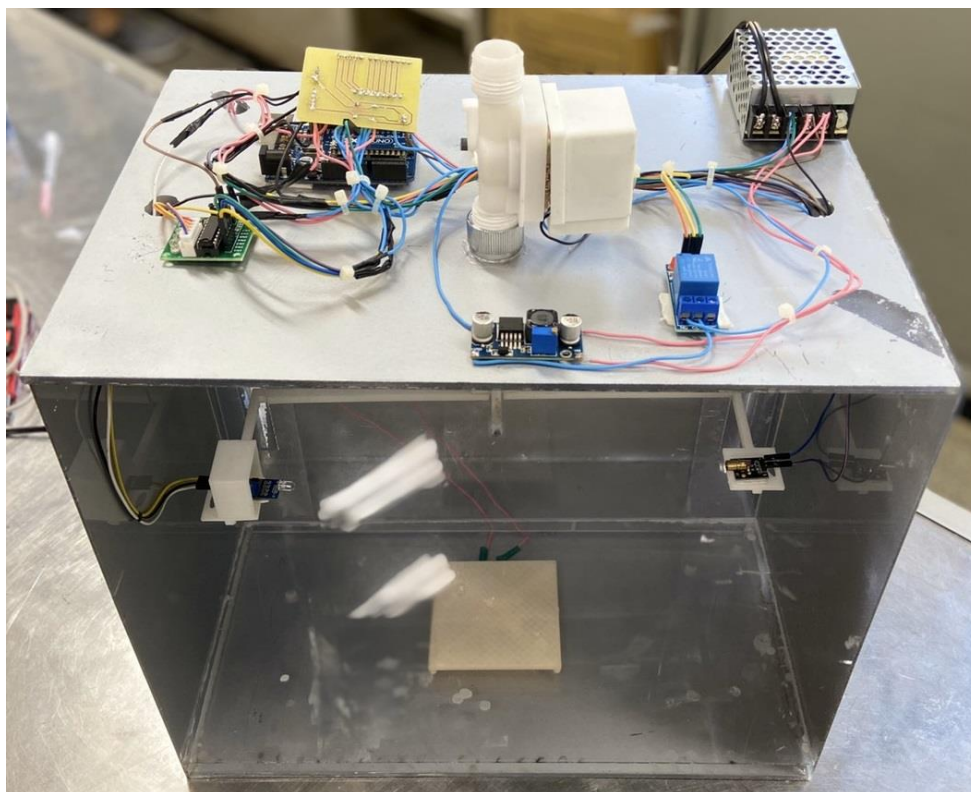


全國高級中等學校專業群科 109 年專題及創意製作競賽

「專題組」作品說明書



群別：電機與電子群

作品名稱：科技飲水機

關鍵詞：飲水機、自動化

目錄

壹、摘要.....	1
貳、研究動機.....	1
參、主題與課程之相關性或教學單元之說明	1
肆、研究方法.....	1
一、研究過程	1
(一)、時間規劃	1
(二)、研究步驟	1
(三)、操作步驟	2
二、使用材料與工具:.....	3
(一)、零件介紹	3
1. Arduino 超音波測距模組-HC-SR04	3
2. UL2003 電機驅動板+5V 步進馬達	4
3. 壓力感測器	5
4. 電磁閥	6
5. 雷射光發射模組	7
6. 光敏二極體感測器模組	8
7. ATMEGA328(Ardunio 微控制器).....	9
8. MW 明緯 RS-15-5 機殼型交換式電源供應器	10
9. XL6009 DC-DC 直流升壓模組	11
10. 5V 1 路繼電器模組.....	12
(二)、軟體介紹	13
1、Tinkercad	13
2、Arduino	14
3、Altium Designer.....	14
伍、研究成果.....	15
一、機構介紹	15
二、動作介紹	15
陸、討論.....	16
柒、結論.....	17
一、結論	17
二、未來展望	17
捌、參考資料.....	18

表目錄

表 1、HC-SR04 規格	3
表 2、5V 步進馬達規格	4
表 3、壓力感測器規格	5
表 4、DC12V 電磁閥規格	6
表 5、雷射光發射模組規格	7
表 6、光敏二極體感測器模組	8
表 7、ATMEGA328	9
表 8、MW 明緯 RS-15-5 機殼型交換式電源供應器	10
表 9、XL6009 DC-DC 直流升壓模組	11
表 10、5V 1 路繼電器模組	12

圖目錄

圖 1、裝水示意圖	1
圖 2、飲水機示意圖	1
圖 3、時間分配圖	1
圖 4、研究流程圖	1
圖 5、動作流程	2
圖 6、HC-SR04	3
圖 7、UL2003 電機驅動板+5V 步進馬達	4
圖 8、壓力感測器	5
圖 9、DC12V 電磁閥	6
圖 10、雷射光發射模組	7
圖 11、光敏二極體感測器模組	8
圖 12、ATMEGA328	9
圖 13、RS-15-5	10
圖 14、XL6009 DC-DC 直流升壓模組	11
圖 15、5V 1 路繼電器模組	12
圖 16、Tinkercad	13
圖 17、Arduino	14
圖 18、Altium designer	14
圖 19、科技飲水機	15

【科技飲水機】

壹、摘要

不論是在一般住家、學校、公共場合，一定都可以看到飲水機的身影，而大多數的飲水機都有一個方便的功能「連續出水」，這項方便的功能背後卻可能成為一個造成浪費的弊端。為此，我們要製作出一台相較於其他飲水機有著更獨特出水機制的機器，來減少水資源的浪費。並且希望可以透過簡單的原件來達成這個目標，進而讓未來假使有量產的可能時，讓價格壓更低。

貳、研究動機

水是人體不可或缺的資源，每個人如果要存活在這世上就不能沒有水，為此，在許多地方皆有設立飲水機來解決這項人的基本生理需求，經過組員們調查，光是在一個佔地面積不大的大安高工校園內，就有高達 108 台的飲水機，可想而知，飲水機在人們生活中的地位是佔有一席之地的，那麼飲水機設立的這麼普遍，也就造成了一個普遍的問題，那就是「連續出水」，連續出水看似一個方便性十足的功能，背後卻存在了一些弊端，舉例來說，當按下連續出水時，趁著這空檔來划手機、聊天，甚至是上廁所，不難發現的是，每當我們意識到自己還在裝水時，杯裡的水早就溢出，造成了許多浪費，而且從台灣時常限水的現況來看，台灣並不是一個水資源十分充足的國家，所以每個人都應該為省水盡一分心力。

以此做為發想，我們希望能夠做出一台能將水杯自動裝到九分滿的飲水機，並且能夠適用於所有杯子，也就是能夠偵測到任何大小、形狀不同的杯子，以便於能讓每個人都願意接納這個產品，並且將其的限制降到最低。



圖 1、裝水示意圖



圖 2、飲水機示意圖

參、主題與課程之相關性或教學單元之說明

使用項目	科目	章節
步進馬達	電工機械	特殊電機
程式語言	單晶片實習	89S51
麵包板	基本電學實習	直流電路
電路板	專題製作	Altium Designer

肆、研究方法

一、研究過程

(一)、時間規劃

從一開始決定好主題後，大家便開始去買材料，製作過程中也常常發現買到的元件不如預期，所以光華便是我們最常去的地方，程式的部分參考了網路上的範例程式，程式搞定後就使用 Arduino uno 板來試接線，測試動作，最終將所有元件放置到我們的成品上。

專題時間分配如下圖 3:

	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月
1.購買材料							
2.蒐集資料							
3.程式設計							
4.電路設計							
5.初版機構							
6.終版機構							
7.成品測試							

圖 3、時間分配

(二)、研究步驟

專題的研究步驟如下圖 4:



圖 4、研究流程圖

(三)、操作步驟

首先將杯子放到平台上時，就觸發位於機構下方的壓力感測器，來判定是否有水杯放置到平台上，判定完成後，藉由馬達帶動雷射發射器與光敏二極體模組來測量水杯高度，得知水杯高度後，便能得知 9 分滿的水位高度，就立即出水，然而出水的同時，放置在上方的超音波測距模組便會測量水面的高度，當水面達到正好 9 分滿時，電磁閥便停止出水，並且馬達復歸。

科技飲水機的操作步驟如下圖 5

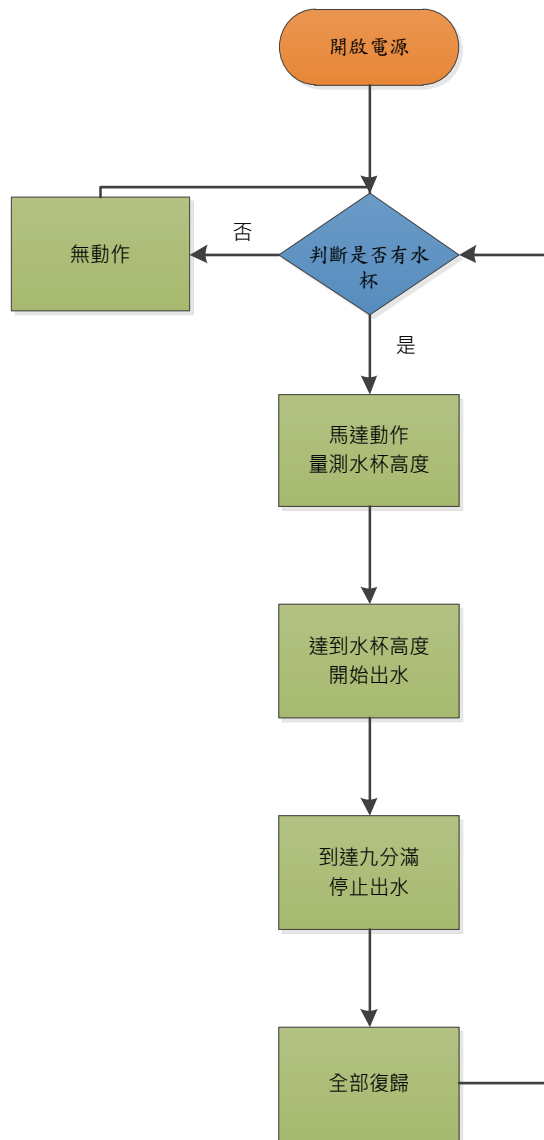


圖 5、動作流程

二、使用材料與工具:

(一)、零件介紹

1. Arduino 超音波測距模組-HC-SR04

(1) 超音波感測器是由超音波發射器、接收器和控制電路所組成。

當它被觸發的時候，會發射一連串 40 kHz 的聲波並且從離它最近的物體接收回音。超音波是人類耳朵無法聽見的聲音，因為它的頻率很高，規格如表 1。

(2) 超音波測距模組是放在機構的上方，用來測量杯子裡液面的高度，測量的方式就是，(超音波測距模組到底部的距離)-(超音波測距模組到水面的距離)=底部到水面的距離(水位高度)

表 1、HC-SR04 規格

工作電壓	DC 5V
工作電流	15mA
工作頻率	40kHz
最大距離	4m
最小距離	2cm
測量角度	15 degree
輸入觸發信號	10 μ S TTL pulse
尺寸	45 * 20 * 15mm



圖 6: HC-SR04

2. UL2003 電機驅動板+5V 步進馬達

- (1) 使用 ULN2003 大功率達林頓晶片驅動步進電機，A、B、C、D 發光二極體指示四相步進電機工作時的狀態，配有步進電機的標準介面，使用時可直接拔插，規格如表 2。
- (2) 步進馬達配合 3D 列印製作出的滑軌帶動雷射發射器與光敏二極體模組，使他們能夠水平的上升下降。

表 2、5V 步進馬達規格

步進馬達電壓	5V
步進角度	5.625 /64
減速齒輪減速比	1/64
步進馬達直徑	28mm
步進馬達軸徑	5mm



圖 7: UL2003 電機驅動板+5V 步進馬達

3. 壓力感測器

- (1) 所謂壓力感測器（Force-Sensitive Resistor），其實就是個電阻，根據施加的壓力，其電阻值會改變，無壓力時電阻幾近無限大，施加壓力後，電阻就會變小，規格如表 3。
- (2) 經由壓力感測器可得知是否有杯子放到飲水機的平台，才可以回傳訊號給激光發射器、光電二極體及馬達看是否要動作。

表 3、壓力感測器規格

觸發重量	0.1 牛頓
感測範圍	0.1 - 10.02 牛頓
大小	直徑 18.28mm
厚度	0.2 - 1.25 mm
觸發時間	<3 ms
工作溫度	30 - +70 °C



圖 8:壓力感測器

4. 電磁閥

- (1) 通過對電磁線圈通電或斷電控制管路的開啟或關閉或改變流體流向，規格如表 4。
- (2) 當測量完水杯的高度後，電磁閥通電，開始出水，直到當超音波模組測量出水位位於容器 9 分滿的高度時，電磁閥斷電，不再出水。

表 4、DC12V 電磁閥規格

額定電壓	DC12V
線圈電阻	$37\Omega \pm 0.25\Omega$ (20℃ 時)
工作壓力	0.02Mpa-0.8Mpa
介質溫度	1℃ -75℃
響應時間	開<0.15s ,關<0.3s
管孔徑	4 分
額定功率	5W
水流量特性	0.02Mpa > 1.5L/min ; 0.10Mpa > 7L/min ; 0.30Mpa > 12L/min ; 0.80Mpa > 20L/min
絕緣等級	E 級絕緣



圖 9: DC12V 電磁閥

5. 雷射光發射模組

- (1) 指通過刺激原子導致電子躍遷釋放輻射能量而產生的具有同調性 (Coherence) 的增強光子束。其特點包括發散度極小、亮度 (功率) 很高、單色性好、相干性好等，雷射發射器工作電壓在 5V，經由訊息控制腳位控制開或關，規格如表 5。
- (2) 激光發射器與光電二極體模組同時由步進馬達帶動齒輪將其向上動作，當激光發射器超過瓶身高度時，光敏二極體會接受到激光發射器的雷射光，由此可得知瓶身總高度，再與超音波測得之距離做計算，得以控制出水量，使其飲水機能裝到九分滿。

表 5、雷射光發射模組規格

工作電壓	5V
規格	15*24 mm
光源波長	650 nm
重量	2.2 g

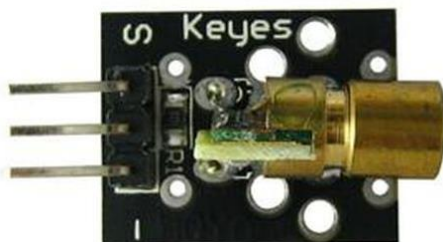


圖 10: 雷射光發射模組

6. 光敏二極體感測器模組

- (1) 可以檢測亮度輸出模擬量可以設定某個亮度值輸出數字量
靈敏度可調，性能穩定工作電壓 5V，數字量模擬量雙輸出。
本款感測器採用光敏二極體，方向性好，可以感知固定方向的光端口說明：DO 為數字量輸出，AO 為模擬量輸出。光線亮度檢測,光線亮度傳感器，具有方向性，只感應傳感器正前方的光源，用於尋光效果更佳，規格如表 6。
- (2) 光敏二極體感測器模組是用來接收激光發射器照射出來的光，來計算出水杯的高度，一開始置於機構底部，由步進馬達帶動滑軌上升，光敏二極體感測器模組和激光發射器一起隨著滑軌上升，當照射到不透明容器時，雷射隨即被容器擋住，光敏二極體感測器模組沒接收到訊號，馬達持續上升，直到光敏二極體感測器模組和激光發射器超過杯口，雷射不再被容器擋住，光敏二極體感測器模組接收到訊號，測量出水杯的高度，使馬達停止，並開始出水。

表 6、光敏二極體感測器模組

工作電壓	3.3V-5V
輸出形式	DO 數字開關量輸出（0 和 1） 和 AO 模擬電壓輸出
小板 PCB 尺寸	3.2cm * 1.4cm

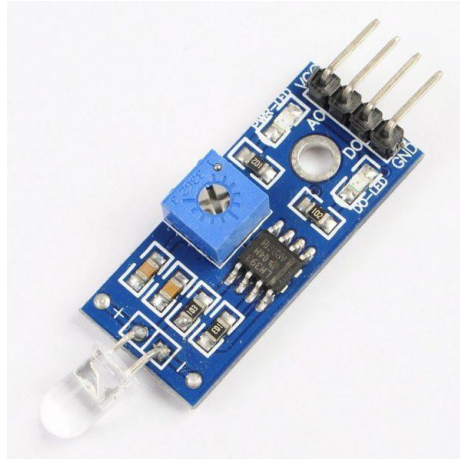


圖 11: 光敏二極體感測器模組

7. ATMEGA328(Ardunio 微控制器)

- (1) 這是一顆八位元 AVR 精簡指令型微控制器，擁有 32KB ISP 具備寫入同時讀取能力的閃存記憶體，規格如表 7。
- (2) Arduino 是一個開放原始碼的單晶片微控制器。可簡單地與感測器，各式各樣的電子元件連接，並可使用 ICSP 線上燒入器，將 Bootloader 燒入新的 IC 晶片。在網路上也可以找到許多資料，來供我們參考。

表 7、ATMEGA328

CPU type	8-bit AVR
Performance	20 MIPS at 20 MHz
Pin count	28-pin PDIP, MLF, 32-pin TQFP, MLF
Maximum I/O pins	26
Maximum operating frequency	20 MHz

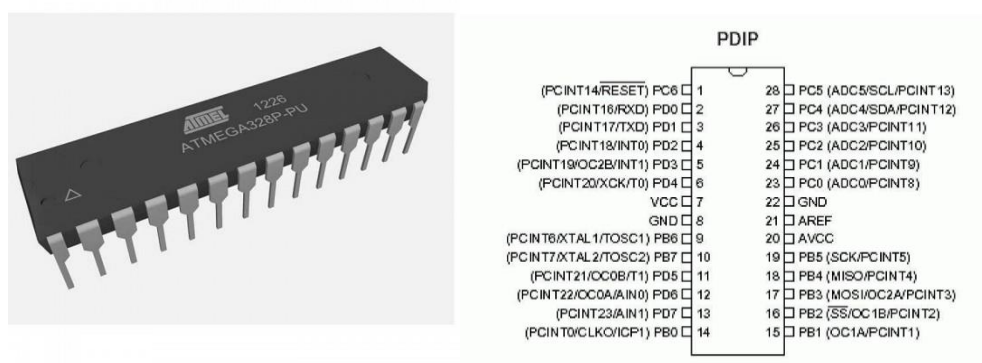


圖 12、ATMEGA328

8. MW 明緯 RS-15-5 機殼型交換式電源供應器

- (1) 15W 單輸出開關封閉式電源符合 EMS EN50082-2，具有短路/過載/過壓/過熱保護功能，規格如表 8。
- (2) 我們原先採用 5V1A 的充電器供電但無法使我們的元件動作，所以我們使用了這款電源供應器來提供電給我們的各個感測器以及元件。

表 8、MW 明緯 RS-15-5 機殼型交換式電源供應器

電壓 - 輸入	85 ~ 264 VAC、120 ~ 370 VDC
電壓 - 輸出 1	5V
電流 - 輸出(最大值)	3A
功率 (Watt)	15W
大小／尺寸	長 2.46" x 寬 2.01" x 高 1.10"
工作溫度	-20°C ~ 70°C



圖 13、RS-15-5

9. XL6009 DC-DC 直流升壓模組

- (1) XL6009 DC-DC 電源升壓模組 是一款 4A 開關電流的高性能升壓 (BOOST) 模塊，規格如表 9。
- (2) 直流升壓模組是將 5V 的電源供應器升壓到 12V，以提供電磁閥所需之工作電壓。

表 9、XL6009 DC-DC 直流升壓模組

輸入電壓	3V~32V
輸出電壓	5V~40V
工作溫度	-45°C ~ +85°C

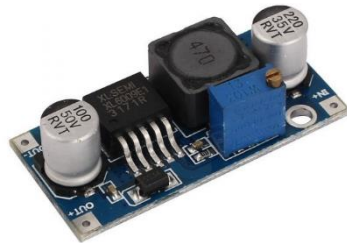


圖 14、XL6009 DC-DC 直流升壓模組

10. 5V 1 路繼電器模組

- (1)路帶光耦隔離繼電器模組，支持高、低電平觸發。常開接口最大負載：交流 250V/10A，直流 30V/10A。採用貼片光耦隔離，驅動能力強，性能穩定，觸發電流 5mA，可以通跳線設置高電平或低電平觸發，規格如表 10。
- (2)1 路繼電器模組是當光敏二極體感測器模組和激光發射器完成測量時開始動作，使水閥通電，當水裝到 9 分滿時斷電，結束動作。

表 10、5V 1 路繼電器模組

輸入	5V
額定通過電流	10 (NO) 5 (NC)
最大開關電壓	250VAC 30VDC



圖 15、5V 1 路繼電器模組

(二)、軟體介紹

1、Tinkercad

Tinkercad 是屬於線上版軟體，操作介面簡潔易懂。不用下載任何程式，只要開啟瀏覽器就能使用。網站除了內建常用的幾何圖形元件，也有其他使用者提供的元件，利用剪貼的方式，就能製作出 各式各樣的 3D 模型。使用者可透過電子郵件註冊或 Facebook 帳號、Autodesk ID 登入，會在使用者初次登入時進行互動教學，介紹基本 的使用方法。經過 Tinkercad 設計後，再連接到 3D 列印機，將成品 印出。由於可製造出各種需要的形狀，因此本專題所需的機械零件 大多是利用 3D 列印製成的。

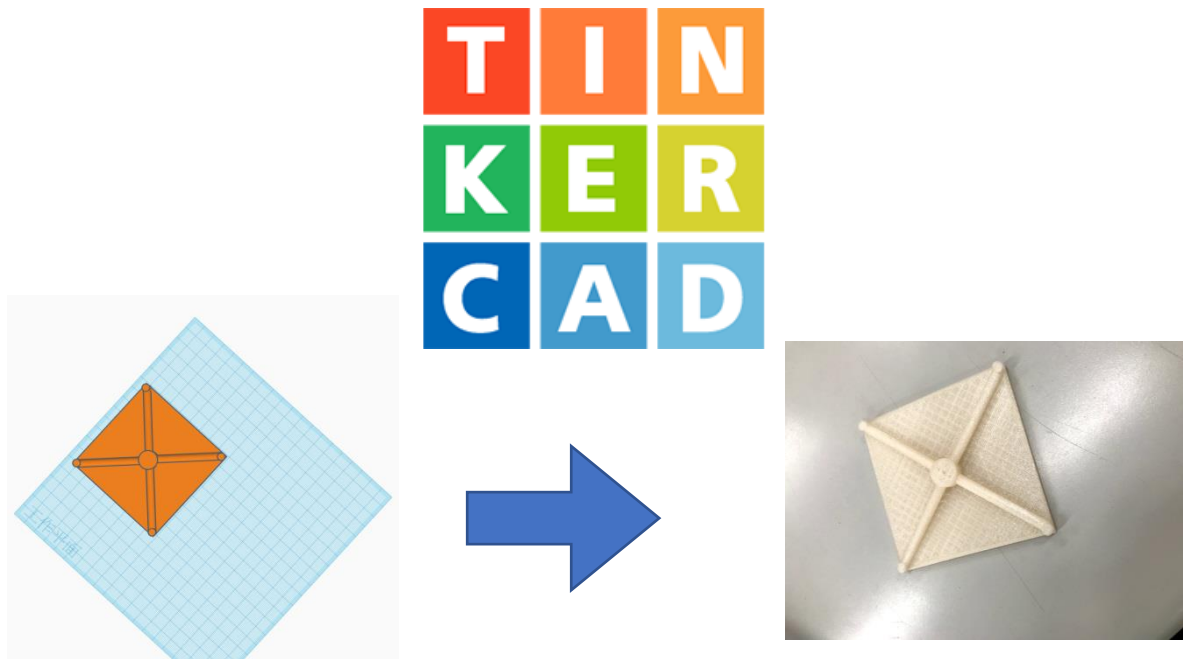


圖 16、Tinkercad

2、Arduino

Arduino 的軟體開發環境是開放源碼，可以在官網免費下載，它所用的程式語法類似 C++，具備文字編輯介面、常用工具欄、圖形化控制介面及錯誤編輯器。我們一開始利用 Arduino 實驗板接電路，等實驗成功後再自行將電路板刻出。



圖 17、Arduino

3、Altium Designer

Altium designer 是 altium 公司開發的一款電子設計自動化軟件，提供基於 PC 的電子設計自動化（EDA）軟體，最後將完成後的電路經由雕刻機刻出電路板，以方便各個元件接腳連接組合。使我們不用使用龐大的麵包版，來節省空間。



圖 18、Altium designer

伍、研究成果

一、機構介紹

科技飲水機的主體主要是由壓克力板組成，下層正方形區塊下方設置了壓力感測器，是放置水杯的區塊，下層放置在兩端的元件分別是雷射發射器與光敏二極體模組，這兩個元件放置在滑軌延伸出來的小平台上，而從滑軌延伸進去呢，可以看到我們的步進馬達，緊接著，在壓力感測器的正上方便是超音波測距模組，頂端白色的物體則是負責出水的電磁閥。

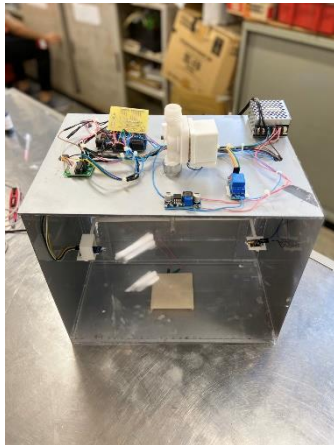


圖 19、科技飲水機

二、動作介紹

科技飲水機的步驟可分為三大步驟。

1. 感測水杯-經由壓力感測器來感測是否有水杯放置於飲水機上。
2. 量測水杯高度-若有水杯放置於飲水機上，會經由壓力感測器傳送訊號給電路板，使馬達帶動滑軌與雷射光發射模組、光敏二極體感測器模組完成測量工作。
3. 完成出水-在量測完水杯高度後，繼電器會使水閥開始出水，由超音波測距模組測量水位高度，當水位高度到達九分滿時，停止出水，全部復歸。

陸、討論

1. 雷射接收元件：在成品上用來測量水杯高度的元件是光敏二極體模組搭配一顆雷射發射器，但最初的提案是用一組紅外線發射與接收器，但測試過後發現紅外線接收器過於敏感，所以我們就改成用光敏電阻，只是這情況仍然是沒有好轉，經過了一番研究後才發現到原來紅外線接收器與光敏電阻都是比較偏向屬於範圍性的偵測，所以外界的光源也會更容易地影響到測試，提到了光源問題，就不得不提到透明杯子的問題，由於透明杯子會使雷射設備直射或是直接穿透，目前找不到一個有效的方法抑制這個問題，所以基本上毀以不透明的杯子來作使用。
2. 電磁閥出水：看到這個專題的第一眼可能會覺得這外觀有點奇怪，為甚麼在頂端會豎起常常一根用來裝水的瓶子，一開始在做硬體測試時，大部分功能都沒問題，但就是不知為甚麼電磁閥無法出水，上網查了一下發現可能是壓力問題，大家都知道水平面月高，那麼下方的水壓便會越高，因此為了解決這問題我們決定買一顆幫浦將水抽得更高一些，但想了想總覺得這方法實在是本末倒置，最終我們透過水管將水箱的位子整體拉高，順利解決這問題。
3. 杯子高度計算：在整個專題中，測量水杯高度可謂是一個最關鍵的一步，畢竟也是要等杯子的高度測量出來，才有辦法得知八分滿的高度。那關於這麼關鍵的一步，起初是決定用許多顆光敏二極體模組搭配一顆雷射發射器來進行，只要在雷射上升的過程中有任何一顆光敏二極體模組接收到雷射訊號，那最先收到訊號的元件所在位子便是測量出的杯子高度，這簡單的方法確有一個致命的缺點，就是精準度問題，許多顆光敏二極體模組排列的再緊密，中間仍然會留下空隙。那為了解決這個問題，大家最終決定用一顆步進馬達，透過滑軌帶動光敏二極體模組及雷射發射器，使兩元件水平上升，那麼只要再光敏二極體模組一接收到訊號，再透過讀取步進馬達內的數據，便可知道水杯的正確高度，改成這個方法不但降低了成本，還讓我們組員所要求的精度準確上升。
4. 壓力感測器：的作用是用來偵測是否有杯子放置到了平台上，，但由於壓力感測器的面積實在不大，假使遇到了凹底的杯子就很容易沒按到壓力感測器，或是把杯子放歪，為此我們特別在 Tinkercad 上畫了一個長寬各約十公分，高約 0.5 公分的立方體，並且在中心設了一個面積略小於壓力感測器的圓柱體，這個舉動可以將放置水杯的範圍縮小，容易地放在電磁閥及超音波測距模組的正下方，並且可以將杯子的重量施加在一個點上，讓稍微輕一點的杯子也可以被偵測到。

5. 電源供電：一開始只用 arduino uno 板去推每個元件，但加上了馬達後，發現馬達的轉舉推不動滑軌，研究了一番後發現是供給馬達的電流太小，所以就外加 5V 的直流電源供應器供電。

柒、結論

一、結論

科技飲水機經過多次改良，以壓克力板作為外殼，增加了機械強度，讓我們可以把水箱安穩地放置在壓克力板上面；又經過重新設計的滑軌與齒輪，讓馬達可以更穩定的帶動齒輪及滑軌，使測量水杯的高度更加精準；與我們當初的想法更加吻合。最後期許將來能夠進一步加上聲音控制來選擇冷熱水和顯示水溫的功能。

製作專題就好像以後在工作上要處理專案，需要經過長時間的思考及規劃，還需要適當的工作分配及人力調配。在研究的過程中也會遇到許多問題，與預期的成果不相符，甚至有時必須做出一些犧牲，捨棄一些優點以改進成品更大的缺點。在團隊合作中，意見的衝突及理念不合將會影響專題製作的進度，如何讓組員們同心協力，同時也將成品做出，是最困難的課題，而我們也順利地克服了這點。希望能夠藉由這次專題，學會以後職場上的技能及態度。

二、未來展望

- 我們期望未來能夠達到當使用者把水杯放在飲水機上時，飲水機能夠自動並且準確地回傳數據給單晶片，讓飲水機可以更精確的裝到 9 分滿。
- 目前雷射無法偵測透明材質的容器，希望未來能夠找到更適合的元件來測量所有不同種類的裝水容器。
- 在功能的部分，希望用聲控來選擇冷熱水以及顯示當前水溫，讓使用者有更好的體驗。

捌、參考資料

- I. 壓力感測器。2019 年 9 月 7 日，取自
<http://yehnan.blogspot.com/2013/09/arduinoforce-sensitive-resistor.html>
- II. 紅外線接收模組。2019 年 9 月 10 日，取自
https://www.eclife.com.tw/led/moreinfo_146982.htm
DC12V 電磁閥。2019 年 9 月 15 日，取自
<https://shop.cpu.com.tw/product/44795/info/>
- III. 5V 步進馬達。2019 年 9 月 22 日，取自
<https://www.taiwaniot.com.tw/product/uln2003-%E6%AD%A5%E9%80%B2%E9%A6%AC%E9%81%94-%E9%A9%85%E5%8B%95%E6%A8%A1%E7%B5%84-5v%E6%AD%A5%E9%80%B2%E9%A6%AC%E9%81%94/>
- IV. HC-SR04 超音波感測器。2019 年 9 月 27 日，取自
<http://coopermaa2nd.blogspot.com/2012/09/hc-sr04.html>
- V. 5V 1 路繼電器模組。2019 年 9 月 28 日，取自
https://www.eclife.com.tw/led/moreinfo_132216.htm
- VI. XL6009 DC-DC 最大 4A 電流 升壓模塊電源模組。2019 年 9 月 7 日，取自
<https://www.taiwaniot.com.tw/product/xl6009-dc-dc-%E5%8D%87%E5%A3%93%E6%A8%A1%E5%A1%8A%E9%9B%BB%E6%BA%90%E6%A8%A1%E7%B5%84%E8%BC%B8%E5%87%BA%E5%8F%AF%E8%AA%BF%E8%B6%85lm2577-%E6%9C%80%E5%A4%A74a%E9%9B%BB%E6%B5%81/>