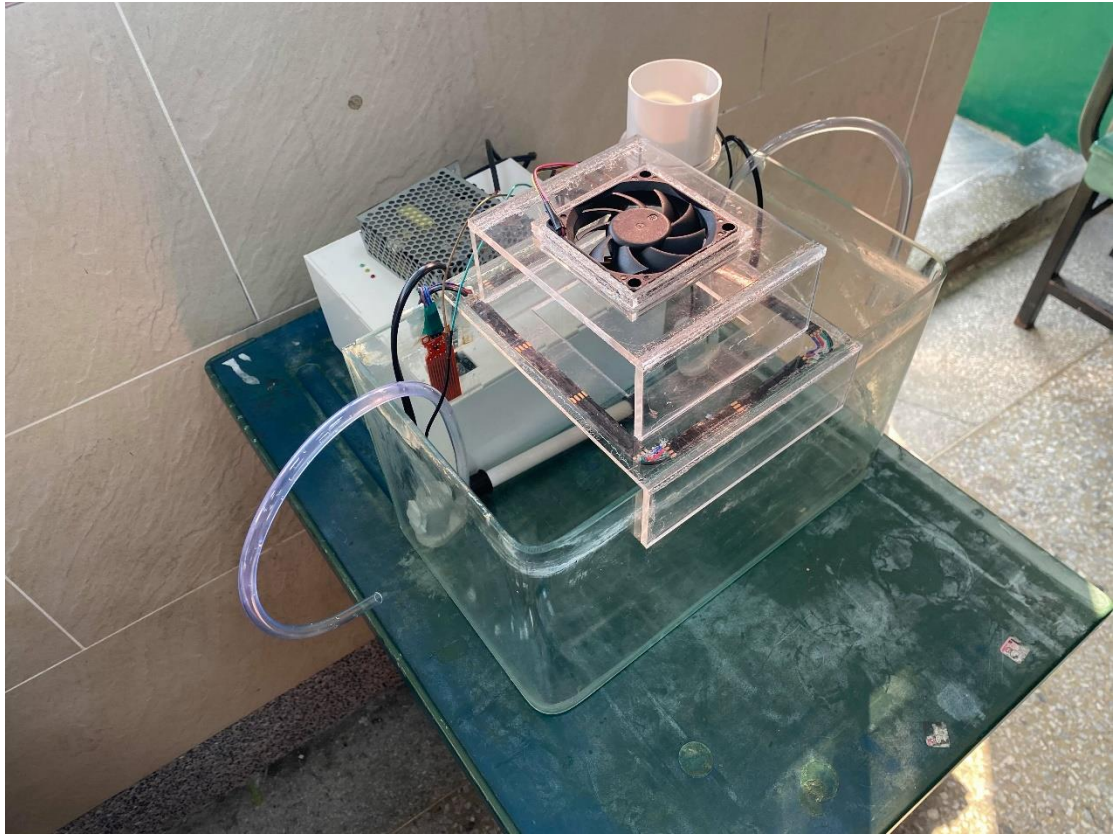


臺北市立大安高級工業職業學校專題製作競賽
「專題組」作品說明書



群別：電機與電子群

作品名稱：開心水族箱

關鍵詞：控溫系統、自動餵食、自動濾水系統

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	2
一、硬體製作	2
二、程式撰寫	2
三、特殊電機	2
肆、研究方法	3
一、研究流程	3
(一)、研究步驟	3
(二)、操作步驟	3
二、使用材料及工具	5
(一)、零件介紹	5
(二)、軟體介紹	10
伍、研究結果	11
一、水溫量測及控制	11
二、自動餵食	12
三、自動濾水	12
陸、討論	13
一、風扇直吹水面	13
二、餵食器誤差	13
柒、結論	14
捌、參考資料及其他	15

圖目錄

圖 1、養魚的因素.....	1
圖 2、開心水族箱.....	1
圖 3、3D 模型.....	2
圖 4、3D 列印成品	2
圖 5、程式撰寫	2
圖 6、步進馬達與餵食器運用	2
圖 7、水溫控制流程圖	3
圖 8、自動餵食流程圖	4
圖 9、自動濾水流程圖	4
圖 10、DS18B20 防水型.....	5
圖 11、28BYJ-48.....	5
圖 12、步進馬達驅動板	6
圖 13、PWM 風扇	6
圖 14、石英加熱棒.....	7
圖 15、水位傳感器.....	7
圖 16、立式沉水馬達.....	8
圖 17、繼電器.....	8
圖 18、Arduino Mega2560 開發板	8
圖 19、Arduino logo	10
圖 20、Arduino 撰寫畫面	10
圖 21、序列阜的動作	10
圖 22、Tinkercad logo	11
圖 23、Tinkercad 繪製畫面	11
圖 24、水溫高於 23 度.....	11
圖 25、水溫低於 20 度.....	11
圖 26、飼料掉落畫面.....	12
圖 27、盤面及洞口樣貌.....	12
圖 28、水位過高馬達動作.....	12
圖 29、水位適中馬達動作.....	12
圖 30、水位過低馬達動作.....	12
圖 31、風扇架高.....	13
圖 32、經過多次研磨的餵食器盤面	13
圖 33、開心水族箱概念圖.....	14

表目錄

表 1、時間分配表.....	3
表 2、DS18B20 規格.....	5
表 3、28BYJ-48 規格.....	5
表 4、步進馬達驅動版規格.....	6
表 5、PWM 風扇規格.....	6
表 6、石英加熱棒規格.....	7
表 7、水位傳感器規格.....	7
表 8、立式沉水馬達規格.....	8
表 9、繼電器規格.....	8
表 10、Arduino Mega2560 規格.....	9

【開心水族箱】

壹、摘要

在現代社會寵物已是人們不可或缺的夥伴，寵物的種類多樣，每種寵物都有其特殊的照顧方式。像我們的主題「魚」就有水溫、餵食、水質等條件需要顧及，而如何以自動、方便、快速的方式照顧我們飼養的魚是每一個飼養者的心願。因此本專題希望做出帶有水溫控制、自動餵食、自動濾水的魚缸，以此來減輕飼養者的麻煩。

我們以水溫測量來作為我們所有功能的動作基礎，經由計算水溫測量的次數來送出相對應的訊號，以此來推動所有功能的動作。水溫控制以風扇和加熱棒來控制溫度的升降。自動餵食運用步進馬達帶動餵食盤面來餵食。自動濾水運用水位傳感器和沉水控制馬達的抽水、補水。

貳、研究動機

寵物對我們來說是很重要的夥伴，不僅僅能陪伴我們，也能使我們心情愉悅，也很多人將寵物當成自己的小孩照顧，但是每種寵物照顧方式不同，都需要付出一定的心力照顧。我們都養過魚，魚的照顧方式繁雜，各種不同的因素都有可能導致我們的魚死亡。這樣繁雜的照顧方式對某些忙碌的飼養者非常不利，而我們將照顧魚的條件列出後，發現都有能往「自動化」發展的條件，這樣不僅能將繁雜的照顧方式簡易化，也能使我們擁有更多時間觀看自己飼養的魚。

因此我們希望藉由這次研究，運用我們在課堂所學習到的程式設計、電路設計及軟硬體的結合，來將繁雜的照顧方式自動化，以此來達到照顧效率的最大化，這樣不僅能減省原本照顧的時間，也能讓更多養魚新手更願意飼養魚。



圖 1、養魚的因素

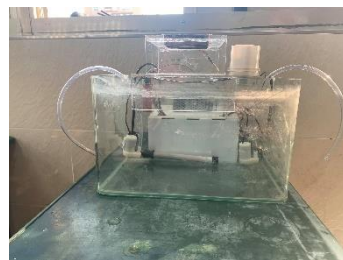


圖 2、開心水族箱

參、主題與課程之相關性或教學單元之說明

一、硬體製作

在高三的專題製作課程中，我們學到了運用 Tinkercad 繪製 3D 模型，以及學習 3D 列印機的使用，讓我們能在短時間製作出我們所構思的模型，使其成為一個能使用的實體，也因此我們運用 3D 列印來製作我們的餵食器本體。控制盒和風扇架高的設計上，我們也是運用專題製作課程的雷射切割機來製作，運用 RDworks 繪製圖形，再使用雷射切割機切割，而雷射切割機能使用的材質有木板以及壓克力板，而因為我們的魚缸會在水的附近，木板可能會有潮濕發霉的問題，且壓克力板相較於木板較為堅固，所以我們選用壓克力板來做為主要材料。

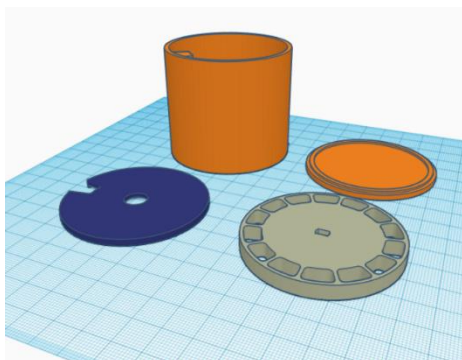


圖 3、3D 模型

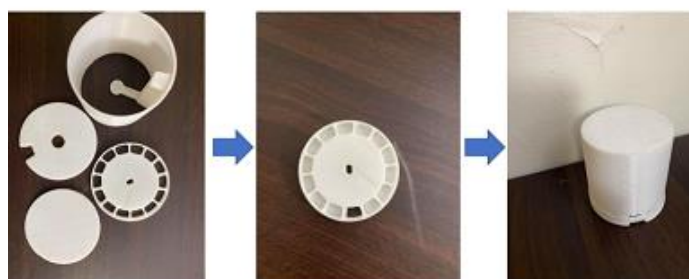


圖 4、3D 列印成品

二、程式撰寫

在高二的數位邏輯實習中，我們初次嘗試了程式的撰寫，運用 PLC 撰寫程式，並從中了解到數位電路和演算法。在我們的專題中，我們使用了 Arduino 來撰寫程式，使用演算法計算水溫測量的次數，並以此來控制所有功能的驅動。

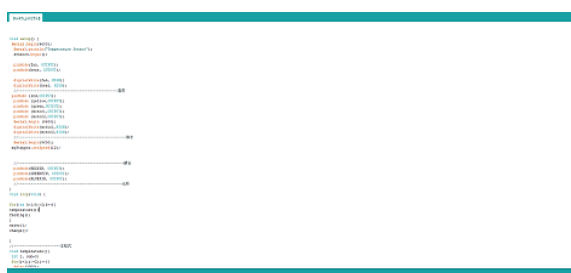


圖 5、程式撰寫

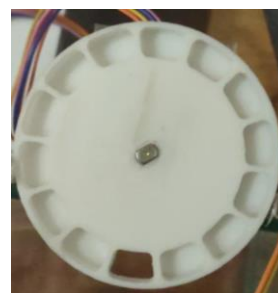


圖 6、步進馬達與餵食器運用

三、特殊電機

在高二的電工機械課程中有提到特殊電機，當中提到的步進馬達具有高精度定位、高響應性、沒有累積誤差的特性，且步進馬達具備著每接受一個脈波，會立即選轉一個特定角度便停止，此開迴路特性可以方便我們掌控位置，也不需要複雜的回授系統，非常符合我們餵食器所需的方便、快速、零誤差。

肆、研究方法

一、研究流程

(一)、研究步驟

在七月我們確定好專題題目後，我們就開始了我們的製作。我們首先設計自動餵食的程式以及其硬體，其次是水溫的量測以及控制，接下來是自動濾水系統以及控制盒的製作，最後做程式和硬體的最終整合，及外觀裝修，完成作品。

表 1、時間分配表

	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.程式撰寫							
4.餵食器製作							
5.風扇架高製作							
6.控制盒製作							
7.軟硬體結合							
8.成品測試							

(二)、操作步驟

1、水溫控制

當電源開啟後，便會開始測量水溫，而所得水溫相對應的動作如下圖所示。

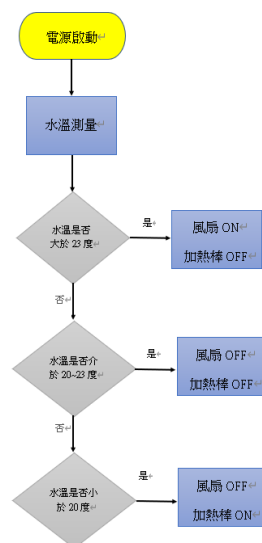


圖 7、水溫控制流程圖

2、自動餵食

當測量水溫次數到達 36 次時，便會啟動自動餵食，動作如下圖所示。

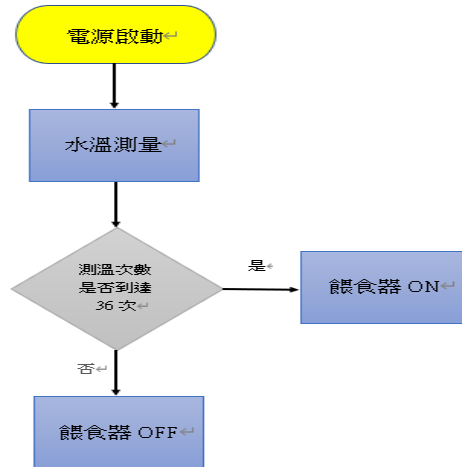


圖 8、自動餵食流程圖

3、自動濾水

當自動餵食次數到達 504 次時，便會啟動自動濾水，動作如下圖所示。

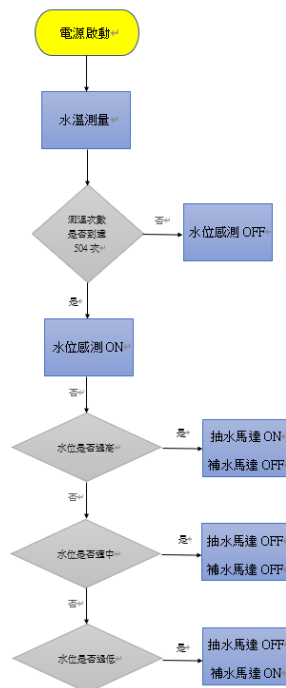


圖 9、自動濾水流程圖

二、使用材料及工具

(一)、零件介紹

1、數位溫度傳感測器(防水型 DS18B20)

DS18B20 是運用溫度高低不同會產生不同的頻率來偵測溫度。而防水型 DS18B20 則是將 DS18B20 晶片封裝於不銹鋼外殼中，相較於原本的多了防水的功能且較為耐用也更符合我們的專題所需。

表 2、防水型 DS18B20 規格

產品尺寸	不鏽鋼外殼 6×50mm、引線 100cm
解析度	9~12 位可調解析度
工作電壓	3.0V~5.5V
感溫範圍	-55°C~+125°C
工作模式	數位



圖 10、防水型 DS18B20

2、步進馬達(28BYJ-48)

28BYJ-48 步進馬達擁有極為精準的步進角度，並且步進馬達擁有高精準度及零誤差的特性。而我們的自動餵食需要的便是良好的角度控制可以配合盤面的設計旋轉，以及餵食器不能有誤差，這樣才能避免下料過多或過少。

表 3、28BYJ-48 規格

產品尺寸	28×24×19mm
重量	40g
減速比	1/64
步進角度	5.625°/64
工作電壓	5V



圖 11、28BYJ-48

3、步進馬達驅動板

因為 28BYJ-48 半個線圈的電阻值為 21Ω ，假如輸入 5V 電流會超出 Arduino Mega2560 的 I/O 電流限制，也因此 28BYJ-48 都會搭配著驅動版來使用。

表 4、步進馬達驅動板表格

產品尺寸	40.5×21.3mm
工作電壓	5-12V
運用 IC	ULN2003A



圖 12、步進馬達驅動版

4、PWM 風扇

因為 Arduino Mega2560 的主要供電為 5V，為了方便不需要再加裝降壓模組，以及他的轉速非常足夠，所以我們選用了 5V 的 PWM 風扇來做我們的降溫用風扇。

表 5、PWM 風扇規格

工作電壓	5V
尺寸	70×70×15mm
轉速	3000~3200rpm



圖 13、PWM 風扇

5、石英加熱棒

市面上有多種加熱棒，但大多都有調控溫度的控制器而因為我們的專題已有自己的控溫裝置，所以我們選用純加熱用的，在運用繼電器將電源線進行改接，以此來控制魚缸的加熱。

表 6、石英加熱棒規格

工作電壓	110V
尺寸	16cm
輸出瓦數	50W



圖 14、石英加熱棒

6、水位傳感器

水位傳感器基於所測液體之靜壓和高度成比例的原理來產生出信號，而我們用於偵測魚缸內水位的高低，以此來控制我們的沉水馬達進行抽水或補水。

表 7、水位傳感器規格

工作電壓	3~5V
尺寸	62×20×8mm
偵測尺寸	40×16mm
重量	3.5g
工作溫度	10°C~30°C

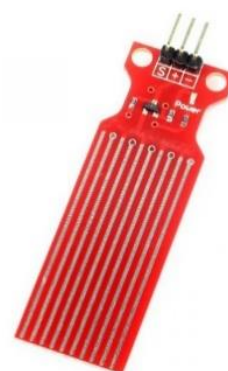


圖 15、水位傳感器

7、立式沉水馬達

因為我們的魚缸不大，所以我們需要的抽水及補水量並不多，且因為電壓以及防水的考量，我們選用了這顆沉水馬達做為用來進行抽水及補水的馬達。

表 8、立式沉水馬達規格

產品尺寸	46×32×23mm
出水口孔徑	4.9mm
工作電壓	3V
流量	1L/min



圖 16、立式沉水馬達

8、繼電器

因為我們的風扇、加熱棒以及馬達，因為需要控制它們的開或關，而因為上述的零件有四樣，且主要供電為 5V 所以我們選擇了 5V4 入的繼電器來做為開關使用。

表 9、繼電器規格

產品尺寸	76×56×17mm
工作電壓	5V
入數	4 入



圖 17、繼電器

9、Arduino Mega 2560 微控制板(ATmega2560)

Arduino Mega2560 板是我們整個專題控制的中樞，Arduino 開發板就像一台電腦，掌控著所有零件的運作。而因為 Arduino Mega2560 擁有足夠的 I/O 接腳能接受我們的所有零件的 I/O，因此我們選用 Arduino Mega2560 做為我們的控制板。

表 10、Arduino Mega2560 規格

產品尺寸	102 x 53.6 x 15.3mm
重量	35g
主控芯片	ATmega2560
工作電壓	5v
數位 I/O 接腳	54(其中 14 支提供 PWM 輸出)
類比輸入接腳	6 組
時脈速度	16MHz
閃存空間	256KB



圖 18、Mega2560 開發板

(二)、軟體介紹

1、Arduino

Arduino 是一個開放源碼的開發環境，涵式庫及模組套件非常大量提供給我們這些使用者使用，也讓軟體設計以及零件的應用更為方便。而我們選用 Arduino 作為我們程式設計的軟體的主因，是因為他的撰寫語法相比於 C 和 C++ 更為淺顯易懂，這樣使我們的撰寫更為輕鬆。



圖 19、Arduino logo

```
sketch_jan26a $  
}  
//-----  
void water() {  
  //讀取輸入  
  int value = analogRead(A4);  
  Serial.print(value);  
  Serial.print(" ");  
  if (value > 480) {  
    Serial.println("High Level");  
    Serial.println("Pump Motor start ");  
    digitalWrite (red,HIGH);  
    digitalWrite (yellow,LOW);  
    digitalWrite (green,LOW);  
    digitalWrite (motor1,LOW);  
    delay(10000);  
    digitalWrite (motor1,HIGH);  
  }  
  else if ((value > 100) && (value <= 480)) {  
    Serial.println("Middle Level");  
    Serial.println("Pump Motor off ");  
    digitalWrite (red,LOW);  
    digitalWrite (yellow,HIGH);  
    digitalWrite (green,LOW);  
    digitalWrite (motor1,HIGH);  
  }  
  else if (value <=100){  
    Serial.println("LOW Water");  
    Serial.println("Pump Motor off ");  
    digitalWrite (red,LOW);  
    digitalWrite (yellow,LOW);  
    digitalWrite (green,HIGH);  
    digitalWrite (motor1,HIGH);  
  }  
}
```

圖 20、Arduino 撰寫畫面

```
Temperature Sensor  
22.87  
22.94  
feeding  
22.94  
23.00  
feeding  
935 High Level  
Pump Motor start  
371 Middle Level  
Fill Motor off
```

圖 21、序列埠的動作

2、Tinkercad

Tinkercad 是一個線上版的 3D 建模網站，操作方式主打的是簡單、直覺，許多圖形都已內建好在他的選取單內，只需拉出即可使用，帶給我們許多方便性，也使我們不必花過多時間繪製圖形。



圖 22、Tinkercad logo

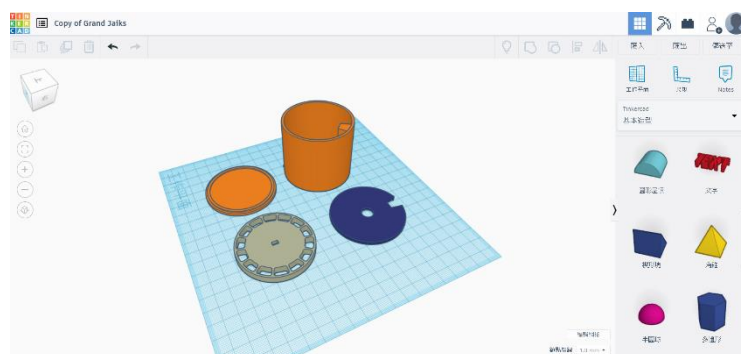


圖 23、Tinkercad 繪製畫面

伍、研究結果

一、水溫量測及控制

當電源開啟後，水溫便會以每 20 分鐘測量一次為基準一直循環，當水溫大於 23 度時，會經由繼電器開啟風扇使水溫下降，當水溫小於 20 度時，會經由繼電器開啟加熱棒使水溫上升，當水溫介於 20~23 度之間時繼電器則不會開啟風扇及加熱棒。



圖 24、水溫高於 23 度

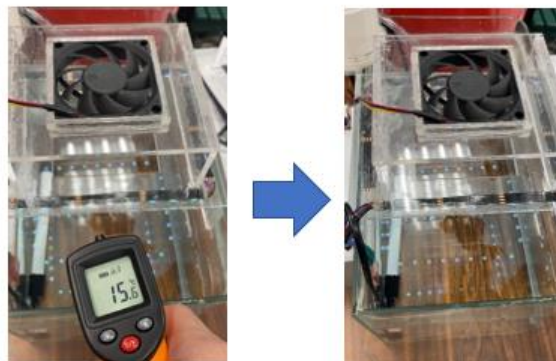


圖 25、水溫低於 20 度

二、自動餵食

當測量水溫到達 36 次也就是 12 小時時，步進馬達會帶動盤面，讓盤面上的飼料格轉動一格，在轉動的過程中飼料因為馬達帶動盤面的力量被順勢推到餵食器的洞口，以此來下飼料已達到餵食的功用。



圖 26、飼料掉落畫面



圖 27、盤面及洞口樣貌

三、自動濾水

當次量水溫到達 504 次也就是一週時，水位傳感器測量魚缸內水位，當水位過高會亮紅燈再經過繼電器啟動抽水馬達補水馬達就會停止，當魚缸內水位適中時會亮黃燈，則繼電器不會帶動任何一顆馬達動作，當魚缸內水位過低時會亮綠燈，則會啟動補水馬達抽水馬達停止。



圖 28、水位過高馬達動作

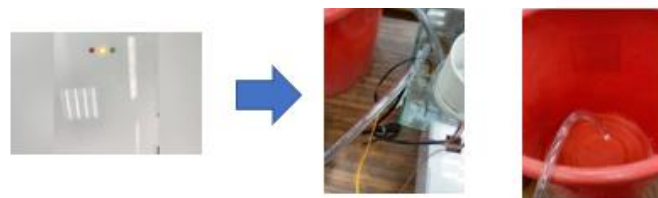


圖 29、水位適中馬達動作



圖 30、水位過低馬達動作

陸、討論

一、風扇直吹水面

風扇在我們的專題中扮演著降溫的主體，起初我們的設置想讓他直接對著我們的水面吹風，但是當我們在測試風扇效果時，發現了當風扇離水面太近會導致水被吹起，這樣可能導致風扇電路進水導致風扇損壞，所以我們運用壓克力製作了我們的架高來防止這個問題。

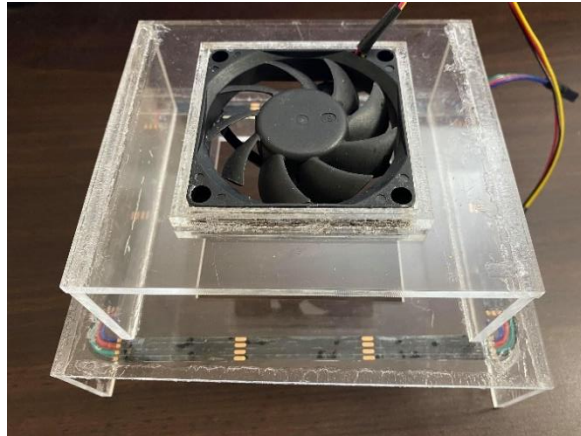


圖 31、風扇架高

二、餵食器誤差

餵食器的運作是以步進馬達來控制，而步進馬達的特性中有一項是零誤差，但當我們測試時卻發現了我們的餵食器在轉到特定位置時會產生誤差導致飼料掉落過多，後來我們發現是因為餵食盤面與馬達轉動時每個位置產生的摩擦力不同，所以我們利用砂紙把磨擦力過大的地方磨平，經過了多次研磨和測試才成功不會有誤差。



圖 32、經過多次研磨的餵食器盤面

柒、 結論

開心水族箱在經過我們的不斷改進下，從原本一個需要自行照顧的魚缸，轉變為能自動照顧魚的魚缸。我們利用了測量溫度的次數來控制了整個魚缸的動作，這樣不僅能有效的控制各項功能動作的時間，也能讓我們動作保有規律性。而因為我們的自動化設定，使用者不必有多餘的操作，這樣對許多使用者非常的友善。

雖然在專題中我們成功將魚缸變更為自動化，但我們認為僅僅這樣是不夠的，每個人養的魚都不一，且每種魚的生存環境都不盡相同，我們只是取了一般觀賞魚的生存環境來作為我們的標準。期許未來有機會能增加實體控制的功能以及手機程式的控制，這樣能將各項數值進行調整，以達到各種魚的生存環境不一的特性。

一個完整的專題所需的，需要許多的能力，在製作過程中時常遇到許多疑難雜症，影響了進度也影響了我們的心情，不過製作中我覺得最重要的便是從失敗中汲取經驗，不僅能使我們成長也能讓我們學習到像是如何有效地蒐集資料或是自學的能力等，我們相信在這一次的專題，不僅僅增強了我們做事的能力，也培養了我們對一件事的態度，對我們日後發展都有著深遠的影響。

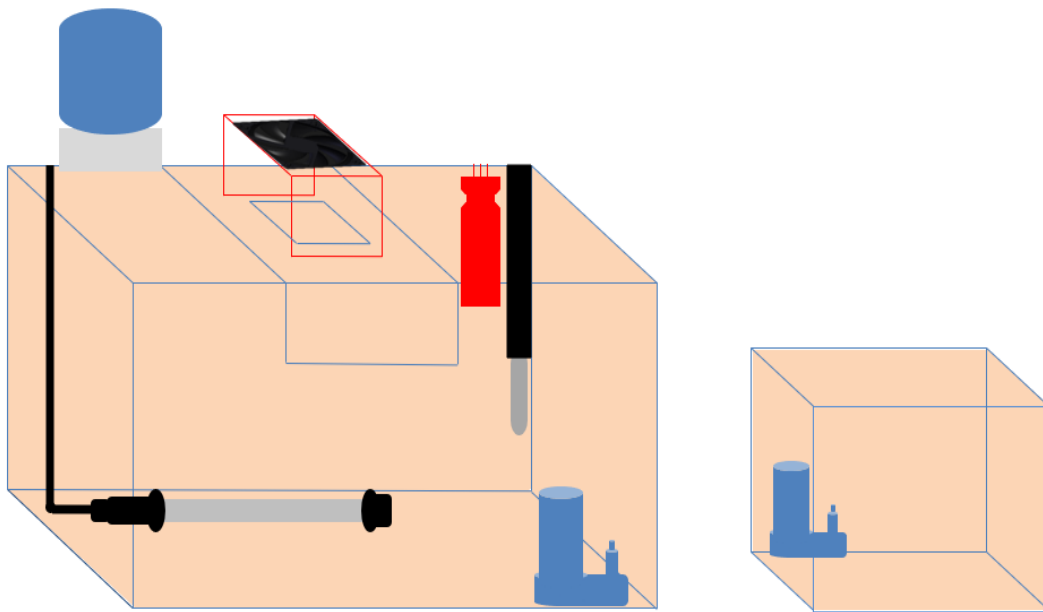


圖 33、開心水族箱概念圖

捌、參考資料及其他

- 【Maker 電子學】Arduino 上溫度測量一哥：DS18B20。2019 年 5 月 15 日。取自
<https://makerpro.cc/2019/05/most-common-used-temperature-measurement-ic-on-arduino-ds18b20/>
- 最適合新手養的觀賞魚種類。2016 年 12 月 20 日。取自
<https://kknews.cc/zh-tw/pet/2azzrog.html>
- 《入門》寫程式 Arduino 教學-07：什麼是函數?副程式?。2017 年 10 月 22 日。取自
<http://wyj-learning.blogspot.com/2017/10/arduino-07.html>