

臺北市立大安高級工業職業學校

綜合高中電子組

專題報告

PM2.5 旗標顯示器

PM2.5 Flag

學生 組長:陳昱齊

組員:施翔祐

組員:郭柏瑋

組員:林 鑫

指導老師:楊仁元 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..... | 2 |
| 參、 主題與課程之相關性或教學單元之說明..... | 3 |
| 一、 電路製作..... | 3 |
| 二、 程式撰寫..... | 3 |
| 肆、 研究方法及過程..... | 4 |
| 一、 專題製作背景及目的..... | 4 |
| 二、 專題製作方法、步驟與進度..... | 4 |
| (一) 研究步驟..... | 4 |
| | 4 |
| (二) 研究進度(甘特圖)..... | 5 |
| 三、 預期成果..... | 6 |
| 四、 系統架構..... | 7 |
| 五、 相關元件介紹..... | 8 |
| (一) ESP32 WROOM LOLIN32..... | 8 |
| (二) PMS5003..... | 9 |
| (三) WS2812 5050 環形全彩 LED..... | 10 |
| (四) LINE NOTIFY..... | 11 |
| (五) 自製外盒..... | 12 |
| 伍、 研究結果..... | 13 |
| 一、 硬體功能..... | 13 |
| 二、 軟體功能..... | 14 |
| (一) ESP32 WROOM LOLIN32..... | 14 |
| (二) PMS5003..... | 14 |
| (三) WS2812..... | 14 |
| (四) LINE NOTIFY..... | 14 |
| 陸、 討論..... | 14 |
| 柒、 結論..... | 15 |

| | |
|------------------|----|
| 一、心得 | 15 |
| 二、未來展望 | 15 |
| 捌、 參考資料及其他 | 15 |
| 一、參考資料 | 15 |
| 二、附錄 | 17 |
| 附錄一 | 17 |
| 附錄二 | 19 |

圖目錄

| | |
|------------------------------|----|
| 圖 1 專題流程圖..... | 4 |
| 圖 2 PM2.5 旗標顯示器組成架構圖..... | 7 |
| 圖 3 PM2.5 旗標顯示器組成架構圖..... | 7 |
| 圖 4 ESP32 WROOM LOLIN32..... | 8 |
| 圖 5 PMS5003 的工作原理..... | 9 |
| 圖 6 PMS5003..... | 9 |
| 圖 7 PMS5003 接腳圖..... | 9 |
| 圖 8 WS2812..... | 10 |
| 圖 9 WS2812 時脈圖..... | 11 |
| 圖 10 LINE NOTIFY 登入頁面..... | 11 |
| 圖 11 申請權杖..... | 11 |
| 圖 12 與 LINE 群組連接..... | 12 |
| 圖 13 獲取權杖碼..... | 12 |
| 圖 14 自製外盒設計圖..... | 12 |
| 圖 15 自製外盒..... | 13 |
| 圖 16 pm2.5 顏色對照圖..... | 13 |
| 圖 17 效果展示..... | 13 |

表目錄

| | |
|--------------|---|
| 表 1 甘特圖..... | 5 |
|--------------|---|

壹、摘要

自工業革命之後，人們不斷地燃燒能源與砍伐樹木，使得空氣污染越來越嚴重。有越來越多的研究指出，空氣汙染不僅影響了雨季的降雨量，導致乾旱災情，更牽動著農業、水庫和生物多樣性。當臭氧增加時，損失也會隨之增加。臭氧不僅會破壞植物細胞，並對其行光合作用帶來負面影響，且懸浮微粒也會減少植物和食糧的日照時長。因此我們想要完成一檢測 PM2.5 的旗標顯示器，能隨著 PM2.5 濃度的高低變化旗標所顯示的顏色，提醒人們目前的空氣品質。結合物連網來達到提升生活品質和資訊分享的功能，也讓人們意識到空氣的品質和我們的生活息息相關，並時時刻刻提醒人類應該為自己的環境所著想，為地球的空氣盡一份心力，希望能讓在這世界上的人們都能活在舒適的環境，不要讓地球暖化持續升溫。

貳、 研究動機

工業排放、移動源廢氣、燃燒汙染，雖有巴黎氣候協定範圍約束了世界強權們肆無忌憚地造成汙染，在各種人類無論經濟或生活所需所造成的環境汙染下，空氣中的懸浮微粒，無疑是現今人類所需面對的共同問題，自此，為了對日益嚴重的空氣汙染問題做出應對，我們決定選擇此項目作為本組專題。

參、主題與課程之相關性或教學單元之說明

一、電路製作

我們在規劃電路時發現 ESP32 一直無法將程式燒錄進去，須同步燒錄時按下 reset 鍵才能成功，我們就想到在基本電學第五章電容的特性是儲存能量，所以我們就將 ESP32 的 EN 和 GND 間加一顆 10uF 電容（等同手壓 reset 概念），就能再 EN 還在高電位時 Io0 維持低電位狀態，進入燒 code 模式。

二、程式撰寫

我們使用在高二在單晶片微處理機實習中學習過的 Arduino 來做為這次程式撰寫的程式，Arduino 程式簡單較好上手，支援許多感測器元件和模組等等，網路上也能搜尋到海量的範例程式，在製作專題上只需要專注於如何實現所需功能，不用太擔心要撰寫複雜的程式，參考範例程式同時也能理解程式其中邏輯和學習不同函式庫的子程式。

肆、研究方法及過程

一、專題製作背景及目的

空氣汙染的危害使用 ESP32 連接 PMS5003T 來偵測 PM2.5 再利用 ESP32 連接網路傳送訊息到 LINE 完成通知的目的。

二、專題製作方法、步驟與進度

(一)研究步驟

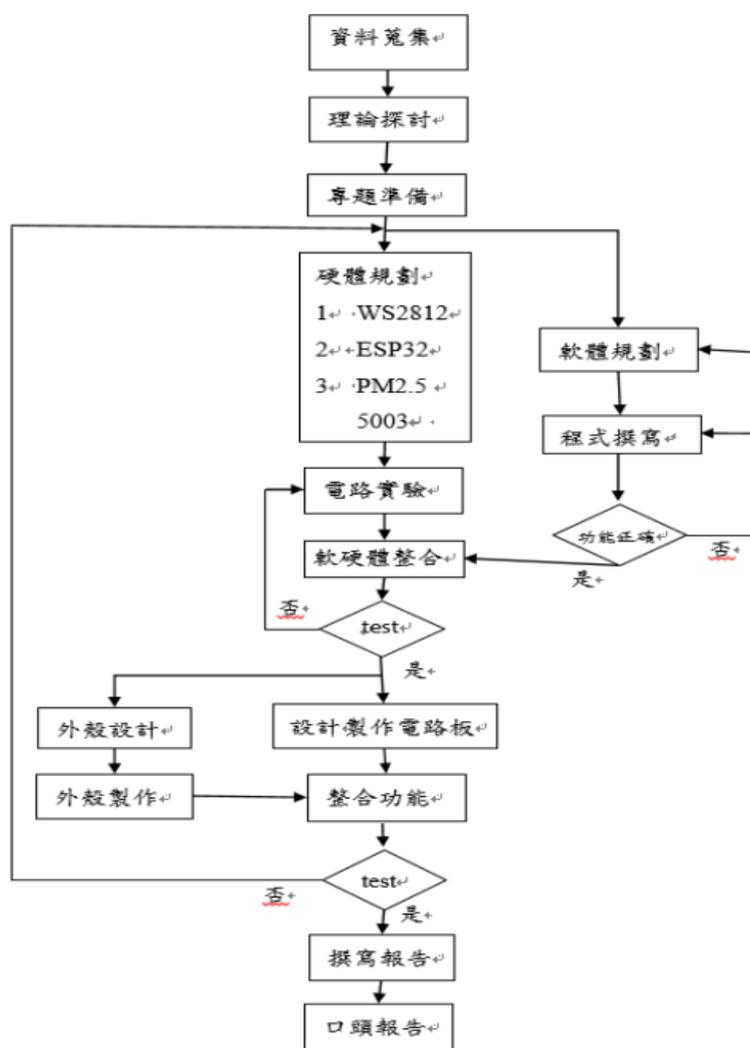


圖 1 專題流程圖

(二)研究進度(甘特圖)

表 1 甘特圖

| 工作項目 | 週次 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 負責成員 |
|---------|------|-----|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|---------|
| | 8/30 | 9/6 | 9/13 | 9/20 | 9/27 | 10/4 | 10/11 | 10/18 | 10/25 | 11/1 | 11/8 | 11/15 | 11/22 | 11/29 | 12/6 | 12/13 | 12/20 | 12/27 | |
| 資料蒐集 | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 理論探討 | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 專題準備 | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 硬體規劃 | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | |
| 電路實驗 | | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | |
| 軟體規劃 | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | |
| 程式撰寫 | | | | | | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | |
| 軟硬體整合 | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | |
| 設計製作電路板 | | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | |
| 外殼設計 | | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | |
| 外殼製作 | | | | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | | |
| 整合功能 | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | | |
| 撰寫報告 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| 口頭報告 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 預定進度 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 90 | 100 | 累積百分比 % |

三、預期成果

本專題預期完成一檢測 PM2.5 的旗標顯示器,能隨著 PM2.5 濃度的高低變化旗標所顯示的顏色,利用 PMS5003 偵測空氣品質傳送至 ESP32-WROOM 連上網際網路後再利用 LINE Notify 達到通知空氣品質,同時利用 WS2812 顯示空氣品質燈號,提醒人們目前的空氣品質。

四、系統架構

我們使用雷射切割機切出外盒，再透過 PMS5003 偵測到的數值讓 ESP32-WROOM 讀取控制 LED 的顯示顏色，同時透過 LINE NOTIFY 傳送通知。

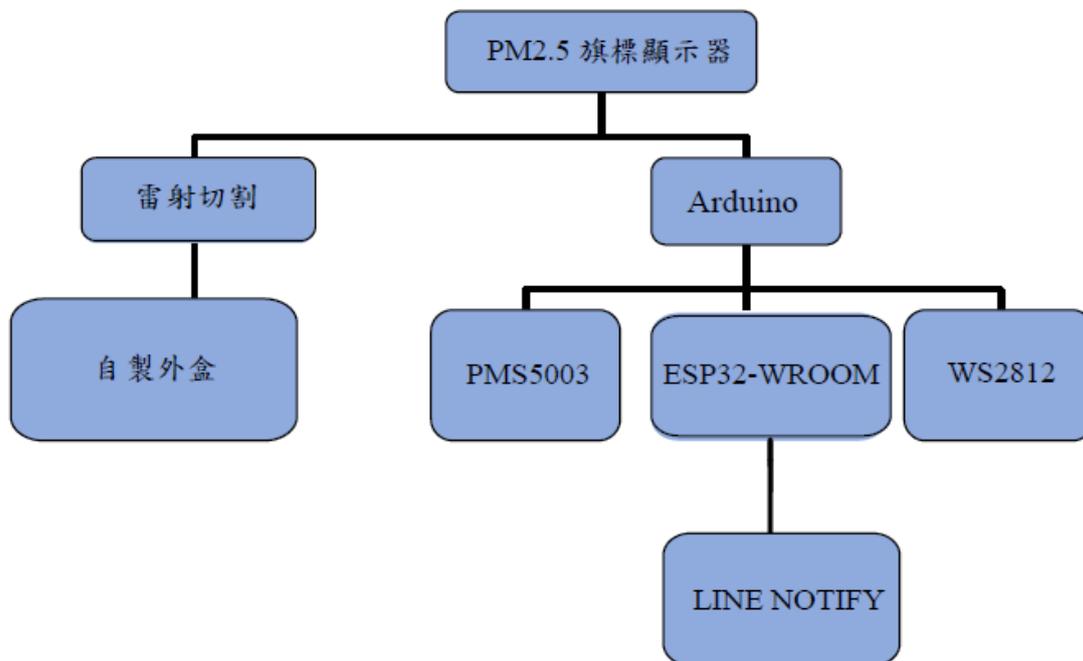


圖 2 PM2.5 旗標顯示器組成架構圖



圖 3 PM2.5 旗標顯示器組成架構圖

五、相關元件介紹

(一) ESP32 WROOM LOLIN32

1. 主要硬體參數：

系統單晶片時脈：160MHz（預設）或 240MHz（上限）

控制板工作電壓：3.3V

5V 輸出：從 microUSB 介面取得 5V

2. 無線通訊介面：

Wi-Fi：802.11 b/g/n

藍牙：雙模藍牙 4.2，支援 Classic（傳統，與舊版相容）和 BLE（藍牙低功耗）。



圖 4 ESP32 WROOM LOLIN32

(二) PMS5003

採用雷射散射 令雷射照射在空氣中德懸浮顆粒物產生散射

原理示意圖

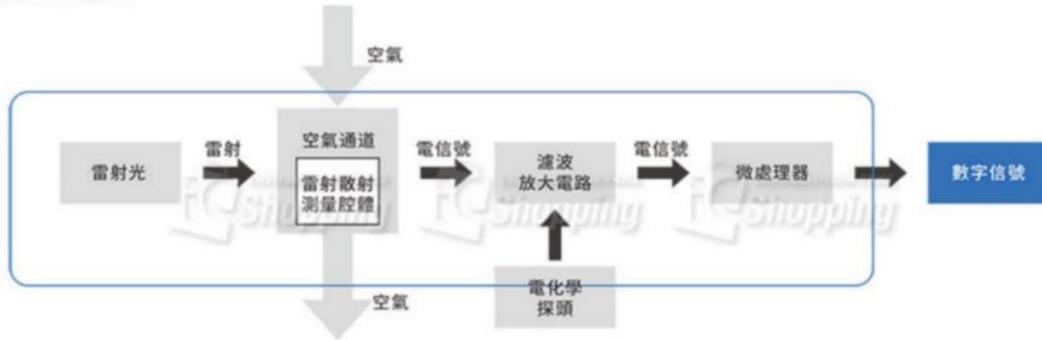


圖 5 PMS5003 的工作原理



圖 6 PMS5003



圖 7 PMS5003 接腳圖

腳位定義

P1 : VCC +5V

P2 : GND

P3 : SET 3.3V

P4 : RXD

P5 : TXD

P6 : RESET

P7 : MODE

P8 : PWM

(三) WS2812 5050 環形全彩 LED

串列控制, 每個一 RGB 顏色可獨立控制, 且每一個顏色可調整 0~255 階調, 因此每一個顏色需用到 8bit 控制, 每一顆 LED 需用到 24bit 控制。LED 晶片具有保持功能, 當電源未斷電的狀態下, 如果沒有提供輸入訊號, LED 燈會保持在最後控制當下, 需做清除的動作, 才不會殘留上一次操作的顏色。

輸入電壓:6~7V



圖 8 WS2812

WS2812 是款單線式的 LED, 他的資料傳送介面, 利用“時間”來決定是為 logic 0 或是 logic 1, 如下圖, 如果拉 HIGH 350ns 和拉 LOW 800ns 就為 logic 0, logic 1 的產生方式也可以以此類推, 而這些時間都可以允許正負 150ns 的誤差。

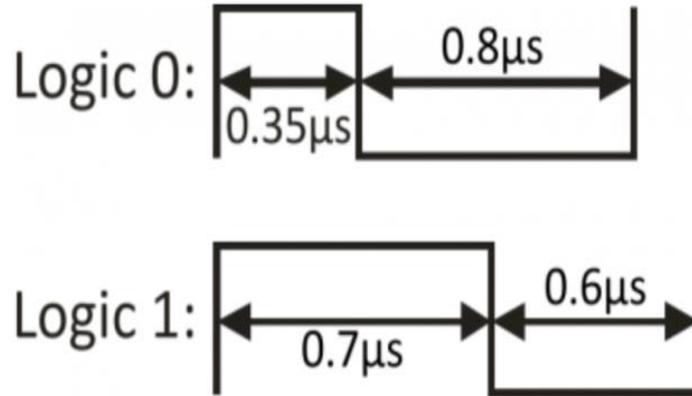


圖 9 WS2812 時脈圖

(四) LINE NOTIFY

向 LINE NOTIFY 申請權杖(Token)後使用 Arduino 撰寫程式，來達到通知的效果。

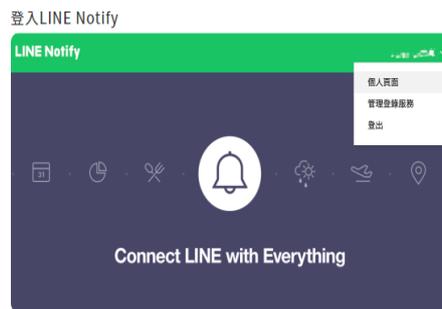


圖 10 LINE NOTIFY 登入頁面
發行存取權杖 (開發人員用)

若使用個人存取權杖，不須登錄網站服務，即可設定通知。



圖 11 申請權杖



圖 12 與 LINE 群組連接

已連動的服務

此為已連動的服務一覽。若想解除連動，請按「解除」鍵。

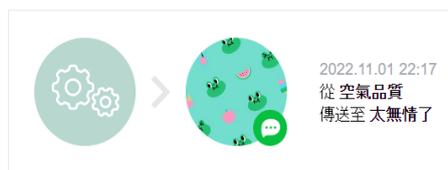


圖 13 獲取權杖碼

(五) 自製外盒

使用 BOXES.PY 尋找合適外盒，利用 inkscape 來做修改，內部設計夾層，前層放置 LED 燈號，後層放了電路板、PM2.5 感測器，使用雷射切割完成外殼及內部構造，正面使用透明壓克力板以方便觀察燈號。

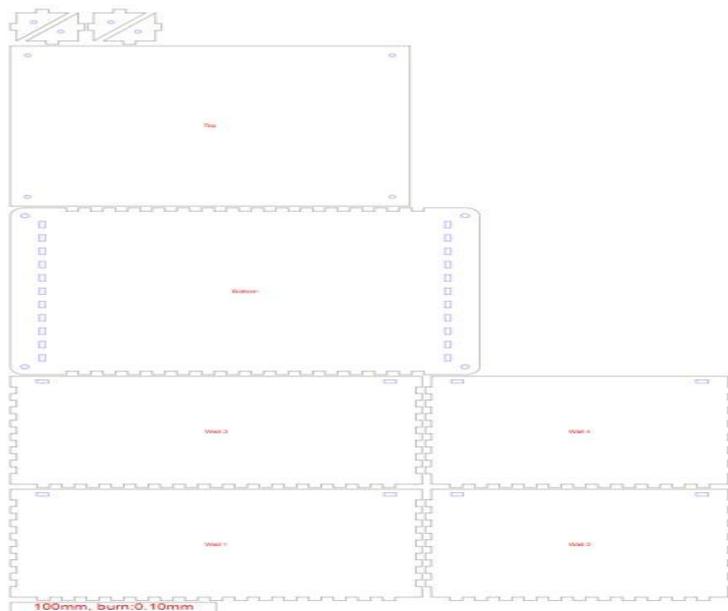


圖 14 自製外盒設計圖



圖 15 自製外盒

伍、 研究結果

一、硬體功能

燈號顯示: 選用類似於鋼鐵人核心的環形 WS2812, 用 PMS5003 所偵測到的數值經由 ESP32 內部程式使 WS2812 顯示出相對應的空氣品質燈號。

| AQI | 0-50 | 51-100 | 101-150 | 151-200 | 201-300 | 301-500 |
|--------|------|--------|-------------|-------------|---------|---------|
| 對健康的影響 | 良好 | 普通 | 對敏感族群 不良 | 對所有族群 不良 | 非常不良 | 有害 |
| 代表顏色 | 綠 | 黃 | 橘 | 紅 | 紫 | 暗紅 |

圖 16 pm2.5 顏色對照圖



圖 17 效果展示

二、軟體功能

我們使用 Arduino 作為我們開發所用的軟體。

(一)ESP32 WROOM LOLIN32

作為主控版的 ESP32，我們使用程式來控制，使它能達到連上網際網路、接收感測器所讀到的數據並控制燈號顯示、同時用 LINE NOTIFY 來傳送數據資料到社群軟體上達到通知。

(二)PMS5003

作為感測器的 PMS5003，我們用程式來讀取其所偵測到的數值，並傳送到 ESP32 讓序列埠立即顯示 PM2.5 數值，是空氣品質判斷的重要元件。

(三) WS2812

作為顯示器的 WS2812，我們用程式來判斷偵測到的空氣品質所要輸出的燈號顏色，達到顯示空氣品質優劣的效果。

(四)LINE NOTIFY

我們使用 LINE NOTIFY 來當作傳送偵測到的數值的媒介，能將所感測到的 PM2.5 數值傳送到社群軟體上，提醒人們，達到通知的效果。

陸、討論

開始作業時，我們首先遇到的問題是遇到了 ESP32 無法燒入的問題，後來了解，在 EN 腳跟地接一個電容，這樣就可以正常的燒入不用每次燒入都要按 reset，成功排除後我們繼續向下一步邁進。接著我們把各自的功能測試好後，遇到的第二個問題是我們要把各自的程式整合在一起，就遇到了合不起來的情況，程式設計印象最深刻的就是，我們能成功讀取到空氣品質的數值，但 Line 訊息卻無法發送，後來發現是我們設定發送的條件有錯誤，之後更正整個程式就能正常運作了。遇到的第三個問題是 WS2812 的焊接問題，我們一開始將每環的輸入以串接的方式焊在一起，導致燈燒毀，後來了解到正確的接法是將上一環的輸出接至下一環的輸入，這樣就能正常運作了。

柒、 結論

一、心得

專題，是在高中生涯中最特別的事，讓我們從無到有做出屬於自己的作品。四人小組中，我們一開始就分配好各自負責的工作，剛好一人一個，ESP32、PMS5003、WS2812 以及外殼製作，在暑假時我們查了各自的相關資料並統整在一起，讓我們能夠互相學習，更加瞭解這項專題的內容。外殼的部分，我們在內部設計夾層，前層放置 LED 燈號，後層放了電路板、PM2.5 感測器，使用雷射切割完成外殼及內部構造，正面使用透明壓克力板以方便觀察燈號。燈號顯示我們使用類似於鋼鐵人核心的環形 WS2812，是希望能更引人注目外，也能夠使大家更加了解空氣品質對人體及環境的重要。最後整合也成功的達到我們想要的功能，能顯示空氣品質燈號，也能透過 LINE NOTIFY 即時傳送偵測到的數據到手機上。經過這次專題，我們了解到團隊的重要，分工合作後整合，大家同心協力一起完成此次的專題，替高中留下一個完美的回憶。

二、未來展望

加入偵測空氣濕度數據、環境溫度數據，並顯示即時資訊在外殼上，且讓燈能產生呼吸的效果，同時用 LINE NOTIFY 達到訊息通知的效果。架設網路伺服器，進入 IP 後能設定 WIFI，讓 ESP32 能更換 WIFI 網路，像家中設定 WIFI 的概念一樣。

捌、 參考資料及其他

一、參考資料

一個朋友的願望 - WS2812 5050 5V LED

<https://makeryan.wordpress.com/2017/11/20/%E4%B8%80%E5%80%8B%E6%9C%8B%E5%8F%8B%E7%9A%84%E9%A1%98%E6%9C%9B-ws2812-5050-5v-led/>
[Arduino]008 WS2812 LED 串列控制

<https://frank1025.pixnet.net/blog/post/348256387-%5Barduino%5D008-ws2812-led%E4%B8%B2%E5%88%97%E6%8E%A7%E5%88%B6>
PMS5003T PM2.5 粉塵及溫濕度感測器

<https://shop.mirotek.com.tw/arduino/arduino-pms5003t/>
Pm2.5 數據傳送至 line

<https://itcgs.tcgs.tc.edu.tw/yute?cid=2411>

ESP32 控制板 WEMOS LOLIN32 簡介:<https://swf.com.tw/?p=1331>

ESP32 feat. LINE Notify:https://newtalent.tw/html-main/friends/article/content.html?_timestamp=1667482300033&aId=197

WiFi :https://www.sogi.com.tw/articles/wifi_6/6254363

激光寶盒: <https://www.makeblock.com/cn/laserbox-specs>

實作參考: <https://www.yistw.com/article/laser-cutter-machine/3-laser-engraving-power-and-speed-concept/>

趙英傑 2020/03/12 超圖解 Arduino 互動設計入門 旗標出版社

楊仁元 張顯盛 林家德 2022/01 專題實作理論與呈現技巧 台科大圖書股份有限公司

二、附錄

附錄一

| | | | | |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 姓名 | 陳昱齊 | 班級 | 三愛 |  |
| 曾修習專業科目 | 程式設計實習、基礎電子實習、基本電學實習、電子學實習、可程式邏輯設計實習、電腦輔助設計實習、單晶片微處理機實習、行動裝置應用實習、微電腦實習 | | | |
| 參與專題工作項目 | 文書處理 WS2812 工作原理及外型、接腳 ESP32 控制 WS2812 | | | |
| 經歷簡介 | 外掃股長 風紀股長 嘻研社副社 工業電子丙級術士 | | | |
| 姓名 | 施翔祐 | 班級 | 三愛 |  |
| 曾修習專業科目 | 程式設計實習、基礎電子實習、基本電學實習、電子學實習、可程式邏輯設計實習、電腦輔助設計實習、單晶片微處理機實習、行動裝置應用實習、微電腦實習 | | | |
| 參與專題工作項目 | ESP32-WROOM 發展歷史、硬體規格、開發版外型、接腳說明 ESP32-WROOM 與 LINE Notify 結合達到通知目的 ESP32-WROOM 透過網際網路取得現在時間日期 文書處理 | | | |
| 經歷簡介 | 風紀股長 內掃股長 工業電子丙級術士 | | | |

| | | | | |
|------------------|------------------------------------------------------------------------|-----|-----|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 姓 名 | 郭柏緯 | 班 級 | 綜三愛 |  |
| 曾 修 習 專 業 科 目 | 程式設計實習、基礎電子實習、基本電學實習、電子學實習、可程式邏輯設計實習、電腦輔助設計實習、單晶片微處理機實習、行動裝置應用實習、微電腦實習 | | | |
| 參與專題 工作項目 | PMS5003 的外型、接腳與工作原理 如何利用 ESP32-WROOM 控制 PMS5003 文書處理 | | | |
| 經歷簡介 | 設備股長 輔導股長 工業電子丙級術士 | | | |
| 姓 名 | 林鑫 | 班 級 | 綜三愛 |  |
| 曾 修 習 專 業 科 目 | 程式設計實習、基礎電子實習、基本電學實習、電子學實習、可程式邏輯設計實習、電腦輔助設計實習、單晶片微處理機實習、行動裝置應用實習、微電腦實習 | | | |
| 參與專題 工作項目 | 使用雷雕機製作外殼 查詢利用雷雕機的步驟與方法 文書處理 | | | |
| 經歷簡介 | 班長 工業電子丙級術士 | | | |

附錄二

| 類別 | 設備、軟體名稱 | 應用說明 |
|----|----------|-----------|
| 硬體 | 智慧型手機 | 查詢資料, 拍攝 |
| 硬體 | 雷射切割機 | 製作旗標顯示器外盒 |
| 硬體 | 筆記型電腦 | 文書處理 |
| 硬體 | 麵包板 | 電路規劃 |
| 軟體 | Inkscape | 雷射切割繪圖軟體 |
| 軟體 | Arduino | 程式撰寫軟體 |

| 類別名稱 | 材料名稱 | 單位 | 數量 | 應用說明 |
|------|-------------|----|----|-------------------------|
| 零件 | ESP32-WROOM | 個 | 1 | 連上網路抓取時間資料 和 LINE 通知 |
| 零件 | WS2812 | 片 | 1 | 空氣品質提示顏色 |
| 零件 | PMS5003 | 個 | 1 | 偵測空氣品質 |
| 零件 | 10uF 電解電容 | 個 | 1 | 使 ESP32-WROOM 燒錄 |