

高雄縣高英高級工商職業學校
Kao Ying Industrial Commercial Vocational High School

專題製作報告



智慧電力監控

科別班級： 資 訊 科 三年一班

學生姓名： 歐 睿 彬
李 博 荏
康 高 維
魏 宥 鑫

指導老師： 簡 琨 祥 老師

中 華 民 國 110 年 05 月

誌 謝

進入高中職業學校開始學習技藝課程，面對一不同的技能專長領域，除了艱辛，更覺漫長。如今，我們小組幸運地已來到了三年級，回頭俯看這一路上的學習歷程，細數點滴。我想，是我們該將每個階段的感動，留下紀錄的時候了。

感謝指導老師簡琨祥老師在這三年的高職學習生涯中，引導我們朝最適切的學習方向來邁進，更謝謝老師的指導，讓我們可以重新發現自己長久以來的不足與缺點，學習研究過程中瞭解、信任與師生之間的情感，如此的感受，對我們小組而言，更是彌足珍貴。

感謝班上同窗好友及小組們的互相協助，在電路設計、實作與各種電腦工具應用上真的幫了我們相當多的忙，回想剛入學的我們，對諸多情事都一竅不通，幸有你們大家的打氣及協助，使讓我們彼此有勇氣邁向這未知的學習旅程，而沒有半途而廢，真的是非常謝謝你們，有這三年同學情誼的陪伴，令我們小組同學內心的感動真是言語所無法形容。

李博荏、康高維、歐睿彬、魏宥鑫 謹上 2020/5

智慧電力監控 ESP8266 製作為例

摘 要

目前社會大眾平均都在用電，每個月都會繳電費，當電費過高且用電量驚人時，一定會懷疑被竊電或漏電，在這社會上時常聽到有人遭竊電，有人家漏電，或者有人家沒在用電卻有龐大的電費，也有可能因為插座忘記拔而導致電費突然暴增，我們將此專題做出來能大幅的提升人民的認知，而改變人民的思想，進而達成我們所要的目的。

本次專題利用ESP8266、PZEM-004T、LCD2004A來製作出能監控電力的題目。

專題主要用PZEM-004T、插頭、USB插槽、麵包板來製作電路，然後在安裝在我們的小物件上讓他運作。

關鍵詞： ESP8266、PZEM-004T、電力監控、用電量、電費、漏電、竊電

目 錄

誌謝	I
摘要	II
目錄	III
表目錄	IV
圖目錄	V
壹、前言	1
一、製作動機	1
二、製作目的	1
三、製作架構	1
四、製作預期成效	3
貳、理論探討	4
一、ESP8266 背景知識	4
二、ESP8266 硬體架構	6
三、ESP8266 規格說明	7
四、PZEM-004T(V3.0)說明	8
五、LCD2004A 說明	9
六、LCD2004A 規格	10
參、專題製作	11
一、設備及器材	11
二、製作方法與步驟	12
三、專題製作	13
肆、製作成果	18
伍、結論與建議	20
一、結論	20
二、建議	21
參考文獻	22

表目錄

表 3-1：作品使用材料工具.....	11
表 3-2 專題製作計畫書.....	13
表 3-3：製作使用儀器（軟體）設備一覽表.....	17

圖目錄

圖 1-1 研究架構.....	2
圖 2-1 ESP8266 晶片圖.....	4
圖 2-2 ESP8266 硬體架構.....	6
圖 2-3 ESP8266 規格說明.....	7
圖 2-4 PZEM-004T(V3.0).....	8
圖 2-5 LCD2004A 圖.....	9
圖 2-6LCD2004A 規格圖.....	10
圖 3-1 製作方法與步驟.....	12
圖 3-2-1 資料收集.....	16
圖 3-2-2 小組同學討論專題.....	16
圖 3-2-3 參考機體結構(一).....	16
圖 3-2-4 參考機體結構(二).....	16
圖 3-2-5 查詢資訊流程(一).....	16
圖 3-2-6 查詢資訊流程(二).....	16
圖 3-2-7ESP8266 主電路.....	15
圖 3-2-8PZEM-004T 電路圖.....	15
圖 3-2-9LCD2004A 電路圖.....	15
圖 3-2-10ESP8266+PZEM004T 電路圖.....	16

壹、前言

一、製作動機

因為常常在網路上看到報導內容是:有民眾被偷電、被竊電，甚至還有看到民眾家中有空屋明明沒在使用，卻還是收到龐大金額的電費通知單，通知屋主要繳費，這時屋主一定很無奈，且不知道怎麼解決。

二、製作目的

所以我們想到了可以利用我們現在所學得來做一個電力監控，當這項專題做成功能給民眾帶來很大的幫助，當民眾有了這個裝置就不怕再當冤大頭，當電費單來時和你所量測出來的不同就可得知你家被偷電或漏電了。

三、製作架構

(一)專題製作流程

我們小組成員確定後，即開始進行報告資料整理、選購相關專業書籍來參考及詢問相關的專業任課教師，經小組一再詢問討論溝通之下，訂購了此專題製作的題目。題目確定後，我們小組便開始構思如何去完成微電腦自動遊戲機的電路，首先，先畫出電路圖與焊接的 Layout 電路圖，反覆確認無誤後，便在麵包板上進行模擬，待測試完成即開始進行焊接工作；在整個專題應用過程中，如發現錯誤，會馬上與相關教師進行討論，想辦法去補救，且了解程式是否能夠運用。電路零件部份，則會要多買幾份當備用零件，假如一次就可成功則算多買；如不行，需要用到第二份時，就少買一些可以重複使用的零件，藉此可控管專題製作成本。

(二)專題製作流程圖

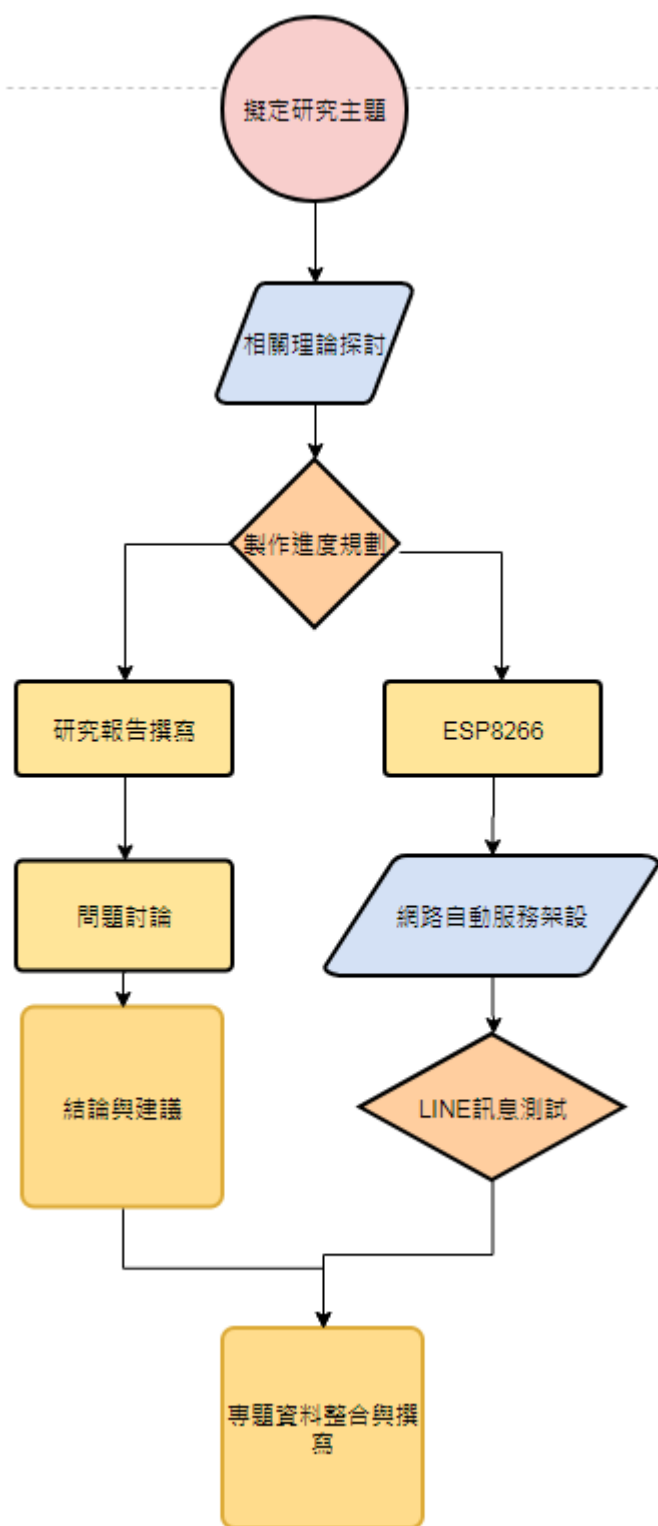


圖 1-1 製作結構
資料來源:製作者自行繪製

四、製作預期成效

我們小組雖然是第一次合作製作專題-智慧電力監控，雖然擔心可能會無法成功，但是有老師的協助及同學們的互相鼓勵之下，我們的製作過程中，順利的達到理想的目標；為此，我們小組將專題製作的成效經討論後，定義為：

- (一) 先利用麵包板、電源供應器、電表，測試電路是否能運作。
- (二) 熟悉 ESP8266 的使用方法、組合語言使用方法，熟悉燒錄方法。
- (三) 寫程式。
- (四) 將程式燒入 ESP8266，測試是否能依據我們的設計正常運作。
- (五) 將電路移植到一般的電路板上，並測試是否正確。

貳、理論探討

本章將綜覽電子實習及單晶片相關的理論與實務研究，共分為二節來進行相關的理論分析及探討。第一節介紹電子相關零組件的理論與原理；第二節說明單晶片的內部架構、特性、理論基礎及功能，以及組合語言程式設計原則。

一、ESP8266 背景知識

(1) 晶片 ESP8266 介紹



圖 2-1ESP8266 圖

ESP8266大致可以扮演3種應用角色：

1. 扮演Arduino的功能擴充，成為Arduino的受控者

Arduino本身沒有Wi-Fi功能，但ESP8266有Wi-Fi功能，Arduino需要進行Wi-Fi無線收發時，可以透過ESP8266來實現。簡單說，這是把ESP8266當成Arduino的Wi-Fi擴充卡（Shield）來用，差別只是ESP8266可能更便宜而已。

2. 扮演獨立運作的Web Client角色

例如將溫度計與ESP8266連接，並預先在ESP8266的執行程式中寫入SSID=xxx，Password=yyy，讓ESP8266以Web Client（其實連上線後用任何Internet協定均可，但最常用是WWW/HTTP）的身份，定時把溫度資料回傳到附近的Wi-Fi路由器上，再透過路由器傳遞到區域網路或Internet上的某個網站（Web Server），以便定時統整記錄溫度資料。

3. 扮演獨立運作的Web Server角色

這角色是扮演成Web Server，而讓Web Client來連線取得服務，這種應用方

式最少，畢竟ESP8266硬體規格、效能太過薄弱，但網路上確實有一點這類的想法與討論。

整體而言多數人採第二種應用，例如用ESP8266連接一個電源插座，然後透過Web瀏覽器遙控插座的開或關，也有人用來定期記錄土壤濕度等。

CPU: 至少一個微控制器或微處理器、數位訊號處理器，但是也可以有多個中央控制核心。CPU的運作完全由儲存於記憶體內、依照指令順序執行的程式而決定。CPU只是以預先定義的順序讀取並執行這些指令。

Memory記憶體則可以是唯讀記憶體、隨機存取存儲器、EEPROM和快閃記憶體中的一種或多種，MCU的記憶體用於儲存程式碼與資料，記憶體主要有兩種類型：ROM與RAM(2.1)ROM唯讀記憶體)：即使關閉電源，此記憶體仍會保留內容。ROM通常用於儲存啟動程式（開啟電源或重設後立即執行）以及儲存可透過執行程式自由存取的常數。許多MCU皆使用快閃記憶體(flash)取代ROM。快閃記憶體與ROM一樣皆可在關閉電源時保留內容，但與ROM不同的是快閃記憶體中保留的內容可被覆寫。(2.2)RAM（隨機存取記憶體）：此記憶體可任意重新寫入，但缺點在於電源關閉時，內容便會遺失。RAM主要用於儲存程式變數。許多單晶片MCU使用靜態RAM(SRAM)作為內建RAM。SRAM具備兩大優點：支援更快的存取速度、不需定期更新整理。缺點則是內部電路系統複雜，無法在晶片有限空間內容納大量內容。SRAM不適合用於實作大容量記憶體。SRAM的替代品稱為DRAM（動態RAM）。DRAM由於結構簡單，可在小型空間內提供大容納量。標準的DRAM尺寸會比標準SRAM尺寸略大，但於單一晶圓上要整合DRAM與高速邏輯相當不易，也因此單晶片MCU中通常不會使用DRAM。DRAM通常與晶片連接，作為周邊連接裝置的電路系統。

除了Wi-Fi通訊能力外，有的ESP8266有提供1個10-bit的ADC輸入（實際接腳與TOUT共用），如此可方便ESP8266與各種感測器連接，不過有的沒有提供，必須注意。

另外ESP8266有PWM輸出功能，腳位為GPIO12、GPIO13、GPIO15，但還要看電路板本身是否有實現。（註：2015年8月21日釋出的1.1版ESP8266 RTOS SDK可以支援PWM、C++程式語言。）

此外ESP8266的Datasheet上有提及ESP8266有即時鐘（Real-Time Clock, RTC）功能，但多數ESP8266電路板沒有實現這項功能。如果真的有取得真實世界的日期、時間等資訊需求，建議在Wi-Fi連線後，用Internet上的NTP（Network Time Protocol）協定來取得會比較合適。

整體而言 ESP8266 的一般性輸入（General Purpose Input/Output, GPIO）功能相當薄弱，畢竟是以 Wi-Fi 通訊為主要功能，表面上有編號 1-16 的 GPIO 接腳，但實際真的顯露的接腳相當少，象徵性提供 2、3 個腳位，因此不要對 ESP8266 有過度期望，畢竟只是 5~7 美元的小玩意兒。

另外，ESP8266 雖可支援 SDIO、SPI、I2C 等多種介面，但其實同時間只能使用一種介面，且為了串接外部的快閃記憶體（韌體與執行程式都存在這個記憶體內），已經不可能轉換成 SDIO、I2C 等其他介面，此同樣在提醒大家勿過度期望 ESP8266 的外接接腳功能，應將多數需求寄望在 Wi-Fi 通訊上。

二、ESP8266 硬體架構

NodeMCU 是以 ESP8266(ESP12) 這顆 WiFi SoC 晶片為基礎，集成 WiFi, GPIO, PWM, ADC, I2C, 1-Wire 等功能的主控板，採用簡潔的 Lua 語言，Lua 標榜可以很容易內嵌到其它語言中，內核非常小，執行效率高，非常適合物聯網應用開發，因為它內建了 WiFi 功能！

右半部突起的小 PCB 就是 ESP8266 模組，左半部是 USB 晶片與插槽，RESET 按鈕等元件，亦即這個板子組合了 USB 晶片 (CP2102) 與 ESP8266，並燒錄了 NodeMCU 韌體，接上電腦 USB 即可開始用 Lua 寫程式了。當然也可以單買 ESP8266 模組加上 TTL 轉 USB 板連接電腦，自行燒錄 NodeMCU 韌體，如圖 2-2 所示。

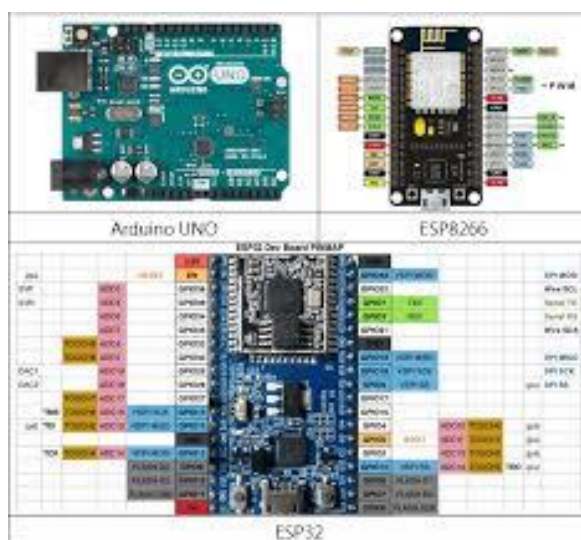


圖 2-2 ESP8266 硬體結構圖

三、ESP8266 硬體規格如下

CPU 選用 32-bit Tensilica Xtensa LX3，處理速度 80MHz。

ROM/RAM 方面提供 64K Boot ROM，64K Instruction RAM 與 64K Data RAM。

額外 Flash 擴充到 4MB，可以儲存即時作業系統與應用程式。

具有 WiFi 802.11b/g/n 2.4G Radio，可以設定為 AP、Station 或 AP+Station 等各種網路應用模式。

有 13 支 GPIO，支援 PWM、I2C、UART、SPI 及 10-bit ADC 等週邊功能，沒有 DAC 功能。

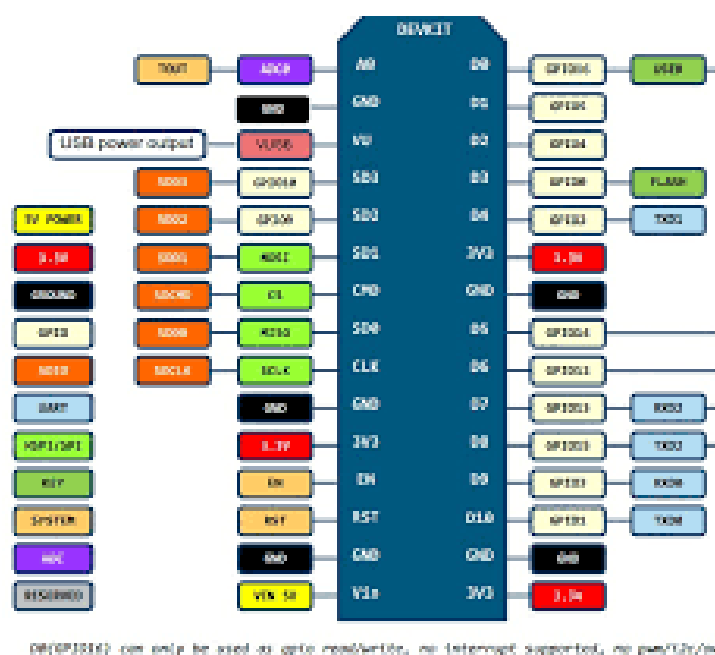


圖 2-3ESP8266 硬體規格圖

四、PZEM004T(V3.0)說明

PZEM-004T 為電流電壓功率能源模組，PZEM-004T 可以用來檢測電壓、電流、功耗等資訊。PZEM-004T 在板子的一側會連接一個感測環，可以用來感測，並將資料傳送至板子上，可以透過在板子另一側的 TTL 接口連接數據線，將資料回傳至設備端(如電腦、Arduino)。



圖 2-4PZEM-004T(V3.0)圖

五、LCD2004A 說明

這款型號為 2004A 的 LCD 液晶顯示屏，能夠顯示 4 行文字，每行 20 字的容量，背部帶有顯示器接駁器，透過 4pin 操作，使用簡便，透過轉動旋轉藍色電位器，能夠調教對比度。顯示屏帶背光電源控制，可以通過跳線帽設置是否連接背光電源。插上跳線帽為連接背光電源，拔掉跳線帽為斷開背光電。

· 主要用途：

把 Arduino 的資料傳送出來，SPLC780D1 芯片接收 ASCII 碼進行編碼，然後在顯示在 LCD 螢幕上。

· 商品特色：

- 帶有顯示器接駁器，透過 4pin 操作，使用簡便
- 背部設有旋轉藍色電位器，能夠調教對比度
- 帶背光電源控制，可以通過跳線帽設置是否連接背光電源。插上跳線帽為連接背光電源,拔掉跳線帽為斷開背光電源



圖 2-5 2004A LCD 圖

六、LCD 2004A 規格

尺寸：98*55*13.5mm

重量：75g

型號：LCD2004A-I2C

電壓：5V

字體顏色：白字

背光顏色：藍光

字形黨：ASCII 碼

單行顯示字數：20 個字

行數：4 行

腳位數：4

腳位定義：

SDA:接 Arduino UNO 的 Analog Pin 4 SDA

SCL:接 Arduino UNO 的 Analog Pin 5 SCL

GND:接 GND

VCC:接 +5V

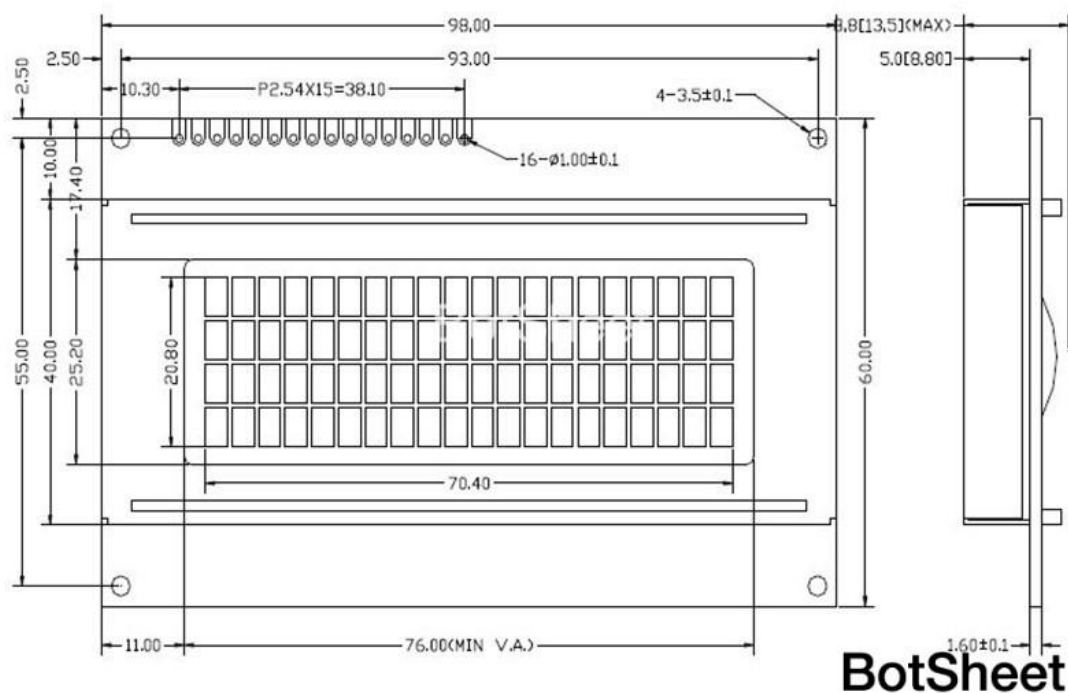


圖 2-6 LCD2004A 規格圖

參、專題製作

此章共分為三節依序說明本專題所應用到之設備及器材、製作方法與步驟及專題製作等。

一、設備及器材

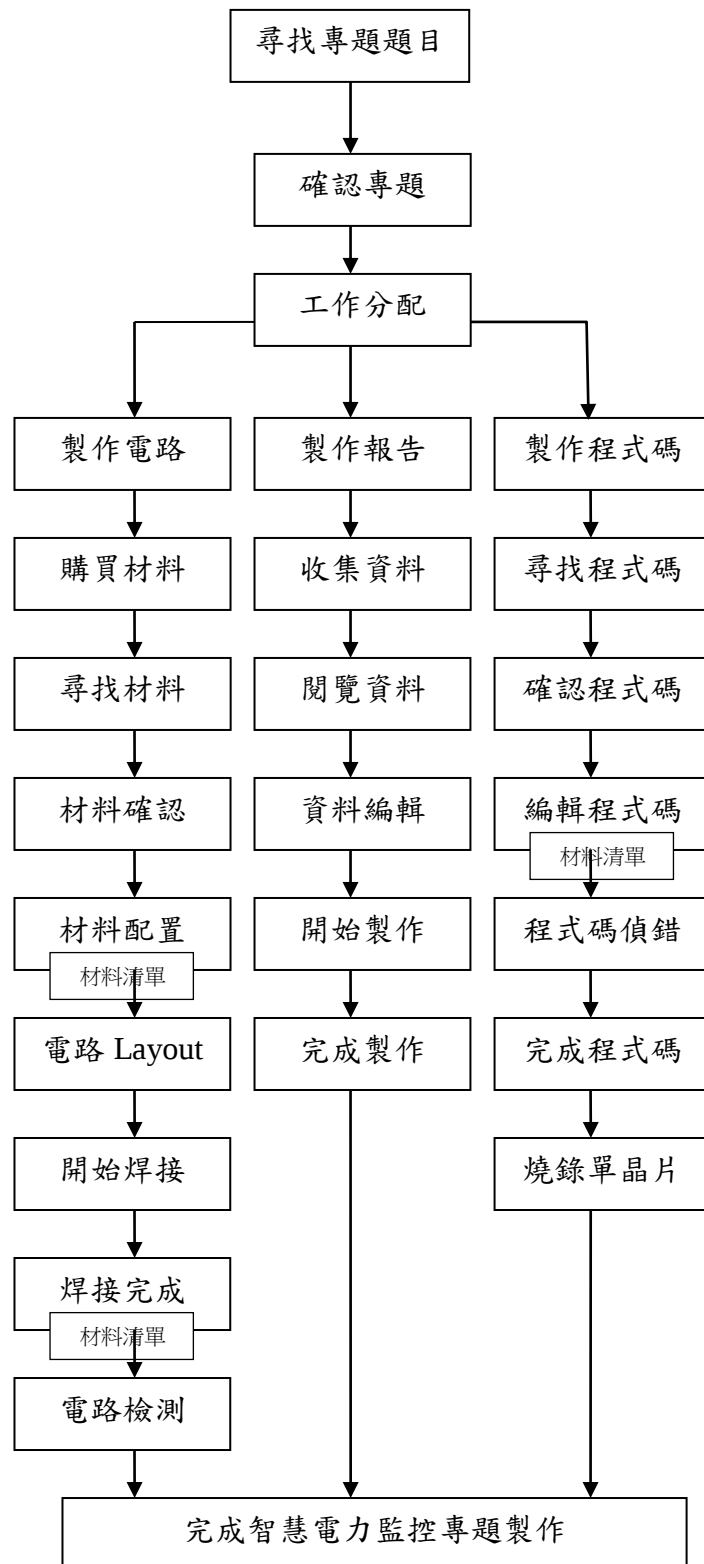
表 3-1 專題製作使用儀器（軟體）設備一覽表

儀器（軟體） 設備名稱	應用說明
個人電腦	專題報告、電路圖製作及進行專題成品電路測試
交流插座	供應交流電
Windows 7	作業系統
Microsoft Office Word	製作專題報告
Arduino IDE 編輯軟體	C++程式設計
智慧型手機	接收訊息
App Inventor 2	開發、控制手機 APP

二、製作方法與步驟

本專題製作方法包含材料購買、搜尋資料、網路系統、程式撰寫、配備組合及報告撰寫等階段。本專題製作方法與步驟，如圖 3-2-1 所示

圖 3-1 製作方法與步驟



三、專題製作

表 3-2 專題製作計畫書

專題型別		☐ 個人型專題 ☒ 團隊型專題	
專題性質		技術研究型	
科別／年級		資訊 科 三 年級	
專題名稱	中文名稱	智慧電力監控系統	
	英文名稱	Wisdom Power Monitoring System	
專題內容簡述		本篇研究旨在透過 ESP8266 的學習，了解 ESP8266	
		它的功能及使用的方法，製作出創意以及實用的智慧電力	
		監控裝置，並且可以幫助團隊的合作精神與學習能力，資	
		訊科技越來越發達，民眾在用電的時間也比早期來得多並	
		且費用也不少，我們就發揮創意製作了智慧電力監控，讓	
		它加上了 PZEM-004T 與 IFTTT 使它看起來更精緻更實用	
		更有創意的風味，不在如此的乏味，可以讓這次的專題使	
		用起來更加的簡易及輕巧，如此就能體現出我們做這個專	
		題的意義。	
指導老師姓名		簡琨祥 老師	
參與同學姓名		李博荏(資訊 3-1)	歐睿彬(資訊 3-1)
		康高維(資訊 3-1)	魏宥鑫(資訊 3-1)
專題執行日期		109 年 9 月 日至 110 年 5 月 日	



圖 3-2-1 資料搜尋



圖 3-2-2 小組同學討論專題



圖 3-2-3 參考機體結構(一)



圖 3-2-4 參考機體結構(二)



圖 3-2-5 查詢製作流程(一)



圖 3-2-6 查詢製作流程(二)

(一) 智慧電力監控系統功能及設定

我們將此專題看成兩部分，一部分為輸入部分，另一部分為輸出部分，其功能說明如下：

1.輸入：利用插頭來將電壓、電流導進去 PZEM004T。

2.輸出：透過 PZEM004T 將數值輸出到 LCD2004A，將結果顯示在 LCD2004A 的面板上

(二) 電路圖

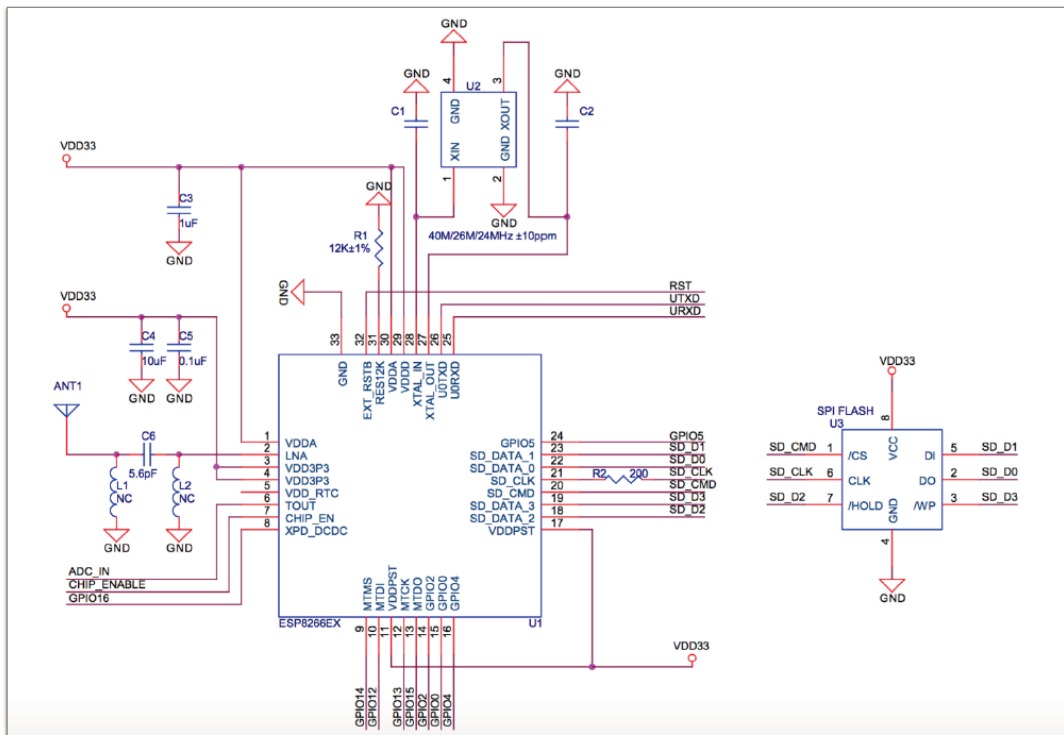


圖 3-2-7 ESP8266 主電路

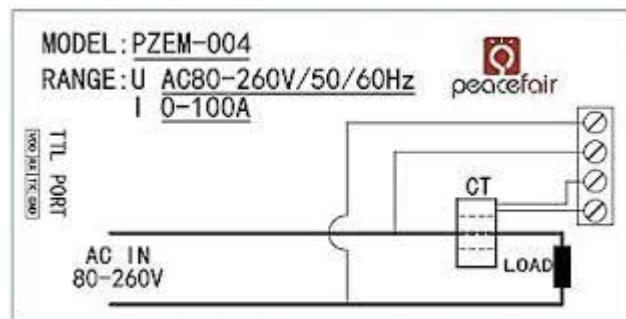


圖 3-2-8 PZEM-004T

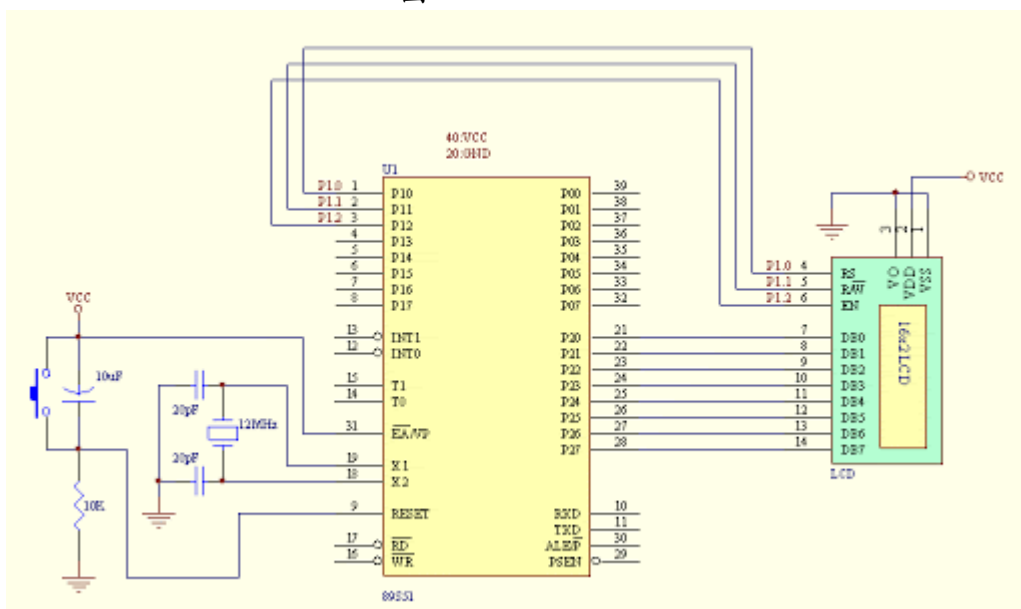


圖 3-2-9 LCD2004A

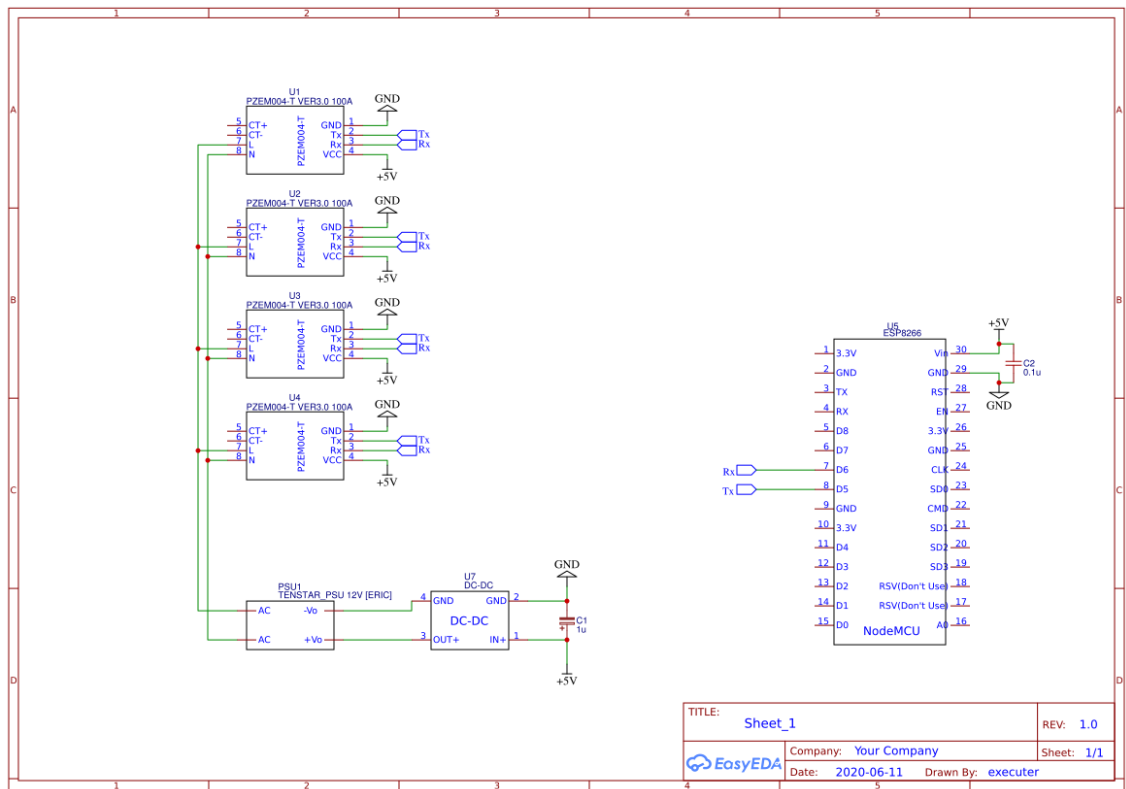


圖 3-2-10 ESP8266+PZEM004T

表 3-3 智慧電力監控系統之材料表

材 料 名 稱	規 格	單 位	數 量	備 註
ESP 模組晶片板	ESP8266	塊	1	NodeMCU
USB 線	1M Android	條	1	
杜邦線	公對母/母對公	條	若干	
PZEM-004T	100A(V3.0)	個	1	PeaceFair
插座	110V	個	1	
延長線	ACV125V 15A	條	1	1650W MAX

(四) 小組分工的配置：

高維負責小組的資料，博荏負責整合簡報內容，睿彬負責指導宥鑫如何講解一份報告讓高維知道這份專題是在做什麼，再經過小組討論、商量，有問題時，會再去詢問老師的意見。

博荏、高維負責電力監控電路，睿彬負責連接電路；在製作過程中，宥鑫發現錯誤時，會再和小組想辦法如何補救，順便了解程式是否能夠有作用。

睿彬負責去買電路中所需之零件，他和我們討論完，決定多買幾顆 IC 與零件，好讓我們可以有備用與多學習創作之能力，雖然這些費用很多，我們小組全部分擔這次作品的開銷。

肆、製作成果

我們小組由決定題目，製作模擬電路、繪製設計電路圖，進而完成焊接製作整個電路；這整個流程，我們小組都用數位相機及相關電腦設備將之紀錄下來，經將這些資料整理過後，我們將之呈現在我們的專題報告之中，如下所示：

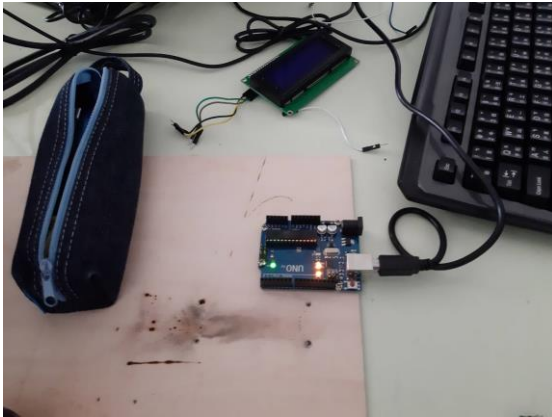


圖 4-1-1 電力監控電路製作過程(一)

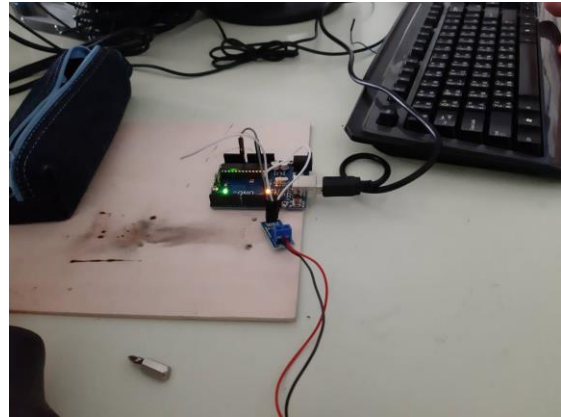


圖 4-1-2 電力監控電路製作過程(二)

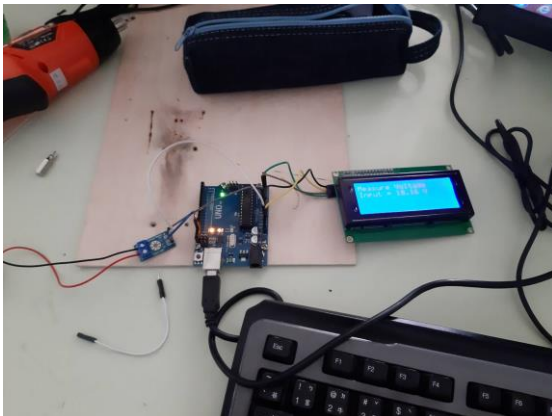


圖 4-1-3 電力監控電路製作過程(三)

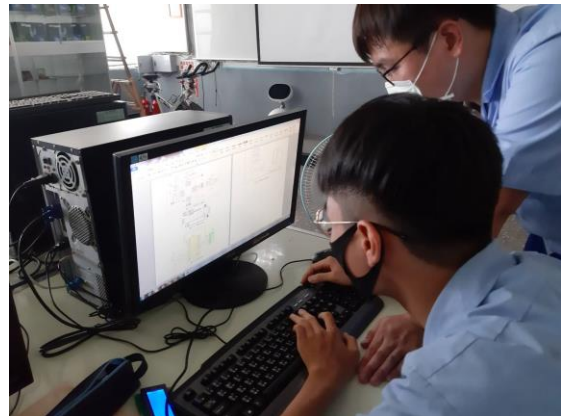


圖 4-1-4 電力監控電路製作過程(四)

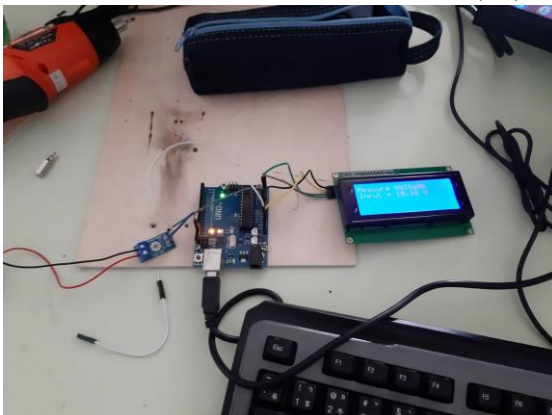


圖 4-1-5 電力監控電路成品

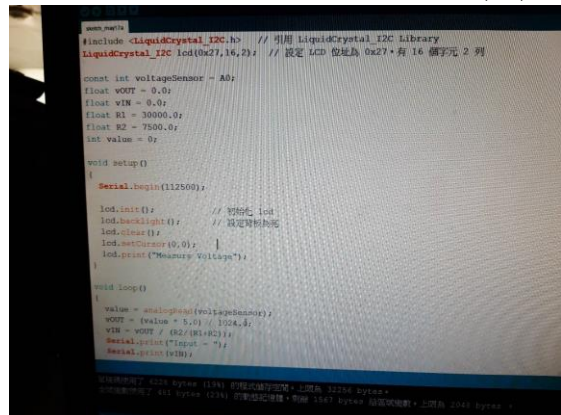


圖 4-1-6 程式碼一)

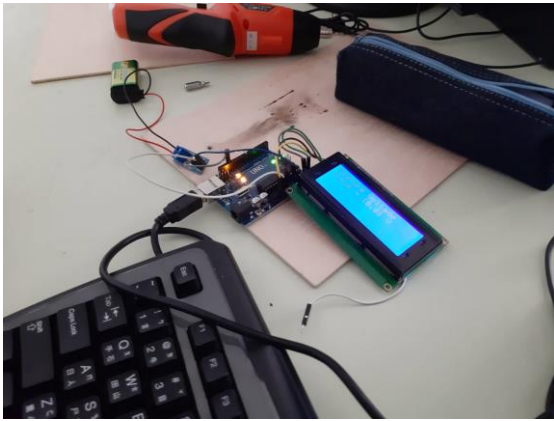


圖 4-1-7 外觀檢測(二)



圖 4-1-8 完整成品(三)

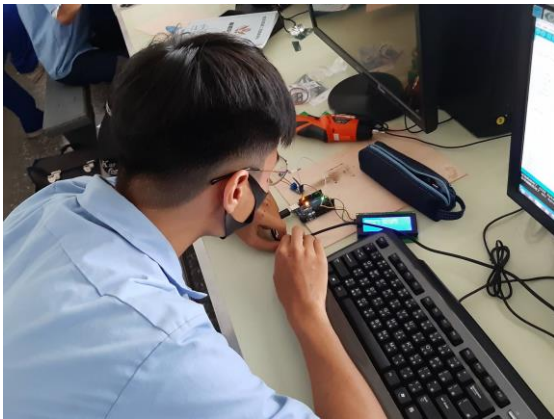


圖 4-1-9 電力監控電路指導過程(一)

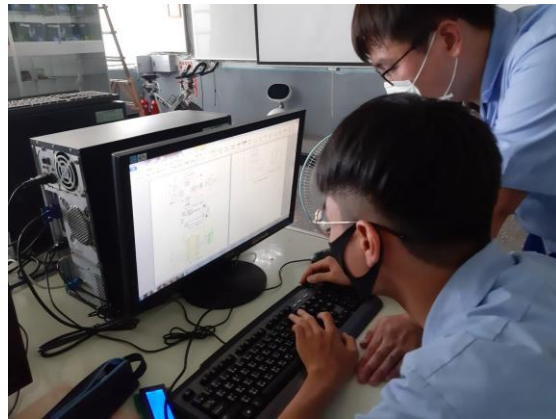


圖 4-1-10 電力監控電路指導過程(二)

小組們都很積極去詢問老師與同學，面對問題所在我們還是詢找方法解決。
電路實作部分，面對我們所遇到的困難及問題，不會的就請教主任與老師。

伍、結論與建議

本單元我們將針對我們小組對專題製作的整個學習過程，做一最後完整的彙總及記錄，以期作為未來學弟妹們日後學習之參考。

一、結論

- (一) 透過此次專題製作學習的方式能幫助我們提升對課程的學習興趣。
- (二) 透過此次專題製作學習的方式更能幫助我們獲得知識的建構及整合，且亦可以幫助我們提升其創造思考的能力。
- (三) 小組同學認為專題製作學習為一主動探究的學習，學習中強調學習者必須負起主動探究學習的責任。
- (四) 專題製作學習鼓勵小組成員分工和合作學習的精神。
- (五) 小組同學認同資訊科技的知識在專題製作學習過程中，扮演著重要的角色，因其對電路製作、資料呈現及成果報告製作是很有幫助的。
- (六) 專題製作學習可以培養我們學習者具備問題解決、研究、反省、團體合作及應用資訊科技等多項能力。
- (七) 小組同學認為專題製作學習的階段中，會遇到不同的困難及問題，但看到自己的成品時，會很有成就感。
- (八) 整體而言，我們小組同學認為專題製作學習是一有價值的學習方式，因其確實可以增進自己資訊科技的能力及其技能。

二、建議

我們在進行專題製作學習的過程後，提出以下幾點建議：

- (一) 學習前請先清楚的說明：請老師在進行專題製作學習前，能對學生清楚的說明整個專題進行的方式，包括專題報告的格式、課程進度安排、需要的準備工具以及評量方式，都能在事前做好詳細的說明、規範，如此則能防止學生因為困惑而做錯。
- (二) 在學習過程中給予回饋：在專題製作學習研究過程中，老師可以在學習的進行過程，讓學生可以及早發現其缺失，進行改善。
- (三) 增長專題製作學習的時間：因為乙級和段考，延誤了一些行程，希望可以讓我們有更多的時間進行研究。

參考文獻

1. Arduino 筆記(85)：電壓感測器(Voltage Sensor)
<https://atceiling.blogspot.com/2020/10/arduino85voltage-sensor.html>
2. 《Arduino 入門》第一篇：認識 Arduino
<https://blog.jmaker.com.tw/arduino-tutorials-1/>
3. Arduino 快速入門教學全集
<https://blog.jmaker.com.tw/arduino-tutorials/>
4. 用 ESP-01 進行 ESP8266 開發，完全攻略
<https://blog.jmaker.com.tw/esp8266-esp01/>
5. *教學*Arduino WIFI(ESP8266) 初次上手應用
<https://lolwarden.pixnet.net/blog/post/82031214>
6. ESP8266 教學 2-1：第一個使用 nodemcu 程式
<http://hammer1007.blogspot.com/2017/11/esp82662-1-nodemcu.html>
7. ESP8266 應用一：智能插座 .2 認識 ESP8266 及連上 WiFi
<https://blog.hoyo.idv.tw/?p=4403>
8. Arduino Uno 功能簡介
<https://openhome.cc/Gossip/Books/mBlockArduino1-3and1-4.html>
9. 運用 Arduino 打造生活中有趣實用的感測服務
<https://www.tibame.com/course/59>
10. 熱血阿伯的 Arduino 各類傳感模組 "教學文章蒐集" + 熱血實作！
<http://k12.camdemy.com/course/1357/intro>

