

臺北市立大安高級工業職業學校專題製作競賽

「專題組」作品說明書



類別：電機與電子群

作品名稱：水滴字幕機

水滴與單晶片板的交互應用

關鍵詞：藍芽、視覺暫留、電磁

目錄

目錄	I
圖目錄	II
表目錄	III
摘要.....	IV
壹、研究動機.....	1
一、研究背景及目的.....	1
貳、主題與課程之相關性或教學單元之說明.....	2
一、硬體製作.....	2
二、電路製作.....	2
三、程式撰寫.....	2
參、研究方法.....	4
一、理論探討.....	4
二、研究流程.....	4
(一).研究步驟.....	4
(二).操作步驟.....	5
三、使用材料與工具.....	7
(一).零件介紹.....	7
(二).軟體介紹.....	11
肆、研究結果.....	14
一、主功能部分.....	14
二、外觀硬體部分.....	14
伍、討論.....	18
一、主板選用.....	18
二、硬體設計.....	18
陸、結論.....	20
一、結論.....	20
二、未來展望.....	20
柒、參考資料及其他.....	21
捌、附錄.....	22
附錄一、設備清單.....	22
附錄二、材料清單.....	23
附錄三、研究成員簡歷.....	24

圖目錄

圖 1 市面上常見的 LED 字幕機	1
圖 2 激光寶盒	2
圖 3 編寫 Arduino 的畫面	3
圖 4 電影出神入化 2 中 兩滴利用視覺暫留停駐的畫面	4
圖 5 製作流程圖	5
圖 6 開機後執行動作流程圖	6
圖 7 Uno 與 Mega2560 的比較	7
圖 8 Mega2560 腳位圖	8
圖 9 Uno 板腳位圖	8
圖 10 微型抽水馬達	9
圖 11 微型電磁閥	9
圖 12 COB 光源	10
圖 13 HC-05 藍芽模組	10
圖 14 HC-06 藍芽模組	11
圖 15 日本松下電器所生產的 NCR18650B	11
圖 16 Altium Designer 宣傳圖	12
圖 17 空白的 Excel 編碼	14
圖 18 數字 8 的編碼	14
圖 19 製作角鋼外觀時的情況	15
圖 20 上水槽+電磁閥	16
圖 21 下水槽	16
圖 22 角鋼外觀製作完成後放上水槽的長相	17
圖 23 PWM 脈波寬度調變 示意圖	18
圖 24 早期測試照片	19
圖 25 未來展望	20

表目錄

表 1 微型抽水馬達規格	8
表 2 微型電磁閥規格	9

摘要

在現代人高速的生活步調中，追求生活中的美感已經變成了人們在生活中忙裡偷閒的一種樂趣，因此，許多看起來唯美、精巧的物件就此誕生，為的就是補足人們生活中所缺少的那份情調，因此我們打算利用 Arduino MEGA 2560 以及電磁閥的開關，配合燈的閃爍以及水滴來製作一個可以利用水滴顯示字的裝置。

壹、研究動機

一、研究背景及目的

我們選擇這個專題的原因是由於我們本身都處在身邊有許多電子儀器設備的環境，因此我們本身就不會在工場裡面碰到水，所以我們想做一個如果我們平常所接觸的設備加上水會有怎樣的結果，再加上如果平常如果能於家裡看著水滴的千變萬化來達成放鬆的效果，因此我們才有了此次專題的構思。



圖 1 市面上常見的 LED 字幕機

貳、主題與課程之相關性或教學單元之說明

一、硬體製作

這次我們在製作外觀時，只有壓克力板運用到了雷射切割，在我們高三的時候學校新增了一台雷射切割的設備，它的名字叫做激光寶盒，它讓我們能夠以最精準的角度、長度、寬度來去切割我們所設計的壓克力板，來達成我們所想要的拼裝方式，至於角鋼的部分則是因為本科系沒有特殊設備來切角鋼，因此是委外製作，但是螺絲的部分則是其中兩位組員於高三時與汽車科合作的汽車電子應用實習所學，因此我們才能夠精確地去設計哪邊所需要的螺絲、螺帽以及墊片是我們所需要以及合用的。



圖 2 激光寶盒

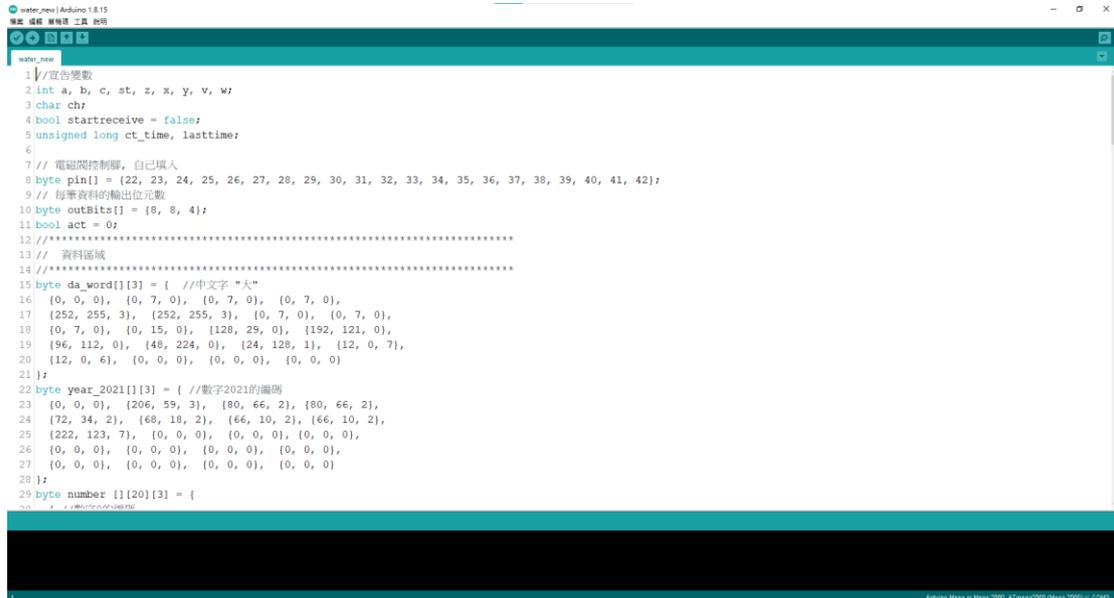
二、電路製作

電路製作的部分則是運用到了高一所學的基本電學實習以及高二所學的，高一時學會看基本的電路圖和利用麵包板將其接出來並還原功能，學會了用電源供應器以及示波器，還有最重要的焊接，因為高一學的這些才讓我們可以在早期測試的時候可以順利的成功，而不是一開始在思考電路的時候就是失敗，測試成功了之後，再來就是應用到了高二所學的電腦輔助應用實習，高二時學會了利用 Altium Designer 來設計電路以及 PCB 板，讓我們可以用最小的空間以及最乾淨的佈線來設計我們想要想要的功能，而不是以一大堆元件以及混亂的佈線接在麵包板上。

三、程式撰寫

程式是使用由高二的單晶片微處理機實習所學的 Arduino 來編寫，Arduino

是一種適合初學者的程式語言，它的語法鮮明，且邏輯清楚，我們一開始就確定了要使用 Arduino 來控制我們的專題，我們透過高二所學以及網路上的各種資料來控制我們的單晶片板，最終才可以有如此成果，因此我們所編寫的程式是這個專題的最大幕後功臣。



```
1 //宣告變數
2 int a, b, c, st, z, x, y, v, w;
3 char chr;
4 bool startreceive = false;
5 unsigned long ct_time, lasttime;
6
7 // 電磁閥控制腳，自己填入
8 byte pin[] = {22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42};
9 // 每筆資料的輸出位元數
10 byte outBits[] = {8, 8, 4};
11 bool act = 0;
12 //*****
13 // 資料區域
14 //*****
15 byte da_word[][3] = { //中文 "火"
16 {0, 0, 0}, {0, 7, 0}, {0, 7, 0}, {0, 7, 0},
17 {252, 255, 3}, {252, 255, 3}, {0, 7, 0}, {0, 7, 0},
18 {0, 7, 0}, {0, 15, 0}, {128, 29, 0}, {192, 121, 0},
19 {96, 112, 0}, {48, 224, 0}, {24, 128, 1}, {12, 0, 7},
20 {12, 0, 6}, {0, 0, 0}, {0, 0, 0}, {0, 0, 0}
21};
22 byte year_2021[][3] = { //數字2021的編碼
23 {0, 0, 0}, {206, 59, 3}, {80, 66, 2}, {80, 66, 2},
24 {72, 34, 2}, {68, 18, 2}, {66, 10, 2}, {66, 10, 2},
25 {222, 123, 7}, {0, 0, 0}, {0, 0, 0}, {0, 0, 0},
26 {0, 0, 0}, {0, 0, 0}, {0, 0, 0}, {0, 0, 0},
27 {0, 0, 0}, {0, 0, 0}, {0, 0, 0}, {0, 0, 0}
28};
29 byte number [] [20][3] = {
```

圖 3 編寫 Arduino 的畫面

參、研究方法

一、理論探討

我們所用到的原理主要是視覺暫留，視覺暫留（英文：Persistence of vision）也稱為正片後像，是光對視網膜所產生的視覺，在光停止作用後，仍然保留一段時間的現象，其具體應用是電影的拍攝和放映。原因是由視神經的反應速度造成的，其時值約是 1/16 秒，對於不同頻率的光有不同的暫留時間。是現代影視、動畫等視覺媒體製作和傳播的根據。比如：我們日常使用的日光燈每秒大約熄滅 100 餘次，但我們基本感覺不到日光燈的閃動。這都是因為視覺暫留的作用。所以，要達成最基本的視覺暫留效果至少需要 10fps（參考影片的幀率）。

視覺實際上是靠眼睛的晶狀體成像，感光細胞感光，並且將光信號轉換為神經電流，傳回大腦引起人體視覺。



圖 4 電影出神入化 2 中 雨滴利用視覺暫留停駐的畫面

二、研究流程

(一).研究步驟

從八月底確定題目後，我們就開始了到隔年一月的專題之路，首先我們是蒐集了網路上的各種資料來理解原理，並且開始確定要使用的材料以及要使用的程式，經過討論後，一開始決定使用 Arduino Uno、WS2812B、電磁閥來作為我們這次專題的核心，前期的成果很快就出來了，但是到了後期發現板子的 pin 腳根本不夠我們使用，LED 的控制也相當麻煩，所以我們決定將主板改為 MEGA 板，

LED 的部分也改成控制簡單的 COB LED，之後就開始著手將外觀組裝起來以及撰寫程式，最後將多樣東西設計後合併於一起才完成此次的專題開發。

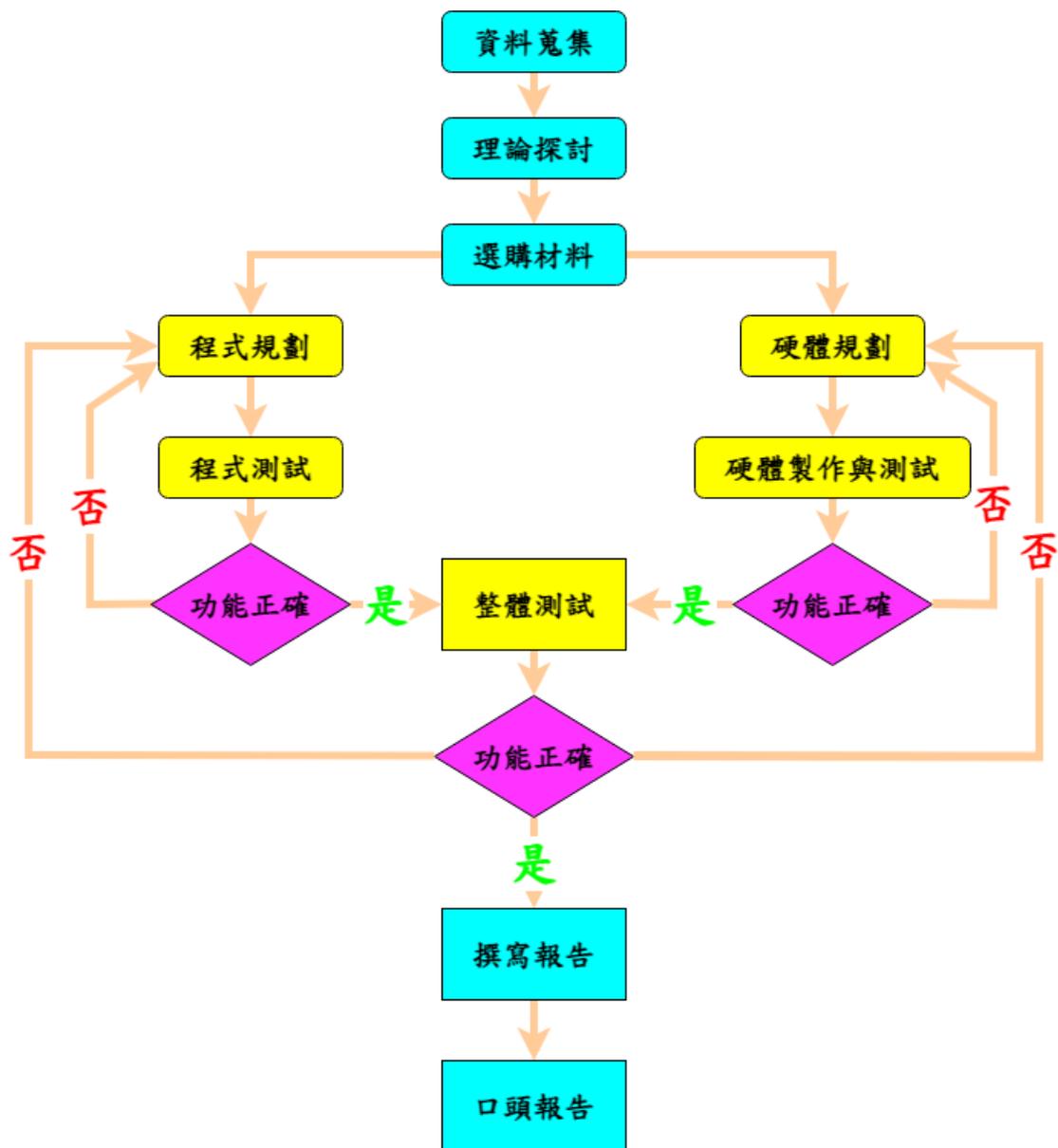


圖 5 製作流程圖

(二).操作步驟

將我們的主要單晶片微處理機板以及電路板接電後，開機時會利用水滴顯示倒數 5 秒，之後去接收藍芽所傳輸進來的訊息來判斷要輸出的字型，如果沒有接收到訊息便會一直等待，接收到訊息後會重複輸出相同字型直到藍芽有新訊息傳進來。

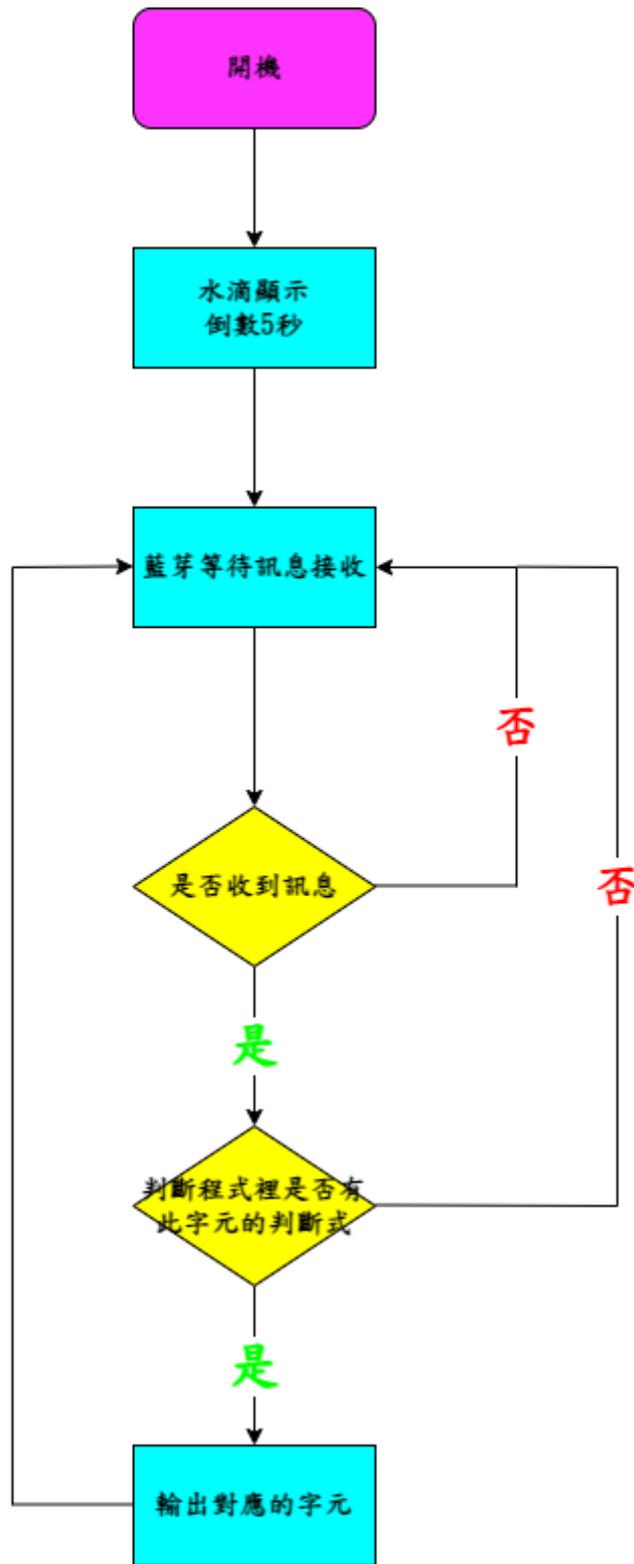


圖 6 開機後執行動作流程圖

三、使用材料與工具

(一).零件介紹

1. Arduino Mega2560

最一開始其實我們本來是使用 Uno 板來做前期的測試，因為一開始只有使用 4 個電磁閥，但是到後來決定我們要用 20 個電磁閥之後，才發現 Uno 板上的數位接腳數量不足以讓我們控制電磁閥，因此我們毅然決然換成了 Mega2560，.Mega 板上的 54 個數位接腳足夠我們控制絕大多數的東西，而且它的控制電壓跟 Uno 板一樣是 5V，我們不用更換電源就可以達成更強大的控制，況且 Mega 板上的序列埠也有 4 組，可以讓我們執行藍芽與電腦序列埠的雙向控制來做測試，裡面還有 256KB 的快閃記憶體，足足比 Uno 板高了 8 倍，價格的部分也不會高出 Uno 板太多，對我們來說性價比算是非常高，因此選擇它作為我們電路控制的主板。

	Uno	Mega2560
微控晶片	ATMega328	ATMega2560
工作電壓	5V	5V
輸入電壓	7~12V	7~12V
Digital I/O	14	54
PWM	6	15
Analog input	6	16
Analog output	0	0
Clock Rate	16MHz	16MHz
Serial port(UART)	1組	4組
External interrupts	2組	6組
SPI	有	有
I2C	1組	1組
Flash Memory	32KB	256KB
SRAM	2KB	8KB
EEPROM	1KB	4KB
面積大小(cm*cm)	6.9*5.3	10.2*5.3

圖 7 Uno 與 Mega2560 的比較

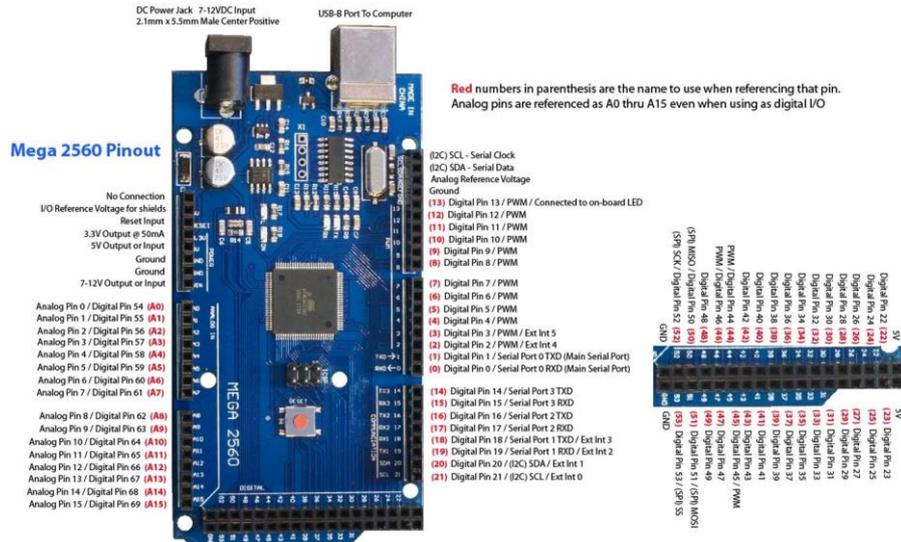


圖 8 Mega2560 腳位圖

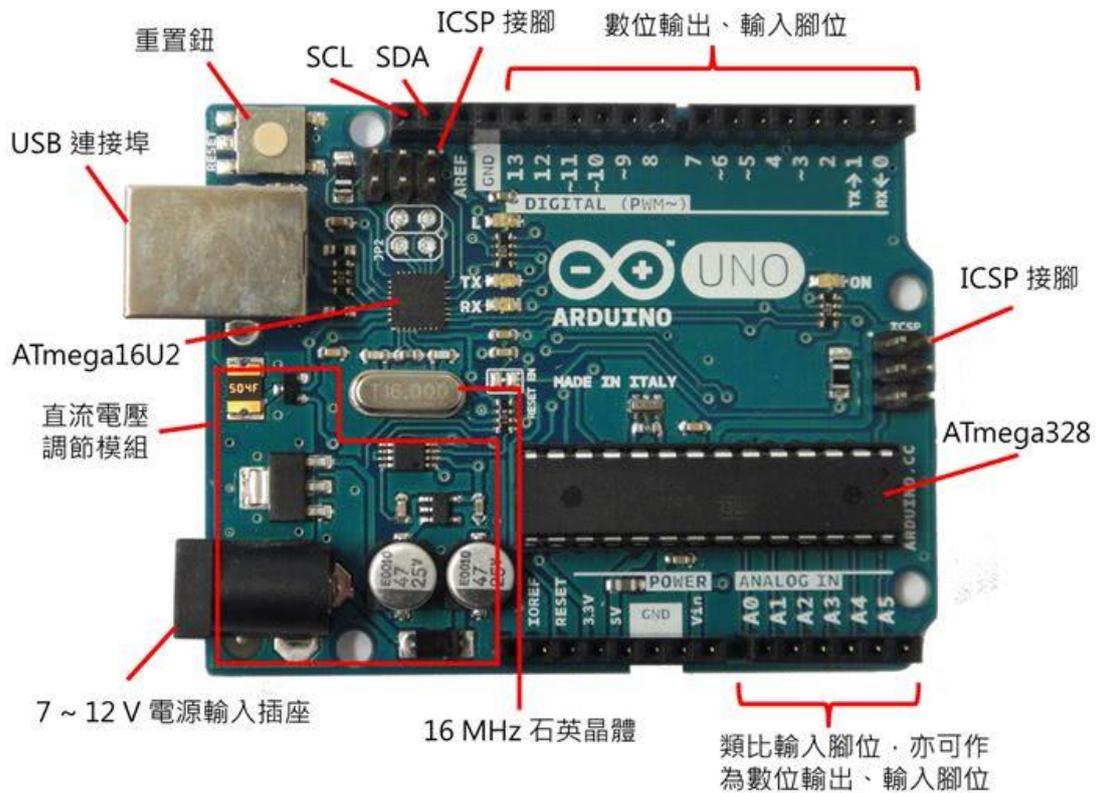


圖 9 Uno 板腳位圖

2. 微型抽水馬達

因為我們要讓水達成循環，因此我們使用了微型的抽水馬達來將我們下面滴落的水向上抽到承載著電磁閥的水槽。

表 1 微型抽水馬達規格

工作電壓	5~12V
------	-------



圖 10 微型抽水馬達

3. 微型電磁閥

我們選擇控制水滴出的元件是微型電磁閥，電磁閥是一種利用控制電壓的開/關來控制管路的開/關以控制流體的流向。

表 2 微型電磁閥規格

工作電壓	12V
------	-----



圖 11 微型電磁閥

4. COB 光源

COB 光源是一種新技術封裝的 LED 發光器件，相對於傳統 LED 它有多種優勢。COB 光源是生產商將多個 LED 晶片直接固到基板上組合而成的單個發光模組。因為 COB 光源使用的是多個 LED 晶片直接固在散熱基板上，它與傳統的 LED 封裝方式不同，因此這些 LED 晶片表貼封裝後佔用的空間極小，且緊密組

合的 LED 晶片能最大化的高效發光，所以當 COB 光源通電後看不出獨立的單個發光點而更像是一整塊發光板。

COB 光源可應用的範圍很廣。雖然這些器件可用于較高流明的普通照明中，但 COB 光源的主要作為固態照明 (SSL) 中替代傳統的金屬鹵素燈，例如高棚照明、路燈、軌道燈和筒燈。



圖 12 COB 光源

5. 藍芽模組

藍芽模組常見的有兩種，分別是 HC-05 以及 HC-06，我們這次使用的是 HC-05，因為我們要使用的是它的主從一體，我們既要藍芽可以傳送資訊也可以接收資訊，我們需要藍芽模組送訊號給 Arduino，也需要他回傳資料來看 Arduino 收到甚麼資料，這樣 Debug 時會比較方便。

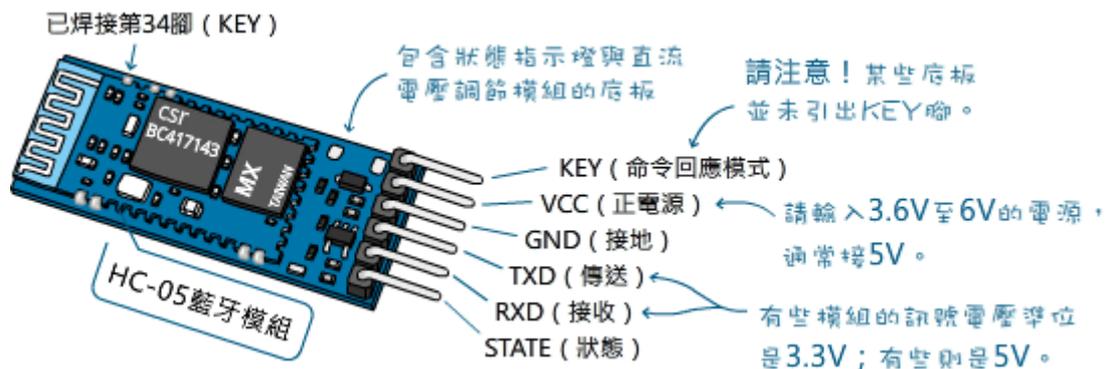


圖 13 HC-05 藍芽模組

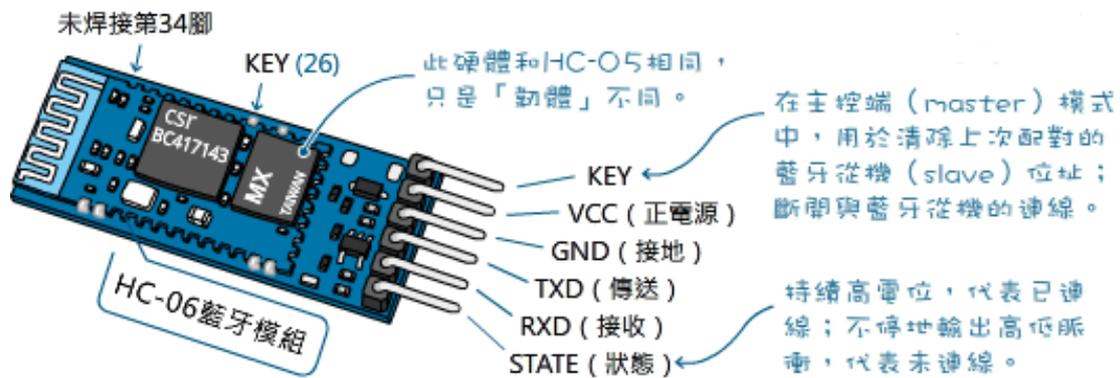


圖 14 HC-06 藍芽模組

6.18650 鋰電池

18650是鋰離子電池的鼻祖 - 日本SONY公司當年為了節省成本而定下的一種標準性的鋰離子電池型號，其中18表示直徑為18mm，65表示長度為65mm，0表示為圓柱形電池。

常見的18650電池分為鋰離子電池、磷酸鐵鋰電池。鋰離子電池電壓為標稱電壓為3.7v，充電截止電壓為4.2v，磷酸鐵鋰電池標稱電壓為3.2V，充電截止電壓為3.6v，容量通常為1200mAh-3350mAh，常見容量是2200mAh-2600mAh。

我們這次專題的供電大部分都是靠18650鋰電池來供應的，因為我們許多零件的最大驅動電壓剛好是12V，串聯3顆18650的話剛好可以趨近於最大的驅動電壓從而讓我們的元件有與最大電壓有差不多的力量，因此18650是我們專題這次供電的大功臣。



圖 15 日本松下電器所生產的NCR18650B

(二).軟體介紹

1.Altium Designer

Altium Designer 被我們使用於電路板的設計中，相較於在麵包板上佈線，

我們可以簡單地先繪製出電路，再透過其「自動佈線」的功能，能製作出相對穩定的電路。更可以透過 3D 的預覽功能，在鐸上元件之前先觀看整個電路板成品，印出電路板後，再經過曝光，蝕刻，焊接之後，來完成我們所需要的電路板。



圖 16 Altium Designer 宣傳圖

2.Laser Box

我們使用了雷射切割來切割我們的壓克力板以及我們的名牌，因為有了精準的雷射切割，讓我們可以以我們最需要的規格來切割我們的壓克力板，Laser Box 可以透過識別材料上的環形碼來獲取材料的類型和厚度，自動設置好設備、材料的焦距、速度、功率、切割次數等參數，從此無需設置任何參數；Laser Box 不但能自動識別出材料的類型和厚度，甚至能識別出使用的設備系統（Windows、macOS）。支援 Wi-Fi、USB、有線網路連接控制，USB HUB 晶片，適用任何電腦、連接穩定；格式有 JPG、PNG、BMP、TIF、DXF、PDF、SVG、CR2 等可選擇。

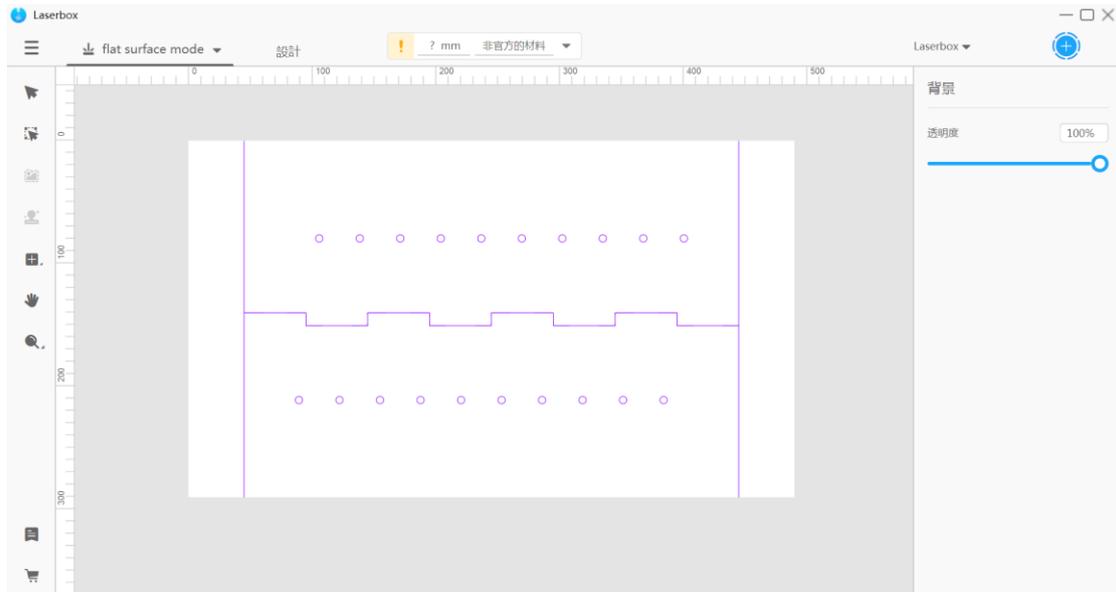


圖 17 上水槽斜板 中間為電磁閥的預留孔洞

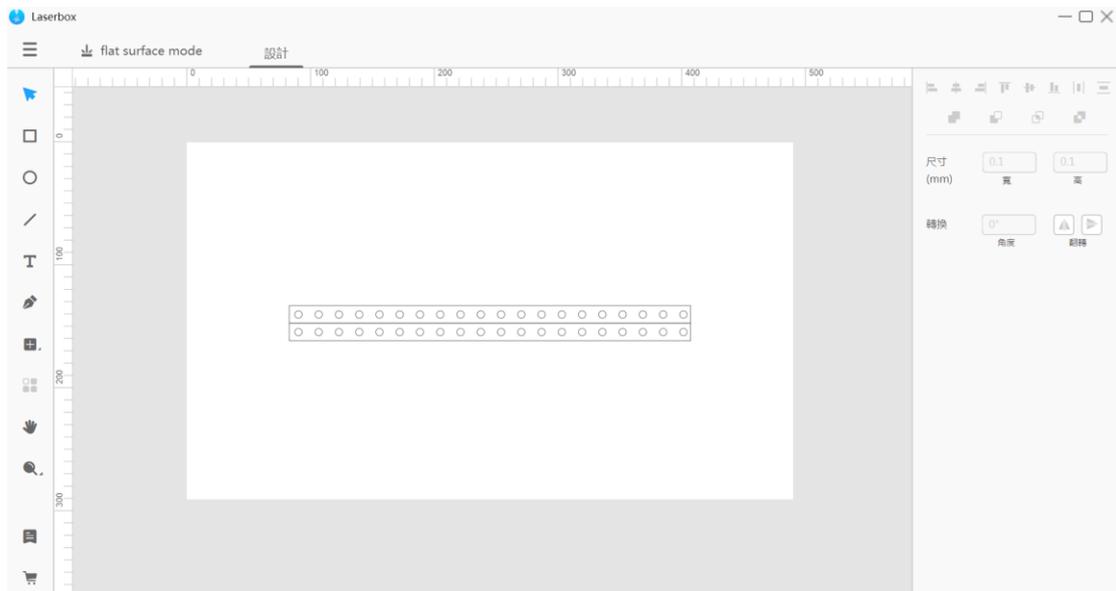


圖 18 電磁閥水管匯聚處的雷射切割圖

外觀的部分，支撐的材料我們使用了角鋼，水槽的部分則是使用了壓克力板，因為考慮到我們上面要承載壓克力板以及電磁閥的重量，所以我們評估過後決定使用角鋼來支撐，用角鋼的好處就是穩定度非常夠，但是重量的部分就是一大壞處，我們大概估量過，我們的重量大約在 10 公斤左右，因此搬運的時候常常需要幾個人一起搬，所以我們決定在四個角落加裝了萬向輪，這樣在平地搬運的時候就可以用推的，而不是連在平地都要人用抬的或扛的，壓克力板的部分則是我們用來製作上下兩個水槽的，我們用壓克力板的原因就是要讓水槽可以透明，旁觀者可以看到水槽怎麼注水的，我們還使用了微動開關跟一個小小的塑膠盒來自製簡易的浮球開關，這樣我們可以控制抽水馬達的開關，讓水抽到一定水位後自動停止。

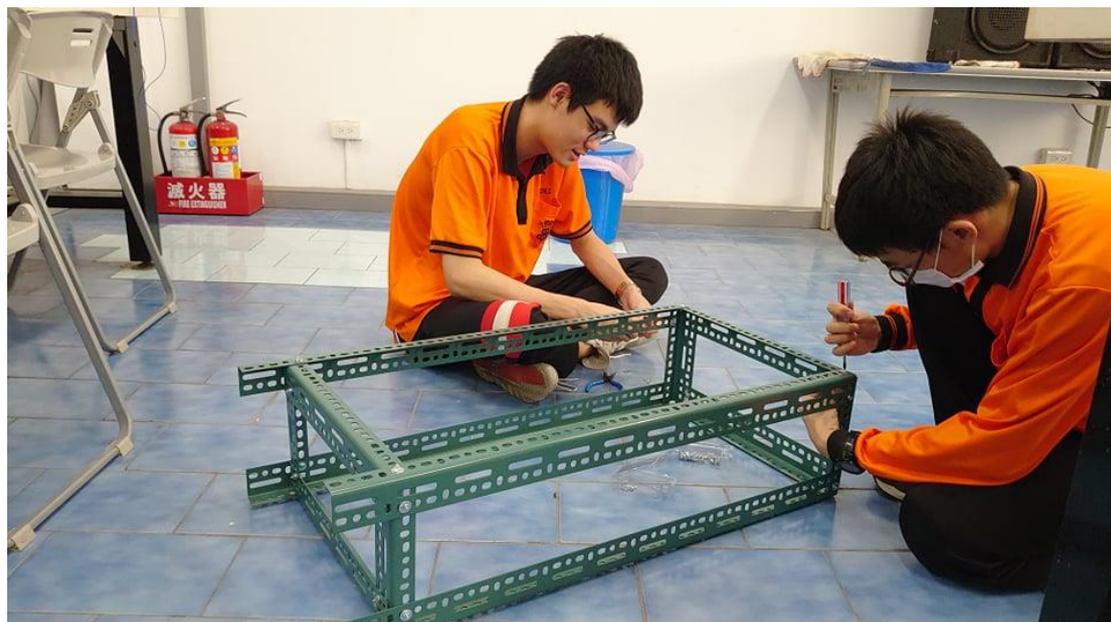


圖 21 製作角鋼外觀時的情況

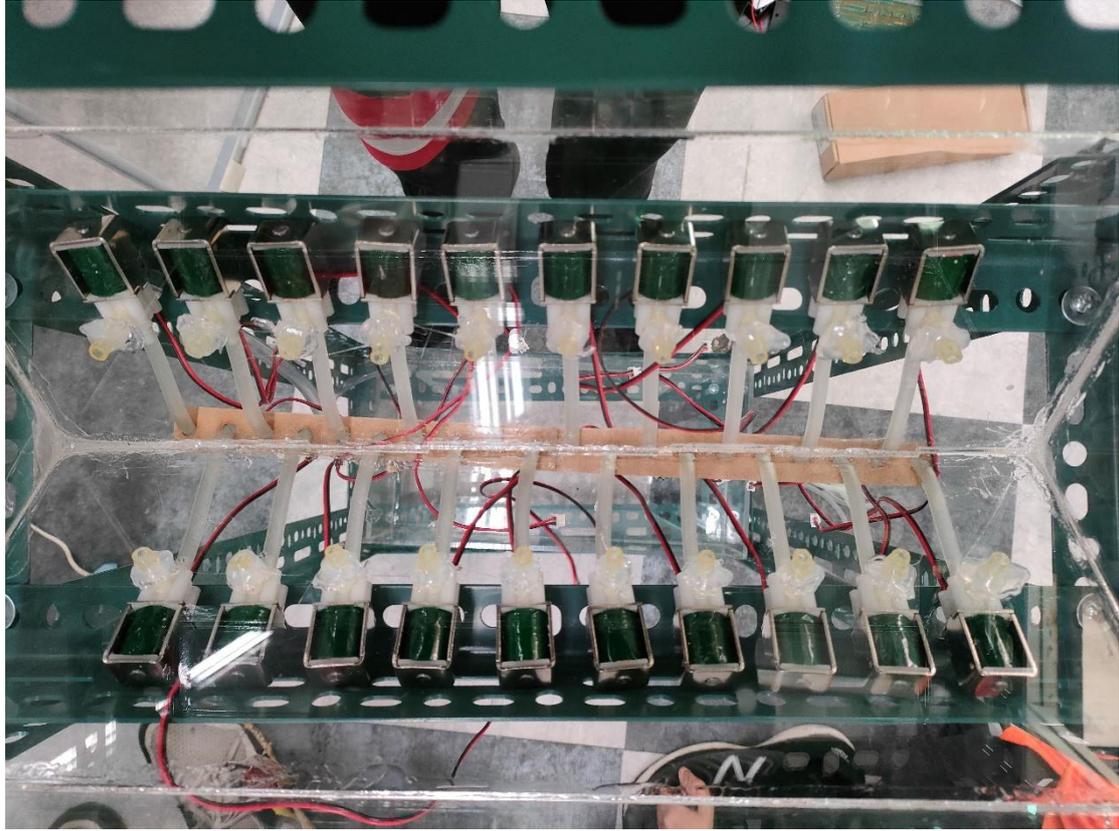


圖 22 上水槽+電磁閥



圖 23 下水槽

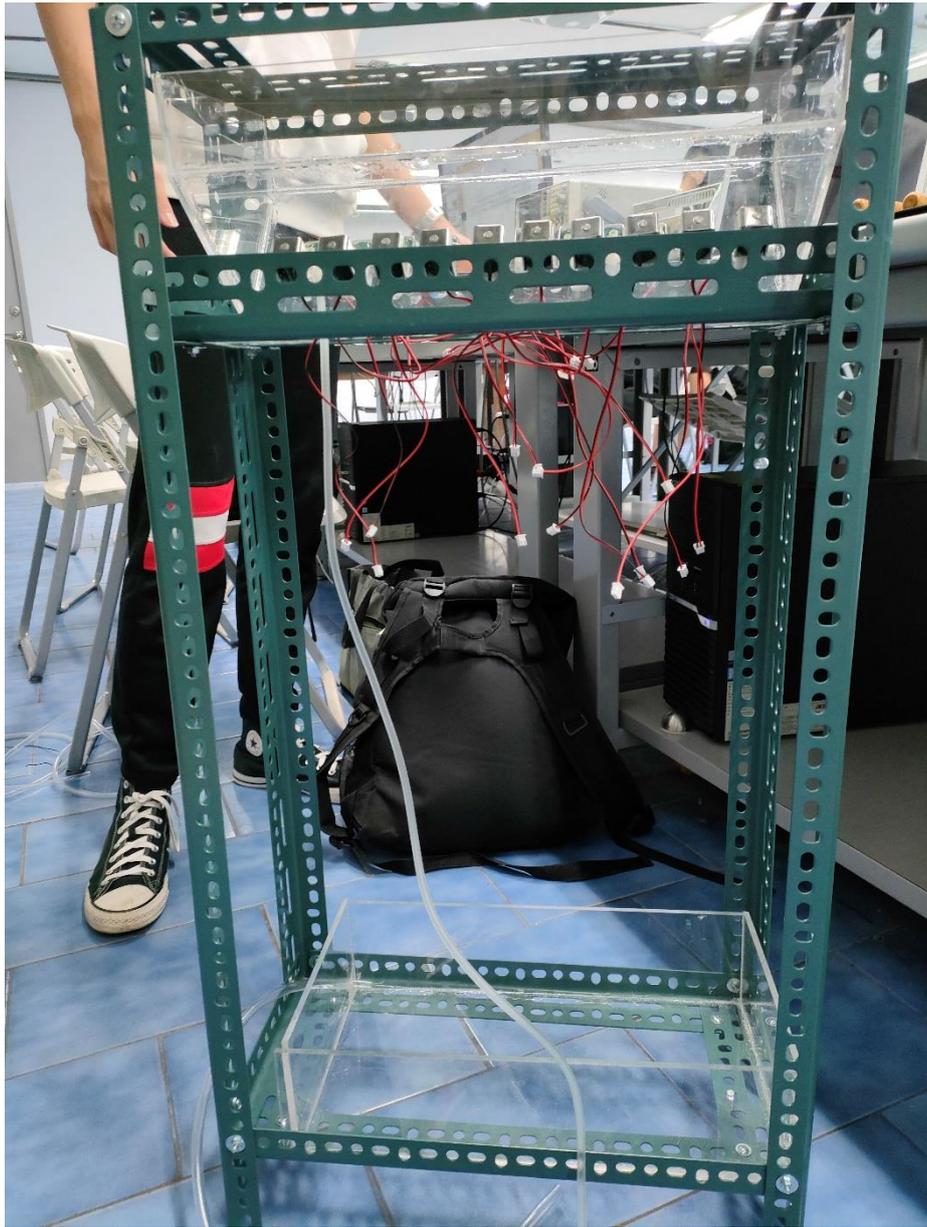


圖 24 角鋼外觀製作完成後放上水槽的長相

伍、討論

一、主板選用

最一開始我們在測試的時候是使用 Uno 板，但是後來發現水滴只有 4 組的話好像不太夠，所以決定用 20 組電磁閥，但是 20 組的話以 Uno 板來說肯定是不夠用，所以我們改用了 Mega 板，Mega 板上的 54 個數位接腳足夠支撐我們的 20 個電磁閥，不過其實一開始我們不小心把電磁閥接到類比接腳上了，我們一直給他數值，但是我們也不確定電磁閥是不是能用 PWM 控制，後來得到的結果是「可以」，但是連 Mega 板的 PWM 接腳都沒有 20 個，所以我們決定用數位的寫法就好，只要控制電磁閥開關就行。

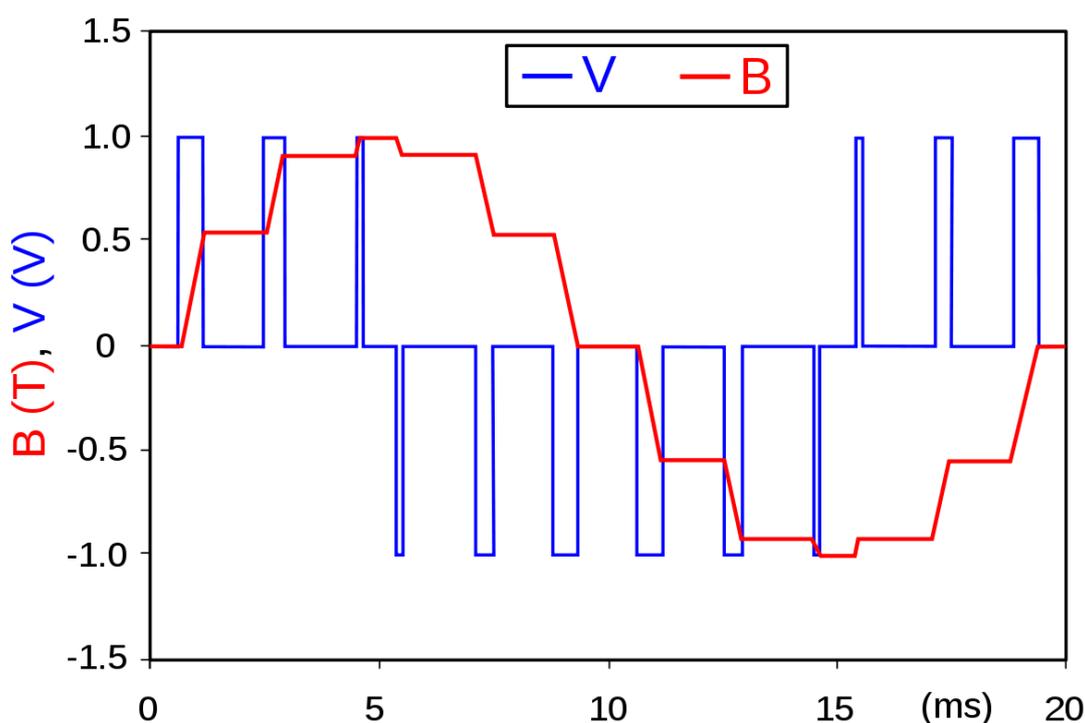


圖 25 PWM 脈衝寬度調變 示意圖

二、硬體設計

硬體的部分也一樣，本來我們沒有打算做那麼大的，但是在考慮到上面的水槽跟電磁閥的重量後，才決定用角鋼做，不然本來是在想全用壓克力板，但是這樣不僅搬運麻煩，也有塌的可能，電路的部分則是從頭到尾都是用一樣的接法，差別是我們把控制電磁閥跟控制 LED 燈閃的電路分開了，我們原本是把燈寫在程式裡，但是我們改用了 NE555 震盪電路來控制燈閃的頻率，這樣只要旋轉可變電阻就可以調整頻率了。

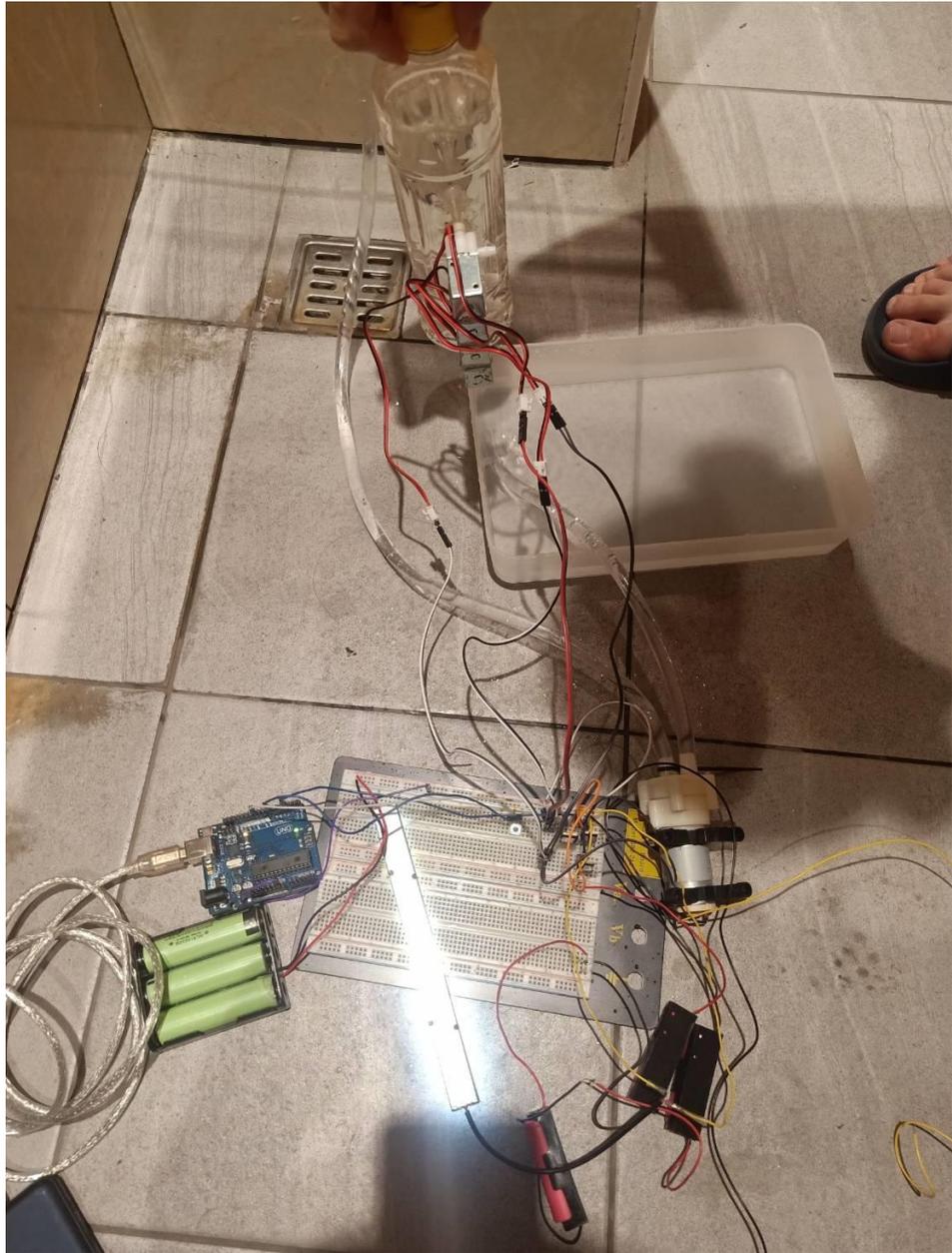


圖 26 早期測試照片

陸、結論

一、結論

藉由做這次專題，我們學到了很多東西，不論是高一實習課所學的基本電路，又或是高二所學的電腦輔助設計 Altium Designer、單晶片微處理機所用的 Arduino，都幫助我們在做這次專題時更加得心應手，當然，其中也有新東西，雷射切割的 Laser Box，我們希望可以藉由這個專題來舒緩現代人的壓力，尤其是在疫情這麼緊繃的現在，如果可以做出一個東西作為人們休閒時好好紓解壓力的東西，那是再好不過了。

完成一個好的專題所需具備的能力，絕對不只需要單一領域的能力，在製作的過程中，一定有很多知識是先前從未接觸過的，像是各種電子零件及各程式語言。雖然充滿著挑戰，不過在完成並跨越每個障礙，那份雀躍之心便成為持續改進的動力。日後再接觸未知領域之時，便能抱持著這種心態迎向挑戰。

二、未來展望

未來的部分我們希望可以利用藍芽來輸入資訊，程式部分可以直接轉換成我們要的編碼形式然後輸出，而不是像現在要用 Excel 來預先編碼，第二則是可以改善整體的重量，但是那可能就要精確計算承重來去選擇使用的材料了，第三部分則是希望可以利用水滴每幀不同的圖來製作簡單的動畫，像是我們的靈感來源—美國 Gatorade 公司的廣告那樣。



圖 27 未來展望

柒、參考資料及其他

- 楊仁元、張顯盛、林家德(2016)。專題製作理論與呈現技巧。台北：台科大圖書股份有限公司。
- 激光寶盒 Laser Box(2018)。Laser Box。2022 年 1 月 15 日。取自：
<https://www.makeblock.com/cn/maker-tools/laserbox>
- 維基百科(2009)。電磁閥。2022 年 1 月 15 日。取自：
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%94%B5%E7%A3%81%E9%98%80>
- Han Major(2013)。Arduino 各開發板之差異比較。Arduino Mega 2560。2022 年 1 月 15 日。取自：<https://hanmajor.blogspot.com/2013/10/arduino.html>
- 佳光電子(2021)。COB 光源規格介紹。COB 光源。2022 年 1 月 15 日。取自：
<https://www.luckylight.cn/zh-hant/products/lighting-led/cob-led/>
- 趙英傑(2014)。超圖解 Arduino 互動設計入門 (第 2 版)。台北：旗標科技股份有限公司。取自：<https://swf.com.tw/?p=693>
- 華人百科(2013)。18650 鋰電池。18650 鋰電池。2022 年 1 月 15 日。取自：
<https://www.itsfun.com.tw/18650%E9%8B%B0%E9%9B%BB%E6%B1%A0/wiki-1441815-3649594>
- 維基百科(2007)。脈衝寬度調變。2022 年 1 月 15 日。取自：
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%84%88%E8%A1%9D%E5%AF%AC%E5%BA%A6%E8%AA%BF%E8%AE%8A>

捌、附錄

附錄一、設備清單

類別	設備、軟體名稱	應用說明
硬體	電腦	設計程式、查詢資料、製作報告
軟體	Arduino IDE	撰寫程式
硬體	智慧型手機	傳輸訊息、查詢資料
軟體	Altium Designer	設計電路 PCB 板
軟體	Laser Box	雷射切割
硬體	電源供應器	供電
軟體	Word 2016	製作專題說明書
軟體	PowerPoint 2016	製作簡報
軟體	Excel 2016	設計點陣列
軟體	Bluetooth Electroics	藍芽傳輸訊息至電腦

附錄二、材料清單

類別名稱	材料名稱	單位	數量	應用說明	備註
零件	Arduino Uno 板	片	1	控制電磁閥	
零件	Arduino Mega2560	片	20	控制電磁閥	
零件	電磁閥	個	30	控制水滴開關	
零件	IRF640	個	30	升壓	
零件	WS2812B	條	1	閃爍搭配水滴 達成視覺暫留	
零件	藍芽模組 HC-05	個	1	接收手機藍芽訊息	
零件	COB LED	條	3	閃爍搭配水滴 達成視覺暫留	
電源	鋰電池	顆	13	供電路板的電	
耗材	壓克力板	片	11	製作水槽	
零件	微動開關	個	1	控制水位	
耗材	塑膠瓦楞紙板	片	4	製作外觀外殼	
線材	杜邦線	條	N	連接電路	
耗材	木板	片	1	雷射切割名牌	
電源	行動電源	個	1	供單晶片板的電	

附錄三、研究成員簡歷

姓名	白安睿	班級	電子三乙	
曾修習專業科目	<ol style="list-style-type: none"> 1.基本電學實習 2.基礎電子實習 3.電子學實習 4.數位邏輯實習 5.C++ 程式設計實習 6.CPLD 實習 7.Arduino 程式設計實習 8.Altium Design 電路設計實習 9.電子電路實習 10.單晶片微處理機實習 			
參與專題工作項目	<ol style="list-style-type: none"> 1.程式撰寫 2.電路圖設計 3.硬體測試 4.文書處理 5.外觀材料選購 			
經歷簡介	工業電子丙級檢定 合格			

姓名	陳俊仰	班級	電子三乙	
曾修習專業科目	<ol style="list-style-type: none"> 1. 基本電學實習 2. 基礎電子實習 3. 電子學實習 4. 數位邏輯實習 5. C++ 程式設計實習 6. CPLD 實習 7. Arduino 程式設計實習 8. Altium Design 電路設計實習 9.電子電路實習 10.單晶片微處理機實習 			

參與專題工作項目	<ol style="list-style-type: none"> 1. 外觀機構設計 2. 外觀機構製作 3. 角鋼購買 4. 水管購買 5. 雷射切割 6. 水槽設計 7. 水槽製作
經歷簡介	工業電子丙級檢定 合格

姓名	陳冠綸	班級	電子三乙	
曾修習專業科目	<ol style="list-style-type: none"> 1. 基本電學實習 2. 基礎電子實習 3. 電子學實習 4. 數位邏輯實習 5. C++ 程式設計實習 6. CPLD 實習 7. Arduino 程式設計實習 8. Altium Design 電路設計實習 9. 電子電路實習 10. 單晶片微處理機實習 			
參與專題工作項目	<ol style="list-style-type: none"> 1. 外觀機構設計 2. 外觀機構製作 3. 硬體材料選購 4. AD 電路圖設計 5. 電路板製作 6. 水槽設計 7. 水槽製作 8. 雷射切割 			
經歷簡介	工業電子丙級檢定 合格			

姓名	闕瑋成	班級	電子三乙	
曾修習 專業科目	1.基本電學實習 2.基礎電子實習 3.電子學實習 4.數位邏輯實習 5.C++ 程式設計實習 6.CPLD 實習 7.Arduino 程式設計實習 8.Altium Design 電路設計實習 9.汽車電子實習 10.單晶片微處理機實習			
參與專題 工作項目	1.製作期末簡報 2.搬運成品 3.早期程式撰寫 4.水槽製作			
經歷簡介	工業電子丙級檢定 合格			