系統，而本專題所使用的加熱器，是在學校實習課上課所用到的 TIP41C 功率型電晶體，電路如圖 4-5 所示，所以藉由 TIP41C 功率型電晶體，所產生的熱能來進行加溫的動作，再加溫的同時，也使用風扇，使得整體的加熱速率可以提高許多如圖 4-6 所示，在溫度顯示方面，單晶片接收到溫度感測的數位訊號後，會將數位訊號進行編碼，並將編碼後的訊號轉為七段顯示器的訊號。

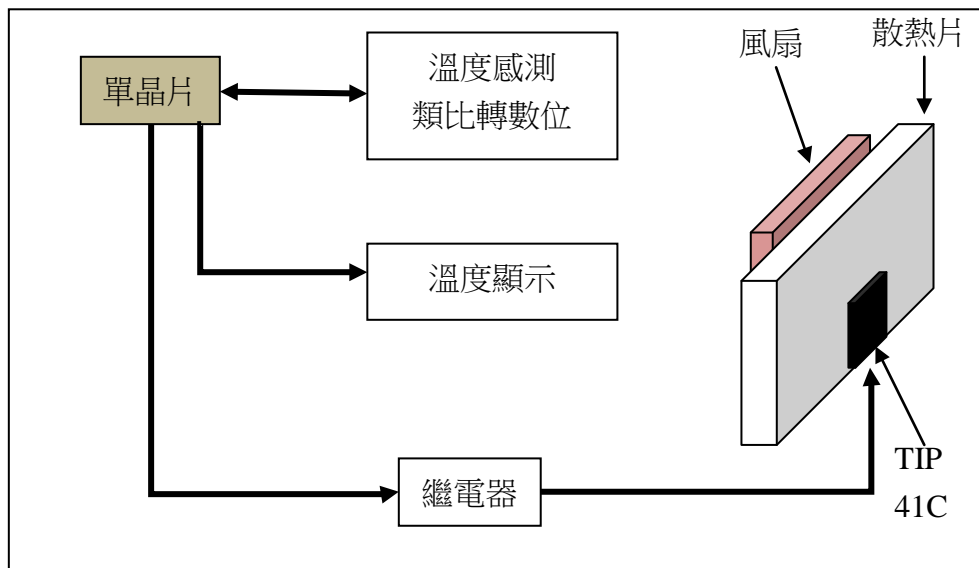


圖 4-5 加熱器電路

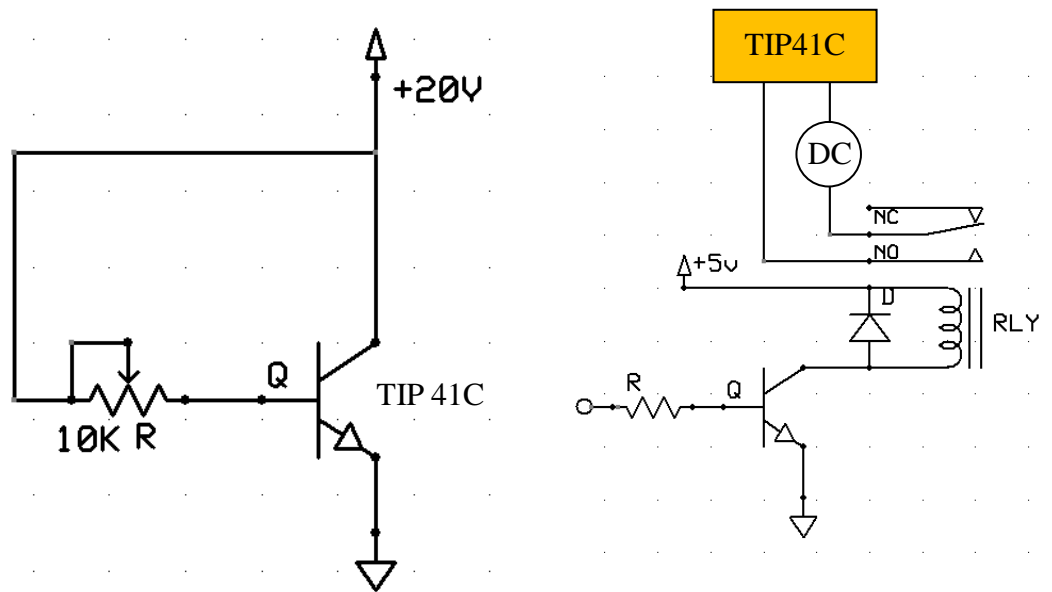


圖 4-6 TIP41C 電路圖

4. 時間顯示及燈光控制電路

為了要控制植物的生長速率，所以本專題利用單晶片並搭配計數器，設計可程式化時間控制燈光照明器，概念如圖 4-7 所示，另外，為了方便使用人觀察植物，所以加裝一組時間器，來提醒使用人，其電路如圖 4-8 所示。

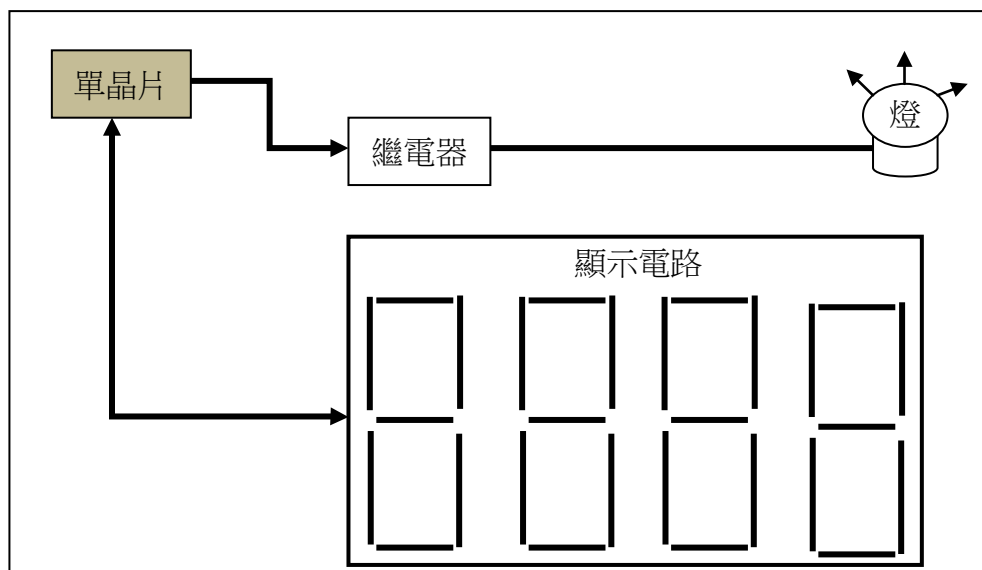


圖 4-7 可程式化時間控制燈源器

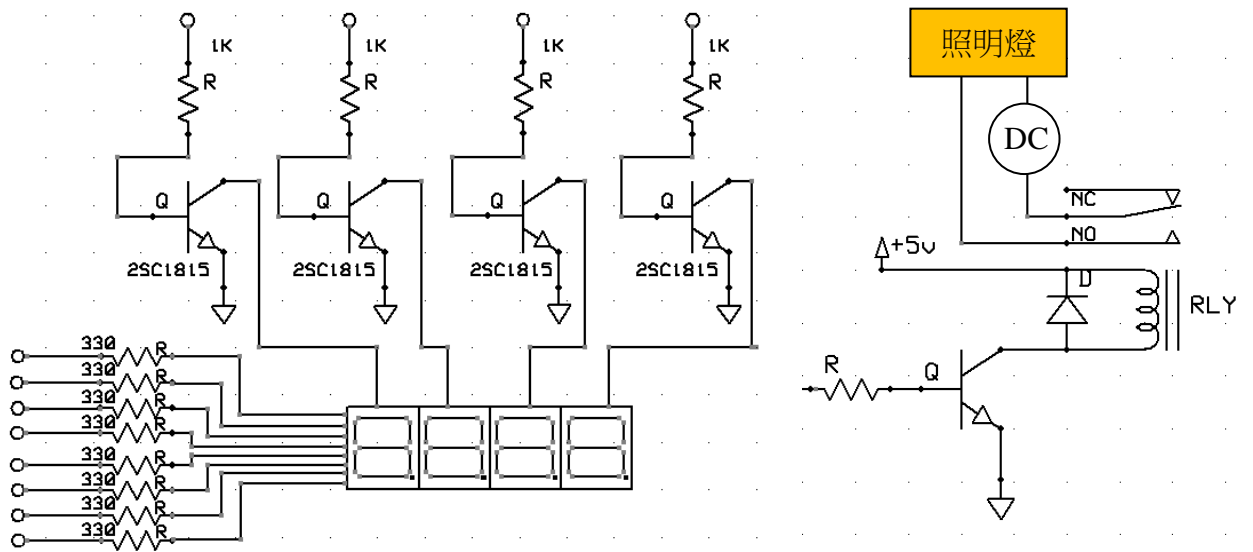


圖 4-8 七段顯示電路圖

5. 土壤溼度偵測及自動澆花

為了達到植物自動養殖的功能，本組利用單晶片製作一組土壤濕度感測器，透過土壤濕度感測器，概念如圖 4-9，可以明確知道植物是否為缺水狀況，並且在植物養殖箱旁，加裝一個儲水槽，方便使用者不在時，可以進行澆花的動作，不讓植物發生枯死的狀況，其電路裝置如圖 4-10。

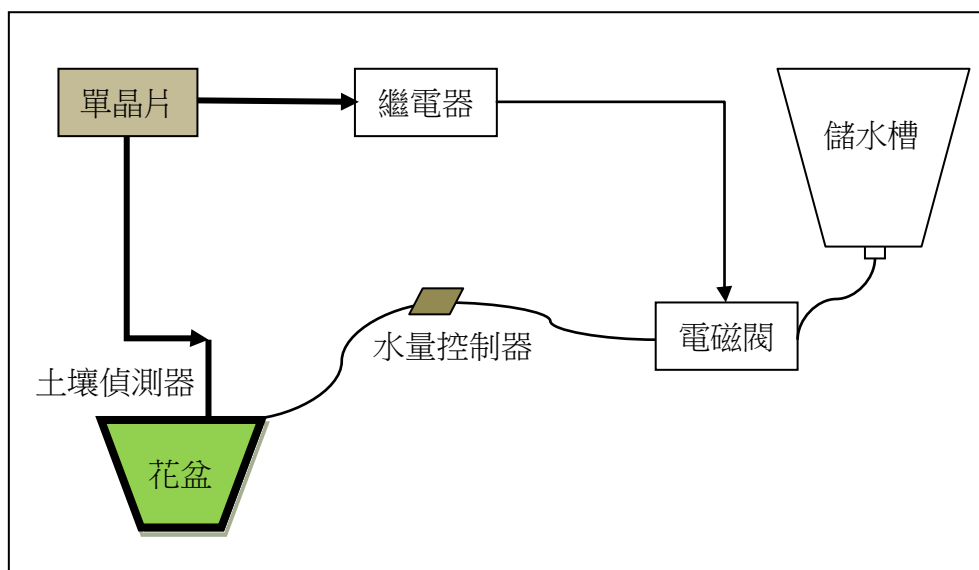


圖 4-9 自動澆花器概念圖

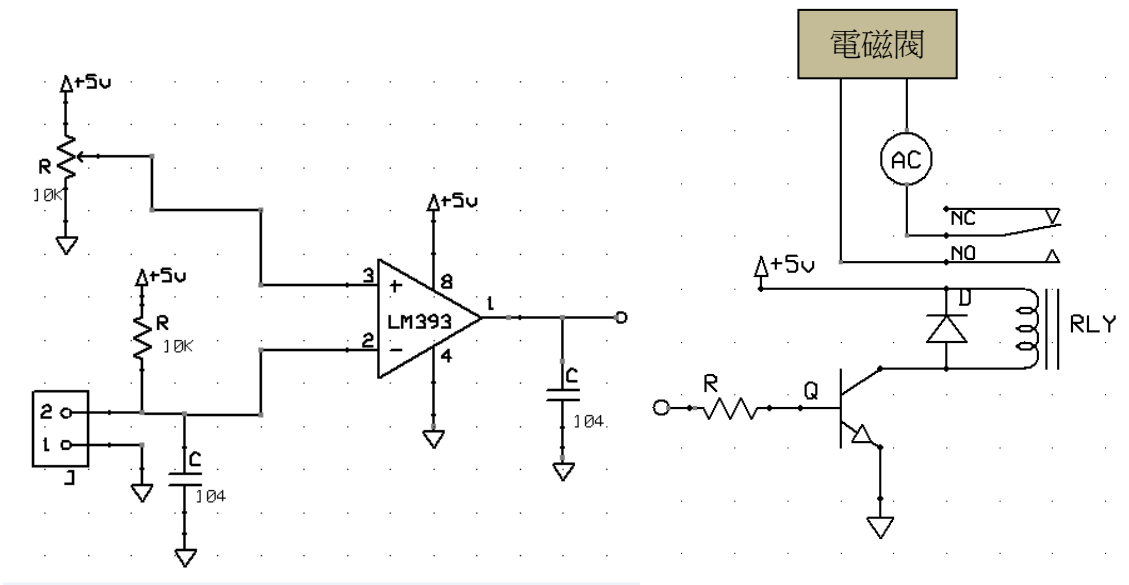


圖 4-10 自動澆水器電路圖

下圖為本團隊的製作過程



圖 4-11 測試組裝箱子

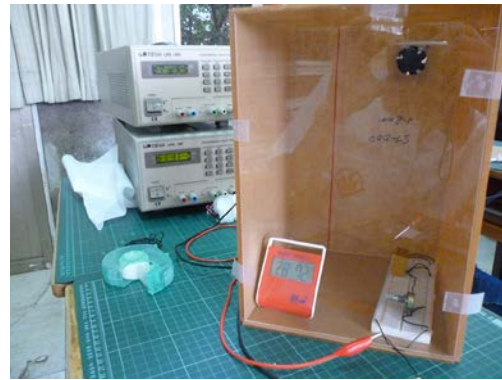


圖 4-15 加熱器測試



圖 4-12 切割壓克力



圖 4-16 外殼黏著



圖 4-13 製作電路圖



圖 4-17 電路板製作



圖 4-14 程式測試



圖 4-18 整合測試

伍、研究結果

經過一番的努力，為了改善農民與一般民眾對與種植植物的困擾，本組完成研製具有恆溫及自動澆花之養殖箱，其結果如下：

1. 恆溫裝置:本專題利用溫度感測器 AD590 及 ADC0804 並利用單晶片製作可程式化溫度控制,其單晶片的作用,利用 AD590 所量測出的溫度(類比訊號),再利用 ADC0804,將類比訊號轉換成數位訊號,再將訊號傳送給單晶片,進行數位編碼、顯示及溫度監控,結果如圖 5-1 所示。

研究結果顯示,利用單晶片 FPGA 成功的控制溫度、顯示溫度及控制加熱器,達到可程式化的效果。

2. 時間顯示裝置(可控制照明時間):此裝置利用單晶片內部的計時器的功用,進行計數,產生時鐘的效果,並且將時間顯示出來,另外,利用時間進行控制照明燈的亮與滅。研究結果顯示:本團隊使用單晶片 FPGA 成功的將時間顯示出來,並且藉由時間控制燈光照明。

3. 自動澆花系統:此裝置利用兩隻木棒並在上面纏上不銹鋼線,插入土壤內,在利用 LM393 比較器,進行與參考電壓的比較,再利用比較器所送出的結果,進行電磁閥的開與關,另外,為了能控制出水量,本專題在水管處,安裝水量控制器。

研究結果顯示:本團隊成功的將土壤感測器製作出,當感測器濕時,得到的電壓較小,反之電壓較大,再將得到電壓,與比較器進行比較,產生一個訊號給單晶片,進行電磁閥的調整。

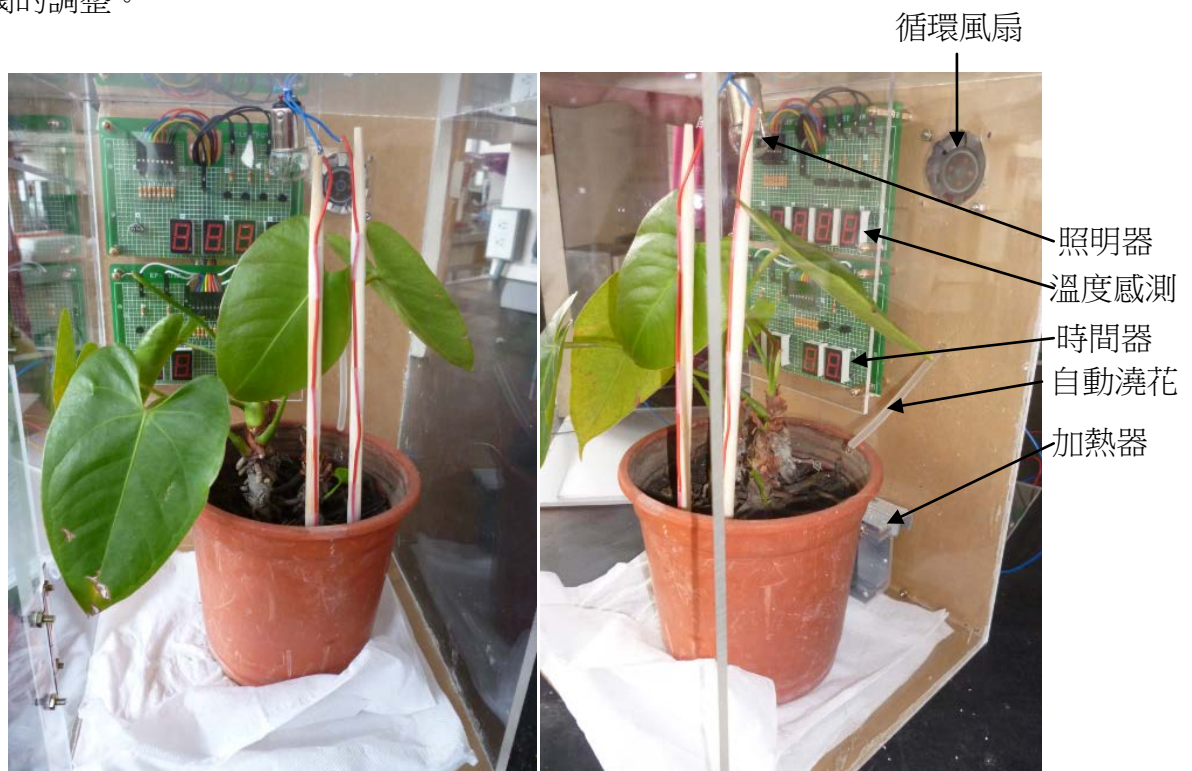


圖 5-1 自動恆溫及自動澆花之養殖箱

陸、討論

- 問題:**發現在自動澆花中(原噴霧式)，可能會造成箱內空氣過於潮濕
方法:以滴水式方式澆水
結果:與噴霧式比較，滴水式澆花較能減少箱內水氣
- 問題:**壓克力箱外怕發生碰撞使黏接處損毀
方法:找尋可保護黏接處措施
結果:使用 L 型鋁架黏貼，保護黏接處
- 問題:**小風扇的轉速太慢，無法使散熱效果達到最好
方法:改善風扇電壓
結果:將小風扇電壓從 5V 調至 12V
- 問題:**調整可變電阻時，發現誤差範圍太大，無法準確測量
方法:替換精密可變電阻
結果:使用精密可變電阻，誤差減少
- 問題:**組裝外殼，發現尺寸不合，導致無法將盒子組成正柱狀
方法:使用電磨機
結果:多餘的壓克力磨掉，尺寸符合
- 問題:**壓克力板所需鑽洞位置，對於桌上型鑽孔機即是死角，無法鑽孔
方法:使用迷你鑽孔機
結果:能克服死角問題
- 問題:**壓克力板上的保護膜遮住，導致無法精準對孔，與板上銅柱無法對上
方法:在銅柱上找東西做記號
結果:銅柱尖端沾上黑墨水，並印在壓克力外膜，便能精準地知道應鑽點的位置
- 問題:**箱內上升溫度不夠
方法:將電壓調製適合電壓
結果:將原電壓 5V 調至 20V
- 問題:**電晶體加熱過程中過熱燒壞
方法:將原小散熱片換至較大型散熱片

結果:散熱面積變大，散熱速度快電晶體不易燒毀

10. **問題:**杜邦線不夠長

方法:外接杜邦線或自行學習製作杜邦線

結果:線成功與板子連接

11. **問題:**熱氣無法擴散箱內

方法:運用風扇將熱氣擴散

結果:箱內溫度已達到平衡

12. **問題:**加裝發熱器時電晶體碰觸壓克力板

方法:利用自製U字型鋁架固定以保持電晶體與板子接觸不到

結果:成功使電晶體與板子中有空隙

13. **問題:**量測電壓出現負電壓

方法:查看放大器 OPA 是否出錯

結果:OPA1 出現問題，更換後數據即可

14. **問題:**顯示出來與輸入程式所想不同

方法:檢查程式是否出錯

結果:輸入訊號錯誤，改進後已成功

柒、結論

近年來的全球暖化，使得溫室效應與日劇增，根據資料的顯示，大氣中的溫室氣體已經從18世紀中葉至今，嚴重性更是可想而知的，因此必須高度重視到這項議題，而採取的因應對策便是保護好人類賴以生存的環境，為減少大氣中過多的溫室氣體，一方面應節約能源外，另一方面即是不亂破壞環境。此外，還可以透過植樹造林，減少二氧化碳來減緩這項嚴重趨勢，其上述原因，為此本組製作出本作品，經查閱資料評估後，透過學校的教學課程與老師的細心引導，接觸到了程式方面的設計，把學習到的知識與技術運用此製作上。實驗過程當中，加熱器的速率與加熱溫度都與數據上有所不同，但經由本組一再討論研究，發現可利用風扇的運作促使空氣進行熱循環，再以冷熱對流原理將箱子的上方加裝小風扇，便可將箱內多餘的熱氣抽出，使植物不會長期處於悶熱的環境中而影響到成長，維持一定的溫度是本組所要達成的目標。

為了方便讀取顯示器上的數據，本組便學習運用FPGA來撰寫程式，使數值顯示於七段顯示器上，對於第一次接觸到程式方面的設計，學習過程中難免困難重重，感謝在老師的專業解說與細心指導下，本組成功度過了這項難題。最後在看到成品的呈現，心中更是百感交集，深深體會到這並不單只是個專題，同時也是學習新的知識與培養團隊的合作。希望本組的作品能夠培養出更多高經濟的作物，提高植物的生存權利，減緩暖化對環境的傷害，改善人類的生活品質，並且讓植物在每個明天依舊綻放著光彩，為每個明天留下一份新的希望。

捌、參考資料及其他

- [1] 長春社:<http://www.conservancy.org.hk/conser/tree/index.htm>
- [2] 國科會高瞻自然科學教學資源平台:<http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=1091>
- [3] 香港天文台:http://www.weather.gov.hk/climate_change/faq/faq_uc.htm
- [4] 交通部中央氣象局:<http://www.cwb.gov.tw/V7/prevent/>
- [5] 奇摩知識家(誰能解決地球暖化):
<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1007021106270>
- [6] 台灣環境資訊中心:<http://e-info.org.tw/node/64399>
- [7] 靚！CPLD 全例說，黃國倫著，新文京開發出版，2012 年
- [8] 單晶片微電腦入門與應用，洪正瑞著，國科出版，1990 年
- [9] 程式語言.I, Visual Basic，全華圖書出版，2010 年
- [10] 電子儀表量測，陳炳陽，科友圖書出版
- [11] 電子學 I，徐慶堂、黃天祥，台科大圖書公司出版，2011 年
- [12] 電子實習與專題製作-感測器應用篇，盧明智、許陳鑑，全華圖書出版，2011 年
- [13] 數位邏輯，郭塗註、黃錦華，華興文化事業，2011 年
- [14] FPGA 設計實務，張義和、黃國倫著，2010 年
- [15] 台灣本土植物資料庫:<http://www.hast.biodiv.tw/Announce/newsC.aspx>
- [16] 行政院農業委員會臺東區農業改良場: <http://ttdares.coa.gov.tw/view.php?catid=2554>
- [17] TINA 電子電路分析及模擬 V1.0 中文版快速入門，張凱杰著，2000 年
- [18] 溫度感測器 AD590 之分析與應用林彧男楊
濬:<http://www.shs.edu.tw/works/essay/2010/11/2010111511481335.pdf>
- [19] 數位溫度計黃明賢陳宜隆張靜芸:<http://www.wfu.edu.tw/~wwwee/m10/06/04-12.pdf>