

專題製作報告

# 修平技術學院四年制機械工程系

## 專題製作報告

攜帶式乒乓球發球機

### 攜帶式乒乓球發球機

指導教授：江可達 教授  
班 級：四機四甲  
組 長：鍾逸平 BA96040  
組 員：林家德 BA96022  
徐浩程 BA96041  
陳政舜 BA96051  
吳恆全 BA96054  
林育儒 BA96055

(機械九十九年十二月)

中華民國九十九年十二月二十日



# 目錄

## 壹、導論

1-1 製作動機	1
1-2 製作目的	2
1-3 製作流程	3

## 貳、應用材料介紹

2-1 材料表	4
2-2 接腳說明	5
2-3 單晶片 8051 介紹	6
2-4 紅外線	9
2-5 伺服馬達	10

## 參、軟體與應用

3-1 系統方塊圖說明	13
3-2 控制流程圖說明	14
3-3 電路圖	15
3-4 程式碼	16
3-5 製作照片	22

肆、	成品組裝與測試	
	4-1 成品組裝	27
	4-2 成品測試	30
伍、	心得感想	
	5-1 心得感想	34
	參考文獻	35

# 摘要

市面上的「乒乓球發球機」種類大致分為：

1. 利用強力氣壓將乒乓球吹出。
2. 利用撞擊力量將乒乓球擊出。
3. 利用馬達旋轉產生摩擦力將乒乓球擊出。

但不論是何種模式的發球機，大都價格不菲。因此這次製作的過程中，我們除了應用所學，也盡量將製作經費壓低，除了考慮個人本身的經濟負擔，也期待較低的製作成本，可以讓這樣方便的機器，能為眾人所用。

在製作的過程，我們整合：電子、電機、機械…等方面的知識，製作一組完整的發球機系統，包含了感測電路、馬達電路、CPU 電路、設定按鍵等各大電路部分，配合電源、模型、直流馬達、等硬體以及作為可自動感應之邏輯判斷的程式流程軟體，因此本專題的製作可說是涉及了多方面的知識領域。

最後，我們期待此專題設計能夠有所貢獻或參考。

# 壹、前言

## 1-1 製作動機

知名的手機公司曾有一句廣告台詞：「科技始終來自於人性。」因為認同這句話，所以我們在構思專題的製作時，不斷思考日常生活中有哪些需求，而又是自身能力所及可以製作出成品的點子。

專題製作是身為科技大學的學生在就學四年中應用所學、所知的機會。然而，除了天馬行空的構想，還必須考慮許多現實條件因素：時間、能力以及經費…等的限制。

最後在組員間反覆討論和與老師多次商量後，我們選擇了「乒乓球發球機」做為這次的專題主題，因為它不僅能廣泛的被應用在桌球運動的練習中，也是在我們針對專題主題的各種構思中最富可行性的計畫！

## 1-2 製作目的

在美國，籃球一向是黑人稱霸的運動領域，也許大多數的人會認為這樣的常態是起因於黑種人的運動神經發達所致。但如果仔細思索，若是因為運動神經發達的因素，那為何在網球、高爾夫球的運動項目中卻是白人占了大部分的比列？

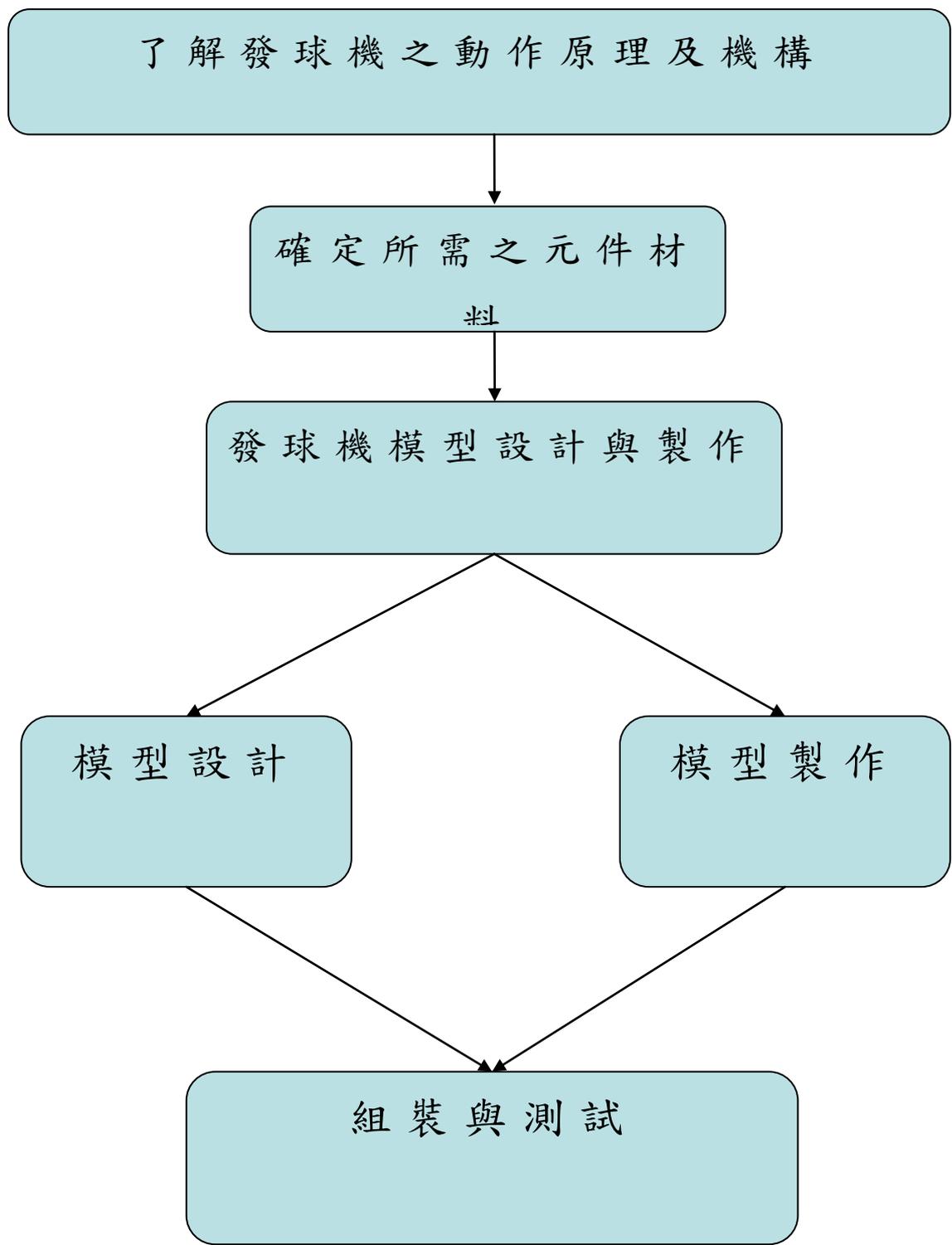
籃球運動最大的特色在於練習的經費低廉，只需要購買一顆籃球，和社區常見的籃球場。便可隨時練習、精進技術。在過去黑人備受壓迫的時代，唯有籃球是他們經濟能力所及，且可以學習的運動，當然也是讓他們功成名就的踏板。

桌球是充滿活力的一種快速運動，但桌球是由攻擊和防禦所組成，所以需要對立的兩邊才能有效進行練習。過去若獨自練習，大多對著牆壁利用其反作用力進行練習，這樣的效果十分有限。而現今，雖然市面上已普遍存在發球機，可價格不斐，不能普遍使用。

因此在這次專題製作中，我們乒乓球發球機的設計，除了保有市面上發球機大多的功能，還

必須兼顧金費低廉的條件。如同前述籃球在黑人世界的興盛，我們也期待桌球同樣能成為每個人只要有興趣都能輕鬆學習的一種平民運動，而不是受經濟條件因素而區隔參與機會的一種不公平的貴族運動！

# 1-3 製作流程



## 貳、使用材料介紹

### 2-1 材料表

項目	數量	規格
1	1	220uF/16V 電解電容
2	2	104 陶瓷電容
3	1	103 陶瓷電容
4	1	1uF/25V 電解電容
5	2	30PF 陶瓷電容
6	1	10uF/25V 電解電容
7	3	1N4148
8	1	LED(紅)
9	1	POWER
10	1	接收
11	1	發射
12	2	3V 小馬達
13	2	C1815 電晶體 NPN
14	1	33K 電阻
15	2	1K 電阻
16	3	10k 電阻
17	1	300 電阻
18	1	180k 電阻
19	1	100 電阻
20	1	1M 電阻
21	1	發射鍵
22	1	78M05
23	1	L293
24	1	HT12D
25	1	89C51
26	1	LM393
27	1	反射型紅外線發收器
28	1	HT12E
29	1	11.05MHZ
30	1	BATTERY

## 2-2 接腳說明

pin	代號	用途
40	Vcc +	5V 電源供應
20	Vss	接地
39-32	P0. 0-P0. 7	I/O Port 0 or A/D Bus
1-8	P1. 0-P1. 7	I/O Port 1
21-28	P2. 0-P2. 7	I/O Port 2 or A/D Bus
10-17	P3. 0-P3. 7	I/O Port 3
9	RST	Reset
18 , 19	XTAL1, XTAL2	石英震盪器輸入
29	PSEN	Program Store Enable
30	ALE/PROG	Address Latch Enable
31	EA/VDD External	Access Enable

## 2-3 單晶片 8051 介紹

### 1. 何謂單晶片微電腦

所謂單晶片微電腦 (Single Chip Microcomputer)，簡單的說就是：本身除了具備中央處理單元的功能外，將記憶體單元、輸入/輸出單元組合在同一顆晶片內，只須一些支援電路就能獨立作業。

### 2. MCS-51 單晶片特性介紹

MCS-51 為八位元微電腦，內有 4K 位元組 (Byte) 唯讀記憶體 (ROM) 及 128 位元組 (Byte) 隨機存取記憶體 (RAM)，外部 RAM 和 ROM 則可個別擴充到 64K 位元組，提供 5 個中斷源並可執行雙層中斷優先規劃功能，四組並列式平行 I/O 埠 (32 位元)，一個全雙工串列埠，並能位元定址及執行布林 (Boolean) 運算。MCS-51 系列晶片特性整理如表 1-1 所示。

名稱	EEPROM	EPROM	ROM( 位元組)	RAM( 位元組)	16 位元計時器	電路型式
8051		(8751)	4K	128	2	HMOS
8051AH		8751H	4K	128	2	HMOS
8052AH		8751BH	8K	256	3	HMOS
80C51BH		87C51	2K	128	2	CHMOS
89C51	89C51		4K	128	2	CMOS
89C52	89C52		8K	256	3	CMOS

表 1- 1 MCS-51 族微處理器的晶片種

### 3. 8051 定址法

定址法是指令運算碼找運算元的方法，8051 定址方法一共可以分為以下六種：

#### (1) 立即定址法

將某一數值載入某個暫存器或是內部 RAM 位址內，可以使用此定址法，使用立即定址時前面需加上前置符號” # ”。例如： MOV R0, # 30H

#### (2) 直接定址法

直接定址法是在指令中直接將某個位址內的值放到某個暫存器內。

例如： MOV R0, 30H

#### (3) 間接定址法

間接定址法使用暫存器 R0、R1、SP、DPTR 做指

標，而間接取得該指標內的值，使用間接定址法前面需加上前置符號”@”。

例如：MOV A, @R0

#### (4) 暫存器定址法

8051 內部暫存器 R0~R7 稱為工作暫存器，若運算元使用到 R0~R7 時皆為暫存器定址法。例如：

MOV A, R1

#### (5) 索引定址法

索引定址法是利用程式計算法器 PC 或 DPTR 暫存器當基底值，將此基底值加上累加器 A 的值，得到一個位址值，然後將此位址值內的資料取出存入累加器 A 中，索引定址法只能讀出

程式記憶體內的值，不能寫入。例如：MOVC A, @A + DPTR

#### (6) 位元定址法

位元定址法是對內部 RAM 或可位元址法的特殊功能暫存器 (SFR) 內的某個位元，直接加以設定為 1 或清除為 0。例如：SET0 P1.0 SETB C

## 4. 8051 指令種類

8051 指令以功能來分可以分成以下幾大類：

### (1) 算術運算指令

主要是做正負號的數值運算處理，其指令包括 ADD、ADDC、SUBB、INC、DEC、MUL、DIV、DA。

### (2) 邏輯運算指令

包括 AND、OR、XOR、反向、清除、交換及旋轉運算等功能，其指令為 ANL、ORL、XRL、CLR、CPL、RL、RLC、RR、RRC、SWAP。

### (3) 資料移轉指令

資料移轉指令是程式設計中最常使用的指令，即把資料在累加器、暫存器及記憶體間做轉移，包括 MOV、MOVC、MOVB、PUSH、POP、XCH、XCHD 等指令。

### (4) 布林運算指令

傳統的 CPU 做布林運算處理時必須以一個位元組來表示布林結果的真或假，其實真假值以一個位元來儲存已足夠，8051 提供了布林運算指令可做位元運算處理，可以結省記憶體的使用空間，布林運算指令有 CLR、SETB、CPL、ANL、ORL、MOV、JC、JNC、JB、JNB、JBC 等。

### (5) 條件跳躍指令

條件跳躍指令是將控制程式有條件或無條件地跳躍至某一地址，而執行其他程式碼，這個指令一般是緊接在邏輯運算指令之後，或是該指令本身就具備有邏輯的判斷的功能，其指令包括 ACALL、LCALL、RET、RETI、AJNP、LJMP、SJMP、JMP、JZ、JNZ、CJNE、DJNZ、NOP。

## 2-4 紅外線

紅外光電感測器是各種光電檢測系統中實現光電轉換的關鍵元件，它是把光信號（紅外、可見及紫外光輻射）轉變成為電信號的器件。由於光電感測器具有結構簡單、重量輕、體積小、響應快、性能穩定及具有很高的靈敏度等優點，因此在檢測和自動控制等領域中應用廣範。光電感測器按其工作原理可分為模擬式和脈衝式兩類。所謂模擬式，是指光敏器件的光電流的大小隨光通量的大小而變，為光通量的函數。而脈衝式光敏器件的輸出狀態僅有兩種穩定的狀態，也就是“通”與“斷”的開關狀態，即光敏器件受光照時，有電信號輸出，不受光照射時，無電信號輸出。光電感測器在工業應用中可歸納為直射式、透射式、反射式和遮蔽式等四種基本形式。紅外尋線感測器是根據反射式光電感測器原理開發設計的，所以簡單介紹下此種工作方式。當光源發射出的光通量（紅外線）投射到被測物體上，被測物體又將部分光通量反射到光敏器件上。反射的光通量取決於被測物體的反射條件。

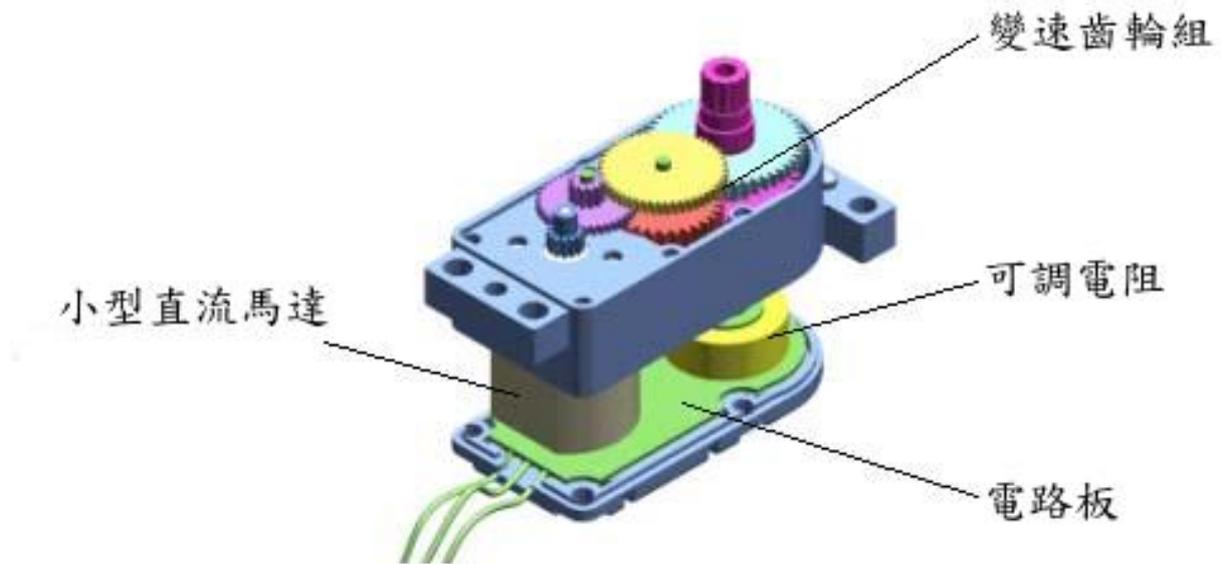
## 2-5 伺服馬達

伺服馬達基本上是可定位的馬達。當伺服馬達接收到一個位置指令，它就會運動到指定的位置。因此，機器人模型中也常用到它作為可控的運動關節。

微型伺服馬達有著如下的優點：大扭力，控制簡單，裝配靈活，相對經濟，但它亦有著先天的不足：首先它是一個精細的機械部件，超出它承受範圍的外力會導致其損壞，其次它內藏電子控制線路，不正確的電子連接也會對它造成損毀，因此，很有必要在使用前先了解伺服馬達的工作原理，以免造成不必要的損失。

微型伺服馬達內部結構：

一個微型伺服馬達內部包括了一個小型直流馬達；一組變速齒輪組；一個反饋可調電阻；及一塊電子控制板。其中，高速轉動的直流馬達提供了原始動力，帶動變速（減速）齒輪組，使之產生高扭力的輸出，齒輪組的變速比愈大，伺服馬達的輸出扭力也愈大，也就是說越能承受更大的重量，但轉動的速度也愈低。



微型伺服馬達的工作原理：

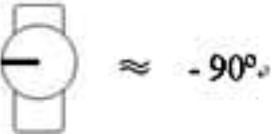
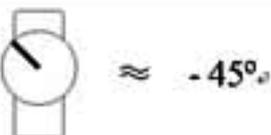
一個微型伺服馬達是一個典型閉環反饋系統，其原理可由下圖表示：



減速齒輪組由馬達驅動，其終端（輸出端）帶動一個線性的比例電阻作位置檢測，該電阻把轉角坐標轉換為一比例電壓反饋給控制線路板，控制線路板將其與輸入的控制脈衝信號比較，產生糾正脈衝，並驅動馬達正向或反向地轉動，使齒輪組的輸出位置與期望值相符，令糾正脈衝趨於為 0，從而達到使伺服馬達精確定位的目的。

伺服馬達的控制：

標準的微型伺服馬達有三條控制線，分別為：電源，地線控制。電源線與地線用於提供內部的直流馬達及控制線路所需的能源，電壓通常介於 4V 至 6V 之間，該電源應盡可能與處理系統的電源隔離（因為伺服馬達會產生雜訊）。甚至小伺服馬達在重負載時也會拉低放大器的電壓，所以整個系統的電源供應的比例必須合理。入一個週期性的正向脈衝信號，這個週期性脈衝信號的高電平時間通常在 1ms - 毫秒之間，而低電平時間應在 5 毫秒到 20ms 之間，並不很嚴格，下表表示出一個典型的 20ms 週期性脈衝的正脈衝寬度與微型伺服馬達位置的關係：

輸入正脈衝寬度 (週期為20ms)	伺服馬達位置
 0.5ms	 $\approx -90^\circ$
 1.0ms	 $\approx -45^\circ$
 1.5ms	 $\approx 0^\circ$
 2.0ms	 $\approx 45^\circ$
 2.5ms	 $\approx 90^\circ$

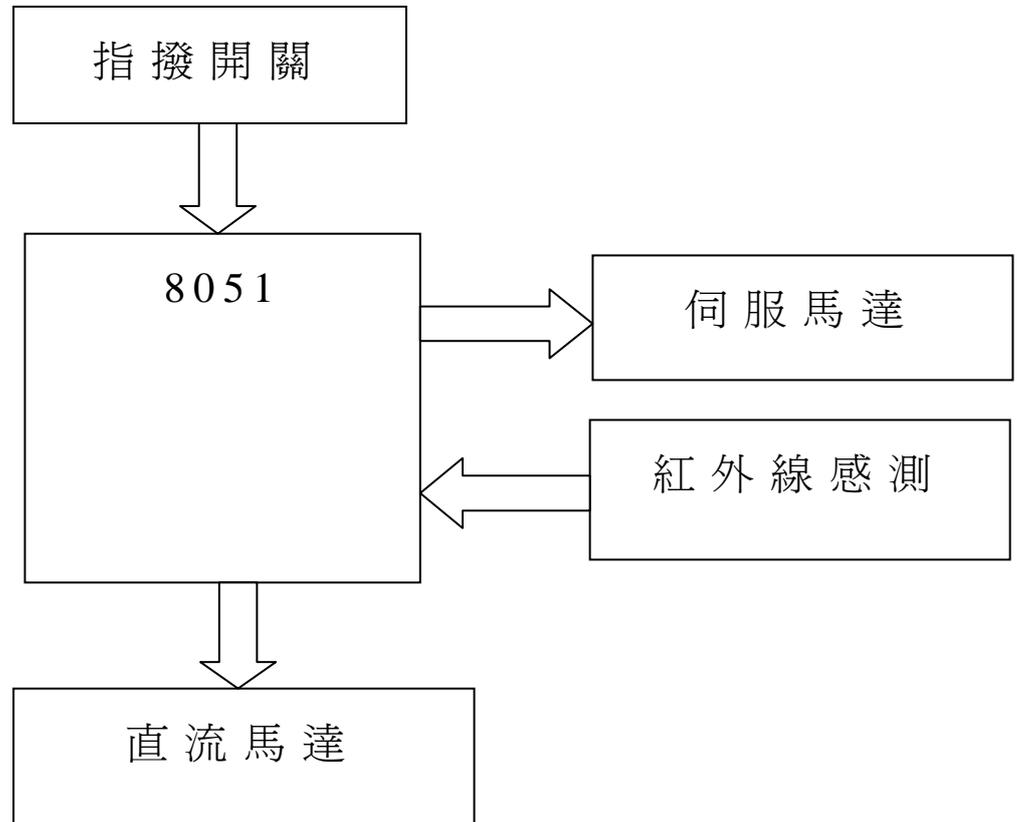
伺服馬達的電源引線：



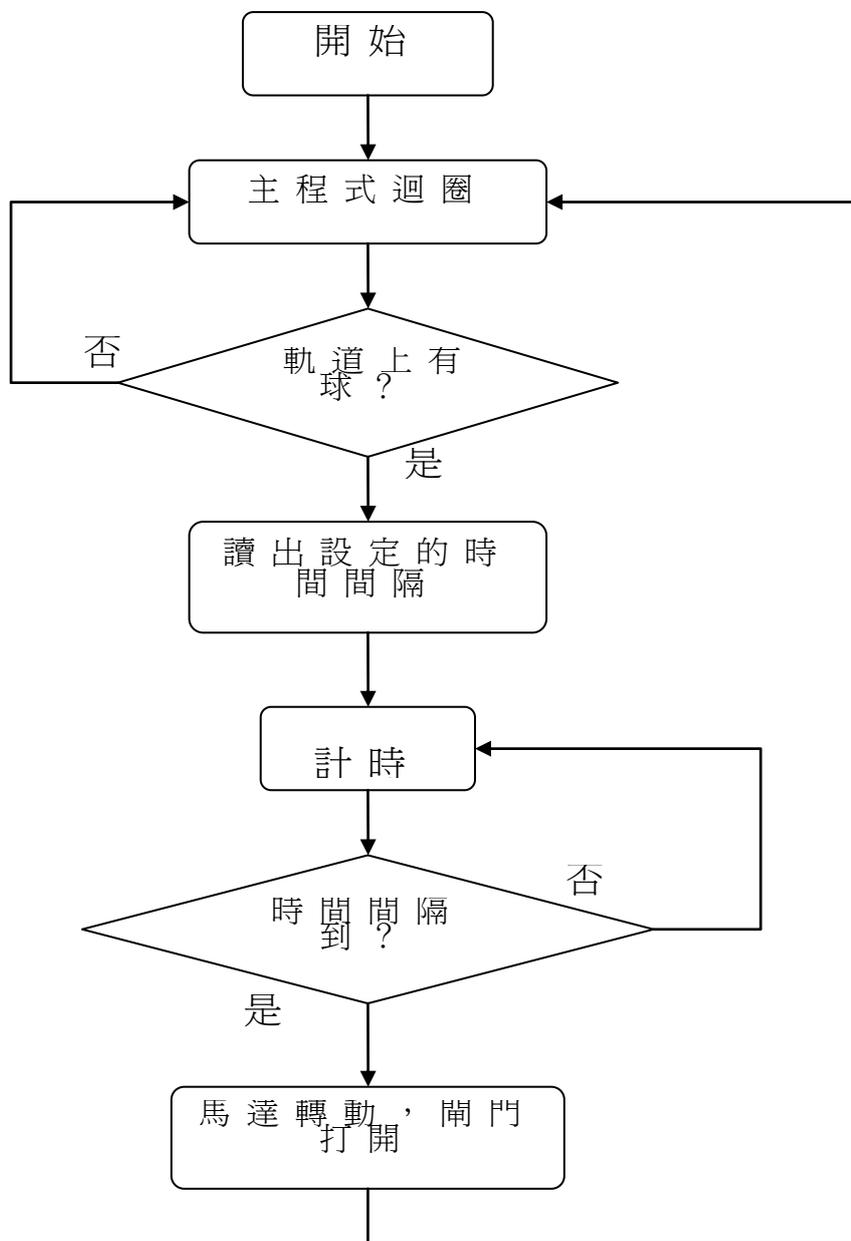
電源引線有三條，如圖中所示。伺服馬達三條線中紅色的線是控制線，接到控制晶片上。中間的是伺服工作電源線，一般工作電源是 5V 的。第三條是地線。

# 參、軟體的設計

## 3-1 系統方塊圖說明

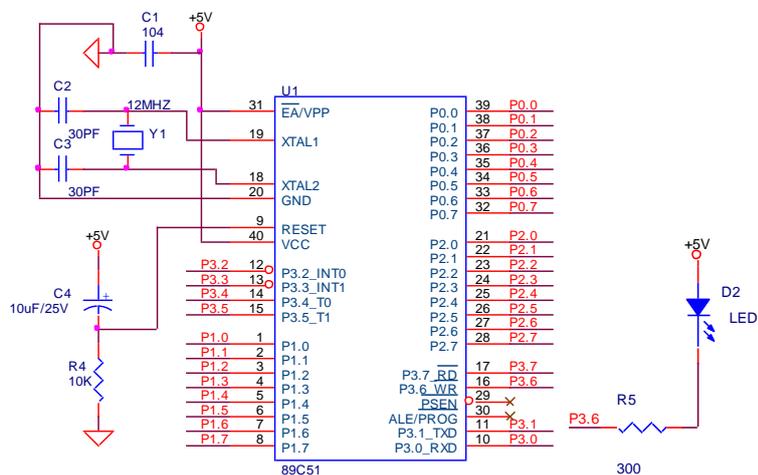


### 3-2 控制流程圖說明

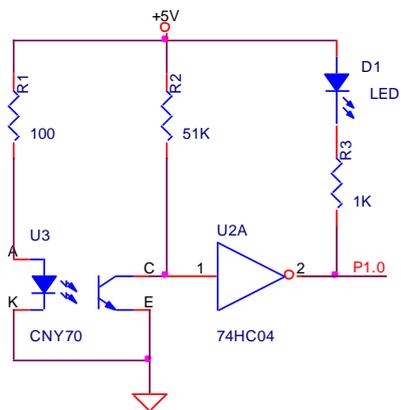


# 3-3 電路圖

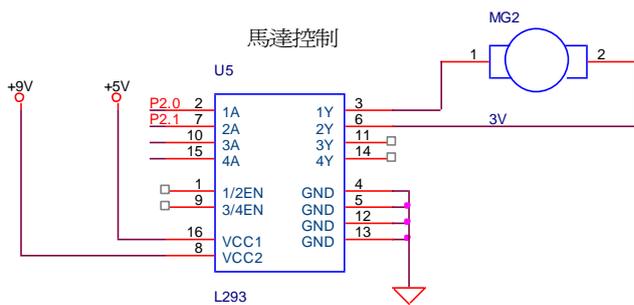
## 主電路



## 紅外線感測電路



## 馬達控制電路



### 3-4 程式碼

ORG 0000H

START:

MOV 3EH, #50

MOV 4BH, #245 ;4BH 回復原值

MOV 40H, #50

SP2:

SETB P2.3 ;伺服馬達 PWM 高電位

CALL PWMM ;延時 0.01mS

DJNZ 4BH, SP2 ;代入 4BH, 4BH 減 1 不等於  
0 時重 R21 迴圈

MOV 4BH, #245 ;4BH 回復原值

CLR P2.3 ;伺服馬達 PWM 低電位

CALL UNITW ;延時約 18mS

DJNZ 3EH, SP2 ;跑 1 個方波

MOV P0, #11111111B

MOV P1, #11111111B

```
MOV P2, #11111111B
```

```
MOV P3, #11111111B
```

```
MOV 30H, #0
```

```
CALL DELAY1S
```

```
LOOP:
```

```
CLR P3.6 ;開機指示燈
```

```
JNB P1.0, LOOP ;紅外線感測器腳，為 LOW  
表示沒有球了，程式跳 LOOP，否則程式往下
```

```
CALL WAIT ;依指撥開關所設定的時間進行  
等待
```

```
MOV A, 30H ;30H->A
```

```
CJNE A, #0, L00 ;A=0? 是則程式往下，否則跳  
L00
```

```
JMP LOOP
```

```
L00:
```

```
CALL SPEED ;控制馬達轉速
```

```
CALL OPEN ;打開閘門
```

```
CALL DELAYS
```

```
L1:
```

```
CALL STOPFIRE ;停止馬達
```

JMP LOOP

SPEED:

MOV 41H, #20 ; 20->41H

MOV 42H, 41H ; 41H->42H

MOV 43H, #100 ; 200->43H

LOK:

CALL FIRE ; 馬達轉

LWAIT:

CALL DELAY ; 延時

DJNZ 41H, LWAIT ; 41H 減 1 不為 0 則跳

LWAIT, 為 0 時程式往下

MOV 41H, 42H ; 42H->41H

CLR P2.0 ; 馬達停

CLR P2.1

CALL DELAY ; 延時

DJNZ 43H, LOK ; 43H 減 1 不為 0 則跳 LOK,

為 0 時程式往下

MOV 43H, #100

RET

WAIT:

MOV A, P3 ;讀出指撥開關值

CPL A ;取反相

ANL A, #00001111B ;取低四位元

MOV 30H, A ;A->30H

CJNE A, #0, W1 ;為 0 時程式往下，否則跳

W1

RET

W1:

CALL DELAY1S ;延時 1 秒

DJNZ A, W1 ;A 減 1 不為 0 則跳 W1

RET

FIRE:

SETB P2.0

CLR P2.1

RET

STOPFIRE:

CLR P2.0

SETB P2.1

CALL DELAYS

CLR P2.0

CLR P2.1

RET

OPEN:

MOV 3EH, #8

MOV 4BH, #225 ;4BH 回復原值

OP2:

SETB P2.3 ;伺服馬達 PWM 高電位

CALL PWMM ;延時 0.01mS

DJNZ 4BH, OP2 ;代入 4BH, 4BH 減 1 不等於

0 時重 R21 迴圈

MOV 4BH, #225 ;4BH 回復原值

CLR P2.3 ;伺服馬達 PWM 低電位

CALL UNITW ;延時約 18mS

DJNZ 3EH, OP2 ;跑 10 個方波

SETB P2.0

CLR P2.1

MOV 3EH, #15

MOV 4BH, #245 ;4BH 回復原值

OP3:

SETB P2.3 ; 伺服馬達 PWM 高電位

CALL PWMM ; 延時 0.01mS

DJNZ 4BH, OP3 ; 代入 4BH, 4BH 減 1 不等於

0 時重 R21 迴圈

MOV 4BH, #245 ; 4BH 回復原值

CLR P2.3 ; 伺服馬達 PWM 低電位

CALL UNITW ; 延時約 18mS

DJNZ 3EH, OP3 ; 跑 15 個方波

RET

; =====

; ==延時副程式=====

; =====

DELAY1S: MOV R5, #10

DL0: MOV R6, #250

DL1: MOV R7, #200

DL2: DJNZ R7, DL2

DJNZ R6, DL1

DJNZ R5, DL0

```

    RET

; =====
; ==延時副程式=====
; =====

DELAYS:    MOV    R5, #3
DD0: MOV    R6, #250
DD1: MOV    R7, #200
DD2: DJNZ   R7, DD2
        DJNZ   R6, DD1
        DJNZ   R5, DD0
        RET

;-----
; DELAY
;-----

DELAY:    MOV    R6, #20
D1:      MOV    R7, #10
        DJNZ   R7, $
        DJNZ   R6, D1
        RET

```

;=====

;=====延時副程式=====

;=====

PWMM:

  NOP

  NOP

  RET

;=====

;=====延時副程式=====

;=====

DEL: MOV R6, #5

F1:  MOV R7, #52

F2:  DJNZ R7, F2

      DJNZ R6, F1

      RET

;=====

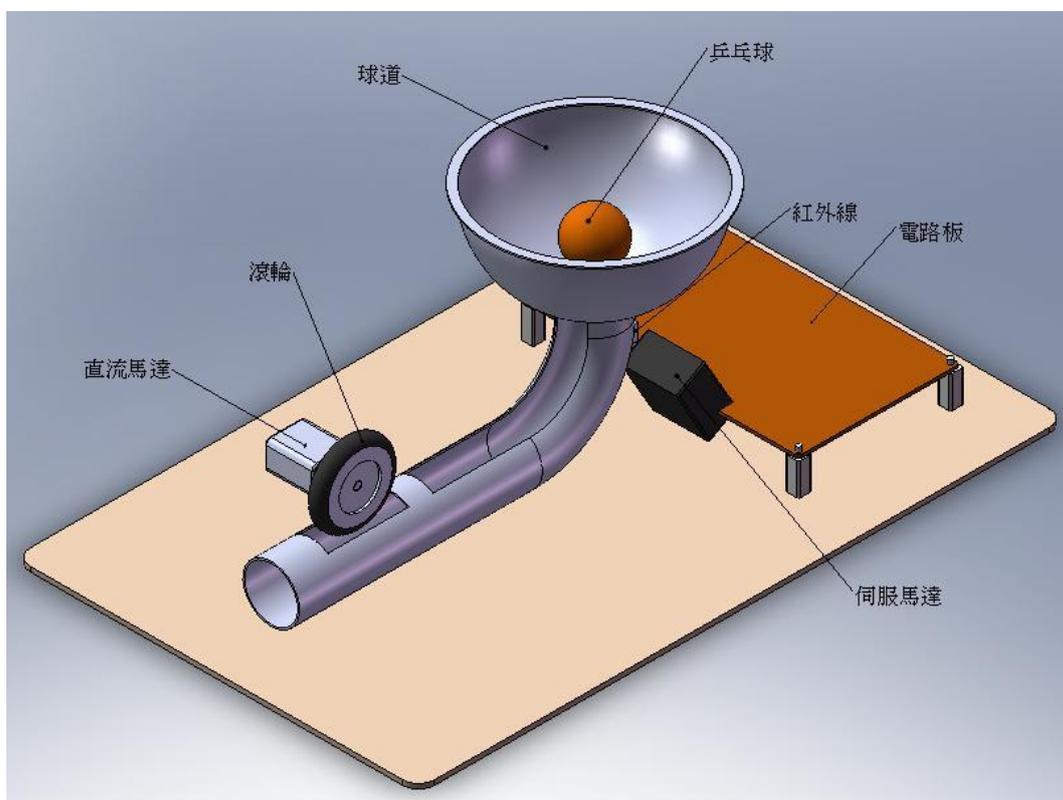
;=====延時副程式=====

;=====

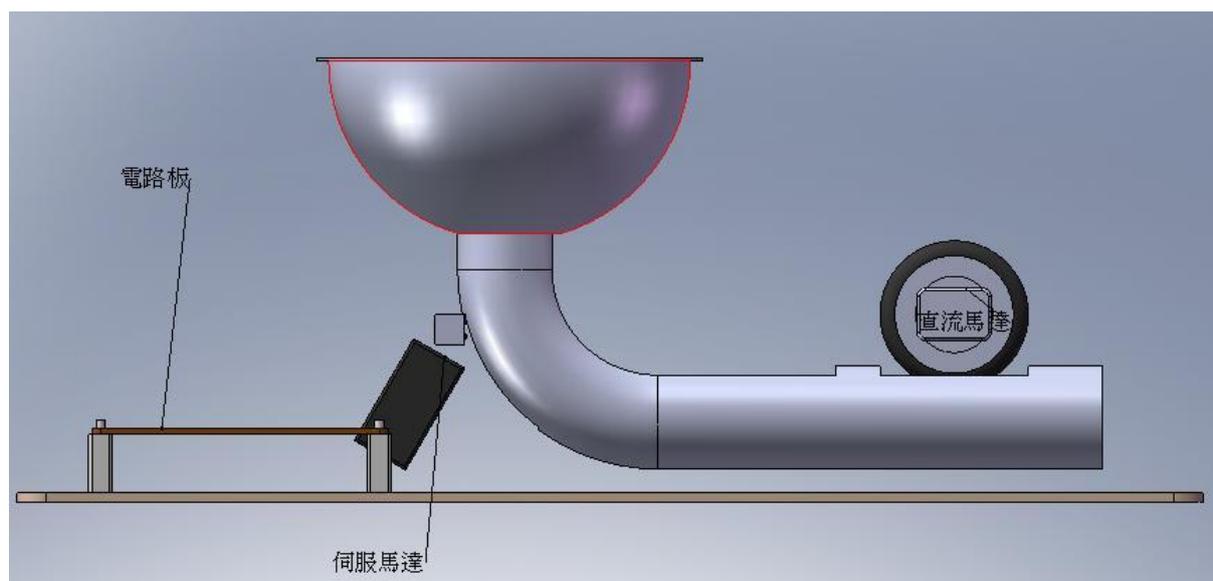
UNITW:

```
MOV R4, #32
UN1: CALL DEL
      DJNZ R4, UN1
      RET
```

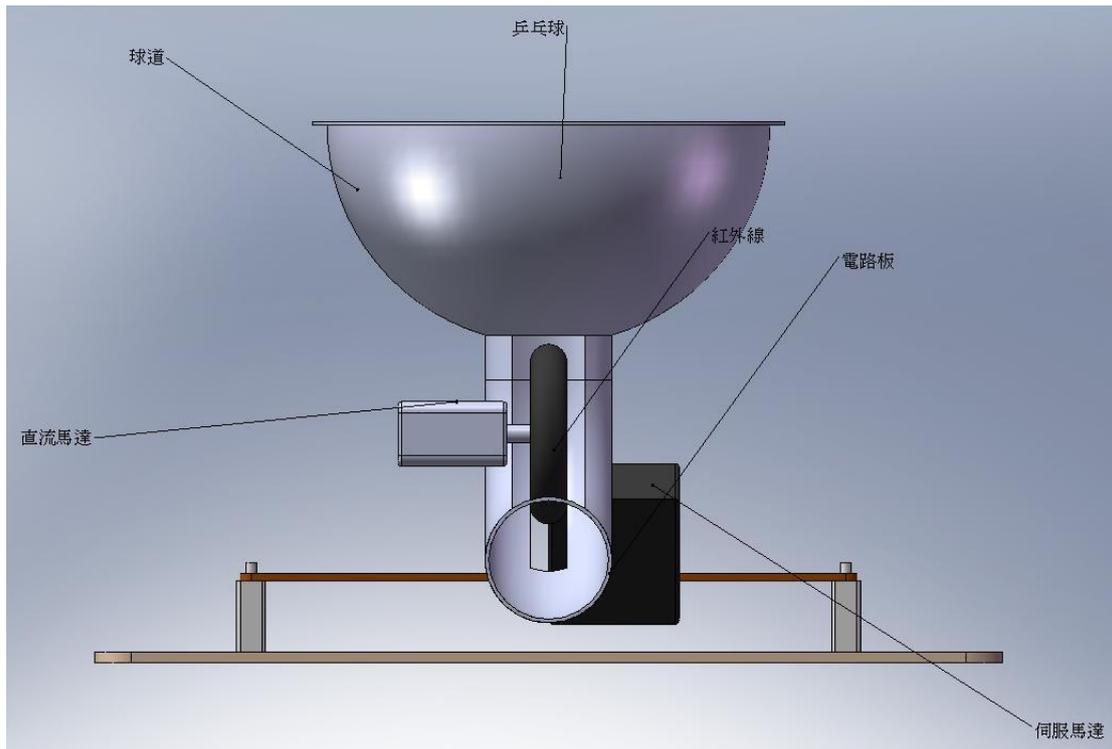
### 3-5 製作過程與照片



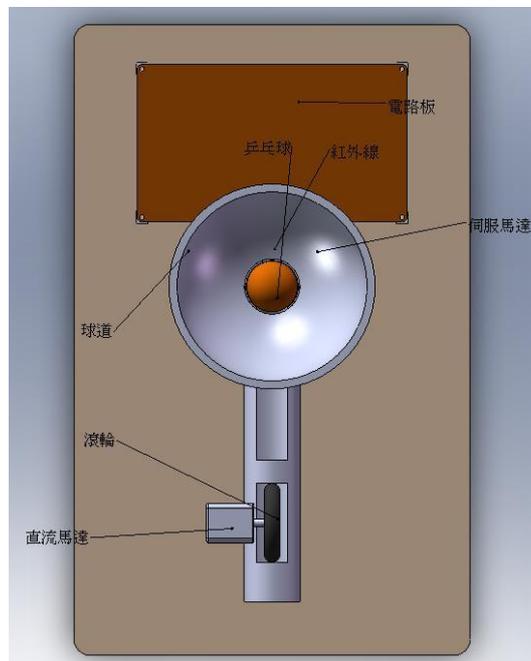
《圖一》Solid works 草圖繪製



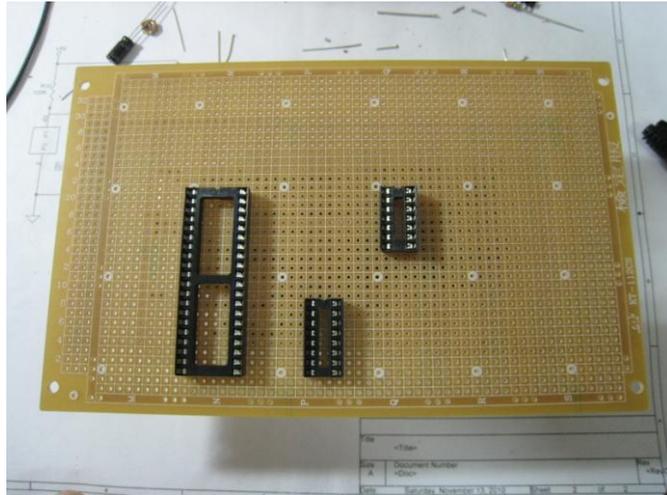
《圖二》左視圖



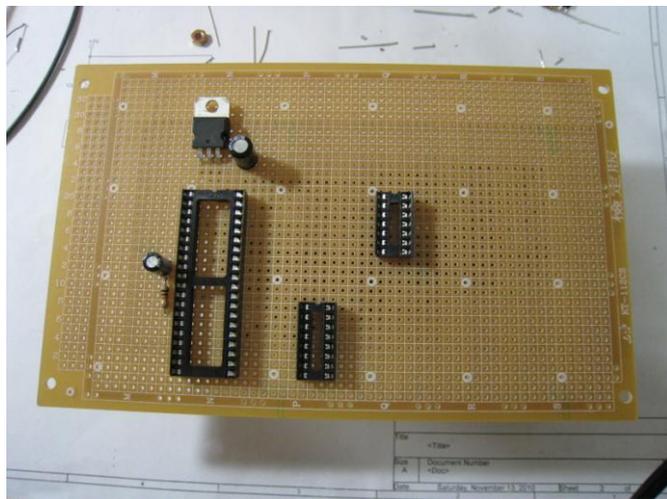
《圖三》前視圖



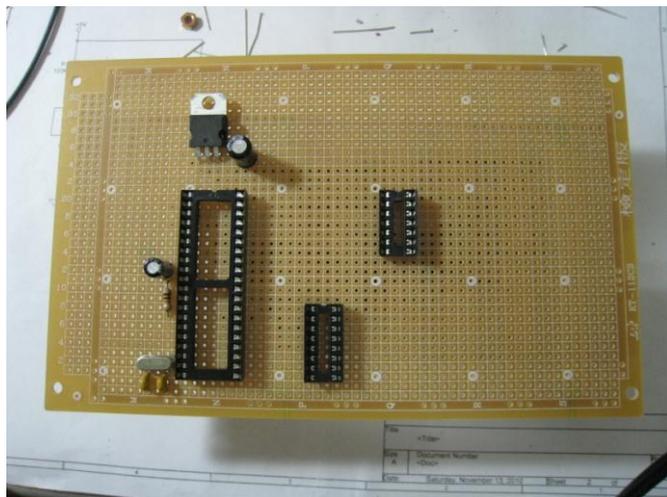
《圖四》上視圖



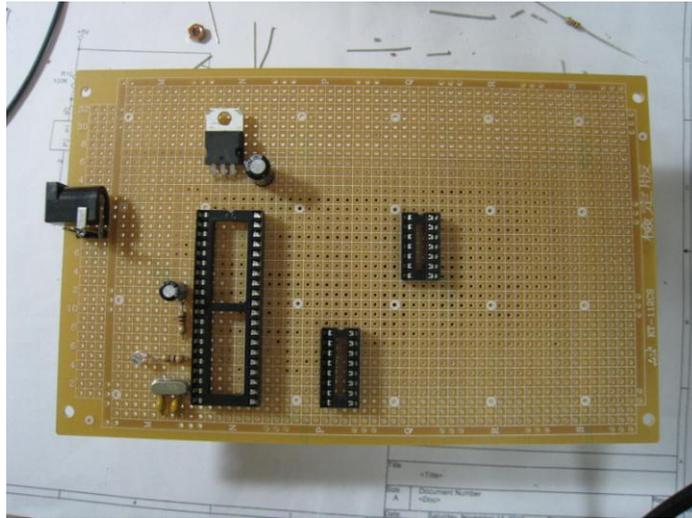
《圖五》



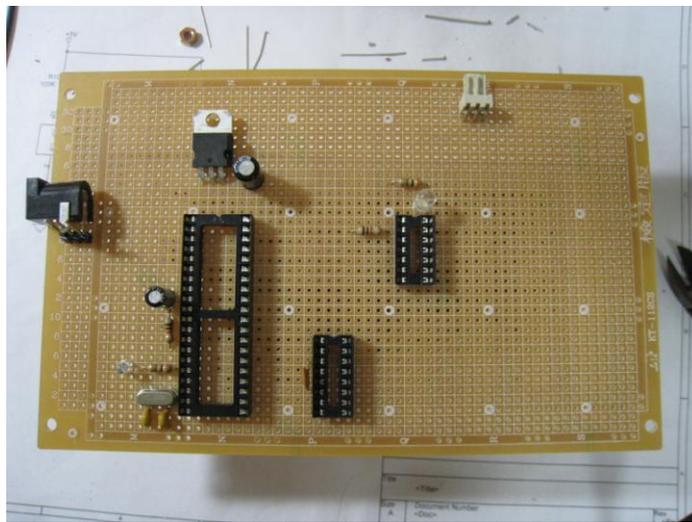
《圖六》



《圖七》



《圖八》



《圖九》 電路板



《圖十》



《圖十一》球道製作



《圖十二》發射馬達

## 肆、成品組裝與測試

### 4-1 成品組裝



《圖十三》正視圖



《圖十四》左視圖



《圖十五》前視圖



《圖十六》上視圖

## 4-2 成品測試



《圖十七》步驟一：將球放入球道



《圖十八》步驟二：當球被伺服馬達卡住時，紅外線感應讀秒



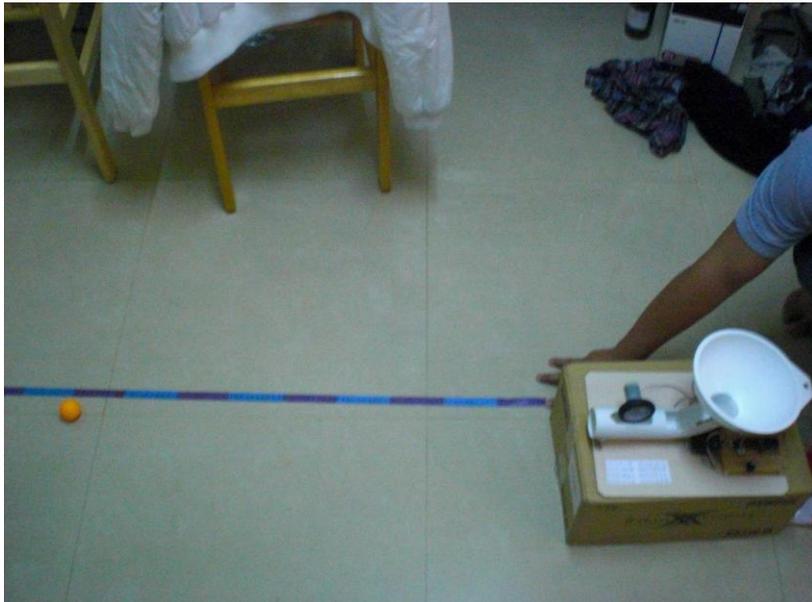
《圖十九》步驟三：倒數讀秒完後，球進入球道



《圖二十》步驟四：馬達轉動，利用磨擦力將球送出



《圖二十一》步驟五：發射！



《圖二十二》測試有效射程



《圖二十三》結果：88CM

## 伍、心得感想

本組所製作的「攜帶式乒乓球發球機」，由構想、討論、計畫行程直到最後的實際操作、測試以及完成。過程中歷經組員間討論時意見不合、相互妥協，以及製作時遇到的失敗與困難，最終終於完成此專題報告。

杜威所提倡的教育原則即是「做中學」，唯有學生將抽象的知識透過雙手實際應用，那我們的學習在是有價值、有意義的。而當我們將四年來在機械系課程中所學的知識，結合實際製作後，才發現理論與現實間存在著一道鴻溝，因此也經歷不少施工上的困難與挫折。不過努力完成之後，我們除了如釋重負之外，也感受到理解並真實的應用所學理論那種莫大的喜悅！

除了專業科目的學習和應用，其實感到最大的收穫之處，是在製作的過程中，組員間透過製作專題，相互分工合作、溝通討論，並且互相學習彼此間的優點、專長。孔子說：「三人行必有我師焉。」在這次的專題製作過程，我們也終於深深感受這句的話真意！

# 參考文獻

1. 電子實習與專題製作—感測器應用篇，盧明智，全華圖書股份有限公司。
2. 單晶片微電腦 8051 原理與應用，蔡朝洋，全華圖書股份有限公司。
3. 單晶片 8051 實作入門，陳明熒，文魁。
4. SN74LS47N 的 DATA SHEET。
5. 89C51 的 DATA SHEET。