中華民國第52屆全國技能競賽

決賽

應用電子職類試題

試題一：網頁控制函數波產生器

競賽時間：360 分鐘

（含檢查零件時間15 分鐘）

worldskills
Chinese Taipei

裁 判 長：張文漳

競賽時間：中華民國111年8月04日

競賽地點：勞動部勞動力發展署中彰投分署

worldskills
Chinese Taipei

各位選手，您好：歡迎您代表貴提名單位來參加本次技能競賽。

1、本試題為整個競賽的第一部分，其中包含有電路「組裝」、「程式設計」、「測試」與「調整」等四個工作項目。

2、技能評分重點在於：電子電路組裝的正確性、程式設計、功能的完整性及電路零件佈線的美觀度等四個項目。

3、建議您參照下列步驟進行，可能對您較為有利：

步驟一：依照試題所提供的「材料表」，核對所列的材料的品名、規格、數量是否符合？並於開始後15分鐘內提出更換或補足，逾時每新領或更換一個零件，依評分表規定扣分，**且每一元件限更換一次**。

步驟二：務必撥出時間詳細閱讀工作原理、試題相關說明、功能要求與評分標準。

步驟三：依照試題所提供之「電子電路圖」去完成電路基板的元件布置與焊接組裝工作。

步驟四：依照試題的「功能要求」及「評分標準」的項目去調整測試電路之功能，能取得最高分數為目標。

worldskills Chinese Taipei

一、功能簡介

本試題為一數位式函數波產生器，以網頁當作控制平台。可控制電路之輸出波形(正弦波、方波、三角波)、頻率與振幅。

二、系統方塊圖

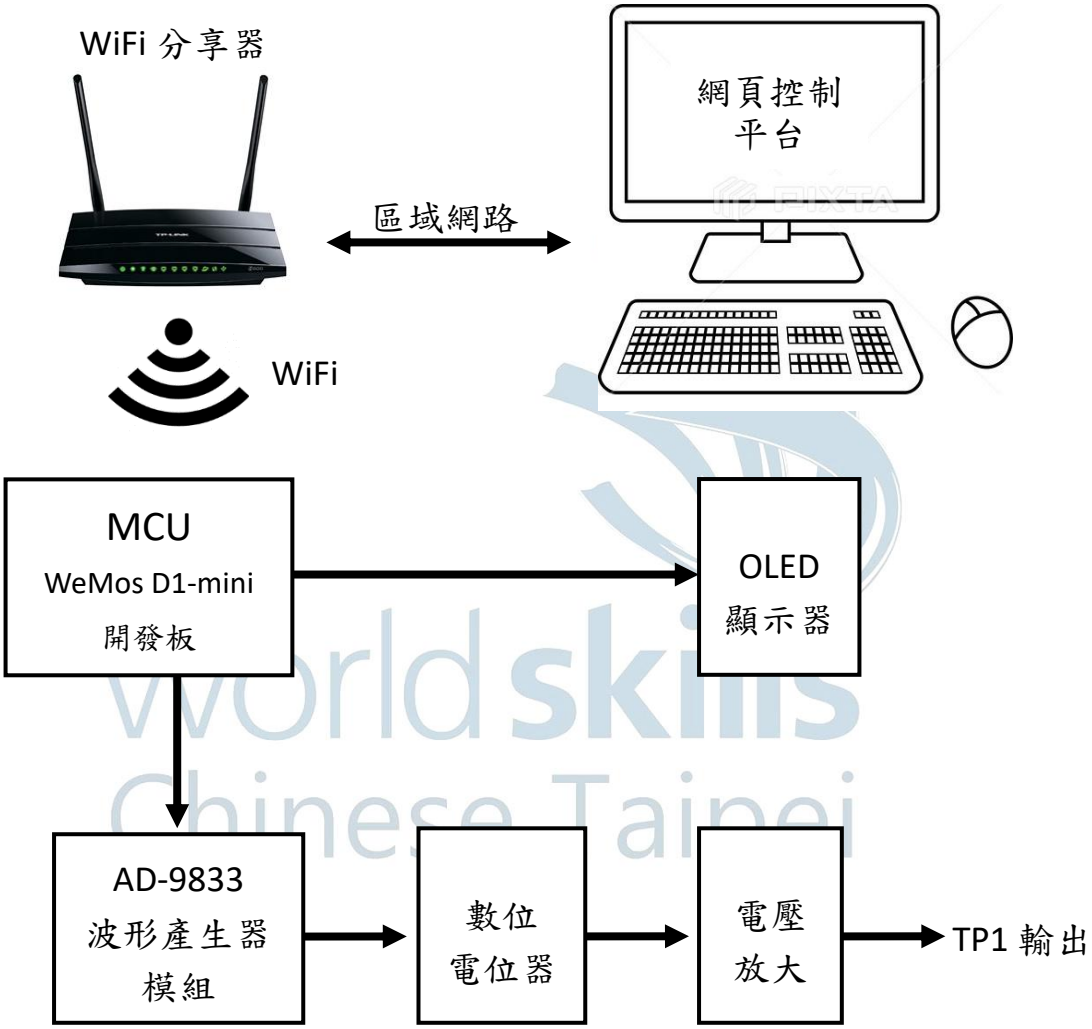


圖 1.系統方塊圖

三、電路概述：

1. AD9833 數位函數波產生器：

AD9833 為一個可規劃的波形產生器，具備 28-bit 頻率解析度，可輸出正弦波、三角波與方波，輸出頻率範圍 0Hz～12.5MHz，正弦波及三角波輸出振幅約 0.6V_{P-P}，方波振幅約等於 V_{CC}。

AD9833 使用三線式 SPI 界面與微處理器作連線(如圖 2 中的 D5,D6,D8)，控制波形與頻率的方式，請參考測試程式 AD9833.ino

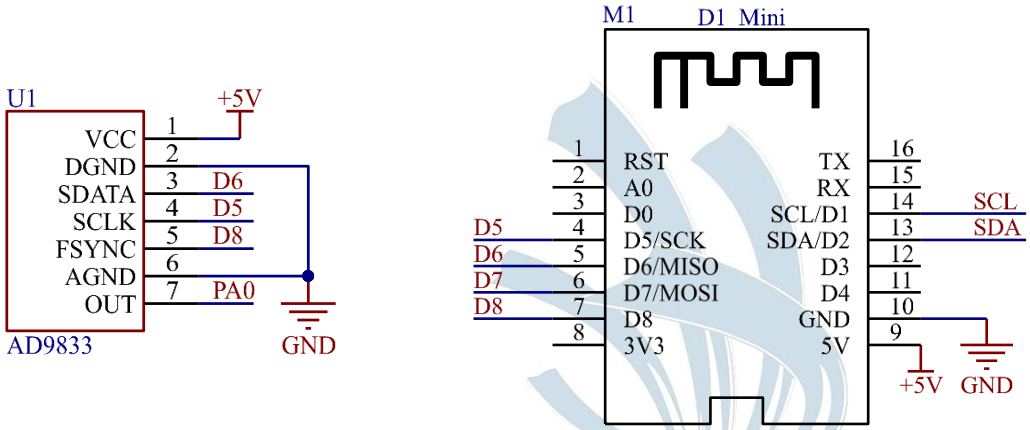
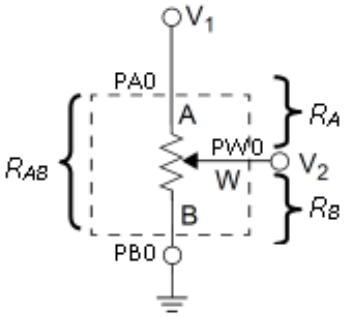


圖 2.AD9833 與 D1-Mini 的連接方式

2. MCP41050 數位電位器：

MCP41050 為一個可規劃的數位電位器，可以用來取代傳統的可變電阻。PA0 到 PB0 接腳之間的電阻值是固定為 50KΩ，滑桿接腳 PW0 的位置，則是以程式來規劃控制。其等效電路如圖 3。



$$R_A = \frac{R_{AB}(256 - D_n)}{256} \qquad R_B = \frac{R_{AB} D_n}{256}$$

R_{AB} = A,B 之間總電阻(50KΩ)

D_n = 資料位元組 Data Byte(0～255)

圖 3.MCP41050 等效電路

MCP41050 也是使用三線式 SPI 界面與微處理器作連線(如圖 4 中的 D5,D6,D7)。由於 AD9833 也是使用 SPI 界面，故資料線與 CLK 線可以與 AD9833 共用(即圖 2 與圖 3 的 D6,D5)，但晶片選擇線則必須各自獨立，使用不同 I/O (AD9833 使用 D8，MCP41050 則使用 D7)。

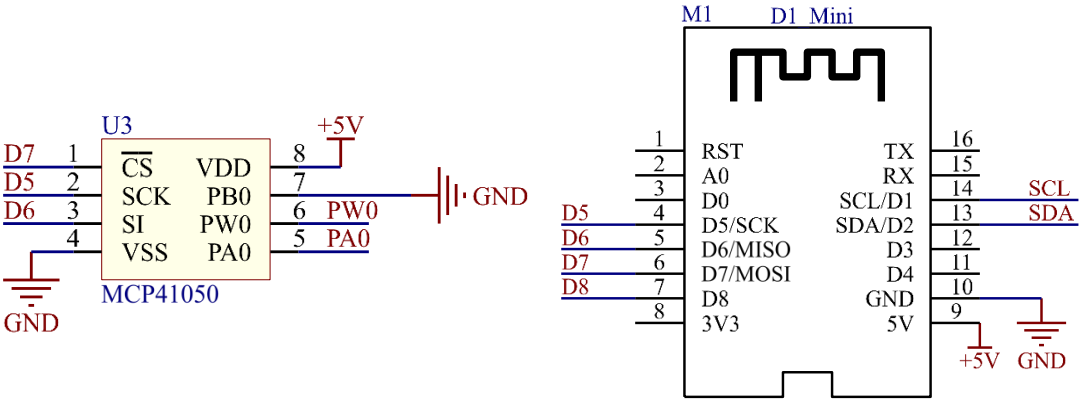


圖 4.MCP41050 與 D1-Mini 的連接方式

如圖 5，為 MCP41050 內部方塊圖，內部有一個 16 位元的移位暫存器，可區分為 2 個位元組(Byte)，其中 D15～D8 稱為指令位元組(COMMAND Byte)，D7～D0 稱為資料位元組(Data Byte)。

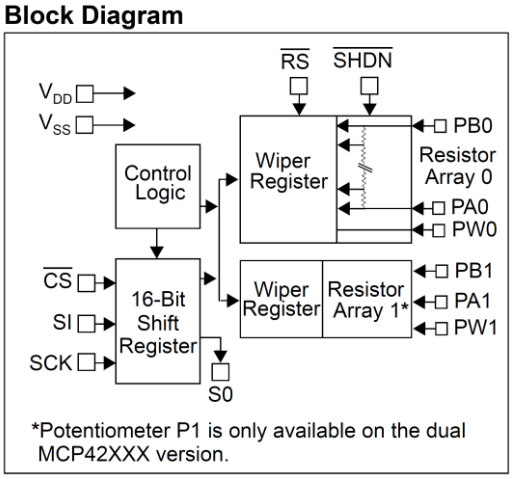


圖 5.MCP41050 之內部方塊圖

如圖 6，指令位元組(COMMAND Byte)是用來選擇操作的模式。欲設定電阻值時採用的操作模式為「Write Data」，此時 COMMAND Byte 的內容應為 0x11。

資料位元組(Data Byte)則是用來調整 PW0 滑桿的位置，當 Data Byte 數值愈大，PW0 愈靠近 PA0，則 PW0 與 PA0 之間的電阻就愈小。

- 當 Data Byte=0xff(即 $255_{(10)}$)時，PW0 與 PA0 最接近，PW0 與 PA0 之間電阻 R_A 理論值為 0Ω，但 PW0 滑桿本身仍有約 125Ω 內阻。
- 當 Data Byte=0x00(即 $0_{(10)}$)時，PW0 與 PB0 最接近，PW0 與 PB0 之間電阻 R_B 理論值為 0Ω，但 PW0 滑桿本身仍有約 125Ω 內阻。
- 當 Data Byte=0x80(即 $128_{(10)}$)時，PW0 位置剛好在 PA0 與 PB0 的中間。此時 PW0 與 PA0 之間的電阻 R_A 為 25KΩ，PW0 與 PB0 之間的電阻 R_B 亦為 25KΩ。

Women Talk Chinese Taipei

例如：欲將 PW0 與 PA0 之間的電阻 RA 設定為 25 KΩ，則 MCU 共須傳送 2 個 Bytes 到 MCP41050 的 SI 接腳：先傳送 0x11(Command Byte)，再傳送 0x80(Data Byte)。

設定 MCP41050 電阻值的方式，請參考測試程式 MCP41050.ino

SCK 正緣時，將鎖定 SI 資

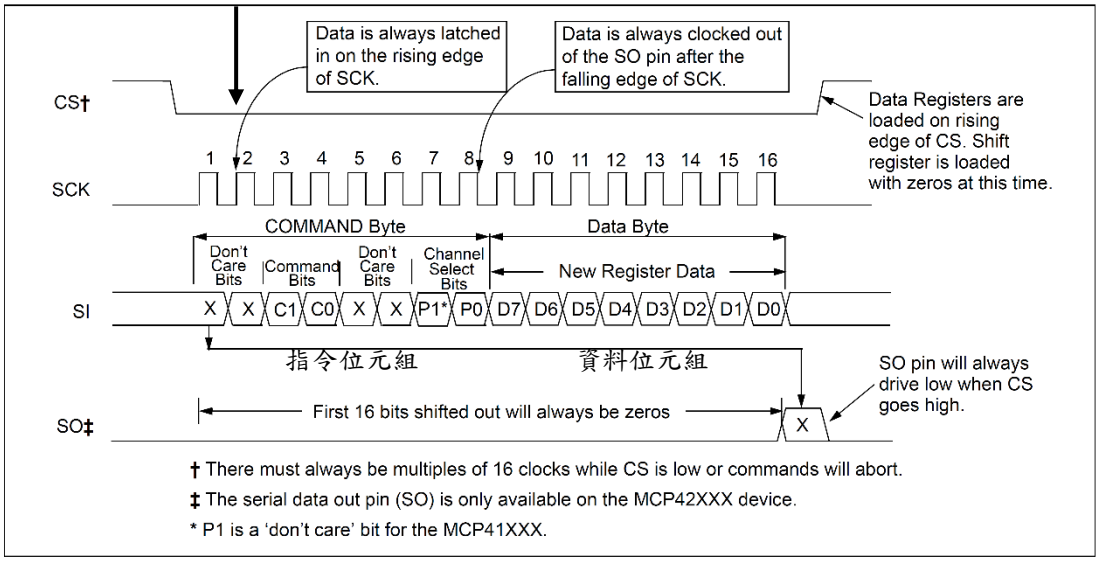


FIGURE 5-1: *Timing Diagram for Writing Instructions or Data to a Digital Potentiometer.*

指令位元組功能表

COMMAND BYTE

X	X	C1	C0	X	X	P1*	P0

Command Selection Bits — Potentiometer Selection Bits

C1	C0	Command	Command Summary
0	0	None	No Command will be executed.
0	1	Write Data	Write the data contained in Data Byte to the potentiometer(s) determined by the potentiometer selection bits.
1	0	Shutdown	Potentiometer(s) determined by potentiometer selection bits will enter Shutdown Mode. Data bits for this command are 'don't cares'.
1	1	None	No Command will be executed.

P1*	P0	Potentiometer Selections
0	0	Dummy Code: Neither Potentiometer affected.
0	1	Command executed on Potentiometer 0.
1	0	Command executed on Potentiometer 1.
1	1	Command executed on both Potentiometers.

FIGURE 5-2: *Command Byte Format.*

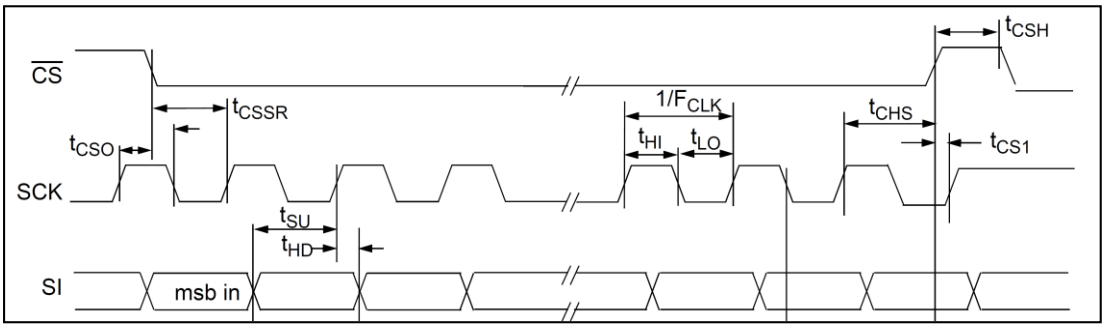


圖 6.MCP41050 之指令格式與控制時序圖

3. 電壓放大電路：

如圖 7，AD9833 的輸出波形振幅約為 0.6V_{P-P}(正弦波及三角波)，利用 OPA 組成非反相放大電路，放大倍率＝1+(R1/R4)=15.2，可將振幅提高到 9V_{P-P} 以上。

AD9833 的輸出波形(圖 7 中 U1 的 OUT 接腳)先送到數位電位器(MCP41050)的 PA0 接腳，經過數位電位器分壓後由 PW0 輸出，再送到 U4 組成的非反相放大電路作進一步的放大。用程式控制 PA0 與 PW0 之間的電阻(R_A)，就可以改變 TP1 波形的振幅。

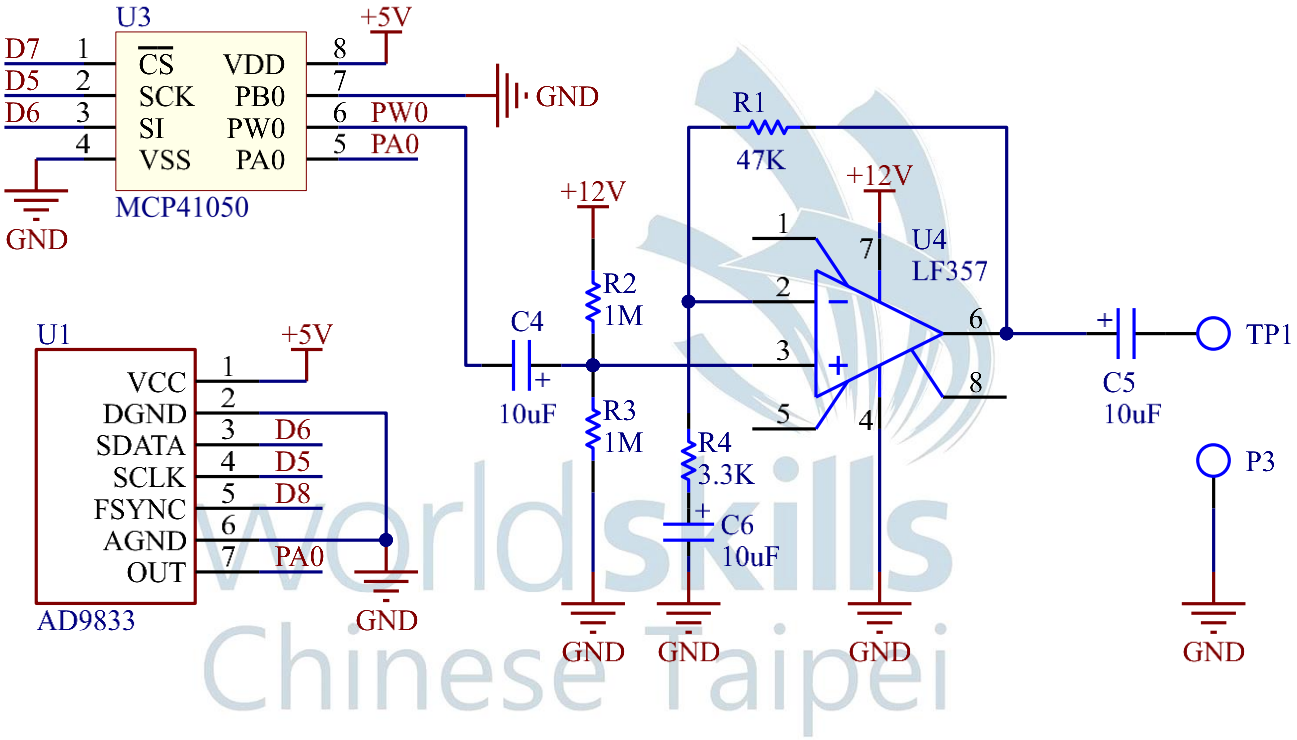


圖 7.電壓放大電路與 A9833、MCP41050 的連接式

OLED 顯示器：

OLED 使用 I2C 二線式界面與 MCU(D1-Mini)作連線(如圖 8 中的 SDA,SCL)，OLED 的操作方式，請參考測試程式 OLED.ino

使用 I2C 界面的元件，都有內建一組 7-bits 的 I2C 位址，可使用測試程式 I2C.ino 來檢查元件的位址。市售 0.96 吋的 OLED 其 I2C 位址通常為 0x3C。

※市售不同廠牌的 OLED，其接腳順序可能略有差異，使用時請以實體為準。

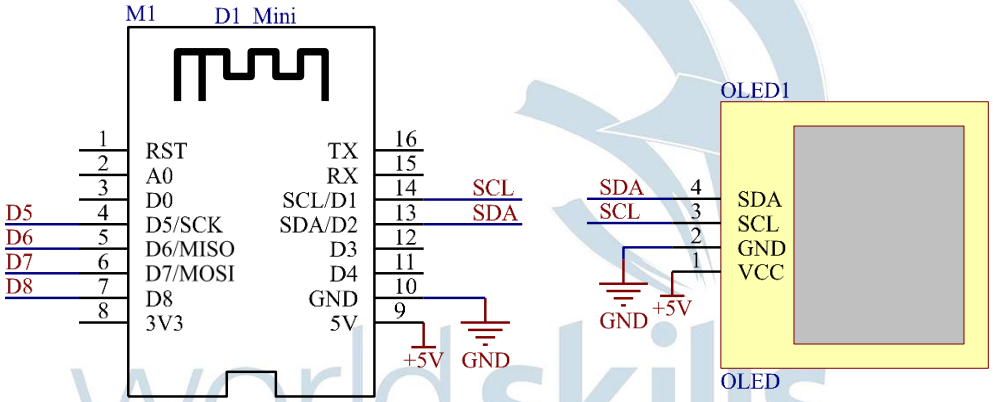


圖 8.OLED 與 MCU 的連接方式

worldskills Chinese Taipei

四、完整電路圖

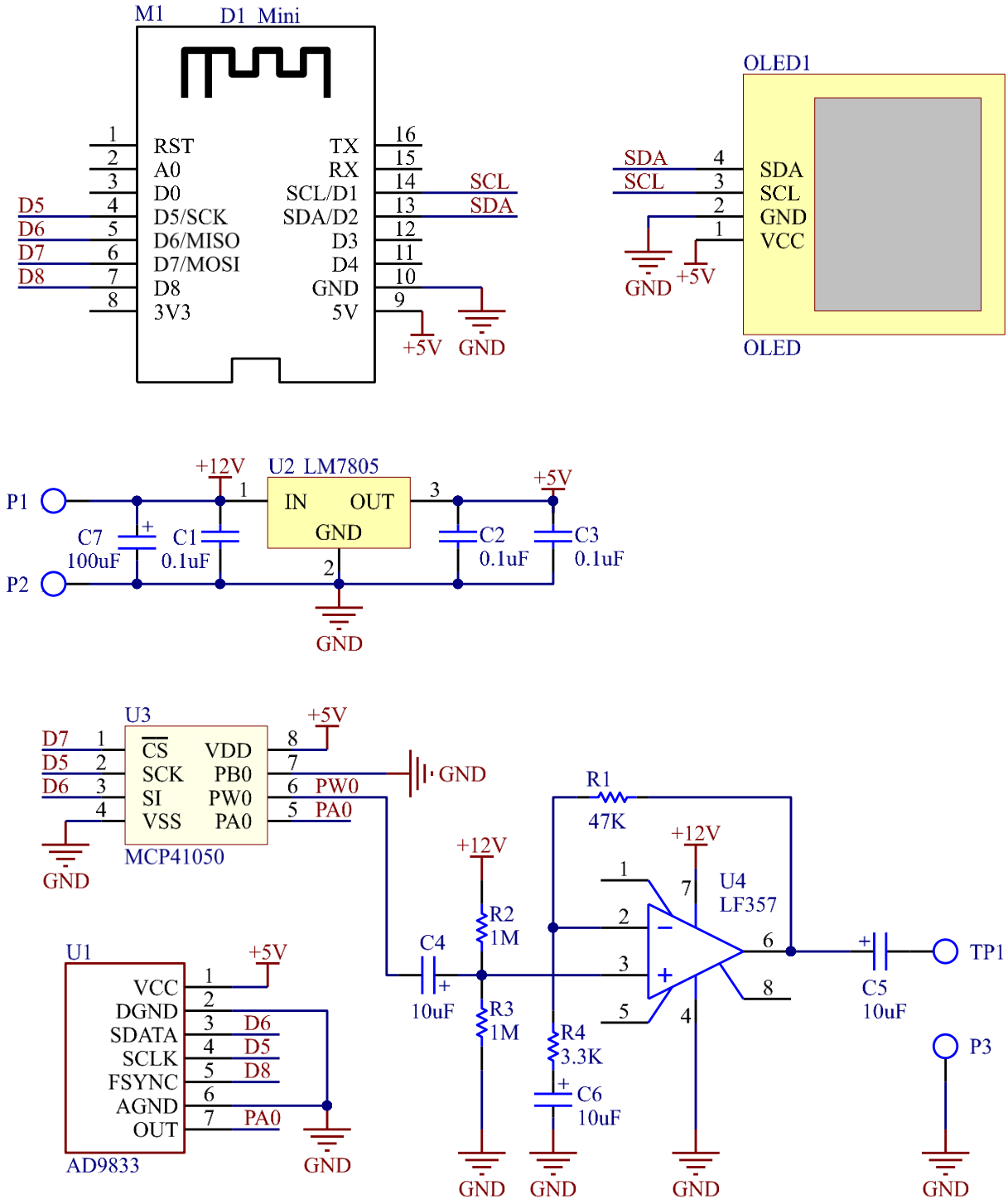


圖 9.完整電路圖

五、參考位置與安裝製作注意事項

圖 10. 參考零件位置圖

- AD-9833 模組安裝方式：如圖 11，先焊上排針，再插在排針母座上。

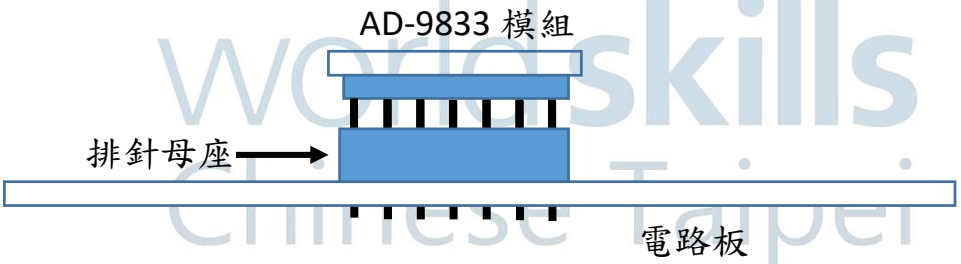


圖 11-1. AD9833 模組安裝方式

- WeMos D1-Mini 開發板：先焊上排針，再插在排針母座上。

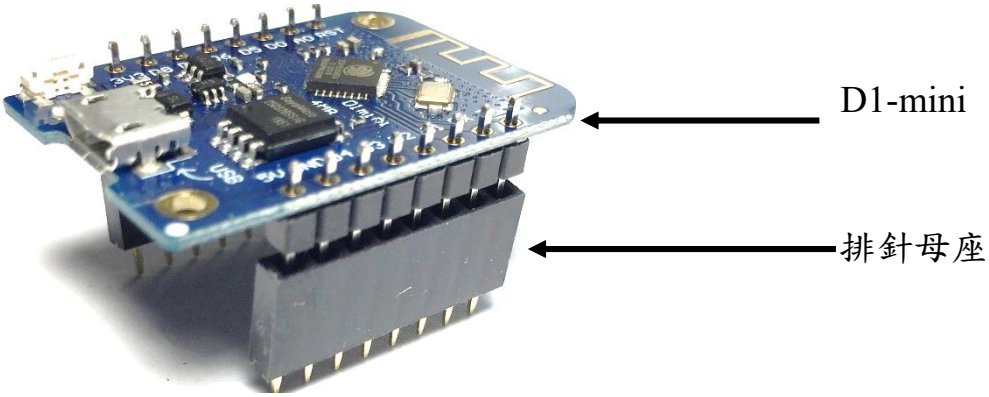


圖 11-2. D1-Mini 開發板安裝方式

六、要求功能

- 電腦的區域網路，須與 WiFi 位於同一網域。
- 請先記錄工作崗位的 WiFi-SSID、密碼與電路板 IP，作為撰寫程式之用：(註：為避免工作崗位彼此干擾，電腦端與電路板一律使用靜態 IP)

SSID：_____ WiFi 密碼：_____

(一) 網頁控制平台連線：

1. 請先將考場所提供的主程式：main.ino 載入 Arduino IDE 程式編輯器平台。(建議先將原始檔案複製備份)
2. 修改程式內的 SSID、密碼與 IP 設定。
3. 完成程式編譯、上傳。
4. 打開序列埠監控視窗(鮑率請設為 115200bps)，D1-Mini 連接 WiFi 成功後，序列埠將顯示「WiFi 已連接成功」及電路板的 IP Address。
5. 函數波產生器控制平台的網頁內容，已經事前寫好，放在 main.ino 的程式碼內。但考生須將「座位編號：123456」後面的號碼「123456」改成自己的座位編號。
6. 打開電腦的 Chrome 瀏覽器，在網址列輸入電路板的 IP Address 後，瀏覽器頁面將顯示網頁控制平台如下(圖 12)：

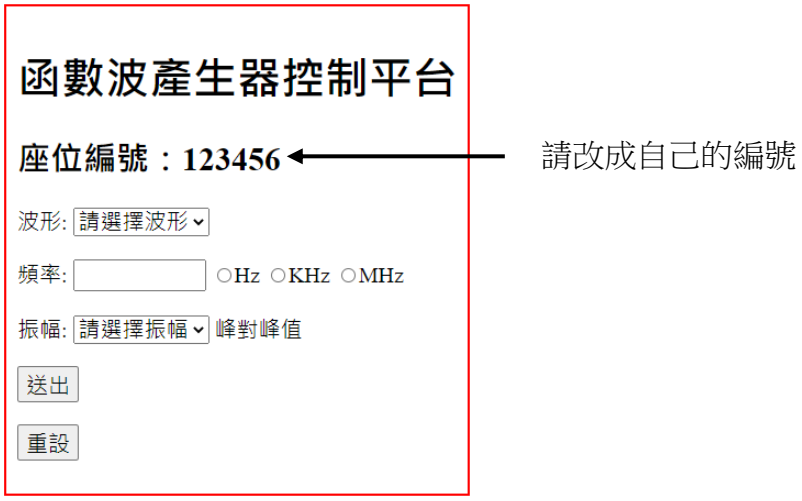


圖 12. 網頁控制平台

(二) 主機板：

請修改 main.ino 程式，完成以下功能：

1. 將主機板接上電源+12V (P1 為正，P2 為負)
2. 重新啟動主機板後(註 1)，OLED 第一列應顯示與序列埠監控視窗相同之 IP Address，格式如下圖：(假設 IP Address=192.168.0.8)

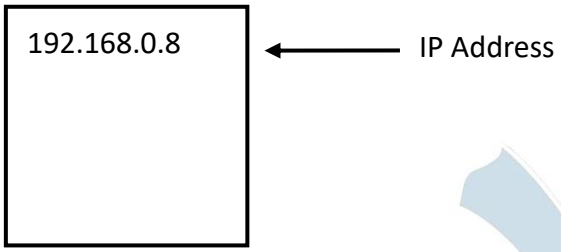


圖 13. OLED 第一列顯示 IP

3. 正弦波功能：

網頁端：設定波形=正弦波，頻率=100Hz，振幅則由評審當場指定(例如下圖為振幅=2V_{P-P} 的畫面)。如下圖：(註 2)

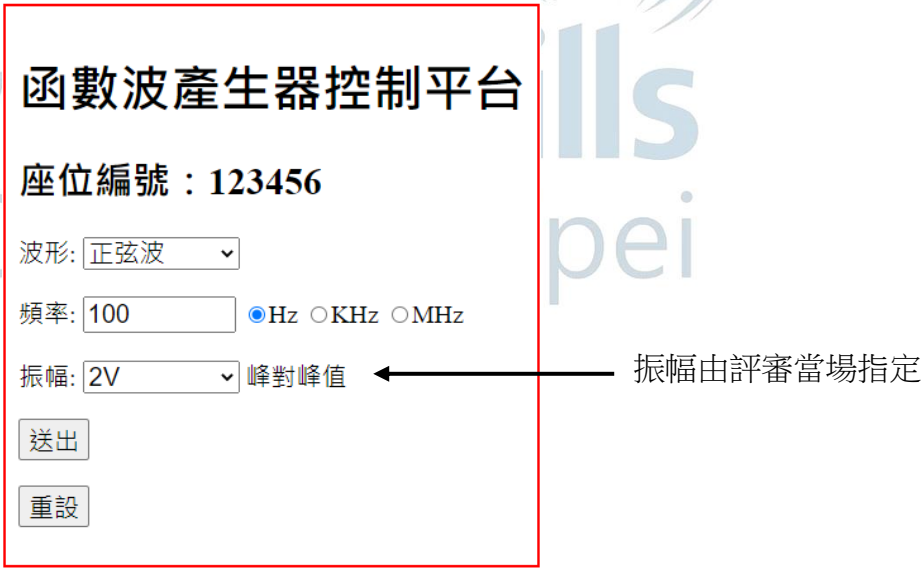


圖 14.在網頁端設定正弦波

註 1：操作過程中，不得重覆啟動主機板，否則重啟後之該項功能不計。

註 2：頻率=100Hz 的設定方式：數字欄位輸入「100」，單位則應點選「Hz」。須按照圖 14 設定，不可自行變更設定方式。例如自行變更為「0.1KHz」是不允許的。

設定完成後，點擊「送出」按鈕後，OLED 應顯示如下：

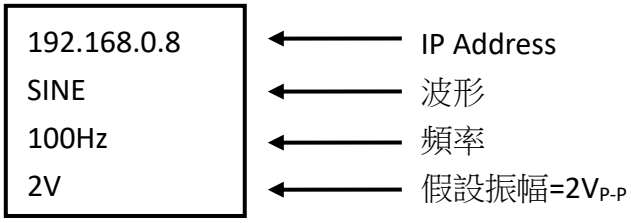


圖 15.OLED 顯示正弦波頻率與振

請打開示波器的自動量測功能，量測頻率與振幅

以示波器測量 TP1 波形，應為對稱正弦波，頻率=100Hz，振幅=評審指定之振幅。

4. 三角波功能：

網頁端：設定波形=三角波，頻率=5KHz，振幅則由評審當場指定(例如下圖為振幅=5VP-P 的畫面)。如下圖：(註 3：不可自行變更頻率設定方式為「5000Hz」)

圖 16.在網頁端設定三角波

設定完成後，點擊「送出」按鈕後，OLED 應顯示如下：

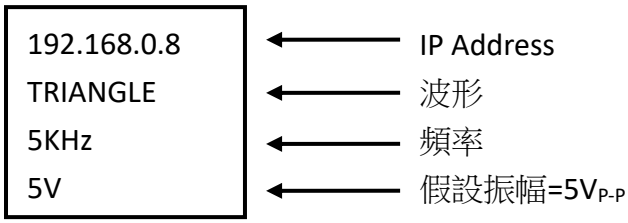


圖 17. OLED 顯示三角波頻率與振幅

以示波器測量 TP1 波形，應為對稱三角波，頻率=5KHz，振幅=評審指定之振幅。

5. 方波功能：

網頁端：設定波形=方波，頻率=50KHz，振幅則由評審當場指定(例如下圖為振幅=8V_{P-P} 的畫面)。如下圖：(註 4：不可自行變更頻率設定方式為「50000Hz」)

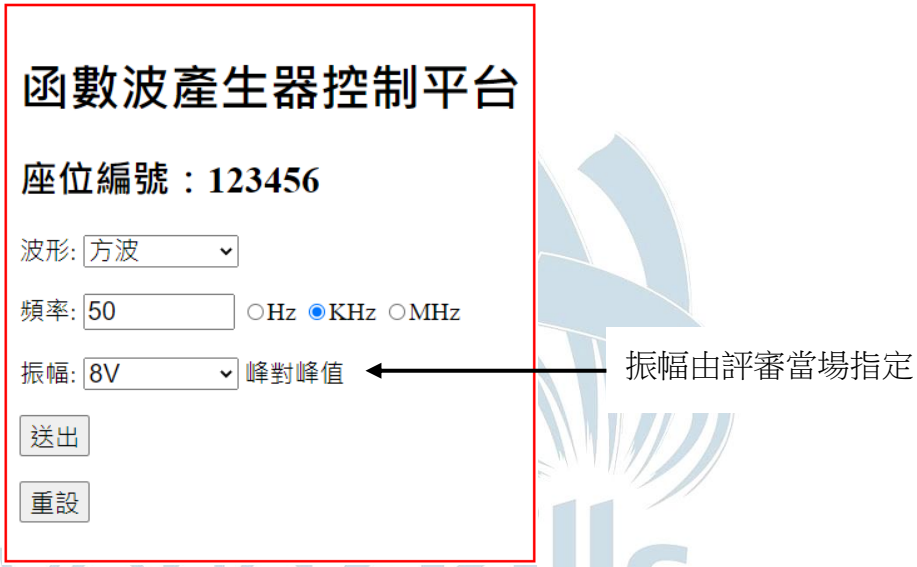


圖 18.在網頁端設定方波

設定完成後，點擊「送出」按鈕後，OLED 應顯示如下：

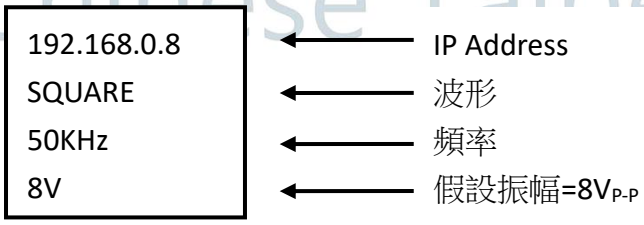
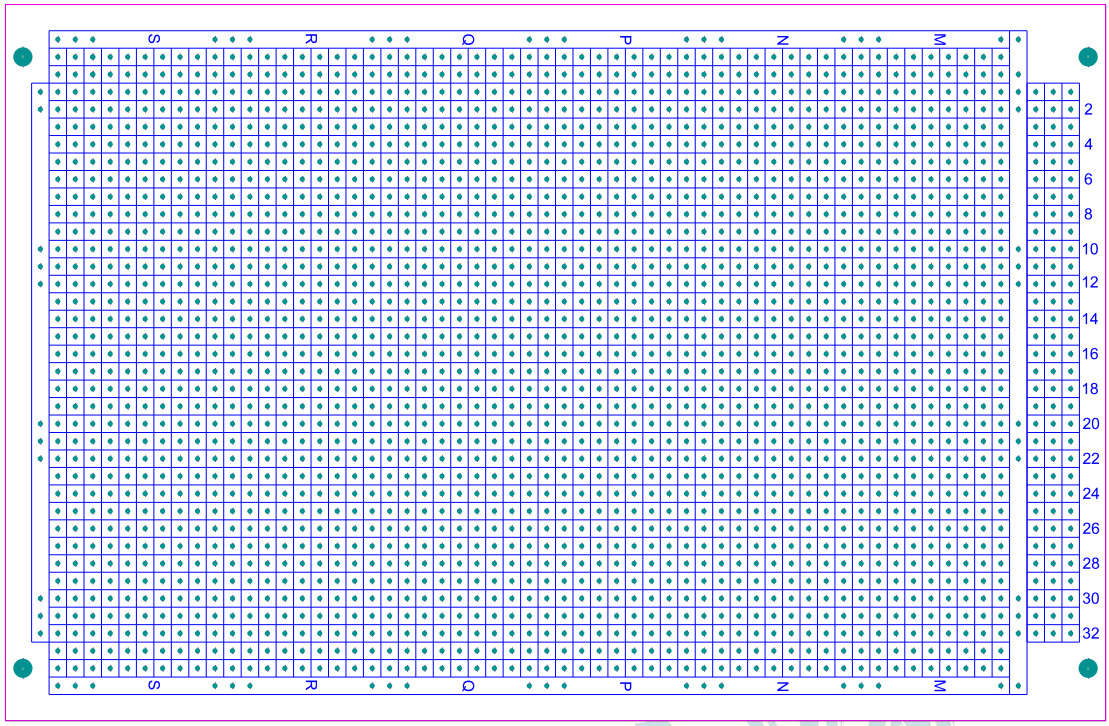


圖 19. OLED 顯示方波頻率與振幅

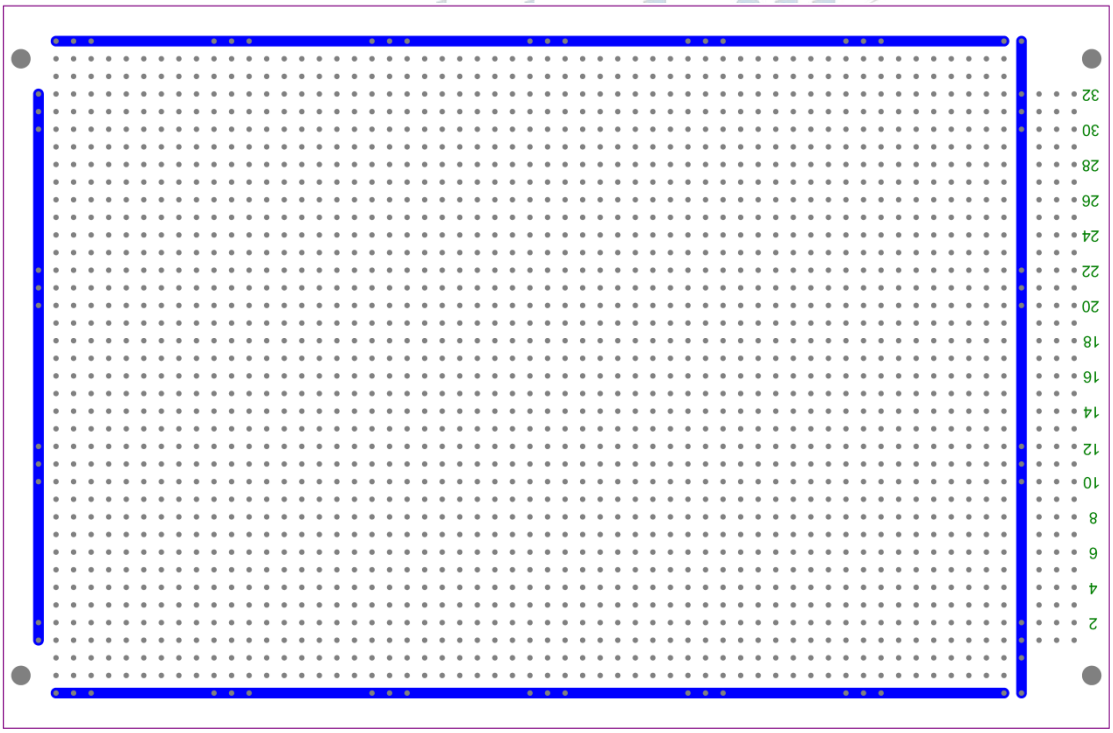
以示波器測量 TP1 波形，應為對稱方波，頻率=50KHz，振幅=評審指定之振幅。

七、空白 PC 板圖

零件面



焊接面



八、材料表

項次	編號	規格	數量	單位	備註
1	M1	WeMos D1-Mini 開發板	1	只	請插在排針母座上附 MicroUSB 線，長 90 公分以上
2	U1	AD-9833 模組	1	片	
3	U2	LM7805 穩壓 IC	1	只	
4	U3	MCP41050	1	只	附 DIP-8 腳座 1 只
5	U4	LF357	1	只	附 DIP-8 腳座 1 只
6	OLED1	0.96 吋單色, 128X64, SSD1306 驅動,I^2C 界面	1	只	
7	R1	電阻 47KΩ 1/4W	1	只	
8	R2,R3	電阻 1MΩ 1/4W	2	只	
9	R4	電阻 3.3KΩ 1/4W	1	只	
10	C1～C3	陶瓷電容 0.1uF	3	只	
11	C4～C6	電解電容 10uF/25V	3	只	
12	C7	電解電容 100uF/25V	1	只	
13	P1～P3,TP1	焊柱, 直徑 0.6mm	4	只	自行用排針剪用
14	檢定萬用板	100mmx160mm 單面玻璃纖維	1	片	請參考「七、檢定萬用板 PCB」
15	銅柱	3ψ 雙母, 長 15cm	4	支	架高 PCB 用
16	螺絲	銅柱用, 長 5mm	4	只	
17	排針母座	8P 單排，腳距 2.54mm	2	只	安裝 D1-Mini
18	排針母座	7P 單排，腳距 2.54mm	1	只	安裝 AD-9833 模組用
19	排針母座	4P 單排，腳距 2.54mm	1	只	安裝 OLED 模組用
20	排針	40P 單排,腳距 2.54mm	1	只	自行修剪當焊柱用
21	USB 隨身碟	32GB 以上	1	只	內含驅動程式、Arduino IDE、程式庫、技術資料等

wood skills Chinese Taipei

九、技術資料 (詳細資料請參考電子檔)

AD-9833 模組(GY-9833)

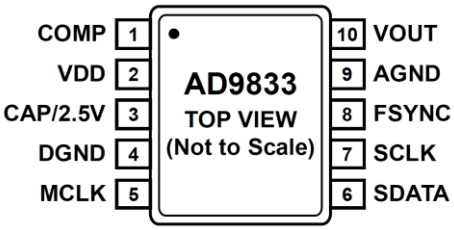
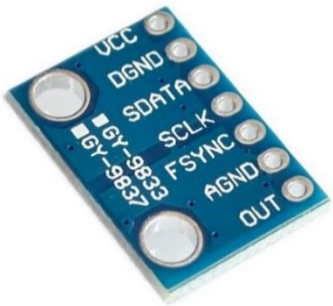
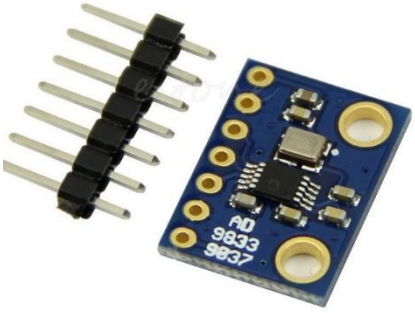
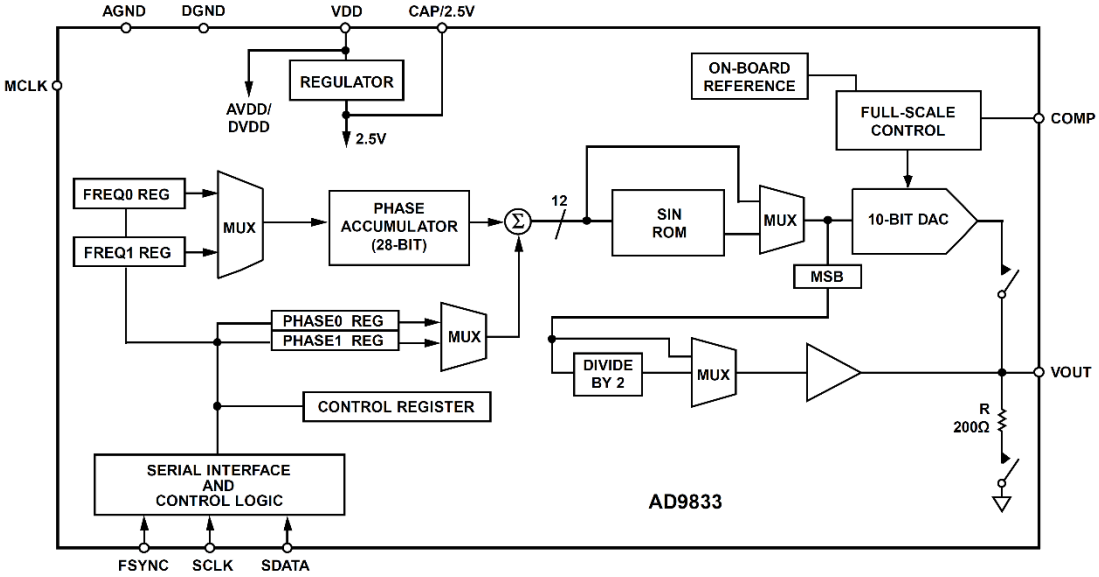


Figure 5. Pin Configuration





FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM



Chinese Taipei

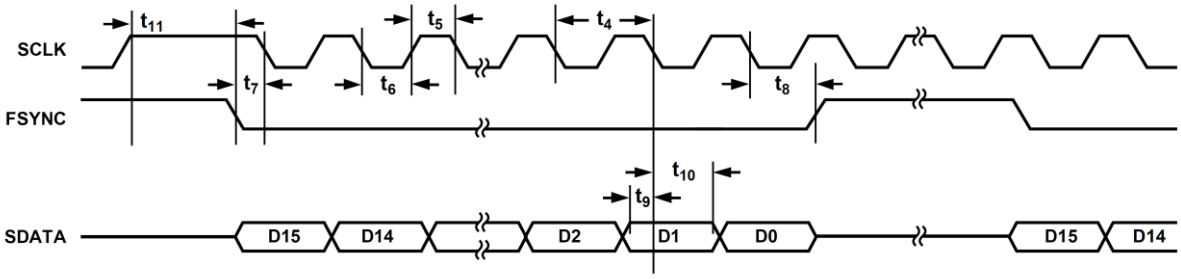
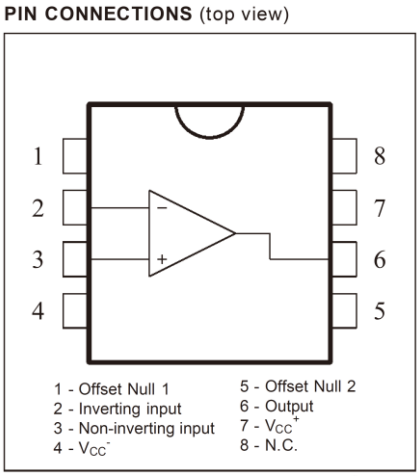


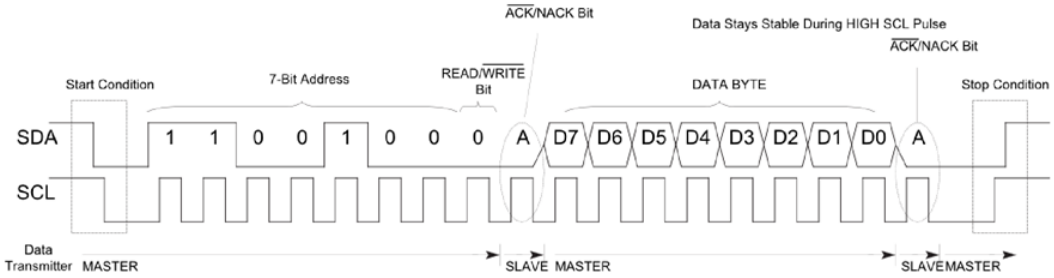
Figure 4. Serial Timing

LF356,LF357(運算放大器)



OLED

（註：不同廠牌的 OLED 模組接腳順序可能略有不同，請以實體為準）



MCP41050

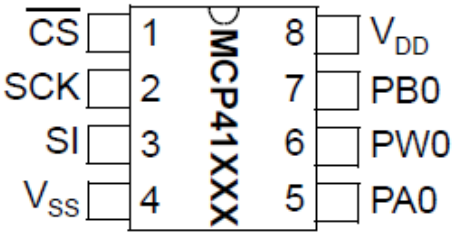
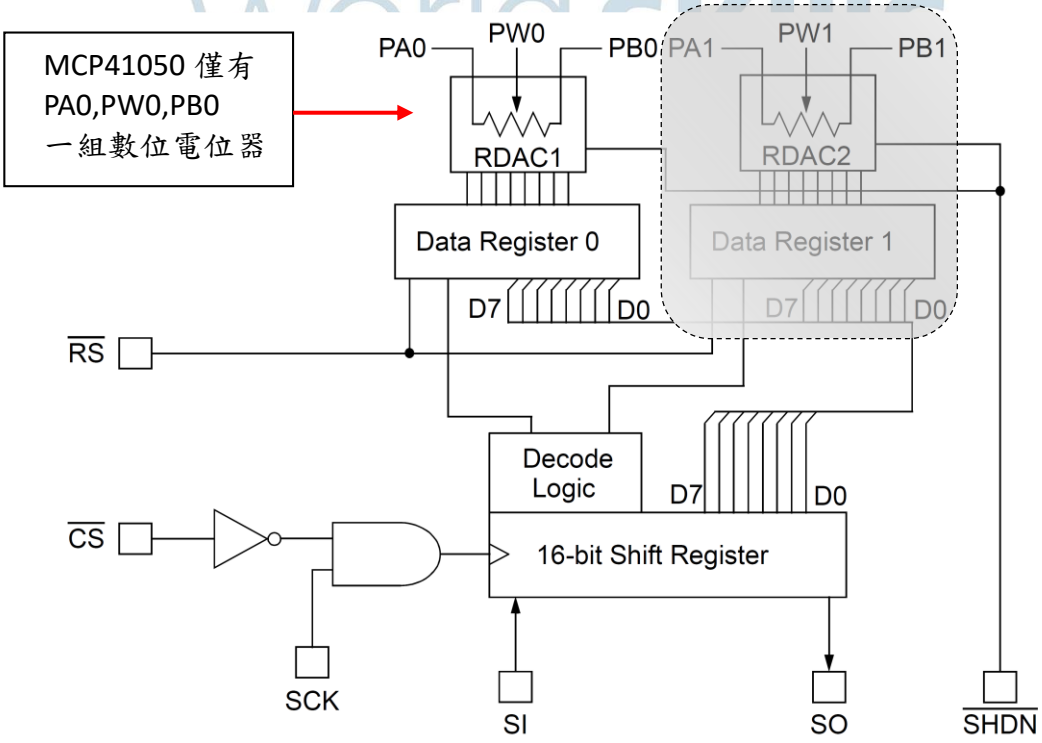
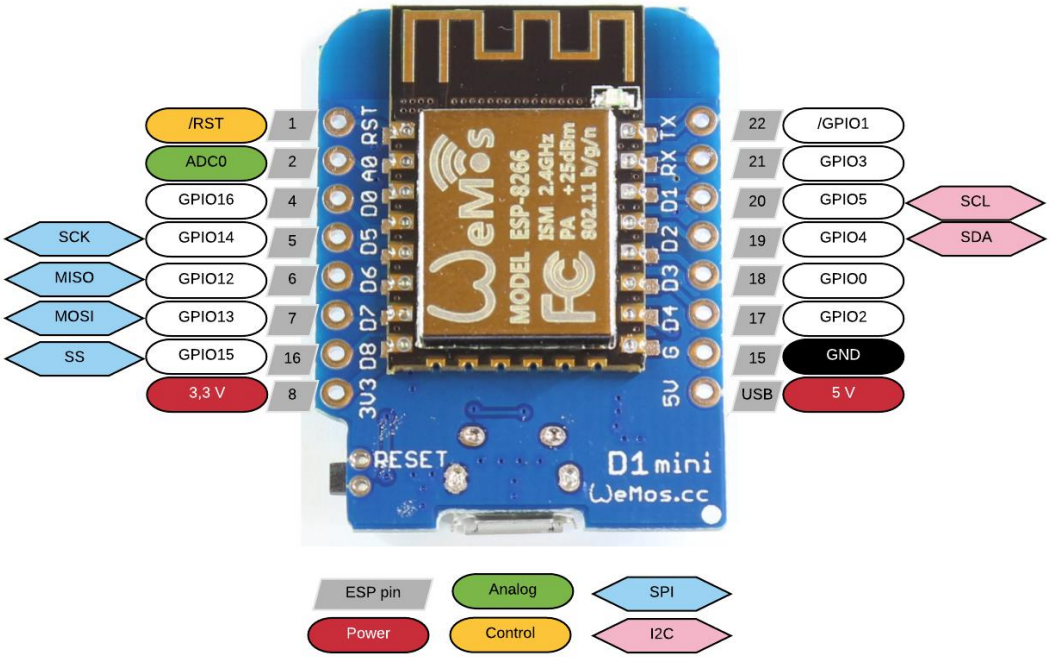


TABLE 3-1: MCP41XXX Pins

Pin #	Name	Function
1	$\overline{CS}$	Chip Select
2	SCK	Serial Clock
3	SI	Serial Data Input
4	V_{SS}	Ground
5	PA0	Terminal A Connection For Pot 0
6	PW0	Wiper Connection For Pot 0
7	PB0	Terminal B Connection For Pot 0
8	V_{DD}	Power



WeMos D1-Mini 開發板



WeMos D1-mini 與 ESP-8266 接腳對照表		
WeMos Pin	**Function**	**ESP-8266 Pin**
TX	**TXD**	**TXD**
RX	**RXD**	**RXD**
A0	**Analog input, max 3.3V input**	**A0**
D0	**IO**	**GPIO16**
D1	**IO, SCL**	**GPIO5**
D2	**IO, SDA**	**GPIO4**
D3	**IO, 10k Pull-up**	**GPIO0**
D4	**IO, 10k Pull-up, BUILTIN_LED**	**GPIO2**
D5	**IO, SCK**	**GPIO14**
D6	**IO, MISO**	**GPIO12**
D7	**IO, MOSI**	**GPIO13**
D8	**IO, 10k Pull-down, SS**	**GPIO15**
G	**Ground**	**GND**
5V	**5V**	**-**
3V3	**3.3V**	**3.3V**
RST	**Reset**	**RST**

十、USB 隨身碟檔案內容列表

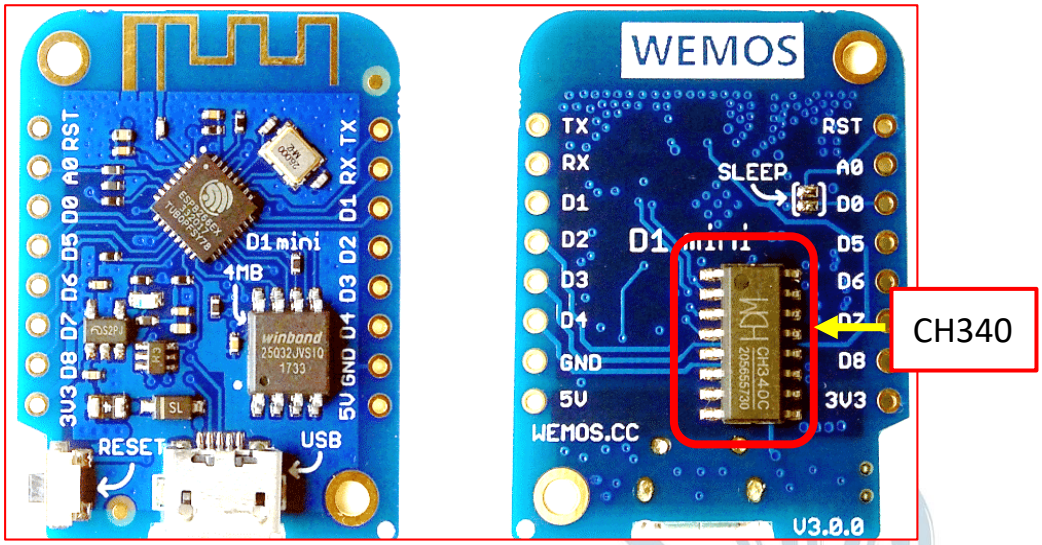
資料夾名稱	程式名稱	說明
arduino	**arduino-1.8.19-windows**	**Arduino IDE**
datasheet	**AD9833.pdf** **LF356.pdf** **MCP41050.pdf** **SSD1306.pdf** **Wemos D1-mini.pdf**	**技術資料**
drivers	**CH34x_Install_Windows_v3_4**	**CH340 USB 驅動程式**
lib	**ESP8266_and_ESP32_Oled_Driver_for_SSD1306_display-4.0.0.zip**	**OLED 程式庫**
	MD_AD9833-main.zip	**AD9833 程式庫**
測試程式	**AD9833**	**AD9833 測試程式**
	I2C	**I^2C Address 檢查程式**
	MAIN	**主程式**
	OLED	**OLED 測試程式**
	MCP41050	**MCP41050 測試程式**
	WiFiScan	**WiFi 熱點掃描程式**

worldskills
Chinese Taipei

十一、附錄：

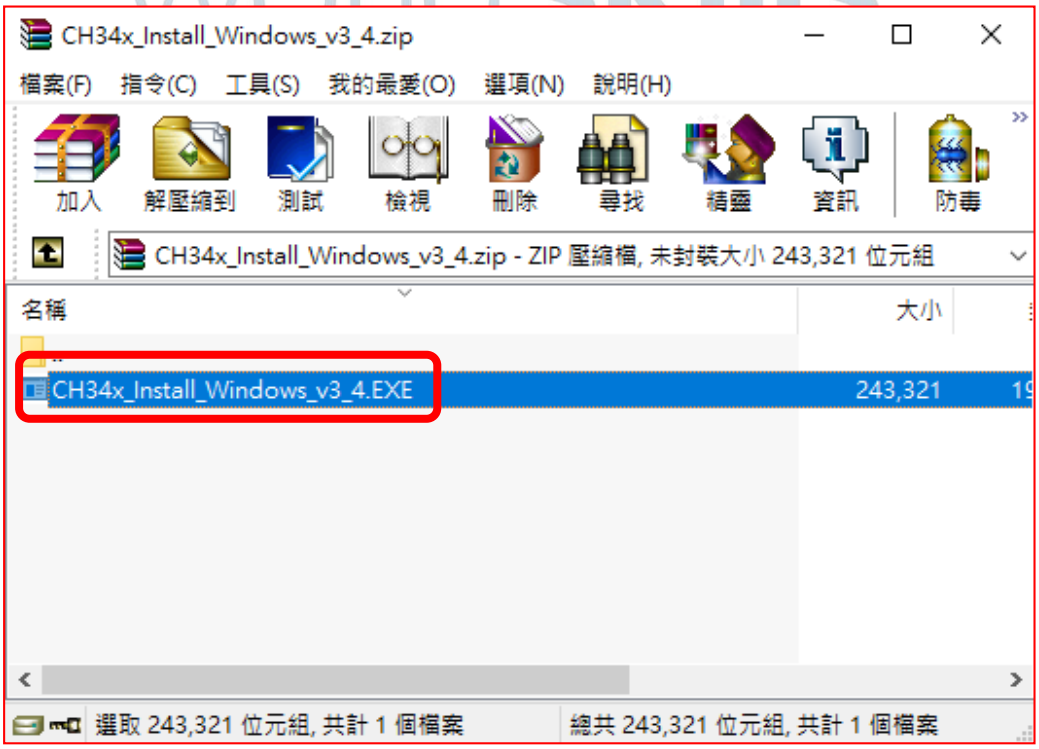
附錄一：安裝 D1-mini 開發板 USB 驅動程式

Step1：檢查 D1-mini 開發板背面的 USB 界面 IC，確認編號為 CH340。

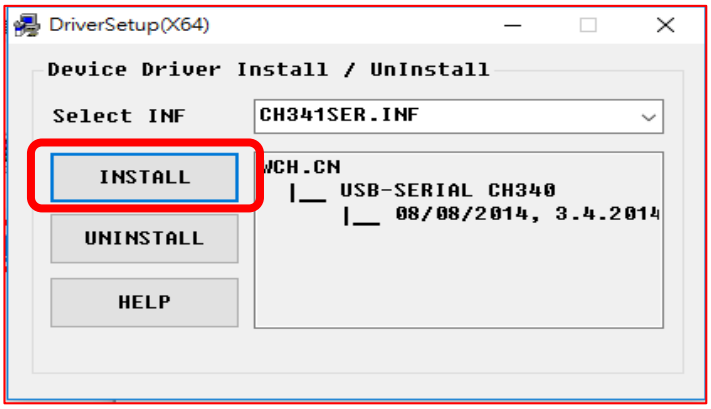


Step2：使用 micro USB 傳輸線連接電腦與 D1-mini 開發板

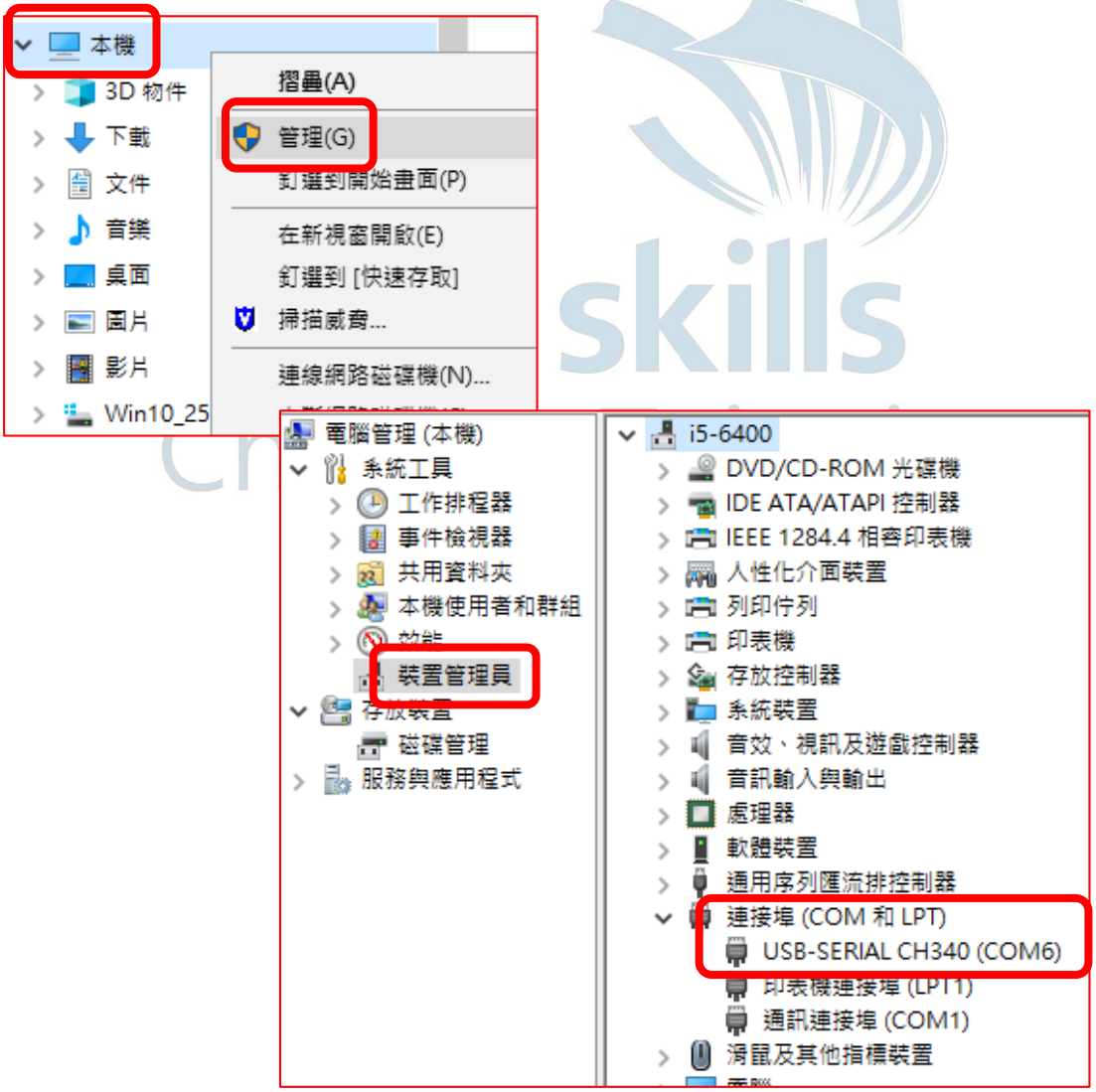
Step3：執行驅動程式：CH34x_Install_Windows_v3_4.zip (位於「drivers」資料夾內，須解壓縮)



Step4：點選「INSTALL」開始安裝驅動程式



Step5：驅動程式安裝完成後，到裝置管理員確認連接埠編號（執行「檔案管理員」 → 滑鼠移至「本機」上方按滑鼠右鍵→「管理」按滑鼠左鍵 → 裝置管理員 → 連接埠）

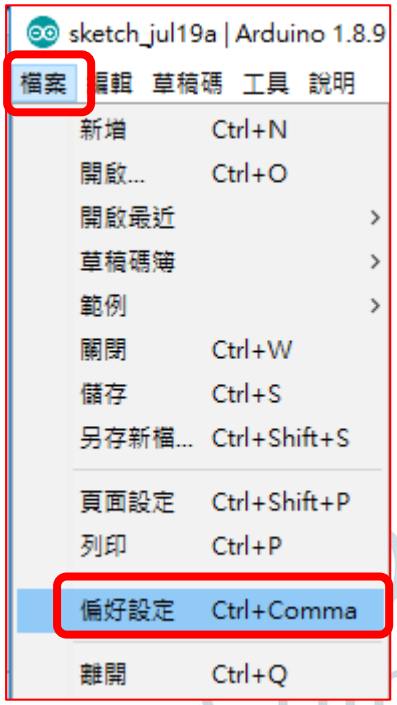


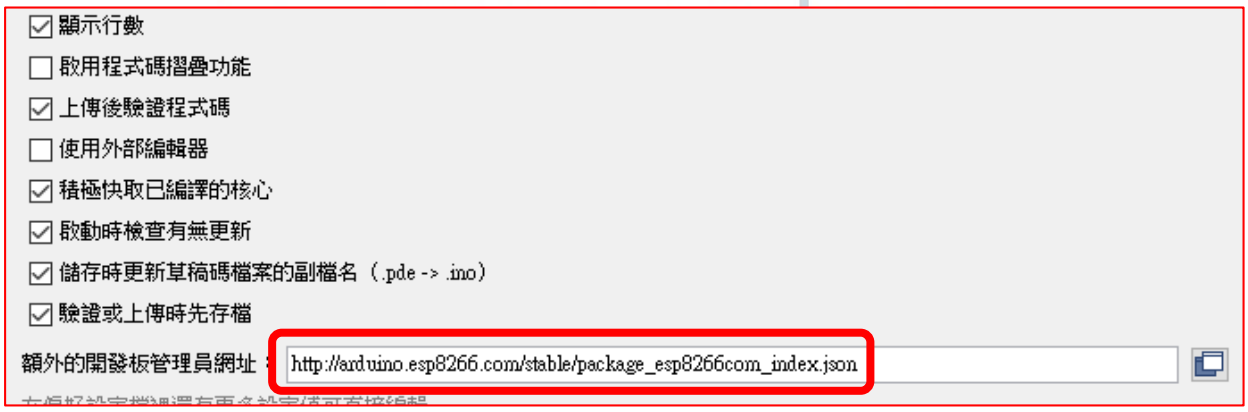
附錄二：在 Arduino IDE 平台安裝 D1-mini 相容性套件

(註：安裝過程須連接網際網路)

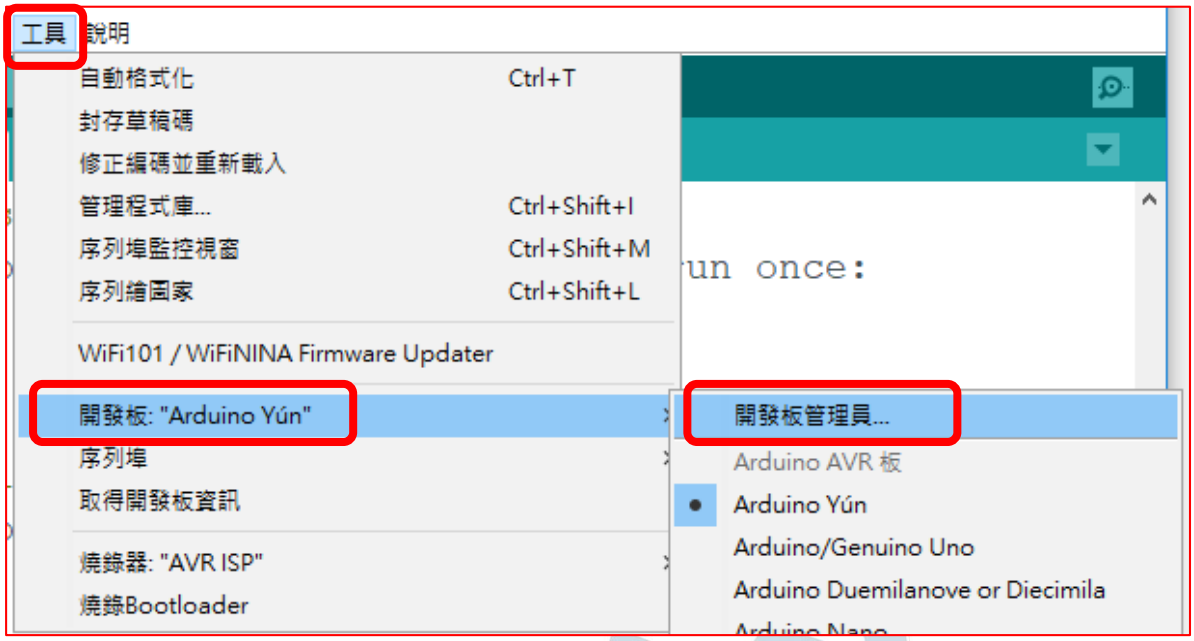
Step1：檔案 → 偏好設定,在「額外的開發板管理員網址」，輸入網址如下：

http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json



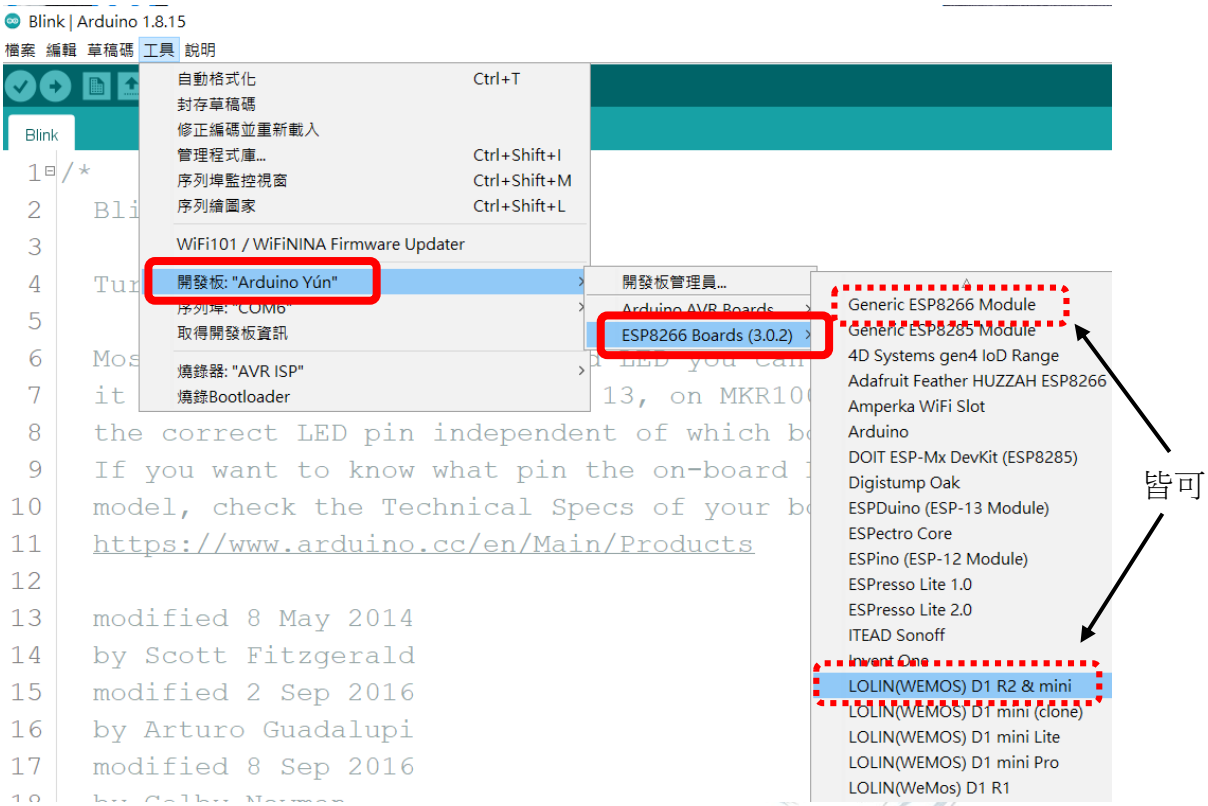


Step2：工具 → 開發板 → 開發板管理員



Step3：將視窗捲軸拉到下面，出現「esp8266 by ESP8266 Community」後，再點選「安裝」

Step4：工具 → 開發板 → 開發板管理員 → 選擇「WeMos D1 R2 & mini」或「Generic ESP8266 Module」

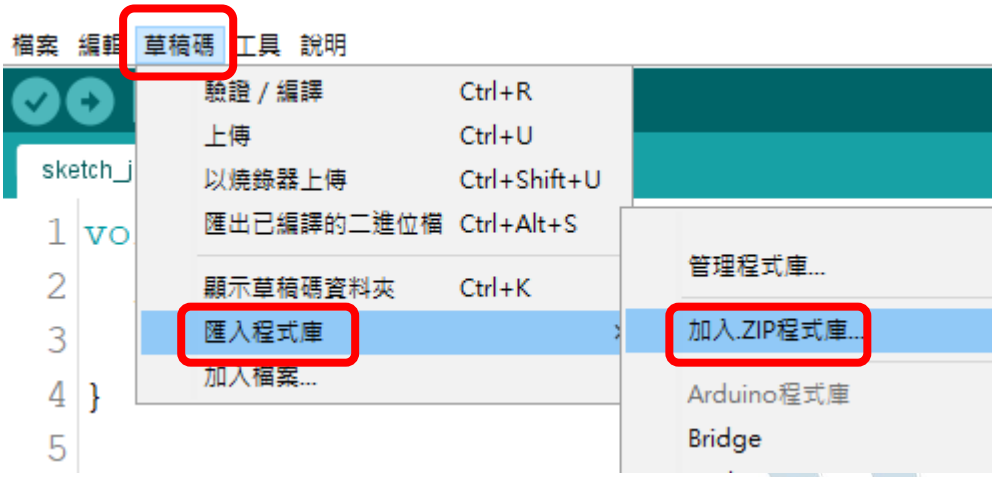


Step5：安裝完畢，可到「檔案」→「範例」參考隨附的 ESP8266 範例程式。

worldskills Chinese Taipei

附錄三：安裝 OLED 程式庫

Step1：草稿碼 → 匯入程式庫 → 加入.ZIP 程式庫

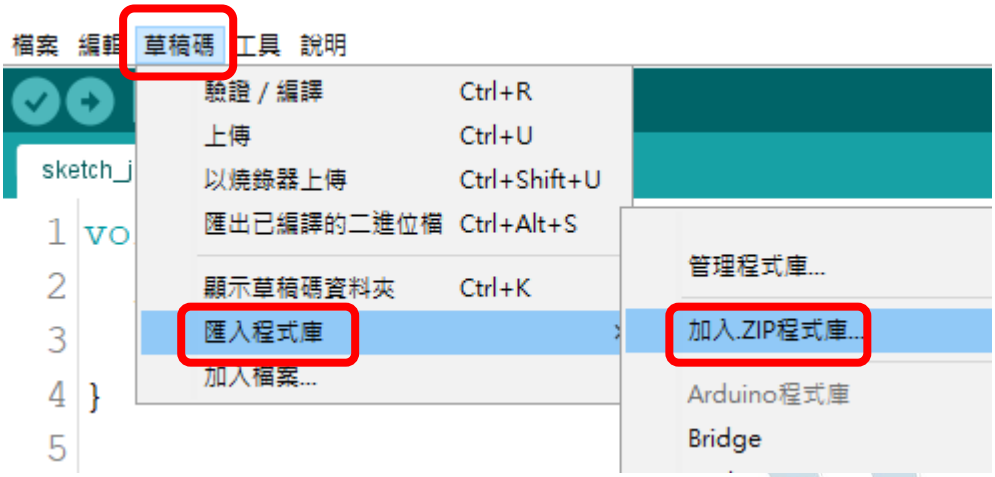


Step2：到「LIB」資料夾內選擇欲安裝的程式庫：
「ESP8266_and_ESP32_Oled_Driver_for_SSD1306_display-4.0.0」 → 點選「開啟」後完成安裝。

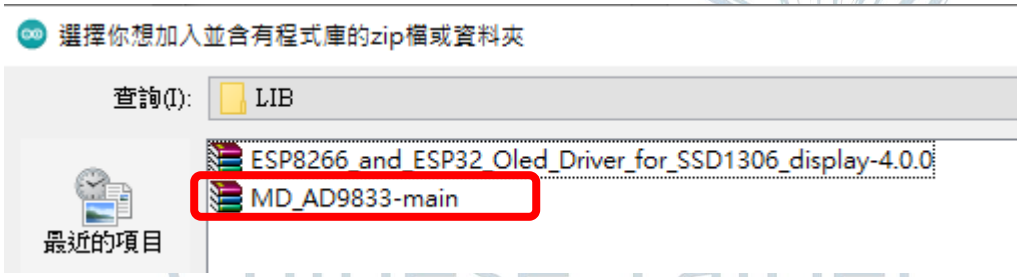
Step3：安裝完畢，可到「檔案」→「範例」參考程式庫所附的範例程式。

附錄四：安裝 AD9833 程式庫

Step1：草稿碼 → 匯入程式庫 → 加入.ZIP 程式庫



Step2：到「LIB」資料夾內選擇欲安裝的程式庫「MD_AD9833-main.zip」 → 點選「開啟」後完成安裝。



Step3：安裝完畢，可到「檔案」→「範例」參考程式庫所附的範例程式。

評 分 表

考生編號：_____姓名：_____

(操作過程中，不得重覆啟動主機板，否則重啟後之該項功能不計)

類別	項次	功能項目	配分	範圍配分	得分
功能部分	1	接上 12V 電源後，電腦端能完整顯示網頁控制平台與自己的編號 (如圖 12)	5%	正確：得5分	
				不正確：得0分	
	2	OLED 第一列正常顯示 IP Address (如圖 13)	5%	正確：得5分	
				不正確：得0分	
	3-1	OLED 顯示正弦波完整資訊，如(圖 15)共四列文字	4%	正確：得4分	
				不正確：得0分	
	3-2	TP1波形為正弦波	4%	正確：得4分	
				不正確：得0分	
	3-3	頻率=100Hz±1Hz	4%	正確：得4分	
				不正確：得0分	
	3-4	指定振幅±0.1V_{P-P}	8%	正確：得8分	
				不正確：得0分	
	4-1	OLED 顯示三角波完整資訊，如(圖 17)共四列文字	4%	正確：得4分	
				不正確：得0分	
	4-2	TP1 波形為三角波	4%	正確：得4分	
				不正確：得0分	
	4-3	頻率=5KHz±50Hz	4%	正確：得4分	
				不正確：得0分	
	4-4	指定振幅≦±0.1V_{P-P}	8%	正確：得8分	
				不正確：得0分	
	5-1	OLED 顯示方波完整資訊，如(圖 19)共四列文字	4%	正確：得4分	
				不正確：得0分	
	5-2	TP1 波形為方波	4%	正確：得4分	
				不正確：得0分	
	5-3	頻率=50KHz±0.5KHz	4%	正確：得4分	
				不正確：得0分	

worldskills Chinese Taipei

	5-4	指定振幅±0.2V_{P-P}	8%	正確：得8分 不正確：得0分	
時間分數	6	270分鐘(含)以內完成全部功能者	15%	得15分	
		300分鐘(含)以內完成功全部功能者		得10分	
		330分鐘(含)以內完成全部功能者		得5分	
焊接及美觀	7	焊點剝落、焦黑、不平整或未每4點一焊點	15%	以十分法計算(銲接佈線美觀度扣分上限15分)	
		零件面零件分布均勻程度			
		整體佈線、零件分配及焊點美觀度			
	8	更換或於規定時間外補發元件(主動零件每個扣5 分，被動元件每個扣本站總分2分)		以十分法計算	
		變更電路結構與元件數值(每一處扣本項總分5 分)			
		銅箔面跳線(每一處扣本站總分5 分)			
		元件面跳線，以水平或垂直為限，若為斜線或轉折則以兩條計算(跳線每一條扣本站總分5分)			
總分100%			選手簽名確認：		

worldskills
Chinese Taipei