

# 中華民國第 55 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

國中組 生活與應用科學科

030816

水到渠盛

學校名稱：臺北市立北投國民中學

作者：  國二 李承展  國二 莊蘋  國二 李芳儀	指導老師：  任建安
--	------------------

關鍵詞：省水、Arduino 溫度感測、伺服馬達

## 摘要

為了達到節水之目的，我們開始進行資料收集與實際製作。首先，我們先收集出各種不同水龍頭種類的資料及研究出最佳水道開關方式，並列出其優缺點。之後，進行 Arduino 的基本零件認識及程式學習後，開始製作模型。過程中我們學習到各開關的特性、如何寫程式以及 Arduino 的線路擺設。並在製作過程中體會到團隊合作的樂趣及自行創造的成就感。最後做出可利用 Arduino 溫度感測器來控制伺服馬達轉動水閥開關的省水裝置。

## 壹、研究動機

洗澡時，在到達適合水溫前，會有一段未經使用的冷水白白流失。日積月累下來，許多珍貴的水資源就此浪費，讓人覺得可惜！因此，我們想研究並製作一個可以收集未達需求溫度的儲水裝置及導管通道。

我們應用七年級生活科技所學的問題解決模式進行研究，以及八年級生活科技課程中，所學習有關製造科技的材料加工與工具使用技巧，營建科技中的水管配置之節能架構。此外，結合課本電子傳播及資訊科技所習得的電路基本知識，與對省水方法的認知，製造出可節約水資源的裝置，以達到最有效節省資源之目的。

## 貳、研究目的

- 一、做出一個能感測水溫並經由主機整合資訊來調動開關，達到水管分流的省水裝置
- 二、能將低於或超過預設溫度的水，疏導到一處可儲水的水箱，藉此避免不必要的浪費
- 三、能夠將平常會浪費掉的水收集起來，發揮最大的效益，進而節約水資源的使用

## 參、研究設備及器材

- 一、**工具類**：尖嘴鉗、斜口鉗、老虎鉗、水管鉗、剪刀、美工刀、手工線鋸、手搖鑽、鑽頭、螺絲起子、螺絲、螺帽、熱熔膠槍、膠條、鐵鎚、直尺、捲尺
- 二、**材料類**：塑膠瓦楞板、智高積木、水閥開關、PVC 管(四分 16mm)、軟水管、防水膠帶、透明膠帶、冰棒棍
- 三、**電子材料**：Arduino Uno 面板、LM35 溫度感測器、MG995 伺服馬達、電池、電阻
- 四、**資訊類**：筆電、隨身碟、相機、記憶卡

## 肆、研究過程及方法

一、確立問題：在浴室洗澡時，需等待熱水器將水加熱到適當的溫度，才得以使用；但在熱水管線前端尚未加溫的冷水，在打開水龍頭時會先流出，不加以利用便會造成浪費。

二、設定目標：


(一) 當水未達到一定溫度時（28°C），冷水便分流到儲水箱，達到最佳的運用。

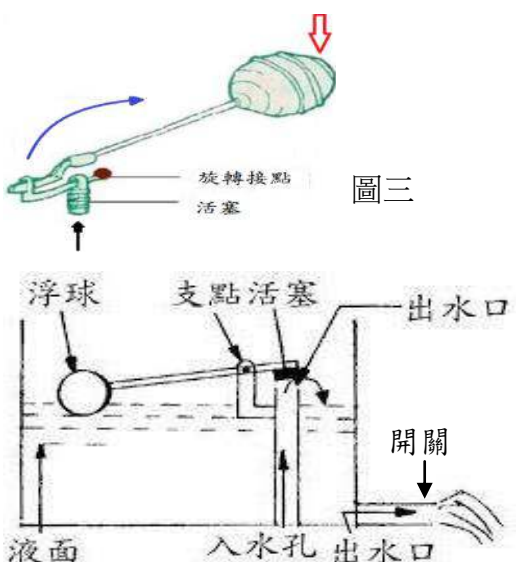
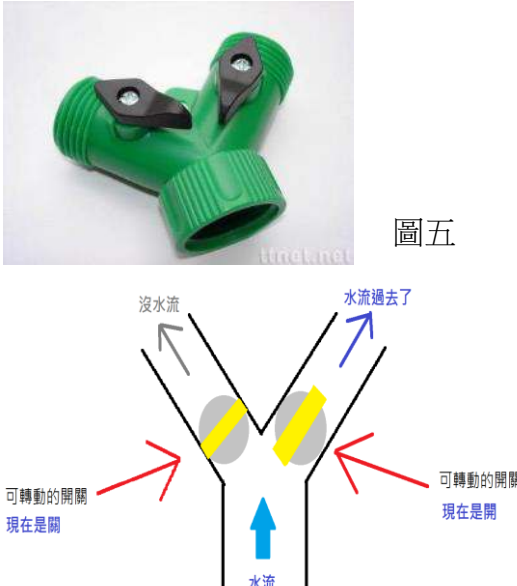
(二) 使用最少數量之馬達，以減少運作之用電量。

(三) 操作簡易，使用方便。

三、收集資料：

(一) 水閥：

圖片	特性
<p>第一種水閥</p>  <p>圖二</p>	<p>水管內有螺絲桿和橡皮塞，當螺絲桿向下轉，就會帶著橡皮塞一起往下堵注水流通道，不讓水通過；而螺絲桿往上轉，橡皮塞就會抬起讓水通過。</p> <p><b>優點：</b>堵水流較穩固，不會因為不小心轉到螺絲桿一點，就讓水流通過。</p> <p><b>缺點：</b>在轉動螺絲桿時，需花費較久的時間來轉動。</p>
<p>第二種水閥</p> 	<p>以把手轉動一於水管內之兩孔空心圓球裝置，調整裝置之兩孔朝向方向，以便控制流量及水是否進行流動。</p> <p><b>優點：</b>開關容易，只要轉動把手九十度，就可以阻斷水源或讓水流過，不像第一種水閥需要轉好幾圈。</p> <p><b>缺點：</b>若不小心碰到把手，就有可能打開開關。</p>

<p>第三種水閥</p>  <p>圖三</p> <p>圖四</p>	<p>一根桿子接出來，外面再加一個浮球；當浮球沒有浮力、連著桿子往下墜的時候，機器內部的開關就會打開讓水流通過，而浮球連著桿子浮起到一個高度時，機器內部的開關就會關起來阻止水流通過。</p> <p><b>優點：</b>不需任何人力來操控此開關，交由浮球來操控水流開關。</p> <p><b>缺點：</b>浮球無法控制排放更多水出來，等水位到一定的高度時，就得關閉水源。</p>
<p>第四種水閥</p>  <p>圖五</p>	<p>它的開關原理與第二種水閥類似，且在分成兩個水流上極為便利。而分流的兩個水管上分別各有開關，所以容易控制水流的方向。</p> <p><b>優點：</b>它已有雙水流開關的功能，能迅速接上其他水管使用。</p> <p><b>缺點：</b>與第二種水閥開關雷同，若不小心碰到轉扭，就有可能打開水源。</p>

(二) Arduino Uno：

Arduino 是一個開放式的電路板，可以自行設計程式並結合電路，即可運用到作品上。基於創用 CC 開放原始碼的電路圖設計來進行研究。

1. 開放源碼(open-source)。不僅軟體是開放源碼，硬體也是開放的。Arduino 的電路設計圖也可從官方網站自行下載，依據自身之需求進行修正，但需要符合創用 CC 授權條款。
2. 可依據 Arduino 官方網站，取得硬體的設計檔，加以調整電路板及元件，以符合自己實際設計的需求。

3. 可簡單地與感測器、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、伺服馬達…等。
4. USB 介面，不需外接電源。另外有提供直流(DC)電源輸入。



5. 數位 I/O 接腳:

14 支數位 I/O 接腳 可以當作輸入使用，也可以當作輸出使用，使用方法是將數字帶入「pinMode()、digitalWrite()、digitalRead()」 這幾個函式。在這 14 支數位 I/O 接腳，各腳位分別含下列功能：

串行通訊	包含 0(RX) 和 1 (TX) 這兩支腳位。用來接收(RX)與傳輸(TX)數位積體電路訊號的序列資料。這兩支腳也連接到 USB 變流器晶片中。
外部中斷	第 2、3 腳位可以利用外部事件觸發中斷。
PWM	3, 5, 6, 9, 10 和 11 共六支腳。透過 analogWrite() 函式可以提供 8-bit 的 PWM 輸出。
SPI	10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO) 和 13 (SCK) 這四支腳。這四支腳搭配 SPI Library 可提供 SPI 序列通訊。
LED	13 腳位。內建一顆 LED，當 pin 腳為 HIGH 時，LED 打開，當 pin 腳為 LOW 時，LED 關閉。

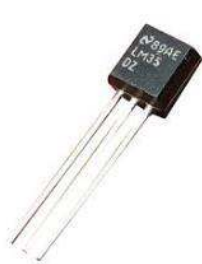
### (三) MG995 伺服馬達：

伺服馬達(Servo Motor)是一種可以提供動力的裝置，可藉由程式來控制馬達的運轉速度及方向，伺服馬達內部包括了一個小型直流伺服馬達、一組變速齒輪組、一個反饋可調電位器及一塊電子控制板。伺服馬達有三條控制線，通常紅色表示電源(+5V)、黑色表示接地、黃色或橘色表示訊號輸出。

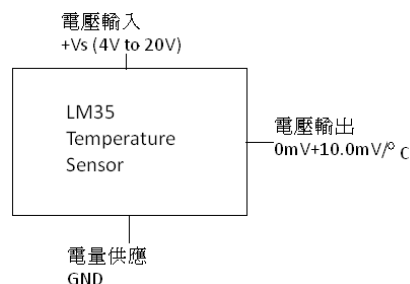
反應轉速：53-62R/M 工作扭矩：13KG/cm 轉動角度：最大180 度 死區設定：4 ms 產品尺寸：40.7*19.7*42.9mm 使用電壓：3-7.2V 產品重量：55g 結構材質： 金屬銅齒、空心杯電機、雙滾珠軸承 適用範圍： 遙控車、雙足機器人、機械手、遙控船	產品型號：MG995 
---	---

### (四) 溫度感測器 LM35：

經由資料發現 LM35 溫度感測器並不是裡頭有水銀，而是用其他金屬來藉此改變元件的阻值進而改變輸出電壓。凡用物理感測元件輸出一定是電壓或是電流的訊號。而它的溫度與電壓的關係的計算公式為  $V(T)=(10\text{mV}/^{\circ}\text{C})\times T(^{\circ}\text{C})$  (每一 10mV 代表 1 度 C)。所以當 Arduino 的類比訊號讀取 LM35 的數值時，會先從原始資料轉換成電壓，再將電壓轉換成溫度。LM35 是一顆雷同電晶體封裝的溫度感測元件，只需要三隻接腳，分別是電壓輸入、電壓輸出及電量供應。它的準確性高，誤差小於一度內，且量測範圍可高達約 150 度。因上理由，LM35 適合整合 Arduino，運用到測量水溫上。以下是的 LM35 的詳圖。



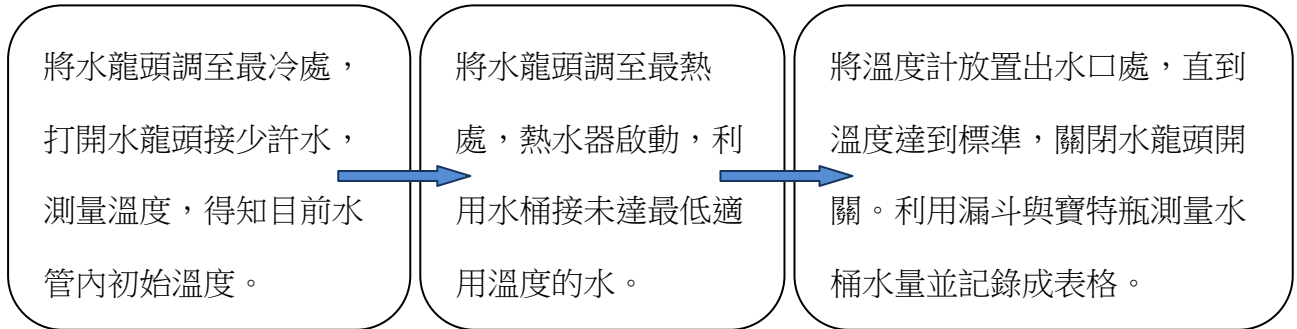
圖六



(五) 水量實際測量

1. 測量方法：為確實掌握平時流失的水量，各組員回家實際進行測量，並以各自可接受的最低溫度作為測量標準。將未達標準的水收集，並測量水量。以下是測驗方法及得到的數據。

(1) 測驗方法步驟說明



(2) 測量方式圖片



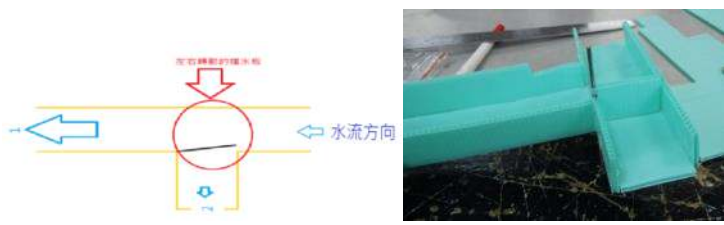
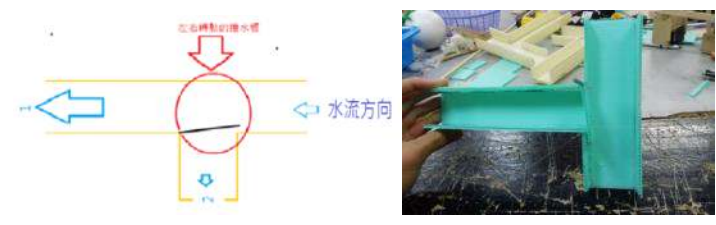
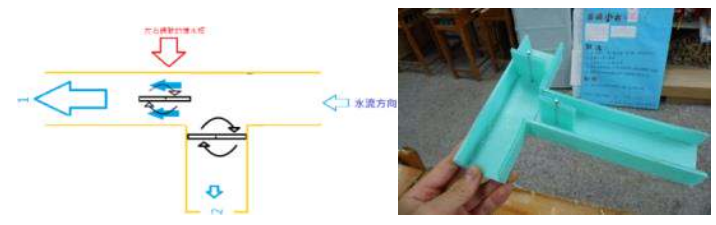
2. 紀錄表格

	最低可接受水溫	初始管內水溫(°C)	接出水量(ml)	平均值(ml)
組員 A	35°C	29.5	5920	4792
		30	4350	
		30	4500	
		29.5	4400	
組員 B	31°C	28	3940	3270
		27	3150	
		26	2720	

由上述表格的平均值可得知，每次洗澡時，每人平均會讓將近三至四公升的水流失，若可將此水資源儲存並善加利用，將可節省龐大的水資源。

#### 四、構想解決方案：

(一) 首先我們必先設計並解決水道模型分流的問題，所以我們利用塑膠瓦楞板做出模型，主要是觀察及分析哪種擋水板之製作方式最佳。

方案	圖示	特色
方案一： 擋水板的長度和水道的寬度相同。	 <p>The diagram shows a circular rotating water board in a channel. A red arrow indicates the rotation direction, and a blue arrow indicates the water flow direction. The board's length is equal to the channel width. The photo shows the physical prototype made of green corrugated plastic.</p>	<p><b>優點：</b>旋轉時較其他的快速。</p> <p><b>缺點：</b>無法有效阻擋大量水流。</p>
方案二： 擋水板的長度比水道的寬度長。	 <p>The diagram shows a rotating water board in a channel. A red arrow indicates the rotation direction, and a blue arrow indicates the water flow direction. The board's length is longer than the channel width. The photo shows the physical prototype.</p>	<p><b>優點：</b>旋轉較快。</p> <p><b>缺點：</b>擋水板面積大，受水阻力而移動緩慢。</p>
方案三： 使用兩個擋水板（長度都和水道寬度相同）。	 <p>The diagram shows two rotating water boards in a channel. A red arrow indicates the rotation direction, and a blue arrow indicates the water flow direction. Both boards have a length equal to the channel width. The photo shows the physical prototype.</p>	<p><b>優點：</b>可同時旋轉，所以可擋住的水量較多，漏水機率低，</p> <p><b>缺點：</b>和一號機的擋水板一樣，無法有效擋住大量水流。</p>

以上述結果之較佳製作方案進行後續之研究



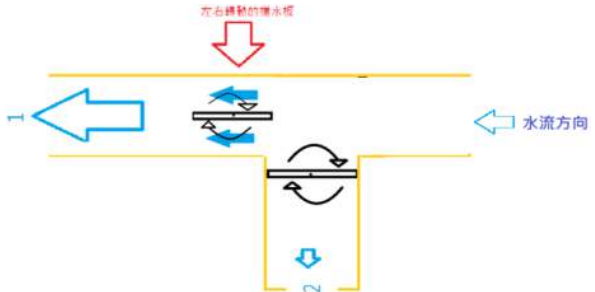
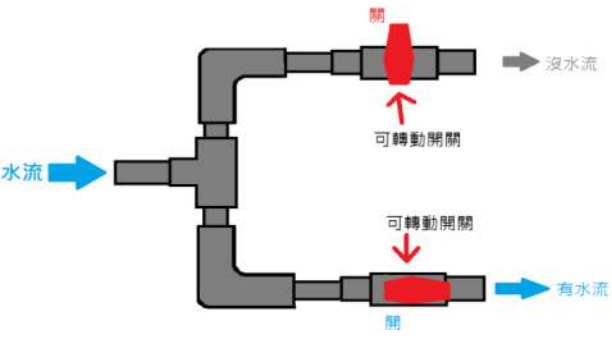
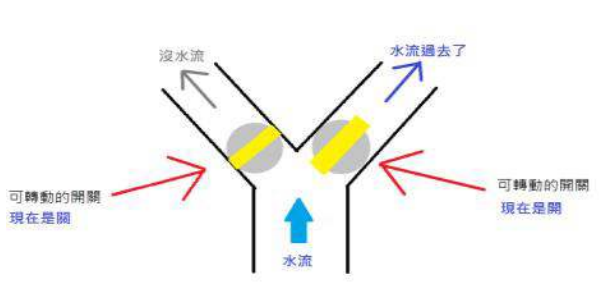
(二) 製作整體裝置之計畫

1. 水管線路方面：

經由以上研究結果，找尋市面上水閥開關進行製作。以下是兩種水閥開關：



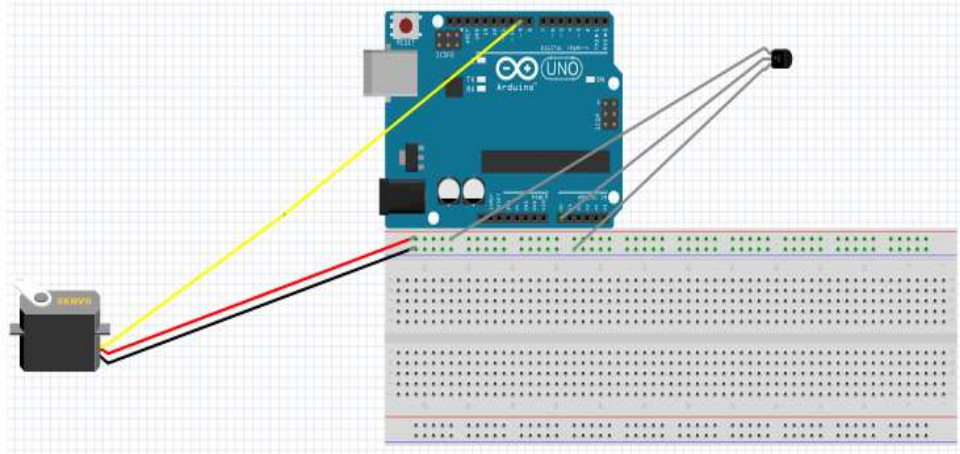
以上述兩種水閥研究出以下裝置：

方案	圖示	特色
一		<p>以之前做出的最佳水道方案三，實際再做出更加完善的裝置。</p> <p><b>優點：</b>製作簡易、構想明確。</p> <p><b>缺點：</b>較難與實際水道結合。</p>
二		<p>從方案一延伸發展。同樣以三通水管做為分流模型，採用的是第一種水閥。</p> <p><b>優點：</b>好分辨開跟關。</p> <p><b>缺點：</b>需要組裝每節水管，手續較繁複。</p>
三		<p>採用的是第二種水閥，以有兩個分流開關的方式進行製作。</p> <p><b>優點：</b>因兩個開關相距不遠，所以方便之後連接，用一顆馬達即可運轉。</p> <p><b>缺點：</b>開關轉扭較小，不方便轉動。</p>

## 2. 電路部分：

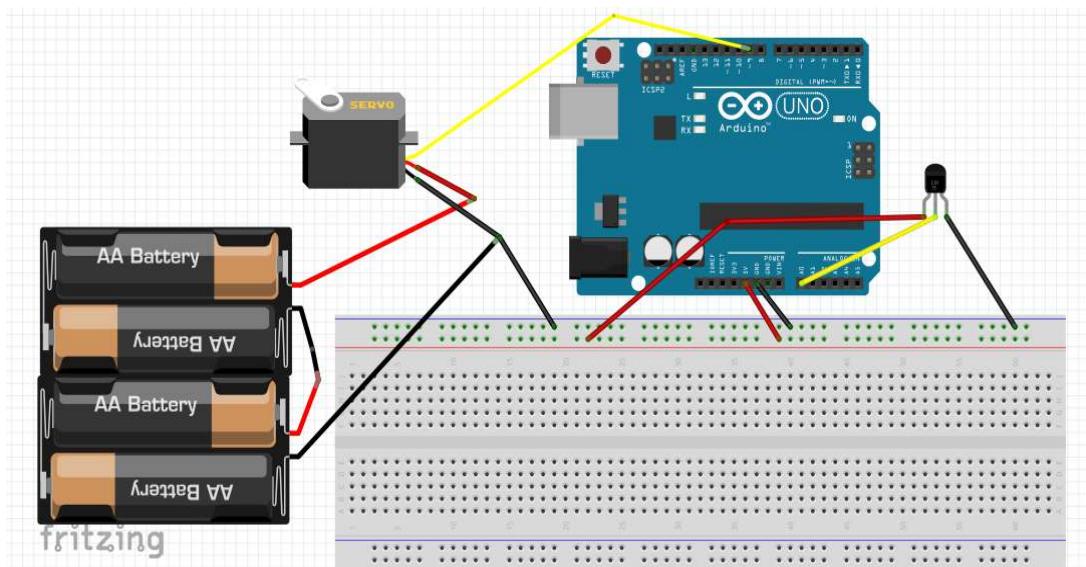
### (1) 電路配置繪圖

利用 Fritzing 繪製出下方 LM35 與伺服馬達電路圖

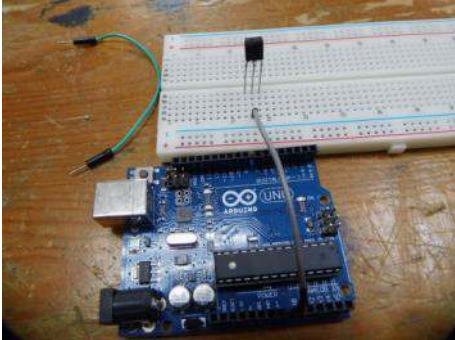
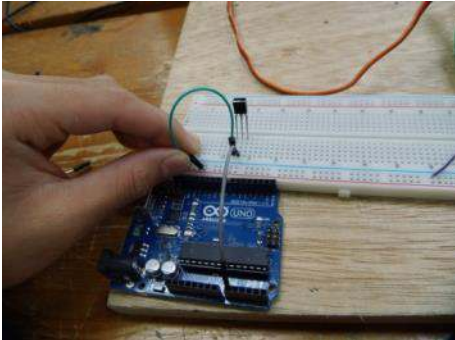
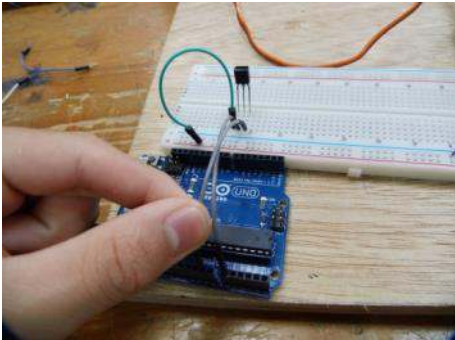
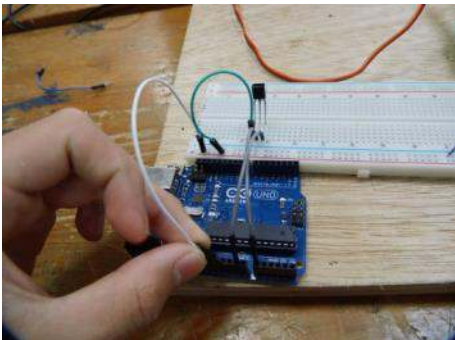


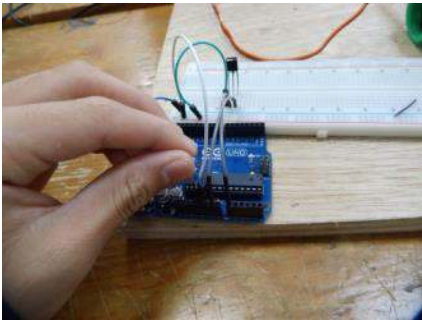
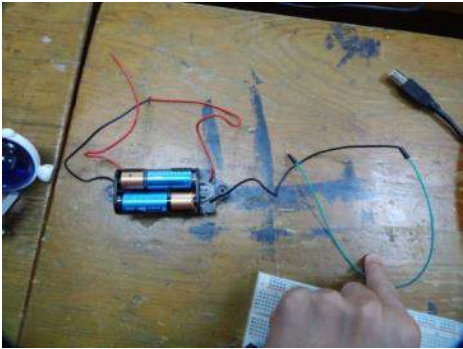
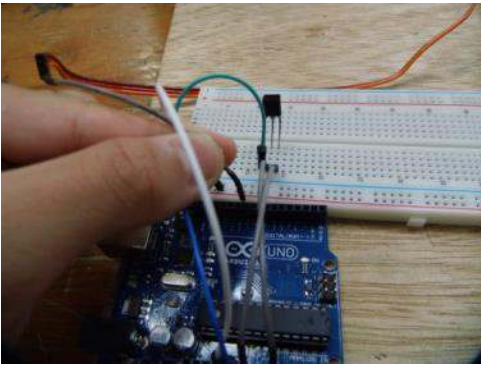
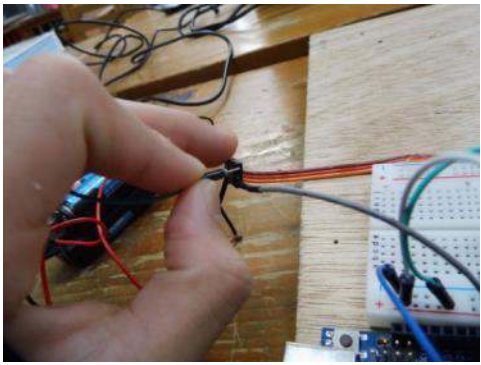
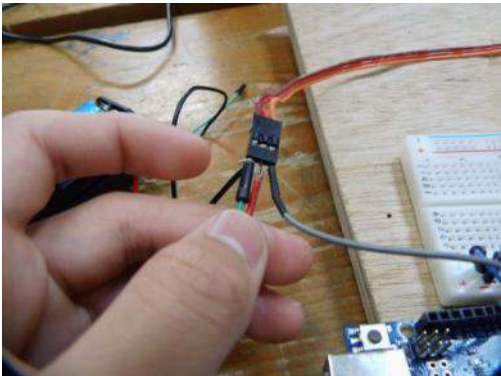
實際測驗時發現，伺服馬達因在運轉時需耗費大量能源，以致造成電供應量不穩的狀況。經由書本了解，可以外接外供應馬達的電源。如此一來，供應馬達的電力才能更足夠，馬達的扭力也較大。

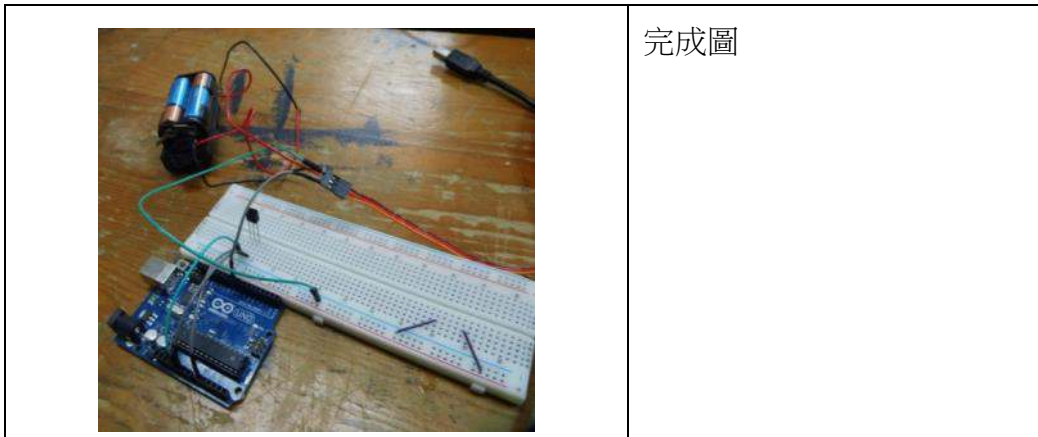
如何外加電池盒：電池盒的正極接馬達的紅線；電池盒的負極需外加兩條電線，一條接馬達的黑線，另一條接 Arduino 的 GND(地)。伺服馬達的黃色線則是接 Arduino 的數位變頻引腳。



(2) 電路配置實際製作

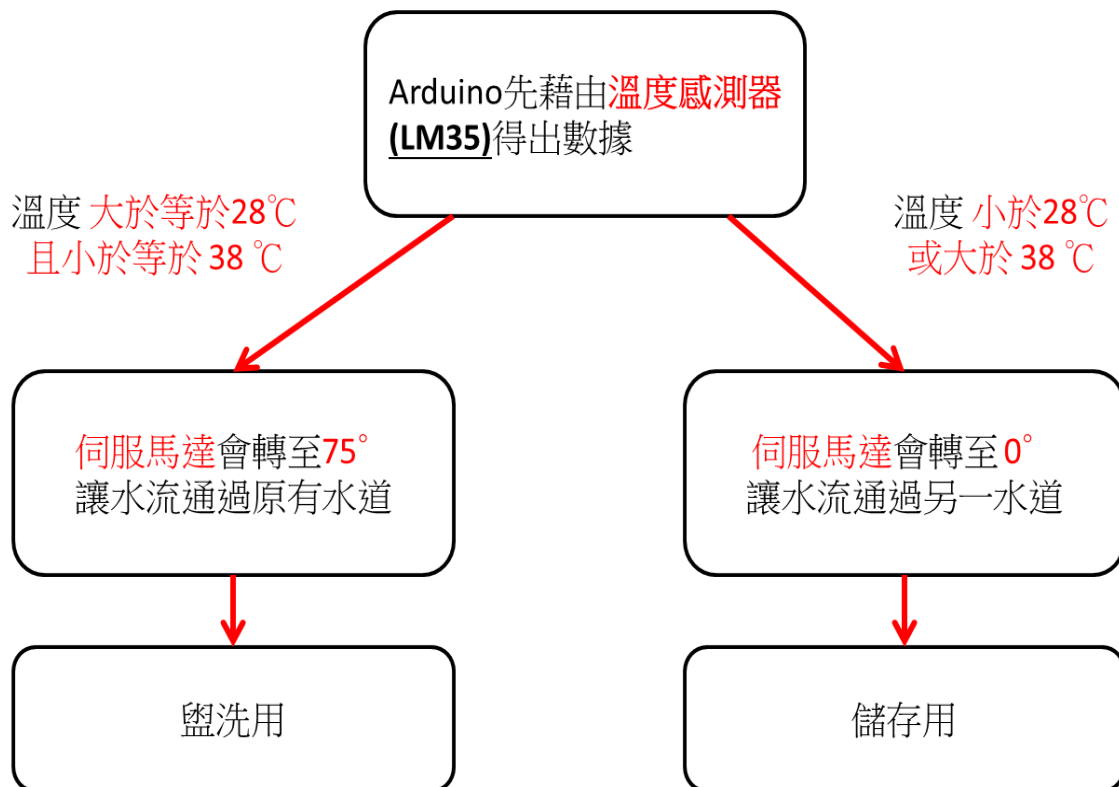
圖片	製作流程
	溫度感應器平面朝自己，中間腳接訊號，連接至 Arduino 的類比訊號 A0 腳。
	溫度感應器平面朝自己，左腳接 5V 接正極線路。
	溫度感應器平面朝自己，右腳接上負極線路(GND)。
	將电路板的 5V 與麵包版的正極連接，5V 電流將會輸進麵包版。

	<p>將电路板的 GND 與麵包版的負極連接，GND 電流將會輸進麵包版。</p>
	<p>外加電池。</p>
	<p>將馬達訊號線(黃色)接上 Arduino 第九位數位變頻引腳。</p>
	<p>電池盒連出的負極線路連接馬達的地(負極)線(咖啡色)。</p>
	<p>電池盒連出的正極線路連接馬達的 5V 線(紅色)。</p>



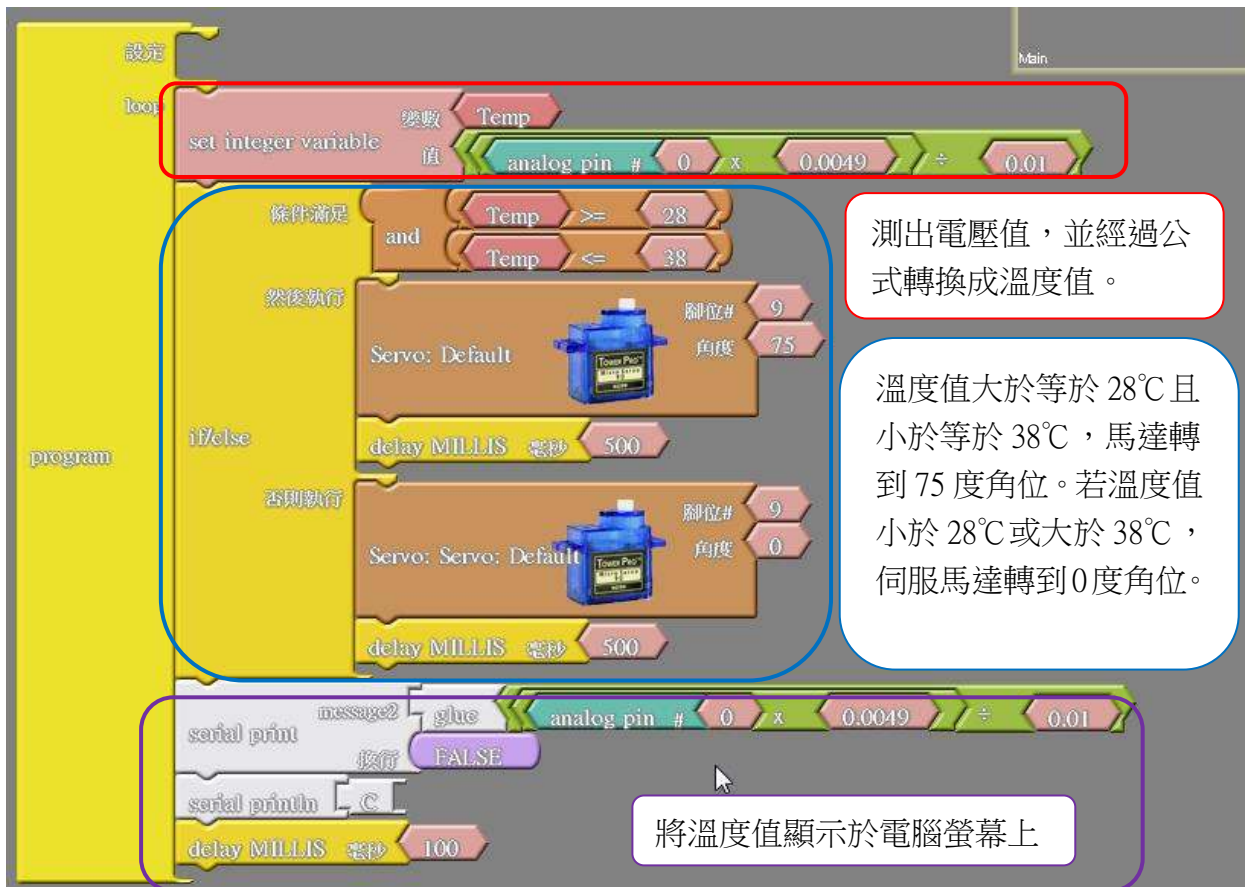
3. 程式方面：

(1) 以下為程式的運作邏輯設計



## (2) 圖形化程式

運用 Ardublock 圖形化程式，繪製程式如下圖：



## (3) 程式碼

```
Arduino IDE 1.0.4
abp $
#include <Servo.h>

int _ABYAR_1_Temp = 0;
Servo servo_pin_9;

void setup()
{
  servo_pin_9.attach(9);
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  _ABYAR_1_Temp = ( ( analogRead(0) * 0.0049 ) / 0.01 );
  if ( ( ( _ABYAR_1_Temp ) >= ( 28 ) ) && ( ( _ABYAR_1_Temp ) <= ( 38 ) ) )
  {
    servo_pin_9.write( 75 );
    delay( 500 );
  }
  else
  {
    servo_pin_9.write( 0 );
    delay( 500 );
  }

  Serial.print( ( ( analogRead(0) * 0.0049 ) / 0.01 ) );
  Serial.print(" ");
  Serial.println("C");
  Serial.println();
  delay( 100 );
}
```

測出電壓值，並經過公式轉換成溫度值。

溫度值大於等於 28°C 且小於等於 38°C，馬達轉到 75 度角位。若溫度值小於 28°C 或大於 38°C，伺服馬達轉到 0 度角位。

將溫度值顯示於電腦螢幕上

#### 4. 程式測試、發現問題

將所完成的電路設計與程式進行測試，發現到 LM35 所感測得電壓轉換溫度的變化幅度較大，導致伺服馬達產生左右轉動不定的現象，如：水溫偵測在 27.9 度與 28.1 度間，因判斷值為 28 度，故在讀取並傳遞過程中產生馬達轉動不穩定，容易使伺服馬達產生故障。

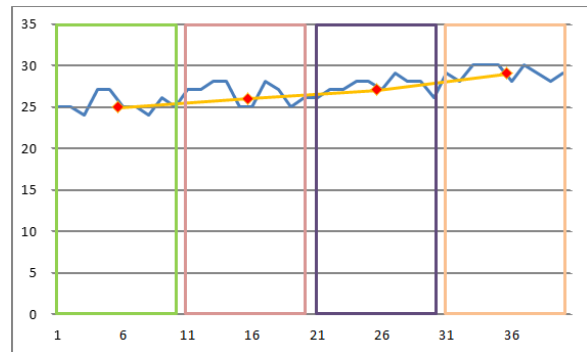
#### 5. 程式修正改善

修正水溫加熱或降溫時，溫度變化過程中出現的大小振幅不穩定的情況，將採用「算術平均數」的過濾方式，將溫差變化改善較為穩定。因此我們將取用前 100 組的溫度值進行算術平均，所得到的平均數經過「無條件捨去」小數點後，獲得較穩定的溫度變化狀態。程式修改如下表示：

##### (1) 算術平均數概念

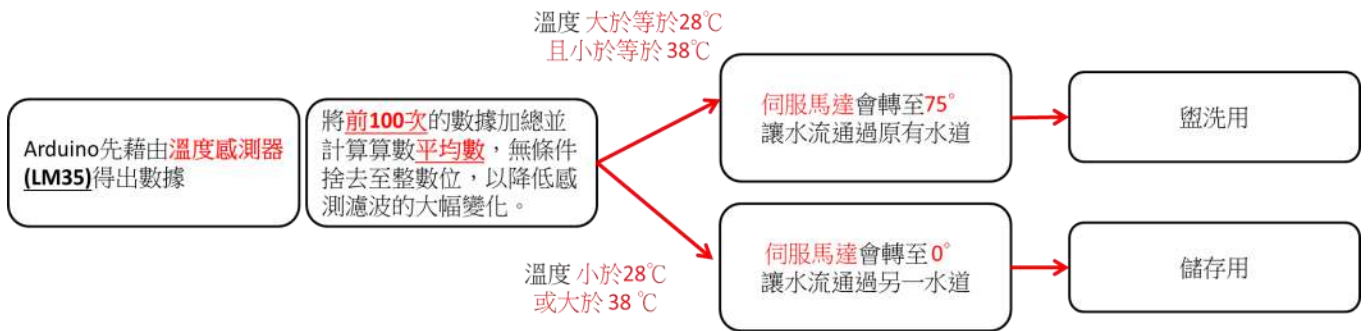
利用 EXCEL 軟體進行模擬，利用函數(RANDBETWEEN)設定兩個數值間隨機抽樣 10 次，共四組，每組取算術平均數且無條件捨去取整數，模擬溫度上升時的狀況(如下圖表所示)。

隨機間隔	第一組24~27	第二組25~28	第三組26~29	第四組27~30
1	25	27	26	29
2	25	27	27	28
3	24	28	27	30
4	27	28	28	30
5	27	25	28	30
6	25	25	27	28
7	25	28	29	30
8	24	27	28	29
9	26	25	28	28
10	25	26	26	29
算數平均數	25	26	27	29



由上圖表可得知，經過算數平均數計算後，可以得到穩定上升的數值。可藉此消除水溫變化時，溫度感測器讀取瞬間數值的誤差，如第 3 組與第 5 組數據的溫度變化是不穩定的。

## (2) 修正後程式邏輯設計



## (3) 程式碼修正

因 Ardublock 軟體沒有算數平均數的圖形化程式，因此我們直接針對程式碼作修改，如下所示。

```
檔案 編輯 草稿碼 工具 說明
[Icons]
_abp
#include <Servo.h>

int _ABVAR_1_Temp = 0;
int dat,n;
Servo servo_pin_9;

void setup()
{
  servo_pin_9.attach(9);
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  for(n=0;n<100;n++){
    _ABVAR_1_Temp= _ABVAR_1_Temp+analogRead(A0); //連續讀取溫度感測器的輸出值100 次平均
    _ABVAR_1_Temp= _ABVAR_1_Temp/100;
    dat=( _ABVAR_1_Temp*(0.0049)/0.01); //計算溫度值
    if ( ( ( 28 ) <= ( dat ) ) && ( ( dat ) <= ( 38 ) ) )
    {
      servo_pin_9.write( 75 );
      delay( 500 );
    }
    else
    {
      servo_pin_9.write( 0 );
      delay( 500 );
    }
    Serial.print(dat);
    Serial.print(" ");
    Serial.print("C");
    Serial.println();
    delay( 100 );
  }
}
```

設定dat與n變數為整數值(無條件捨去至整數位)

將LM35感測到的數值連續加總100次，並計算算數平均數，再由公式轉換成溫度值



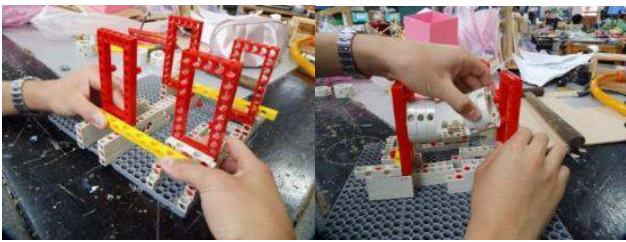
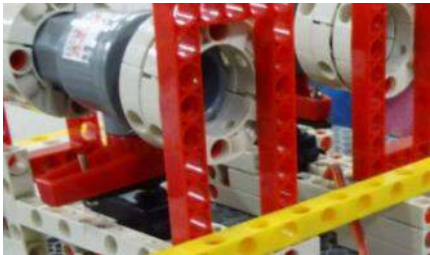
## 五、執行製作

### (一) 模型製作：

#### 1. 編號：一號機

步驟	圖片	製作說明
一		以機關王積木布置水道之基本架構。裁切適當大小的塑膠瓦楞板做水道內面，並以透明膠帶和防水膠帶來貼補縫隙及防止漏水。
二		利用積木和防水膠帶製作兩個擋水板，再加以組裝校正，即完成。

#### 2. 編號：二號機

步驟	圖片	製作過程
一		先以機關王積木布置開關之支撐架構。
二		將水閥的轉軸朝下接合下方固定於基座上的馬達。調整積木來配合水閥與馬達之間的高度，加以測試及調整。

### 3. 上述兩台比較

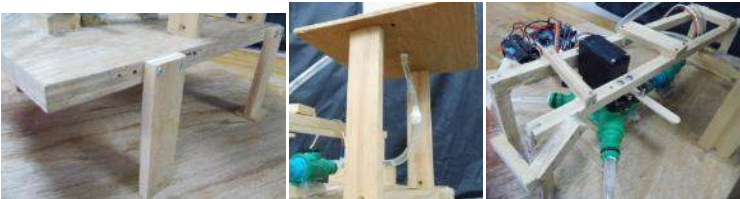

	一號機	二號機
特色	製作簡易且設計簡潔。	較一號機來的更生活化，實際應用方面較多。
優點	能明確表達水道分流簡易概念及架構原型。	配合程式的運作十分順利且較易控制，整體設計也較穩固。
缺點	在實際應用上仍有一段差距，且在使用時也較現成水閘來的麻煩且在防水上也不夠完善。	因 Arduino 須同時供應兩個馬達的電量，所以容易電力不足，導致馬達旋轉不穩。雖然我們已嘗試再外加一顆電池但仍然無法解決電量供應不足的現象。此外，此裝置所使用的積木也非生活中能實際應用之材料。

#### (二) 成品試作(原始之設計模組)：

步驟	圖片	製作流程
一		<p>用水管鉗裁出三條適當長度的水管並分別接上三個四分快速接頭。並選其中一條水管並於靠近快速接頭處鑽一個小洞。確認溫度感器的正負極後，在水管上做記號，以方便之後接線使用。將感應處朝下放入洞裡並用矽膠封密連接縫隙。</p>
二		<p>將四個 8cmx3cm 的木板用螺絲釘固定在 30cmx26cm 木板的對腳邊。</p>

三		<p>在 8cmx3cm 的木板橫架上 28cmx3cm 的木板，在馬達上將木板鑽洞，並利用螺絲鎖緊，固定架完成。</p>
四		<p>將開關調成所要的腳度後，將冰棒棍用螺絲跟螺帽固定兩個開關的轉扭，同時也將馬達的轉扭固定於開關固定處的中間。</p>

(三) 成品製作(完成之實驗模組)：

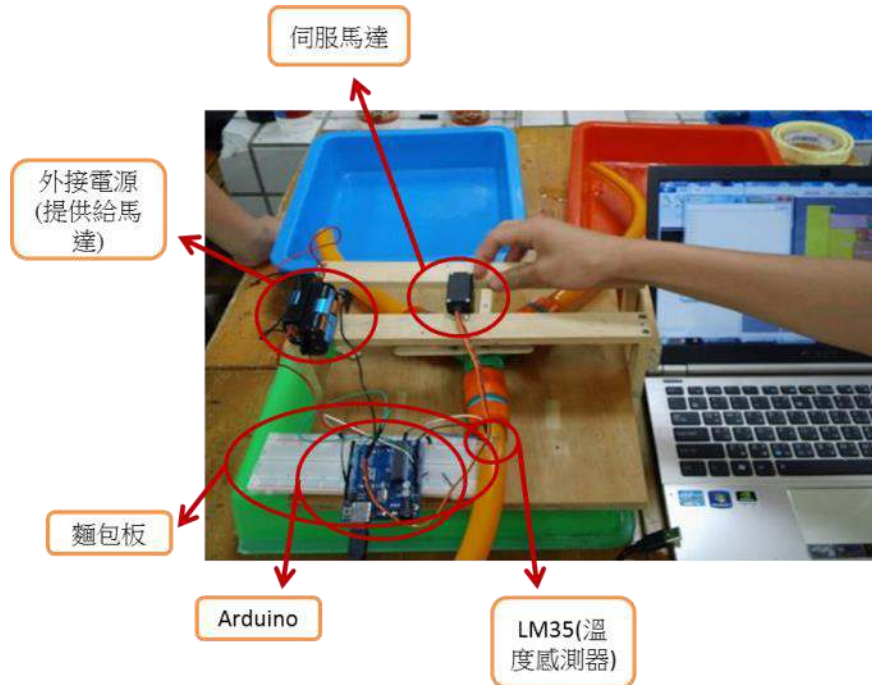
步驟	照片	製作流程
一		<p>我們將基座的架構以木材固定好</p>
二		<p>把量筒底部挖洞，連接水管，置於基座上，模擬水塔，做為冷水來源。</p>

三		<p>將一漏斗裝於水塔上,模擬熱水器,做為熱水入口。</p>
四		<p>把水塔與熱水器接上管線,以防水膠帶固定水管接合處,再連接到位於水閥前的三通接頭。</p>
五		<p>將三通水管前的水閥所接的水管裝上溫度感測器,並以矽膠防止其漏水。利用水管將水閥與雙向水閥開關做結合。</p>
六		<p>將試作成品中的麵包板改用較小格是進行連接線路以減少空間占用,並加上外接電源。</p>

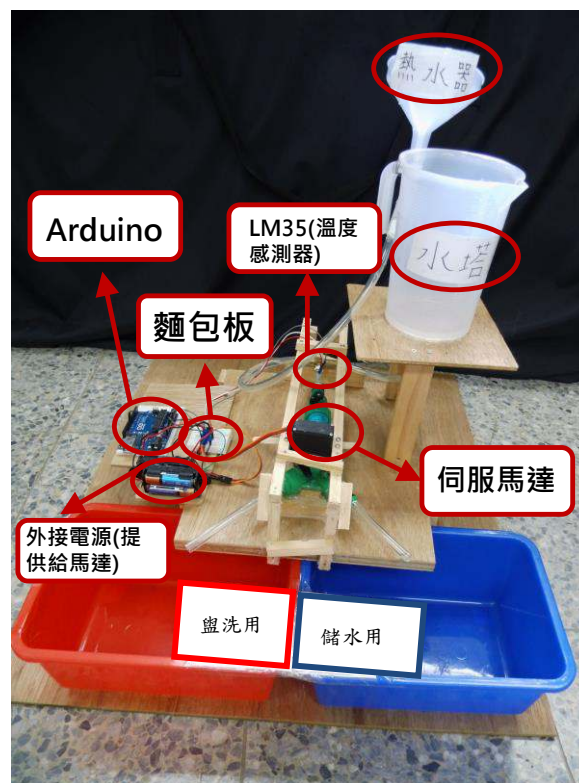
## 伍、研究結果

一、完成圖示：


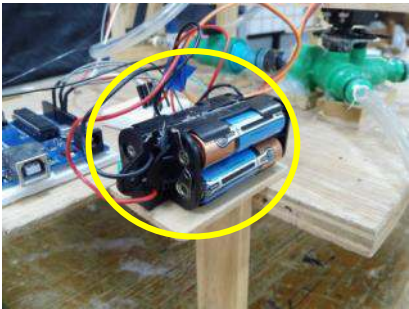

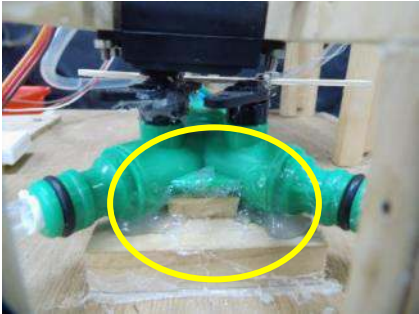
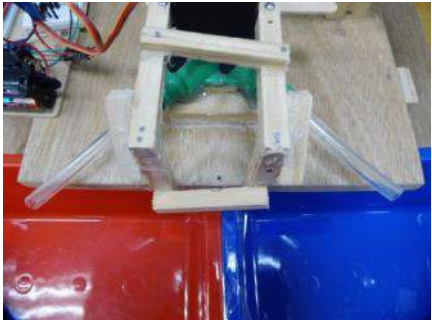
(一) 原始之設計模組圖示



(二) 完成之實驗模組圖示



## 二、實驗模組結構

項目	照片	文字說明
溫度感測器		<p>將感測器插入水管內，並用矽膠將其固定。將溫度感測器的腳位與電線進行焊接，與麵包板連接。可直接測量水溫。</p>
外加電源		<p>由四個 3 號電池組成的外加電源(6V)，安置於伺服馬達旁的木板上，因馬達耗電量大，易造成溫度感測器無法準確感測溫度。外加電池後，可提供足夠的電量給溫度感測器準確測量。</p>
開關轉軸		<p>伺服馬達轉軸接在其中一個水閥把手上，利用冰棒棍將第二個把手互相連接，利用連桿原理同時帶動兩個水閥把手。</p>
底座		<p>用螺絲釘將分流水閥固定於木板底部，以減少消耗與馬達轉動時所產生的扭力。</p>
儲水盆		<p>了解水的流向，放置水盆接水。</p>

<p>馬達 固定架</p>		<p>利用木板，固定並所緊螺絲，以避免伺服馬達轉動時自轉而減少扭力值，影響水閥開關的轉動。</p>
<p>三通 接管</p>		<p>利用三通接管，將冷熱水匯流，模擬家用浴室使用的冷熱水管線配置。</p>
<p>水閥 開關</p>		<p>水閥開關為作為控制水流的總開關，溫度感測器裝置於前方，以模擬感測尚未開啟熱水器時(倒入熱水前)的冷水管線內的水溫溫度。</p>

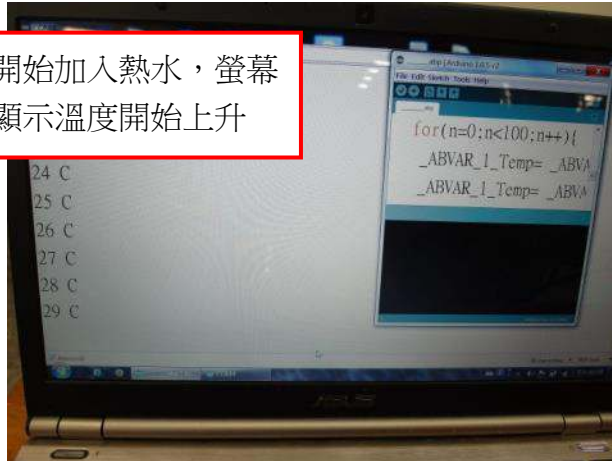
### 三、實際操作

項目	照片	說明
<p>上傳 程式碼 至 Arduino 面板</p>	 <p>螢幕顯示溫度數值，最下方為最新數據顯示</p> <p>0 度角位置狀態</p>	<p>於水塔裝置內加入冷水，並按下上傳鍵，等待程式碼上傳至 Arduino 面板。開啟螢幕顯示面板，了解目前溫度感測器所得到的溫度值為 24°C，伺服馬達角度為 0 度，</p>

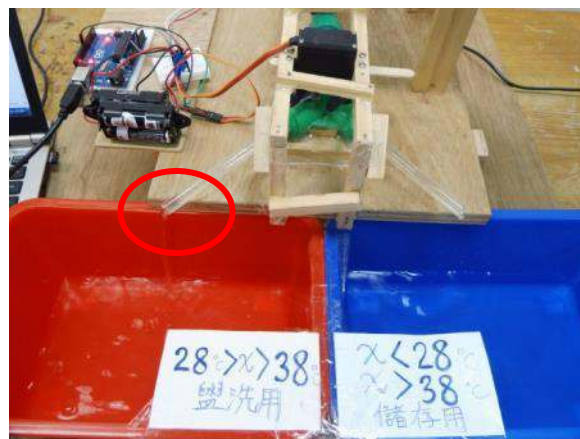




開始加入熱水，螢幕顯示溫度開始上升

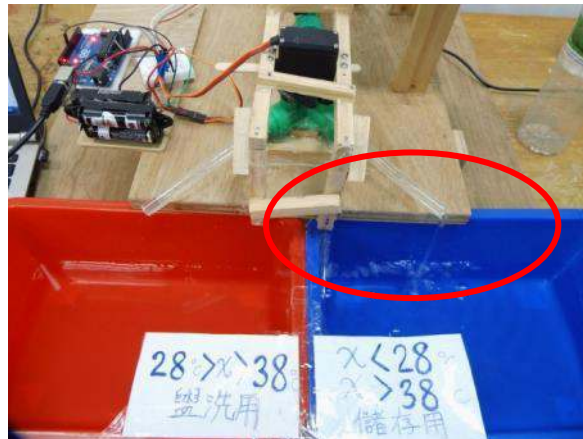
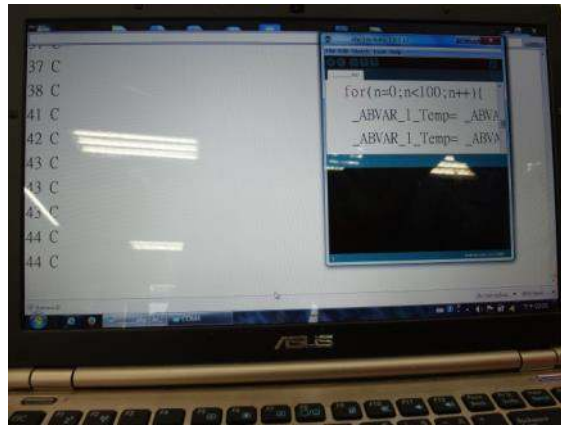


開始加入熱水，讓溫度上升



打開水閥開關，開始加入熱水後，看到螢幕顯示溫度開始上升，當達到特定溫度範圍(28°C ~38°C)時，馬達開始轉動至 75 度角位置，水流至紅色水盆中，為所需的水溫。

溫度持續  
升高



持續加入熱水，看到螢幕上溫度升高超過預設 38°C 時，馬達將轉回 0 度角位置，水流至藍色儲水盆中。

## 陸、討論

一、當水到達一定溫度時，冷水便分流到儲水箱，讓冷水能達到最佳的運用？

此項有確實達到，本項目標也為本次研究的重要環節，所以我們在這一方面有結合機械、電路及程式來做整體的呈現。

二、使用最少數量之馬達，以減少運作之用電量？

此項已完成，我們棄用需要使用兩個馬達來進行運作的方案二，最後決定使用只須以一個馬達即可完成動作的最佳方案三，以達到節約能源的目的。

三、操作簡易，使用方便？

因時間有限，所以我們尚未研究出實際使用者的控制按鈕，但我們已在研究加上 LCD 液晶顯示器或 LED 燈泡的相關電路及程式。日後可朝此方向精進及發展。

## 柒、結論

將洗澡時尚未加熱至所需溫度的冷水與過熱的熱水進行回收的概念，是我們本次研究的主要核心理念，畢竟節約水資源是當今重要的議題，能從小地方著手，經過累積就會成為可觀的數量。

目前我們已可利用 Arduino 面板做出藉由溫度感測器，控制伺服馬達轉動兩個開關的省水裝置。基本架構與模型已有雛型，也可進行不同水溫的水分流進行利用與儲存。儲存的水流，可以導引至馬桶蓄水箱，以善用水資源。除外，若家中有種花、種菜，也可將水導流至盆栽、農田旁，以方便灌溉。

但因製作研究的時間與成本有限，若能增加 LCD 液晶顯示器、LED 亮燈與按鈕開關結合，能延展出可觀看溫度螢幕的水龍頭設備。此裝置在未來還有許多發展空間，若可將 Arduino 面板體積縮小，與現有的紅外線感測水龍頭或小便斗裝置中的電磁水閥開關做結合，將可縮小裝置體積，期待日後可將此裝置概念應用結合在浴室水龍頭上，相信能節省更多的水資源。

## 捌、參考資料及資料來源

- 一、國中生活科技課本 康軒版第二冊第二本 創新與設計
- 二、國中生活科技課本 康軒版第四冊第二本 營建與製造科技
- 三、圖一：資料來源 [http://www.aibang.com/beijing/jiancai\\_0fdef2d4171fc3d2/](http://www.aibang.com/beijing/jiancai_0fdef2d4171fc3d2/)
- 四、圖二：資料來源 [http://www.aibang.com/beijing/jiancai\\_0fdef2d4171fc3d2/](http://www.aibang.com/beijing/jiancai_0fdef2d4171fc3d2/)
- 五、圖三：資料來源 <http://goods.ruten.com.tw/item/show?21306195053241>
- 六、圖四：資料來源 <http://www.me.tnu.edu.tw/study/proj/r88/3/index.htm>
- 七、圖五：資料來源 <http://www.myfone.com.tw/buy/index.php?action=product>
- 八、圖六：資料來源 <http://xathrya.web.id/blog/2014/04/02/arduino-project-arduino>
- 九、使用可變電阻控制伺服馬達 <http://atceiling.blogspot.tw/2013/03/arduino.html>Arduino
- 十、孫駿榮(2014)·Arduino 互動設計超入門：用 ArduBlock 圖形化控制真簡單·台北市：  
碁峰。
- 十一、 趙英傑(2014)·超圖解 Arduino 互動設計入門(第二版)·台北市：旗標。

## 【評語】 030816

以太陽能板加裝水冷裝置，以提昇發電效率，並可回收熱水，製作成太陽能光電熱水器是值得研究的主題，實驗中對參數的設計，效益的評估，有很詳細的探討，是相當不錯的一件作品。如對文獻的資料以市售的產品做較完整的比較分析，會更能呈現主題的新穎價值。