

逢甲大學學生報告 ePaper

報告題名：

乒乓球發球機之設計與製作

The Design and Implementation of Table tennis serving machine

作者：吳委俊、徐億修、吳丞譽、林子揚

系級：電機工程學系 二乙

學號：D0075057、D0073987、D0073779、D0031876

開課老師：何子儀

課程名稱：微處理機系統實習

開課系所：電機工程學系

開課學年：101 學年度 第 2 學期



中文摘要

乒乓球發球機在現今的社會已經十分普遍，但價格都不便宜，所以本專題將嘗試利用微處理機來控制馬達，然後，製作一個簡易型的發球機。希望能以較低的成本，來達到同樣的成果，讓更多想學習與練習的人，能夠買到這運動器材，在家中也可以達到單人練習的享受與成效。

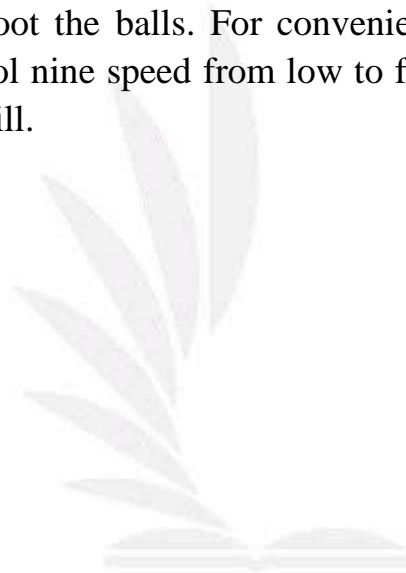
我們製作的發球機主要是利用一個集球桶，把球放入集球桶內，球會順著齒輪圓盤進入發球管，運用馬達來控制齒輪圓盤送出的球數，球順著導管進入到發球管，再藉由馬達接上小輪子，再運用 8051 單晶片去控制馬達的轉速，將球發射出去，可以依個人喜好調整速度由慢至快，慢則給初學者練習，快則使人擁有對手一樣，且有簡易式的調整按鈕，讓使用者用起來更為方便簡單，共有 0~9 不同的球速，運用馬達轉速來控制球速，依序愈來愈快，選用最適合的球速，可讓你球技精進，強身練體。

關鍵字：微控制器、乒乓球發球機

Abstract

Nowadays, table tennis serving machine is very common but not cheap. The main aim of this project is to design and implement a table tennis serving machine based on a microcontroller. Consequently, it can reach the same effects with the effective cost. Since it is a simple and cheap device, most of people can afford as well.

The table tennis serving machine designed in this project is composed of a bucket and a microcontroller-based motor drive. The balls are placed in the bucket and pushed along the gear to a tube. We use the motor to control the gear. There is another motor equipped with a plastic wheel located on the top of the tube. We use 8051 microcontroller to control the speed of motor and shoot the balls. For convenience, there is a simple switch which can control nine speed from low to fast. People can choose the speed to improve skill.



Keyword : Microcontroller, Table tennis serving machine

目 次

中文摘要	i
Abstract	ii
目 次	iii
第一章 緒論	1
第二章 系統功能	2
第三章 硬體架構	3
第四章 軟體架構	13
第五章 操作說明	15
第六章 結論與討論	19
第七章 組員工作劃分	20
第八章 心得	21
附錄	27

第一章 緒論

製作動機

在製作乒乓球發球機之前，我們四人都對桌球這項運動有充分興趣與基礎的了解，而這項運動，必須要兩人以上才可進行，如果想一個人練習時，卻十分不便，加上市面上販售的發球機價格不斐，多則數萬元，少則數千元，所以我們試著把發球機價格壓低，又可達到市面上發球機有的效果，經濟又實惠，讓我們在這經濟不景氣的社會中，可以達到單人運動的樂趣。

製作方向

桌球是一種優良的室內運動，受到許多人的喜愛與愛護，但其需要兩個人以上才能達到練習的效果，如果自己一個人想練習的話，則需要輔助桌球發球機，但過去的桌球發球機佔空間又不易搬移，所以本專題將舊式的發球機的缺點將以改良。目的在於設計與製造出體積更為縮小且方便的發球機，其優點包含下列幾點：

- 體積小不佔空間
- 可以自動旋轉發球角度
- 球速快，衝擊力大
- 價錢低

本專題的簡易發球機讓喜歡打桌球的人，即使一個人也可以自己練習打球，並且可以調整發球機的轉動角度，讓使用者可以多多練習自己的揮拍死角。由於發球機的成本昂貴，如果沒有優厚的經濟為後墊的選手其雖然想求好成績，卻沒有良好的簡易發球機設備，則會浪費更多的時間去做沒效的練習，所以才會構想出簡易發球機，讓更多想練習與學習的人可以有更多的選擇，且練起球來也會比較有效率。

第二章 系統功能

我們所報告的乒乓球發球機，是容易操作的桌球訓練工具，不僅適用於不同程度的選手，也適用於桌球隊和業餘玩家。經由利用本發球機所提供的各種不同出球頻率與速度的實際練習，很快就能使球技提昇到另一個水平。它的特徵為能調整出球頻率、速度。以下是我們發球機所具備的功能。

1. 可穩定發出直球
2. 穩定的出球頻率
3. 調整式的九段轉速



第三章 硬體架構

3.1 桌球基本簡介

在製作發球機前，首要對桌球有基礎瞭解，以下簡單介紹球臺、球網以及球桌。

球臺

球臺的上層表面叫做比賽臺面，應為與水平面平行的長方形，長 274 米，寬 1.525 米，高地向高 76 釐米。比賽臺面可用任何材料製成，應具有一致的彈性，即當標準球從離臺面 30 釐米高處落至臺面時，彈起高度應約為 23 釐米。比賽臺面應呈均勻的暗色，無光澤，沿每個 2.74 米的比賽合面邊緣各有一條 2 釐米寬的白色邊線，沿每個 1.525 米的比賽臺面邊緣各有一條 2 釐米寬的白色端線。

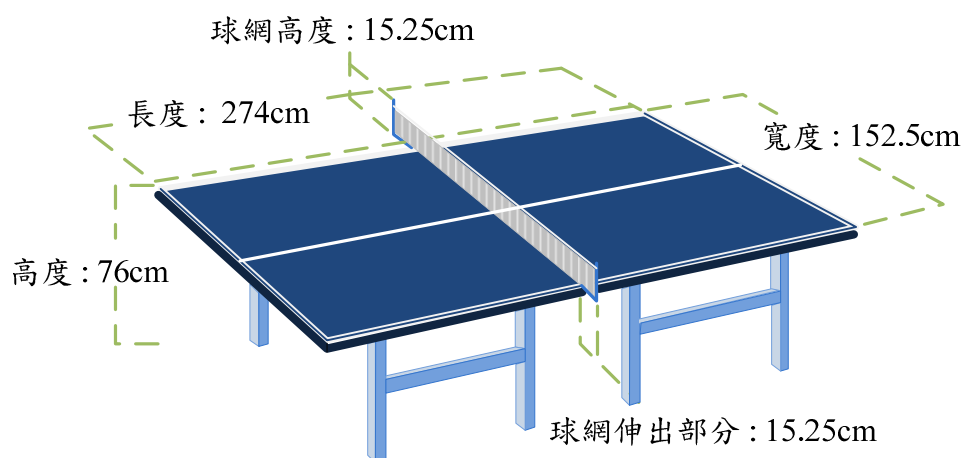


圖 1 桌球桌規格示意圖

球網

球網應懸掛在一根繩子上，繩子兩端繫在高 15.25 釐米的直立網柱上，網柱外緣離開邊線外緣的距離為 15.25 釐米。整個球網的頂端距離比賽臺面 15.25 釐米。

桌球

球應圓球體，直徑 40 毫米。球重 2.7 克。球應用賽璐璐或類似的材料製成，呈白色，黃色或橙色，且無光澤。

3.2 硬體架構

本專題設計之硬體電路元件主要包含(1)直流有刷馬達、(2)8051 單晶片(3)直流馬達驅動器、(4)七段模組、(5)BJT、(6)PVC 管件、(7)馬達，如圖 所示為本專題設計之硬體架構圖。

直流有刷馬達



圖 2 實體直流馬達

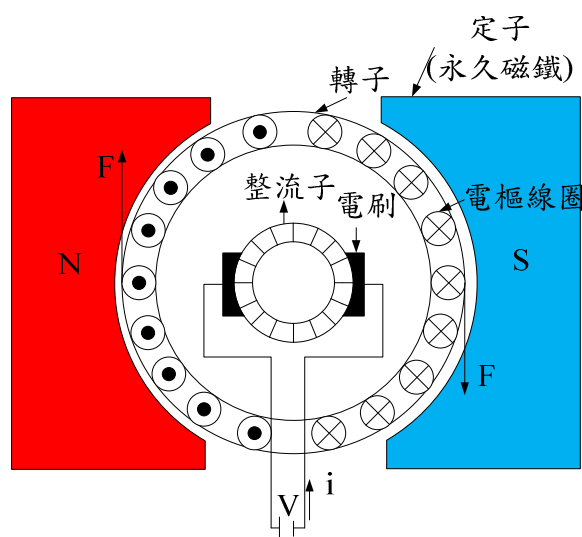


圖 3 原理結構示意圖

馬達也就是電動機，依使用電源可區分為直流馬達(DC motor)與交流馬達(AC motor)兩類。直流馬達又可區分為 BLDC 馬達(直流無刷)和磁線圈式(直流有刷)，直流馬達的優點有容易調整速度，有較大的啟動轉矩等，不過電刷與整流子不容易維修，因而有無刷型直流馬達。

電動機的基本結構組成，主要有轉子、定子、換相器、軸承。

1. 轉子為電動機旋轉部份，該部份可為永久磁鐵或線圈。
2. 定子部份為線圈或永久磁鐵等，轉子與定子的材質是為互補性質，當轉子為永久磁鐵時，其定子則為線圈。
3. 換相器部份即為碳刷，用來改變轉子的電流方法，不是所有馬達都有這個部分。

4. 軸承為承載轉子的轉動，確保轉子可以自由的轉動，不受干擾。

8051 單晶片

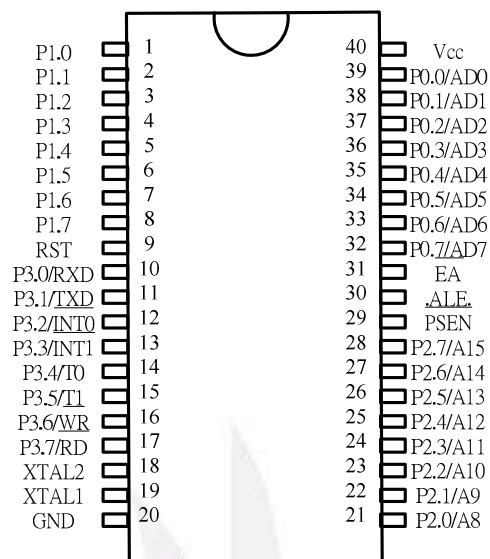


圖 4 8051 實際腳位示意圖

以下是 8051 單晶片功能簡介

- 1、專為控制應用所設計之八位元 CPU。
- 2、加強了布林代數(單一位元的邏輯)之運算功能。
- 3、32 條雙向且可被獨立定址之 I/O。
- 4、晶片內部有 128 位元組可供儲存資料的 RAM。
- 5、內部有兩個 16 位元計時器(8052 有三個)。
- 6、具全雙工 UART。
- 7、5 個中斷源，且具有兩層(高/低)優先權順序之中斷結構。
- 8、晶片內有時脈(Clock)振盪器線路。

以下是 8051 單晶片接腳說明

- 1~8 腳：PORT 1 (P1.0 ~ P1.7)
- 9 腳：RESET/Vpd ，重置信號
- 10~17 腳：PORT 3 (P3.0 ~ P3.7)
- 18~19 腳：XTAL2，XTAL1
- 20 腳：V_{SS}，系統接地腳
- 21~28 腳：PORT 2 (P2.0 ~ P2.7)
- 29 腳：PSEN (程式儲存致能)(負緣觸發)：讀取存放在外部程式記憶體(ROM)指令
- 30 腳：ALE/PROG(位址鎖定致能)，8051 燒錄時，用來接受燒錄脈波信號
- 31 腳：EA/V_{DD}，當接高電位時，若 PC 小於 4096(4K)，執行內部 ROM 的程式指令，當 PC 大於 4096(4K)，執行外部 ROM 的程式指令。當接低電位時，強迫 8051 只使用外部 ROM 的程式指令
- 32~39 腳：PORT 0 (P0.0 ~ P0.7)
- 40 腳：V_{CC}，系統主要電源，接 +5V。

直流馬達驅動器

直流馬達驅動器用於驅動馬達，因而藉由 8051 單晶片去控制馬達轉速，其元件包括 MOSFET、二極體(1N4004)、TLP250 光耦合 IC。

MOS 型式的直流馬達驅動電路之原理介紹

MOS 型式的直流馬達驅動器主要採用二極體、TLP250 光耦合 IC、MOSFET，我們可以利用 8051 單晶片去控制方波的 DUTY，產生 0 與 1 的比例，經由二極體單向流通的特性與 MOS 的轉換電壓 12V，改變馬達的平均電壓進而可調整轉速。

當 8051 的 P1.0 為低電位時，二極體會導通發光，因而觸發 BJT 也導通進入飽和狀態，那 BJT 的 C 腳電壓接近零，故經過 inverter 變成高電位，促使 MOSFET 導通，馬達開始轉動(圖示的 HEADER)，反之 P1.0 為高電壓時，流過馬達的電流為零。

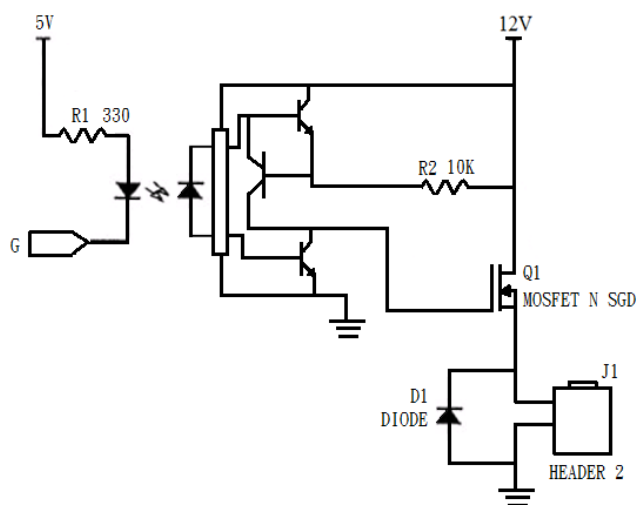


圖 5 直流馬達驅動之電路圖

3.3 直流馬達驅動器所包含之原件說明

直流馬達驅動器主要包含(1) MOSFET、(2) 二極體 1N4004、
(3) TLP250 光耦合 IC

MOSFET



圖 6 MOSFET 元件

MOSFET 是人類應用非常廣的電晶體種類，大量的這種電晶體開關幫助我們處理、運算及記憶大量的數據，尤其是在電腦通訊相關的電子產品或儀器。因為 MOSFET 體積可以很小而且功率需求也小，所以在同一個晶片上能容納成千上萬個電晶體。

二極體 1N4004

它只能讓電流向一個方向流動，有些像"單行道"，它的符號就如同它的功能。

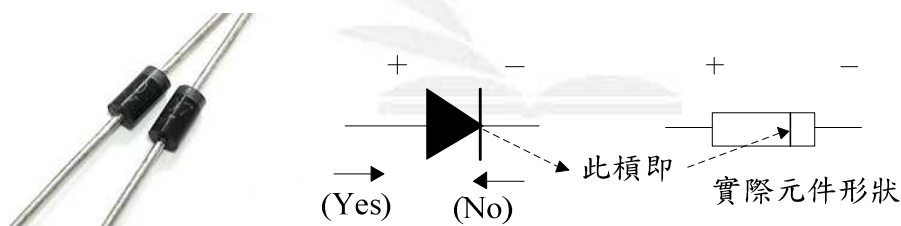


圖 7 二極體元件

TLP250 光耦合 IC 介紹

光耦合 IC 是一種可直接驅動小功率 MOSFET 和 IGBT 的功率型光耦，選用 TLP250 光耦合 IC 既保證了功率驅動電路以及 PWM 脈寬調變電路的可靠隔離，又具備了直接驅動 MOSFET 的能力，使驅動

電路特別簡單。

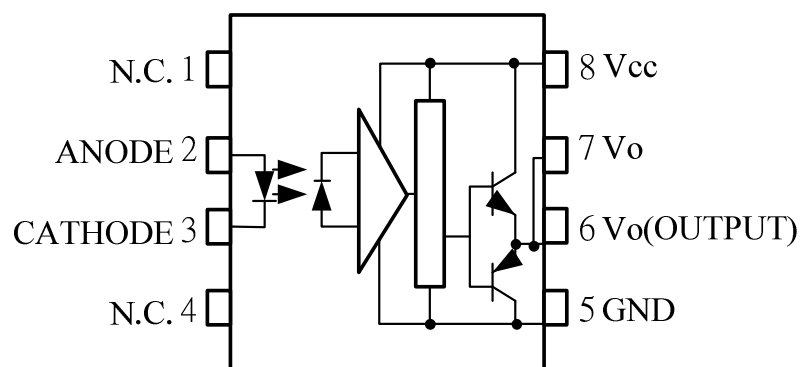


圖 8 光耦合 IC 內部電路與腳位圖

3.4 七段模組

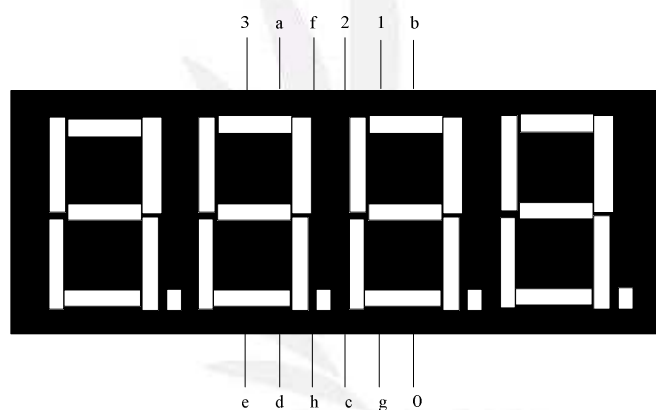


圖 9 七段模組實際腳位對照圖

3.5 BJT

下圖中的 B、E、C 分別為基極(Base, B)，射極(Emitter, E)，集極(Collector, C)。

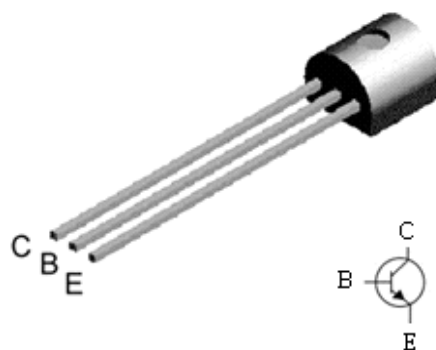


圖 10 BJT 實際腳位與理論腳位對照圖

3.6 PVC 管件



圖 11 PVC 直管(用於桌球機的發射管)

PVC SCH80 / CPVC SCH80 直管規格表									
尺寸		外徑		內徑		管壁厚度		最大工作壓力(23 °C)	
Size		Outside Diam.		Average Inside Diam.		Min. Wall		Pressure Rating at 73.4 °F	
		單位: mm	單位: inch	單位: mm	單位: inch	單位: mm	單位: inch	單位: psi	單位: kgf/cm ²
6 mm	1/4"	13.72	0.540	7.16	0.282	3.02	0.119	1130	80.14
10 mm	3/8"	17.15	0.675	10.24	0.403	3.20	0.126	920	65.25
15 mm	1/2"	21.34	0.840	13.36	0.526	3.73	0.147	850	60.28
20 mm	3/4"	26.67	1.050	18.34	0.722	3.91	0.154	690	48.94
25 mm	1"	33.40	1.315	23.77	0.936	4.55	0.179	630	44.68
30 mm	1-1/4"	42.16	1.660	31.88	1.255	4.85	0.191	520	36.88
40 mm	1-1/2"	48.26	1.900	37.49	1.476	5.08	0.200	470	33.33
50 mm	2"	60.33	2.375	48.59	1.913	5.54	0.218	400	28.37
65 mm	2-1/2"	73.03	2.875	58.17	2.290	7.01	0.276	420	29.79

圖 12 PVC 直管規格表(桌球發射管直徑約為 40 mm~50mm)

第四章 軟體架構

首先進行初始化設定，包括打開外部中斷零、外部中斷一以及計時中斷零、計時中斷一，設定時間、馬達等，接著主程式就不斷顯示球的轉速，而外部中斷零跟外部中斷一則用來加減球速，計時中斷零控制出球馬達的平均電壓以達到控制球速的目標，而計時中斷一則控制齒輪馬達，以定速緩慢把球往前推。

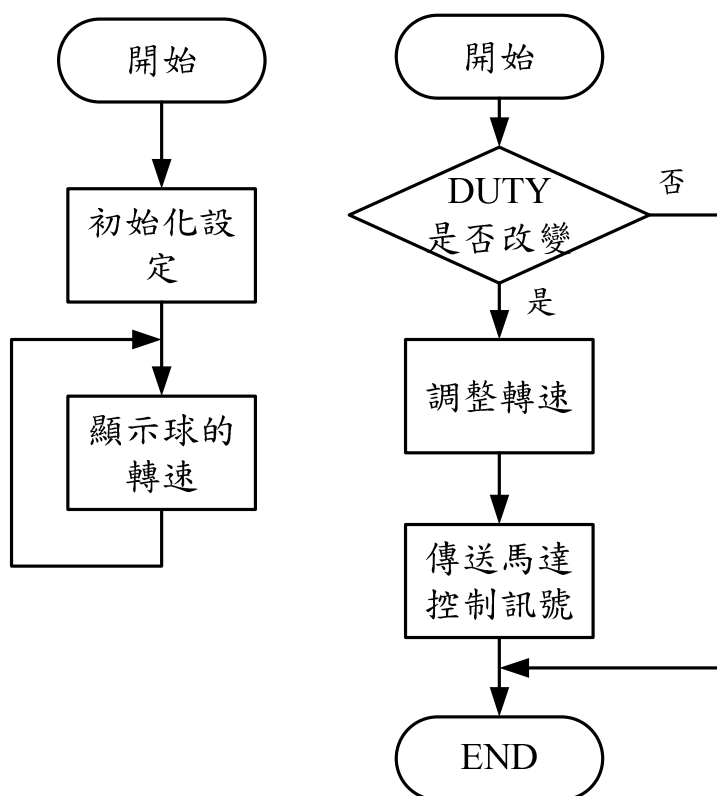


圖 13 程式流程圖

轉速的控制(DUTY 方法)

利用 8051 輸入不同比例的 0 與 1 ，把電晶體與 MOS 驅動當開關，控制輸出的平均電壓，進而控制直流馬達之轉速及方向。

$$V = \frac{V_{CC} \cdot T_1}{T}$$

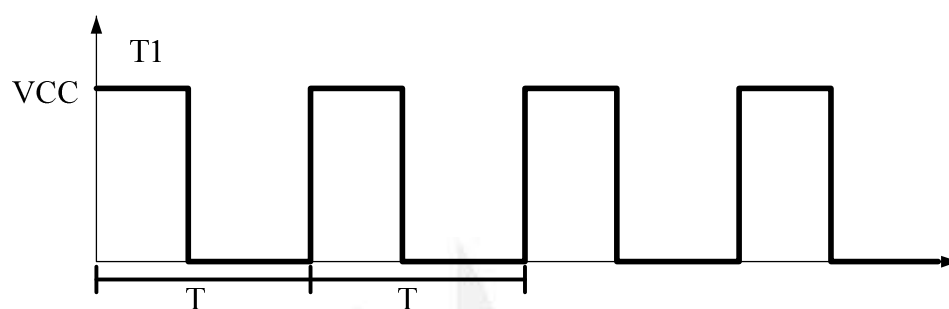


圖 14 利用 DUTY 控制平均電壓

第五章 操作說明

作品介紹

如圖 11 桌球發球機實際成品架構與電路板所示，主要以一集球桶底部的馬達把球推入 PVC 管，再經由另一個馬達藉著小輪子把球射出去，圖中桶子下的鋼架用於平穩支撐整體，而 LAYOUT 的板子，較大的主要是控制七段顯示器，而其中兩個較小板子是 MOS 驅動，主要藉由 8051 晶片去控制 MOS 驅動，以達到有效控制馬達的轉速。



圖 15 桌球發球機實際成品架構與電路板

製作流程

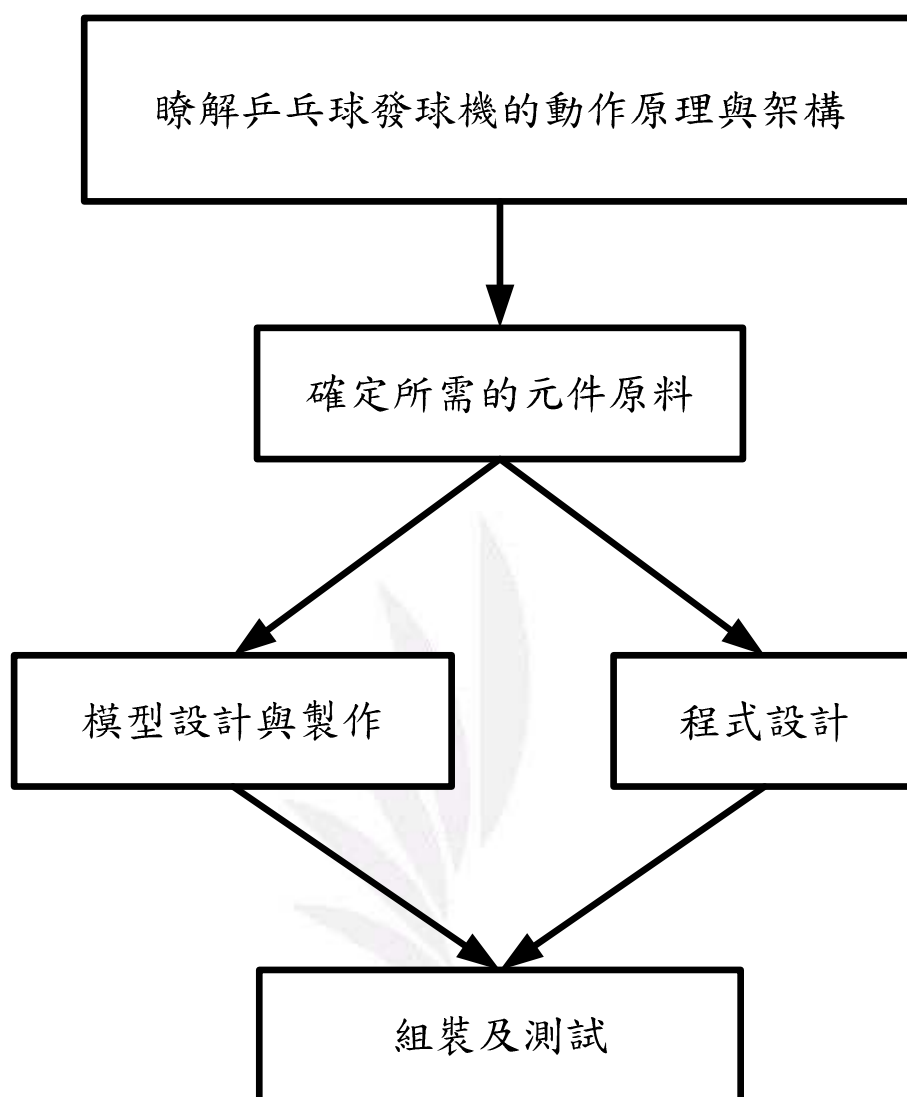


圖 16 桌球發球機的製作流程圖

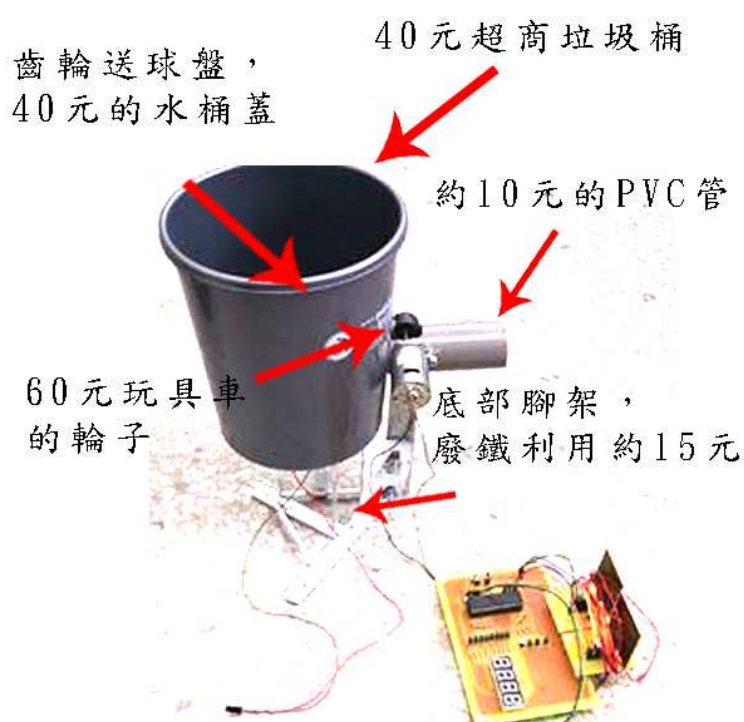
測試數據與實驗結果

表 1 測試數據表

段數	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
射程(cm)	39	44	51	58	65	73	80	87	91	98

成品價位評估

下圖為我們大致的桌球發球機標示價，主要的集球桶是去超商買的約 40 元的垃圾桶，集球桶底部有一齒輪送球盤，是水桶蓋經過加工過的，約為 40 元，至於發球管約為 10 元，底部腳架為廢物利用，經過整體評估約為 200 元。



其他為實驗室提供的元件與PCB電路板

圖 17 桌球發球機評估價錢標示圖(整體估價約 200 元)

材料清單

- 主體材料

- 集球桶*1
- PVC 管*1
- 腳架*1
- 齒輪送球盤*1
- 玩具車車輪*1

- 元件

- 8051 單晶片*1
- 七段模組*1
- 電阻:10K*1,1K*12,330*8
- pnp 電晶體*12
- 馬達*2
- 電容(陶瓷 30pF*2+電解 10uF*1)
- 石英震盪器*1
- 二極體*2
- 光耦 TLP250 晶片*2

第六章 結論與討論

這次專題在實體方面的製作，佔用了許多時間去修改及加強，很多細節都必須注意，才有辦法讓球順利的發射出去，不過很遺憾的是並沒能有更多元化的發球方式。若時間充足的話將可嘗試加入光遮斷顯示轉速與人機介面來達到發球機的功能性及完整性，並且可以討論利用馬達以外的元件來使球發射出去，除了在一些小部分的除錯之外，更應該在實體製作前多想想架構才對。



第七章 組員工作劃分

表 2 工作劃分

組員姓名	工作分配
徐億修	電路製作、軟體模擬、文書設計
吳丞譽	程式設計、口頭報告、材料準備
吳委俊	電路製作、文書製作、口頭報告
林子揚	材料準備、作硬體、程式設計

表 3 工作日誌

	吳丞譽	吳委俊	徐億修	林子揚
3/13	想專題題目與找相關資料			
3/20	瞭解發球機原理與架構，設計機台架構，確定所需材料與元件			
3/27	焊接	準備材料	畫電路圖	畫電路圖
4/3	想程式	鑽孔	準備材料	想程式
4/10	打程式	排線路	排線路	打程式
4/17	想程式	設計電路	接電路	想程式
4/24	打程式	接電路	接電路	打程式
5/1	想程式	畫電路	打程式	接電路
5/8	PPT 設計	焊接	接電路	寫程式
5/15	修改程式	PPT 製作	Layout	Layout
5/22	焊接	焊接	鑽孔	鑽孔
5/29	PPT 製作	WORD 製作	除錯	測試
6/5	除錯與測試			

第八章 心得

組長:

姓名：徐億修

專題製作心得:

這一學期，大家一起完成了專題，收穫了很多。在開始前，開始想題目時，在各種因緣際會的巧合下，看到了發球機這個專題影片，又因為喜歡打桌球，就決定是這個題目了。這專題題目說難不難、說簡單也不簡單，一開始就開始在想機體架構上需要如何讓球送出，想了很久，也上網查了很多資料，而在我們看了大家的資料後，開始有了初步的構想，我就開始畫出發球機的結構，應該是我太久沒碰 AutoCAD 這套軟體，起初在設計這個機體結構時，有些部分不是那麼好操作，後來習慣在立體空間的規則後，就會簡單了許多，雖然實體與初步的設計理念有些許的出入，我想大概就是因為材料的關係吧。在一開始，我們著手了硬體的部分，在硬體的部分有相當大的困難，因為它使用了相當多的工業用具，例如:切割之類的等等...，而且還要考慮出球點與會不會卡球之類的問題，但有些細節在一開始還是忽略，這點思慮不周全的部分，希望下次可以補強。而在書面報告與 PPT 的部分從一開始的找資料與設計的過

程，也學習了很多，包括一些書面資料的小細節，平時雖然我們都不會注意，但可能在重大場合，卻是非常重要的點，讓我們為之後的路準備。這學期、這個專題，我很感謝有這一群默契這麼好的隊友，分工已經是個小事了，會替對方著想，才是一支好隊伍，還有謝謝這一群助教的協助，在我們遇到困難時，幫助我們，雖然我們困難有點多，最後謝謝江志浩助教的幫忙，我從中學到了很多小技巧，與除錯方法。面對問題，我們想的是如何解決才對，正視問題，一一突破，而不是放棄!這次專題，真的謝謝各位的努力與協助。



組員：

姓名：吳丞譽

專題製作心得：

這次專題製作挺讓人印象深刻的，從最一開始的徬徨無措，到最後作出成品，到現在還是感覺這是件很神奇的事，感覺就像是在作夢一樣。

一開始決定出題目之後，就先簡單分成製作電路和製作程式的人，我是負責製作程式的，雖然當時已經學了一些關於 8051 的基本控制，但沒實際弄出東西來所以還是覺得怎麼可能真的弄的好，但後來一步一步慢慢作之後才發現原來憑著已經會的東西還真的能變出一些花樣，也不再像一開始懵懵懂懂，很快的程式原型就慢慢出來了，之後的改動也都是些關於電路設計方面的小改動。

這次的專題能夠如期完成，最大的功臣我覺得還是我的隊員們跟助教，除了程式其他部分都靠隊員跟助教的努力，非常感謝他們！

現在想想，從無到有弄出這樣一個東西算是我們很大的突破，相信在之後不管做什麼事這都對我們有很大的助益，希望大家都能夠在之後順順利利，就算遇到問題也能夠發揮這次做專題的精神來克服它。

組員：

姓名：吳委俊

專題製作心得：

我們這組之所以做此乒乓球發球機，是因為我們四人都對桌球有濃厚的興趣與基礎的瞭解，在網路上看到相關的資料時，不但一致認同外，還對此充滿著期待，於是試著思考設計機台架構，如何控制出球頻率；以甚麼樣的方式把球發射出去，我們參考了以木棒拍擊的方式，不過此功能有限；還有以馬達或氣壓的方式，但市面上的發球機是以馬達式占多數，是因為馬達式不需要有空氣壓縮機就可以達到發球，成本上較便宜，所以我們選擇馬達式。

在製作的過程中，機台的實體製作是最困難之一，包含集球桶底部與 PVC 管的角度盡量成切線外，緊密連接固定，PVC 管上的玩具輪高度必須適中……等，幸好組員家中有工業儀器，解決了許多最懊惱的問題。還有在選擇驅動器上也遇到了瓶頸，起初我們是用 BJT 型式的直流馬達驅動電路，測試後發現集球桶底部的齒輪圓盤，不是不會動就是轉太快，導致出球頻率太高，最後我們採用 MOS 型式的直流馬達驅動電路解決了這個問題。雖然在期限內完成，不過未來我們還有很多可以改進與加強的部分，例如，可以利用人機介面，調整每個不同程度的人適合的球；利用光遮斷顯示轉

速與頻率；外加馬達調整仰角與左右擺幅，還可以架網子，再製造一個自動回收球系統，不過在這之前，首要解決的是球速還是不夠快，球桌長度 274 公分，而我們最快球速的落點卻約 100 公分，必須放在球桌中央，才可過網。

這個專題，從無到有，在這短短的兩個月內，有許多困難接踵而來，卻也很多事情仍持續要做，最後雖然我們沒有最完美的作品，但我們有最完美的團隊，謝謝組員們以及能適時的給於我們幫助的助教和老師，大家辛苦了！



組員：

姓名：林子揚

專題製作心得：

原本我們沒有要做桌球發球機，只是在一個因緣際會下看到網路上有桌球發球機影片，那時也不知道要做什麼題目，所以就決定來做發球機。我負責的工作主要是發球機的機構，學期初時我有跟助教討論過，助教說我們最大的困難點是機構，而當時我也為此傷腦了半個多月，因為發球機的機構有很多元件都是要自己手工去做，我當時也就直接參考影片中發球機的機構來當作我的範本。一開始有三種地方最為困難，一是送球的齒輪，二是 PVC 管要與桶子黏合，三是馬達要固定在管子上方。齒輪，最大的問題是在原料，而 PVC 管最大問題主要是在黏合時要與齒輪的角度穩合，最後馬達則是要調整與球接觸的高度。而發球機機構之所以可以順利完成，都是要歸功於我的家人，因為都是他們給我意見，遇到瓶頸時都會在旁協助我，而他們也蠻期待可以看到我們做的發球機動作的樣子。這次的專題製作，也感謝組員們及助教不眠不休的幫忙，謝謝大家。

附錄

ASM 檔的程式碼：

```
ORG      0000H
AJMP    MAIN
ORG      0003H
AJMP    CUTO
ORG      0013H
AJMP    CUT1
ORG      000BH
AJMP    TIMER0
ORG      001BH
AJMP    TIMER1

MAIN:
MOV     P0,#11111110B
MOV     DPTR,#TABLE
SETB    EA
SETB    EX0
SETB    EX1
SETB    ET0
SETB    ET1
SETB    IT0
SETB    IT1
MOV     TMOD,#00010001B
MOV     TL0,#0C4H
MOV     TH0,#0FFH
MOV     TL1,#0B0H ;0.05 SEC
MOV     TH1,#3CH
MOV     R0,#0
MOV     R5,#0
MOV     R6,#0
MOV     R7,#0
SETB    P3.2
```

SETB P3.3

SETB P1.1

SETB P1.2

SETB P1.5

SETB P1.6

CLR P1.0

CLR P1.3

CLR P1.4

CLR P1.7

SETB TR0

SETB TR1

LOOP:

MOV A,R0

MOVC A,@A+DPTR

MOV P2,A

AJMP LOOP

CUT0:

MOV R6,#4

CUT0_0:

MOV R7,#255

CUT0_1:

DJNZ R7,CUT0_1

DJNZ R6,CUT0_0

JNB P3.2,CUT0

INC R0

CJNE R0,#10,CONTI0

MOV R0,#0

CONTI0:

RETI

CUT1:

MOV R6,#4

CUT1_0:

```
        MOV        R7,#255
CUT1_1:
        DJNZ      R7,CUT1_1
        DJNZ      R6,CUT1_0
        JNB       P3.3,CUT1
        DEC       R0
        CJNE     R0,#255,CONTI1
        MOV       R0,#9
```

```
CONTI1:
        RETI
```

```
TIMER0: ;40%
        CPL       P1.0
        CJNE     R0,#0,ONE
        MOV       TL0,#88H
        MOV       TH0,#0FFH
        JB       P1.0,BACK
        MOV       TL0,#0B0H
        MOV       TH0,#0FFH
        AJMP    BACK
```

```
ONE: ;45%
        CJNE     R0,#1,TWO
        MOV       TL0,#92H
        MOV       TH0,#0FFH
        JB       P1.0,BACK
        MOV       TL0,#0A6H
        MOV       TH0,#0FFH
        AJMP    BACK
```

```
TWO: ;50%
        CJNE     R0,#2,THREE
        MOV       TL0,#9CH
        MOV       TH0,#0FFH
        JB       P1.0,BACK
        MOV       TL0,#9CH
        MOV       TH0,#0FFH
```


AJMP BACK

THREE: ;56%

```
CJNE R0,#3,FOUR
MOV TL0,#0A8H
MOV TH0,#0FFH
JB P1.0,BACK
MOV TL0,#90H
MOV TH0,#0FFH
AJMP BACK
```

FOUR: ;62%

```
CJNE R0,#4,FIVE
MOV TL0,#0B4H
MOV TH0,#0FFH
JB P1.0,BACK
MOV TL0,#84H
MOV TH0,#0FFH
AJMP BACK
```

FIVE: ;68%

```
CJNE R0,#5,SIX
MOV TL0,#0C0H
MOV TH0,#0FFH
JB P1.0,BACK
MOV TL0,#78H
MOV TH0,#0FFH
```

BACK:

RETI

SIX: ;73%

```
CJNE R0,#6,SEVEN
MOV TL0,#0CAH
MOV TH0,#0FFH
JB P1.0,BACK
MOV TL0,#6EH
MOV TH0,#0FFH
AJMP BACK
```

SEVEN: ;78%

```
CJNE R0,#7,EIGHT
MOV TL0,#0D4H
MOV TH0,#0FFH
JB P1.0,BACK
MOV TL0,#64H
MOV TH0,#0FFH
AJMP BACK
```

EIGHT: ;84%

```
CJNE R0,#8,NINE
MOV TL0,#0E0H
MOV TH0,#0FFH
JB P1.0,BACK
MOV TL0,#58H
MOV TH0,#0FFH
AJMP BACK
```

NINE: ;90%

```
MOV TL0,#0E0H
MOV TH0,#0FFH
JB P1.0,BACK
MOV TL0,#4CH
MOV TH0,#0FFH
AJMP BACK
```

TIMER1:

```
INC R5
CJNE R5,#2,STEP0
CPL P1.4
```

STEP0:

```
CJNE R5,#17,STEP1
MOV R5,#0
CPL P1.4
```

STEP1:

乒乓球發球機之設計與製作

```
MOV     TL1,#0B0H
```

```
MOV     TH1,#3CH
```

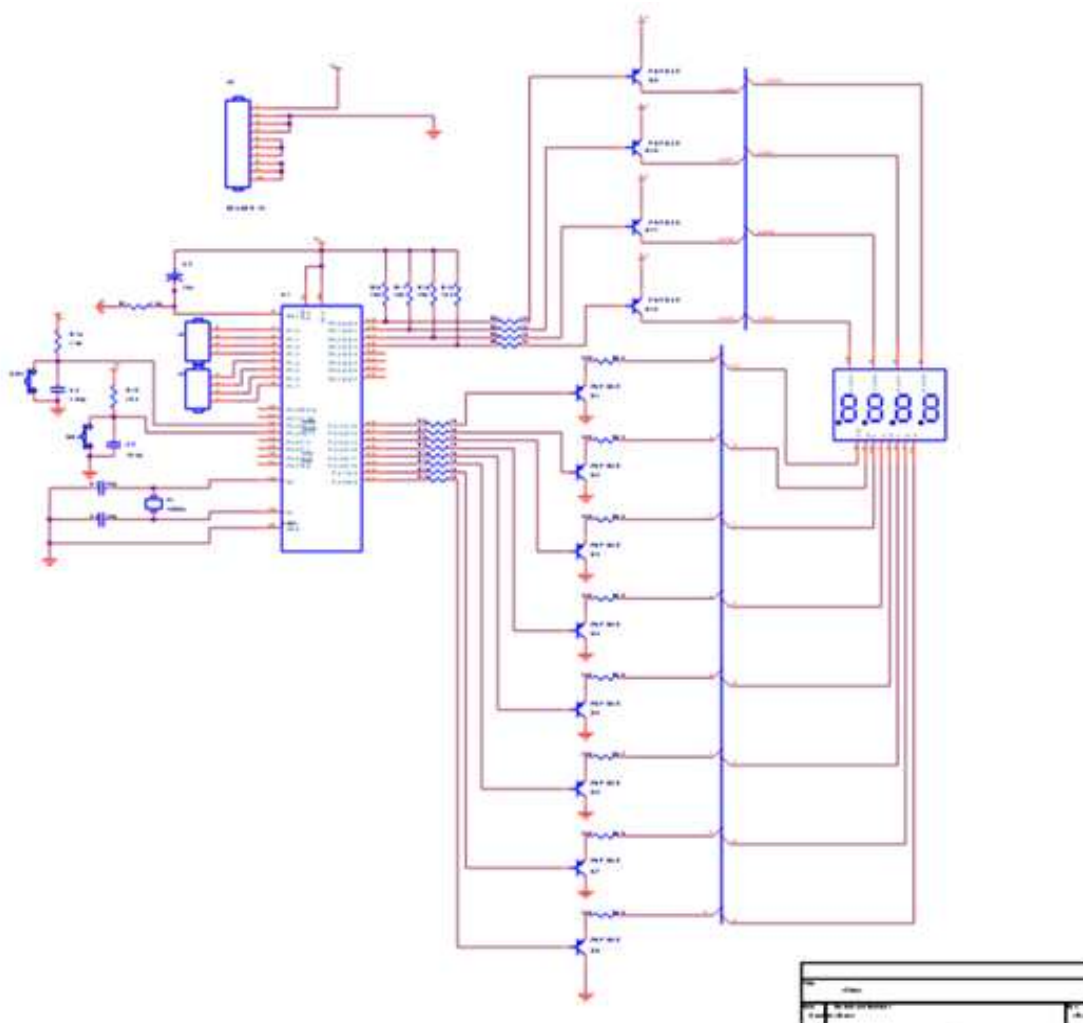
```
RETI
```

```
TABLE:DB 0C0H,0F9H,0A4H,0B0H,99H,92H,82H,0D8H,80H,98H
```

```
END
```



Capture 圖



LAYOUT 圖

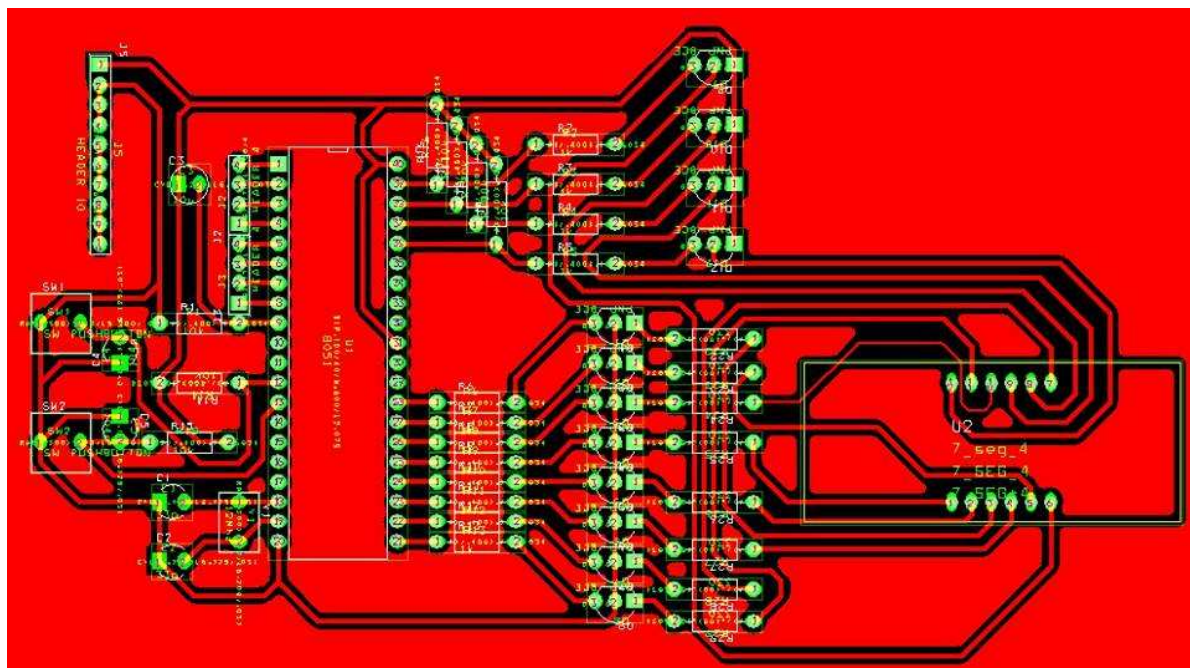


圖 11 LAYOUT 圖

參考文獻

- [1]. 單晶片微電腦 AT89S52/8951 原理與應用，蔡朝洋編譯，全華科技圖書，2006 年 6 月。
- [2]. 參考「修平技術學院電機工程學院之乒乓球發球機實務專題報告」。

