

高雄市高英高級工商職業學校

Kao Ying Industrial Commercial Vocational High School

專題製作報告



作品名稱:彈珠台 EX

組長:陳融一

組員:廖育成

組員:李富霖

組員:陳柏仲

指導老師:蔡忠憲主任

目錄

目錄.....	I
圖目錄.....	III
表目錄.....	III
壹、摘要.....	1
貳、研究動機與目的.....	1
一、研究動機.....	1
二、研究目的.....	2
參、理論探討.....	2
一、感測器.....	2
(一)微動開關.....	2
(二)光敏電阻.....	3
二、Arduino.....	6
三、七段顯示器模組.....	7
四、麵包版.....	9
(一)介紹.....	9
(二)構造.....	9
(三)優缺點.....	9
(四)使用說明.....	10
五、萬能電路板.....	10
(一)介紹.....	10
(二)構造.....	10
(三)優缺點.....	10
肆、研究方法.....	11
一、流程圖.....	11

二、製作過程.....	12
三、程式碼.....	13
四、材料表.....	14
伍、研究結果.....	15
一、微動開關.....	15
二、線路的配置.....	15
三、製作成果.....	15
柒、參考資料.....	20

圖目錄

圖(1)微動開關實體圖	3
圖(2)微動開關內部構造圖	3
圖(3)Arduino 解說圖	6
圖(4)Arduino 七段顯示器接法	8
圖(5)麵包版介紹圖	9
圖(6)麵包版的實作部分圖	10
圖(7)所有流程圖	11
圖(8)微動開關的線路配置圖	12
圖(9)Arduino UNO 板線路配置圖	12
圖(10)彈珠檯拉射預備圖	16
圖(11)彈珠檯彈珠滾動圖	16
圖(12)彈珠檯彈珠滾到微動開關時觸發七段顯示器計分動作圖	17
圖(13)彈珠檯按鈕歸零時把分數除去圖	17
圖(14) 彈珠檯拼裝完成果	19

表目錄

表(1)微動開關、光敏電阻、壓力感測器的比較	5
表(2)顯示數字資料碼	8
表(3)材料總整表	14

壹、摘要

在孩童時期，彈珠就是孩子很喜愛的玩具之一，每當圓滾滾亮晶晶的彈珠在滑行時總會吸引孩子的目光，在童年一群孩子總是可以透過彈珠發明許許多多遊戲，尤其我們逛夜市時，彈珠檯總是聚滿人潮，大人、小孩總是一玩再玩，十塊、二十塊、三十塊...不斷地交給彈珠檯的老闆，於是我們想為什麼不來手動做一台專屬於自己的彈珠檯？！

創作彈珠檯的過程中不知不覺賦予自己的設計創意，然後親自執行完成它是件過癮又富有意義的事，過程中的修修改改親自體驗著我們心境的轉折與變化，好似孕育這自己的一個彈珠檯，多麼渴望看到它的誕生與出現！

這次專題的主要目的是仿造夜市彈珠台利用微動開關計分的功能，讓我們不用去夜市，也可以享受在夜市同等打彈珠的快感。

貳、研究動機與目的

一、研究動機

在我童年的印象中，國小時期大家都很喜歡在下課的時候，拿小小一顆彈珠，下課時可以拿來做許許多多的遊戲，放學就跑去夜市開始打彈珠檯，彈珠檯是最吸引我的，尤其是他那顆圓滾滾亮晶晶的彈珠在滑行時總會吸引我的目光，在逛夜市的時候，常常再跟朋友在那打著彈珠檯，夜市彈珠台總是聚滿人潮，大人、小孩，總是一玩在玩，十塊、二十塊、三十塊...不斷地交給彈珠檯的老闆。

現在長大了，想要自己手動做一個專屬於自己的彈珠檯！！來懷念一下小時後那種感覺，小時候常常跟家人去夜市打彈珠台，彈珠檯只要打到他亮，紅色的通道，就會再增加彈珠的數量，還可以領到當時最好喝的彈珠汽水，對於當時後的我覺得非常真的很神奇，長大後我讀到資訊科才明白，當時的彈珠檯是利用微動開關感測器來控制掉彈珠，所以到了三年級要製作專題的時候，才突發奇想的想做彈珠檯，主要也可以了解到那些資訊業者為那些夜市攤販老闆製作彈珠台所花的心思與想法，讓我們能更進一步學習到社會上資訊產業製作產品的過程，所以我們才以童年的彈珠檯當作我們的專題。

二、研究目的

- (一) 為了想要回味童年，才製作這個彈珠台。
- (二) 利用在高職所學知識與彈珠台作結合。
- (三) 使用 Arduino 微動開關製作計分器。
- (四) 想要讓它有創新的做法，可以繼續在市面上存活。
- (五) 以我們設計此彈珠台可多重記分，並設計多種玩法，省去老闆人力不足的麻煩。

參、理論探討

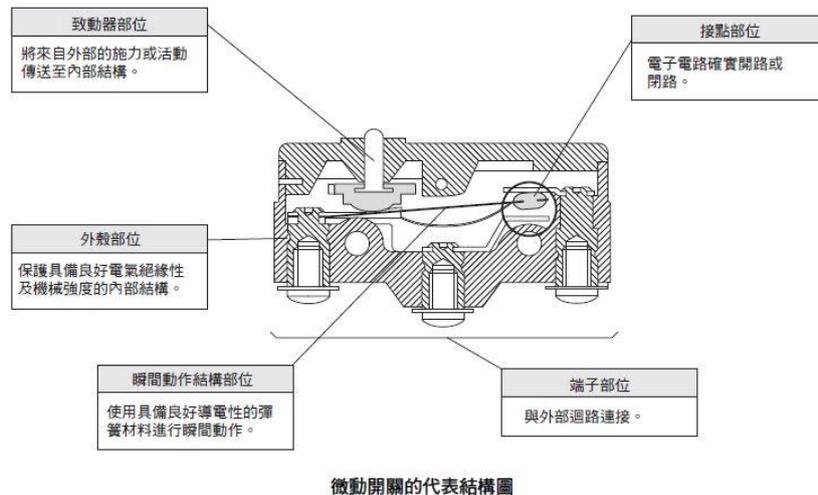
一、感測器

(一) 微動開關

微動開關係指具備微小接點間隔及瞬動結構，以規定的移動和力量來開閉動作的接點構造，且以外殼包覆使用指定動作及力量即可執行接點開關動作的接點結構，及外部具備致動器的小型開關。微動開關由於電流的開閉消耗接點，當接點間距愈大時 MD 就會變得愈大，感度也會變得愈差，接點間距 0.25mm 的微動開關，當以高感度為使用目的時，開閉電流要變小。接點間距愈大，對於耐振動性、耐衝擊性與切斷性能方面，效果都很好。微動開關是用機械原理，用東西碰觸到開關連桿。優點為觸點間距小、動作行程短、按動力小、通斷迅速。微動開關昂貴的價格在於有無迎接點的差異，係指開關之中，被拿來與具備開關特性的半導體開關比較對照 並以接點的機械性開閉執行開關功能之類別。根據各種用途所構成之接點的電氣性輸出輸入迴路，也就是指主體的固定接點。



圖(1)微動開關實體圖



圖(2)微動開關內部構造圖

(二)光敏電阻

光敏電阻是利用光電導效應的一種特殊的電阻，簡稱光電阻，又名光導管。它的電阻和光線的強弱有直接關係。光強度增加，則電阻減小；光強度減小，則電阻增大。暗電阻：當電阻在完全沒有光線照射的狀態下（室溫），稱這時的電阻值為暗電阻（當電阻值穩定不變時，例如 1kΩ 歐姆），與暗電阻相對應的電流為暗電流。亮電阻：當電阻在充足光線照射的狀態下（室溫），稱這時的電阻值為亮電阻（當電阻值穩定不變時，例如 1 歐姆），與亮電阻相對應的電流為亮電流。對於他的缺點有受溫度影響較大，響應速度不快，在 us 到 ms 之間，延遲時間受入射光

的光照度影響(微動開關無此缺點)。對於光敏的優缺點，優點：內部的
光電效應和電極無關(光電二極體才有關)，即可以使用交流電源 靈敏
度和半導體材料、以及入射光的波長有關。缺點：受溫度影響較大 響應
速度不快，在 us 到 ms 之間，延遲時間受入射光的光照度影響(光電二
極體無此缺點，光電二極體靈敏度比光敏電阻高)。

(三)壓力感測器

壓力感測器 (Pressure Sensor) 是測量氣體或液體壓強的感測器。
不同種類的壓力感測器有各自的工作原理與不同的應用環境。半導體壓
電阻抗擴散壓力感測器的膜片表面由半導體應變計構成，當外力(壓力)
使膜片變形發生壓阻效應，進而使電阻變化時，感測器會將電阻的變化
轉換為電子訊號。靜電容量型壓力感測器其電容器是將玻璃材料的固定
極與矽材料的可動極對向設置後所構成。當外力(壓力)使可動極變形，
靜電容量發生變化時，感測器會將靜電容量變化轉換為電子訊號。本文將
深入探討何謂壓力、量測壓力的原理以及如何使用不同種類的壓力感測
器進行準確的壓力量測，壓力的定義是流體對其週圍每單位面積施加的
力量。壓力 P 是力量 F 和面積 A 的函數。許多不同種類的設計以應用於測
量狀況、範圍以及材料有極大變化的壓力。壓力感測器的基本原理是把壓
力可以被轉換為某種中間形態，例如位移。然後感測器將這個度量轉換為
電力輸出，例如電壓或電流。這種形態的三種最普遍的壓力換能器為應
變規、可變電容，以及壓電計。在所有的壓力感測器種類中，Wheatstone
橋接器(以張力為基礎)感測器是最常見的，為各種不同的準確度、大
小、堅固性及成本限制提供解決方案。橋接壓力感測器用在高壓及低壓應
用中，而且可以測量絕對壓力、計示壓力或差壓。獲得可測量的電壓訊
號之後，該訊號必須轉換為實際的壓力單位。壓力感測器通常在其操作範
圍內都會產生線性反應，因此通常不需要線性化，但是你需要一些硬體或
軟體將感測器的電壓輸出換算為一種壓力度量。你所使用的換算公式視
所使用的感測器類型而定，而且會由感測器廠商提供。典型的換算公式是
激發電壓、感測器的全幅容量，以及一個校準係數的函數。壓阻式感測
器具有高輸出電壓、高靈敏度以及製造成本、靈敏度以及外界環境影響，
壓電式感測器具有低電磁干擾以及低功率散逸等優點，但其缺點為所量
測結果具有高度非線性及易受寄生電容影響，態響應並不靈敏，易受外
界應力影響，對溫度變化十分敏感，使得後段資料處理不易。

(四)比較三個感測器，光敏、壓力、微動

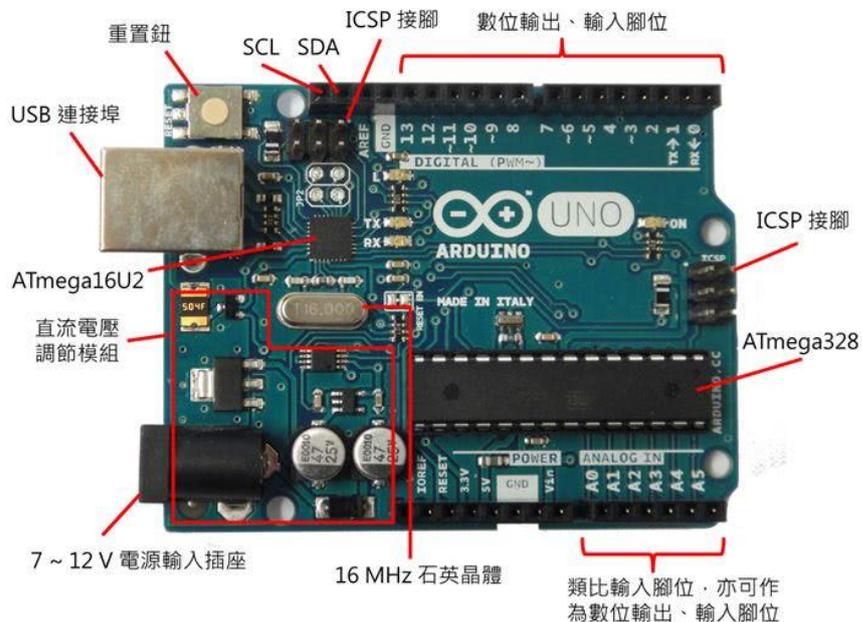
比較完之後，在實用方面上我採用了微動開關來作為我們觸發彈珠的感測器，對於其他兩種的感測器用圖有表示，他們每一個的感測器優缺點，加上我們這次的專題剛好是彈珠台，用光敏會有差距，需要加上一筆LED的開銷與使用，所以我們放棄使用光敏，用壓力感測器會覺得說，當我彈珠經過壓力感測器時，若速度剛好太快或是沒壓好，會導致說無法識別彈珠，變成無法計分，加上壓力感測器成本也偏貴，所以我們改成微動開關，應剛好可以省下成本，也可以讓他有專准的觸碰到，不會有沒有壓到或是無法識別的結果論。

表(1)微動開關、光敏電阻、壓力感測器的比較

	微動開關	光敏電阻	壓力感測器
圖			
優點	<ol style="list-style-type: none"> 1. 耐壓強 2. 價格便宜 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 內部的光電效應和電極無關，即可以使用直流電源 2. 價格便宜 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 耐壓強 2. 價格偏貴
缺點	<ol style="list-style-type: none"> 1. 需要重物..無法放置輕薄用物 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 受溫度影響較大 2. 響應速度不快 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 經過太快會導致無法識別

二、Arduino

Arduino SMD R3 這塊板子給了我無限的啟發程式碼的概念Arduino 电路板設計使用各種微處理器和控制器。這些电路板配有一組數字和類比I/O引腳，可以連接各種擴充板或麵包板（封鎖板）和其他電路。這些电路板具有串列埠，包括某些型號上的通用串列匯流排（USB），也用於從個人電腦載入程式。微控制器通常使用C/C++程式語言。除了使用傳統的編譯工具鏈之外，它用Atmel AVR 單片機，採用開放原始碼的軟硬體平台，構建於開放原始碼 simple I/O 介面，並具有使用類似Java，C語言的Processing/Wiring開發環境。特色有創用CC開放原始碼的電路圖設計，可免費下載他的Arduino的程式，可以自由改寫他的程式，並且可以燒入板子上，可以啟發無限的可能、無限的創意、無限的知識、無限的開發，且可簡單與多樣的感測器，各式各樣的電子元件連接，如：紅外線、超音波、熱敏電阻、光敏電阻、微動開關等等…多項感測器。還有提供優秀的模組可以讓這版子Arduino更多的多樣化，如：七段顯示器模組、壓力模組、溫度模組等等…多項模組且它支援USB不需外接電源，另外也有提供直流(DC)電源輸入



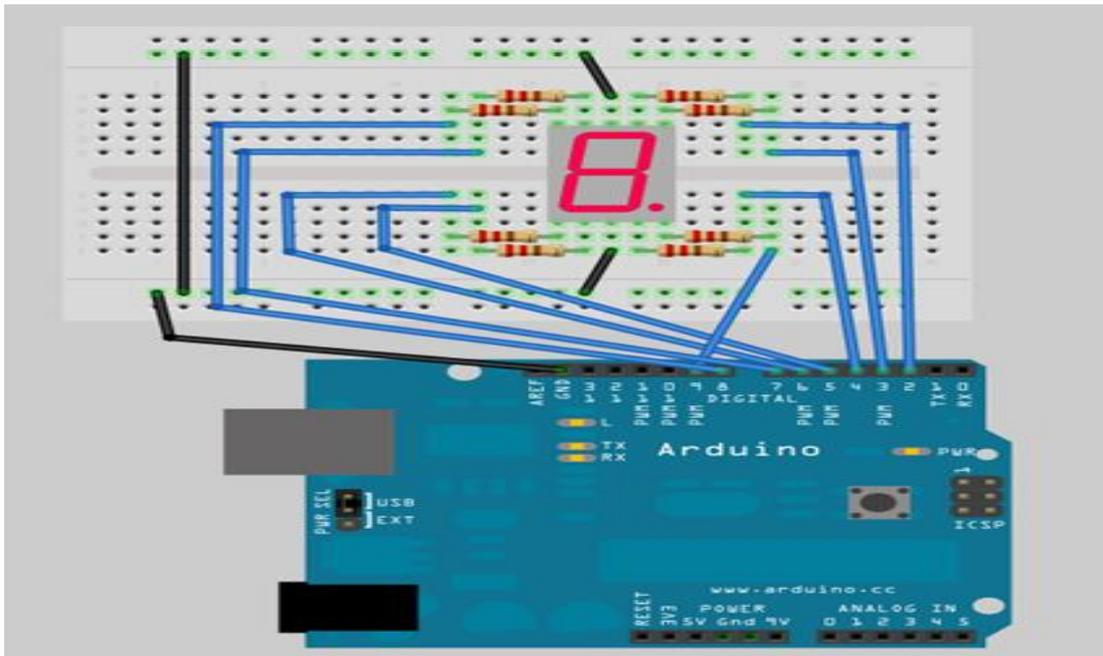
圖(3)Arduino 解說圖

三、七段顯示器模組

七段顯示器外型，內部構造由 8 個 LED 燈組成，每一個 LED 賦予它不同的名稱，為七個筆畫與一個小數點，依順時針方向為 a、b、c、d、e、f、g 與 dp 等 8 組資料，七段顯示器的背面有 10 支接腳，七段顯示器的構造。七段顯示器是用來顯示單一的十進制或十六進制的數字，可參考產品資料手冊或以通電方式來判斷資料編號位置。七段顯示器主要有兩種的規格，分為共陽極，共陰極規格必須使用“Sink Current”方式，由單晶片產生低電位的腳位，外部電源流入七段顯示器，在流入單晶片；共陰極規格則使用“Source Current”方式，由單晶片輸出高電位的腳位，提供七段顯示器電流，且必須注意單晶片所能提供的電流大小。要產生數字的方法，便是點亮特定資料的 LED 燈，例如要產生數字「0」，必須只點亮 a、b、c、d、e、f 等節段；要產生數字「5」，必須只點亮 a、c、d、f、g 等節段，以此類推。為單晶片與七段顯示器接腳圖，以共陽極電路而言，要產生數字「0」，必須控制單晶片的 PortB 的 RB0~RB5 為“低電位”，使電路形成通路狀態；以共陰極電路而言，要產生數字「5」，必須控制單晶片的 PortB 的 RB0、RB2、RB3、RB5 與 RB6 等接腳為“高電位”，提供七段顯示器電源。七段顯示器的兩支 com 接腳則與單晶片共接地，加上限流電阻約 100~300Ω 之間。以共陰極電路而言，單晶片控制七段顯示器顯示 0~9 數字的方法是由 PortB 送出十六進位資料，使特定腳位同時呈現高電位狀態，相關數字轉換的資料碼如表 1 所示。有低電位動與高電位動作兩種型態。低電位動作的七段顯示器，因為七個二極體的陽接在一起，因此又稱為共陽極七段顯示器。反之，高電位動作的七段顯示器則稱為共陰極七段顯示器。反之，高電位動作的七段顯示器則稱為共陰極七段顯示器。目前，先以共陽極七段顯示器說明之。我們可以整理出由 0 至 9 每一數字顯示時需要發亮的 LED，整理如表 1 所示。0 至 9 數字顯示所相對的發亮線段，再把每一個 LED 相對的布林函數寫出來。

表(2)顯示數字資料碼

腳位	RB7	RB6	RB5	RB4	RB3	RB2	RB1	RB0	十六進位
資料	dp	g	f	e	d	c	b	a	
0	0	0	1	1	1	1	1	1	3F
1	0	0	0	0	0	1	1	0	06
2	0	1	0	1	1	0	1	1	5B
3	0	1	0	0	1	1	1	1	4F
4	0	1	1	0	0	1	1	0	66
5	0	1	1	0	1	1	0	1	6D
6	0	1	1	1	1	1	0	1	7D
7	0	0	0	0	0	1	1	1	07
8	0	1	1	1	1	1	1	1	7F
9	0	1	1	0	1	1	1	1	6F



圖(4)Arduino 七段顯示器接法

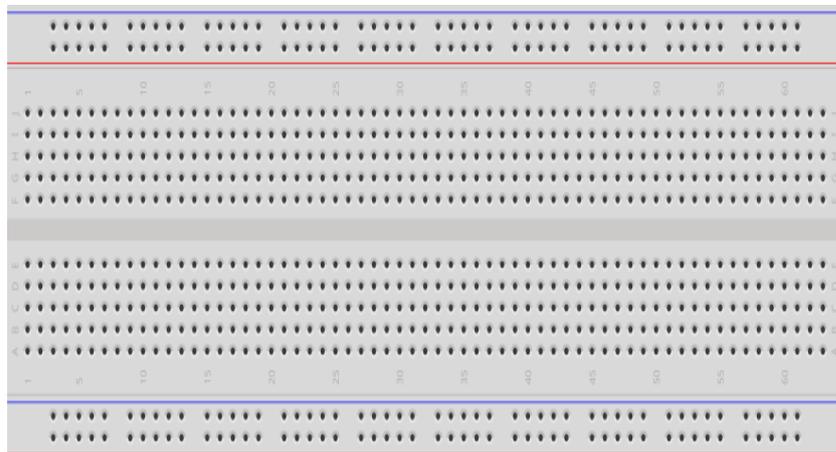
四、麵包版

(一)介紹

又稱"萬用板"，由於修改方便，故為一般電路實驗最常用到的電路板。麵包板是由於板子上有很多小插孔，很像麵包中的小孔，因此得名，專為電子電路的無焊接實驗設計製造的。由於各種電子元器件可根據需要隨意插入或拔出，免去了焊接，節省了電路的組裝時間，而且元件可以重複使用，所以非常適合電子電路的組裝、調試和訓練。

(二)構造

整板使用熱固性酚醛樹脂製造，板底有金屬條，在板上對應位置打孔使得元件插入孔中時能夠與金屬條接觸，從而達到導電目的。一般將每5個孔板用一條金屬條連線。板子中央一般有一條凹槽，這是針對需要積體電路、晶片試驗而設計的。板子兩側有兩排豎著的插孔，也是5個一組。這兩組插孔是用於給板子上的元件提供電源。在麵包板的上下兩側分別有兩列插孔，一般是作為電源引入的通路。上方第一行標有「+」的一列有5組插孔，每組5個（內部5個孔連通），均為正極。上方第二行標有「-」的一列有5組插孔，每組5個（內部5個孔連通），均為接地。麵包板下方第一行與第二行結構同上。如需用到整個麵包板，通常將「+」與「+」用導線連接起來，「-」與「-」用導線連接起來。



圖(5)麵包版介紹圖

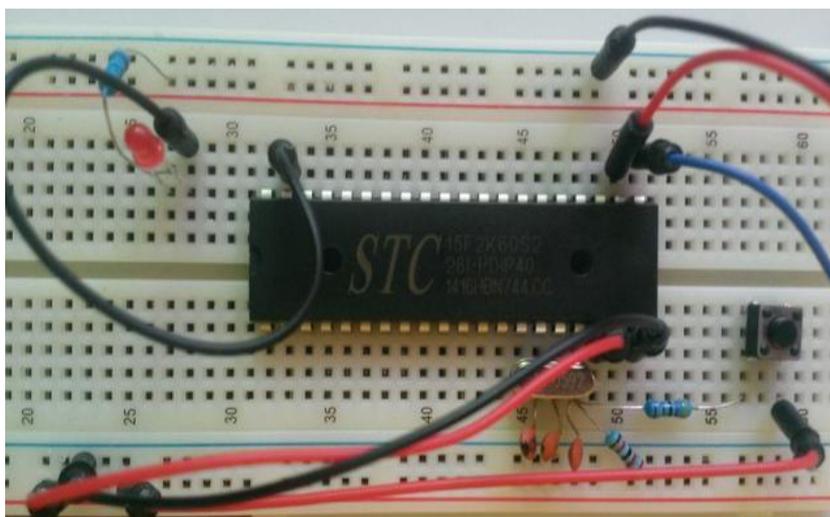
(三)優缺點

優點：由於各種電子元器件可根據需要隨意插入或拔出，免去了焊接，節省了電路的組裝時間，而且元件可以重複使用，所以非常適合電子電路的組裝、調試和訓練。

缺點：減少連接點，避免立交橋，避免進水、碎屑以及粉狀物進入插孔，避免集成電路的粗暴插拔，以免管腳折在插孔內，不要將金屬線折斷在插孔內。不要將太粗的導線、探針、管腳插入孔內。

(四)使用說明

請先觀察麵包板內部導線之結構。將麵包板橫放。上方長排插孔接以電源線，下方長排插孔接以地線。按照電路圖，擺放元件於水平方向的長排插孔。以單心線輔助接線，完成所有電路連接。



圖(6)麵包板的實作部分圖

五、萬能電路板

(一)介紹

萬能電路板也叫萬用板、實驗板，這是一種通用設計的電路板，通常其板上布滿標準的 IC 間距 (2.54mm) 的圓型獨立的焊盤，看起來整個板子上都是小孔，所以也俗稱為「洞洞板」。相比專業的 PCB 印刷電路板，洞洞板具有成本低、使用方便、擴展靈活等特點。

(二)構造

一般在洞洞板上布局元器件，就是基本上對照的電路原理圖上元器件的布局規劃，從關鍵器件為中心開始布局，其他元器件圍繞著中心以見縫插針的方式布局。對於熟悉電子電路的人，可以遵照這種方式邊焊接邊規劃，無序中體現著有序，效率較高。但一般人不推薦直接焊板，而是建議按照以上的布局原則，先在紙上進行初步的布局做好圖紙，然後再按照圖紙進行焊接，對於初學者甚至建議可以用筆在洞洞板正面把走線也畫上去，以方便對照焊接。

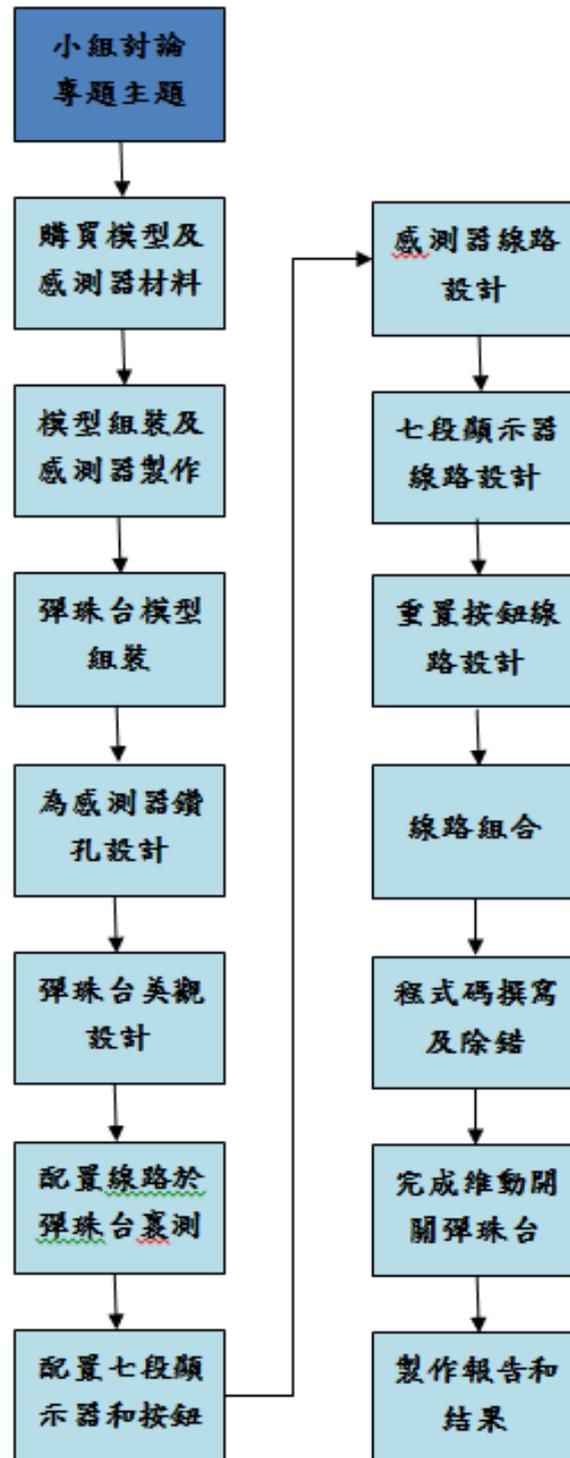
(三)優缺點

優點：製作簡易電路時价格便宜，且取得方便製作也快速。

缺點：對於過大的電路，非但不容易製作，且製作完後要除錯更是難上加難，要丟棄不好處理。

肆、研究方法

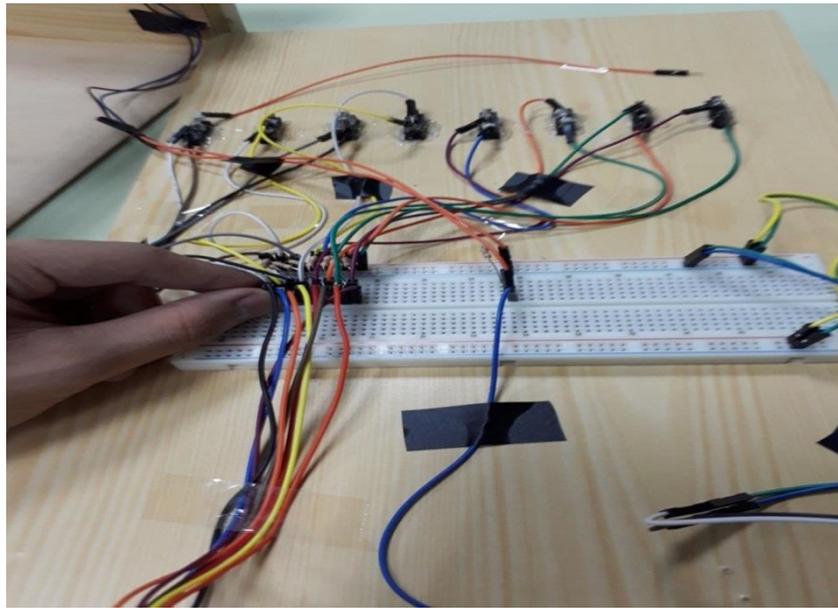
一、流程圖



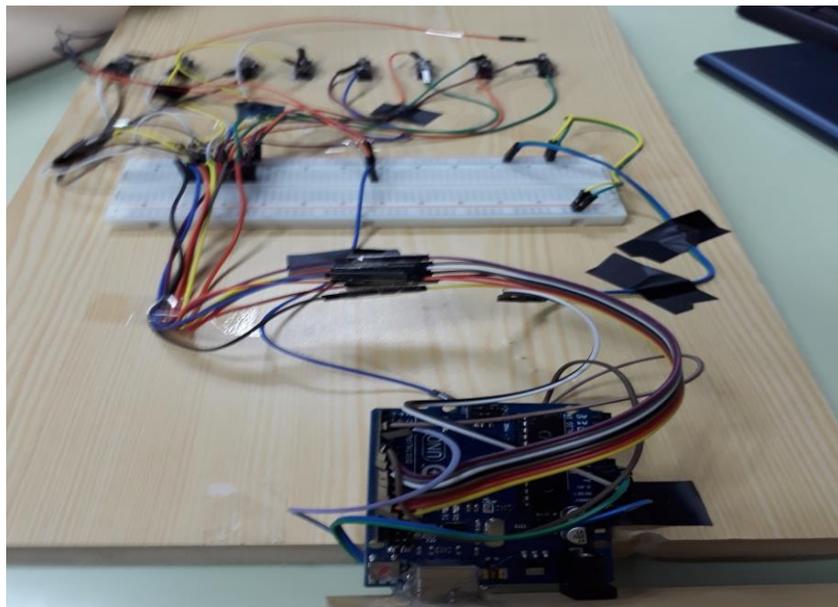
圖(7)所有流程圖

二、製作過程

在把微動開關結合到彈珠台上時，需要把彈珠台上的木板鑽上一個合適的長方形，不然在裝微動開關時，會有鬆脫的情形，而我們買的彈珠由於重量都小於微動開關所需的重量，所以我們跑了很多鋼珠店買鋼珠，白白消耗了很多我們組的金錢，而在程式碼方面，我們因為沒寫過這感應器的程式，所以花費很多時間去爬文別人的作法，並把一些有用的資訊作結合，才寫出觸發微動開關會計分的程式碼



圖(8)微動開關的線路配置圖



圖(9)Arduino UNO 板線路配置圖

三、程式碼

```
#include <TM1637Display.h> //載入TM1637函式庫
#define CLK 2 //定義七段顯示器模組CLK號腳到2
#define DIO 3 //定義七段顯示器模組DIO腳位到3
TM1637Display display(CLK, DIO); //四位數七段顯示器腳位
#define Reset 5 //重置微動開關按鈕腳位
int Button[]={13,12,11,10,9,8,7,6}; //微動開關按鈕腳位
int fraction=0; //紀錄當前分數
void setup() { //程式初始化
    Serial.begin(9600); //設定鮑率
    display.setBrightness(0x0f); //設定四位數七段顯示器的亮度

    for (int i=0;i<9;i++) pinMode(Button[i],INPUT); //設定所有按鈕腳位為輸入
    Serial.println(fraction); //顯示現在分數
    display.clear(); //重置四位數七段顯示器
    display.showNumberDec(fraction, false); //設定四位數七段顯示器顯示當前分數
}
void loop() { //重複迴圈
    for (int i=0;i<8;i++){ //判斷八個按鈕哪一個被觸發
        if (digitalRead(Button[i])==1){ //讀取當前按鈕是否被觸發
            if (i==0)fraction=fraction+10; //設定觸發後所更動的分數
            if (i==1)fraction=fraction+20; //設定觸發後所更動的分數

            if (i==2)fraction=fraction+30; //設定觸發後所更動的分數
            if (i==3)fraction=fraction+50; //設定觸發後所更動的分數
            if (i==4)fraction=fraction+50; //設定觸發後所更動的分數
            if (i==5)fraction=fraction+30; //設定觸發後所更動的分數
            if (i==6)fraction=fraction+20; //設定觸發後所更動的分數
            if (i==7)fraction=fraction+10; //設定觸發後所更動的分數
            Serial.println(fraction); //顯示當前分數
            display.clear(); //清除先前四位數七段顯示器的分數
            display.showNumberDec(fraction, false); //顯示現在四位數七段顯示器的分數
            delay(25); //延遲0.25秒
```

```

        while (digitalRead(Button[i])==1){ //等待按鈕離開
            delay(10); //延遲0.1秒
        }
    }
}
if (digitalRead(Reset)==1){ //偵測按鈕按下時是否觸發
    fraction=0; //重置分數
    Serial.println(fraction); //顯示重置後的分數
    display.clear(); //清除七段顯示器內容
    display.showNumberDec(fraction, false); //顯示重置後的分數
    delay(25); //延遲0.025秒
    while(digitalRead(Reset)==1){ //判斷按鈕離開
        delay(10); //延遲0.01秒
    }
}
}
}

```

四、材料表

表(3)材料總整表

名稱	規格	數量
木製彈珠台	長 34 公分 寬 17 公分 高 8.5 公分	1
Arduino UNO 版	Arduino UNO 2012 R3 版 Mega328+ATMega16U2 開發版	1
七段顯示器模組	TM-1637	1
按鈕(歸零按鍵)	長 1 公分寬 1 公分高 2.5 公分	1
彈珠	14mm	5
微動開關	DM3-01P-15 系列	8
杜邦線	公對公、公對母	20
麵包板	400 孔(85*55mm)	1
電阻	220 歐姆	8
包裝紙	長 40 公分寬 25 公分	1

伍、研究結果

一、微動開關

微動開關有分三個角，NO、NC 和 C，其中 NO 接負、C 接正、NC 空接只有這樣才能讓微動開關觸發，我們把微動開關和七段顯示器接在麵包版上費了好一段功夫，查網站的接法，請班上的人幫忙除錯麵包版和程式碼，經過好一段時間才把微動開關計分器搞定，每個開關會跳出指定的分數，達到我們所需要的功能。

二、線路的配置

由於微動開關不只一個，所以在麵包板上的配線需要縝密分配線的位置，為了不要造成短路，我們把線路整齊的黏在彈珠台板子的裏側，雖然這樣讓微動開關發生的機率減少了許多，但難免在測試的過程中會發生些許問題。七段顯示器模組是我們遇過最有線路的問題之一，因為他每個線路需要一一對好分好，才能夠完成顯示的位子，才能接收到微動開關傳來的數據，才能讓它顯示在那一個板子上。按鈕是一個很簡單的同時也是最難的，為了讓他順利可以在任何時候可以讓它歸零，花了不少的心力下去調整線路的分配。

最後是為了讓它可以成功接在我們的彈珠台身上，我們選擇了用麵包版來固定它的線路，為了把線完整的固定在板子身上，我們用了很多膠帶去把它固定好，按鈕的線路也是一直一直再改位子，七段顯示器選擇讓他這樣固定在表面上，這樣才不會讓它有所謂的斷路的狀況，我們的 Arduino 版選擇在後面裝接線，這樣才不會讓它有所謂的難接上行動電源。

三、製作成果

經過為期4個月的努力，終於把專題的彈珠台製作完成，微動開關、七段顯示器還有按鈕，彈珠的問題與團體的糾紛問題，了解我們所在製作的彈珠台是跟市面上不一樣，特有唯一的彈珠台，也是手工彈珠台，這段時間裡找了不少的程式碼，改了很多的方案，當初要用壓力感測器來下去當我們的主要的接觸開關，然後改成微動開關來當我們最主要的接觸開關，一方面是為了可以能夠讓他更像夜市的彈珠台，一方面也是為了滿足童年的時候，享受自己手工製作出來的彈珠台成果。

四、作品操作



圖(10)彈珠檯拉射預備圖

當彈珠彈射出去時需要拉握把，施力時可將把彈珠彈射出去，彈射出去後可往釘子林來緩速進行隨機滑下。



圖(11)彈珠檯彈珠滾動圖

當彈珠射出時，會經過如圖這樣釘子林，讓他擁有更多的隨機，更多的可能滑下去，來分別滑到不同的微動開關的方向洞口。



圖(12)彈珠檯彈珠滾到微動開關時觸發七段顯示器計分動作圖

當彈珠滑落到任何一個微動開關時，Arduino 板會偵測到任何一個的微動開關已經被彈珠所觸發到，它將會傳輸到七段顯示器模組，來實施該微動開關的計分動作。



圖(13)彈珠檯按鈕歸零時把分數除去圖

當我打完 5 顆的彈珠時候，就按下按鈕，按鈕會觸發到 Arduino 板上讓它進行偵測的動作，讓它把在七段顯示器的分數，讓它有一個歸零的動作，完成一個迴圈。

陸、結論

一、討論

我們藉由這次專題實作彈珠台，了解到原來團隊合作共同製作出來的許許多多的感想與感觸，對於我們來說一開始其實想說這應該可以快速地完成也不用花到太多的金錢與時間，當我們開始接觸了解這些研究未知領域時，馬上就開始跟我們的組員討論，本來可以很簡單的事情，變成說我們一定要想成很麻煩，然後回過頭才發現說，原來一開始可以這樣的簡單解法，被我們這樣搞成超難，這當中製作這專題的時候，我們有過為了金錢的糾紛，而慢慢變成說分工合作的糾紛，對於我們來說，製作這個彈珠檯是蠻簡單的過程，當我們深入地去解析每個材料的時候，才發現說每個材料是這樣製造出來，所以當時我們就確定了，這是一個很好的專題製作，也是可以增加我們團隊的配合度，讓我們彼此能夠去了解對方有什麼優缺點，一開始的時候我們遇到了選擇購買的材料是錯誤無法執行，當我們遇到了微動開關主要程式碼那邊的時候，一度以為我們的在學校學了很多可以活用自如，發現說原來這個微動開關所需要的程度比較高，每個人實在分擔不起，只好必須採用一個人查詢資料、另一個人利用所學知識把程式碼互相結合，來獲得我們所需的功能，程式碼，再來就是我們最大的難題七段顯示器的接法與線路的採用，需要把每一條的線插好，才能確保他正常，那時候為了把七段顯示器修好，還跟組員吵著再買一顆來用呢。對於在微動開關感應那裡，我們以為各個微動開關的重量是不一樣的，所以我們買了不少的微動開關來進行測試，結果真的沒有料想到普通彈珠的重量是居然無法感應到微動，需要多好幾克重量的彈珠才能勉強壓的過去，這點真的沒有考量到真的需要改進，雖然這次我們製作的彈珠台，還有很多可以來檢討，來參考其他在網路上的一些文章，或許可以改進一些我們的觀念，還有我們的小問題，在看到彈珠檯團隊努力製作的過程，以及在那些功能和成品陸陸續續都出來時候，在那當下真的很有成就感，很有滿足感。



圖(14) 彈珠檯拼裝完成果

二、心得

當拼完這所謂的專題製作彈珠台，讓我覺得這幾個月的努力，沒有所謂的白費或是浪費掉，做完的時候，非常有成就感，當它慢慢顯示起那個七段顯示器的時候，我才明白說，製作彈珠檯的樂趣原來是這麼的有趣呢。

這次製作台彈珠讓我們充分有學習到說團體合作，還有分工合作的快速，一起拚出那個充滿回憶的彈珠台，也讓我高三這半個月時間，有充分的挑戰出什麼叫專題製作與團體打拼，感謝這半個月中的老師、主任、同學們，我們一起討論，努力的成績。

在專題製作中我們也知道說一個作品並不是一個人去構想，而是整個團隊一起建構一起努力的一個作品，所以每個人的想法跟建議需要再團隊裡所表達出來，然後在一起把所有的資料統整出來，再運用我們這三年來在課堂上所學的所有東西、內容、資料跟團隊每一個人的想法做為通用。從這我們可以互相在過程中發現每個人的部分能力不足需要稍微補強。

柒、參考資料

一、<https://github.com/eatingli/basketball-scorer>

籃球七段計分

二、<https://www.mobile01.com/topicdetail.php?f=37&t=5370356>

微動開關接法

三、<http://ir.hust.edu.tw/bitstream/310993100/2517/1/>

微動開關 Arduino

四、<http://deepviator.pixnet.net/blog/post/28367176>

壓力感測器

五、<https://www.omron.com.tw/solution/guideDetail/116>

Arduino 程式碼參考

六、葉雞。Arduino：輕鬆入門範例分析與實作設計。台灣：博碩

七、黃建庭。輕鬆玩 Arduino 程式設計與感測器入門。台灣：基峰

八、趙英傑。超圖解 Arduino 互動設定入門(第3板)。台灣：旗標

九、楊明豐。Arduino 最佳入門與應用：打造設計輕鬆學。台灣。基峰