

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：智慧型小木屋—圖控式家庭自動化系統

關鍵詞：圖控、家庭自動化、PLC 可程式

編號：091003

學校名稱：

國立苗栗高級農工職業學校

作者姓名：

胡俊良、胡智翔、李文忠、江明志

指導老師：

楊得明、蘇永順



壹、研究動機

現今的社會是越來越進步了，工商發達日新月異，國民所得的提高，使大家享受樂趣之餘，也越來越重視災害的預防了，因為多一分的預防，當災害真正發生時就能多減少一分的損失，所以一點也馬虎不得。最近台灣的治安也亮起了紅燈，從電視上時常可以看到重大刑案的發生、闖空門、竊盜的案件也層出不窮，因此對於防盜系統也就相形顯的重要了，我們這次所做的就是從門窗警示、大門密碼鎖、瓦斯偵測、溫度控制、室內亮度、樓頂天窗、以及庭院花草水分不足澆灌方面來著手，使我們的住屋更加安全舒適，更多一份保障。

貳、 研究目的

本研究目的在利用可程式控制器(Programable Logic Controler; PLC)配合人機介面(Human machine interface)觸控銀幕與感測電路建立一套圖控式家庭自動化系統，讓防盜、防災、溫度、照度調節、庭院花草澆灌等居家管理與控制得以圖形控制方式輕易進行，讓居家生活更朝現代化、人性化與智慧化方向邁進。

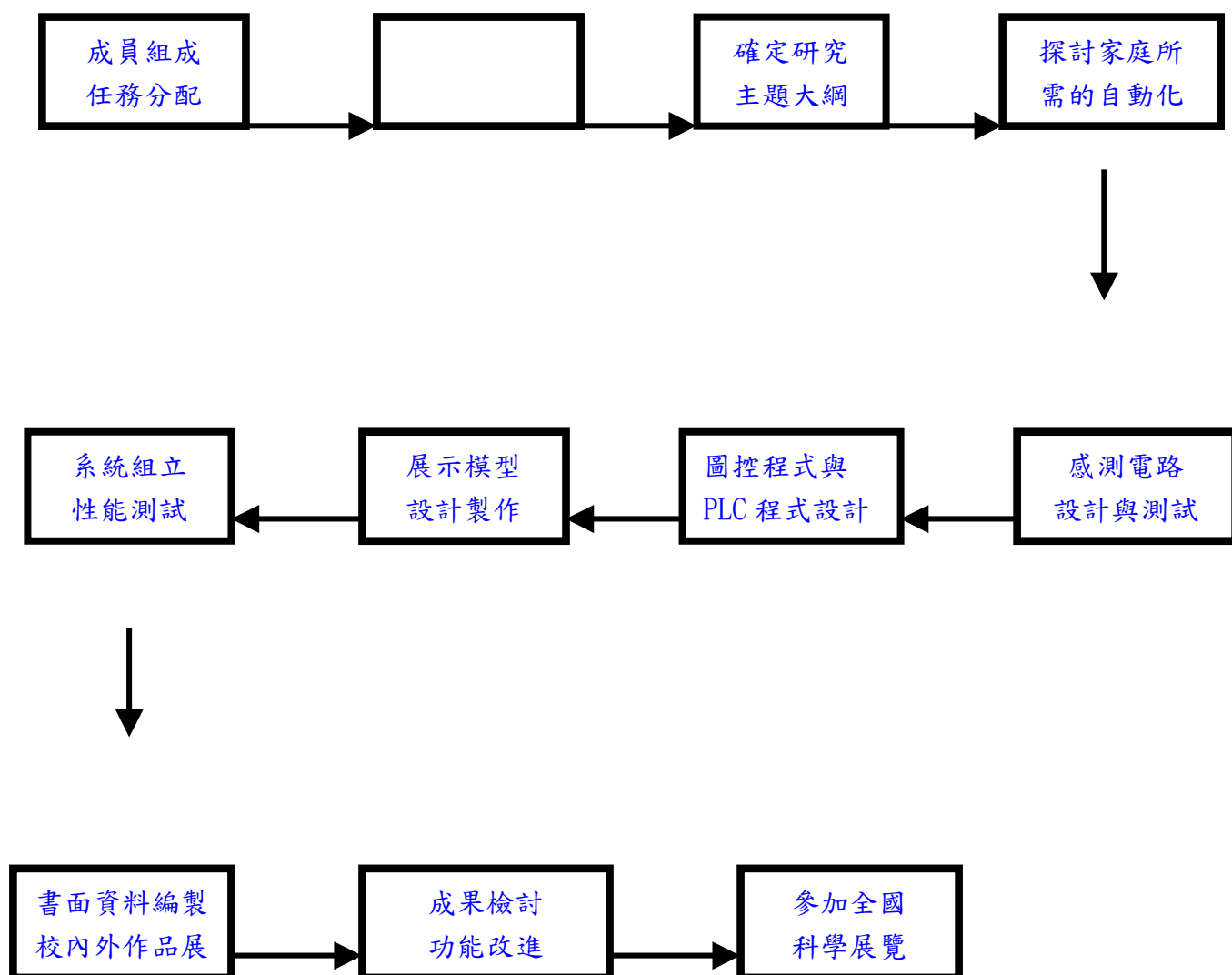
參、研究設備及器材

名 稱	規 格	單 位	數 量	備 註
可程式控制器	32 點 I/O 110/220v	台	1	三菱 FX2N 火狐狸
個人電腦	P-4 32M RAM Windows2000	台	1	含印表機
人機介面	110v 觸控銀幕 10"	台	1	HMI
單晶微電腦	89C51	個	1	
手提電鑽	110v600w 3000rpm	支	1	含鑽頭
手提砂輪機	110v300w 3000rpm	支	1	
木工工具組	六件裝含手鋸 鐵鎚 鉋刀	套	1	畫線器等工具
木 材	1" 方材/ 3mm 三夾板	才	10	
電烙鐵	110v30w	支	1	含烙鐵架與錫
直流減速馬達	DC 12V 3A 10rpm	個	5	
直流繼電器	DC 12V 3A	個	10	
照明燈	110V 20W	個	4	
電阻器	220/1K/33k/100k/56k 1/4W	個	各 20	
光敏電阻 CdS	ϕ 10mm	個	2	
溫度感測 IC	AD590	個	2	
運算放大器 IC	LM324	個	4	
超音波感測器	110v 5A 雙元件式	個	1	國際牌
發光二極體	ϕ 5mm 紅 黃 綠	個	各 50	
紅外線感應器	110v PIV 式	個	1	
磁簧開關組	110v 3A	個	2	
印刷電路板	15x30cm 單面	個	10	
電源供應器	輸入 110v 輸出 $\pm$ 12/5v 5A	個	2	
微動開關	250v 3A	個	10	
警報器	110v 10w	個	2	
PVC 電線	1.25 平方 /0.6mm 單心線	捲	各 1	
三用電表	YHF-360	個	1	
電磁閥	110v 5w 、2 口 1 位	個	1	

肆、研究過程與方法

本研究係以專題製作方式進行自題目訂定、資料收集分析、電路程式設計到模型製作與性能測試等過程，均採分工合作方式進行，資料來源來自書本、雜誌，甚至上網路搜尋，遇瓶頸時請教學長和師長，茲以流程圖方式列出研究過程如下：

圖(一) 研究過程流程圖

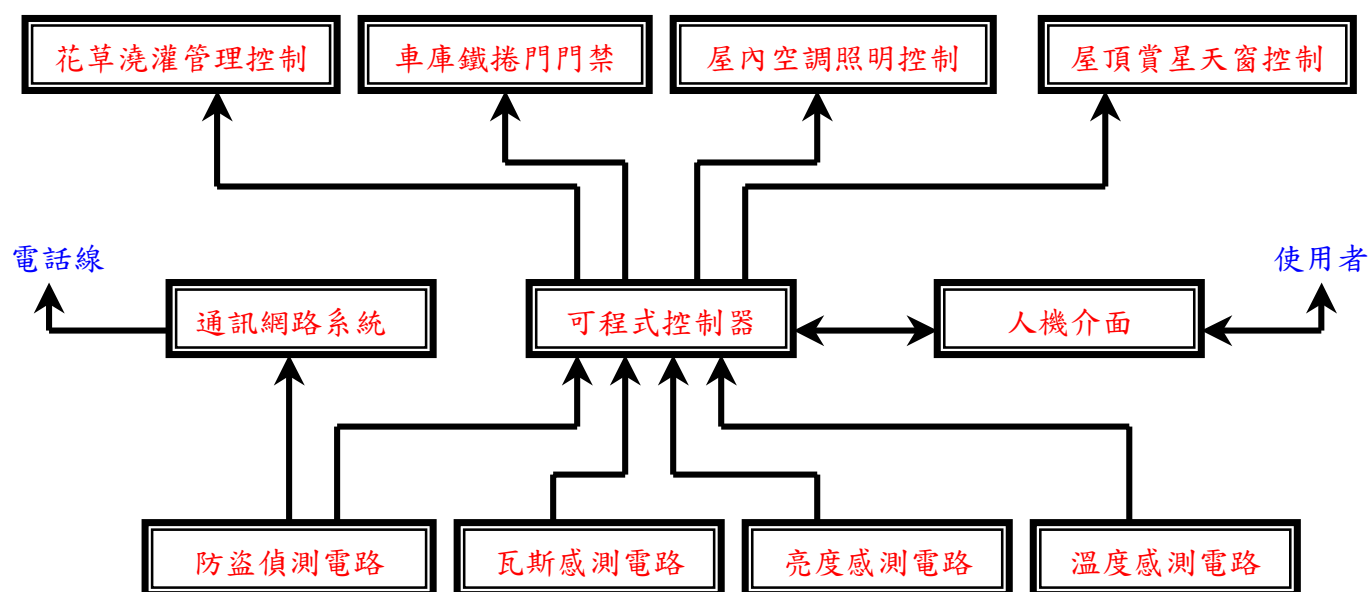


伍、 研究結果

經由組員收集資料與共同分析後發現，現代化家庭所需之自動化系統應包含功能如下：災害偵測與警告系統、溫溼度空調系統、財務管理系統、通訊資訊管理系統、保健諮詢管理系統、休閒娛樂管理系統，若能將這些系統整合則居家生活將更為安全、更健康舒適、且更為便利。

但就我們目前所學能力與時間財力限制下，我們僅就災害偵測與警告系統、溫溼度空調系統兩大方向設計家庭自動化系統，整個系統係以可程式控制器為中心，觸控銀幕為人機介面、感測電路為監測探針，使用者可在銀幕上了解週遭狀況，也可輕易控制大門等受控對象，整個系統硬體架構如圖(二)所示，主要硬體電路與功能如下：

圖(二) 家庭自動化系統硬體架構圖



(一)溫度感測電路：負責檢測室內溫度，溫度超過設定值時啟動空調系統。

(二)亮度感測電路：負責檢測室內亮度，亮度不足時啟動照明設備。

(三)瓦斯感測電路：負責瓦斯洩漏偵測，瓦斯外洩時啟動警報電路與排風扇。

(四)防盜偵測電路：利用被動式紅外線偵測器，有竊賊入侵時自動報警。

(五)人機介面電路：是一個紅外線觸控銀幕使用者可輕易在此輸入各種指令或觀察居家環境。茲就收集資料與研究設計結果說明如下：

(一)溫度感測電路：

市面上可以用來做為溫度感應的電子元件非常多，有熱敏電阻(Thermally sensitive resistance 又稱熱阻體 Thermistor)、IC 感溫器、LM135、LM235、LM335、LM34、AD590、白金感溫器 Pt100、熱電偶(Thermal Couple)、紅外線感溫器等，其特性

1. 熱敏電阻

熱敏電阻是一種對熱非常敏感的電阻，又稱熱阻體，此類元件在溫度改變時，其電阻會有很大的變化，依電阻與溫度變化關係可歸類為：

(1) 負溫度係數熱阻體(NTC)：元件的電阻值會隨溫度的上升而下降

(2) 正溫度係數熱阻體(PTC)：元件的電阻值會隨溫度的上升而上升，但約到達 120 °C 後會急速上升

(3) 臨界溫度係數熱阻體(CTR)：某些溫度範圍圍具負溫度係數，超過另一溫度

(4) 值時又轉正溫度係數

2. 白金感溫器 Pt100

白金感溫器是以細的白金金屬絲纏繞而成，因為金屬導體的電阻 R 與其截面積 A 成反比，與其長度 L 成正比，亦即 $R = \rho * L / A$ ， ρ 為材的電阻係數，所以白金感溫器內的材料必須又細又長，如此其電阻才會大對溫度的效應也會增加，而所謂的 Pt100 白金感溫器，是指 0°C 時，其電阻恰為 100Ω ，因其具有正溫度係數，我們直接以一定電流源流入，量取電阻上的電壓，則可求出溫度

3. 熱電偶

熱電偶是將兩種不同性質的金屬導線連接在一起形成的測溫裝置，原理乃利用一種稱為席貝克效應(Seebeck Effect)的現象，此現象是指：兩種不同性質的金屬導線連接在一起形成封閉迴路時，若使其中一接點的溫度高於另一接點的溫度，則在此封閉迴路中，即有電流流過，所以我們直接用電表量取熱電偶兩端電壓，就可以算出環境溫度

4. 紅外線

由於人體的溫度範圍，所輻射出的電磁波主要在紅外線的範圍，雖然人的眼睛感測不到紅外線的訊號，但是如果紅外線的訊號夠強，例如：站在火堆旁時，感受到一股股的熱流朝身上冒過來，臉都感覺熱烘烘的，這就是紅外線的作用，紅外線強度較弱時，雖然我們的五官感測不到，但是可利用自然界所存在很多能夠受到紅外線的物質，來幫助我們偵測紅外線。

耳溫槍便是一個紅外線應用的好例子，由於不同溫度的物質會輻射出不同頻率分佈的電磁波，而且所分佈不同頻率的電磁波中，強度最強的電磁波，其波長 λ 與絕對溫度 T 的乘積為一定值， $\lambda T = 2.9 \times 10^{-3} \text{ m-K}$ ，例如：太陽輻射強度最強的電磁波，波長約為 5000 埃 $= 5 \times 10^{-7} \text{ m}$ ，所以估算太陽表面溫度為 $29/5 \times 10^3 = 5800 \text{ K}$ 溫度為 $723^\circ\text{C} = 1000 \text{ K}$ 時輻射的電磁波最強的是波長為 $2.9 \times 10^{-6} \text{ m} = 29000$ 埃屬於紅外線範圍，不同的物質對於紅外線的反應也不同，若是能找出在人的體溫範圍附近對微量頻率分佈的儀器，則可以由所接收的熱輻射分佈，區分反推出身體的體溫，這就是耳溫槍的原理。

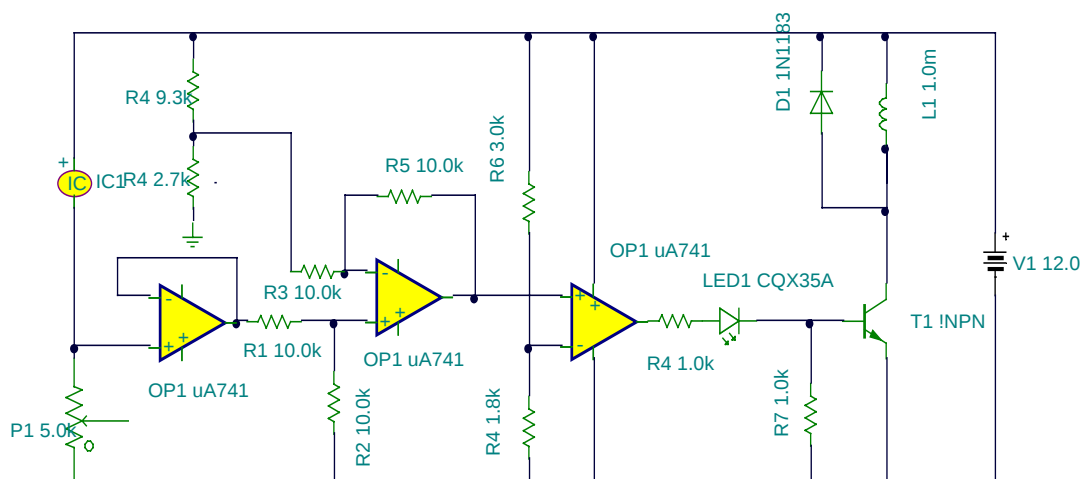
我們為了做這次的科展，感測器可以說是找了許多的種類，例如：AN6701，熱敏電阻，熱電偶……等都不符合我們的需求，最後找到了 AD590 感測器，這種感測器的靈敏 $1 \mu\text{A}/^\circ\text{K}$ ，感測範圍為 $-55^\circ\text{C} \sim +150^\circ\text{C}$ 精度不錯，而且價格便宜耐用，所以我們這次選用 AD590 做為我們溫度感測的元件。

5. IC 感溫器 AD590

AD590 是一種電流型的積體電路溫度感測器，他的輸出電流與溫度成正比，它具有高阻抗的電流調整器，使其供應電壓在 $+4\text{V} \sim +30\text{V}$ ，仍維持 $1\mu\text{A}/\text{K}$ 的輸出特性，AD590 適合用於 $-55^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$ 的溫度量測範圍，我們在其輸出端上接上電阻，AD590 可視為定電流源，故量取電阻上的電壓與電流成正比，亦與溫度成正比。

要把 AD590(IC1)的信號取出還要費一番功夫，我們設計的電路如下，IC1 串

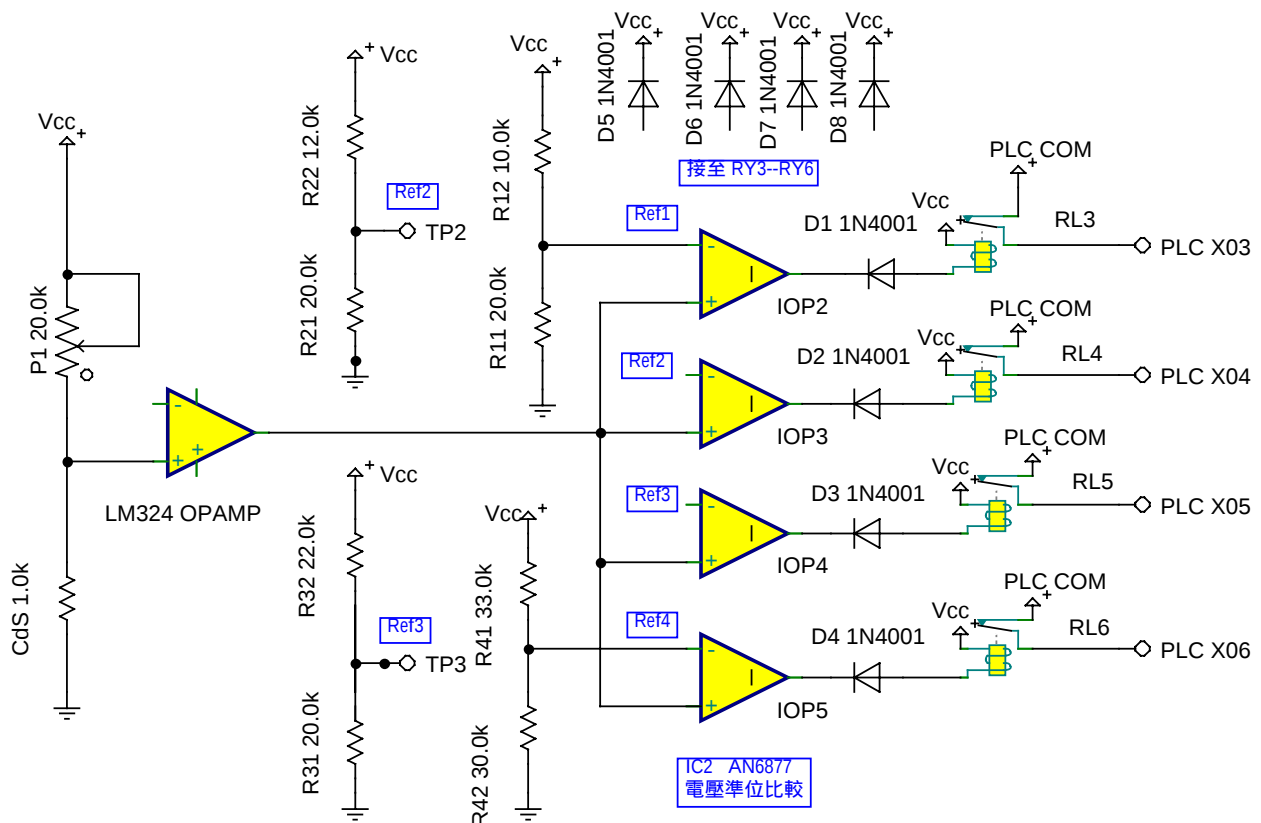
圖(三)溫度感測電路



(二)亮度感測電路

亮度感測電路與溫度感測電路類似，只需要利用比較器把光線強弱信號與設定值比較即可，感測器則選用最簡單的 CdS 光敏電阻，當周圍光線強時 CdS 電阻值降低，反之升高，光線不足時送入運算放大器同相端電壓升高，超過反相端 Ref1-Ref4 設定電壓時相對繼電器被激磁，輸出接點再觸發 PLC，PLC 再經判斷與處理後點亮照明設備，本電路暫採四段不同燈光控制式。亮度感測電路如圖四所示：

圖(四) 亮度感測電路



(三)瓦斯感測電路

瓦斯外洩時，人體會因吸入大量一氧化碳，阻礙血液中紅血球輸送氧氣功能，而造成昏迷中毒的情形，常見瓦斯感測器有接觸燃燒型、半導體式、熱傳導式三種：

(1)、接觸燃燒型瓦斯感測器

將氧化鋁 Al_2O_3 的燒結物加入 PT 或 PD 等觸媒做成感測原件，白金線把元件加熱到 $300^{\circ}C$ 至 $600^{\circ}C$ ，當遇有可燃性瓦斯或液化石油氣時，則燃燒發熱，導致元件電阻增大，再利用電橋電路將此電阻之變化以電壓值檢出，則可測出瓦斯濃度。

(2)、半導體式瓦斯感測器

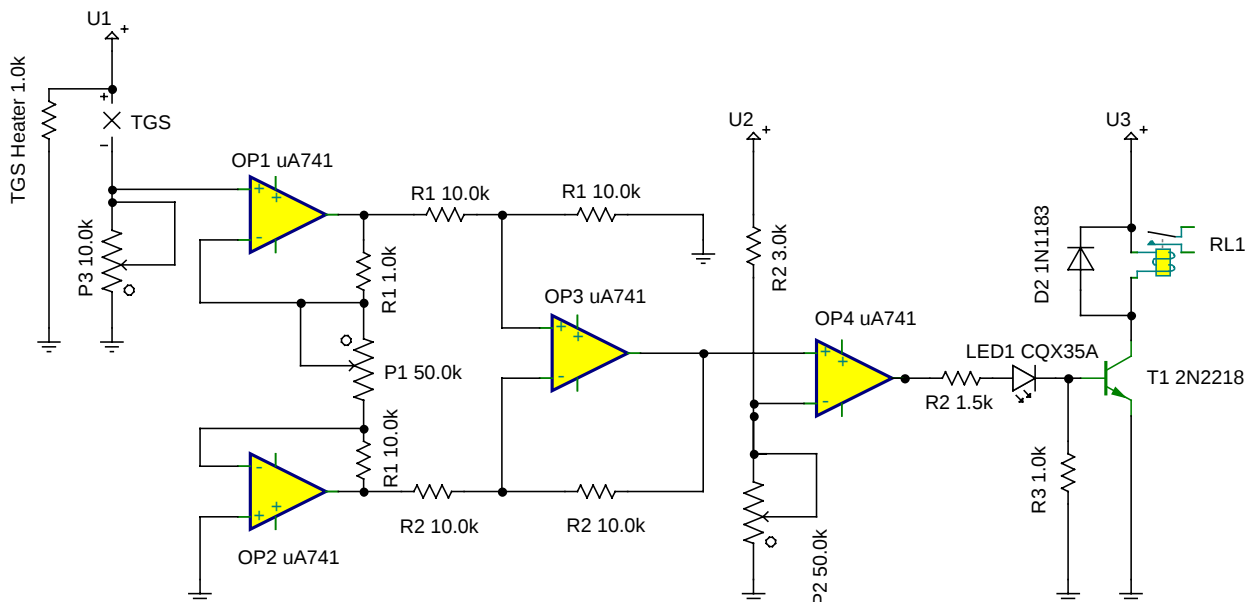
半導體瓦斯感測器的材料為 ZnO 、 SnO_2 、 Fe_2O_3 等 n 型半導體及 $NiO-CoO$ 等 P 型半導體，在大氣中，粒子表面相互結合，阻抗變大，若在大氣中導入還原氣體時，與吸附在粒子表面及接合部的氧氣反應，致使粒子接合部及表面阻抗變化的情形，因被導入氣體的種類及濃度而異為了促進上述之化學反應，可在感測元件中加入觸媒或是加熱絲以增加響應度。本型最常見為 TGS 費氏(Figaro)瓦斯偵測器，TGS 感測器內部有一小段鋁管，鋁管兩端使用鍍金的模板作為電極，管之表面塗上二氧化錫在管裏面用白熱絲作為加熱器，使感測器能均勻加熱，當易燃性氣體接近時會被感測器吸收，並且和表層之氧氣相戶作用，使氧氣釋放一些，而提高了導電性，造成電阻變化。

(3)熱傳導式瓦斯感測器

熱傳導式瓦斯感測器是利用不同的瓦斯有其固有的熱傳導率，由感測器表面將熱量帶走之程度以純空氣的情形比較，由感測器的電阻變化來檢測出瓦的濃度。

熱傳式感測器，是以 50um 的白金線，以 1.8mm 的節距在棒上纏繞而成，匝數增加，可以提高靈敏度，此項感測器共一對，另一個裝於溫度補償室內，在兩端加以電壓，在由中央位置取出電壓訊號，未通電時感測器之電阻值約為 2 歐姆，通電電流為 237mA 時阻值為 2.935864 歐姆溫度為 122.25C 一旦有氣體時，感測器即有溫度下降的反應，而下降的數值依氣體種類不同而異，因瓦斯種類不同，分子量與分子結構不同，導熱率因而不同。

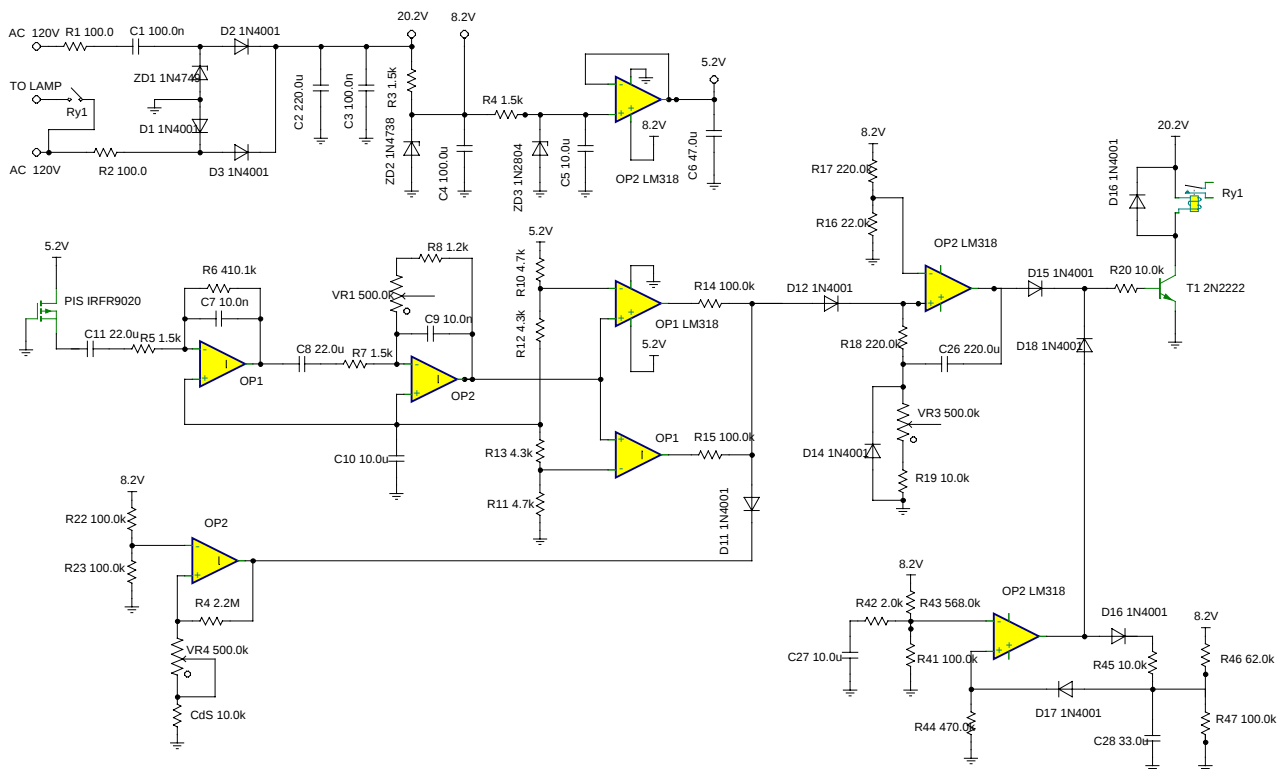
圖(五) TGS 瓦斯感測電路



(四)防盜偵測電路

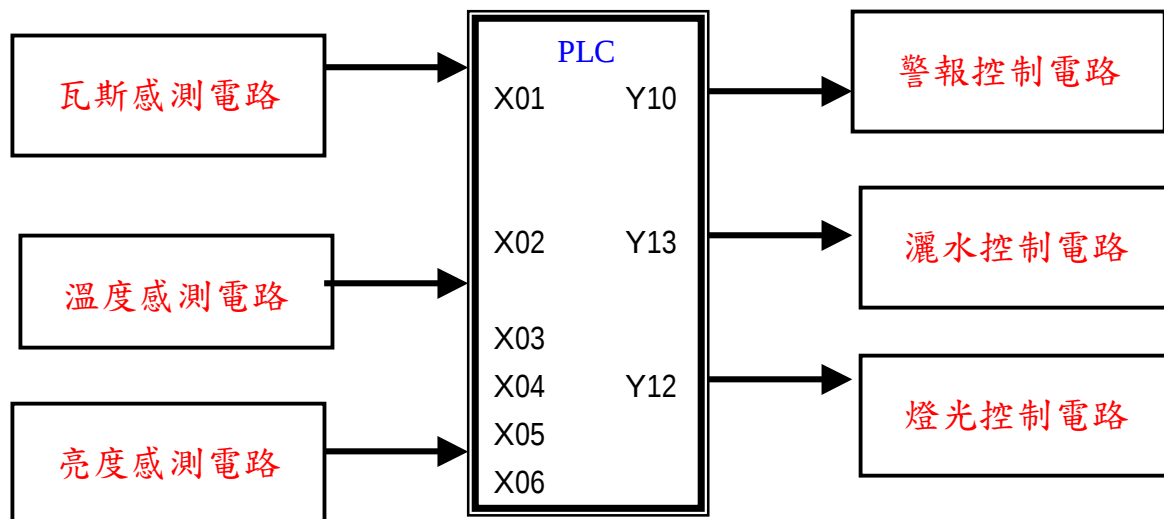
本系統中採用兩種防盜偵測法，門窗部分採最便宜的磁簧開關組，磁鐵部分粘著於可動的窗戶上，接點開關則固定於窗框部位，窗戶被開啟時產生警報，而庭院警戒區部分則採用紅外線警報器，有竊賊入侵時啟動自動撥號系統透過電話網路報警或通知本人或鄰居。被動式紅外線(PIR)警報電路如圖(六)所示，當警戒區內有人員入侵時，人體發散之紅外線將投射至焦電紅外線感測器，人體移動時會產生低頻交變信號，此信號經兩組串接之交流放大器放大，再經窗型比較器過濾，並組合單擊定時電路與日夜間功能切換控制電路，最後決定繼電器之動作與否。

圖(六) 被動式紅外線警報電路



（五）可程式控制器與感測電路

可程式控制器是執行控制動作的主體，其與感測電路連接情形如圖(七)所示：

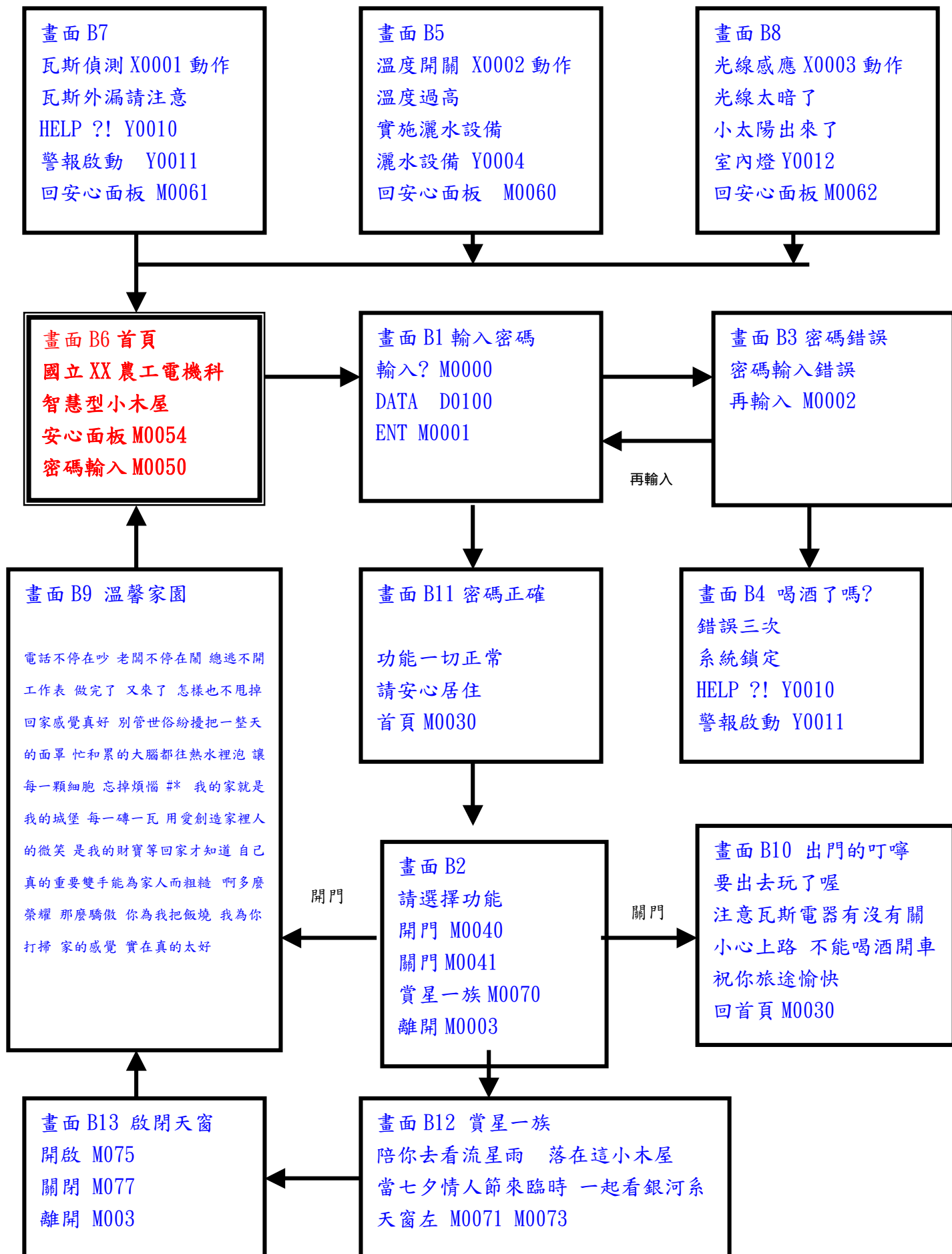


圖(七) 可程式控制器與感測電路接點配置情形

（六）人機介面軟體規劃

人機介面軟體是本系統控制動作的靈魂，人機介面採用紅外線觸控銀幕與可程式控制器搭配，利用 Project Manager GP Pro/PB3 for Windows 軟體，整合所有系統達成家庭自動化控制目的，人機軟體介面部分規劃設計如圖(七)所示：

圖(七)人機介面操作畫面與流程設計

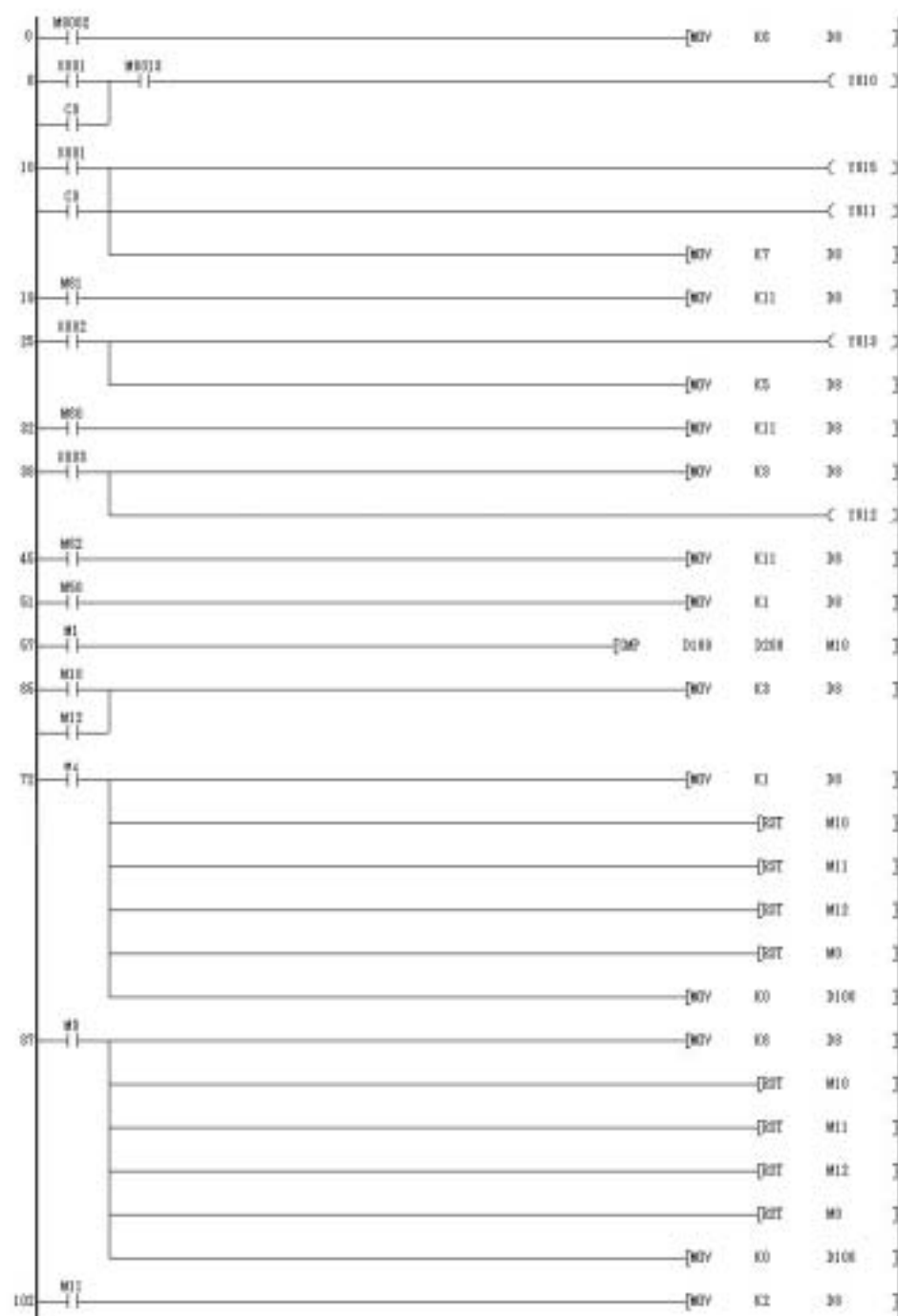


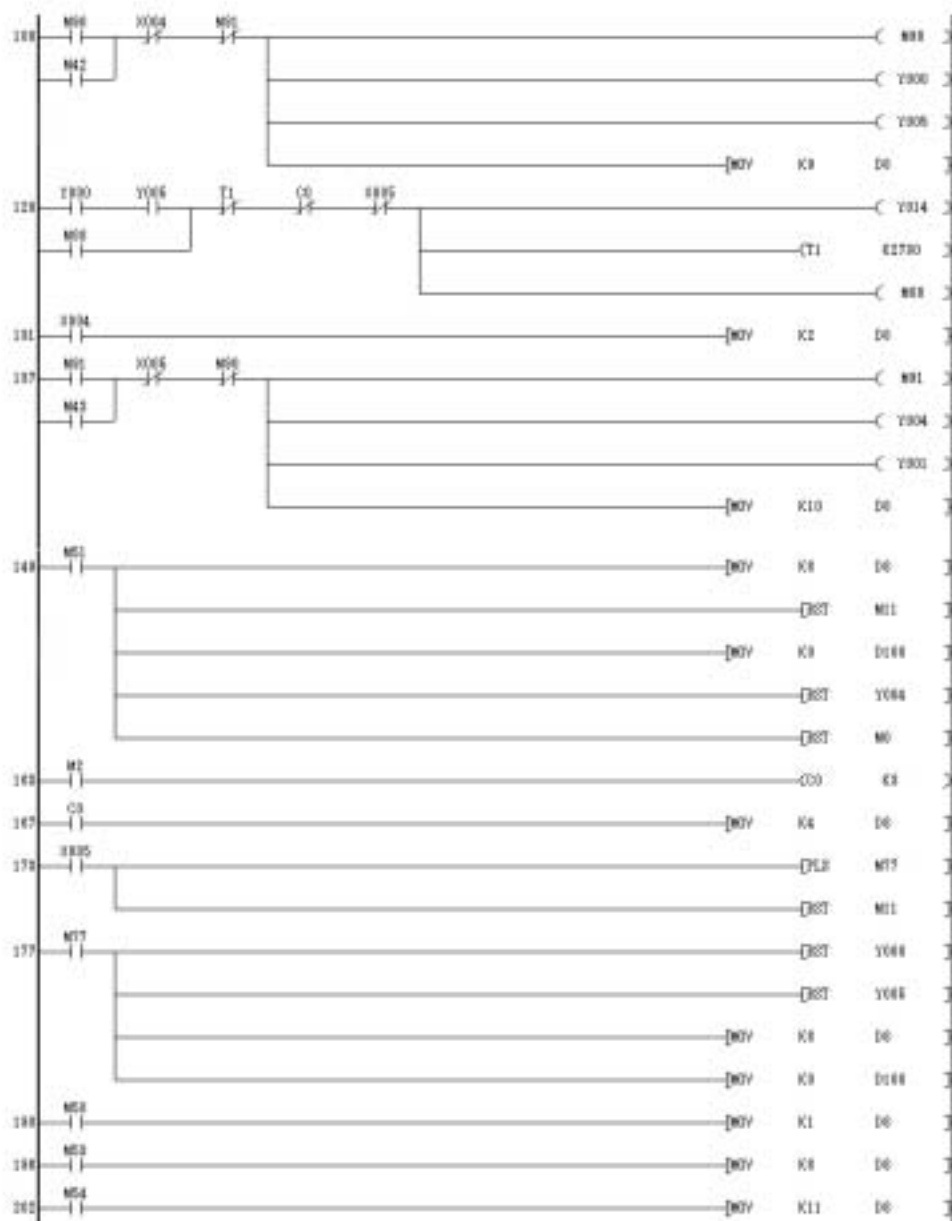
(七)可程式控制器與人機介面程式設計

```
LD M8002 ;PLC 開機發送啟動脈波
MOV K6 D8 ;跳至 B6 首頁畫面
LD X001 ;偵測瓦斯外洩
OR C0 ;或密碼錯誤超過三次
AND M8013 ;閃爍接點
OUT Y002 ;警報燈閃爍點亮
LD X001 ;瓦斯外洩觸發 X1
OR C0 ;或密碼錯誤超過三次
OUT Y003 ;啟動音樂 IC
MOV K7 D8 ;跳至 B7 瓦斯外洩畫面
LD M61 ;觸發回安心畫面按鈕
MOV K11 D8 ;跳至 B11 安心畫面
LD X002 ;溫度超過設定值
OUT Y004 ;啟動洒水電磁閥
MOV K5 D8 ;跳至 B5 溫控畫面
LD M60 ;觸發回安心畫面按鈕
MOV K11 D8 ;回 B11 安心畫面
LD X003 ;偵測室內亮度
MOV K8 D8 ;跳至 B8 光線太暗畫面
OUT Y005 ;點亮室內燈
LD M62 ;觸發回安心畫面按鈕
MOV K11 D8 ;回 B11 安心畫面
LD M50 ;開始輸入密碼
MOV K1 D8 ;跳至 B1 鍵入密碼畫面
LD M1 ;按下 ENT 鍵完成密碼輸入(暫存於 D100)
CMP D100 D200 M10 ;比較輸入之密碼與內存密碼(存於 D200)
LD M10 ;密碼小於設定值(M10 動作)
OR M12 ;或密碼大於設定值(M11 動作)
MOV K3 D8 ;跳至 B3 畫面 密碼錯誤
LD M2 ;再輸入密碼
MOV K1 D8 ;跳至 B1 鍵入密碼畫面
RST M10 ;清除原先比較結果
RST M11 ;清除原先比較結果
RST M12 ;清除原先比較結果
RST M0 ;清除輸入狀態記憶
MOV K0 D100 ;清除鍵入密碼
LD M3 ;按下離開鍵跳離 B2 畫面
MOV K6 D8 ;跳回 B6 首頁畫面
```

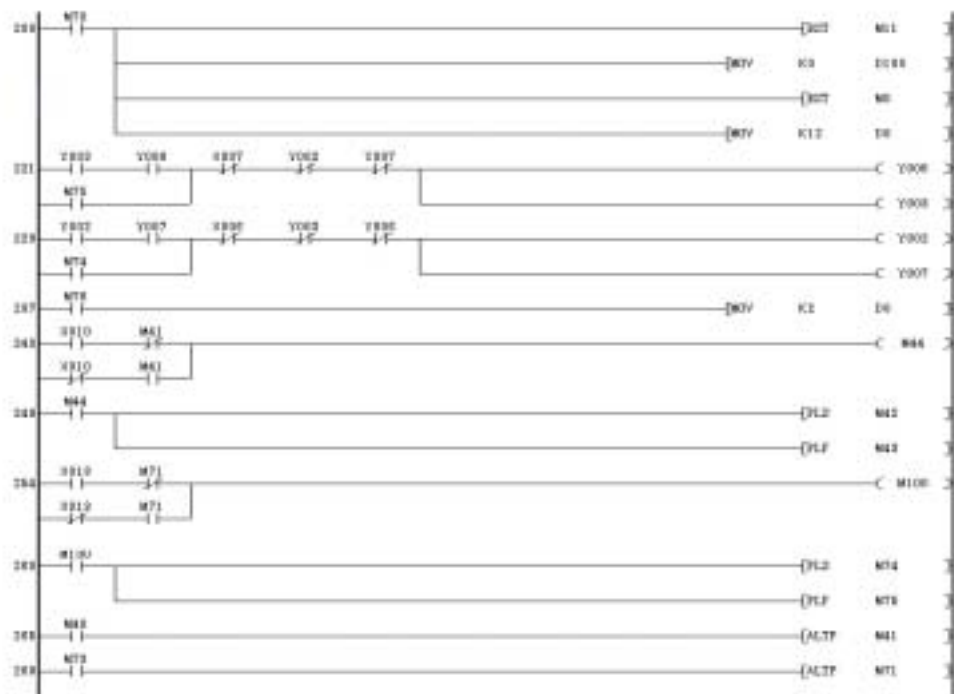
RST M10 ;清除原先比較結果
RST M11 ;清除原先比較結果
RST M12 ;清除原先比較結果
RST M0 ;清除輸入狀態記憶
MOV K0 D100 ;清除輸入暫存器值
LD M11 ;輸入密碼正確
MOV K2 D8 ;跳至 B2 畫面允許開門、關門動作
LD M40 ;按下開門鍵跳至 B2 畫面
OR Y000 ;自保持接點
ANI M41 ;自保持迴路
OUT Y000 ;馬達正轉開啟大門
OUT Y006
MOV K9 D8 ;跳至 B9 畫面
LD M51
MOV K6 D8 ;跳至 B6 首頁畫面
RST M11 ;清除原先比較結果
MOV K0 D100 ;清除輸入暫存器值
RST Y000 ;關馬達
RST Y006
RST M0
LD M2 ;再輸入密碼
OUT C0 K3 ;計數錯誤次數
LD C0 ;錯誤達三次 C0 接點閉合
MOV K4 D8 ;跳至 B4 錯誤三次畫面
LD M41 ;觸發關門按鈕
RST M0 ;清除輸入狀態記憶
MOV K0 D100 ;清除密碼暫存值
RST M11
MOV K10 D8 ;跳至 B10 出門提醒畫面
LD M30 ;觸發回首頁按鈕
MOV K6 D8 ;回 B6 首頁畫面
LD M50 ;觸發輸入密碼按鈕
MOV K1 D8 ;跳至 B1 輸入密碼畫面
LD M53 ;在 B1 畫面觸發安心面板按鈕
MOV K6 D8 ;回 B6 首頁畫面
LD M54 ;在 B6 畫面觸發安心面板按鈕
MOV K11 D8 ;跳至 B11 安心居住畫面

(八)可程式控制器與人機介面程式階梯圖





P.17



P.18

陸、結論和心得：

從毫無頭緒到自信滿滿是我們參加此次科展的寫照，信心來自收集與研讀相關資料，更來自無數師長關心與指導，製作過程中面臨學力測驗壓力，更遇到無數挫折又回到原點，經由師長指導與製作小組共同努力解決許多的小問題，畢竟書本上的理論和實際應用仍有相當差距，但只要完成一部分功能，心中的感覺就好像又向上踏上一個階梯的感覺，從這次參與中也學到科學求是、求真的精神。

可程式控制雖然是上學期的課程，但是要與人機介面結合是我們研究過程中的新課題，更要把電子電路與感測器應用至家庭自動化系統上是讓我們靈活運用知識理論的學習歷程，家庭也可以像辦公室一樣自動化，讓它更安全、更便利、更溫馨。

柒、參考資料

- 一、電子電路 陳清良編著 龍騰文化事業有限公司〈2002 年4 月〉
- 二、電子學 旗立理工研究室 編著 旗立資訊股份有限公司〈2001 年8 月〉
- 三、數位邏輯實習 許擇燦、趙淑蓉編著 台南市展維出版社〈2000 年9 月〉
- 四、感測器 陳加山 編著 龍騰文化事業有限公司〈2002 年3 月〉
- 五、電子電路實習 蔡朝洋編著 全華科技圖書股份有限公司〈2002 年2 月〉
- 六、最新TTL IC規格表('89)陳本源著 臺北市龍江路，全華科技圖書股份有〈2000 年2 月〉
- 七、電子實習-使用TINA模擬分析 張義和編著 台科大圖書股份有限公司〈2001 年12月〉
- 八、三菱可程式控制器使用範例大全 何堃山編著 文笙圖書股份有限公司〈1992 年8月〉
- 九、數位邏輯實習 張志安、蕭柱惠編著 台科大圖書股份有限公司〈2001 年5 月〉
- 十、PLC基礎應用與專題製作實習 吳德清 羅玉儒 允成科技公司〈1997年4月〉
- 十一、三菱可程式控制器FX2使用手冊 士林電機 編著〈2000年2月〉
- 十二、三菱可程式自動控制器實用手冊範例 蕭欽智 編著全華科技圖書股份有〈2000年2 月〉
- 十三、線性積體電路原理與應用 蔡千姿、陶逸欣編譯 全欣資訊圖書〈1992 年2月〉

十四、GP人機介面軟體操作手冊 HMI公司 〈2001年4月〉

十五、電工實習II 潘嘉益王順賢 編著 知行文化事業有限公司 〈2002 年1月〉

評語

1. 此作品可利用程式控制器並配合人機介面設備建構一套圖控式家庭自動化系統，使之具有防盜、防災及溫控等功能，整體系統架構與展示之作品皆有相當完整之製作。
2. 由軟硬體之製作與簡報技巧顯見其團體合作分工之精細。
3. 本作品應可增加網際網路連線之功能，以提升遠端監控之技術層次。