

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

電子電機及資訊科

科別：電子電機及資訊科

組別：高職組

作品名稱：自動導向式太陽能集熱輔助控制裝置

關鍵詞：

編號：091002

學校名稱：

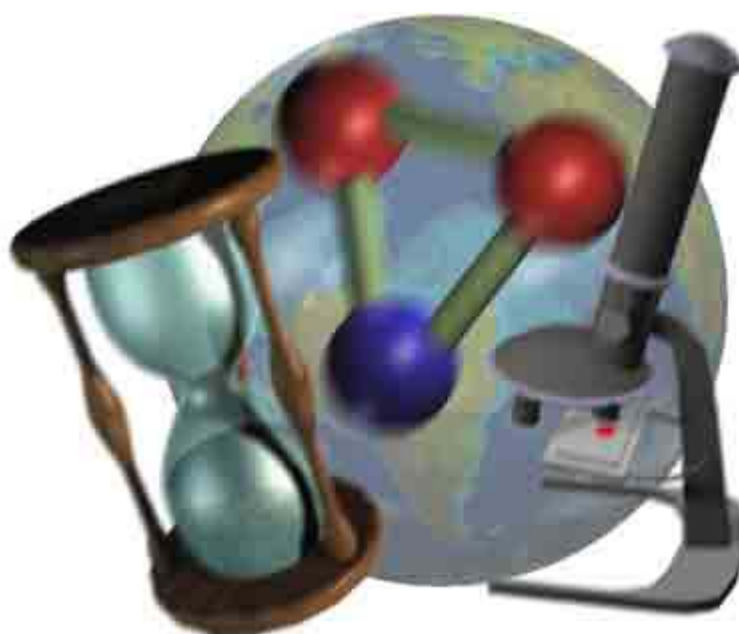
台北縣私立復興高級商工職業學校

作者姓名：

黃智勇、張益瑋、楊雅珍、林莉旻

指導老師：

林明德、高韻閑



## 壹 研究動機

傳統太陽能集熱板，係太陽能式熱水器裝置中非常重要的組件之一。由於其需用較大實體空間，所以現況均採室外固定座向及仰角進行安置。如此，僅能拘限於白天部分時段日照時間，太陽光線與能集熱板面，可形成較好照射角度，於此段時間裡或有較高的能量轉換效能，而於剩餘大部分時段，由於太陽光線與能集熱板面，沒有維持良好照射角度，便無法有較高能量轉換效能輸出，形成實用上潛在的缺點。因此引發了研究一種能隨太陽光線移動，可追蹤光源的太陽能集熱板，以較佳的受光面角度，接收太陽光能的輔助裝置-----【自動導向式太陽能集熱裝置】的濃厚興趣。

## 貳 研究目的

- 一 以自動控制原理，依據日照光線明暗程度之變化，自動修正太陽能熱水器【集熱板】等，能以最佳受光面正對著太陽的光線來源。
- 二 改進傳統式太陽能集熱板以固定方式架設於屋外，不能隨這太陽日照時間及光線來向的變化，而修正而其集熱器面板的導向，所形成的熱能損失及無法提昇使用效率的缺點。
- 三 改善現況太陽能低轉換效率的缺點，進而提昇居家安裝使用的普及率，更可促進民生用電改善生活品質。

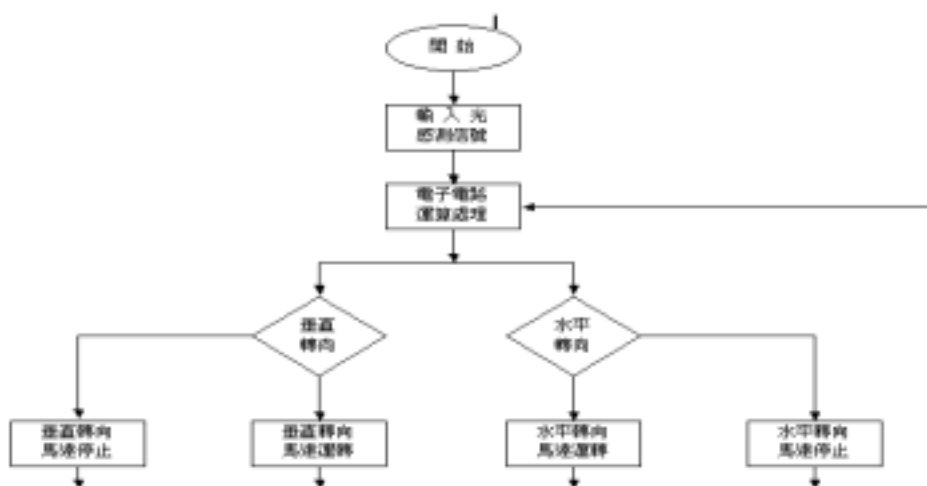
## 參 研究方法

- 一 利用光感測元件，將光線明暗變化程度轉換為電器信號，最為電子電路邏輯處理之依據。

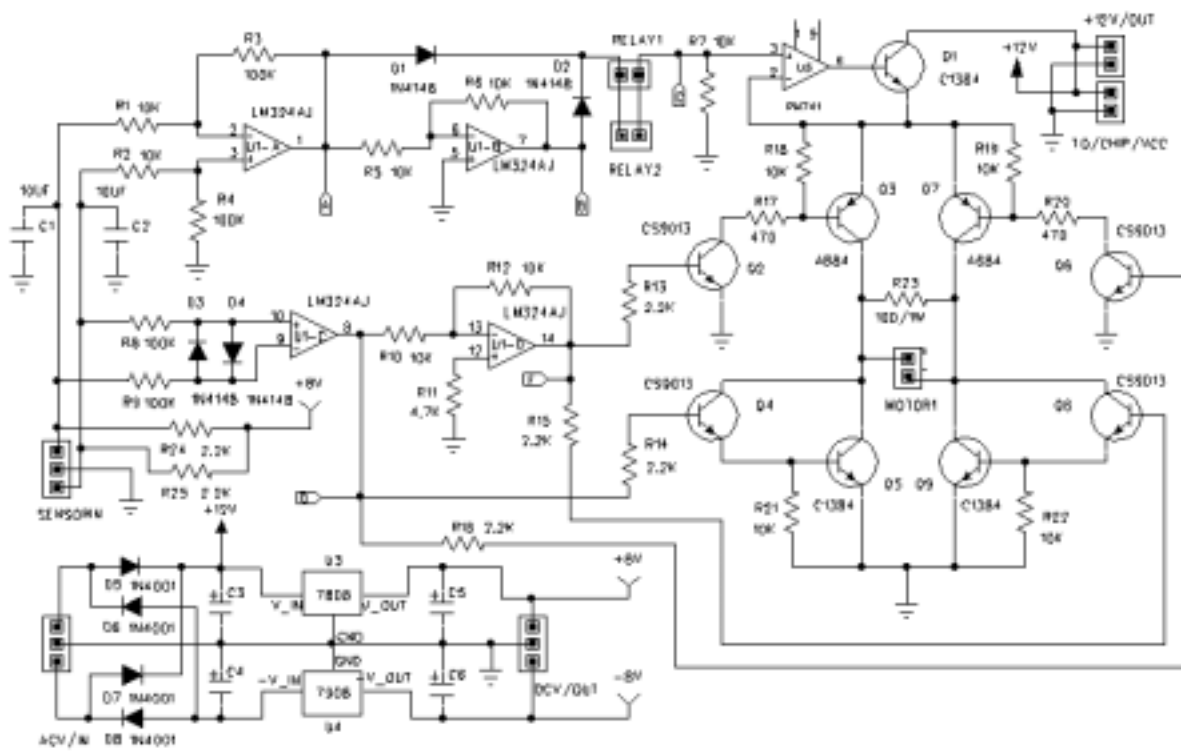
- 二 利用四只光敏電阻組成光感測組件裝置，在此裝置中四只光敏電阻，平均分至於東南西北等四座標軸上，以作為偵測太陽光線的來源方向。
- 三 繼前項所敘述，以裝置東西座向標軸上之兩光感測元件所轉換的壓值，作為修正橫向轉移位的參考數據。
- 四 繼前項所敘述，以裝置南北座向標軸上之兩光感測元件所轉換的壓值，作為修正縱向轉移位的參考數據。
- 五 繼前項所敘述，當光感測組件取出水平與垂直相對電壓值後，經控制器中電子電路進行運算處理後，產生誤差電壓輸出，並往由橋式電路分別去驅動水平及垂直轉向馬達運轉。
- 六 利用 LM324PAIC 擔任差值運算與誤差放大，並經正負極性取樣電路輸出至橋驅動電路，使直流齒輪馬達正確偏左或偏右轉動。
- 七 以單晶片微電腦執行致能控制，使整體電路可執行選擇定時控制模式及計時控制模式。

## 肆．電路結構

### 一 動態電路流程圖

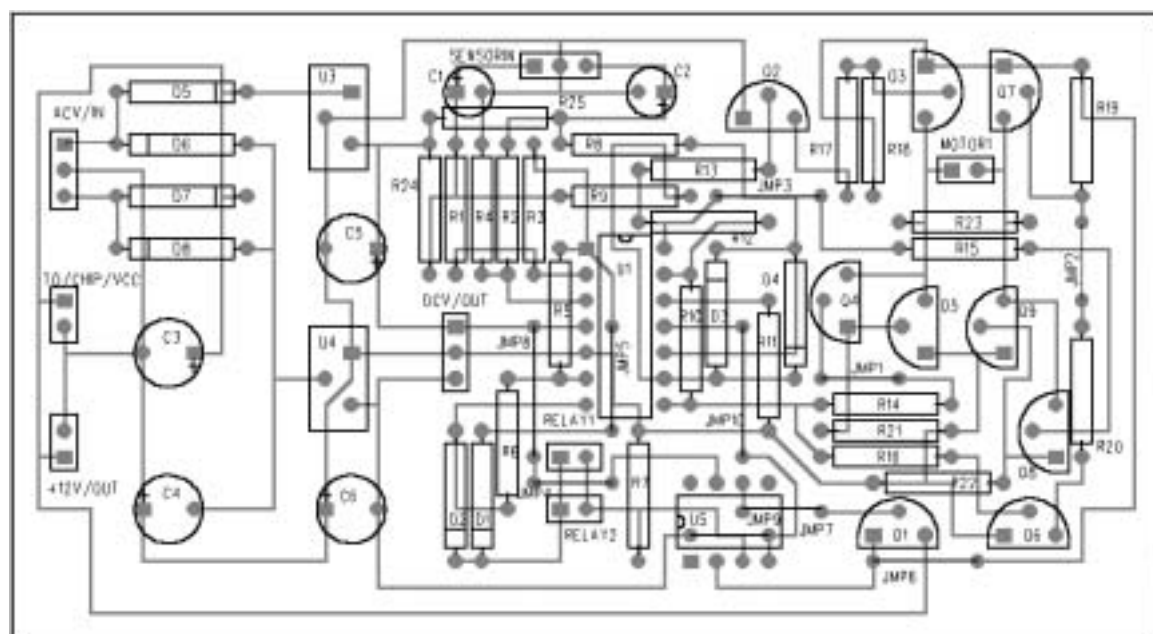
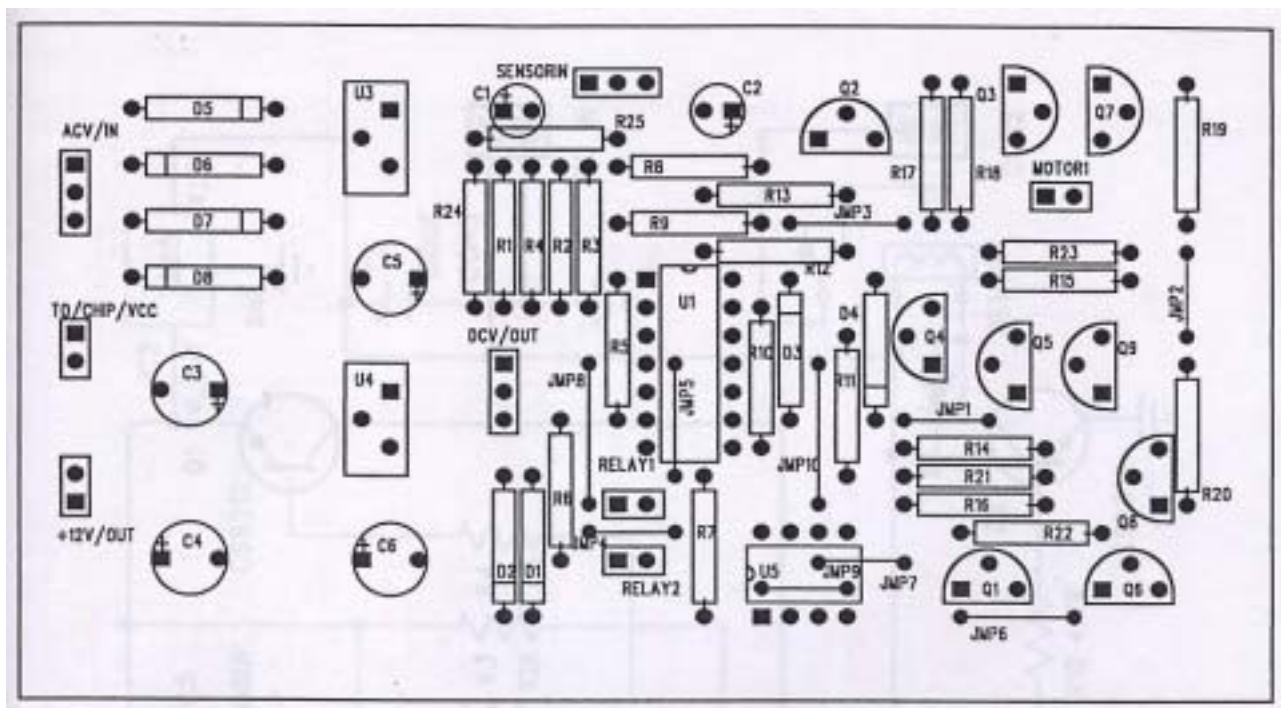


## 二 運算驅動電路圖



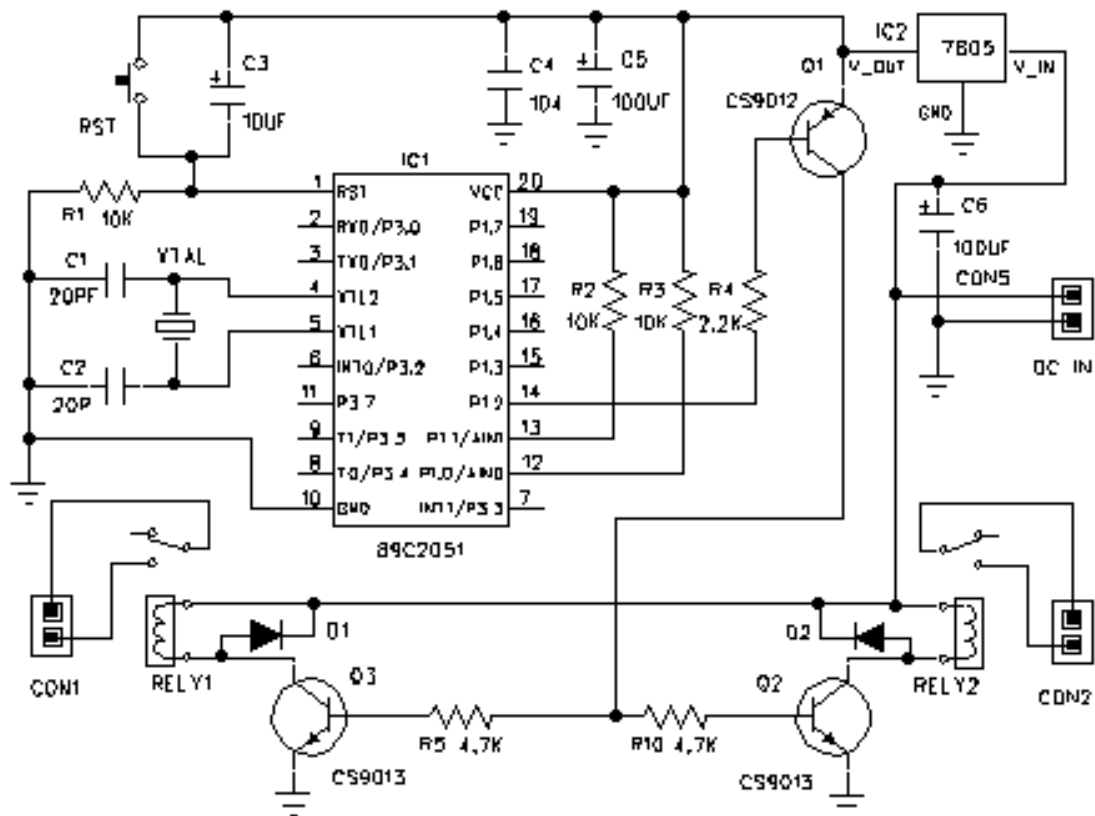
運算驅動電路圖

### 三 運算驅動電路實體佈置圖

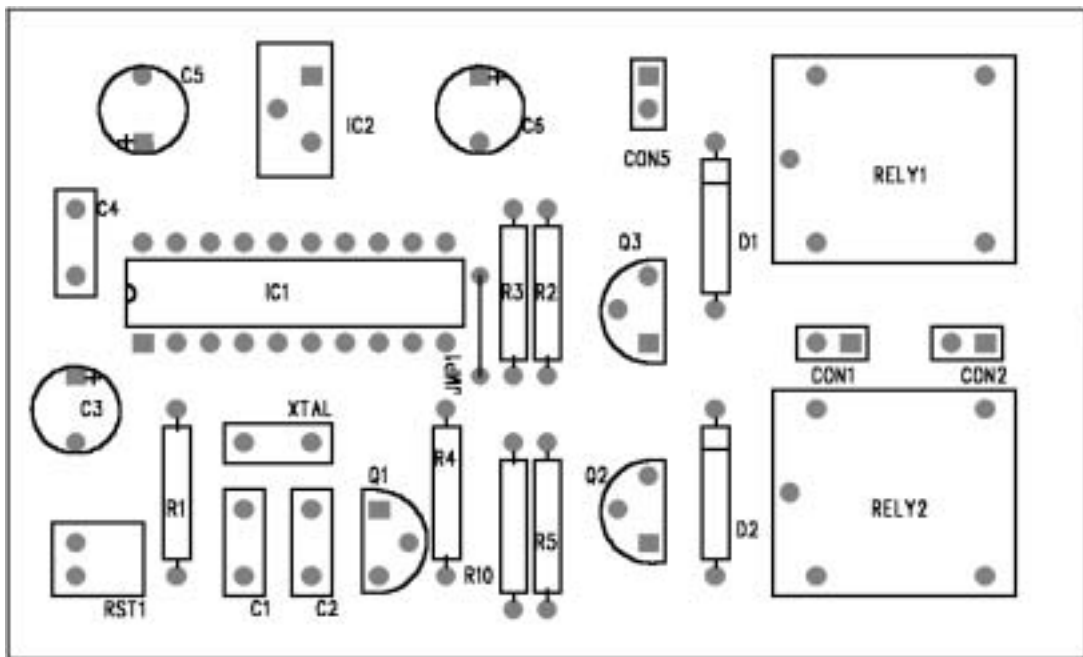


運算驅動電路實體佈置頂視透視圖

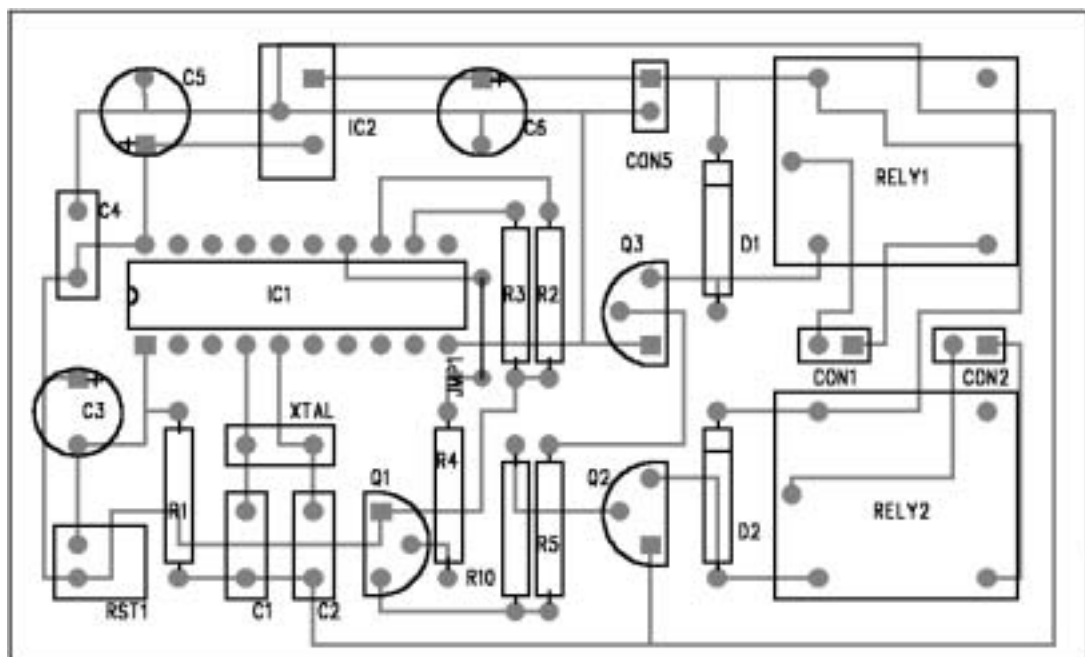
#### 四 單晶片微電腦控制電路圖



## 五 單晶片微電腦控制電路佈置圖

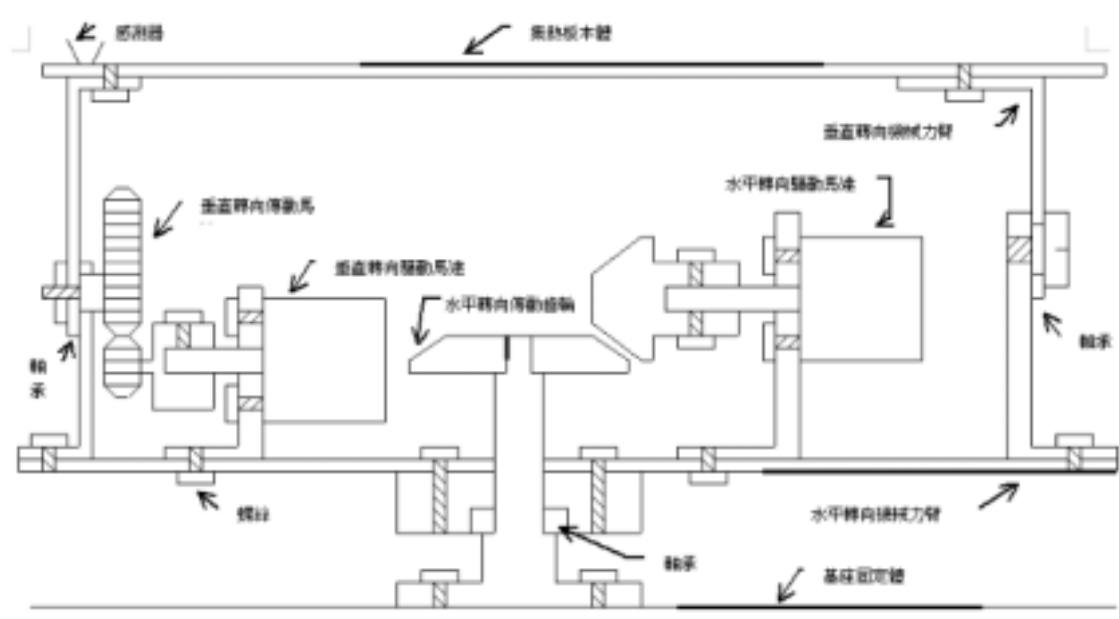


單晶片微電腦實體佈置頂視圖



單晶片微電腦實體佈置頂視透視圖

六 實體結構示意圖



實體結構示意圖

## 伍．電路原理

如上圖電子電路所示，X1、X2 分別來自光感測裝置，水平軸向取樣電壓輸出端，並經由 R1、R2、R3、R4、U1-A 所組成的差值放大電路，其運算動態如下：

1. 當  $V_{X1} = V_{X2}$  時， $V_A = 0V$
2. 當  $V_{X1} < V_{X2}$  時， $V_A < 0V$
3. 當  $V_{X1} > V_{X2}$  時， $V_A > 0V$

R5、R6、U1-B 所組成反相放大，D1、D2、R7 執行等效 OR GATE 功能，繼前述其工作如下：

1. 當  $V_A < 0V$  時 --- D1OFF ---  $V_B > 0V$  / D2ON
2. 當  $V_A > 0V$  時 --- D1ON -----  $V_B > 0V$  / D2 OFF

因為 D1、D2、R7 等效於 OR GATE 功能故當 D1 ON 或 D2 OFF 時，近似 X2 與 X1 兩端絕對差值(即  $V_{X2}-V_{X1}$ )。

U2-A、Q1 組成電流緩衝放大級，提供額定電流輸出至負載(即由 Q2-Q9 以組成的橋式驅動)電路；C1、C2、R8、R9、D3、D4、U1-C 組成位準比較器，R10、R11、R12、U1-D 組成反相器，具體動態原理如下：

- 一. 當  $V_{X1} > V_{X2}$  時/(水平轉向馬達正轉)  
 $V_D = -V_{CC}$  --- Q4(OFF)/Q5(OFF)/Q6(OFF)/Q7(OFF)  
 $V_E = +V_{CC}$  --- Q2(ON)/Q3(ON)/Q8(ON)/Q9(ON)
- 二. 當  $V_{X1} < V_{X2}$  時/(水平轉向馬達反轉)  
 $V_E = +V_{CC}$  --- Q2(OFF)/Q3(OFF)/Q8(OFF)/Q9(OFF)  
 $V_D = -V_{CC}$  --- Q4(ON)/Q5(ON)/Q6(ON)/Q7(ON)
- 三. 當  $|V_{X1}-V_{X2}| = 0V$  時， $V_C = 0V$ /Q1(OFF)

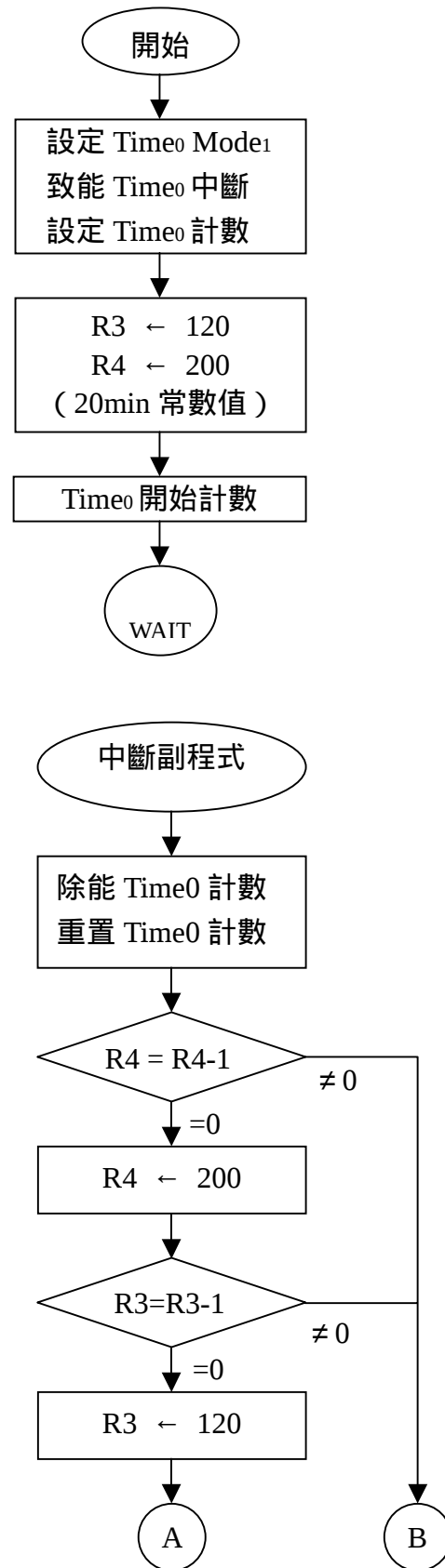
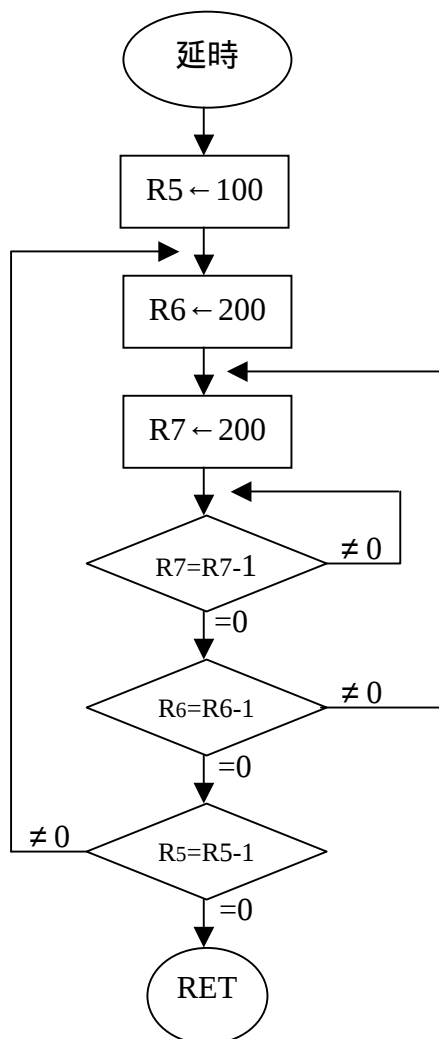
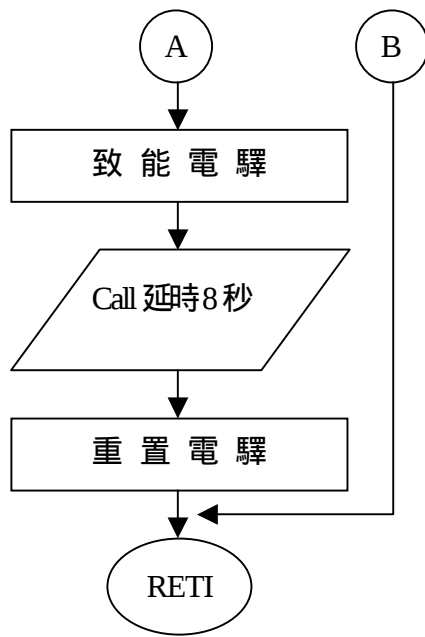
另垂直轉向馬達控制電路，其電路原理與前述水平轉向馬達控制電路相同，唯其輸入取得電壓  $V_{Y1}$ ， $V_{Y2}$  是來自光感測裝置中垂直軸向感測之輸出端，而橋式驅動則推動一垂直轉向馬達 MY。

即  $V_{Y1} \neq V_{Y2}$  時 MY 轉動，動態情形如下：

1.  $V_{Y1} > V_{Y2}$  時 MY 正轉
2.  $V_{Y1} < V_{Y2}$  時 MY 反轉
3.  $V_{Y1} = V_{Y2}$  時 MY 停止

綜合上列所述，當垂直及水平轉向修正後，則  $V_{Y1} = V_{X2}$  且  $V_{Y1} = V_{X2}$  之狀態將會形成，此時【集熱板】恰以最佳受光面仰角正對著太陽光，以獲致較高效率的太陽能量轉換。

## 陸．程式流程圖



## 柒．微電腦程式

```
;--- SOURCE PROGRAM ---
DRV_OUT REG P1.2
STP EQU 59H
;---
ORG 00H
ORL P1,#FFH
MOV TMOD,#01H
MOV TH0,#>(65536-50000)
MOV TL0,#<(65536-50000)
SETB EA
SETB ET0
AJMP MAIN
;---
ORG 0BH
AJMP LOOP
;---
ORG 20H
MAIN
MOV R3,#120
MOV R4,#200
SETB TR0
WAIT
AJMP WAIT
;---
LOOP
CLR TR0
PUSH PSW
MOV TH0,#>(65536-50000)
MOV TL0,#<(65536-50000)
DJNZ R4,BACK
MOV R4,#200
DJNZ R3,BACK
MOV R3,#120
CLR P1.2
ACALL DEL10SEC
SETB P1.2
BACK
POP PSW
RETI
;--- DEL 8SEC ----
DEL10SEC
MOV R5,#100
DEL0
MOV R6,#200
DEL1
MOV R7,#200
DJNZ R6,DEL1
DJNZ R5,DEL0
RET
;---
END
```

## 捌．綜合討論

本組歷經半年時間，著手研究製作此一【自動導向式太陽能集熱輔助控制裝置】專題，由於感測元件所引生之電路缺點，經由單晶片微電腦修正控制效果後，整體裝置已能發揮既定動態功能，有效改進傳統式太陽能集熱板裝置之缺點；惟現實環境所限，尚有以下要項需要本組積極著手努力：

- 一. 如何於日常生活中發揮創作的意念，提增傳統居家裝置的太陽熱水器的經濟效應，將是本組今後努力研究的目標方向。
- 二. 本組作品相關的控制組件，因須長期暴露室外；尤其在多溫多雨的台灣，如何加強防止潮濕及提昇成品耐用度，將有待進一步改善。
- 三. 本創作於實際架構安置作業上，受限於少數屋頂平台實體空間不足，未能完全適用；故如何進一步縮小實體架設空間，亦是目前尚待克服的要領。
- 四. 【自動導向式太陽能集熱輔助控制裝置】的研究主要源於改善現況老舊太陽能集熱板即有的架設，轉換效率差等諸多缺失，期使高效率的太陽能使用及推動更普及、更能廣為國人所接受，其經濟效益和生活品質自然的提昇。

## 玖．研究設備材料：

| 項目 | 名稱     | 規格        | 單位 | 數量 | 備註                   |
|----|--------|-----------|----|----|----------------------|
| 1  | 電源變應器  | AC120/12V | 只  | 1  | AC110V/1.0A          |
| 2  | 單晶片微電腦 | 89C2051   | 只  | 1  | ATMEL 公司             |
| 3  | 多孔板    | YC201     | 片  | 2  | 技能檢定用板               |
| 4  | 運算 IC  | LM324     | 只  | 2  | DIP14P               |
| 5  | 運算 IC  | μ A741    | 只  | 2  | DIP8P                |
| 6  | 穩壓 IC  | μ A708/09 | 只  | 2  |                      |
| 7  | 齒輪馬達   | DC12V     | 只  | 2  | 37 轉/分               |
| 8  | 太陽電池   | 0.6V/5mA  | 只  | 32 |                      |
| 9  | 光敏電阻   | 100 至 20K | 只  | 4  | 16ψ 1/4W             |
| 10 | 手動開關   | a 接點      | 只  | 1  | 單刀雙擺                 |
| 11 | 電阻器    | 一般式       | 只  | 若干 | 1/4W 碳膜              |
| 12 | 配線端座   | 2.54mm    | 只  | 若干 | 模式直立式                |
| 13 | 電容器    | CC/EC     | 只  | 若干 |                      |
| 14 | 壓克力    | 0.5CM 厚   | 片  | 若干 |                      |
| 15 | 電晶體    | NPN/PNP   | 只  | 若干 | 9012/9013/C1384/A684 |

## 拾．參考資料：

- |                 |         |        |
|-----------------|---------|--------|
| 一. 單晶片微電腦實務應用   | 台科大圖書出版 | 吳一農 編著 |
| 二. 常用線性 IC 資料手冊 | 全華圖書出版  | 黃金定 編著 |
| 三. 積體電路應用電路集    | 全華圖書出版  | 戴奎生 編譯 |
| 四. 工業電子電路實習     | 成龍圖書出版  | 趙慶源 編著 |

五. 數位邏輯實習

龍騰圖書出版

紀致安 編著

六. 電子電路實習專題製作

台科大圖書出版

林明德 著作

## 評語

1. 此作品以四只光敏電阻組成光感測器來偵測太陽光線的來源方向，接著以調整太陽板之受光面角度以提高太陽能集熱器之效率。
2. 四只光敏電安裝太近，太陽實際位置變化不易敏感偵，間接的將影響太陽能集熱器之效率。
3. 僅以模擬光源來測試所設計控制裝置之功能性，若能實際以太陽光源來測試，應比較有無此控制裝置時太陽能集熱器之效率，將能提供實質之參考。