

台北市立大安高級工業職業學校

綜合高中電子組

專題報告

居家智慧窗

Home Smart Window

學生 組長：許愷倫

組員：陳聖崑

組員：楊承翰

組員：李裕祥

指導老師：張 洧 老師

中華民國 112 年 1 月

目錄

目錄.....	I
圖目錄.....	III
表目錄.....	IV
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、電路製作.....	2
二、程式撰寫.....	2
肆、研究方法及過程.....	2
一、專題製作背景及目的.....	2
二、專題製作方法、步驟與進度.....	3
(一)、研究步驟.....	3
(二)、研究進度.....	4
三、預期成果.....	4
四、系統架構.....	5
五、相關元件介紹.....	6
(一)、Arduino UNO 開發板 & Sensor Shield 擴展板.....	6
(二)、L298N 馬達驅動板.....	7
(三)、DHT11 溫溼度感測器.....	8
(四)、PMS5003T.....	9
(五)、雨水感測模組.....	10
(六)、MG811 二氧化碳感測器.....	11
(七)、MQ-2 煙霧&氣體感測器.....	12
(八)、MQ-7 一氧化碳感測器.....	13
(九)、HTTM 觸摸開關.....	14
(十)、TFT LCD 顯示器.....	15
(十一)、WS2812 5050 環形全彩 LED.....	16
(十二)、DC 12V 電動推桿.....	16
(十三)、推拉式鋁窗.....	17
(十四)、自製外盒.....	18

伍、研究結果.....	19
一、硬體功能.....	19
(一)、關窗條件.....	19
(二)、WS-2812 燈號顯示.....	20
(三)、TFT-LCD 螢幕顯示.....	20
二、軟體功能.....	21
(一)、Arduino UNO 開發板.....	21
(二)、L298N 馬達驅動板.....	21
(三)、DHT11 溫溼度感測器.....	21
(四)、PMS5003T 粉塵溫溼度感測器.....	21
(五)、雨水感測模組.....	21
(六)、MG811 二氧化碳感測器.....	21
(七)、MQ-2 煙霧&氣體感測器.....	22
(八)、MQ-7 一氧化碳感測器.....	22
(九)、HTTM 觸摸開關.....	22
(十)、TFT LCD 顯示器.....	22
(十一)、WS2812 5050 環形全彩 LED.....	22
(十二)、DC 12V 電動推桿.....	22
陸、討論.....	23
柒、結論.....	23
一、心得.....	23
二、未來展望.....	23
捌、參考資料及其他.....	24
一、參考資料.....	24
二、附錄.....	25

圖目錄

圖 1 專題流程圖.....	3
圖 2 居家智慧窗組成架構圖.....	5
圖 3 居家智慧窗組成架構圖.....	5
圖 4 Arduino uno 接腳圖.....	6
圖 5 L298N 馬達驅動模組接腳圖.....	7
圖 6 DHT-11 構造圖.....	8
圖 7 DHT-11 接腳圖.....	8
圖 8 PMS5003T 工作原理.....	9
圖 9 PMS5003T 接腳圖.....	9
圖 10 PMS5003T.....	9
圖 11 雨水感測模組 接腳圖.....	10
圖 12 雨水感測模組.....	10
圖 13 CO2 濃度與輸出訊號呈反比.....	11
圖 14 MG811 接腳圖.....	11
圖 15 MQ-2 電路圖.....	12
圖 16 MQ-2 接腳圖.....	12
圖 17 MQ-7 電路圖.....	13
圖 18 MQ-7 接腳圖.....	13
圖 19 HTTM 背面焊接點.....	14
圖 20 HTTM 觸摸開關.....	14
圖 21 TFT LCD 顯示器 接腳圖.....	15
圖 22 TFT LCD 顯示器.....	15
圖 23 WS2812.....	16
圖 24 WS2812.....	16
圖 25 DC 12V 直流推桿.....	16
圖 26 推拉式鋁窗.....	17
圖 27 自製外盒.....	18
圖 28 雷射切割圖(一).....	18
圖 29 雷射切割圖(二).....	18
圖 30 成品圖.....	19
圖 31 顯示 PM2.5 等級顏色.....	20
圖 32 開機燈效.....	20
圖 35 螢幕顯示(三).....	20
圖 34 螢幕顯示(二).....	20
圖 33 螢幕顯示(一).....	20

表目錄

表 1 甘特圖.....	4
--------------	---

壹、摘要

在一個所有事物都講求自動化的年代，如何把冰冷的科技運用到生活上是這次專題的一大課題。所以本專題運用微電腦控制的所學來實現自動控制及偵測窗戶的開關及資料顯示。這次專題嘗試了許多電子偵測元件，例如：溫濕度感測、pm2.5 偵測、及雨水偵測等等。由於考慮方便性我們都是購買現成元件方便拆卸也節省時間。經過網路上的函式庫來編譯並整合軟硬體的設備讓我們學習到各方面的相關知識。

關鍵字:單晶片、感測器、窗戶機構、LCD 顯示器。

貳、研究動機

隨著時代的進步，人們的生活水平不斷提高，對安全、舒適、健康的生活需求也越來越高，使用多種偵測器檢測環境參數達成自動開關窗，除了為生活帶來便利又能讓安全更有保障。

參、主題與課程之相關性或教學單元之說明

一、電路製作

我們在最後組裝元件的步驟時，為了方便安裝而硬凹 DHT-11 的接腳，導致整個接腳連同接腳的焊點也被扯下來，一籌莫展之際，突然想起實習課的製作 PCB 板課程曾經教過電路圖的繪製，最後透過上網查詢 DHT-11 的電路圖，利用跳線成功修復元件。

二、程式撰寫

我們在這次程式撰寫利用了高二單晶片微處理機實習、程式設計實習所學到的內容，好讓這次的專題程式可以進行得更順利，我們使用的各種感測器在網路上的函式庫可以找到非常多的範例程式，但將不同的原件組合在一起就會出現一些問題，在我們理解其各個程式的涵義後再做出修改，即可整合整個裝置。

肆、研究方法及過程

一、專題製作背景及目的

現代社會，智慧自動化產品已走進千家萬戶中，以前人們使用窗戶多半是運用手推開窗，這繼費力又費時，隨著現代科技進步，已有人發明出智慧窗戶，我們覺得非常有趣，因此我們想藉由居家智慧窗這個主題，運用各種偵測器達成自動開關窗的目地，為人們帶來便利與安全的生活。我們做出來的成品雖然只是個雛形，但在未來肯定有很好的發展。

二、專題製作方法、步驟與進度

(一)、研究步驟

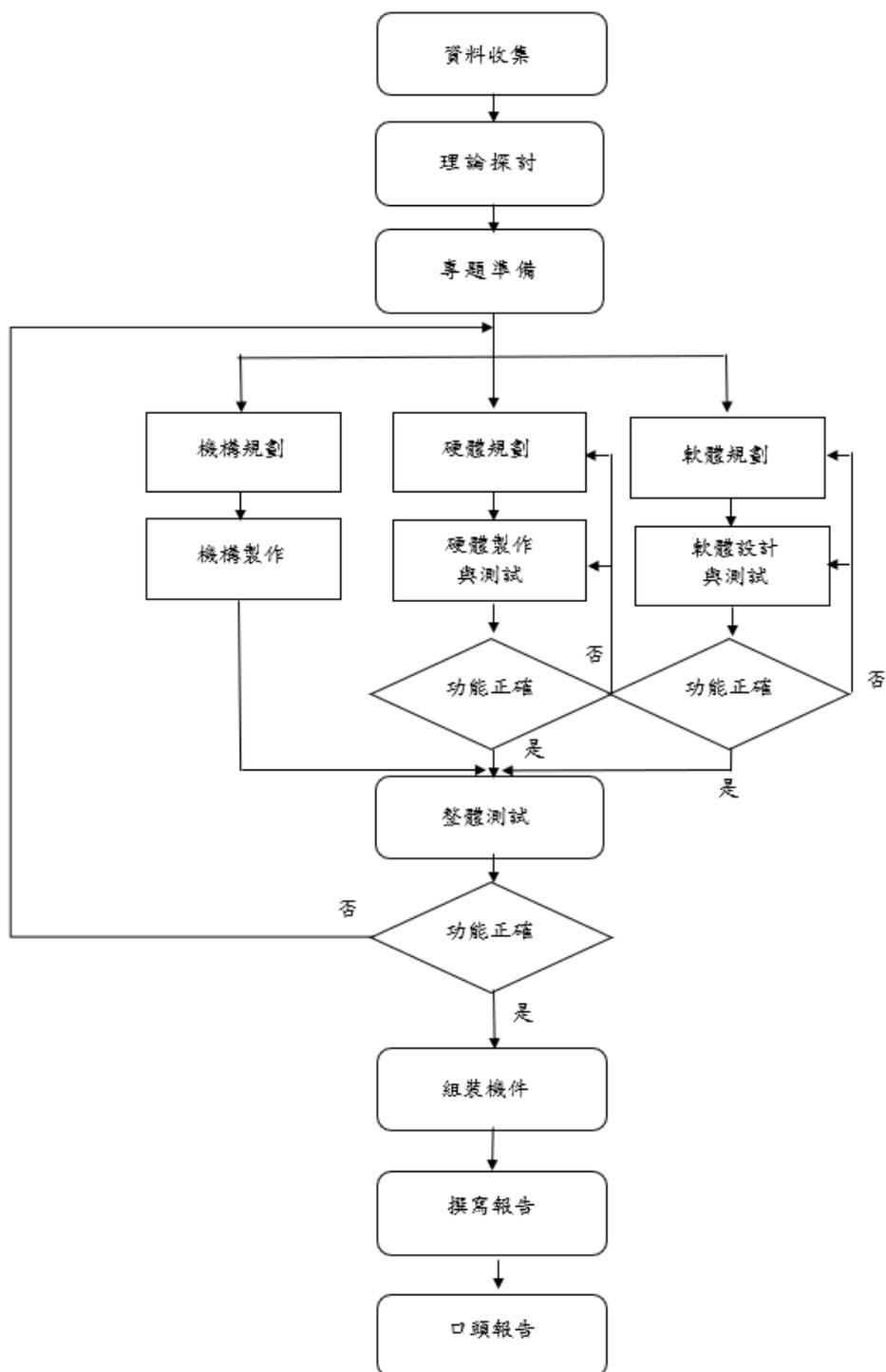


圖 1 專題流程圖

(二)、研究進度

表 1 甘特圖

週次 工作項目	週次																		負責成員
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
資料蒐集	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	所有組員
理性探討	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	所有組員
專題準備	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	所有組員
機構規劃					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	愷倫、聖歲
機構製作					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	所有組員
硬體規劃					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	所有組員
硬體製作及測試					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	所有組員
軟體規劃																			所有組員
軟體製作及測試																			愷倫、聖歲
整體測試																			所有組員
報告撰寫																			所有組員
口頭報告																			所有組員
預定進度	5	10	15	20	30	35	40	45	55	60	65	80	85	90	95	98	99	100	累積百分比%

三、預期成果

我們希望達成晴天開窗，雨天關窗，溫度過低時自動關閉窗戶，並使用 TFT-LCD 液晶螢幕顯示當前環境參數，另外設置按鈕，用來手動開關窗戶以解決高處窗戶開關不易問題。希望能藉由此裝置，幫助人們在適當的時間開啟或關閉窗戶，開窗不僅能促進室內的自然通風，使空氣更流通，還可以有效降低室內溫度，減少開冷氣的時段，達到節能減碳的效果。另外也希望能藉由偵測 PM2.5 濃度，並顯示其對應警示顏色，提醒使用者對於室內空氣的情況需要更加注意。

四、系統架構

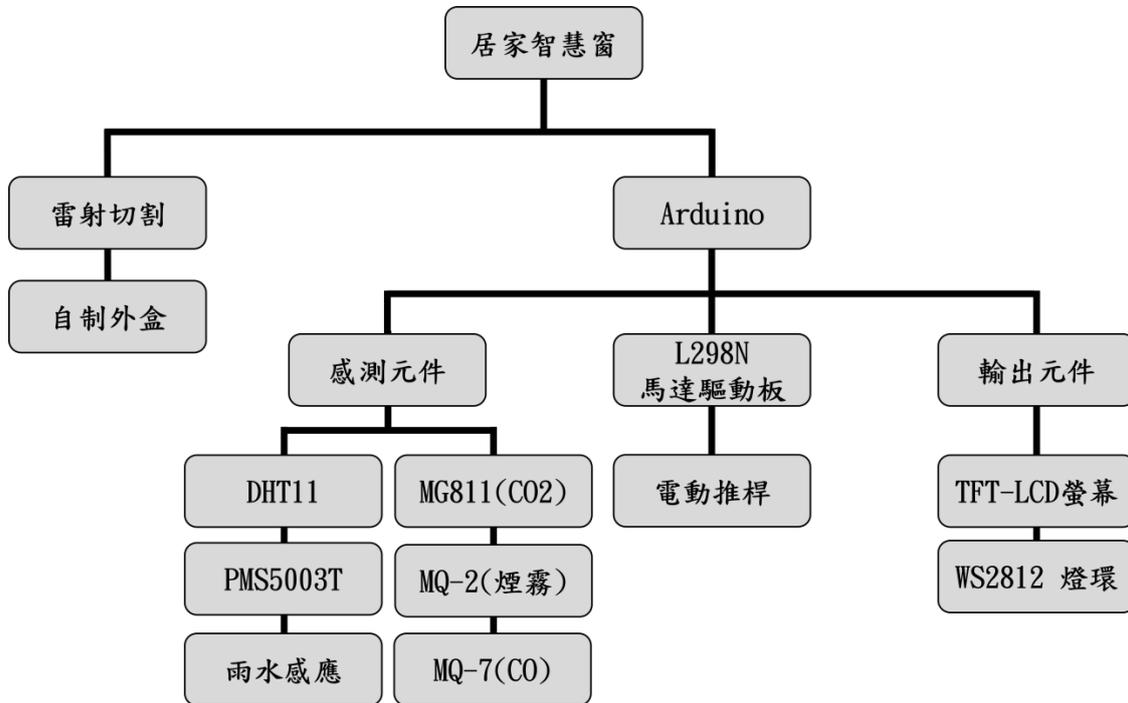


圖 2 居家智慧窗組成架構圖

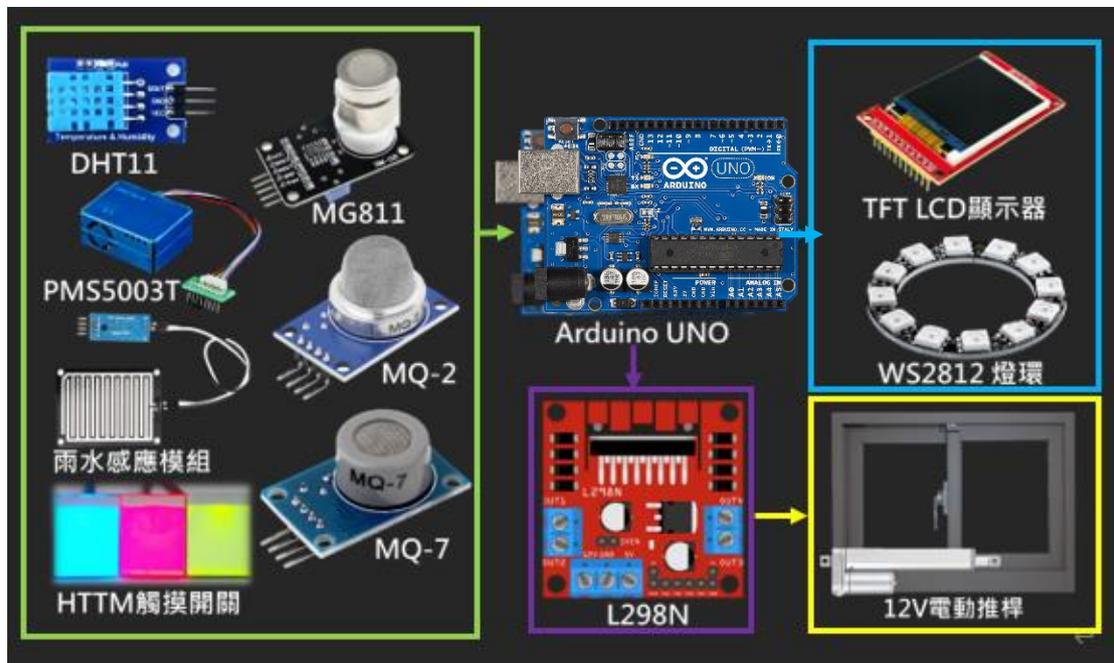


圖 3 居家智慧窗組成架構圖

五、相關元件介紹

(一)、Arduino UNO 開發板 & Sensor Shield 擴展板

1、硬體基本介紹

Arduino uno 是以 ATmega328P 作為微控制器的開發板。它有 14 個數位輸入/輸出接腳，6 個類比接腳，16 MHz 時脈，使用 USB 連接電腦，附電源插孔供外接電源使用。

2、開發環境介紹

Arduino 有著非常容易上手的 IDE 開發環境，在 Arduino 的官方網站下載，它同時支援 Windows、Mac OS X 與各種的 Linux 系統，支援性非常好。

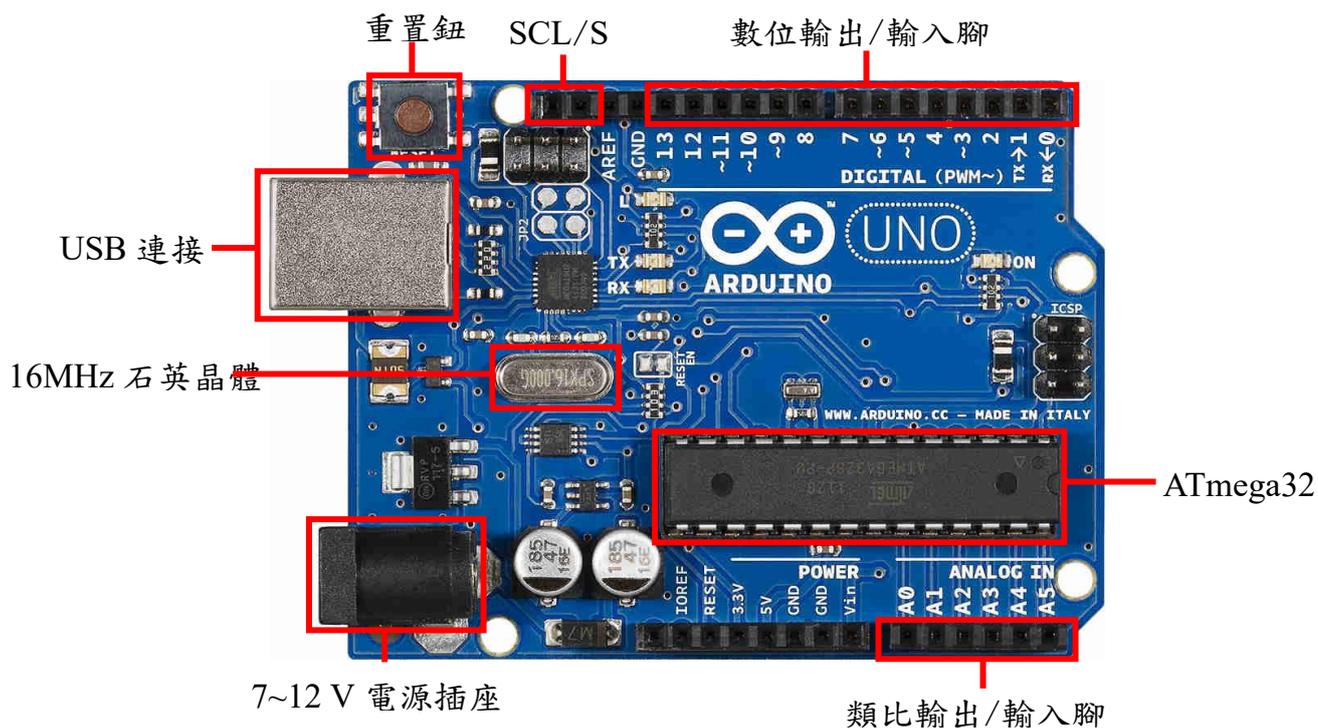


圖 4 Arduino uno 接腳圖

(二)、L298N 馬達驅動板

1、硬體基本介紹

L298N 提供四個數位訊號輸入接腳，可同時控制兩個直流馬達的速度和方向，常用於控制車子左右輪子、電動推桿等裝置。

2、硬體參數介紹

- 主控晶片：L298N
- 驅動電壓：5-35V
- 峰值電流：2A

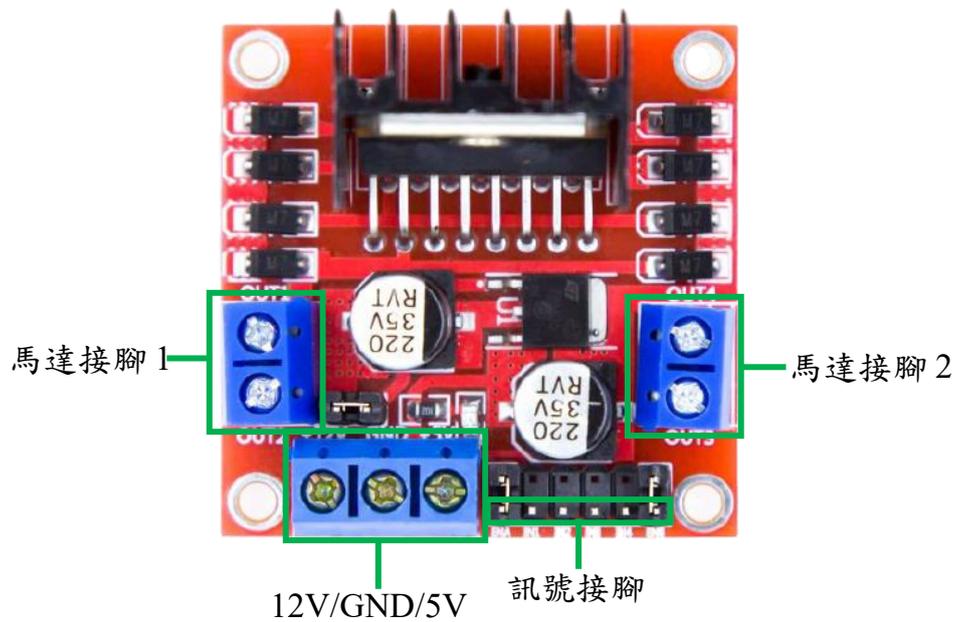


圖 5 L298N 馬達驅動模組接腳圖

(三)、DHT11 溫溼度感測器

1、硬體基本介紹

DHT-11 透過內部 MCU(微控制器)感測環境溫溼度後，以數位信號方式，透過第二接腳輸出。

2、硬體參數介紹

濕度測量範圍：20%~90%RH

溫度測量範圍：0~+50°C

濕度測量精度：±5.0%RH(相對溼度)

溫度測量精度：±2.0°C

響應時間：小於 5 秒

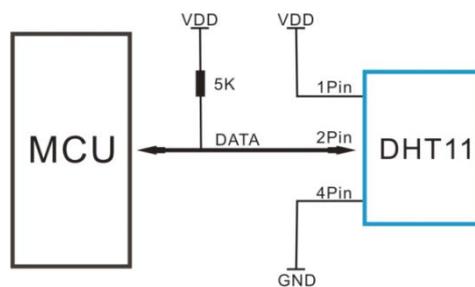


圖 6 DHT-11 構造圖



圖 7 DHT-11 接腳圖

(四)、PMS5003T

1、硬體基本介紹

PMS500T 粉塵濃度溫溼度感測器是利用雷射散射原理，測量空氣中的懸浮粒子，用來推算懸浮顆粒的濃度。

2、硬體參數介紹

最小分辨粒徑： $0.3 \mu\text{m}$
有效範圍： $0\sim 500 \mu\text{g}/\text{m}^3$
通訊方式：UART 協定

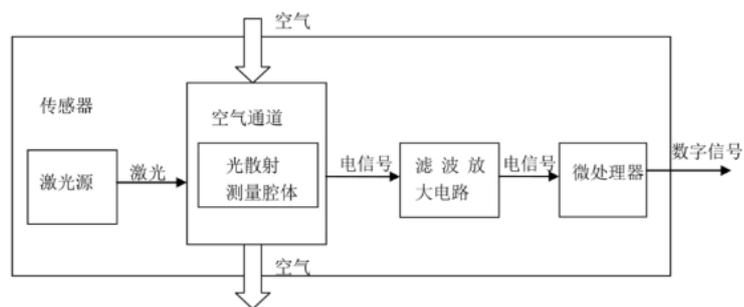


圖 8 PMS5003T 工作原理



圖 10 PMS5003T



圖 9 PMS5003T 接腳圖

(五)、雨水感測模組

1、硬體基本介紹

雨水感測器透過雨水滴在表面上，使得表層金屬導通，與金屬的接觸面積越大電壓值會越大。

2、硬體參數介紹

面積：5.0*4.0 公分

工作電壓：3.3V-5V

主控晶片：LM393 比較器

輸出形式：數位開關量輸出（0 和 1）和類比量電壓輸出

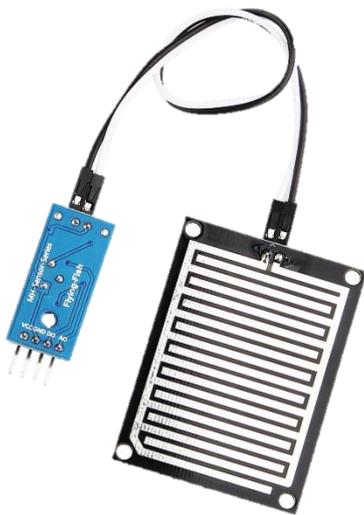


圖 12 雨水感測模組



5V/GND/數位/類比

圖 11 雨水感測模組 接腳圖

(六)、MG811 二氧化碳感測器

1、硬體基本介紹

MG-811 是採用固體電解質電池原理來檢測 CO₂ 的半導體氧化物化學傳感器。當傳感器保持在一定的工作溫度，置於 CO₂ 氣氛中時，電池正負極發生電極反應，傳感器敏感電極和參考電極之間產生電動勢，輸出信號電壓與 CO₂ 濃度的對數成反比例線性關係，通過測試信號電壓的變化，可檢測到 CO₂ 濃度的變化。

2、硬體參數介紹

檢測濃度：350~10000ppm

加熱電壓：6V

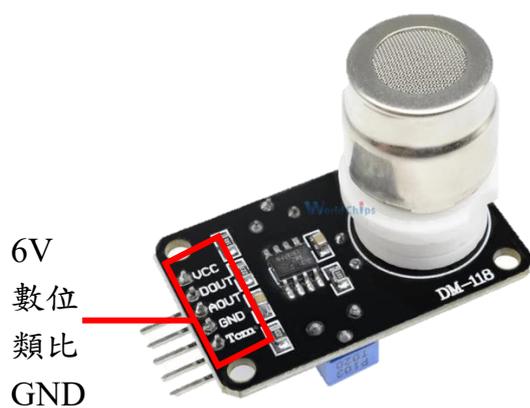


圖 14 MG811 接腳圖

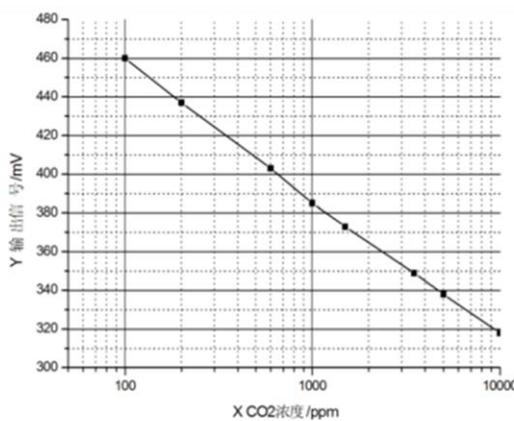


圖 13 CO₂ 濃度與輸出訊號呈反比

(七)、MQ-2 煙霧&氣體感測器

1、硬體基本介紹

MQ-2 煙霧傳感器所使用的氣敏材料是在空氣中電導率較低的二氧化錫(SnO_2)。當煙霧傳感器所處環境中存在可燃氣體時，煙霧傳感器的電導率會隨著空氣中可燃氣體濃度的增加而增大。

2、硬體參數介紹

檢測濃度 300-10000ppm

輸入電壓：DC5V

功耗：150mA

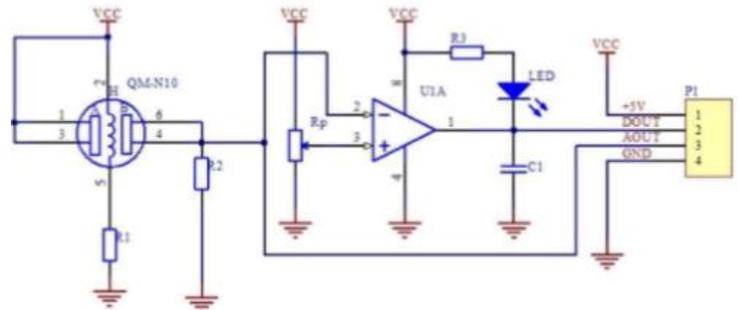


圖 15 MQ-2 電路圖



圖 16 MQ-2 接腳圖

(八)、MQ-7 一氧化碳感測器

1、硬體基本介紹

MQ-7 一氧化碳氣體傳感器所使用的氣敏材料是在空氣中電導率較低的二氧化錫(SnO_2)。採用高低溫循環檢測方式低溫檢測一氧化碳，傳感器的電導率隨空氣中一氧化碳氣體濃度增加而增大。

2、硬體參數介紹

加熱電壓：5 V

工作電流：140mA

檢測濃度範圍：10-1000ppm

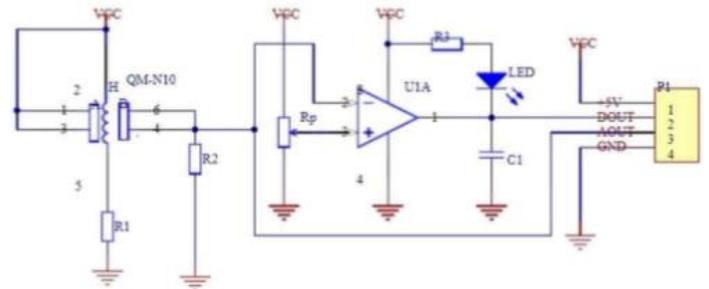


圖 17 MQ-7 電路圖



圖 18 MQ-7 接腳圖

(九)、HTTM 觸摸開關

1、硬體基本介紹

當手指靠近電容上方區域時，它會干擾電場，從而引起電容相應變化。根據這個電容量的變化，可以檢測是否有人體接近或接觸該觸摸按鍵。

2、硬體參數介紹

工作電壓： $+2.7 \sim 6V$

工作溫度： $30 \sim +70 \text{ }^{\circ}\text{C}$



圖 20 HTTM 觸摸開關

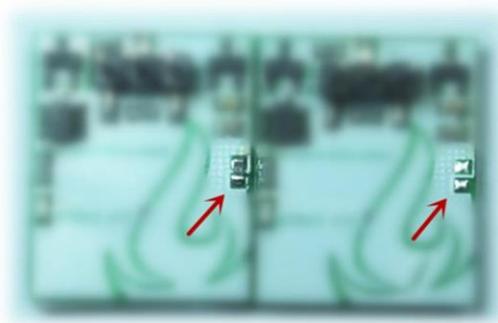


圖 19 HTTM 背面焊接點

不焊接此電阻——鎖定方式
焊接此電阻——點動方式

(十)、TFT LCD 顯示器

1、硬體基本介紹

TFT-LCD 面板可視為兩片玻璃板中間夾著一層液晶，上層的玻璃板是彩色濾光片，而下層的玻璃則有電晶體鑲嵌在上面。

2、硬體參數介紹

驅動 IC：ST7735

解析度：128x160 Dots



圖 22 TFT LCD 顯示器



圖 21 TFT LCD 顯示器 接腳圖

(十一)、WS2812 5050 環形全彩 LED

1、硬體基本介紹

由 5050 型 RGB LED 燈組成，其中集成了非常緊湊的 WS2812B LED 驅動器 IC，根據紅色、綠色和藍色 LED 的強度，可以模擬出想要的任何顏色。

2、硬體參數介紹

可展現 256 級亮度顯示、16777216 種顏色的色彩顯示



圖 24 WS2812



圖 23 WS2812

(十二)、DC 12V 電動推桿

1、硬體基本介紹

透過內部馬達帶動推桿前進。

2、硬體參數介紹

伸縮行程：500mm

最大推拉力：80kg

空載運行速度：12mm/sec



圖 25 DC 12V 直流推桿

(十三)、推拉式鋁窗

1、硬體基本介紹

鋁製窗框，通風性、密封性、隔音性、保溫性佳。

2、硬體參數介紹

尺寸：80cm*60cm

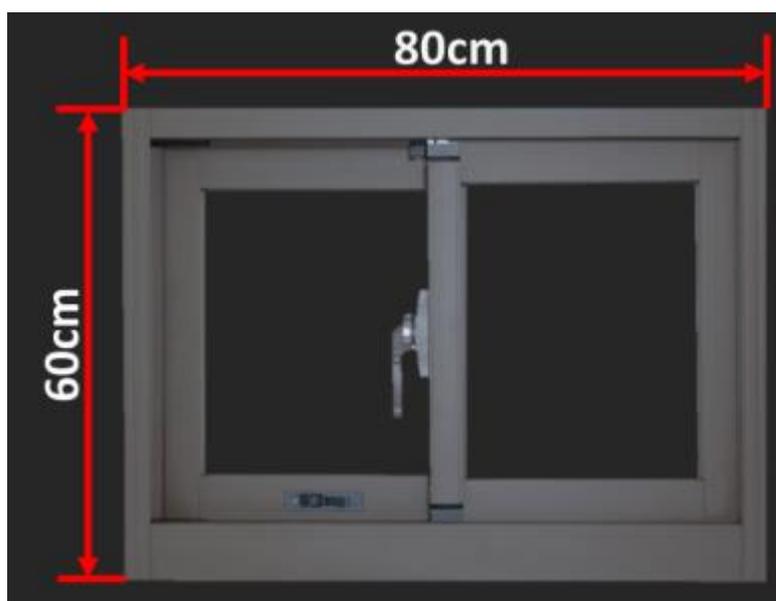


圖 26 推拉式鋁窗

(十四)、自製外盒

我們使用 BOXES.PY 尋找適合的外盒設計圖，接著導入 Laserbox 來調整大小，並開各個感測器及螢幕的孔位和刻上專題名稱及組員姓名，正面放置了 HTTM 觸摸開關、TFT LCD 螢幕、WS2812 LED 燈環、MG811 CO2 感測器、MQ-7 一氧化碳感測器、MQ-2 煙霧感測器，左側放置了 PMS5003T 粉塵感測器、DHT11 溫溼度感測器，上方放置了雨水偵測器。

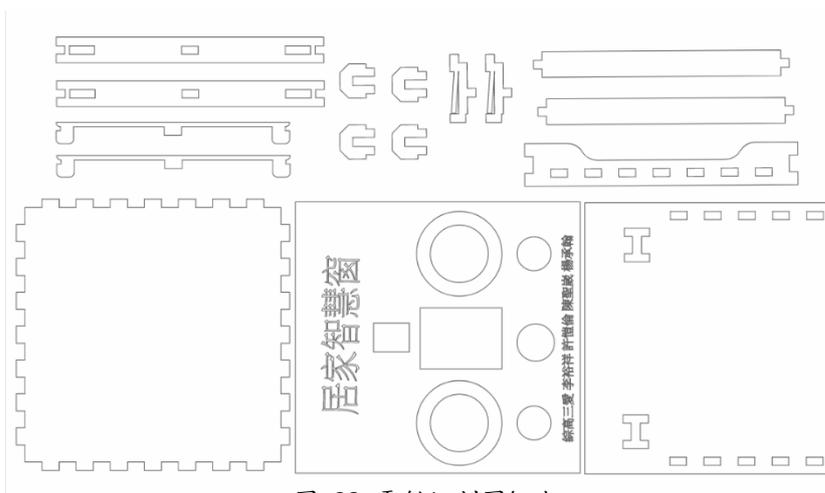


圖 28 雷射切割圖(一)



圖 27 自製外盒

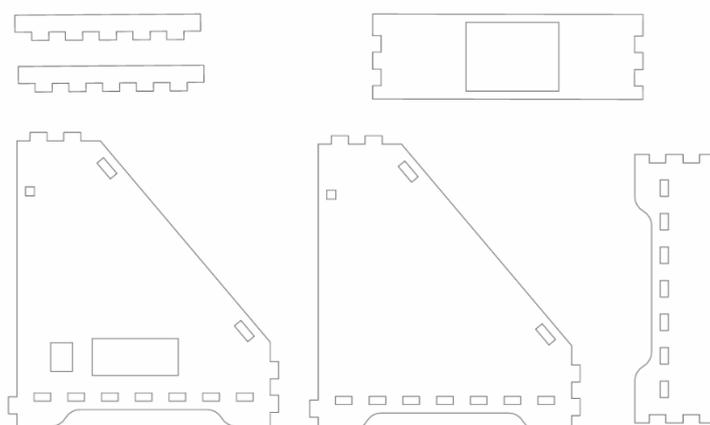


圖 29 雷射切割圖(二)

伍、研究結果

一、硬體功能

(一)、開關窗條件

當達成以下條件，推桿便會關閉窗戶：

開關＝關閉

偵測到雨滴

$PM_{2.5} > 54.5 (\mu g/m^3)$

溫度 < 攝氏 15 度

當達成以下條件，推桿便會開啟窗戶：

偵測煙霧數值 > 400



圖 30 成品圖

(二)、WS-2812 燈號顯示

WS-2812 燈還會顯示 PM2.5 等級對應的等級顏色，在 15 以下會顯示綠色，15 到 35 顯示黃色，35 到 54 顯示橘色，54 到 150 顯示紅色，150 到 250 顯示紫色，超過 250 則會顯示暗紅色



圖 32 開機燈效

圖 31 顯示 PM2.5 等級顏色

(三)、TFT-LCD 螢幕顯示

透過 DHT-11 偵測到的溫溼度顯示於圖 35，透過 PSM5003T 偵測到的 PM1.0、PM2.5、PM10.0 顯示於圖 34，透過 MQ-7、MG811、MQ-2 分別顯示於圖 33。

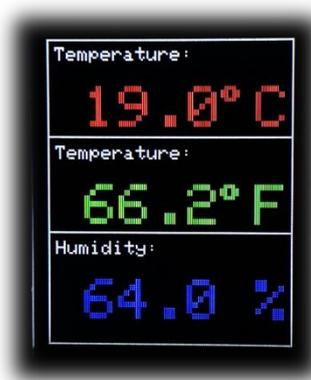


圖 35 螢幕顯示(一)



圖 34 螢幕顯示(二)



圖 33 螢幕顯示(三)

二、軟體功能

我們使用 Arduino IDE 作為我們的開發軟體。

(一)、Arduino UNO 開發板

Arduino UNO 為主控板，我們使用程式來統整各個感測器的狀態來做出開窗即關窗的判斷及顯示各種環境參數到 TFT 螢幕上，並控制 LED 做出燈號顯示。

(二)、L298N 馬達驅動板

L298N 為馬達控制板，在經過我們主控板的判斷後，會傳送信號到 L298N 來控制 12V 電動推桿的伸長與縮短，是控制窗戶開契合關閉的重要元件。

(三)、DHT11 溫溼度感測器

DHT11 為溫溼度感測器，我們使用程式來讀取所偵測到攝氏溫度、華氏溫度、濕度的數值，並傳送到主控板來判斷數值做出反應。

(四)、PMS5003T 粉塵溫溼度感測器

PMS5003T 為粉塵溫溼度感測器，我們使用程式來讀取所偵測到 PM1.0、PM2.5、PM10 的數值，並傳送到主控板來判斷數值做出反應。

(五)、雨水感測模組

雨水感測模組，我們使用程式來讀取偵測到的狀態，並傳送到主控板來判斷做出反應。

(六)、MG811 二氧化碳感測器

MG811 為二氧化碳感測器，我們使用程式來讀取所偵測到的 CO2 數值，並傳送到主控板來判斷數值做出反應。

(七)、MQ-2 煙霧&氣體感測器

MQ-2 為煙霧&氣體感測器，我們使用程式來讀取所偵測到的煙霧數值，並傳送到主控板來判斷數值做出反應。

(八)、MQ-7 一氧化碳感測器

MQ-7 為一氧化碳感測器，我們使用程式來讀取所偵測到的 CO 數值，並傳送到主控板來判斷數值做出反應。

(九)、HTTM 觸摸開關

HTTM 觸摸開關為控制窗戶啟閉的重要元件，我們使用程式來讀取所偵測到的狀態，並傳送到主控板來判斷數值做出反應。

(十)、TFT LCD 顯示器

TFT LCD 顯示器為顯示環境參數的重要元件，我們利用主控板來統整個個感測器所偵測到的環境參數並顯示到螢幕上。

(十一)、WS2812 5050 環形全彩 LED

WS2812 為顯示 PM2.5 等級的重要元件，我們利用主控板來判斷當前 PM2.5 的數值，依照等級來輸出不同顏色的燈號，使我們可以利用燈號顏色來判斷空氣品質。

(十二)、DC 12V 電動推桿

DC 12V 電動推桿為控制窗戶啟閉的重要元件，我們利用主控板來判斷當前狀態，傳送信號至 L298N 馬達控制板來開啟或關閉窗戶。

陸、討論

我們在這次專題遇到了一些困難，像是插錯接腳導致零件燒毀，在剛開始燒入程式時無法燒入，問題一直無法解決，後來跟組員一起討論，並發現問題然後解決它，其中需要團隊的向心力、團結一致，才有辦法成功。

柒、結論

一、心得

在高三上時，我們對於專題兩個字感到有點害怕又很期待，擔心我們會不會做不出來，製作專題不像平時實習課的實做一樣，專題是需要先計劃好一切進度，然後和組員們長期的努力，一起面對各樣未知的問題，在製作的過程中有意見不合的時候，也有成功後一起興奮的時刻，很高興能有這次的專題經驗，不只學習到很多新的專業知識，也學到了如何表達自己的想法還有與人溝通的技巧。

二、未來展望

希望在日後有機會的話能達成專題連結智慧居家系統及手機軟體遠端開關窗讓這次的成果更加實用也達成智能家居的功能，並連結手機軟體即時顯示環境參數讓離家在外的使用者可以即時觀測家中狀況。且嘗試使用其他開窗方式的自動開窗器讓專題的泛用性更高相容性更好。

捌、參考資料及其他

一、參考資料

ST7735 1.77-吋 TFT-LCD 顯示器(160 x128) 顯示溫濕度。取自：

<https://atceiling.blogspot.com/2019/09/arduino64177-inch-tft-lcd-st7735-160.html>

攀藤 PMS5003T PM2.5 粉塵及溫濕度感測器。取自：

<https://shop.mirotek.com.tw/arduino/arduino-pms5003t/>

NodeMCU 超炫 WS2812 RGB LED 串列控制燈條

<https://shop.mirotek.com.tw/iot/iot-start-4/>

L298N 馬達控制板接線與控制程式補充。取自：

<https://swf.com.tw/?p=564>

Arduino - 中斷功能。取自：

<https://chtseng.wordpress.com/2015/12/25/arduino-%E4%B8%AD%E6%96%B7%E5%8A%9F%E8%83%BD/>

Arduino 二氧化碳感測器 MG811 校正計算

<http://a-chien.blogspot.com/2016/03/arduino-mg811.html>

尤濬哲(2021)。IoT 物聯網應用：使用 ESP32 與 Arduino C 程式語言。台科大圖書

智創工作坊(2016)。智慧居家監控實習。台科大圖書。

二、附錄

附錄一

姓名	李裕祥	班級	綜高 112 愛	
曾修習專業科目	電子學與實習 程式設計實習 基本電學與實習 數位邏輯與實習 微處理機與實習 電子電路與實習 行動裝置應用實習			
參與專題工作項目	零件規劃與採購 軟、硬體架構規劃 整體電路設計與製作 企劃書編輯			
經歷簡介	工場工具股長 工業電子丙級技術士			
姓名	許愷倫	班級	綜高 112 愛	
曾修習專業科目	電子學與實習 程式設計實習 基本電學與實習 數位邏輯與實習 微處理機與實習 電子電路與實習 行動裝置應用實習			
參與專題工作項目	零件規劃與採購 軟、硬體架構規劃 整體電路設計與製作 軟體 ARDUINO 設計與編寫 整體 BUG 處理 企劃書總編輯 期末 PPT 報告總編輯			
經歷簡介	副班長 大安音控技術負責人 工業電子丙級技術士			

姓名	陳聖歲	班級	綜高 112 愛	
曾修習專業科目	電子學與實習 程式設計實習 基本電學與實習 數位邏輯與實習 微處理機與實習 電子電路與實習 行動裝置應用實習			
參與專題工作項目	零件規劃與採購 軟、硬體架構規劃 整體電路設計與製作 軟體 ARDUINO 設計與編寫 企劃書編輯 期末 PPT 報告編輯			
經歷簡介	輔導股長 工業電子丙級技術士			
姓名	楊承翰	班級	綜高 112 愛	
曾修習專業科目	電子學與實習 程式設計實習 基本電學與實習 數位邏輯與實習 微處理機與實習 電子電路與實習 行動裝置應用實習			
參與專題工作項目	1. 零件規劃與採購 2. 軟、硬體架構規劃 3. 整體電路設計與製作 4. 企劃書編輯			
經歷簡介	學藝股長 衛評隊隊長 工場領班 工場安全 工業電子丙級技術士			

附錄二、設備清單

類別	設備、軟體名稱	應用說明
硬體	筆記型電腦	程式設計、文書處理
硬體	智慧型手機	拍攝過程、查尋資料
硬體	數位相機	拍攝過程
硬體	雷射切割機	製作外盒
硬體	熱熔槍	黏合元件及外盒
軟體	Ardiuno	程式撰寫、整合元件功能
軟體	Laserbox	雷射切割編輯軟體
軟體	Microsoft PowerPoint	製作報告
軟體	Microsoft Word	報告書撰寫

附錄三、材料清單

類別名稱	材料名稱	單位	數量	應用說明
微電腦主機板	Arduino uno	片	1	整合軟硬體
控制板	L298N	片	1	控制推桿伸縮
感測器	DHT-11	個	1	偵測溫度及濕度
感測器	PMS5003T	個	1	偵測粉塵及溫溼度
感測器	雨水雨滴模組	個	1	偵測是否接觸到雨水
感測器	MG811	個	1	偵測二氧化碳
感測器	MQ-2	個	1	偵測煙霧
感測器	MQ-7	個	1	偵測一氧化碳
開關	HTTM 觸摸開關	個	1	控制窗戶啟閉
顯示器	TFT LCD 顯示器	個	1	顯示環境參數
顯示器	WS2812	個	2	顯示當前 PM2.5 等級
機構元件	電動推桿	支	1	伸縮推動窗戶
機構元件	推拉式鋁窗	個	1	窗戶本體
外盒	3mm 壓克力板	片	2	自製外盒