

中華民國第四十八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

第三名

091010

建置射擊練習自動報知系統之研究

學校名稱：國立新營高級工業職業學校

作者：	指導老師：
職三 焦在麒	黃頂典
職三 程立帆	王振裕
職二 蔡孟倫	
職二 陳韋齊	

關鍵詞： 射擊練習、自動報知系統、標靶機構

建置射擊練習自動報知系統之研究

摘 要

以顯示命中靶位位置與得分分數之方式，使射擊者在射擊練習時即時發現且修正缺點，以提高命中準確度，此即為研究並欲解決問題之動機與目的。作品內容整合電子資訊科技的實際應用，軟體方面，結合微電腦單晶片組合語言與 Visual Basic 程式語言；在硬體上，則聯結 PC 與單晶片控制電路。

以 Visual Basic 介面之個人電腦為系統核心，透過印表機埠擷取外部電路的資料做轉換及處理，特色如下：

- 一、於射擊位置及 PC 上即時顯示命中靶位位置。
- 二、於射擊位置及 PC 上顯示個別分數。
- 三、能隨即清除計分並重新計分。
- 四、PC 可顯示並發聲報出靶位命中位置與分數。
- 五、PC 可監看多個靶位射擊情況。
- 六、PC 能顯示各個靶位命中位置分布情形。
- 七、PC 能將射擊練習取得成績或資料建檔和利用。

壹、研究動機

停辦十一年之後，在去年(九十六年)初，教育部中部辦公室宣佈，為配合國防部與落實全民國防教育，已自九十五學年度下學期起，高中職學生將全面恢復實彈打靶。實彈射擊對高中職生而言充滿刺激，依全國各校教官做訪查的結果，大部分學生希望恢復實彈射擊，因此，為避免學生國防教育落於「紙上談兵」，教育部決議全國高中職開始全面恢復打靶課程，所有高中職學生在畢業前，必須接受至少四小時的實彈射擊訓練；使用 65K2 步槍，採二十五公尺臥射，預計每人射擊六發實彈。

目前高中職生只能拿著木槍在練習箱上瞄準，這與上靶場作實彈射擊的感受落差頗大。有鑑於此，本校為加強學生實彈射擊的訓練成效，購入一批電力擊發 BB 彈的模型槍，希望藉以提升學生對射擊練習的學習興趣，也貼近實彈打靶的真實感。

槍枝本身的特性與校正關聯到瞄準點的正確性與否，而射擊姿勢的穩定性更為影響射擊命中精確的關鍵；從射擊練習的過程中，我們發現到，能否命中靶位的關鍵因素在於瞄準點的正確性，以及握槍的射擊姿勢有關。正因如此，在射擊練習過程裡如何即時發現且修正射擊者的缺點，而能提高命中靶位之準確度，此即為研究探討並欲解決的問題，暨研究製作之動機所在。

在兼顧實用與方便性的前提下，我們嘗試尋求解決上述問題的方法，經過幾番思考和討論之後，期望藉由在校所學專業技術的實作應用，試著建置一套射擊練習自動報知系統，以輔助射擊者在射擊練習過程裡即時發現缺點並作修正，獲得問題的解決。本著對於科學研究及創意設計方面事物的興趣，又於科別學習專長的取向不同，希望藉由分工合作與製作過程能有更多的實務經驗，以精進專業知識與技能，有利於往後在高深學問的汲取與研究創新的開展。

作品內容整合了電子資訊科技的實際應用，在軟體方面，結合在微電腦實習與程式設計實習課程所學之單晶片組合語言及 Visual Basic 程式語言；硬體上，則主要依電子學和實習、數位邏輯和實習，以及電子電路和實習等課程為核心，作為電路設計與實驗測試的理論根據，充分運用且增廣學習。

茲將作品與教材(教學單元)之相關性表列如下：

作品與教材(教學單元)之相關性

類別	科目名稱(編號)	相關教材單元	作品內容對照科目名稱(編號)	
理論科目	A.電子學	1.電源電路 2.電晶體與場效應電晶體 3.電源調整電路	A D F H	直流電源電路設計
	B.數位邏輯	1.基本邏輯閘 2.組合邏輯 3.組合邏輯設計與應用	C D H I	鍵盤電路應用
	C.電子儀表量測	1.被動元件量測 2.半導體量測 3.積體電路測定	C D H I	七段顯示器電路應用
	D.電子電路	1.基本電子元件 2.基本電子電路 3.數位電路 4.直流電源供應器	A D F H	LED 矩陣控制電路應用
	E.微電腦結構	1.微電腦硬體說明 2.程式規劃 3.記憶體系統 4.時脈產生器與 I/O 界面	C D H	無線傳輸模組電路研究
實習科目	F.電子實習	1.電源電路 2.電晶體基本放大電路 3.電源調整電路	E J	PC顯示畫面設計
	G.數位邏輯實習	1.基本邏輯閘實驗 2.組合邏輯實驗 3.組合邏輯應用實驗	E I J	程式撰寫與燒錄
	H.電子電路實習	1.基本電子電路 2.數位電路 3.直流電源供應器	E I J	PC與單晶片聯結
	I.微電腦實習	1.廣告燈控制電路 2.七段顯示器控制電路 3.鍵盤應用電路 4.中斷功能	A F H	電路焊接製作
	J.程式設計實習	1.VB 程式語言 2.數位 I/O 控制實驗 3.資料檔案與管理	A F	標靶製作

貳、研究目的

目前高中職校的射擊課程主要可分為兩項，一個是射擊練習，另一個是實彈射擊。射擊練習主要目的在調整一個射手的射擊姿勢，使學生習得正確的瞄準要領，穩固、持久的射擊姿勢，以及各種射擊技術，方能在實彈射擊時命中目標。這個課程又可分為三類：三角瞄準練習、臥射預習、清槍及驗槍。三角瞄準練習主要是在練習一個射手的穩定度；臥射預習的目的，是在調整射手的姿勢以及射擊時的姿勢是否穩定，任課教官常根據射擊八大要領「托、抵、握、貼、瞄、停、扣、報」來調整學員的姿勢；而清槍及驗槍課程目的就是要教會我們如何清驗槍。

基於以上所述，本研究目的即著眼於射擊練習課程之瞄準練習與臥射預習的輔助修正，藉由電子資訊科技器材的應用，以使射擊者在練習過程裡即時發現缺點並作改正，除可提升有效的射擊練習，也增加學員學習的興趣，屆時實彈打靶將能展現出應有的訓練成果。

於研究建置之射擊練習自動報知系統中，設定的功能目標為：

- 一、可於射擊位置及 PC 上即時顯示射擊命中靶位的位置。
- 二、可於射擊位置及 PC 上顯示個別分數。
- 三、能隨即清除計分值，以重新計分。
- 四、PC 可顯示並發聲報出靶位命中的位置與分數。
- 五、PC 可監看多個靶位的射擊情況。
- 六、PC 能顯示各個靶位命中位置的分布情形。
- 七、PC 能將射擊練習取得成績或資料建立檔案，供以後續分析參考和利用。

參、研究設備及器材

項次	名稱	規格	單位	數量	備註
1	桌上型電腦	P4 1.7G /256DDR	台	1	含螢幕、鍵盤、滑鼠
2	筆記型電腦	Hp pavilion ze5600	台	1	射擊模擬試驗用
3	燒錄器	HT4000	台	1	益眾科技
4	直流電源供應器	0±30V, 0~3A	台	1	
5	麵包板	165 x 54 x 8.5mm	塊	3	
6	多功能剝線鉗	AWG 14-22	支	1	5 合一
7	電烙鐵	110V/40W	支	1	
8	吸錫器	手動長型吸錫器	支	1	
9	焊錫	φ 0.38mm 60%	卷	1	
10	PVC 電線	0.6mm	卷	5	
11	單面鍍錫萬用板	103 x 165 mm	片	7	FRP 單面纖維鍍錫
12	單晶片	ATMEL 89C51	只	2	含腳座
13	七段顯示器	四合一、共陽極	只	1	
14	石英振盪器	12MHz	只	2	
15	二極體	1N4001	只	3	
16	發光二極體	φ 5mm	只	28	紅 26、黃 2
17	光耦合器	PC817 / 4P	只	25	含腳座
18	光遮斷器	GP1S50	只	25	1mm 縫隙 有耳
19	電晶體	C9012	只	9	
20	積體電路	7404	只	2	含腳座
21	積體電路	7447	只	1	含腳座
22	積體電路	74138	只	2	含腳座
23	積體電路	74245	只	4	含腳座
24	積體電路	74922	只	2	含腳座
25	穩壓積體電路	7805	只	2	含散熱片
26	積體電路	HT-12E	只	2	含腳座
27	積體電路	HT-12D	只	2	含腳座

項次	名稱	規格	單位	數量	備註
28	電阻器	330Ω, 1/2W	只	39	
29	電阻器	560Ω, 1/2W	只	1	
30	電阻器	8.2kΩ, 1/2W	只	2	
31	電阻器	10kΩ, 1/2W	只	27	
32	電阻器	47kΩ, 1/2W	只	2	
33	電阻器	1MΩ, 1/2W	只	2	
34	電容器	20pF/16V	只	4	
35	電容器	104pF/16V	只	1	
36	電容器	0.1μF/16V	只	2	
37	電容器	1μF/16V	只	2	
38	電容器	10μF/50V	只	2	
39	電容器	220μF/16V	只	1	
40	無線收發模組	TG-11	組	2	
41	指撥開關	DIP 8 PIN	只	4	含腳座
42	觸摸開關	6mm x 4.5mm 4P	只	2	
43	二段側式滑動開關	8.5 x 8 x 8.5mm 3P	只	1	
44	2.0 排針公座 180°	單排 40P 11mm 長	只	5	
45	2.54 排針公座 90°	單排 40P 彎短腳	只	1	
46	透明塑膠管	φ 8mm	尺	30	內徑
47	軟性塑膠墊	400 x 250 x 30 mm	塊	3	
48	BB 彈模型槍	65K-2	套	1	電力擊發
49	標靶機構	符合射擊練習用	座	1	含固定靶紙裝置

肆、研究過程或方法

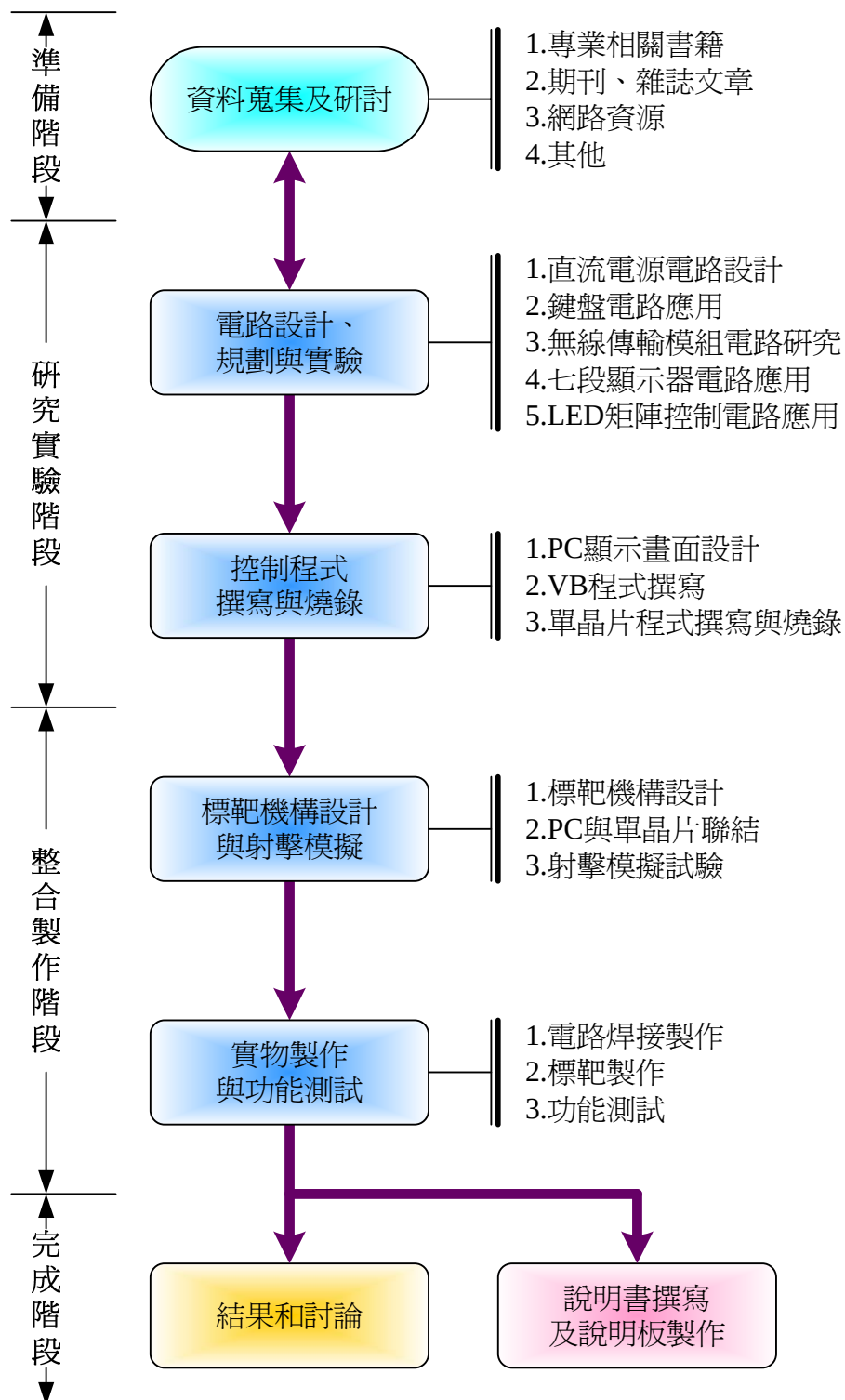
一、工作項目與步驟流程

(一)、工作項目及分配

1. 資料蒐集及研討 — 廣泛蒐集和研讀相關參考資料，就研究主題進行討論，並徵詢指導老師看法或意見。
2. 電路設計、規劃與實驗 — 以研究目的所述設定之功能目標為依據，著手電路設計、規劃與實驗，以開展逐步研究工作。
3. 控制程式撰寫與燒錄 — 依功能目標進行電路控制程式撰寫，付予實驗測試，務求功能之正確性無誤，並將程式燒錄於晶片中。
4. 標靶機構設計與射擊模擬 — 依射擊練習使用靶紙為基準，設計和製作標靶，並整合電路進行射擊模擬之試驗。
5. 實物製作與功能測試 — 在上述工作項目皆經實驗完成驗證後，開始實物製作，並再次測試成品功能之完整性。
6. 結果和討論 — 闡述研究結果，且從研究過程以至結果，提出討論觀點或意見與建議。
7. 說明書撰寫及說明板製作 — 匯整資料以撰寫說明書及製作說明板，呈現研究成果。

主要負責人	分配負責工作項目	工作分配百分比
第一、三作者	1.資料蒐集及研討 2.電路設計、規劃與實驗 3.控制程式撰寫 — VB 程式 4.實物製作與功能測試 5.結果和討論 6.說明書撰寫	50 % (各 25 %)
第二、四作者	1.資料蒐集及研討 2.電路設計、規劃與實驗 3.控制程式撰寫與燒錄 — 單晶片 4.標靶機構設計與射擊模擬 5.結果和討論 6.說明板製作	50 % (各 25 %)

(二)、研究步驟流程：如下圖一所示。

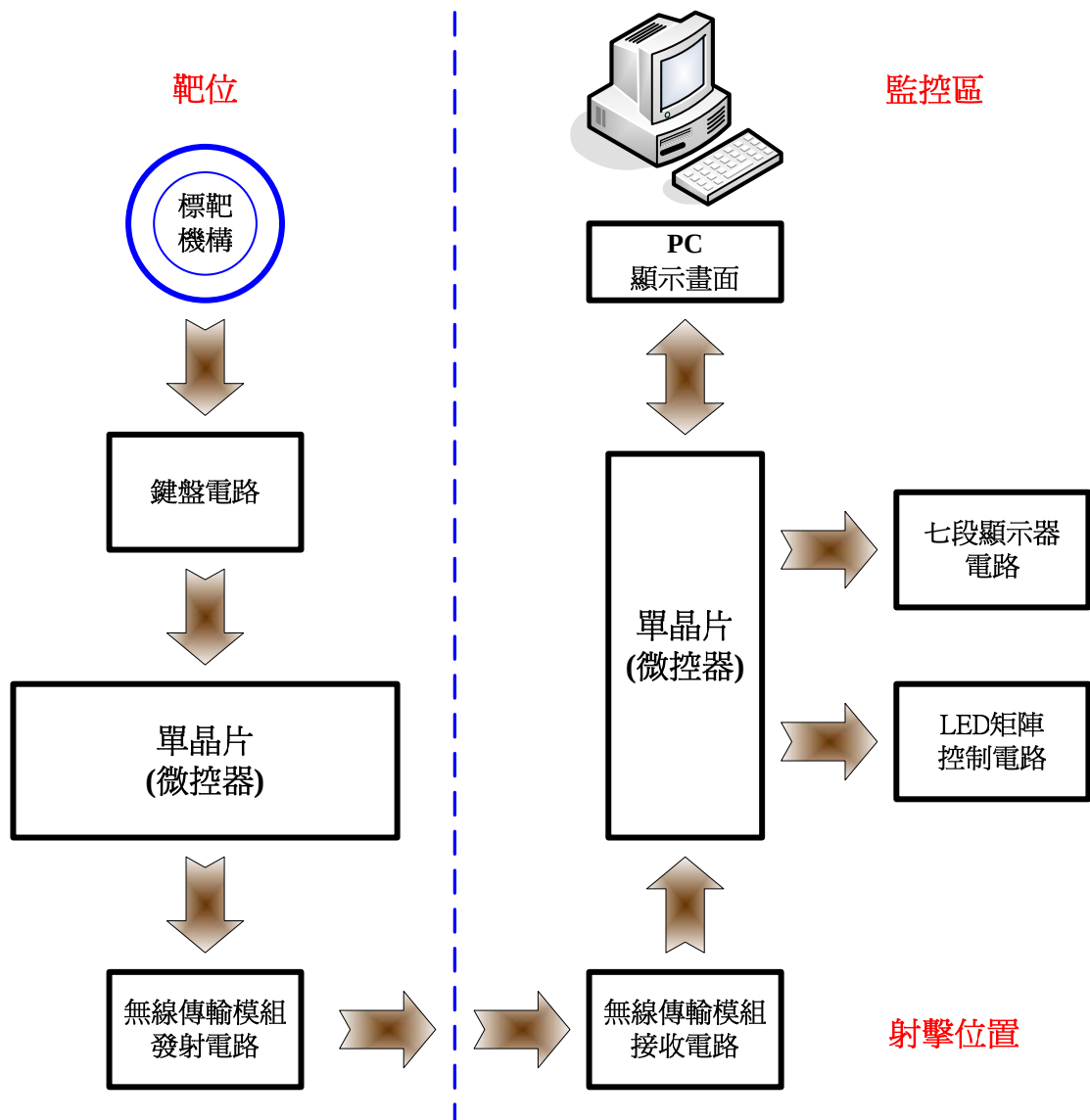


圖一 研究步驟流程

二、電路設計、規劃與實驗

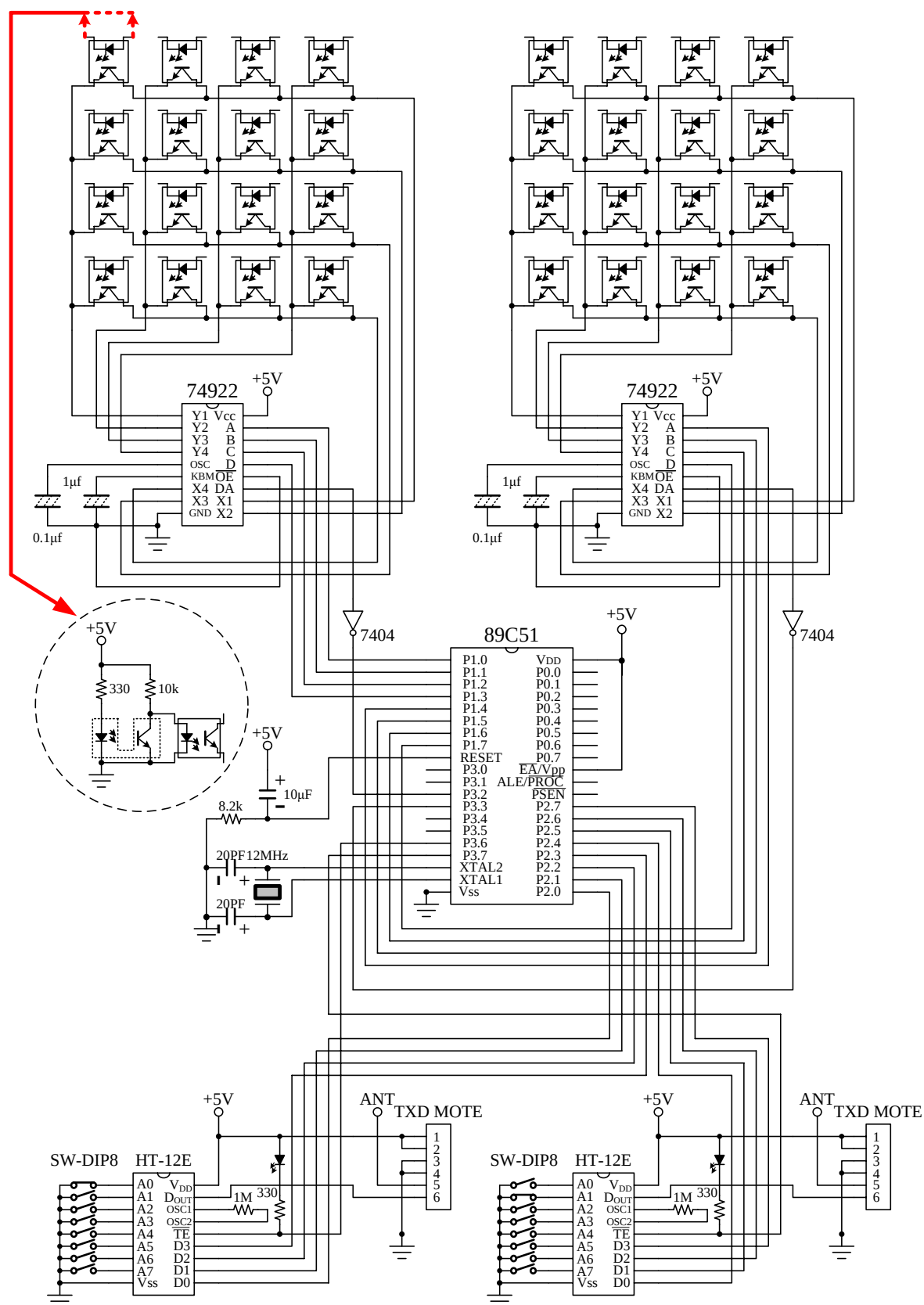
(一)、電路設計、規劃

電路設計、規劃之系統方塊圖，表示如圖二。圖左區塊為標靶之感測發射部分，將射擊命中時感測所得的標靶位置信號，由鍵盤掃描電路編碼完成傳送給單晶片，再透過單晶片把資料穩定的經由無線傳輸模組發射出去；圖右區塊為射擊者位置與 PC 部分，接收的資料經過單晶片的運算與處理後，在射擊者位置，驅動 LED 矩陣以顯示命中靶位位置，亦以七段顯示器掃描顯示得分分數。此外，聯結 PC 更有發聲報出靶位命中位置、監看多個靶位射擊情況、顯示靶位命中位置分布情形…等之功用。

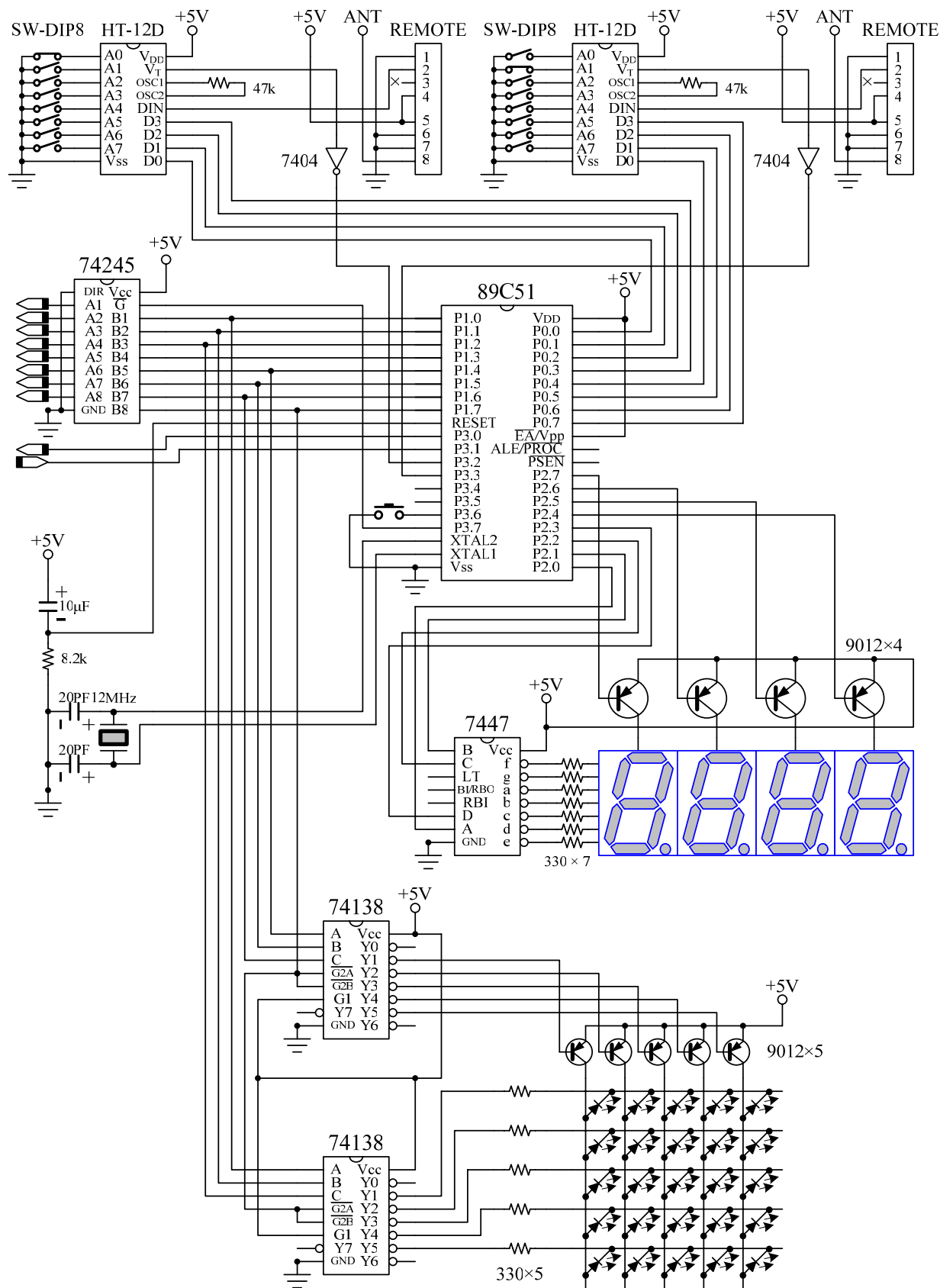


圖二 系統方塊圖

下圖三為標靶感測發射部分之電路設計，把感測信號以按鍵模式編碼完成後，驅動單晶片以中斷方式接收，再將資料傳送經由編碼 IC 與無線傳輸模組穩定地發射出去。



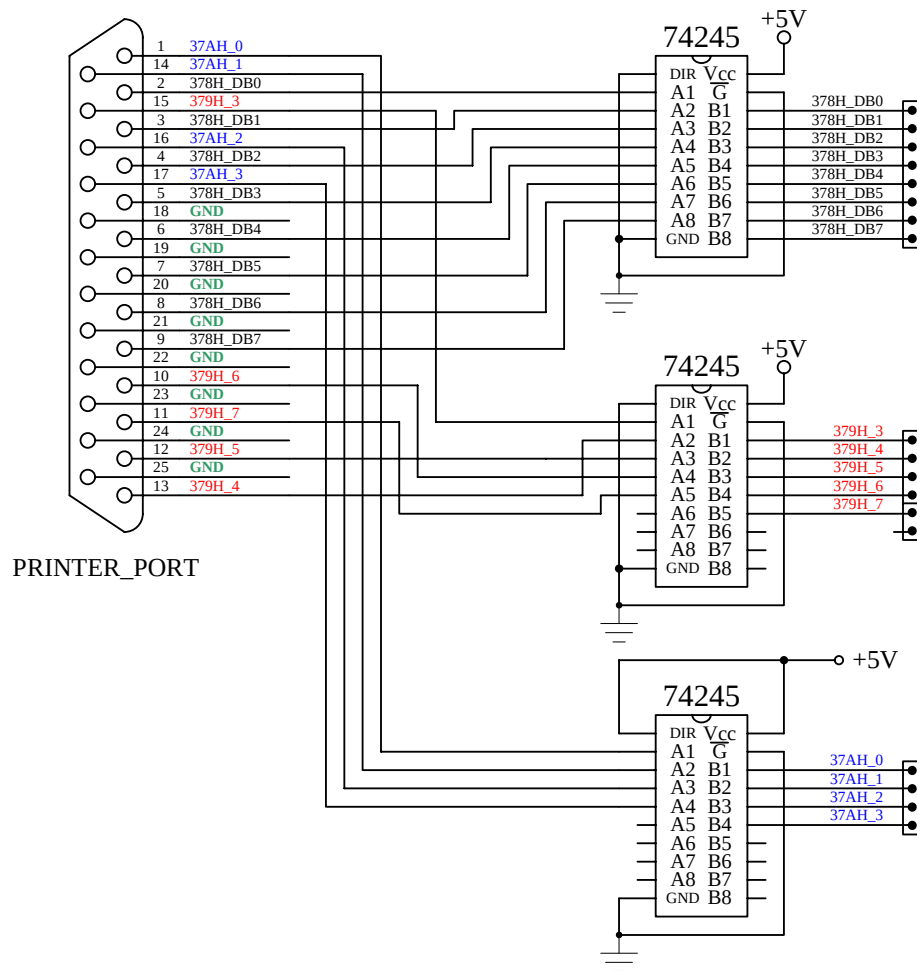
圖三 標靶感測發射電路



圖四 資料接收、傳輸及顯示電路

圖四是資料接收、傳輸及顯示電路，主要分為無線傳輸模組之資料接收、中靶位置的 LED 亮燈和七段顯示器的分數顯示，以及與 PC 聯結之傳輸介面。發射信號經由無線傳輸模組接收解碼後，驅動單晶片以中斷方式讀入資料，經過處理和運算，分別在七段顯示器電路顯示累積分數，於解碼控制之矩陣 LED 電路亮燈表示中靶位置，並同時傳送至與 PC 聯結介面。

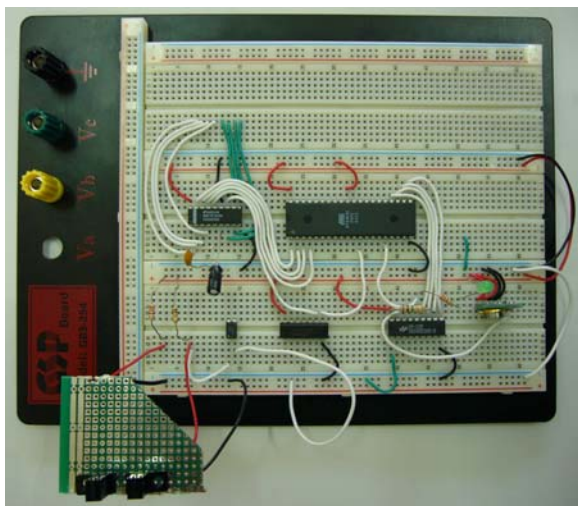
圖五表示與 PC 聯結之介面電路，選擇印表機埠作為資料傳輸的介面，而且印表機的運作選擇為 ECP(Extended Capabilities Port)模式。其中資料埠(378H)和狀態埠(379H)皆設定為數位輸入之方式，而控制埠(37AH)則設定為數位輸出之方式。



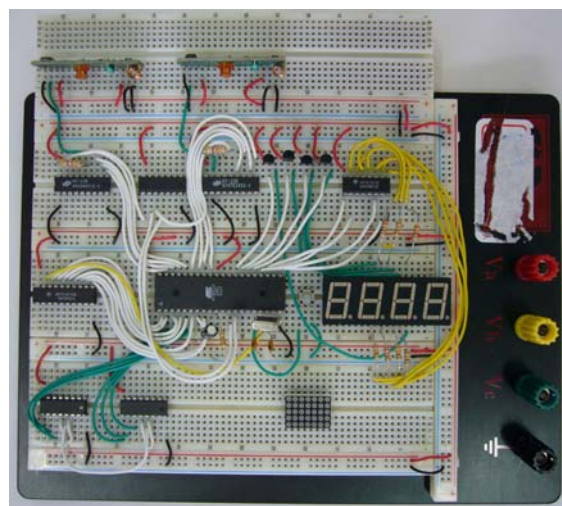
圖五 聯結 PC 介面電路

(二)、電路實驗與分析

圖六及圖七所示為進行電路實驗測試和分析之實際操作，圖六是標靶感測發射電路部分；圖七則為資料接收、傳輸及顯示電路。



圖六 標靶感測發射電路實驗



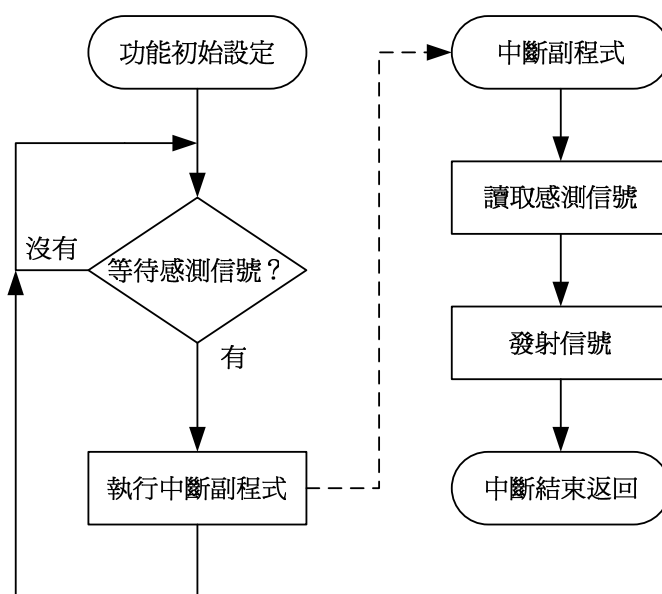
圖七 資料接收、傳輸及顯示電路實驗

三、控制程式撰寫與燒錄

控制程式的撰寫分成兩個部分，一是單晶片控制周邊電路的組合語言程式；區分為標靶感測及發射之控制程式，和射擊位置之資料接收、傳輸及顯示的控制程式，另外是 PC 畫面上的 VB 程式撰寫。

(一)、單晶片組合語言

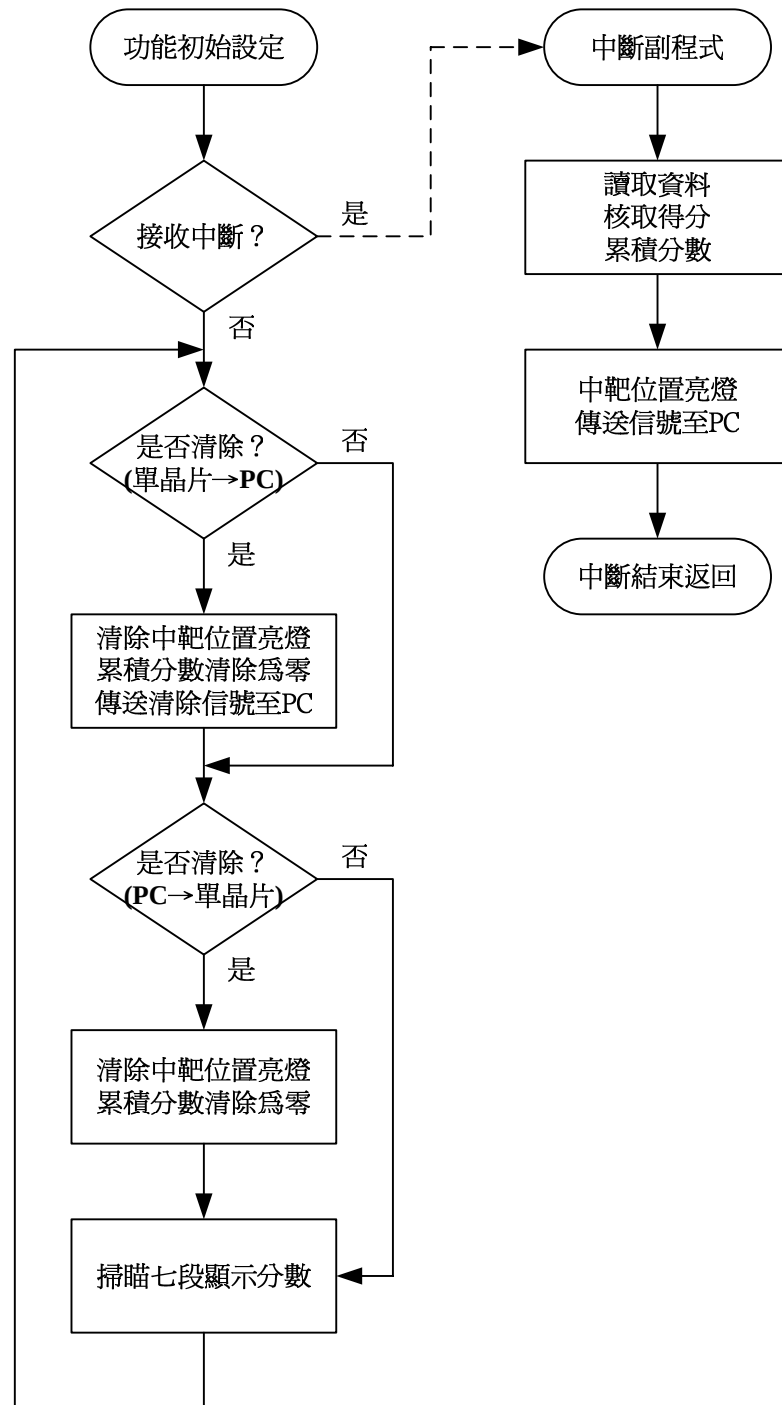
1. 圖八為標靶感測及發射控制程式流程，每當標靶有感測到信號時，便以中斷的方式將資料讀入，再將資料經由編碼 IC 與無線傳輸模組穩定地發射出去。



圖八 標靶感測及發射控制程式流程圖

2. 圖九為資料接收、傳輸及顯示的控制程式流程，當接收中斷未發生時，主要在判斷是否有清除信號，若否，則掃描七段顯示器以顯示分數；如產生接收中斷信號時，便執行該副程式，將資料讀入對應中靶位置以核取並累積分數，亦傳送至 PC 聯結之介面。

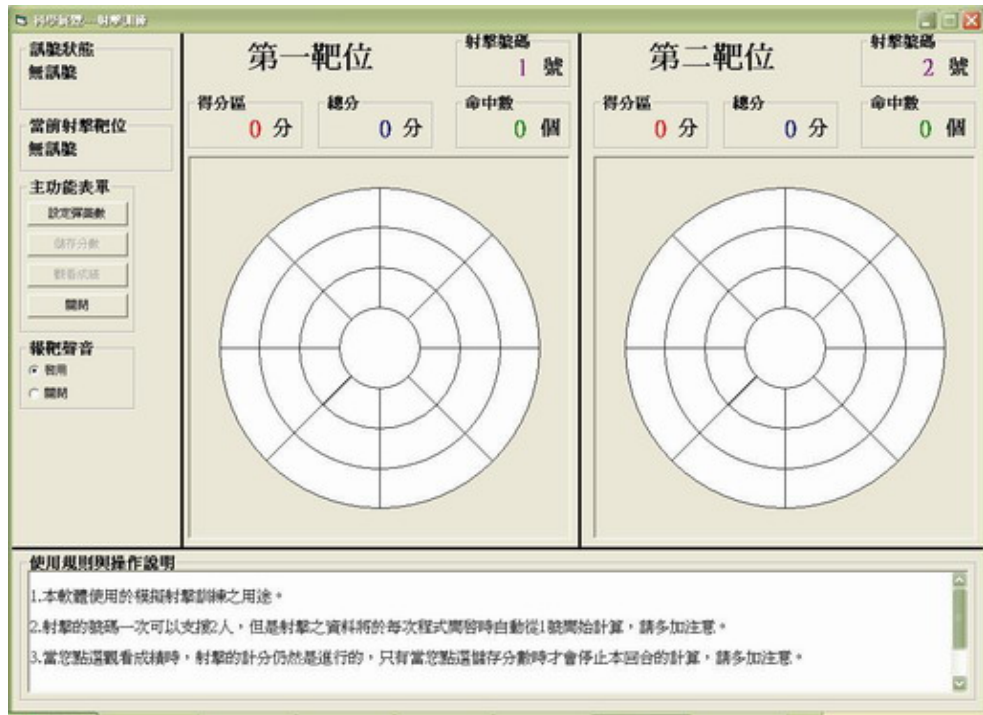
單晶片組合語言程式內容，詳如附錄一。



圖九 資料接收、傳輸及顯示控制程式流程圖

(二)、Visual Basic 語言

在 PC 畫面上的設計暨 VB 程式撰寫，主要在於區分射擊靶位、顯示並可發聲報出中靶位置和分數，以及隨即清除與重新計分，更能顯示各個靶位命中位置的分布情形，且將射擊練習取得成績或資料建立檔案，供以後續分析參考和利用。圖十所示為設計的 PC 顯示畫面，Visual Basic 語言程式內容，詳如附錄二。



圖十 PC 顯示畫面

四、標靶製作與射擊模擬

依射擊練習使用靶紙為基準，設計和製作標靶，並整合電路進行射擊模擬試驗。

(一)、設計和製作標靶



圖十一 標靶設計製作(一)



圖十二 標靶設計製作(二)



圖十三 標靶設計製作(三)

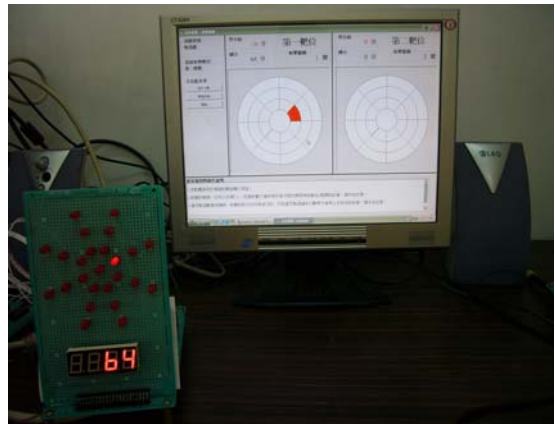


圖十四 標靶設計製作(四)

(二)、射擊模擬試驗



圖十五 射擊用模型槍

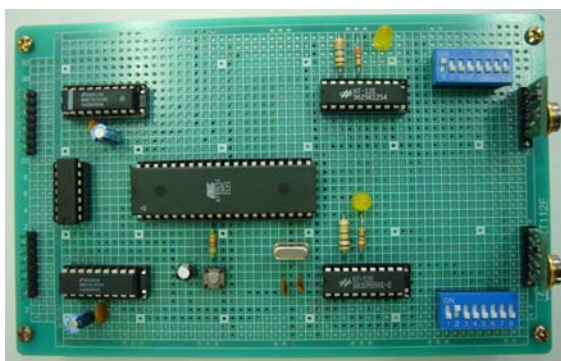


圖十六 射擊模擬顯示

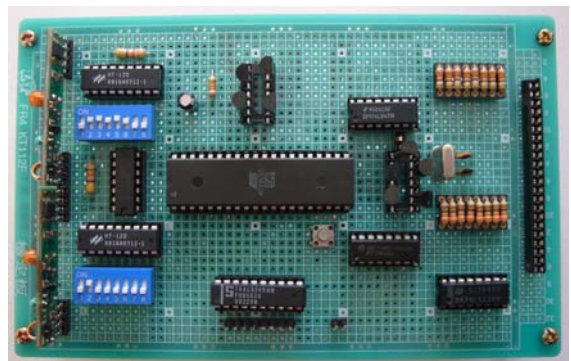
五、實物製作與功能測試

從電路設計、規劃與實驗的展開，配合控制程式撰寫與燒錄，經初步測試的正確性奠定，以至標靶機構設計與射擊模擬的過程，最後關鍵步驟便是要完成實物製作，並做功能測試；如圖十七至圖廿四所示。

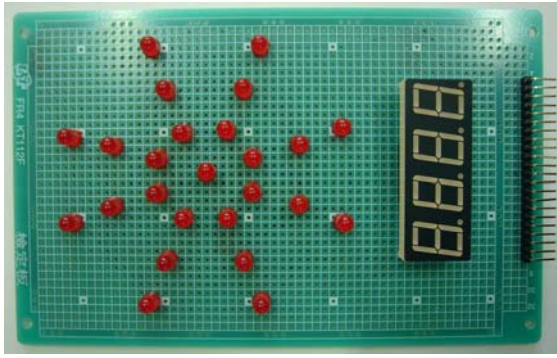
(一)、實物製作



圖十七 標靶感測發射電路板



圖十八 資料接收及傳輸電路板

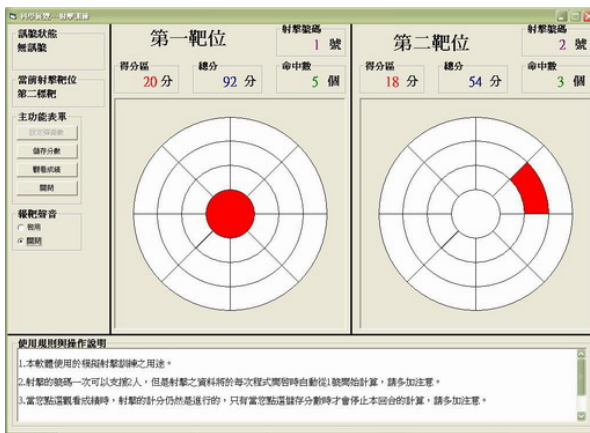


圖十九 中靶位置和分數顯示電路板

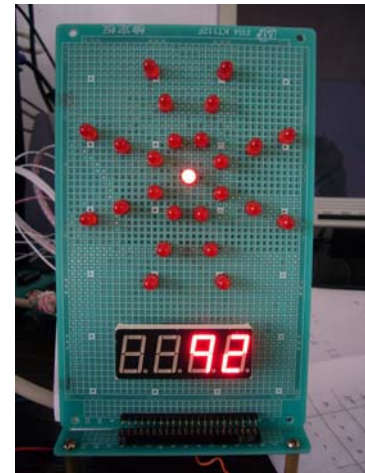


圖廿 聯結 PC 介面電路板

(二)、功能測試



圖廿一 PC 監控顯示



圖廿二 射擊位置顯示



圖廿三 靶位命中位置分布情形



圖廿四 射擊練習成績資料檔案

伍、研究結果

將標靶設計製作與電路整合進行射擊模擬試驗，經測試無誤，以至實物製作和再次測試成品功能之完整性，研究結果符合研究目的所述之功能目標。

- 一、可於射擊位置及 PC 上即時顯示命中靶位位置。
- 二、可於射擊位置及 PC 上顯示個別分數。
- 三、可隨即清除計分並重新計分。
- 四、聯結 PC 可顯示並發聲報出靶位命中位置與分數。
- 五、聯結 PC 可監看多個靶位射擊情況。
- 六、聯結 PC 可顯示各個靶位命中位置分布情形。
- 七、聯結 PC 可將射擊練習時之成績或資料建檔和利用。

陸、討論

一、標靶感測發射電路部份

問題：感測信號值有時不正確或無法傳輸正常。

方法：使用單晶片採中斷方式接收，以迅速獲得正確的感測信號值，再於傳輸發射時延遲一些時間，使能將資料穩定地傳送出去。

結果：確定已能獲得正確的感測信號值，接收模組也能正確無誤的接收到信號。

二、資料接收、傳輸及顯示電路部份

問題：由於單晶片 I/O 埠數量有限，要能接收資料信號，且使七段顯示器顯示分數和中靶位置之 LED 亮燈，並同時傳輸資料聯結 PC，能否足夠？

方法：將七段顯示器使用掃描配合解碼驅動方式，而中靶位置之 LED 亮燈與聯結 PC 之資料信號設為同步；以解碼方式控制中靶位置之 LED 矩陣亮燈，如此一來就可減少單晶片 I/O 埠的使用數量。

結果：單晶片 I/O 埠數量已能足夠使用，問題解決。

問題：聯結 PC 時，如何使 PC 能區分為不同靶位之資料信號？

方法：可由單晶片用編碼方式傳輸至 PC 之狀態埠(379H)，並在資料埠(378H)以積體電路 74245 做方向性設定，且控制是否隔絕或傳輸資料信號。

結果：如預期的解決問題。

三、聯結 PC 之介面電路部份

問題：PC 與單晶片間聯結資料無法正常傳輸。

方法：在實際測試時，以邏輯筆量測單晶片之傳輸信號皆為正常，因此確認問題為 PC 無法接收傳輸資料；查詢發現當資料埠(378H)設定為數位輸入之方式時，

還需對 ECR(Extended Control Register)做動作模式變換的設定，同時控制埠 (37AH)的第六位元亦須設定，以切換控制印表機埠 I/O 為輸入或輸出狀態。

Visual Basic 語言程式內容表示如下：

```
Public Const CtrlP = &H37A      '控制埠位址
Public Const Ecrp = &H77A      'ECR 位址
Private Sub Form_Activate()    '設定雙向傳輸模式
    Dim ERC As Byte
    ERC = Vbin(Ecrp)
    ERC = s And &H1F Or &H20
    vbOut Ecrp, ERC
End Sub

-----

Dim GetSuretest As Byte      '切換控制印表機埠 I/O 為輸入狀態
GetSuretest = Vbin(CtrlP) Or &H20
vbOut CtrlP, GetSuretest
```

結果：經過上述方法的設定和測試後，確定已能正常聯結傳輸資料。

四、標靶機構設計與製作部份

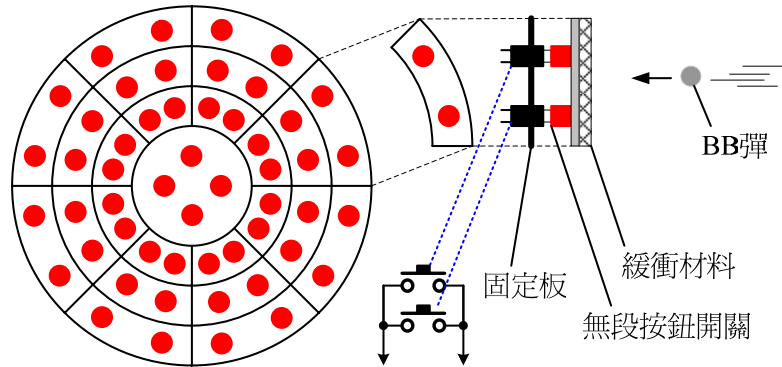
問題：標靶機構的設計與製作是本研究重心之一，如何能在射擊練習時確實穩定的感測中靶位置信號？

方法：配合射擊練習用圓形靶紙，經過請教有機械專業背景之師長與詳細討論後，考慮可行的方法有二。試驗後的情形是：

- (一)、以 BB 彈衝力壓按開關的方式感測中靶位置信號，如圖廿五所示，其優點為結構簡單、製作容易，感測反應快速；缺點是產生不穩定狀態的頻率較多，當中靶位置恰巧在接縫處時，可能發生無感測信號或信號重疊的狀況。
- (二)、以錐形孔將 BB 彈採收納的方式感測中靶位置信號，如圖廿六所示，此方式之結構較為繁複、製作費時，感測反應稍慢；與前述方法相較之下，除 BB 彈卡住外，其感測中靶位置信號應較為穩定。

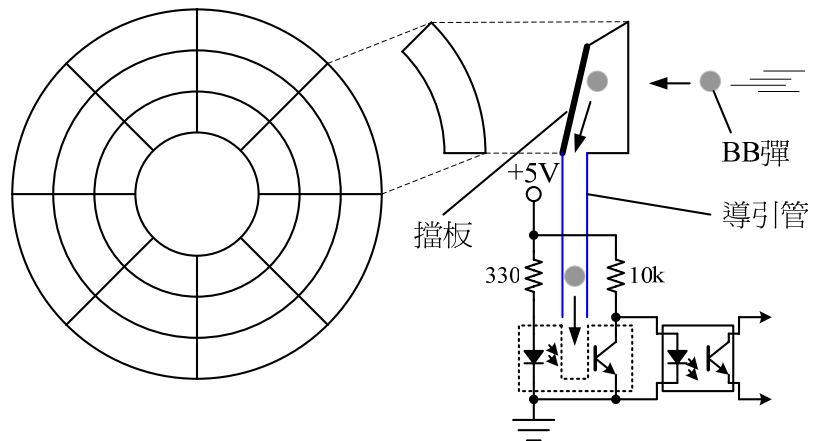
結果：考量試驗時感測中靶位置信號之穩定性，決定採行第二種方法；克服因結構繁複與製作費時的問題，經過測試使用，已可正確感測中靶位置信號。

※ 每個位置皆以無段按鈕開關並聯方式感測信號



圖廿五 感測中靶位置信號方法一

※ 每個位置皆以光遮斷器與光耦合器組合方式感測信號



圖廿六 感測中靶位置信號方法二

柒、結論

綜合研究的過程、結果與討論，結論為：

- 一、已達成研究目的所述各項功用，讓射擊者能藉由這種訓練方式的系統，得以在射擊練習過程裡即時發現且修正射擊的缺點，有效及快速的達到和提高精確命中的狀態。
- 二、本系統研製過程中已考慮模組化之設計觀念，具備增加射擊靶位之可擴充性功能，我們將會以此提高商品化的可能性，使能廣泛應用在各學校之射擊練習上，具備有實用性。
- 三、本系統是以無線收發模組處理靶位與射擊位置間的資料傳輸，而射擊位置與 PC 間則透過印表機埠做轉換及處理，後續研究者或可思考以其它符合經濟需求、有效且穩定之方法，例如結合電腦視覺、影像處理或多媒體技術、光電科技等，繼續研究改進和應用。
- 四、本研究設計上朝向機構精簡、方便實用為目標，兼具創意和實用特色，可供作激發生活中更多創意思考與研究應用方向的參考範本。

捌、參考資料及其它

吳一農 (民 94)。 **8051 單晶片實務與應用**。台北市：台科大圖書股份有限公司。

陳天利、詹東功 (民 93)。 **微電腦控制實習—Visual Basic 串並列埠控制 (3 版)**。台北市：台科大圖書股份有限公司。

陳立元、范逸之、廖錦棋 (民 95)。 **Visual Basic 2005 與自動化系統監控—串並列控制篇**。台北市：文魁資訊股份有限公司。

郭盈顯 (民 91)。 **Visual Basic 與電腦 I/O 控制實務**。台北市：知行文化事業股份有限公司。

楊明豐 (民 94)。 **8051 單晶片設計實務**。台北市：碁峯資訊股份有限公司。

蔡朝洋 (民 91)。 **單晶片控制實習**。台北市：全華科技圖書股份有限公司。

鄧明發、陳茂璋 (民 89)。 **微電腦專題製作應用電路 (3 版)**。台北市：知行文化事業有限公司。

鄧錦城 (民 81)。 **8051 組合語言**。台北市：益眾資訊有限公司。

鄧錦城 (民 81)。 **8051 單晶片專題製作 (5 版)**。台北市：益眾資訊有限公司。

盧春林 (民 90)。 **微處理器技術精解**。台南市：標高電腦股份有限公司。

鍾富昭 (民 84)。 **8051/8052 系列原理介紹與產品設計**。台北市：全華科技圖書股份有限公司。

教官震撼教育重溫實彈射擊 (民 96 年 1 月 6 日)。 **自由時報**。民 97 年 2 月 21 日，取自：
<http://www.libertytimes.com.tw/2007/new/jan/6/today-north5.htm#>

高中職打靶課停辦 11 年下學期恢復 (民 96 年 2 月 1 日)。 **聯合新聞網**。民 97 年 2 月 21 日，取自：
http://mag.udn.com/mag/campus/storypage.jsp?f_MAIN_ID=13&f_SUB_ID=33&f_ART_ID=58038

全國高中職生重拾打靶樂 (民 96 年 3 月 2 日)。自由時報。民 97 年 2 月 21 日，取自：
<http://www.libertytimes.com.tw/2007/new/mar/2/today-life11.htm#>

【評語】 091010

1. 此作品製作一個具有感知器之標靶並結合單晶片微控制器，無線傳輸，RS232 傳輸及電腦軟體技術，研製一套射擊練習自動報知系統。
2. 整套系統想法新穎並能具體實現，以模擬實彈射擊之自動報知系統。
3. 具有感知器之標靶仍有改善空間，如標靶後塑膠管流道之不順暢及標靶中間骨架易造成誤判斷。
4. 若能配合影像擷取及處理技術，整套系統將更具發展性。