

中華民國第四十三屆中小學科學展覽會參展作品專輯

高 職 組

農業及生物科技科

科別：農業及生物科技科

組別：高職組

作品名稱：智慧型植物培育室

關鍵詞：AD590、89C51、ADC0804

編號：091406

學校名稱：

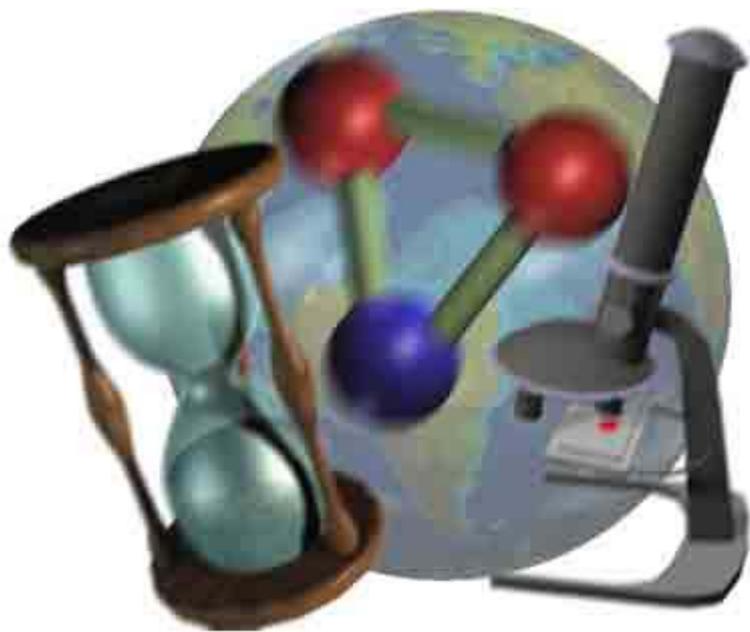
國立花蓮高級農業職業學校

作者姓名：

李昀融、楊坤川、徐聖其

指導老師：

盧禮宏



壹、研究動機

智慧型植物培育室可提供作物最佳生長環境，節省人工管理，避免人為疏失，使能源獲得充分運用，提高經濟品質，極具重要性。一般而言，植物之開花、花粉發育及生長期之適合成長溫度皆有不同，以熱帶性植物來說，雖然耐低溫性較弱但也不一定適合高溫，當溫度超過植物所能忍受之溫度時，便會造成一些現象如花苞不完整、凹凸不平畸形花或生長不良等高溫障害，所以不可單由一般觀念來決定植物的最佳生育溫度；所以我們想發展出一套系統，可供我們所種植的植物生長在最適合的溫度中，而不用去煩惱應該要將溫度設定在何種溫度內，且比一般的溫室價格更低廉，如此以利於農民產物的豐收。

貳、研究目的

- 一、設計一溫度與照度之智慧型控制系統，以符合智慧型植物培育室之基本功能。
- 二、設計一溫度感測電路，以符合智慧型植物培育室控制溫度的功能，當溫度超過設定溫度上限時，散熱系統即啟動，直到溫度達到所設定的溫度才停止散熱。
- 三、當溫度低於設定溫度下限時，加溫系統啟動，直到溫度達到所設定的溫度，即停止加溫。
- 四、當溫度上、下限設定為 20 以上，則散熱系統為風扇及水牆系統；若溫度上、下限設定為 20 以下，則散熱系統為風扇及空調系統。
- 五、此溫度感測器可設定各組溫度，以適合各種植物生長的環境。
- 六、設計光感測電路，以符合控制照度的功能。
- 七、當陽光太強時，超過我們所設定之照度，便啟動遮蔭網。
- 八、當陽光低於我們所設定的最低照度時，自動將遮蔭網收回。
- 九、此光感測電路可設定各組照度，以適合各種植物的生長。

參、研究設備器材

- | | |
|-----------------|----------------|
| 一、三用電表 | 十一、小型抽水馬達 |
| 二、起子組 | 十二、水槽 |
| 三、銲槍、烙鐵架、銲錫、吸錫器 | 十三、水牆 |
| 四、電源線、PVC 導線 | 十四、光敏電阻 |
| 五、尖嘴鉗、斜口鉗、壓線鉗 | 十五、變壓器 |
| 六、壓克力板 | 十六、萬用 PC 板 |
| 七、熱熔膠、熱熔槍、雙面膠 | 十七、電阻、電容及二極體一批 |
| 八、電焊機、焊條 | 十八、單晶片(89C51) |
| 九、角鐵 | 十九、AD590 溫感 IC |
| 十、透明投影片 | 二十、七段顯示器 |
| | 二十一、壓縮機 |

肆、研究過程

智慧型植物培育室將分為溫度控制系統與光控制系統兩大部分，茲分別以下說明：

一、溫度控制系統

因為市面上有許多種感溫裝置，如熱敏電阻、白金感溫器、電流變化型溫度感測 IC 等，但因為 AD590 溫度感測器之溫度與電流之關係成線性變化，所以溫度可直接轉換成電流，方便利用於溫度控制，所以我們決定採用 AD590 來當做我們的溫度感測器，我們可以利用它隨溫度高低而改變電流的特性，再以波段開關當作溫度選擇器去選擇上下限溫度，作動增溫和降溫的器材，當溫度超過上限溫度時，則啟動散熱系統，直到溫度達到所設定之溫度時，才停止散熱；當溫度低於下限時，則啟動加溫系統，直到溫度到達所設定之溫度時，便停止加溫。

本系統之散熱系統分為兩部分，大部分是以抽風機和水牆之配合而成的散熱系統，其原理乃利用水牆之特性。其特性是一種蒸發冷卻原理以達到降溫目的的設施，由抽風機抽入的空氣通過有層水膜的水牆，水膜蒸發形成水蒸氣由空氣帶走，蒸發所需的全部熱由空氣提供，所以空氣流經水牆可達到降溫的效果。但因水溫之關係，一般僅能降到 20 左右，如須降溫至 20 以下，此時由水牆所組成之散熱系統已不敷使用。所以我們如須降溫至 20 以下時，便啟動空調系統，以達到所設定之溫度。

將此散熱系統分為兩大部分有其優點如下：

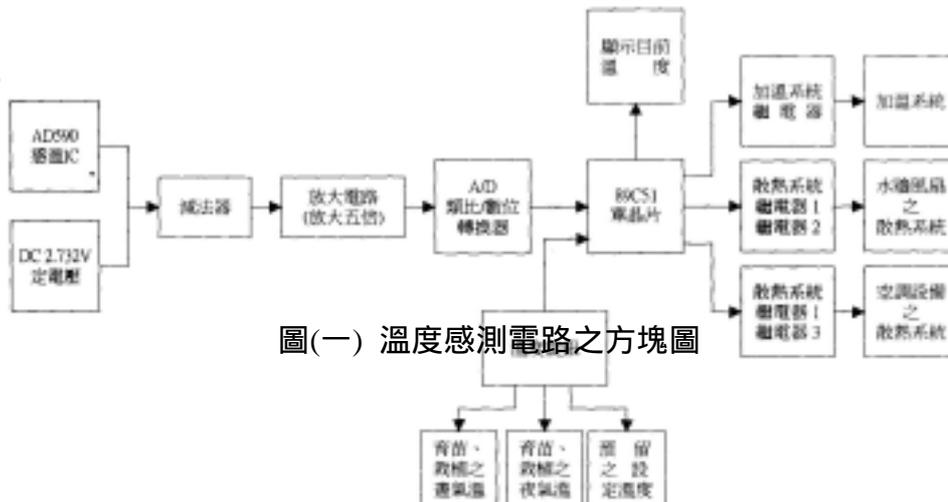
1. 降低成本：

因空調系統較為耗電，所以在種植 20 以上之植物僅須啟動水牆及風扇即可達到要求。若需將溫度設定至 20 以下，則啟動空調系統。如此便可節省電費，長期使用下來，其可節省的費用也是相當驚人的！

2. 利用資源：

提供水牆之用水乃是利用地下水重複循環使用，不會浪費水資源，乾淨又環保！

以下方塊圖即為我們所設計的溫度控制系統：



圖(一) 溫度感測電路之方塊圖

圖(一) 溫度感測電路之方塊圖

其溫度旋鈕乃在於選擇欲設定的溫度，在此我們設定了三組設定，以供我們選擇測試。如表(一)所示：

表(一) 溫度設定的範圍

溫度上、下限表			
	下限	設定溫度	上限
育苗、栽植 之晝氣溫	25	27 、 28	30
育苗、栽植 之夜氣溫	20	22 、 23	25
預留之設 定溫度	15	17 、 18	20

表(一)之設定乃是以溫室網紋香瓜之最適生育溫度為例。其蔬果之生育溫度表，請參考表(二)所示。

以表(一)第一組為例，當溫度低於下限 25 時，即啟動加溫系統，直到 28 時，才停止加溫。若溫度是高於上限 30 時，則啟動散熱系統，直到 27 時，才停止降溫。

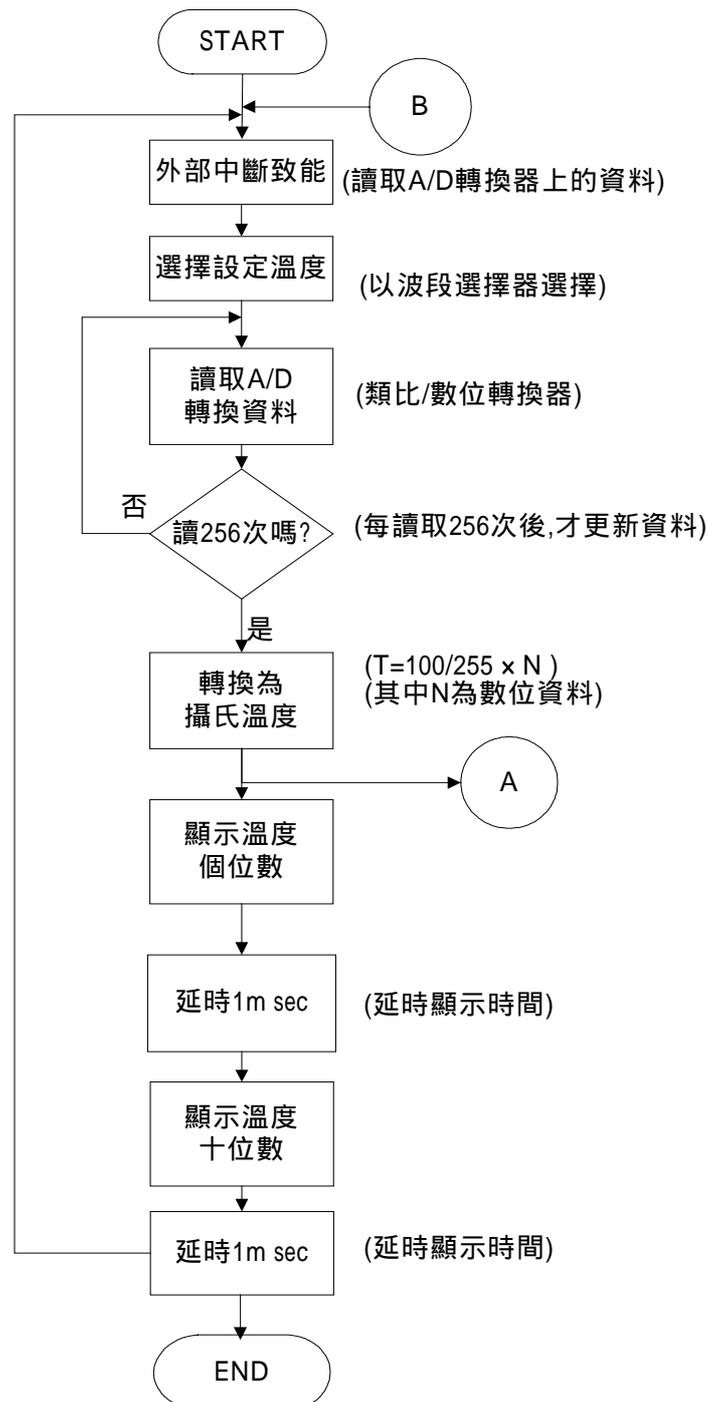
表(二) 蔬果之生育溫度表

作物名	育 苗		栽 植 圃			
	晝氣溫	夜氣溫	晝 氣 溫		夜 氣 溫	
	適 溫	適 溫	最高限界	適 溫	適 溫	最低限界
蕃 茄	20 ~25	10 ~18	35	20 ~25	8 ~13	25
茄 子	25 ~30	15 ~20	35	23 ~28	13 ~18	25
甜 椒	25 ~30	15 ~20	35	25 ~30	15 ~20	25
胡 瓜	22 ~25	12 ~17	35	23 ~28	10 ~15	25
西 瓜	25 ~30	18 ~20	35	23 ~28	13 ~18	25
溫室網紋香瓜	25 ~30	18 ~22	35	25 ~30	18 ~23	25
香 瓜	25 ~30	17 ~22	35	20 ~25	10 ~15	25

本溫室自動控制系統之溫度控制電路是利用 AD590 感測外界溫度後，將其電流轉換成電壓變化，再減掉 2.732V 後，再放大 5 倍，才將電壓數據送入類比數位轉換器，經轉換後，輸出數位信號給予 89C51 單晶片運算並以七段顯示器顯示目前溫度，同時再利用 89C51 單晶片

比較我們所設定的上、下限溫度，若讀入之信號超出我們所設定的溫度上限，則輸出信號促使加溫繼電器通過電流啟動散熱系統，使散熱系統啟動以達到散熱的目的，直至溫度下降符合所設定之限度內時才停止作動；反之當 89C51 單晶片比較溫度上、下限後，如溫度低於我們所選擇之溫度下限，則輸出信號使加溫系統繼電器導通，而加溫系統開始作動，直到溫度至所設定之溫度限度內時即停止作動。若溫度介於上、下限之間，則散熱系統與加溫系統皆不動作。

以下是本溫控系統之程式流程圖：



表(三) 本溫度控制系統與水銀溫度計之溫度實驗數據

	時 間	水銀溫度計顯示溫度	本溫度控制系統之溫度顯示值
民國92年 四月一日 天氣 晴	08:00	26.0°C	26°C
	12:00	27.5°C	27°C
	16:00	28.0°C	28°C
	20:00	24.0°C	24°C
民國92年 四月二日 天氣 晴	08:00	27.0°C	27°C
	12:00	28.0°C	28°C
	16:00	27.8°C	27°C
	20:00	26.5°C	26°C
民國92年 四月三日 天氣 陰	08:00	21.9°C	21°C
	12:00	21.0°C	21°C
	16:00	22.0°C	22°C
	20:00	21.0°C	21°C
民國92年 四月四日 天氣 陰	08:00	22.5°C	23°C
	12:00	21.0°C	21°C
	16:00	20.0°C	20°C
	20:00	18.4°C	18°C
民國92年 四月五日 天氣 陰	08:00	18.6°C	18°C
	12:00	19.0°C	19°C
	16:00	18.5°C	19°C
	20:00	17.0°C	17°C
民國92年 四月六日 天氣 晴	08:00	17.8°C	17°C
	12:00	22.0°C	22°C
	16:00	22.0°C	22°C
	20:00	20.0°C	20°C
民國92年 四月七日 天氣 陰	08:00	19.0°C	19°C
	12:00	24.0°C	24°C
	16:00	25.3°C	25°C
	20:00	23.0°C	23°C

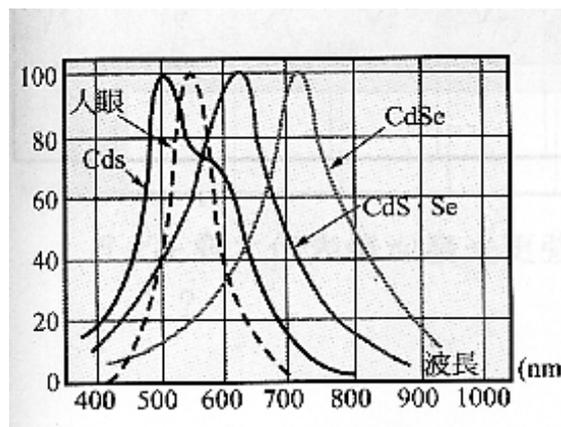
二、光控制系統

溫室內光量的管理須明瞭以作物為導向，對於適合弱光的作物光量過多，產生生育障害，宜用遮光處理，一般大體而言，蔬菜採用遮光率 20% 60%之遮光網，盆花採用遮光率 30% 70%之遮光網，觀葉植物採用遮光率 30% 70%之遮光網，常用遮光網有 PE 銀色、黑色遮光材料、不織布白色、黑色遮光材料；遮光網設置位置可分外遮蔭、內遮蔭。觀葉植物對於光量十分敏感影響品質甚鉅。茲詳列於表(四)：

表(四) 各種植物適合之光量表

植物	光量	植物	光量
吊蘭	10760 lux~26900 lux	竹芋	10760 lux~22000 lux
網紋草	10760 lux~26900 lux	黛粉葉	16000 lux~32000 lux
粗肋草	10760 lux~26900 lux	電信蘭	27000 lux~48000 lux
波士頓厥	16000 lux~37000 lux	椒草	16000 lux~32000 lux
黃金葛	16000 lux~37000 lux	巴西鐵樹	22000 lux~37000 lux
蔓綠絨類	22000 lux~37000 lux	孔雀木	43000 lux~64500 lux
朱蕉	27000 lux~43000 lux	印度橡膠樹	43000 lux~86000 lux
變葉木	54000 lux~86000 lux	小葉南洋杉	10760 lux~26900 lux

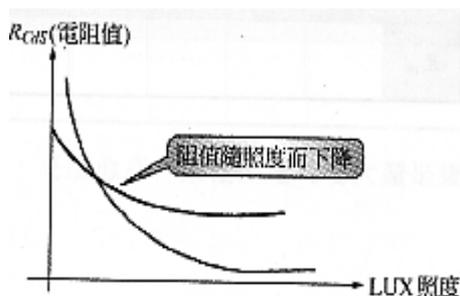
本系統之光控制系統乃採用光敏電阻(CdS)來完成，光敏電阻會因光照度的改變，而改變其本身的電阻值，是一種電阻改變型的感測元件，其光譜圖如圖(四)所示：



圖(四) 光敏電阻光譜圖

我們可由光譜圖中看出光敏電阻對光波長的反應，其光敏電阻大致皆可測得可見光。

圖(五)為光敏電阻阻抗與照度之特性曲線，由圖中可看出光敏電阻的電阻值與照度並不呈線性變化，故我們在設計此系統時，必須先測量出各種不同照度下所產生的光敏電阻值，來設計在何種照度下令遮蔭網啟動或收回。



圖(五) 光敏電阻阻抗與照度

我們控制燈泡的亮暗來產生各組不同的光量並利用照度計來測量目前的光量值，並紀錄此時光量下的光敏電阻值。以下就是我們在無光源教室下測量到的實驗數據，如表（五）（六）（七）（八）（九）所示：

照度與相對光敏電阻之實驗數據

表（五）

光量 (l u x)	光敏電阻之電阻值()
1 0 0 0	1.950k
2 0 0 0	1.43k
3 0 0 0	1.36k
4 0 0 0	1.21k
5 0 0 0	1.05k
6 0 0 0	965
7 0 0 0	878
8 0 0 0	789
9 0 0 0	730
1 0 0 0 0	682

表（六）

光量 (l u x)	光敏電阻之電阻值()
1 1 0 0 0	595
1 2 0 0 0	548
1 3 0 0 0	507
1 4 0 0 0	484
1 5 0 0 0	446
1 6 0 0 0	443
1 7 0 0 0	435
1 8 0 0 0	415
1 9 0 0 0	410
2 0 0 0 0	391

表（七）

光量 (l u x)	光敏電阻之電阻值()
2 1 0 0 0	386
2 2 0 0 0	380
2 3 0 0 0	372
2 4 0 0 0	363
2 5 0 0 0	355
2 6 0 0 0	349
2 7 0 0 0	340
2 8 0 0 0	335
2 9 0 0 0	329
3 0 0 0 0	322

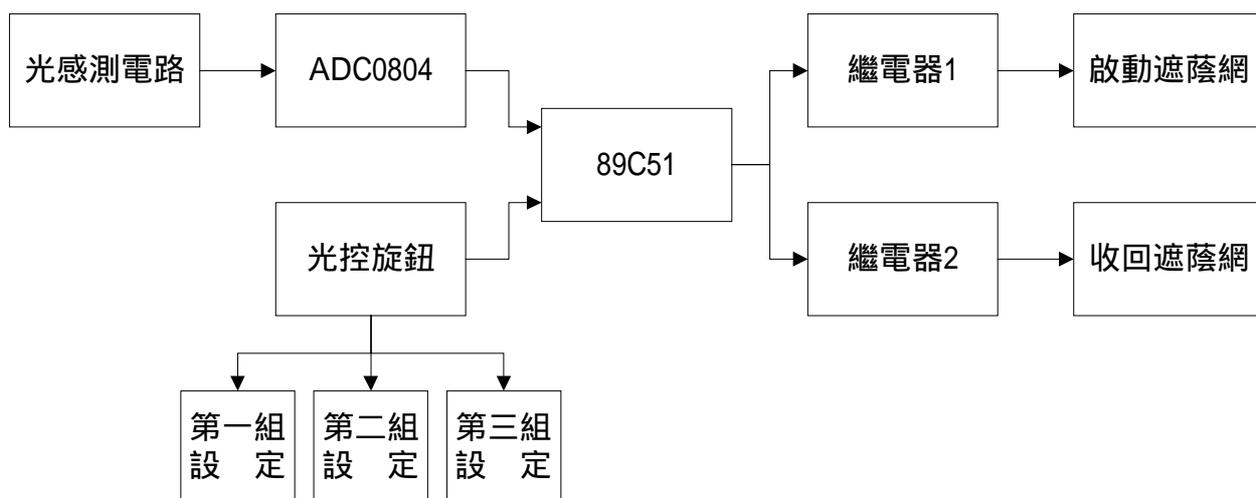
表（八）

光量 (l u x)	光敏電阻之電阻值()
3 1 0 0 0	312
3 2 0 0 0	297
3 3 0 0 0	266
3 4 0 0 0	261
3 5 0 0 0	257
3 6 0 0 0	251
3 7 0 0 0	246
3 8 0 0 0	239
3 9 0 0 0	231
4 0 0 0 0	220

表(九)

光量 (l u x)	光敏電組之電阻值()
4 1 0 0 0	213
4 2 0 0 0	205
4 3 0 0 0	198
4 4 0 0 0	180
4 5 0 0 0	165
4 6 0 0 0	157
4 7 0 0 0	148
4 8 0 0 0	140
4 9 0 0 0	137
5 0 0 0 0	129

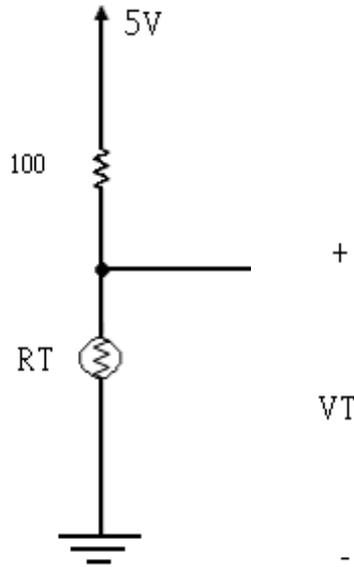
以下便是本光控系統的方塊圖：



圖(六) 光控系統之方塊圖

本光控制系統是利用光敏電阻感測外界光量後，將其電阻變化轉換成電壓變化，再將電壓數據送入類比數位轉換器，經轉換後，輸出數位信號給予 89C51 單晶片運算並比較我們所設定的上、下限光量，若讀入之信號超出我們所設定的光量上限，則輸出信號促使繼電器 1 通過電流啟動遮蔭網；反之當 89C51 單晶片比較光量上、下限後，如光量低於我們所選擇之光量下限，則輸出信號使繼電器 2 導通，將遮蔭網收回。若溫度介於上、下限之間，則遮蔭網維持目前狀態。

(一) 光感測電路



圖(七) 光感測電路

我們可利用光敏電阻對光的強弱反應下所產生的電阻值，再利用分壓定理，以便我們來做控制。其電壓 V_T 如下：

$$V_T = 5 \times \frac{R_T}{100 + R_T}$$

由表(五)(六)(七)(八)(九)的實驗數據中，可知當光線強時，光敏電阻之電阻值會下降，所以電壓也會下降，反之，當光弱時，光敏電阻的電阻值上升，電壓也會上升。

(二) 光控旋鈕

是利用事先測量出的電阻值來設計上、下限的選擇。例如以表(六)的實驗數據中 19000 lux 的光量所產生的電阻值來當做我們的下限電壓之參考電阻值

$$V_L = 5 \times \frac{410}{100 + 410} = 4.02V$$

再以 11000 lux 的光量所產生的電阻值來當做我們的上限電壓之參考電阻值

$$V_H = 5 \times \frac{595}{100 + 595} = 4.28V$$

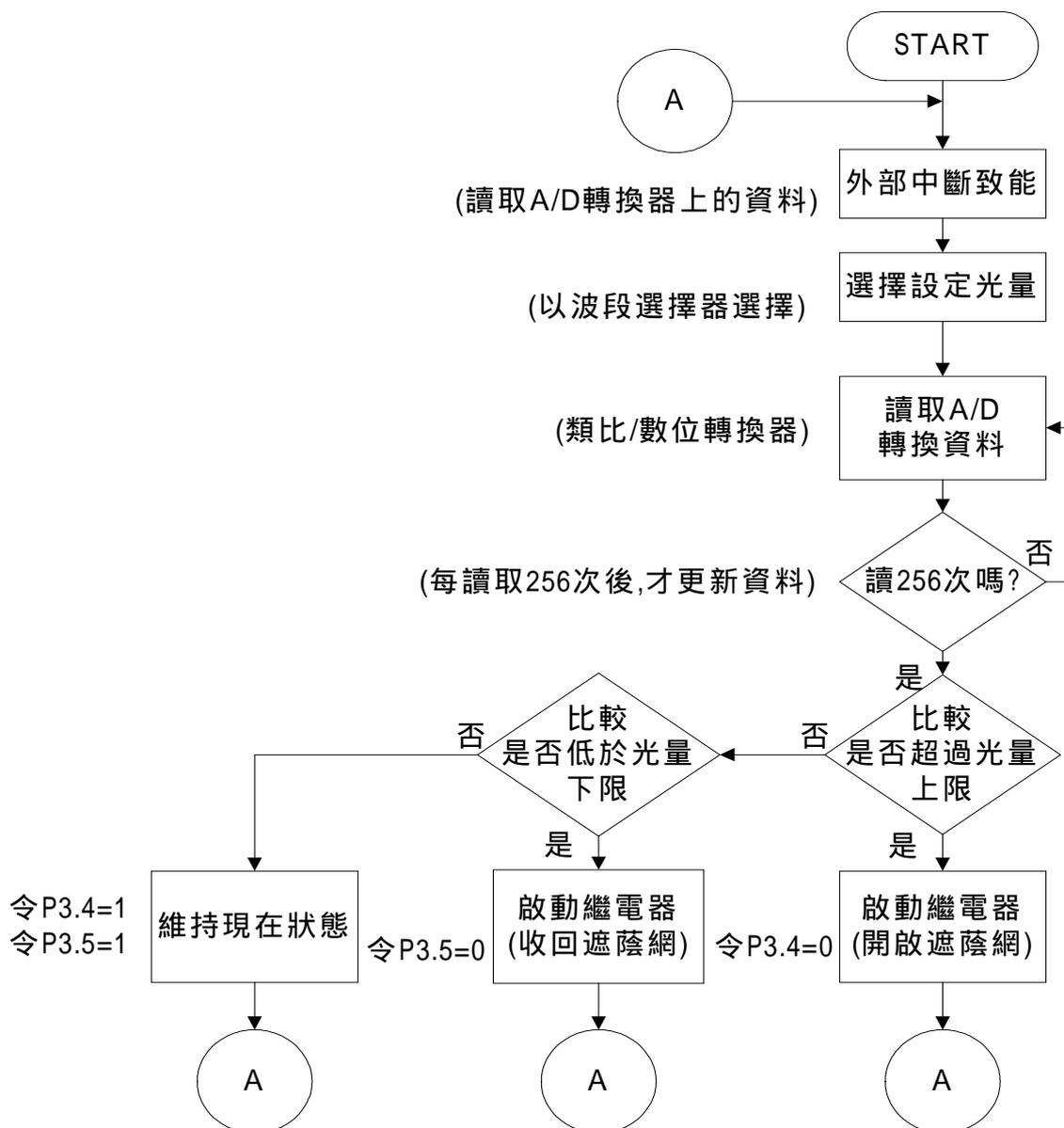
其光控旋鈕乃在於選擇欲設定的光量，在此我們設定了三組設定，以供我們選擇測試。如表(十)所示：

表(十) 光量設定的範圍

	光量之下限	光量之上限
第一組	1000 lux	16000 lux
第二組	11000 lux	26000 lux
第三組	27000 lux	43000 lux

以表(十)第一組為例，當光量高於光量之上限 16000 lux 時，即啟動遮蔭網；反之，光量低於光量之下限 1000 lux 時，即將遮蔭網收回。若光量介於上、下限之間，則遮蔭網維持目前狀態。

以下是本光控系統之程式流程圖：



圖(八) 光控系統流程圖

伍、討論

- 一、本系統是智慧型植物培育室系統，包含了溫度、照度的基本功能，且需事先告知欲種何種植物，好讓我們事先做好設定（設定育苗、栽植之晝氣溫及育苗、栽植之夜氣溫與光照度的上、下限），如此每天只要白天轉到晝氣溫的選擇，晚上再轉到夜氣溫的選擇，根本就不必考慮此種植物應在何種溫度內培育，而傷透腦筋。即使是不懂植物特性的人們，也可以培育出完美的植物喔！
- 二、智慧型植物培育室是以 8051 單晶片作為控制核心，而一般溫室控制系統大多是以硬體電路、可程式控制器（PLC）為核心，或以電腦來做植物的監控。但以硬體電路來做溫室的控制系統其體積龐大、佔空間、維修不易，且如須增加功能的話，也將須更改電路或重新再製作新的電路，其彈性較低；若以可程式控制器來做控制的核心，其價格昂貴（一般最便宜的可程式控制器就要六、七千元，更遑論整個控制系統了）；而以電腦來做監控的系統，一般皆用於學術或研究、改良方面，其價格最昂貴（約一、二十萬），所以一般農民大多不會考慮使用以此作為控制系統。綜觀一般市面上的溫室控制系統，我們將其缺點改良，而以體積小、操作簡單、維修容易、即時顯示目前溫度、更改或更新功能容易、價格低廉（8051 單晶片約三、四十元）等為其優點。

以下即為 8051 單晶片和其他控制核心比較表：

控制核心 比較項目	8051 單晶片	PLC	硬體電路	電腦監控
價 格	便宜	昂貴	便宜	昂貴
體 積	小	大	大	大
操 控	簡單	簡單	簡單	複雜
更新功能	容易	容易	困難	容易
維 修	容易	容易	困難	容易

陸、結論

從看到溫室有靈感、研究、設計到實作，花了不少時間、心血，但是也吸收了不少的經驗，在錯誤中尋找錯誤，讓錯誤不再出現，使我們在自動控制與植物生長環境領域中學到了一些設計與應用，從這次的智慧型植物培育室系統中收穫頗大！希望將來能再加入溼度控制的功能，並以電腦來控制、紀錄與分析，以達到智慧型植物培育室之全自動監控系統。以利於觀察各種植物的生長狀態，以培育出更好的植物品質與開發出新的品種，造福人民。

柒、參考資料

- 一、陳正傳、盧明志編著，感測器原理與應用實習，台科大圖書，民國 91 年出版。
- 二、蔡朝洋編著，單晶片微電腦 8051/8751 原理與應用，全華科技，民國 87 年出版。
- 三、台灣糖業股份有限公司訓練中心講義，溫室環境感測系統與控制，民國 83 年。
- 四、台灣糖業股份有限公司訓練中心講義，溫溼度控制之理論與實務，民國 83 年。
- 五、台灣糖業股份有限公司訓練中心講義，最佳作物生長環境對環控之要求，民國 83 年。

評語

1. 以本土所產之低價晶片整合作物培育室之溫度及光照之控制，為具實用性之技藝改進，對植物培育室之自動化微機電控制系統之改進有應用價值。
2. 相類似之研究成果已有很多，此作品較偏重成本之降低。
3. 三位成員有二位已考上大學未參加說明，團隊合作精神稍不足。