

中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

高職組-電子

科 別：電 子 科

組 別：高 職 組

作品名稱：自動溫度偵測遮陽棚

關 鍵 詞：

編 號：091010

學校名稱：

國立屏東高級工業職業學校

作者姓名：

王品鈞、林亮佑、余志偉、李勇信

指導老師：

侯淑禎



自動溫度偵測遮陽棚

壹、摘要：

本系統是由類比轉數位的方式來做控制的系統，分為類比訊號的感測器和數位控制的單晶片等組成，本系統可依不同的環境做不同的控制，主要是以顯示溫度及控制張棚及收棚，且正以多功能及多控制的目標前進，希望能做到在不同的環境皆能至由感測及控制。

貳、研究動機：

最近因為生日，朋友送了幾株鬱金香與蘭花及一些溫室的花木，由於空間的關係，只能將這些花木種於家門前的庭院。可是，像朋友送的這些溫室花木，雖然需要陽光，但卻無法在陽光的高溫下長久曝曬！但沒有足夠的陽光讓植物進行光合作用，會使植物養份不足，以致於枯死。但如果要花一筆錢去建造一間花室，不但空間沒那麼大且花木也沒幾株，因此我們想設計一種當陽光的溫度過高時，會自動遮陽的遮陽棚來解決這些問題。這樣的話，既能安心的上學，花草也不會死掉，同樣的本系統也可加入漁塭中，因台灣地區漁塭養殖盛行，每當寒流來襲就有大量魚群死亡，漁民生計大受影響，改良此套系統後，可在溫度低時收放棚子，使漁塭中的水溫不受寒流的影響，也可以用這套系統控制漁塭中的加熱裝置，使系統可隨溫度的高低自動加熱，這樣漁塭中的魚就不會應溫度的變化而死亡。

參、研究目的：

利用本系統中的兩種不同的感測器，在系統種的動作情形及數據，判斷 AD590 和 PT100 那一種準確度較高較適合應用在溫度控制，利用感測器的比較及改良，使本系統的穩定度及準確度更高，更適合應用在溫室和魚塭的養殖，使室內溫度不受強烈日照影響。

肆、研究設備及器材：

- 1、個人電腦
- 2、Visio2002 繪圖程式
- 3、電源供應器
- 4、89C51 、 IC89C51 燒錄器
- 5、恆溫裝置
- 6、數位式三用電表
- 7、IC 測試器熱敏電阻
- 8、AD590 、 PT100
- 9、89C51 單晶片
- 10、ADC 0804IC
- 11、 μ A 741、7805、7806、5754、等 IC

伍、研究過程或方法：

本次的研究主要是以感測器及單晶片的控制電路為主，利用感測器電流的變化。輸入 8051 單晶片的電壓判斷電路，再由判斷電路的高低位電壓驅動下一級的步進馬達控制電路，並利用馬達的正、反轉達到遮陽棚的收放。

一、感測器部分：

(一)、AD590 溫度感測：

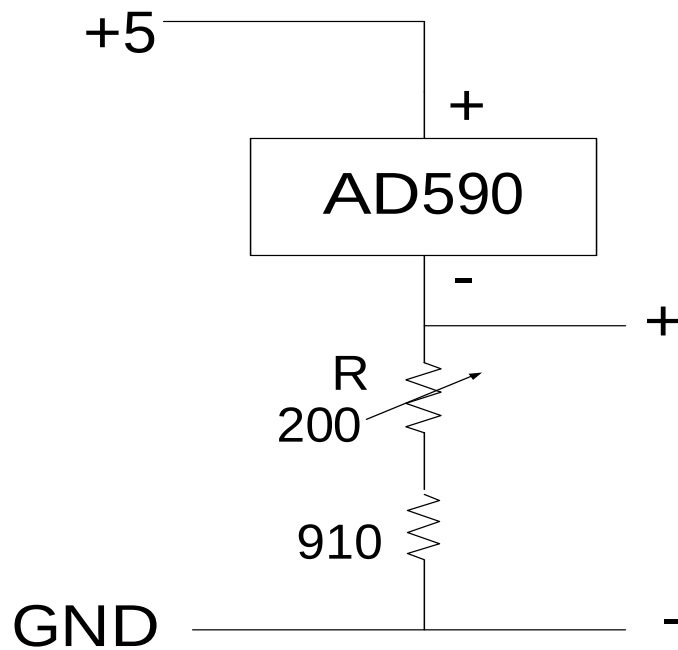
1、AD590 之工作原理(電路圖 1-1)：

AD 590 為 Analog Devices 公司出品的一種雙端輸入轉換電流源的單晶 IC，而 AD 590 與其他感測器比較，最主要有下列幾點特性：

- (1)、線性電流源輸出：其轉換率為 $1\mu\text{A}/^{\circ}\text{K}$ 。
- (2)、有寬廣的測量範圍： -55 $+150$ 。
- (3)、體積小：僅有兩端子，配線容易，電壓輸入 / 電流輸出。
- (4)、準確度極高。
- (5)、使用電壓範圍彈性大： $+4\text{V}$ 30V ，輸出特性不會變化。

AD 590 有一個準確的線性電流輸出，其轉換率為 $1\mu\text{A}/^{\circ}\text{K}$ ，容易使用，不需使用電橋電路，且因其輸出為電流，故可使用很長的導線也不會引起電壓降而產生誤差。同時其輸出的電流大小與溫度成正比，而與操作電壓(4V 30V)無關，適於長距離溫度偵測。

由於 AD 590 輸出信號為 $1\mu\text{A}/^{\circ}\text{K}$ 電流，如欲轉換成電壓輸出，只須與 $1\text{K}\Omega$ 之負載電阻串聯即可，由 $V = I \times R$ 原理，得到 $1\text{mV}/^{\circ}\text{K}$ 之電壓輸出。

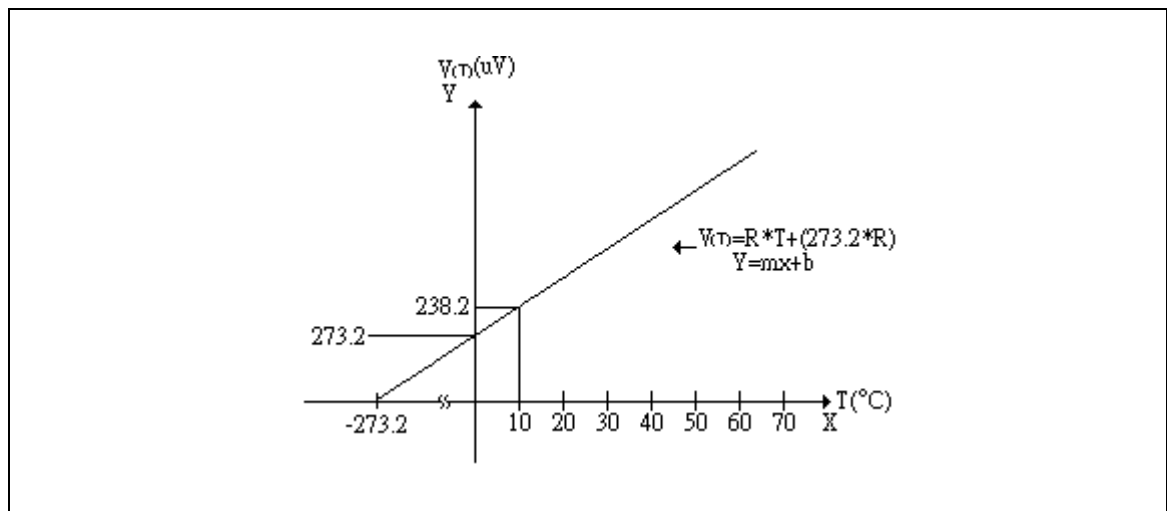


已知 AD590 是個端電流 $I(T)$ 會隨溫度而改變的溫度感測元件，所以我們可以讓 AD590 的端電流 $I(T)$ 流經一個精密電阻，則於該精密電阻上就會有相對的壓降，就能以此壓降的大小，代表溫度的高低圖如下。

$$\begin{aligned}
 V(T) &= I(T) R \\
 &= (I(0) + \alpha T) R \\
 &= \alpha T R + I(0) R \\
 &= T R + 273.2 R \\
 \text{P.S: 其中 } \alpha &\text{ 為溫度系數 } 1\mu\text{A}/^{\circ}\text{C}
 \end{aligned}$$

AD590 電 流 對 電 壓 的 至 轉 換 公 式

其中 $V(T) = R \cdot T + 273.2$ R 相當一條直線方程式，可以繪成如下圖。



T 和 $V(T)$ 的關係

本感測電路使用 $R = 10K$ ，故輸出電壓 $V(T)$ 的溫度系數為 $10mV/^\circ C = 0.01V/^\circ C$ 。

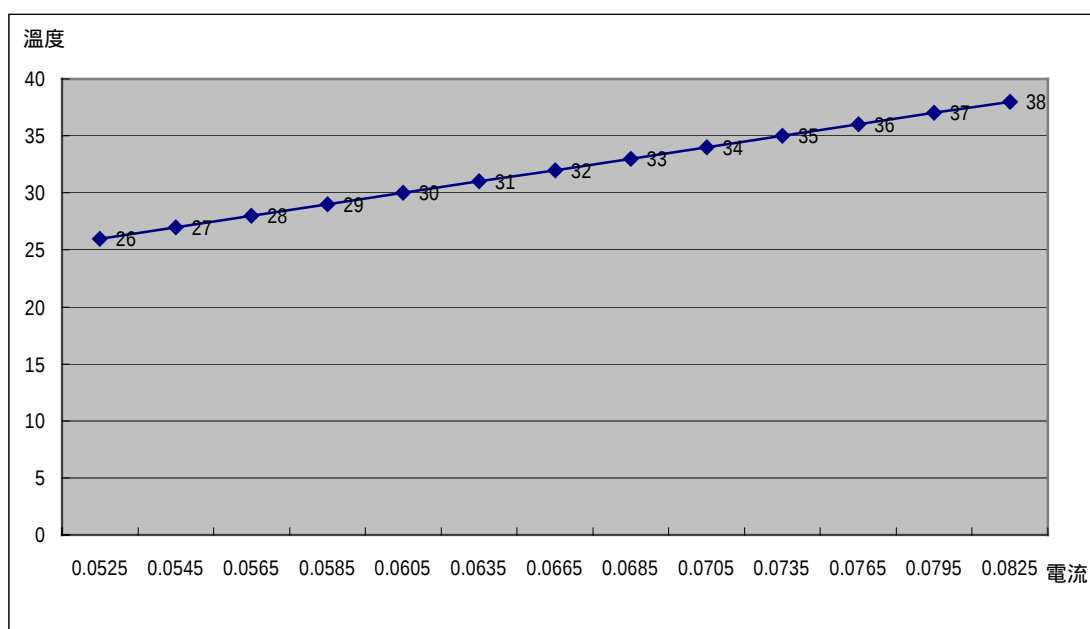
2、抵補電路：

同 Pt100 一樣，AD590 在 $0^\circ K$ 時，其內部電流為 $0 \mu A$ ，在 $0^\circ C$ 時剛好為 $273^\circ K$ ，因此如欲測試的範圍為 $0 \sim 100^\circ C$ 或 $0 \sim 50^\circ C$ 時，為了使儀器放大器的輸出電壓在 $0^\circ C$ 時為 $0V$ ，而對應到最高溫度時為 $5V$ ，則必須又有一抵補電壓來扣除 $0^\circ C$ 時不為 $0V$ 的部分。在此實驗電路中其要抵補的電壓值約 $2.732V$ ，因而用一分壓電路再加可變電阻來產生此電壓值。（即電路中的 V_B 點電壓）

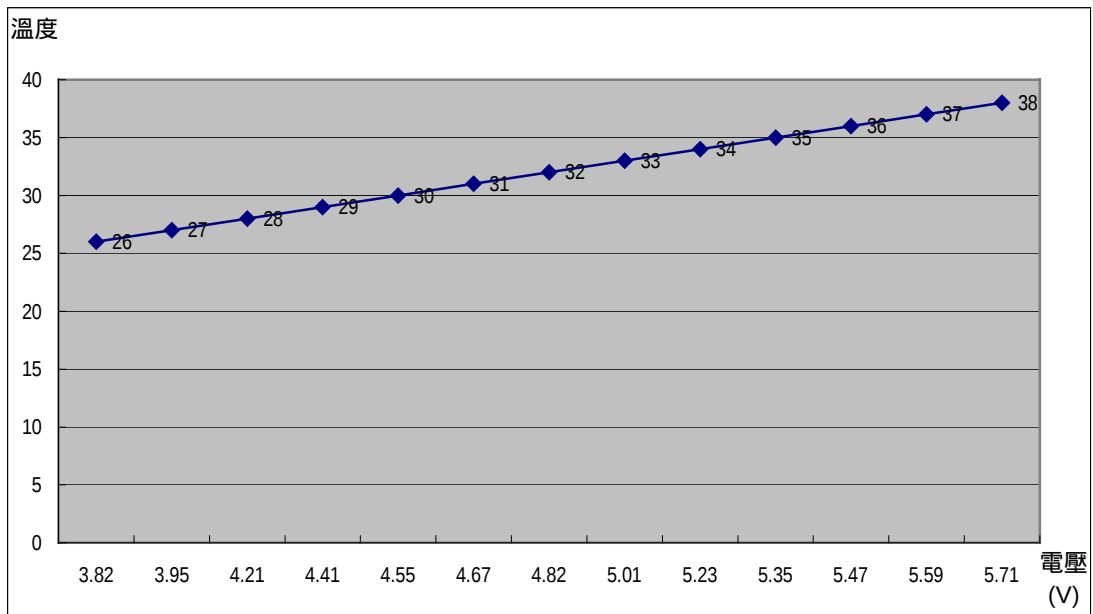
3、研究記錄：

電壓 溫度	V_A	V_B	V_{O1}	V_O	I_O
26	2.96	2.732	3.82	-0.38	0.0525
27	2.97	2.732	3.95	-0.38	0.0545
28	2.98	2.732	4.21	-0.38	0.0565
29	2.99	2.732	4.41	-0.38	0.0585
30	3.0	2.732	4.55	-0.38	0.0605
31	3.01	2.732	4.67	-0.38	0.0635
32	3.02	2.732	4.82	-0.38	0.0665
33	3.03	2.732	5.01	-0.38	0.0685
34	3.04	2.732	5.23	5	0.0705
35	3.05	2.732	5.35	5	0.0735
36	3.06	2.732	5.47	5	0.0765
37	3.07	2.732	5.59	5	0.0795
38	3.08	2.732	5.71	5	0.0825

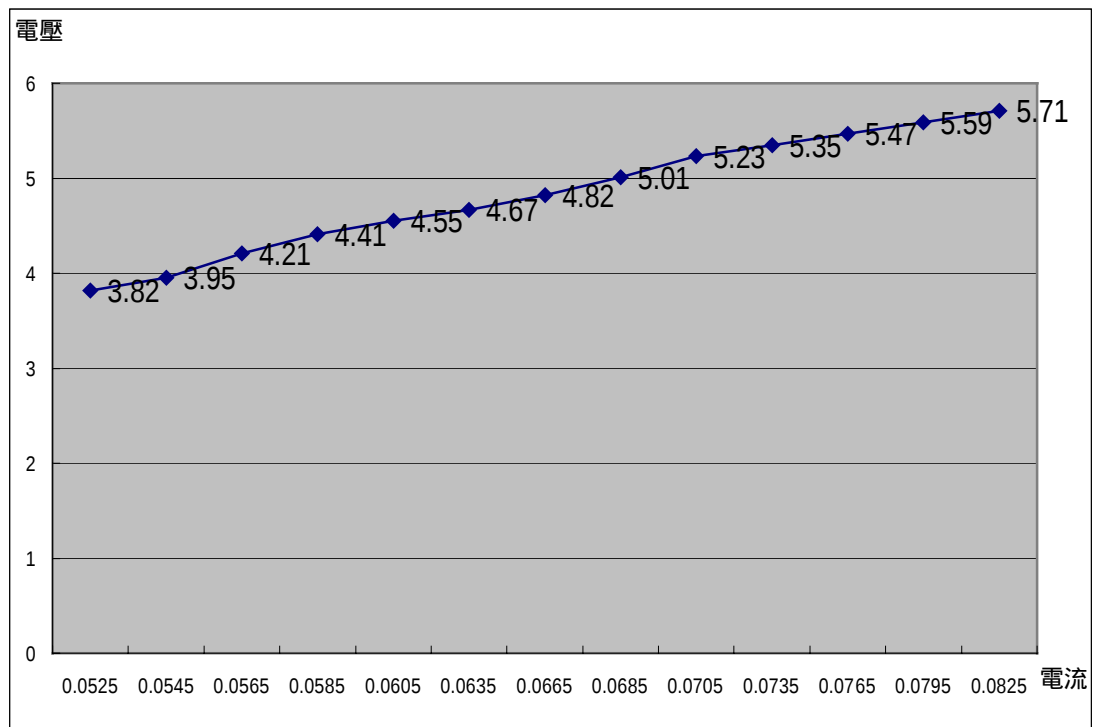
$V_A \rightarrow 0.01V/^{\circ}C$



AD 590 溫度對電流曲線圖



AD590 溫度對電壓曲線圖



AD590 電阻變化曲線圖

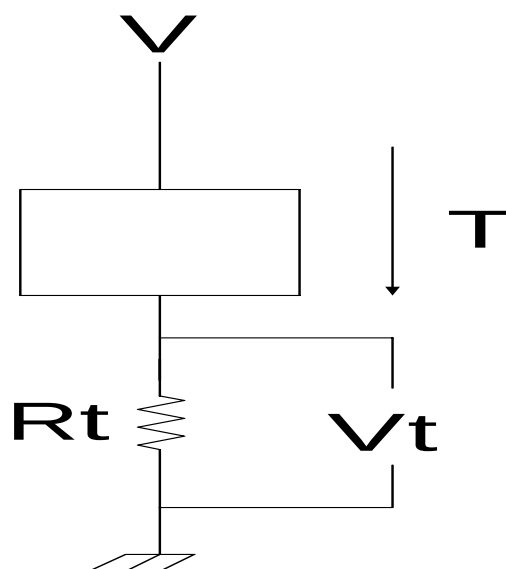
(二)、Pt 100 溫度感測：

1、PT100 之工作原理(電路圖 1-1)：

一般而言，導體之電阻值受到周圍溫度的影響，溫度變化會改變其電阻值。由這種特性可反過來由電阻值來推算當時的溫度數值。

電阻式溫度偵測器(resistance temperature detectors，簡稱 RTD)為一具有正溫度係數，且電阻值適中的線繞 (wire wound)電阻元件。用來製造此類元件的金屬有很多種，但其中以鉑為最常用，因為鉑具有相當良好的穩定性，且工作範圍十分廣闊。

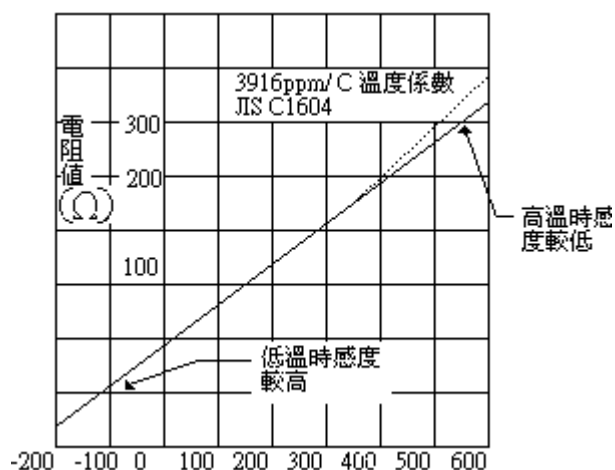
要由 RTD 的電阻值，推算其溫度，可供應一恆流源，然後測量 RTD 兩端的電壓，再由 $R=V/I$ 之公式得知其電阻值，在換算其溫度值。



本實驗所採用的溫度感測器為 Pt100。在 0℃ 時，其電阻值為 100Ω 的白金感溫電阻，已被視為各種金屬感溫電阻的標準規格，簡稱為 Pt100，為了避免 Pt100 因工作電流太大而造成自然發熱，必須使流經 Pt100 的電阻限制在額定電流 2mA 以下，因為 Pt100 每消耗 1mw 約會造成 0.02 ~ 0.75℃ 的變化量，所以必須儘量使流經 Pt100 的電流小一點，但若電流太小又易受雜訊干擾，所以一般都使用在 0.5mA ~ 2mA 之間。白金感溫電阻的線性比銅、鎳等材質感溫電阻的線性好很多，其特性曲線如下表所示：

	白金測溫電 阻 體 之 規 格 值 (Ω)	白金測溫電阻體之最大容許量			
		A 級		B 級	
		Ω		Ω	
- 200	18.49	± 0.24	± 0.55	± 0.56	± 1.3
- 100	60.25	± 0.14	± 0.35	± 0.32	± 0.8
± 0	100.00	± 0.06	± 0.15	± 0.12	± 0.3
+ 100	138.50	± 0.13	± 0.35	± 0.30	± 0.8
+ 200	175.84	± 0.20	± 0.55	± 0.48	± 1.3
+ 300	212.02	± 0.27	± 0.75	± 0.64	± 1.8
+ 400	247.04	± 0.33	± 0.95	± 0.79	± 2.3
+ 500	280.90	± 0.38	± 1.15	± 0.93	± 2.8
+ 600	313.59	± 0.43	± 1.35	± 1.06	± 3.3

各點溫度時 Pt100 的阻值



Pt100 溫度對電阻的特性

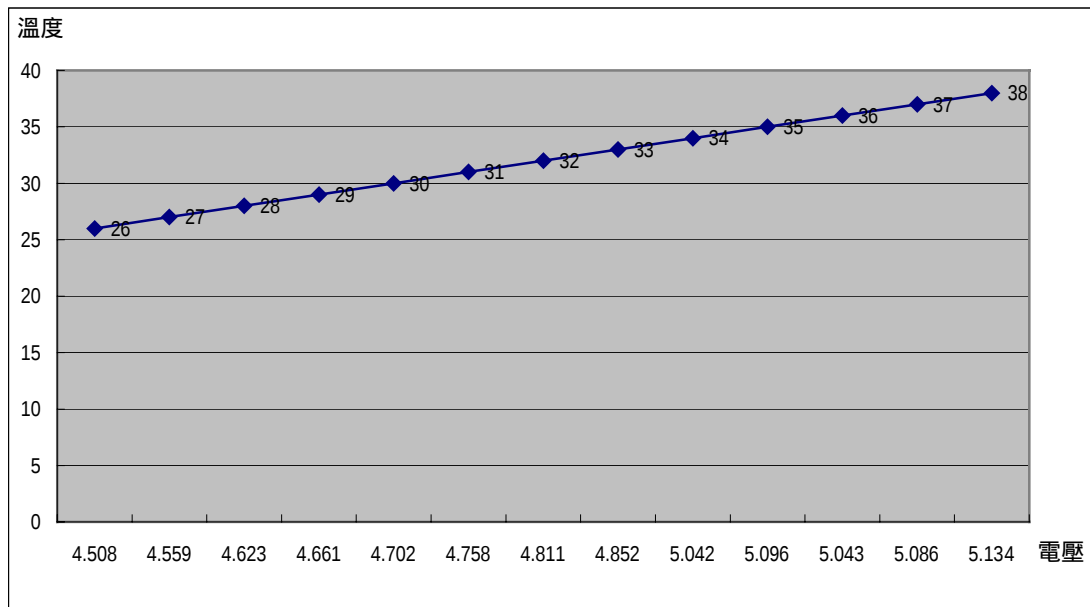
從實驗電路中感測電路，調整 V_R 可變電阻，使流經 V_R 的電流約為 2mA (即 V_R 大約為 2.5k 左右)，這時流經 Pt100 的電流即為 2mA (定電流)。故 V_A 之電壓為 Pt100 兩端的電壓值。當溫度增加時 Pt100 內阻增加，亦使得的 V_A 電壓增加，故可以測量到和溫度成正比的電壓值。

2、抵補電路：

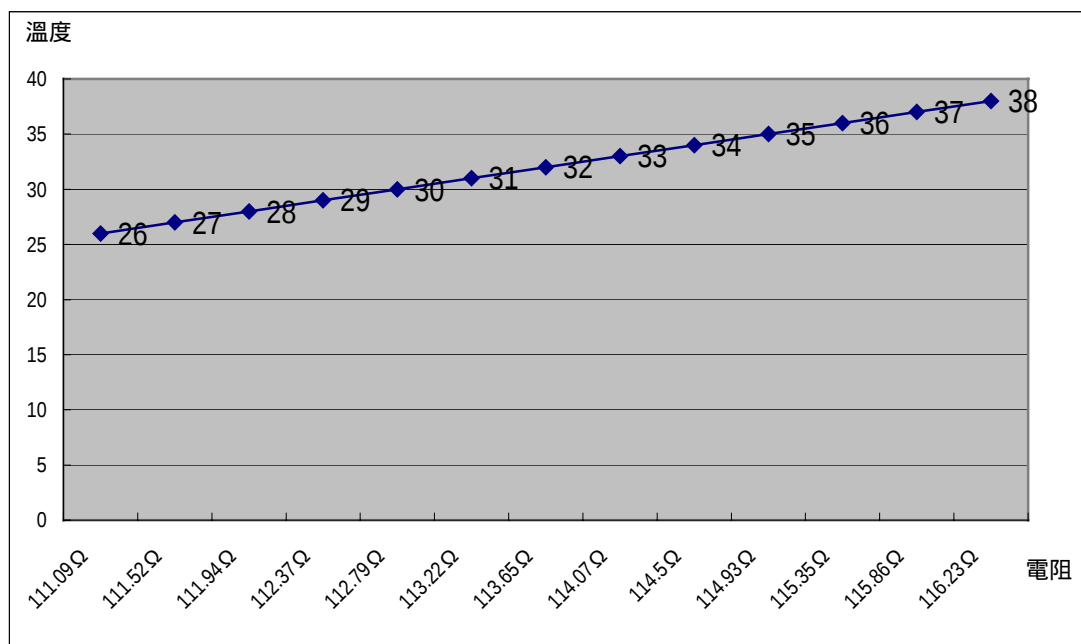
因為 Pt100 在 0 時為 100 Ω ，在 0 時感測電路的 V_A 點有 -0.2V 的電壓值輸出，為了希望 0 時儀器放大器輸出 V_0 點為 0V 電壓，我們利用一簡單的分壓電壓使 V_B 點產生 -0.2V 的電壓來扣除 0 時不為零電壓的差值。其中 V_{R2} 亦做為 0 的歸零調整。

3、研究紀錄：

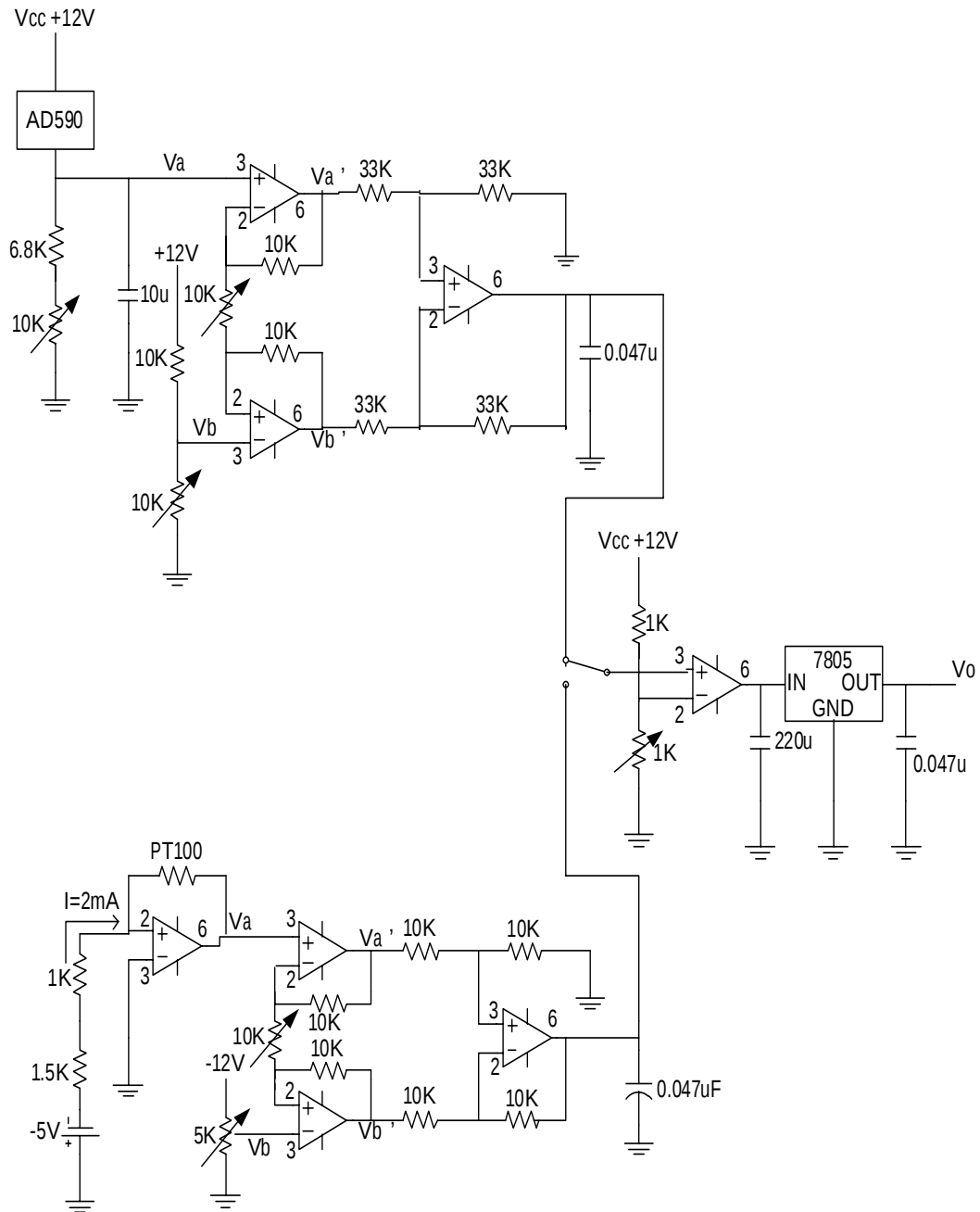
電壓 溫度	V_A	R_i	I_i	V_i	V_o
26	0.130	111.09 Ω	2mA	222.18mV	4.508
27	0.130	111.52 Ω	2mA	223.04mV	4.559
28	0.131	111.94 Ω	2mA	223.88mV	4.623
29	0.131	112.37 Ω	2mA	224.74 mV	4.661
30	0.131	112.79 Ω	2mA	225.58 mV	4.702
31	0.132	113.22 Ω	2mA	226.44 mV	4.758
32	0.132	113.65 Ω	2mA	227.32 mV	4.811
33	0.133	114.07 Ω	2mA	228.14 mV	4.852
34	0.134	114.5 Ω	2mA	229 mV	5.042
35	0.134	114.93 Ω	2mA	229.86 mV	5.096
36	0.135	115.35 Ω	2mA	230.7 mV	5.043
37	0.135	115.86 Ω	2mA	231.58mV	5.086
38	0.136	116.23 Ω	2mA	232.44	5.134



PT100 溫度對電壓變化曲線圖



PT100 溫度對電阻變化曲線



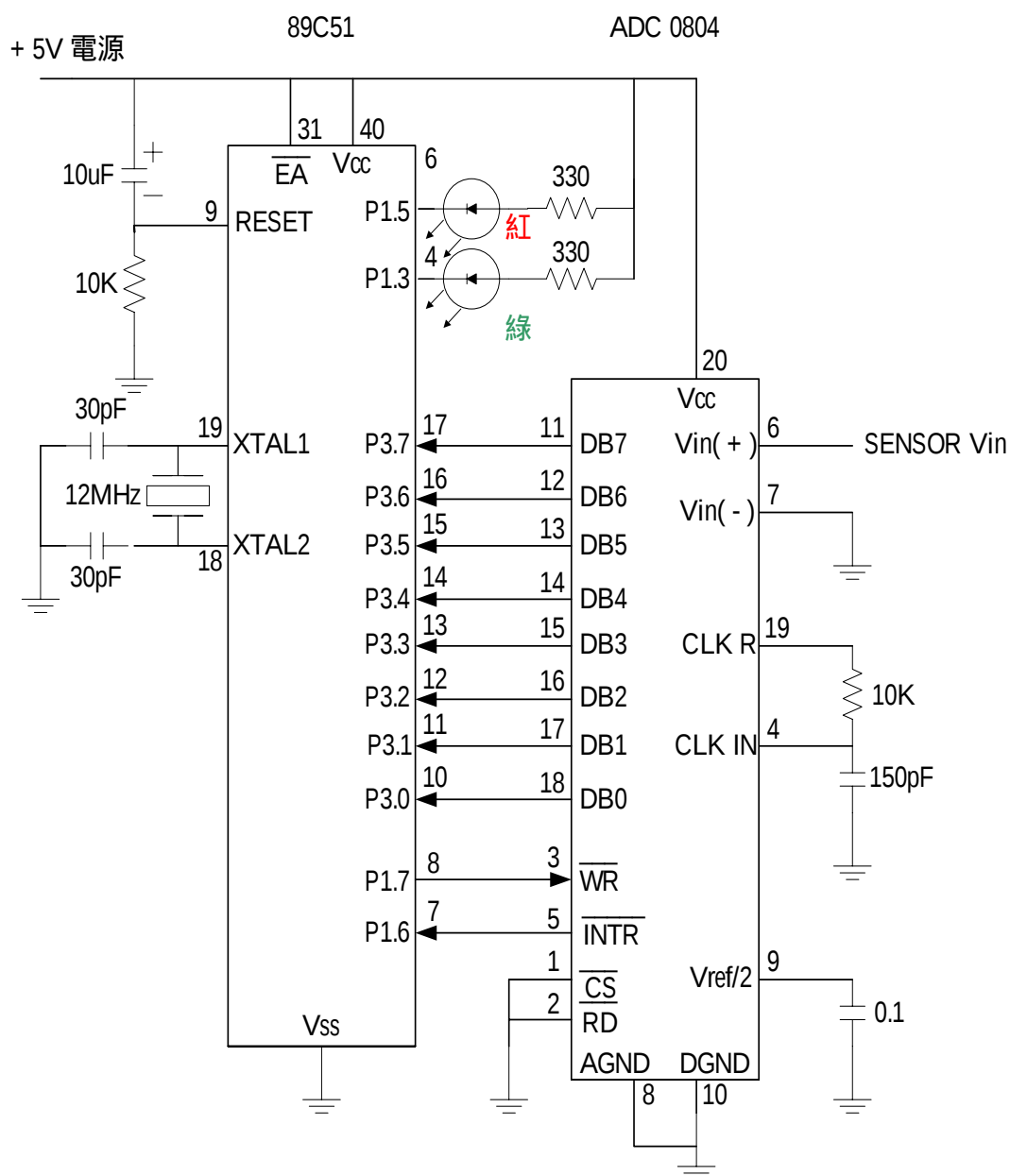
電路(1-1)

二、單晶片部分：

本電路中使用了我們在專題製作中所學的 89C51 IC，共使用了三顆 89C51 IC，依編號為 89C51-1、89C51-2、 89C51-3。

(一)、 89C51-1 電壓判斷電路：

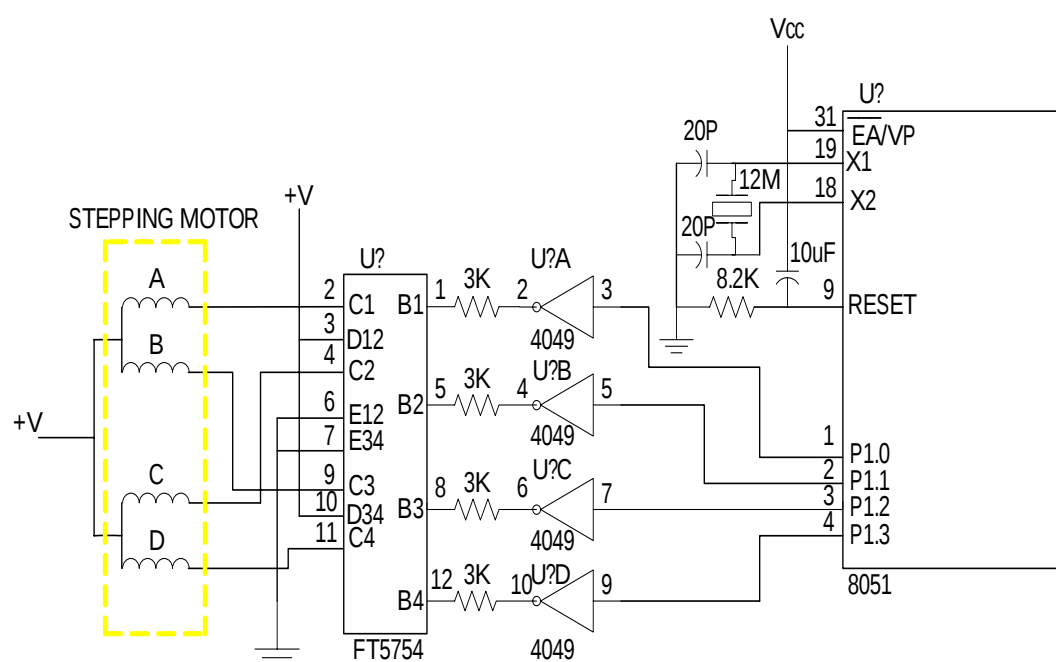
負責電壓判斷，接一 ADC 0804 IC 作類比轉換成數位的動作，將數位信號輸入判斷電路作判斷， $V < 2V$ 、則綠燈亮， $V > 3V$ 、則紅燈亮。



89C51-1電路

(二)、89C51-2 步進馬達驅動電路：

89C51-2 負責驅動步進馬達，本電路為兩輸入及四輸出之設計，輸入接至 89C51-1 電壓判斷電路的輸出腳，以控制正反轉，而四隻輸出腳分別輸出正反轉的兩相激磁脈波，與具四對達靈頓電路的 5754 IC 相接，負責遮陽棚的收放，我們選用具有良好應答能力的小型兩相步進馬達，使用轉距大、震動小的兩相激磁方式。而為了增加激磁電流，使用了高功率且具有四對達靈頓電路的 5754 IC 使步進馬達可正常工作。



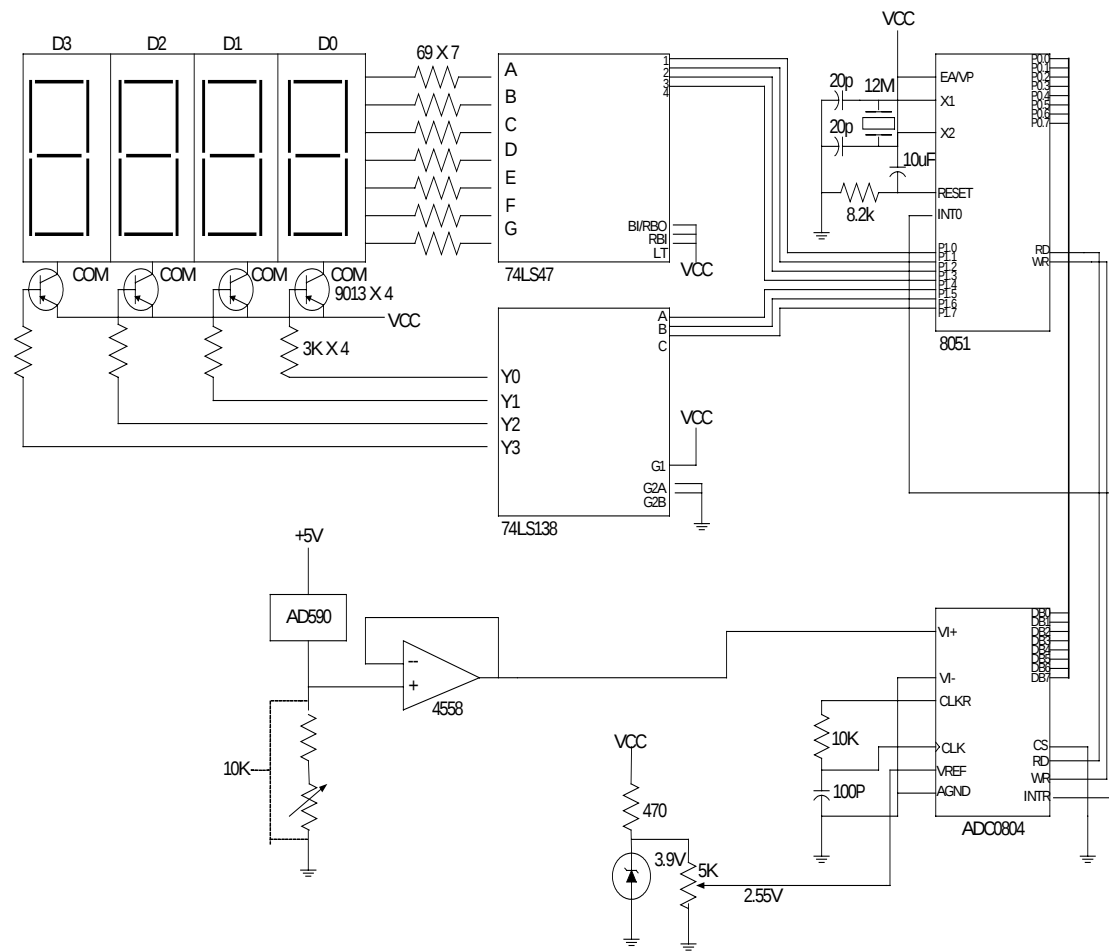
89C51-2電路

實驗結果

在本實驗只是練習步進馬達的旋轉原理，實際上，步進馬達要作較高速的運轉時，就沒有那麼單純了，因為步進馬達的定子線圈有很高的電感值，因此電流的切換速度變快時，線圈中就無法流入足夠的電流，而使得高速時轉矩就大大的降低。所以要讓步進馬達從靜止不動到高速運轉時，電流切換速度不能馬上從靜止的速度突然上升到最高速，否則就無法起動，其解決的辦法是：電流切換速度緩慢的由 0 逐漸加到最高速，如此的方式謂之馬達之起動加速。

動作是起動時間設為 0.4 秒，共走了 71 步到達最高速 (5ms)，然後再走 129 步，走了 200 步 (一圈) 停止，共走四次，休息一秒後，換成反轉的起動動作。這個程式的計時部分採用 Timer0 的中斷法。

(三)、89C51-3 溫度顯示電路：



89C51-3 電路

陸、研究結果：

- 一、遮陽棚可依溫度的不同自由收放。
- 二、感測器工作之溫度範圍可從 10° 50°。
- 三、信號經由 89C51-1 的信號確認程式確認後，皆可正常工作。
- 四、可控制收放溫度，及用開關切換 AD590 或 PT100，擴充彈性大。
- 五、開機時自動測試電路，正常亮綠燈，不正常亮紅燈。
- 六、34 以上時亮紅燈張棚，34 以下亮綠燈收棚，臨界溫度可自由調整。
- 七、遮陽棚只有在有陽光時才用的到故本電路有光控電路也可手動開啟。
- 八、本系統有七段顯示器可顯示溫度。

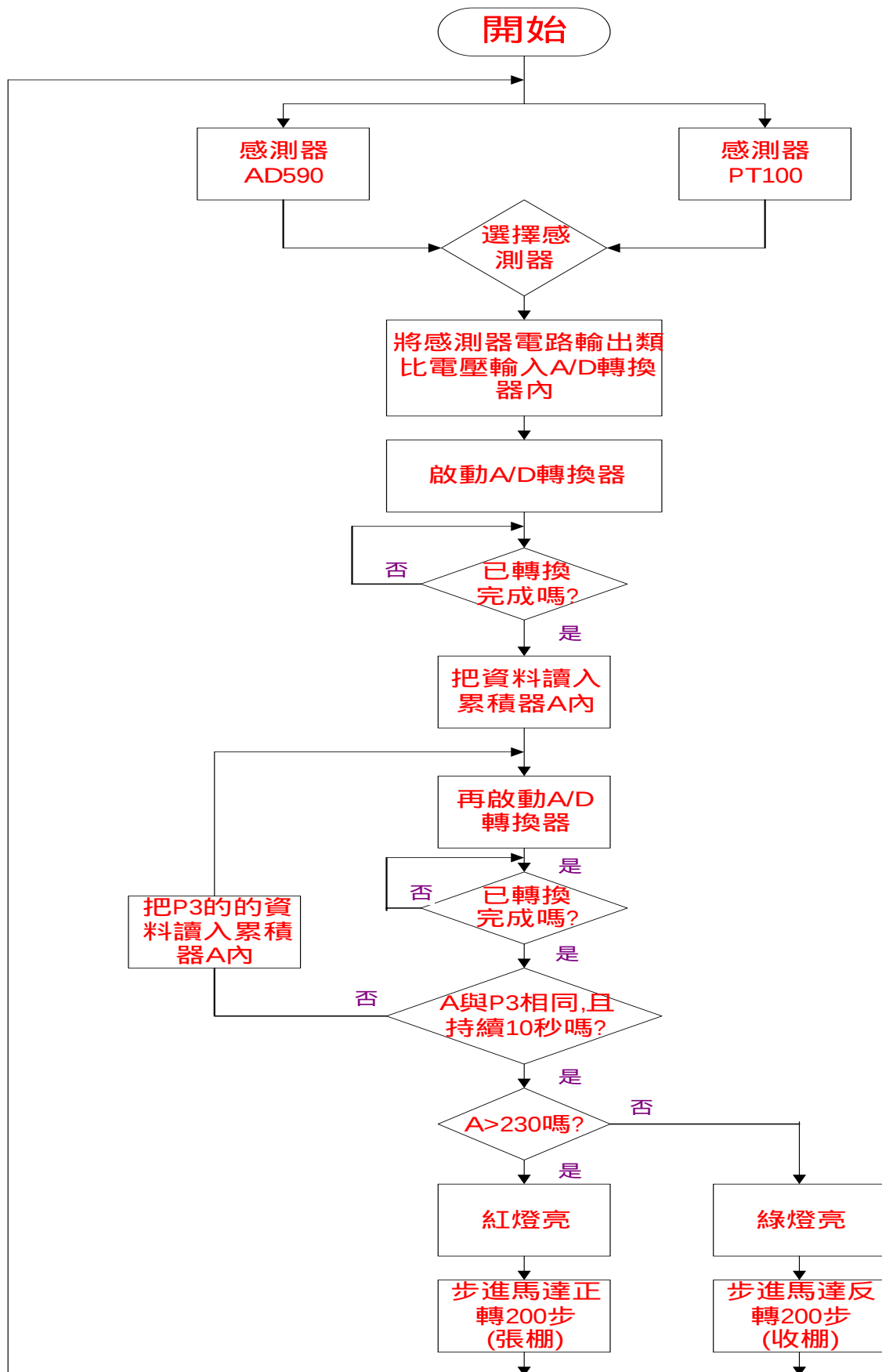
柒、討論：

- 一、由於 AD590 在 33°C~34°C 溫度時 8051 判斷電路會不正常，因為 8051 單晶片無法確實判斷此電壓之輸出為 0 或 1，所以輸出在 0 或 1 之間跳動，故設計程式延遲其取樣時間，使輸出為正確之值(見 89C51-1 的信號確認程式)。
- 二、為了使步進馬達可正常運轉，所以我們用兩相激磁，使步進馬達有大扭力之輸出，使遮陽棚可快速收放。
- 三、PT 100 和 AD590 經過 OPA 的比較電路後，皆可把信號轉成 2V 以下 或 3V 以上的信號使 89C51 的電壓判斷容易，使電路不容易誤動作。
- 四、PT 100 和 AD590 之溫度的變化對電壓的反應速度快，AD590 每一度的電壓變化大約為 0.1V~0.2V 之間，特性曲線較陡變化較快，準確度高，而 PT100 則變化量小，特性曲線較平滑。
- 五、AD 590 為溫度對電流之變化，可做長距離之傳輸，不會有電壓降，故準確度高。PT 100 為溫度對電阻的變化，會被導體的內阻影響，故無法做長距離之傳輸。

捌：結論：

- 一、AD590 比 PT100更適合用在溫度控制上。
- 二、步進馬達對信號的反應及速度都快且準確。
- 三、如要應用在生活中可將步進馬達換成大的不必改良本系統。
- 四、以精密可調電阻代替半可調電阻可提高穩定度及準確度。

玖、參考資料及其他：



(一)、 89C51-1 電壓判斷電路程式：

8051 程式

```
;=====
;=          主      程      式          =
;=====

                ORG      0000H
START1  ACALL  READ          ;呼叫 Vin  A/D 轉換程式
;=====
;=    信 號 確 認 程 式    =
;=====
START2  MOV      R3 , P2          ;把 P2 的資料複製給 R3
        MOV      R0 , #87          ;
        MOV      R1 , #59          ;確認信號持續 5 秒
        MOV      R2 , #5
        ACALL  READ
        MOV      A  , R3          ;P2 資料經 R3 複製給 A
LOOP    CJNE     A  , P2,START2 ;比較 A 與 P2 的狀態是否相同，同往下
                                   執行，不同跳到 START2
        MOV      R3  , P2          ;資料給 P2，以便和下一個信號做比較
        ACALL  READ
        MOV      A  , R3
        DJNZ     R0  , LOOP      ;確認信號持續不變，掃描 87×59×
        MOV      R0  , #87      ;=25665 次，共 5 秒
        DJNZ     R0  , LOOP
        DJNZ     R1  , # 59      ;DJNZ Rn . Loop : A - 1 ≠ 0 往下執行
        DJNZ     R2  , LOOP      ;          A - 1=0 跳到 Loop
;=====
;=    信 號 燈 程 式    =
;=====

                JB      ACC.7 , RED ;
GREEN  MOV      P1 , #11110111B ;累積器的內容為高態 FFH，紅 LED 亮
        AJMP     START1          ;
RED    MOV      P1 , #11011111B ;累積器的內容為高態 00H，綠 LED 亮
        AJMP     START1          ;
```

```

;=====
;=      Vin A/D 轉 換 程 式      =
;=====
READ    CLR      P1.7          ; 令 A/D 轉換器的 WR'=0
        SETB     P1.7          ; 令 A/D 轉換器的 WR'=1
WAIT    JB       P1.6 , WAIT    ; 等待 Vin A/D 轉換完完畢, 既 INTR'=0
                                   約需 175us
        CLR      C              ; 清除 CF
        MOV      A , P3
        SUBB     A , #230       ; 若 Vin A/D 4.5V 則 C=0 反之則 C=1
        JNC      HIGH          ; 若 C=0 則跳至 HIGH ; 反之則往下執行
LOW      MOV      P2 , # 00H     ; 令 P2 = 0 , 低態
        RET
HIGH     MOV      P2 , #FFH     ; 令 P2 = 1 , 高態
        RET
        END

```

信號卻確認程式的執行週期時間

```

;=====
;=      信 號 確 認 程 式      =
;=====
LOOP     CJNE     A , P2 . START2 ; T1=2
        MOV      R3 , P2         ; T2=2
        ACALL    READ           ; T3=2
READ     CLR      P1.7          ; T4=1
        SETB     P1.7          ; T5=1
WAIT     JB       P1.6 , WAIT    ; T6=? <2>175 週    175 μ S
        CLR      C              ; T7=1
        MOV      A , P2         ; T8=1
        SUBB     A , #230       ; T9=1
        JNC      HIGH          ; T10=2
LOW      MOV      P2 , #00H     ; T11=2
        RET              ; T12=2
HIGH     MOV      P2 , #FFH     ; T13=2

```

```

RET                                ; T14=2
MOV      A , R3                    ; T15=1
DJNZ     R0 , LOOP                  ; T16=2
MOV      R0 , #210                  ; T17=1
DJNZ     R1 , LOOP                  ; T18=2
MOV      R1 , #136                  ; T19=1
DJNZ     R2 , LOOP                  ; T20=2

```

;R0=87 . R1= 59 . R2=5 .

總週期= { (T1+T2+T3+T4+T5+T7+T8+T9+T10+T11 (T13) +T12 (T14)
+T15+T16) ×R0+T17+T18 } ×R1 + T19+T20 } R2
=R2 { R1 (R0(20+T6)+3) +3 } → R2 (R1(195R0+3)+3) 195R0R1R2
=5× { 59 (87 (20+175) +3) +3 }
5 秒

T6 : A/D 轉換時間 , 約 175 個機械週期 , 即 175 μs

改變掃描時間的 R0、R1、R2 值

公式：R2 { R1 (195R0+3) +3 } 195R0R1R2

Rn\秒	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
R0	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
R1	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59
R2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

只要受到 R0=87、R1=59 , 則 R2 就會等於掃描時間的秒數值

數位輸出信號 DB 與類比輸入電壓 Vin 的關係

$$DB=51V_{in}$$

信號燈程式中：SUBB A , #230

$$230=51V_{in}$$

$$\rightarrow V_{in} = 4.5V$$

例：若 $V_{in}=2V$ ，則 $DB=?$

$$DB=51 \times 2 = 102_{(10)} = 66H = 01100110B$$

→ DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
0	1	1	0	0	1	1	0

i. 若要用 $DB=51V_{in}$ 公式，則必須 $V_{cc}=5V$

因用的石英晶體為 $12MHz$ ，則機械週期 $= 12/12M = 1 \mu s$

掃瞄時間 $= 1 \mu s \times 10116110 = 10.11611 S \quad 10 \text{ 秒}$

若欲改掃瞄時間：公式： $[(12 \times R_0 + 3) \times R_1 + 3] \times R_2$

$R_n/\text{秒}$	3	5	7	10	13	15
R_0	77	77	77	77	77	77
R_1	71	71	71	71	71	71
R_2	3	5	7	10	13	15

(二)、89C51-2 步進馬達驅動電路程式：

程式：

MotorBuffer reg 30h

```
org 0h
start:
    mov tmod,#00000001b ; 設 Timer0 的工作模式為 ModE1。
    mov MotorBuffer,#11001100b ; 將第一步之時序狀態設在
                                MotorBuffer，即第一步時
                                BABA=1100，0 為 ON。
    mov r0,#0 ; 設 R0=0
    mov p2,#0ffh ; 設定 p2 為輸路腳
loop:   jnb p2.7,CASE1 ; P2.7 ≠ 往下執行，= 0 則往下作。
        jnb p2.6,CASE2 ; P2.6 ≠ 往下執行，= 0 則往下作。
        ajmp loop ; 皆為 1 則繼續測試
CASE1:
    cjne r0,#0h,loop ; 為 0 則跳回 loop，
    mov r0,#0ffh
    mov r2,#4 ; 往下執行四次，為四圈。
for1    mov r7,#200 ; 定正轉 200 步。
Forward:
    mov a,MotorBuffer ; 製造正轉之激磁相序（即走一步）
    rl a
    mov MotorBuffer,a
    mov p1,a
    mov r5,#1
    call Delay ; 延時 5ms。
    djnz r7,Forward ; 繼續走完 200 步。
    djnz r2,for1 ; 走完 200 步後，休息 1 秒鐘。
    mov r5,#20 ; 設定反轉 200 步。
    call Delay
    ajmp loop ; 跳回 loop 繼續執行。
CASE2:
    cjne r0,#0ffh,loop
```

```

        mov    r0,#0h

        mov r2,#4
rev1    mov    r7,#200                ; 設定反轉 200 步。
Reverse:
        mov    a,MotorBuffer        ; 製造反轉之相序 ( 走一步 )。
        rr     a
        mov    MotorBuffer,a
        mov    p1,a
        mov    r5,#1
        call   Delay                ; 計時 5ms。
        djnz   r7,Reverse            ; 繼續走完 200 步。

        djnz   r2,rev1
        mov    r5,#20
        call   Delay                ; 反轉走完 200 步後休息 1 秒。
        ajmp   loop                  ; 回到 MainLoop , 繼續做正轉—反轉之動作。

Delay:
        mov    th0,#>(65536-5000)
        mov    tl0,#<(65536-5000)
        setb   tr0

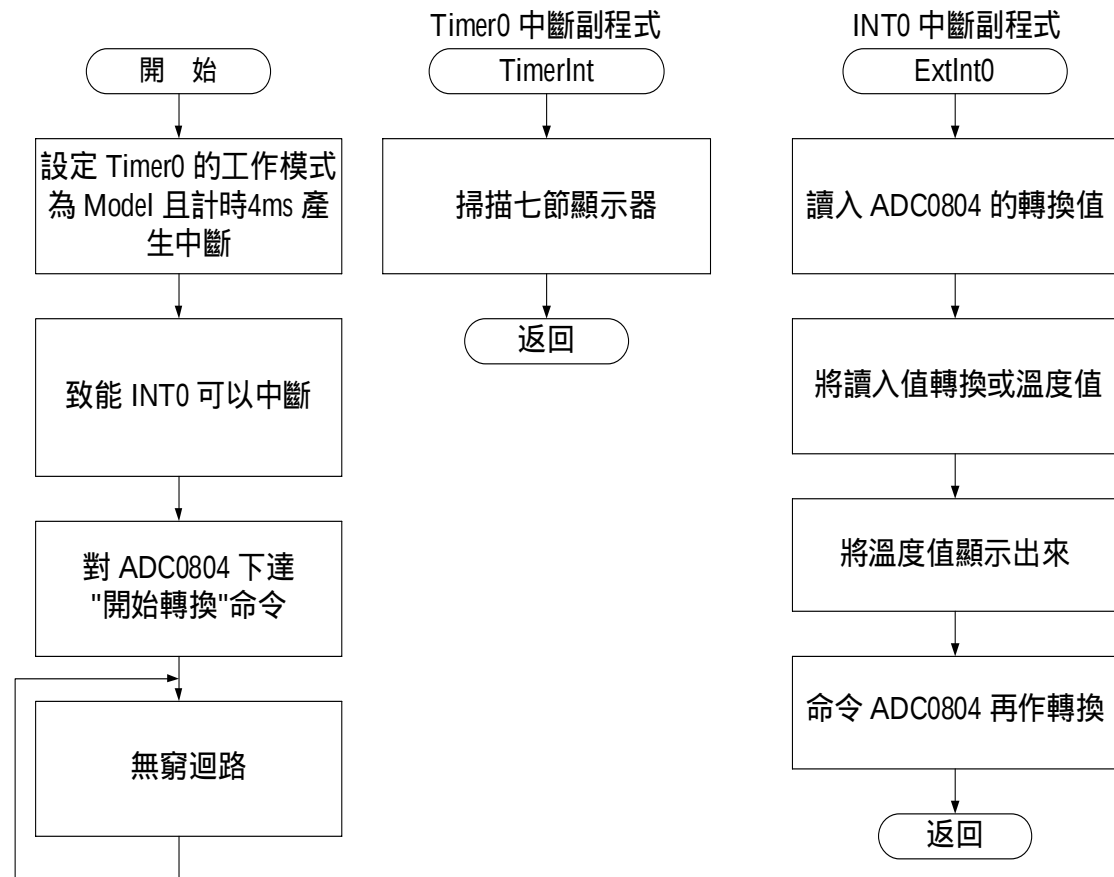
wait:
        jbc    tf0,TimeOut
        jmp    wait

TimeOut:
        djnz   r5,Delay
        clr    tr0
        ret
        end

```

(三)、89C51-3 溫度顯示電路程式：

1、方塊圖：



2、程式：

```

DISPLAYBUFFER    EQU    30H
SCANCOUNTER      EQU    34H
TEMPLOW          EQU    35H
TEMPHIGH         EQU    36H
  
```

```

ORG    0H
JMP    RESET
ORG    3H
JMP    EXTINT0
ORG    0BH
JMP    TIMERINT
  
```

```

RESET:
    MOV        SP,#70H
    MOV        SCANCOUNTER,#0
;-----
;-          USE TIMER 0 MODE 1          -
;-          4000US INTERRUPT           -
;-----
    MOV        TMOD,#00000001B
    MOV        TH0,#>(65536-4000)
    MOV        TL0,#<(65536-4000)
    MOV        IE,#10000011B
    MOV        IP,#00000000B
    SETB       TR0
    MOVX       @R0,A
ADLOOP:
    JMP        ADLOOP
;-----
;-  TIMER0 INTERRUPT SERVICE ROUTINE  -
;-----
;
TIMERINT:
    MOV        TH0,#>(65536-4000)
    MOV        TL0,#<(65536-4000)
    PUSH       A
    PUSH       PSW
    SETB       RS0
    CLR        RS1
    CALL       SCANDISPLAY
    POP        PSW
    POP        A
    RETI
;-----
;-          SCAN DISPLAY                -
;-----
SCANDISPLAY:
    MOV        R0,#SCANCOUNTER

```

```

        INC      @R0
        CJNE     @R0,#4,NOTOVER
        MOV      @R0,#0
NOTOVER:
        MOV      A,@R0
        ADD      A,#DISPLAYBUFFER
        MOV      R1,A
        MOV      A,@R0
        SWAP     A
        ORL      A,@R1
        MOV      P1,A
        RET

;
;-----
DISPLAYTEMPINTODISPLAYBUFFER:
        MOV      R1,#DISPLAYBUFFER
LOOP:   MOV      A,TEMPLOW
        MOV      B,#10H
        DIV      AB
        MOV      @R1,B
        INC      R1
        MOV      @R1,A
        INC      R1
        MOV      A,TEMPHIGH
        MOV      B,#10H
        DIV      AB
        MOV      @R1,B
        INC      R1
        MOV      @R1,A
        RET

;
;-----
TRANSFER:
        MOV      B,#2
        MUL      AB
        CLR      C
        SUBB     A,#<273
        MOV      TEMPLOW,A

```

```

        MOV     A,B
        SUBB    A,#>273
        MOV     TEMPHIGH,A
        CALL    BIN2BCD
        MOV     TEMPHIGH,R4
        MOV     TEMPLOW,R3
        RET

;
;-----
BIN2BCD:
        MOV     R5,#16
        CLR     A
        MOV     R3,A
        MOV     R4,A
TLOOP:
        MOV     A,TEMPLOW
        RLC     A
        MOV     TEMPLOW,A
        MOV     A,TEMPHIGH
        RLC     A
        MOV     TEMPHIGH,A
        MOV     A,R3
        ADDC    A,R3
        DA      A
        MOV     R3,A
        MOV     A,R4
        ADDC    A,R4
        DA      A
        MOV     R4,A
        DJNZ    R5,TLOOP
        RET

;
EXTINT0:
        PUSH    A
        PUSH    psw
        SETB    RS1
        CLR     RS0
        MOVX    A,@R0

```

```
CALL    TRANSFER
CALL    DISPLAYTEMPINTODISPLAYBUFFER
MOVX    @R0,A
POP     PSW
POP     A
RETI
END
```

(四)、參考資料〔參考書目〕：

1. 全華單晶片微電腦 8051/8751 原理與應用。
2. 松崗 8051/52 單晶片微電腦單晶片微電腦。
3. 益眾 8051 單晶片製作。
4. 微電腦感測實驗裝置。
5. 全華 IC 規格表。