

中華民國第 53 屆中小學科學展覽會 作品說明書

高職組 電子、電機及資訊科

佳作

091010

隱藏式觸碰門

學校名稱：國立苗栗高級農工職業學校

作者： 職三 傅傳宗 職三 林雅堂	指導老師： 林高永 黃惠鈴
---------------------------------	-----------------------------

關鍵詞：電鎖門、電控鎖

作品名稱：隱藏式觸碰門

摘要

以人體作為觸發訊號來源，利用觸發間隔時間作為輸入資料訊號，當輸入密碼與預設密碼吻合則門開啓。

本系統主要功用如下：

- 一、隱藏式輸入訊號端，輸入訊號可設計在門上任一地方，同時設計為可更換之輸入點，利用開關選擇門上 A 點、B 點或 C 點……作為輸入點，有心人士即使知道密碼亦無法得知應由何處輸入密碼。
- 二、利用人體為觸發訊號源，以長按、短按觸發輸入點輸入密碼，無需使用鍵盤作為輸入端，免去維護及保養。
- 三、密碼位元數可由使用者自行設定，密碼可設一位數至無限多位數，當使用者僅去路口倒垃圾可設一位數(如 3，大門敲 3 下)方便進出；當使用者出國多日則可設為多位數(如 275384659424，小偷猜對密碼機率一兆分之一)確保安全。
- 四、適合用於社區大樓、辦公大樓或大型飯店門禁管理，每扇門使用自訂密碼，每擴充一組電鎖門僅需一組輸入/輸出(I/O)點，便於擴充與管理。

壹、研究動機

「出門買個飲料沒帶鑰匙回來就被媽媽鎖在門外」、「啊!鑰匙不見了」、「每個人口袋、腰間掛著一大串鑰匙或門禁卡」。鑰匙對現代人而言算是不得不的麻煩選擇吧!但要鎖門、開門難道就一定要用到鑰匙或晶片卡?瞳孔辨識、掌紋辨識對一般家庭似乎不甚實用吧。能不能利用一般家庭普遍使用的電鎖(電控鎖)門進行改良?能不能簡單到大門面板上什麼都沒有?能不能簡單到只要手指敲敲門門就能開啓?這些有趣的組合是本研究創作來源。

動手蒐集相關資料，準備朝著自己的夢想前進。首先，想想自己電機方面的專長是什麼?決定本研究以可程式控制器 PLC 作為主體，進行程式撰寫。其次，以手指頭觸碰做為訊號輸入端。這樣的訊號勢必太小而不足以推動繼電器作為 PLC 輸入信號，因此，放大訊號是需要的。確定方向後，蒐集、研讀 PLC 書籍與放大訊號相關資料，並開始著手實驗。

貳、研究目的

本研究目的在於設計出一套完全無需其他輔助器具，同時兼具安全與方便的門禁系統。若使用者出門到便利商店買東西 5 分鐘便回來，則可設定一簡單密碼如 23，使用者欲開門時僅需要連敲 2 下，間隔 2 秒後再連敲 3 下，則門自動開啓。若使用者欲出國幾天才回來，則可設定一複雜密碼如 753261，使用者欲開門時需連敲 7 下，間隔 2 秒後再連敲 5 下，間隔 2 秒後再連敲 3 下，間隔 2 秒後再連敲 2 下，間隔 2 秒後再連敲 6 下，間隔 2 秒後再連敲 1 下，則門自動開啓。操作上兼具方便與安全。本作品具體目的如下所示：

- 一、設計一不需鑰匙、晶片卡，只要用手指頭敲敲門，就能讓門打開。
- 二、設計一外觀上完全無法得知應碰觸何處開門，增加門禁安全性。
- 三、針對一般家庭既有電鎖進行改良，無須更換門鎖。
- 四、預設密碼可依使用者更改，同時密碼位數可由一位數至無限多位數。
- 五、使用者輸入錯誤無任何提示，避免小偷進行錯誤嘗試而企圖開鎖。
- 六、應用擴充更方便，同一主機系統，利用 I/O 接點擴充可擴大應用至一百戶以上門鎖控制。

參、研究設備與器材

一、研究設備：			
	名稱	規格/備註	數量
1	可程式控制器	MELSEC-FX ₂ -23MR	1 台
2	直流電源供應器	30V/3A 指針式電源供應器	1 台
二、研究器材：			
(一)製作所需器具：			
1	小型手握式電鑽	含鑽頭組	1 支
2	焊槍		1 支
3	三合板		
4	電控鎖	BIRD	
4	電絡鐵	/ 40W、/ 60W	各 1 支
5	吸錫器		1 支
6	三用電表	YF-370A / 數位指針皆可	1 台
7	無熔絲開關	2P/30A	1 台
8	實驗用麵包板	224x150mm 1680p	1 個
(二)製作所需材料：			
1	萬用 PCB 板	/ FRP 纖維 單面焊點鍍錫	若干
2	電晶體	C9013, C9014 / NPN	若干
3	電容	0.1 μ /10V, 100 μ /15V	若干
4	電阻	100 Ω , 300 Ω , 330 Ω , 4.7K, 47K	若干
5	水泥電阻	10 Ω	1 個
6	二極體	IN4001	1 個
7	繼電器	DC12V, 3A	1 個
8	七段顯示器	0.56in 紅色共陽極	1 個
9	按鈕開關	ϕ 11.4mm 方型, 供九宮鍵用	9 個
10	搖頭開關	供輸入點選擇用	5 個
11	端子台	組合式 PC 板端子台 TB3	若干
12	線材	/ 單芯線、/ 2.0mm ² 絞線	數公尺

肆、研究過程或方法

為順利解決所遇問題，採取如圖所示之研究步驟流程圖來達成研究目的。

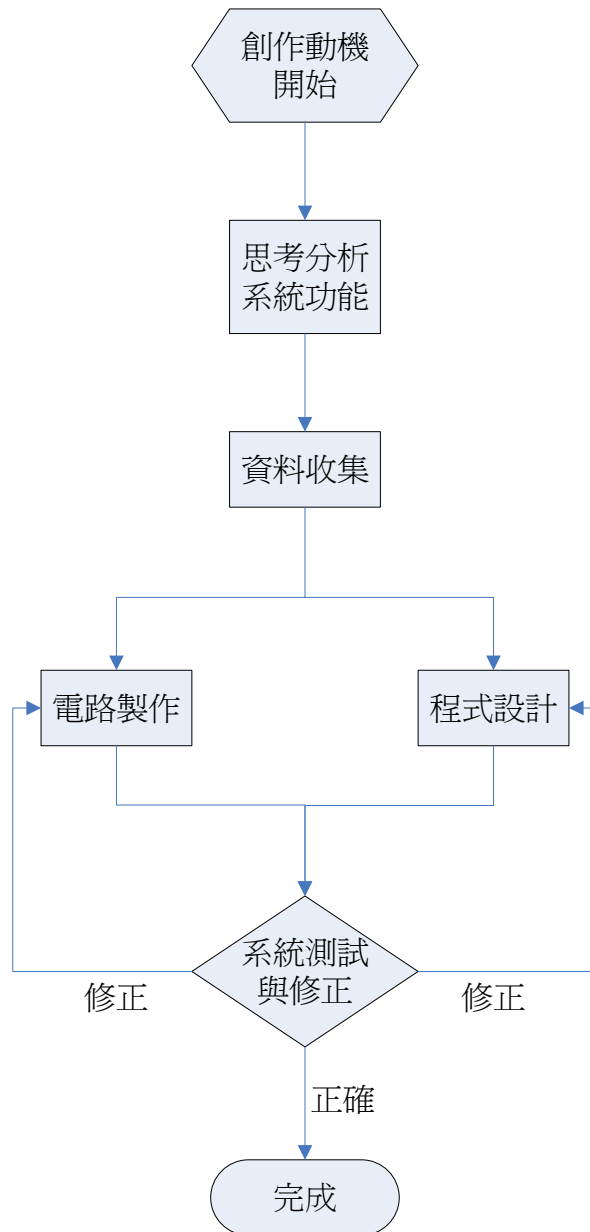
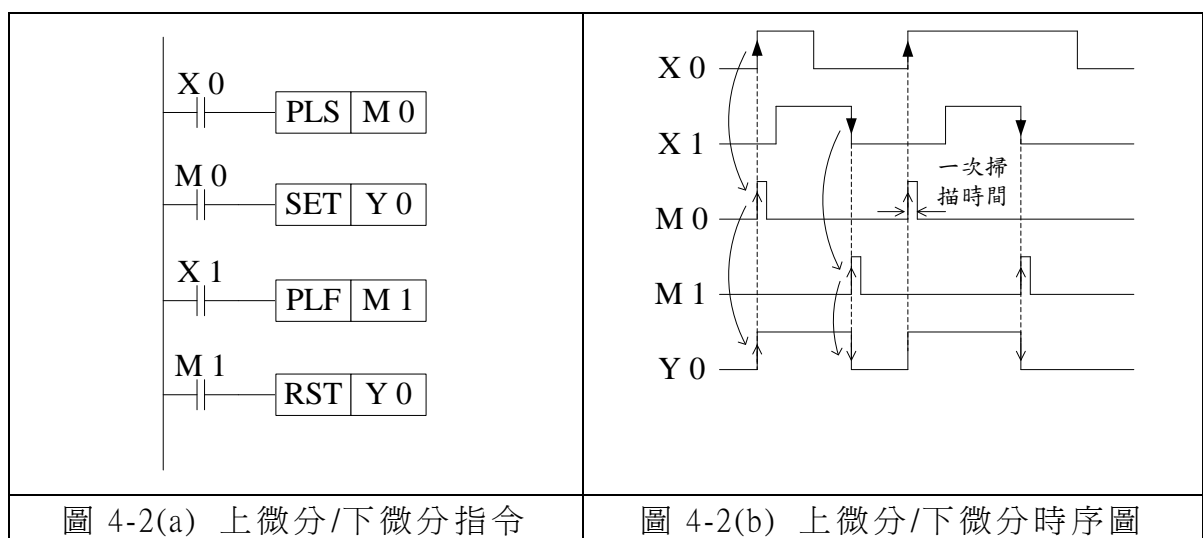


圖 4-1 研究步驟流程圖

一、可程式控制器 PLC 探討

本研究應用三菱智慧型可程式控制器 MELSEC-FX₂-23MR 系列，利用步進階梯指令及應用指令完成程式設計。相關知識及應用指令茲介紹如後：

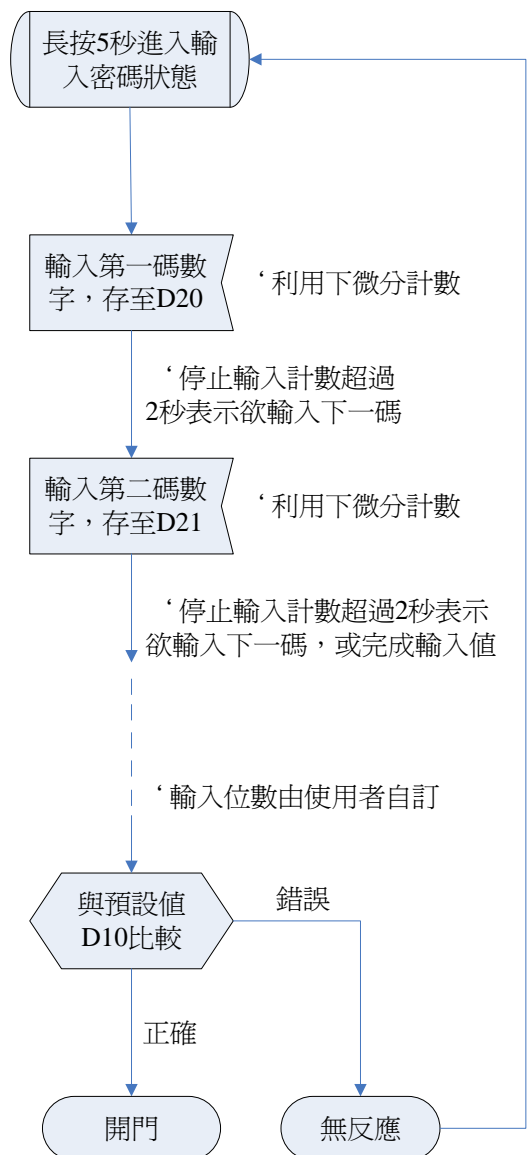
- (一)主機電源使用 AC85~264V，50/60HZ 共用，同時主機及擴充基座上提供 DC24V 電源，可供電控鎖使用，無需外加其他電源。
- (二)I/O 組合可利用擴充模組方式，最大可組合 256 點；資料暫存器方面，一般用暫存器由 D0~D119 共 200 點，停電保持用暫存器由 D200~D511 共 312 點；輸入/輸出線之線長在 50~100m 之內沒有問題。應用上可多用戶同時使用同一主機進行控制。
- (三)輸入端之 ON 電流為 DC24V/7mA，但實際上輸入迴路通過電流在 4.5mA 以上即判定為 ON 之輸入信號，而通過電流在 1.5mA 以下時判定為 OFF，因此應用手指觸發信號經放大後須達此標準方能使接點正常動作。
- (四)以接點驅動電磁閥開關之電感性負載，在 35VA 之外加電壓下接點可 ON/OFF 50 萬次，用於三菱電機電磁閥其接點壽命更可達 300 萬次。應用在直流之電感性負載需在負載兩端並聯轉流二極體。
- (五)PLC 內部電池電壓不足時 RAM 資料消失，同時 EPROM 或 EEPROM 主記憶體之資料暫存器內容將成不確定狀態，而造成用戶密碼無法使用，設計上可利用特殊輔助繼電器 M8006 控制輸出接點提醒管理員更換 PLC 內部電池。
- (六)PLC 輸入延遲時間約為 10ms，因此輸入信號之 ON-OFF 時間不可短於 20ms 否則無法抓取信號，以一般人手指連續按壓按鍵間隔需百毫秒以上，故使用上不至於因按壓過快而無法抓取。
- (七)一次上微分/下微分(PLS/PLF)指令，可避免接點彈跳問題，指令輸入與時序圖關係如圖 1(a)、1(b)。



二、電晶體開關電路探討

輸入端之 ON 電流為 DC24V/7mA，但實際上輸入迴路通過電流在 4.5mA 以上即判定為 ON 之輸入信號，而通過電流在 1.5mA 以下時判定為 OFF，因此應用手指觸發信號經放大後須達此標準方能使接點正常動作。應用高二電子學所學，利用達靈頓放大電路放大人體觸發訊號，再利用開關電路啓閉繼電器似乎是一個可行辦法。先在萬用電路板進行測試，確定無誤後再進行電路銲接及應用在本作品上。

三、系統動作流程圖



1. 預設值D10自訂，亦可由鍵盤輸入更新
2. 輸入位數亦可由輸入者自訂

圖 4-3 系統動作流程圖

四、系統動作說明

- (一)利用達靈頓放大作為訊號輸入端，當使用者長按輸入端超過 5 秒，代表使用者欲輸入密碼。
- (二)短間隔輸入代表輸入數值，當停止輸入超過 2 秒代表輸入第一位數，再次短間隔輸入數值，停止輸入超過 2 秒代表輸入第二位數，理論上系統可允許輸入一位數至無限位數。例如欲設密碼 273，輸入流程為：(1)常接觸碰點超過 5 秒通知系統準備輸入密碼(清除密碼)、(2)短間隔碰觸碰點 2 次、(3)停止觸碰超過 2 秒、(4)短間隔碰觸碰點 7 次、(5)停止觸碰超過 2 秒、(6)短間隔碰觸碰點 3 次、(7)停止觸碰超過 2 秒、(8)密碼正確電鎖導通，門自動開啓。輸入過程中，若有輸入錯誤需從步驟(1)重新來過。
- (三)輸入過程中，若輸入錯誤系統無任何提示，避免有心人士欲嘗試錯誤開鎖。
- (四)輸入密碼位數可由使用者自訂。例如使用者臨時去便利商店可設一短位數密碼，如 23。如使用者欲出國多日則可設一長位數密碼，如 2573148。

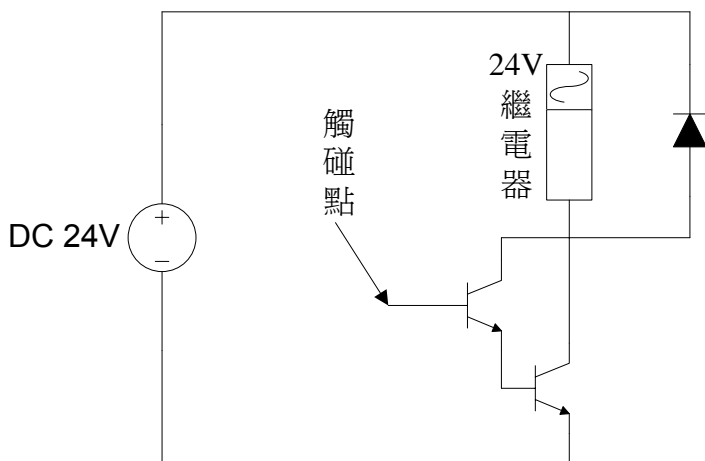


圖 4-4 觸碰電路圖

五、設計程式階梯圖

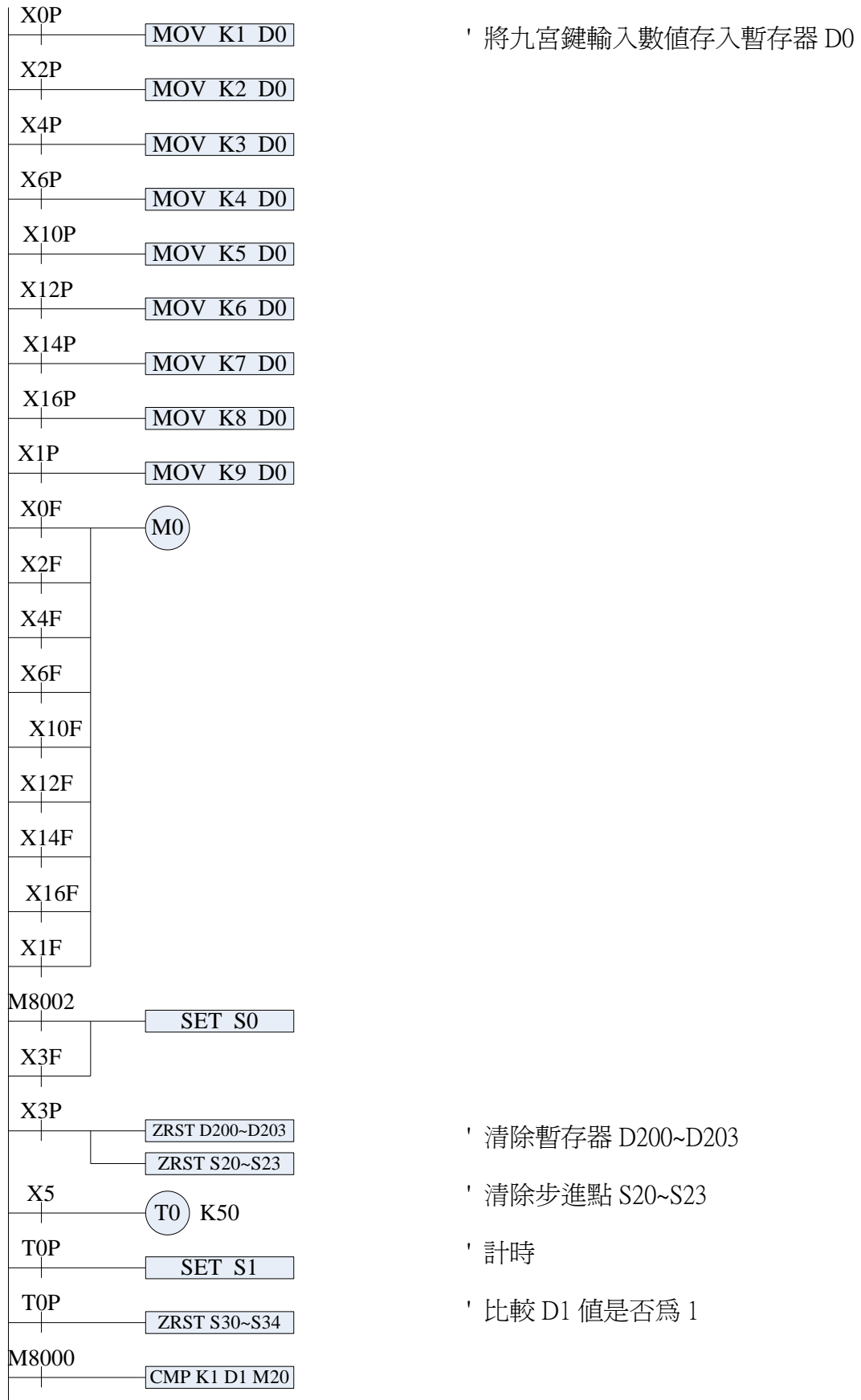
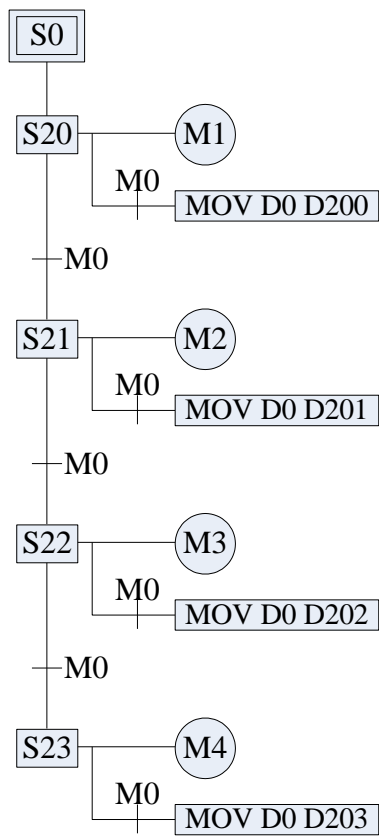
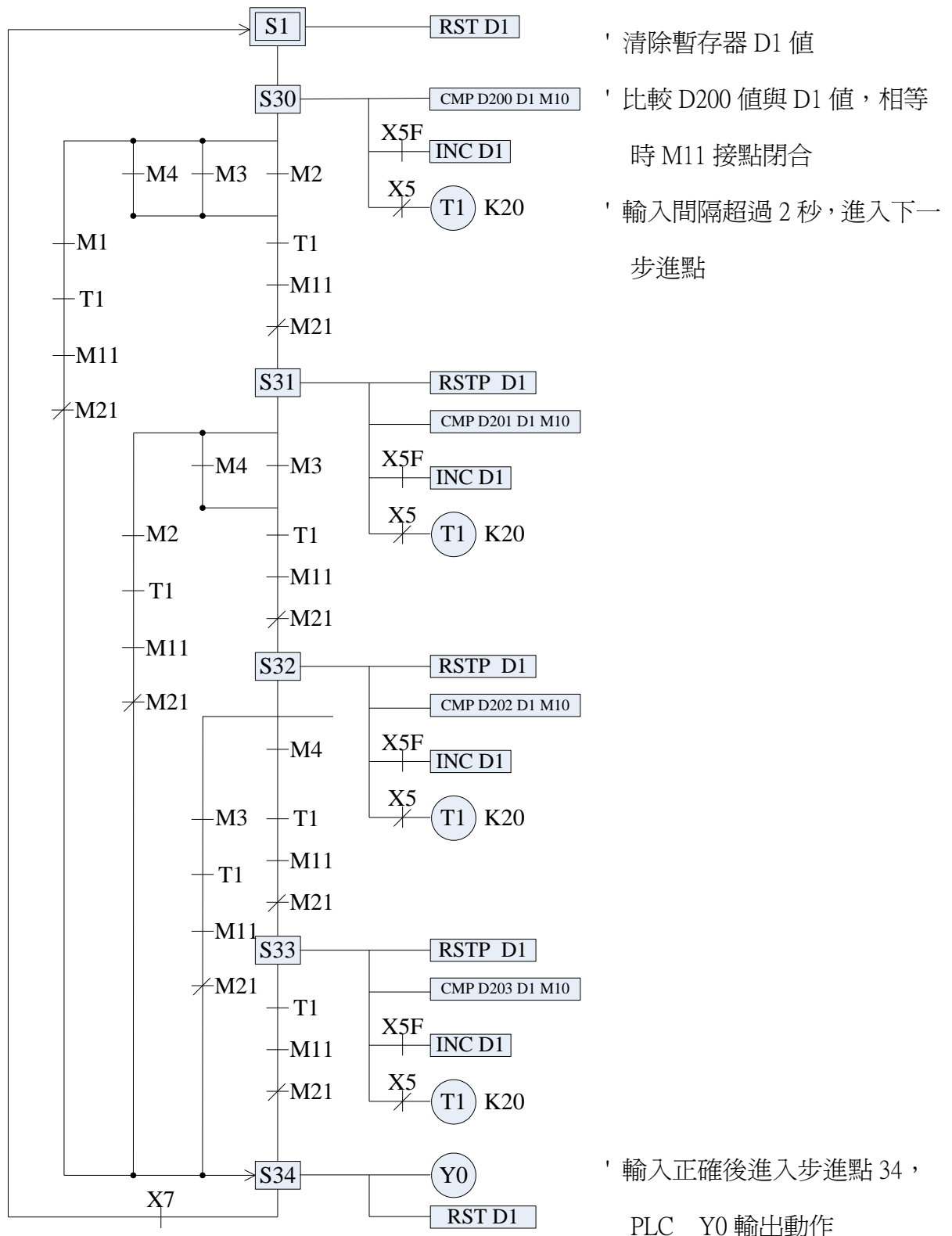


圖 4-5(a) 程式設計階梯圖(一)



' 九宮鍵每觸發一次，將數值依序存至暫存器 D200、D201、D202、D203，暫預設四位元密碼

圖 4-5(b) 程式設計階梯圖(二)



- ' 清除暫存器 D1 值
- ' 比較 D200 值與 D1 值，相等時 M11 接點閉合
- ' 輸入間隔超過 2 秒，進入下一步進點

- ' 輸入正確後進入步進點 34，PLC Y0 輸出動作

圖 4-5(c) 程式設計階梯圖(三)

六、硬體接線圖

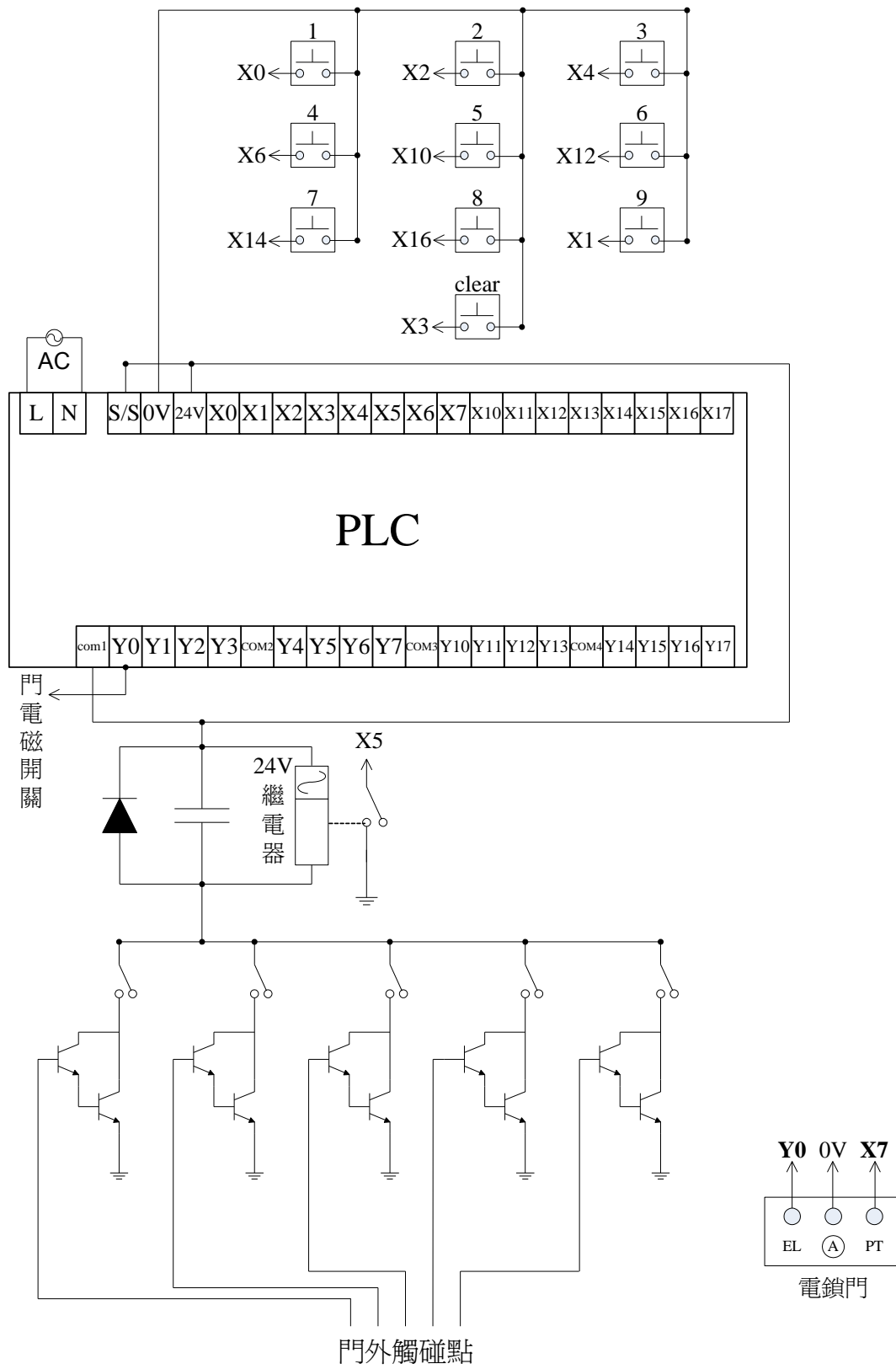
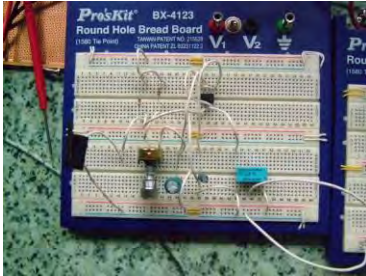


圖 4-6 硬體接線圖

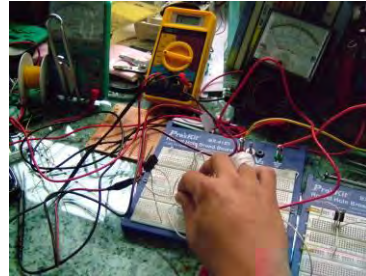
伍、研究結果

本研究以完成作品作為研究結果，經測試後確能達預期結果。茲以作品歷程與完成圖呈現研究結果。

(一)萬用電路板測試：

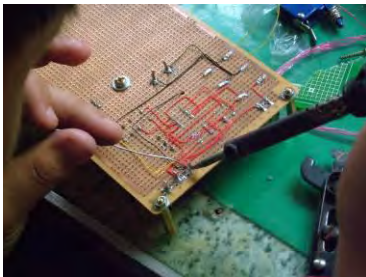


萬用電路板連接

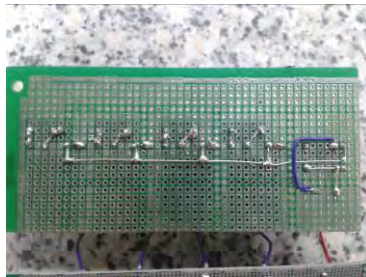


萬用電路板測試

(二)電路焊接：

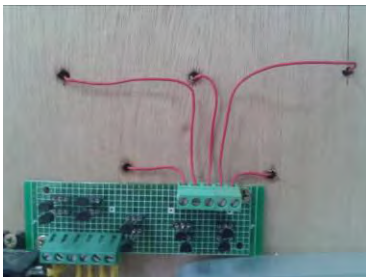


電路板焊接



電路板焊接

(三)電路測試：



觸碰電路電路



電控鎖電路



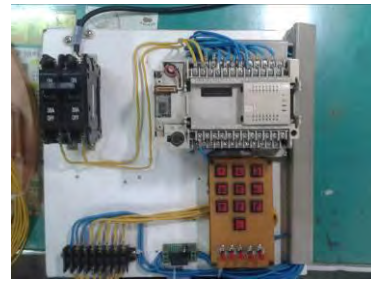
輸入密碼電路



輸入點選擇電路



PLC 輸出入電路



輸入點選擇電路

(四)電路與機構組裝：



電路與機構組裝



作品完成後測試(一)



作品完成後測試(二)



完成圖正面

陸、問題與討論

問題一：以手指作為碰觸訊號採取放大電路為何？所遇問題如何克服？

解決方式：嘗試使用達靈頓電路作為放大訊號推動直流繼電器，發現繼電器接點有嚴重彈跳問題，於是在繼電器線圈端並聯一電容，試圖以充放電暫態減少彈跳現象，嘗試過 $100\mu\text{F}$ 、 $33\mu\text{F}$ 、 $10\mu\text{F}$ 等電容後發現 $10\mu\text{F}$ 電容能有效避免彈跳現象。研究發現，此係由於不同 RC 組合有不同暫態時間常數，而導致不同的充放電時間。RC 暫態可減少輸入信號之振盪或雜訊入侵，但會有數毫秒的延遲時間。同時，繼電器本身 ON-OFF 反應時間約 10 毫秒亦須加以考慮。

問題二：觸碰點是否亦受雜訊干擾？

解決方式：(一)下雨天雨水及濕氣並不影響輸入訊號。

(二)皮膚粗糙程度不會使觸發訊號誤動作，測試過小孩、青少年與老年多位，均可正常動作。唯若使用者戴手套因絕緣關係，無法輸入。

問題三：密碼輸入是否過於複雜，不利小孩或年長者使用？

解決方式：密碼輸入利用程式設計，允許使用者設定輸入簡單輸入(如 5)及複雜輸入(如 5824911)同時觸碰點亦有多處位置選擇，雙重保護，鎖上加鎖。當然，基於種種考量，使用者亦可再利用鑰匙開門，但這似乎又違背了本作品的立場了。

問題四：密碼常更換，忘記了怎麼辦？

解決方式：可設計一組永不更換的固定密碼，將此固定密碼暫存器所控制之繼電器接點與每次變更密碼暫存器所控制之繼電器接點並聯，當每次變更密碼忘記時可輸入此一固定密碼即可開門。

柒、結論和心得

設計過程中最大困難在於程式設計部分。輸入密碼時的長按、短按需要利用到計時器及上下微分觀念；密碼設計可一位數到多位數則需要利用到暫存器，而暫存器值介於 $-32768\sim 32767$ 之間，應用上最多僅可使用 4 位數密碼，若欲使用 5 位數以上密碼則需兩個以上暫存器組合，因此得將每一位數進行四則運算後存入新的暫存器，同時還須判斷密碼設定或使用者輸入是否超過 4 碼，藉以判斷應比較之暫存器。程式設計的困難足以殺死許多腦細胞，相形之下電路的設計就小巫見大巫了。

捌、參考資料

- 一、双象貿易股份有限公司譯（1992）。**三菱可程式控制器使用範例大全**（再版）。台北市：文笙。
- 二、陳世寬、詹東融、黃志鵬（1999）。**可程式控制器實務**（2版）。桃園縣：傑程科技。
- 三、吳德清、羅玉孺（1997）。**PLC 基礎、應用與專題製作實習**（再版）。彰化縣：允成科技。
- 四、王允上、范文雄（2007）。**數位邏輯**（初版一刷）。台北市：五南。
- 五、邱佳椿、詹耀仁（2007）。**數位邏輯實習**。台北市：龍騰。
- 六、陳清良（1998）。**電子電路**。台北縣：龍騰。
- 七、黃慶璋（2002）。**電子電路**。台北縣：台科大。
- 八、黃國軒、陳美汀（2006）。**電子實習Ⅱ**。台北市：全華。
- 九、蔡朝洋、蔡承佑（2007）。**電子學實習Ⅱ**。台北市：全華。

【評語】 091010

1. 本作品以人體觸控方式輸入密碼，利用觸發間隔時間作為輸入訊號以開啟門鎖。
2. 使用本鎖出門不需攜帶鑰匙，但每次須設定輸入密碼。
3. 本作品創新性高，與現有門鎖方法差異性極高。
4. 本作品系統實作相當完整，但方便性應再加強，若密碼過長時(如四個數字)，開鎖時間過長。