

# Arduino IDE 與 TH244A 操作

## 本章單元

- C 語言格式
- Arduino IDE 操作
- 開發板 TH244A 介紹
- 多功能實習板介紹

本章介紹 Arduino IDE 的操作可應用於笙泉(Megawin)科技公司的 TH244A 開發板，它是 32-bit 的 ARM Cortex-M0 核心晶片 MG32F02U128，其效能遠大於 8-bit 的 Arduino UNO。

## 2-1 C 語言格式與 Arduino IDE 操作

Arduino IDE 是屬於開放源碼，可應用於各種不同的晶片來進行控制。以往在 Arduino UNO 所開發的程式及所應用的周邊元件，大部份可透過 Arduino IDE 完全轉移到 TH244A 開發板。如下圖(a)所示。

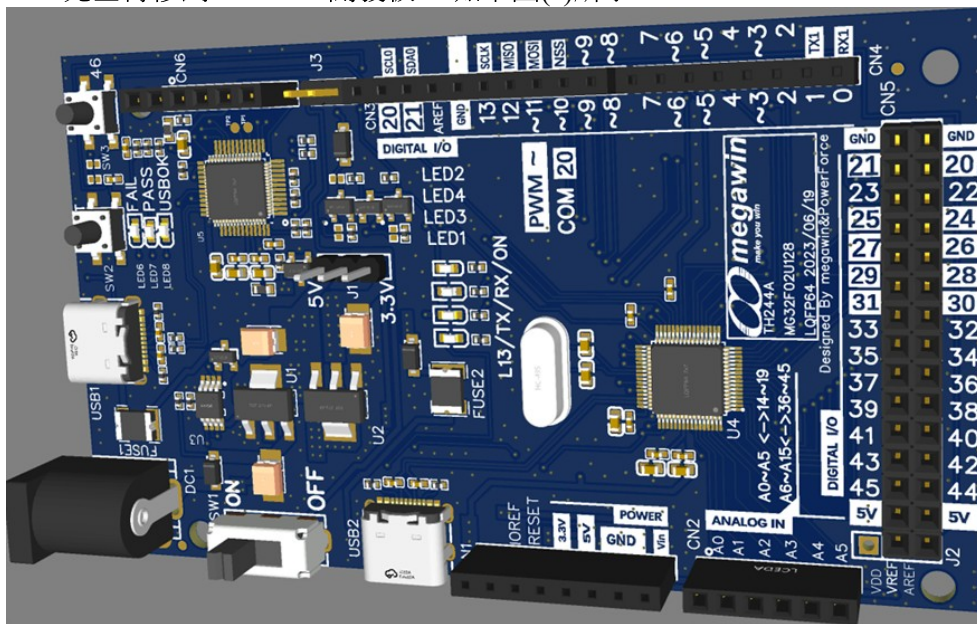


圖 2-1(a) TH244A 開發板

TH244A 開發板和所應用的周邊元件，如下圖(b)所示：

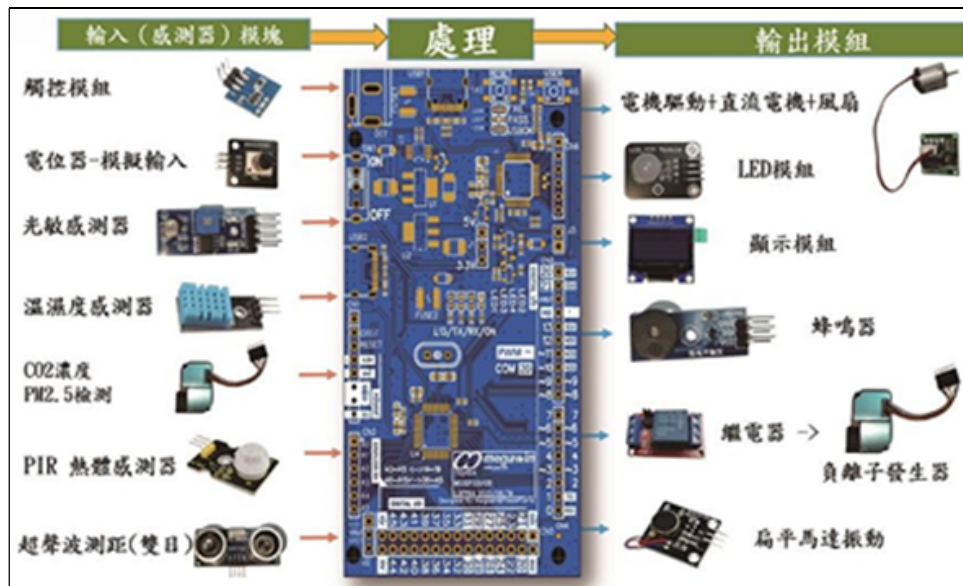


圖 2-1(b) TH244A 開發板與周邊元件

### 2-1.1 Arduino IDE 的 C 語言程式架構

Arduino IDE 的程式架構和一般的 C 語言稍有差異，有它特定的格式，撰寫程式時必須遵守，如下：

1. 在 Arduino IDE 基本程式架構可規劃成：宣告區、設置區(setup)及重覆執行區(loop)，範例如下：

```
// (行註解) ***宣告區***

const byte LEDpin = 13; //宣告常數，定義 LED(D13)接腳名稱


// ****設置區****
void setup() //使用者可自行規劃工作環境，開機時僅執行一次
{
    pinMode(LEDpin, OUTPUT); //設定 LED 腳為輸出
```

```
}  
  
//****重複執行區****  
void loop() //重複執行使用者程式  
{  
    digitalWrite(LEDpin, HIGH); // 令 LED 腳輸出高電位  
  
    delay(1000);                // 延時 1000mS=1 秒  
  
    digitalWrite(LEDpin, LOW); // 令 LED 腳輸出低電位  
  
    delay(1000);                // 延時 1000mS=1 秒  
}
```



## 2-1.2 Arduino IDE 安裝與開發板 TH244A 設定

應用於開發板 TH244A 的 Arduino IDE 安裝步驟，如下：

1. 本書備有免費的工具軟體 `arduino-ide_2.3.x_Windows_64bit.exe` 請安裝工具軟體，安裝完畢會在電腦桌面顯示，**先勿執行**。
2. 請將範例程式(Arduino\_TH244A.rar)解壓縮到指定資料夾(如 D:\)，如下：



3. 離線下載軟體包：在範例程式內有 TH244A 的軟體包(packages)，內含三個資料夾，請複製(copy)到指定資料夾(..\Arduino15\packages\)內，若此資料夾被隱藏，則必須在「檢視」關閉隱藏才能顯現，資料夾路徑如下：

C:\使用者\xxx(電腦名稱)\AppData\Local\Arduino15\packages\複製至此

4. 在桌面點選，進入 Arduino IDE 軟體畫面，預定程式架構分成設置區

(setup)及重複執行區(loop)，如下圖所示：

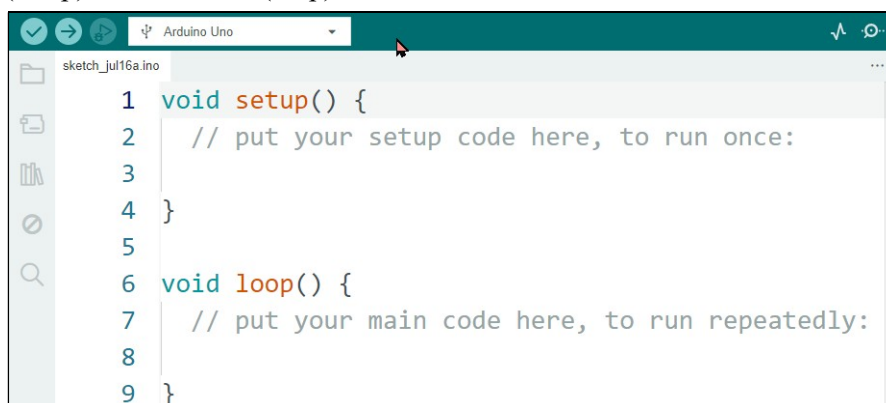


圖 2-2 進入 Arduino IDE 軟體

5. 選檔案(File)→喜好設定(Preferences)，按瀏覽(BROWSE)指定範例程式 (Arduino\_TH244A)的資料夾(如 D:\Arduino\_TH244A)及設定編輯器語言 (Language)為中文(繁體)，再按 OK，如下圖所示。

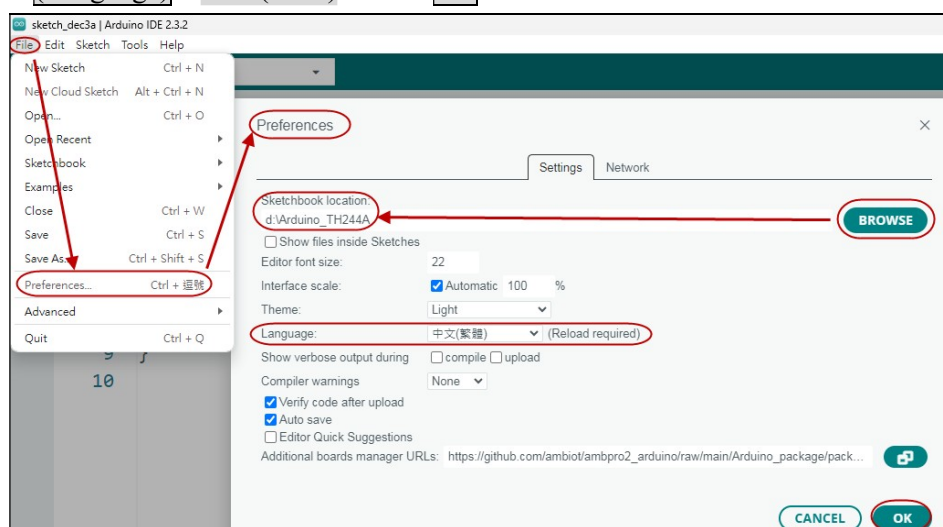


圖 2-3 喜好設定(Preferences)

重新開啓 Arduino IDE 後會改為中文畫面，如下圖所示：



圖 2-4 喜好設定(Preferences)中文後結果

6. 也可以在網路下載最新版的軟體包，將下列網址填入如下 JSON 檔位址，點擊確定後，Arduino IDE 會立即開始檢索對應指定位址的 JSON 檔，並下載，如下圖所示：(若 3.離線下載軟體包已完成，此步驟可省略)



圖 2-5 網路下載軟體包

[http://www.megawin.com.tw/upload/media/MCU32/Tools/Arduino/package\\_MG32x02z\\_index.json](http://www.megawin.com.tw/upload/media/MCU32/Tools/Arduino/package_MG32x02z_index.json)

7. 在開發板管理員指定 megawin，安裝 TH244A 開發板，如下圖所示：



圖 2-6 安裝 megawin 開發板

8. 按 **工具** → **開發板管理員** 選擇為 Megawin TH244A 及確認開發板型號，如下圖(a)(b)所示：

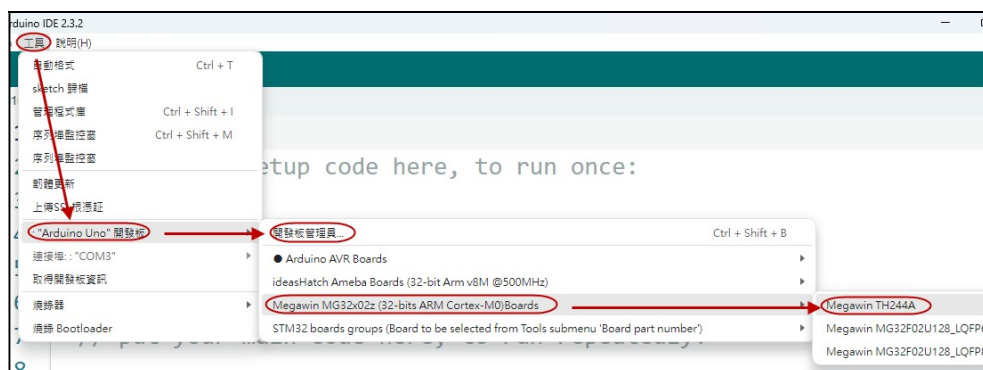


圖 2-7(a) 選擇開發板 TH244A



圖 2-7(b) 確認開發板型號

9. 將開發板 TH244A 的 USB1(Type C)連接電腦，並在裝置管理員確認其 USB 虛擬串列連接埠，一般是最後一個 COMx (如 COM3)，如下圖(a)(b)所示：

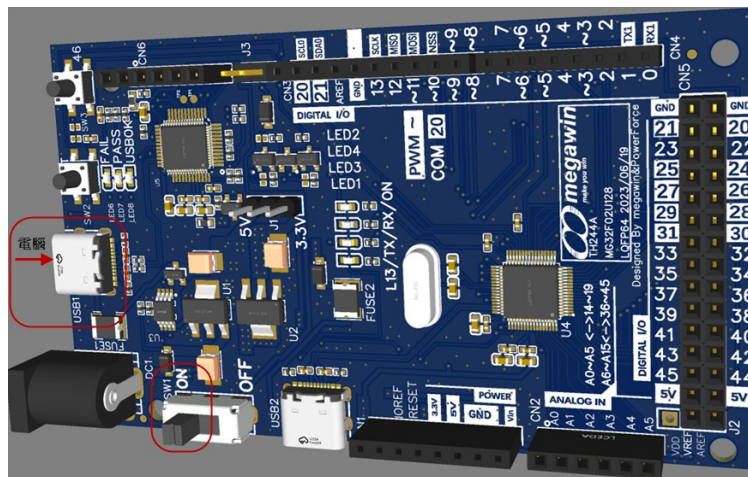


圖 2-8(a) TH244A 的 USB1 連接電腦

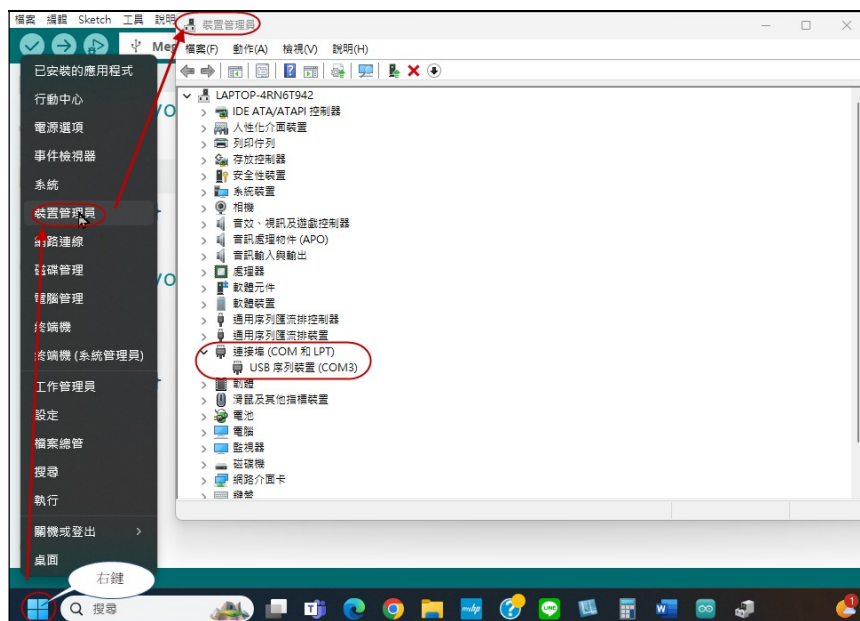


圖 2-8(b) 確認 TH244A 虛擬串列連接埠

10. 設定開發板 TH244A 的序列連接埠(選最後一個如 COM3)，如下圖所示：

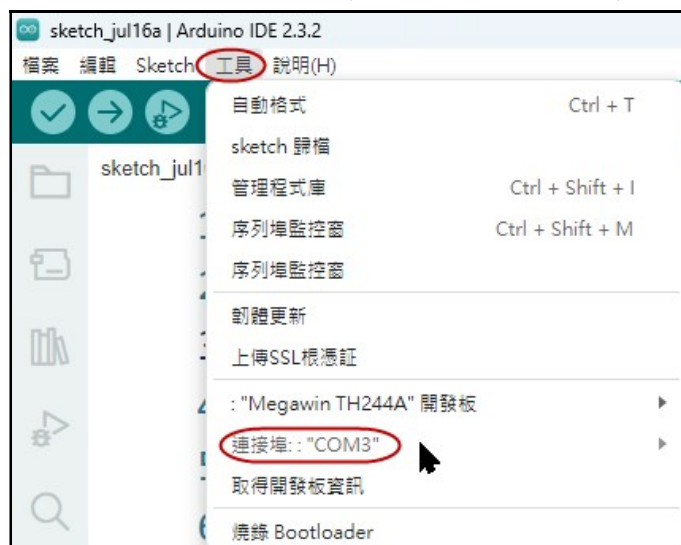


圖 2-9 設定序列連接埠



11. 開啓使用者範例程式及執行：

(1) Arduino IDE 軟體操作步驟，如下圖所示：



圖 2-10 Arduino IDE 軟體操作步驟

(2) 在範例程式(如 D:\Arduino\_TH244A)內，有提供使用者的學習程式(CH02~CH10)及 TH244A 操作說明，如下圖所示：

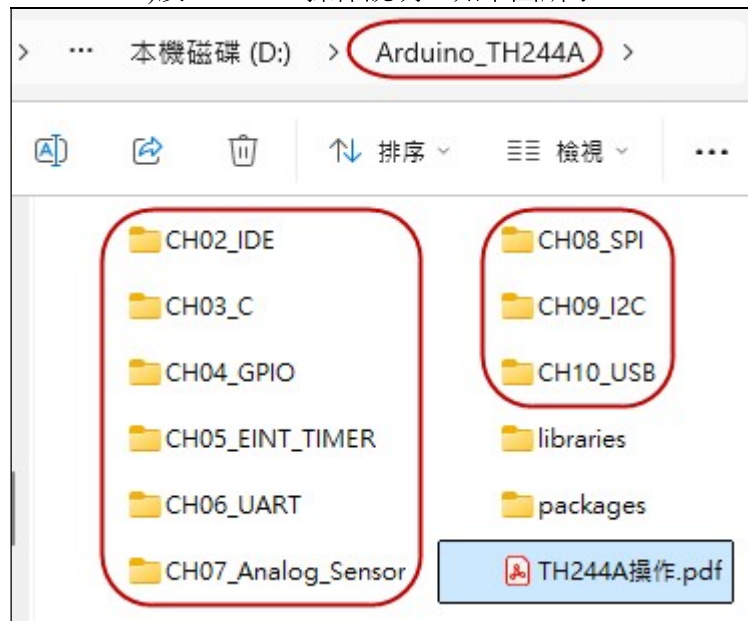


圖 2-11 使用者範例程式

(3) 按  顯示範例程式視窗，開啓 CH2\_IDE\IDE1\_Blink，如下圖所示：

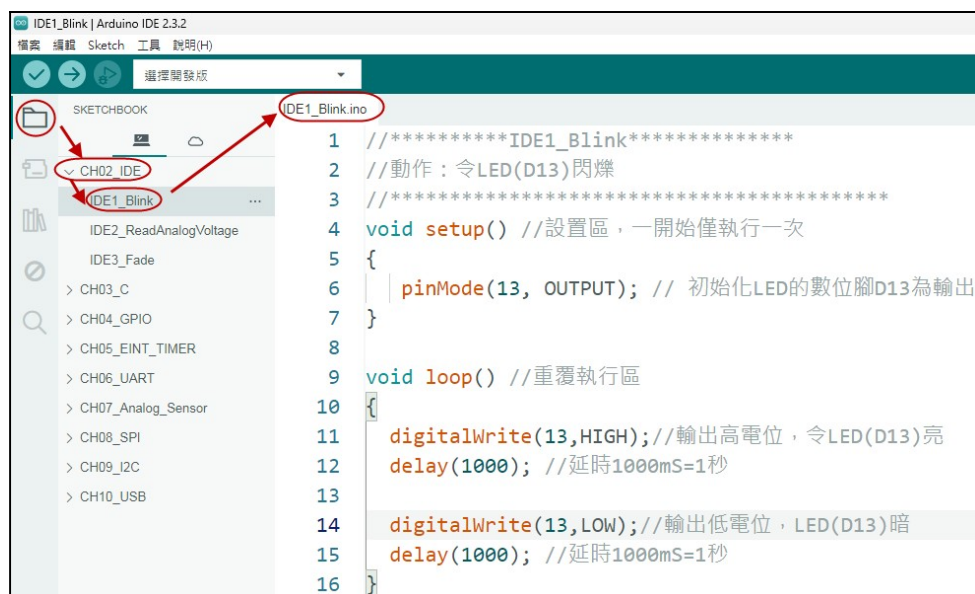



圖 2-12 開啓範例程式(IDE1\_Blink)

- (4) 按  編譯及驗證(Verify)程式，會在輸出視窗顯示檢查是否有誤、產生執行檔案及使用記憶體容量，如下圖所示：

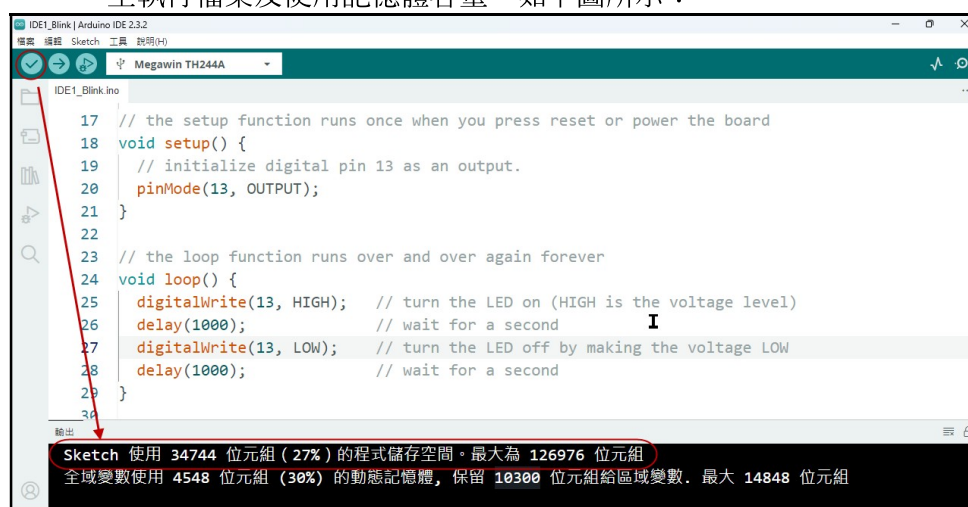


圖 2-13 編譯及驗證(Verify)程式

- (1) TH244A 開發板的 USB1 連接到 PC 後，若 LED7(PASS) 及 LED8(USBOK)亮表示連線成功；若 LED6(FAIL)亮表示連線失敗，如下圖所示：



圖 2-14(b) 開發板 TH244A 連線動作

- (2) 將電源開關(SW1)ON，會令綠色電源指示燈 LED2(ON)亮表示通電正常。若工作電壓為 5V 必須將 J1 中間腳與 5V 短路，同時可寫程式控制 LED(L13)與按鍵(46)。如下圖(a)所示：

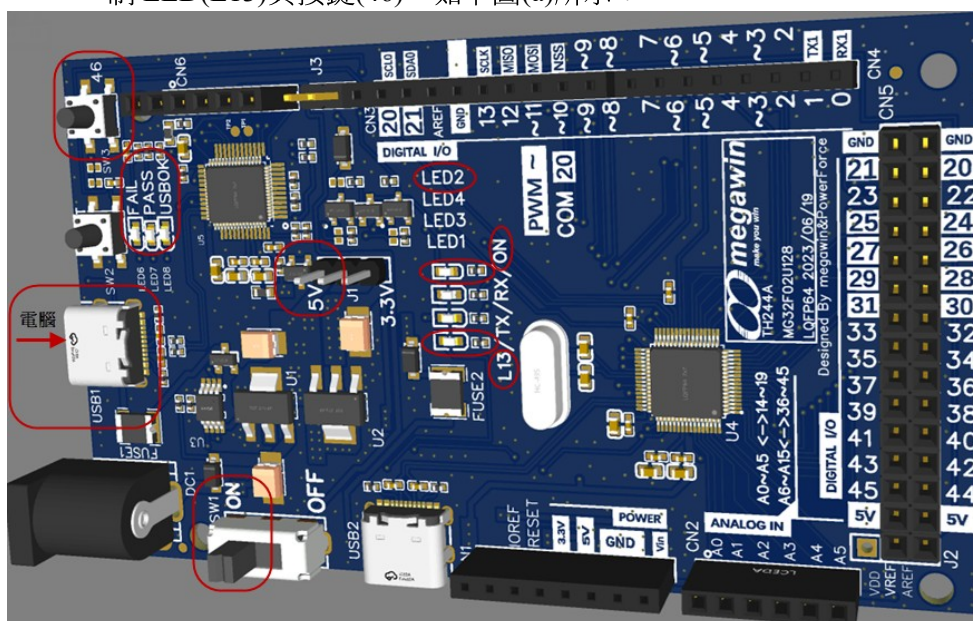



圖 2-14(a) 開發板 TH244A 設定

- (3) 按  編譯、驗證及上傳程式，此時 LED3(TX)及 LED4(RX)閃爍，然後會在底下輸出視窗顯示上傳(upload)成功，如下圖(a)~(c)所示：

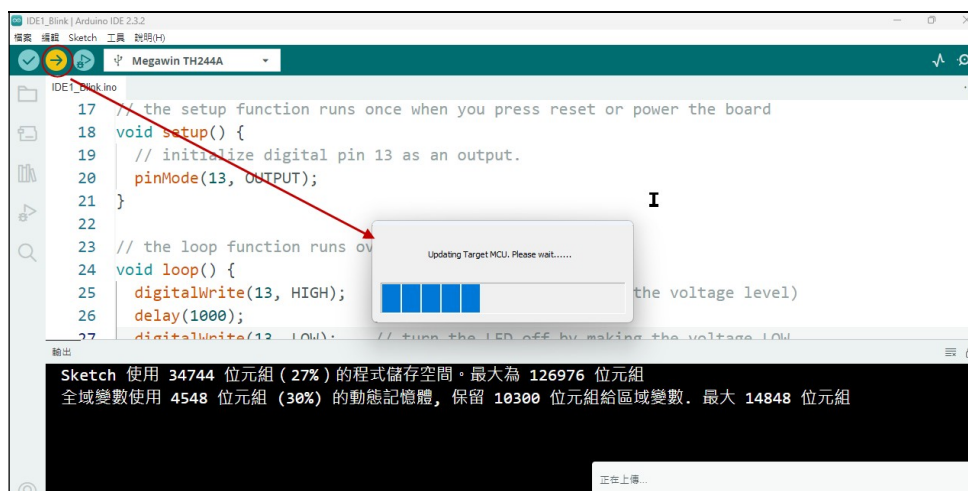


圖 2-15(a) 上傳(upload)程式中

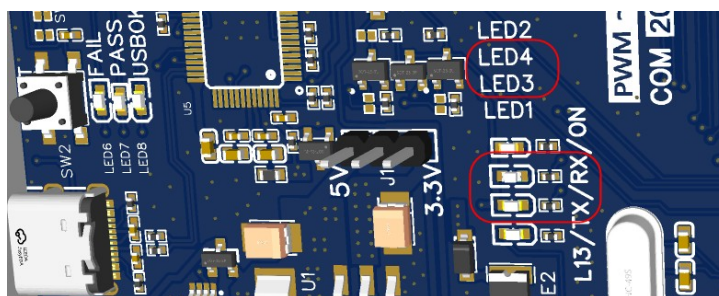


圖 2-15(b) 上傳(upload)程式中 LED3/4 閃爍

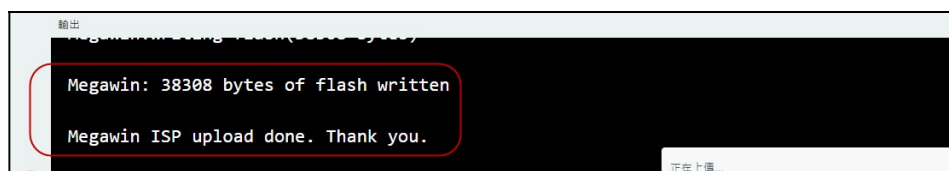


圖 2-15(c) 上傳(upload)程式成功

- (4) 執行程式：上傳完畢立即執行程式，令紅色 LED(D13)不斷的閃爍。
- (5) Arduino IDE 內建範例程式的讀取方式，如下圖所示：

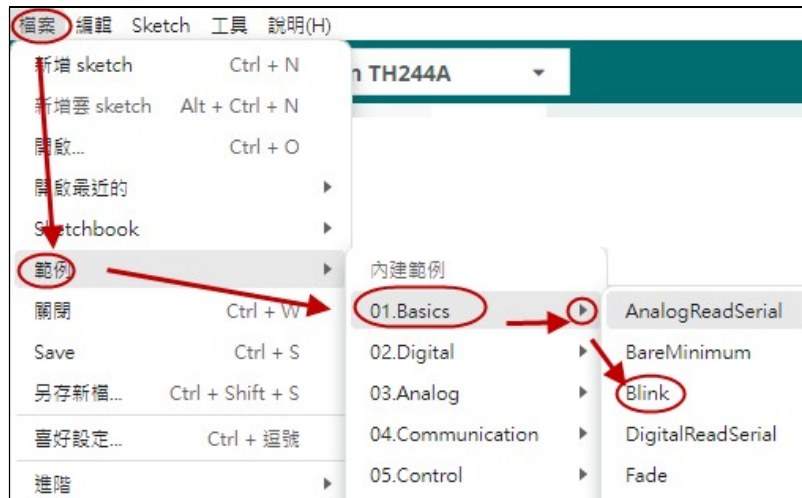


圖 2-16 讀取 Arduino IDE 內建範例程式

(6) Arduino IDE 內提供 Megawin TH244A 的範例程式，如下圖所示：

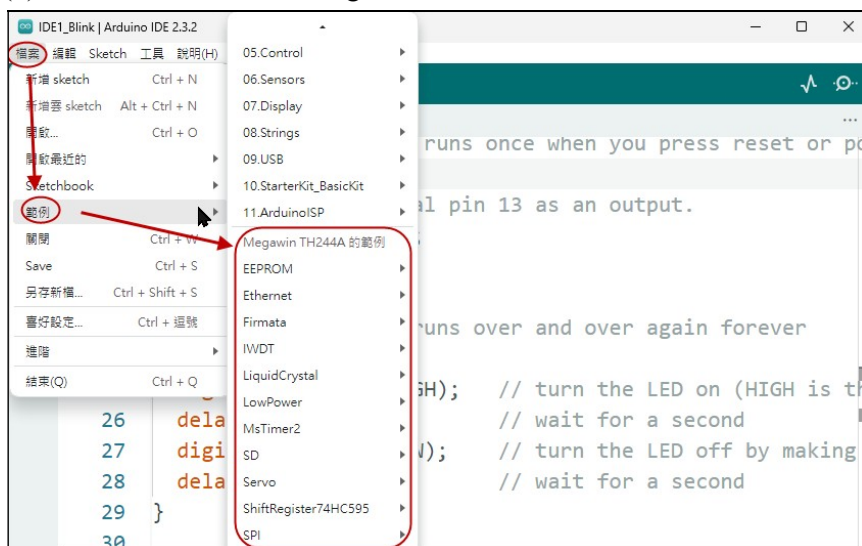


圖 2-17 讀取 TH244A 範例程式

(7) 開啓..\CH2\_IDE\IDE2\_ReadAnalogVoltage，使用類比電路量測電壓值(+5V、3.3V 或 GND)，在序列埠監控窗顯示；以+5V 連接 A0 為



例，如下圖(a)(b)所示：

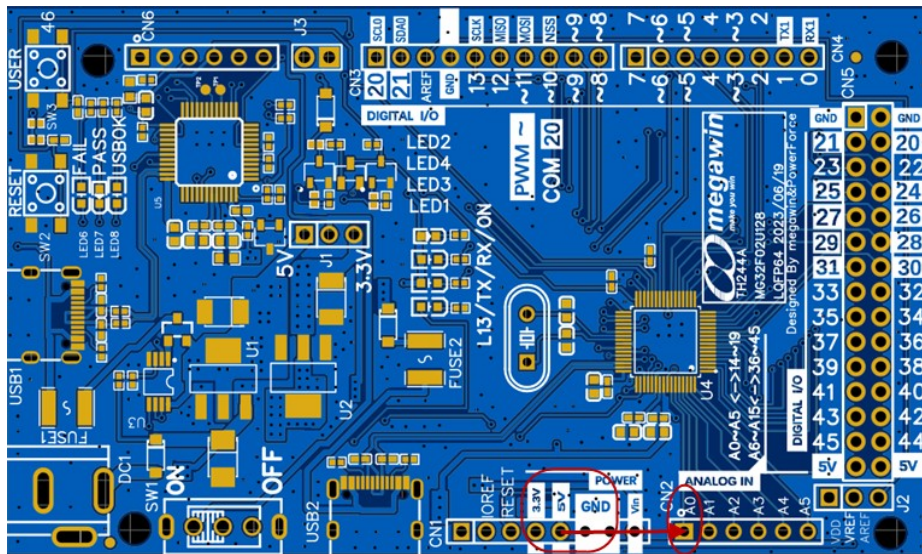


圖 2-18(a) 範例 IDE2\_ReadAnalogVoltage 接線圖

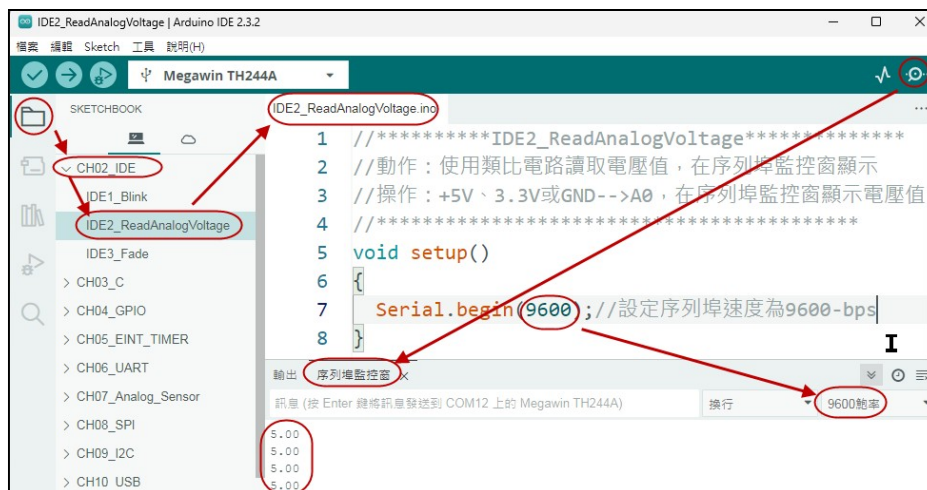


圖 2-18(b) 範例 IDE2\_ReadAnalogVoltage 執行動作

- (8) 開啓 CH2\_IDE\IDE3\_Fade，將 D9 連接 D13(L13)，令 LED 產生呼吸燈的動作，如下圖所示：



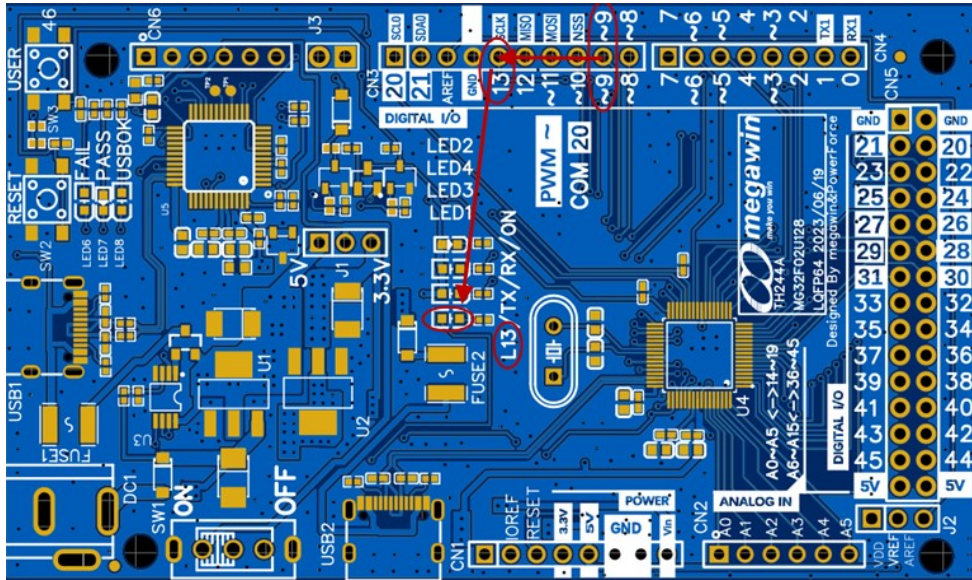


圖 2-19 範例 IDE3\_Fade 接線圖

## 2-1.3 Arduino IDE 常用系統函數式

在開發板 TH244A 可使用 Arduino IDE 的系統函數式，如下所示：

1. 數位(digital)輸出入指令，如下表所示：

表 2-1 數位輸出入(I/O)函數式

數位輸出入	語法	常數
pinMode() digitalWrite() digitalRead()	pinMode(pin, mode) digitalWrite(pin, value) digitalRead(pin)	pin: 0~13、14~19(A0~5)、20~46、36~45(A6~15)、46 mode: OUTPUT、INPUT、INPUT_PULLUP、 INPUT_PULLDOWN value: 1、0、HIGH、LOW

- (1) 例如：設定 D13(LED)腳為輸出，如下：

```
pinMode(13, OUTPUT); //設定D13為輸出腳
digitalWrite(13, HIGH); //令輸出D13=1，LED亮
digitalWrite(P1_0, LOW); //令輸出D13=0，LED暗
```

- (2) 例如：設定 D46(USER 鍵)腳為輸入，如下：

```
pinMode(46, INPUT, INPUT_PULLUP); //設定D46(USER鍵)為輸入腳，內含提升電阻
flag=digitalRead(46); //讀取D46(USER鍵)的資料送到變數flag
```

2. 計時(Timer)函數，如下表所示：

表 2-2 常用計時(Time)函數式

延時函數	語法	常數
<a href="#">delay()</a> <a href="#">delayMicroseconds()</a>	delay(ms) delayMicroseconds(us)	延時 ms = 無符號 32-bit 整數 延時 us = 無符號 32-bit 整數

例如：

```
delay(1000) //延時1000mS=1秒，最大4,294,967,295
delay(1000*60) //延時1000mS*60=60秒=1分鐘，最大4,294,967,295
delayMicroseconds(100) //延時100uS，最大4,294,967,295
```

### 3. 序列傳輸函數，下表所示：

表 2-3 串列埠 Serial 函數式常用指令

函數	語法	常數
begin()開啓	Serial.begin(speed)	speed=9600、12800、115200
print()無跳行	Serial.print(val) Serial.print(val, format)	val=數值、'字元'或"字串" format=BIN、OCT、DEC、HEX
println()有跳行	Serial.println(val, format)	

例如：

```
Serial.begin(9600); //開啓UART0速度9600-bps
Serial.print("abcd"); //在序列埠監控窗顯示字串abcd
Serial.println(count, DEC); //在序列埠監控窗顯示變數count的十進制數值及跳行
```

## 2-2 開發板 TH244A 與多功能實習板介紹

本書實作使用開發板 TH244A 與多功能實習板分別介紹如下：

### 2-2.1 TH244A 開發板介紹

TH244A 開發板的主控晶片為 MG32F02U128AD64，如下圖(a)(b)所示：

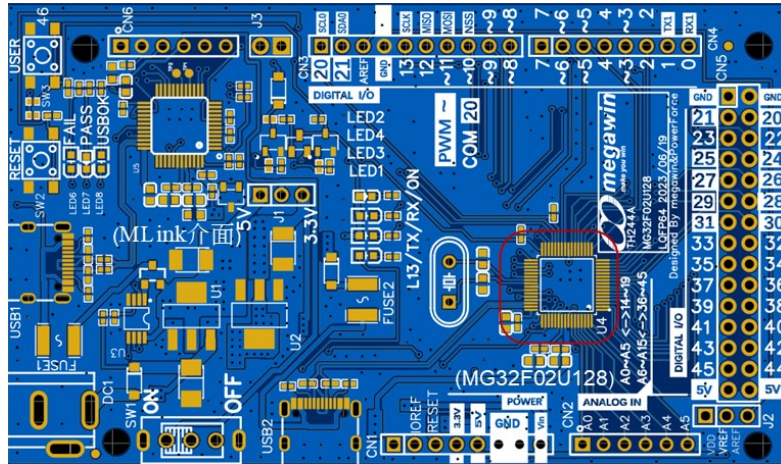


圖 2-20(a) TH244A 開發板正面圖

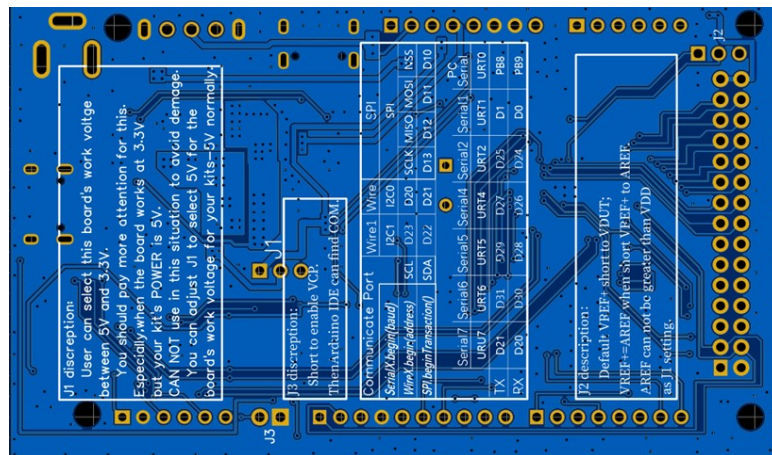


圖 2-20(b) TH244A 開發板背面圖

開發板 TH244A 相容於 Arduino UNO R3 和 Arduino MEGA2560 的硬體介面，並提供更多的可用 GPIO 和通信介面。將主控晶片由 UNO/2560 的 8-bit MCU，升級到 32-bit 的 ARM Cortex-M0，且主控晶片為 LQFP-64pin 包裝的 MG32F02U128AD64 內含 USB 介面，可設計為鍵盤或者滑鼠等周邊裝置。適合於創客(maker)及專業工程師開發產品使用。和 Arduino UNO R3 相比較，特性如下表所示：

表 2-4 Arduino UNO 與 TH244A 開發板相比較

	Arduino® Official	Megawin Technology
Development Board	Arduino® UNO R3	Arduino®-Throne (TH244A001)
MCU Core	8-bit AVR® · 16MHz MCU (AVR ATmega328P)	32-bit Arm® Cortex®-M0 · 36MHz MG32F02U128 (64-pin LQFP)
Flash / EEPROM / SRAM	32KB / 1KB / 2KB	128KB / - / 16KB
Working Voltage	5V	3.3V/5V switchable
Communication Interface	I2C、SPI、UART	I2C、SPI、UART、USB
Development Environment	Arduino®	Arduino®、Keil
I/O Drive Current	20mA	40mA(5V) / 13mA(3.3V)
I/O Numbers	14	47 (46 of them are on-board buttons, which are convenient for users to use as pushbuttons)
On-board Buttons	0	1 set
External Interrupts	2	Any pin can be set as an external interrupt input
PWM	6-CH Not support fast frequency modification	7-CH, 8-bit default 1KHz, Specialized design of functions to support rapid modification of frequency 300Hz~5KHz adjustable.
Analog Input ADC	6-CH, 8-bit	16-CH, 10-bit (8-bit/10-bit/12-bit)
Programming Method	Programming via COM port	Programming via COM port

開發板 TH244A 內含 MLink 介面，具有燒錄、下載及偵錯功能，可獨立作業，無需要購買其他下載器。所以除了 Arduino IDE 外，也可以在 Keil MDK 或 IAR 等專業軟體來操作，如下圖所示。

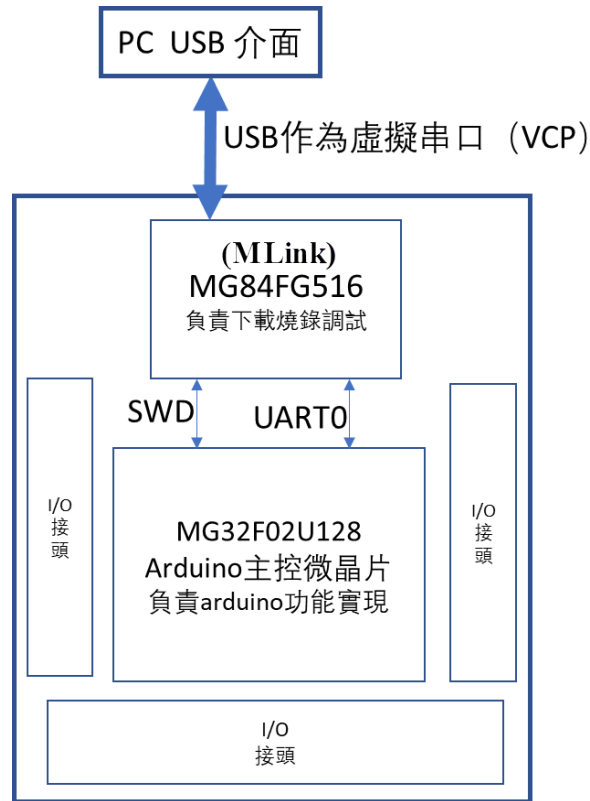


圖 2-21 開發板 TH244A 硬體架構

開發板 TH244A 除了支援專業軟體的開發環境(如 Keil MDK、IAR 等)外，同時爲了支援開源的 Arduino IDE 開發環境，設計了專門的開發軟體包(package)，只有安裝了 TH244A 對應的軟體包(package)，才能夠在 Arduino IDE 中開發 TH244A 的程式以及實現編譯和下載程式，如下圖所示：



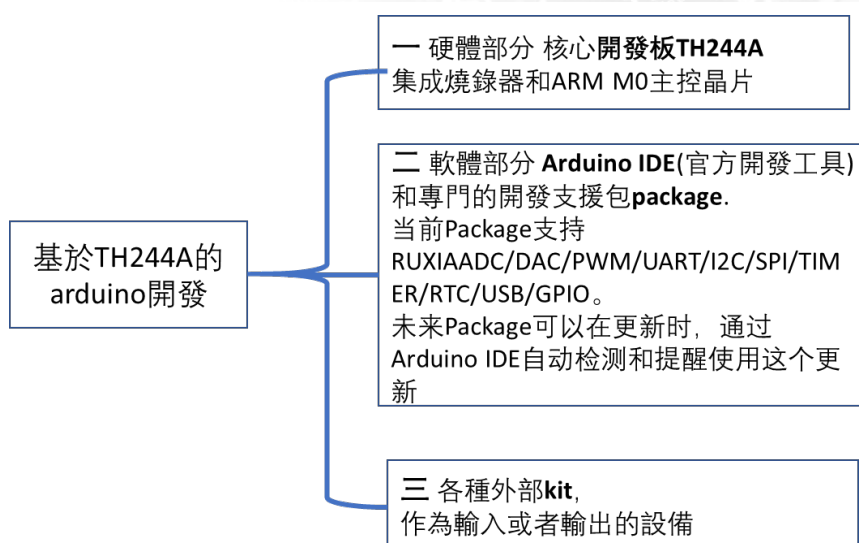


圖 2-22 基於 TH244A 開發的硬體/軟體組成

開發板的規格如下表(a)(b)所示：

表 2-5(a) TH244A 開發的硬體特性(a)

工作電壓	工作頻率	數位 IO	類比輸入	類比輸出
5V /3.3V 可切換	IHRCO 12MHz MCU 主頻 36MHz	47 腳 (D0~D46)	ADC 16 通道 8/10/12-bit	DAC 1 通道 12-bit

表 2-5(b) TH244A 開發的硬體特性(b)

PWM	UART	SPI	IIC	USB DEVICE
7 通道 8/10-bit 預定 1KHz，可調 整 300Hz~5KHz	7 通道 UART0 已使用	1 通道 (Master)	2 通道 (Master/Slave)	1 通道(USB2) 可連接 Mouse 或 Keyboard

- 1、MCU 型號 MG32F02U128AD64 (核心為 ARM 32-bit Cortex™-M0 CPU)。
- 2、使用內嵌 IHRCO(內部高頻 RC 振盪器)12MHz，經倍頻後 MCU 最高主頻 36MHz。
- 3、內含 128K-byte 的 flash 主記憶體用於儲存程式碼和資料。
- 4、內含 16K-byte 的 SRAM 用於儲存資料。
- 5、開發板的數位 I/O 接腳有 47 支(D0~D46)，其中接腳 D13 連接 LED 及接腳 D46 連接 USER 按鍵，方便測試之用。
- 6、任何 I/O 埠接腳或 RST 腳輸入電壓限制為： $-0.5V \sim VDD+0.5V$ 。
- 7、PWM 輸出可設定 7 通道：
  - (1) 占空比(duty)為 8/10-bit 解析度，
  - (2) 預設 PWM 輸出頻率為 1000Hz，可設定範圍 300Hz~5000Hz，
  - (3) 可獨立設定 3 組 PWM 波形，分別輸出三個不同頻率。
  - (4) 可獨立設定 7 個 PWM 波形，可輸出 7 個不同的占空比(duty)。
- 8、類比輸入(ADC)有 16 通道(A0~15)，可設定 8/10/12-bit，預定為 12-bit 時 ADC 轉換的數值範圍 0~4095。
- 9、DAC 輸出有 1 通道 12-bit，可輸入數值(Value)範圍 0~4095，會由開發板(D21/DAC)腳輸出線性的類比電壓 0~VDD。
- 10、串列埠 UART 有 7 通道，速度最大 115200-bps，其中 UART0 專門設計為下載程式及序列埠監控窗使用，其餘 UART1/2/4/5/6/7 可提供使用，其中 UART7 與 I<sup>2</sup>C0 重複使用。
- 11、串列埠 I<sup>2</sup>C 有 2 通道 I<sup>2</sup>C0~1，SCL 速度預設 100KHz，可外接 I<sup>2</sup>C 介面晶片，其中 I<sup>2</sup>C0 與 UART7 重複使用。
- 12、串列埠 SPI 有 1 通道，速度支援 6M-bps，可外接 SPI 介面晶片。

- 13、具有 USB1.1 的低速與全速，可以作為 USB-Mouse 或者 USB-Keyboard 使用；也可使用 Joystick 作為 USB-Mouse 功能。
- 14、電源部份：供電方式可以通過 DC JACK、Vin 或兩個 USB1/2 來供電。
- (1) DC JACK 與 Vin 腳相連接兩者均可輸入較高電壓(約 7V~12V)，或者由 USB 埠輸入 5V，經內部穩壓為 5V 及 3.3V 提供使用。
  - (2) 開發板工作電壓可由 J1 選擇為 5V 或者 3.3V。
  - (3) 工作電壓 3.3V/5V 時輸出電流限制：由 DC JACK/Vin 輸入時最大 500mA，由 USB 輸入時最大 300mA(USB1.x)、500mA(USB2.x)或 900mA(USB3.x)。

## 2-2.2 多功能實習板

多功能實習板可配合 TH244A 開發板使用，很彈性的應用於各種目前市面常見的主控板，如下圖所示：

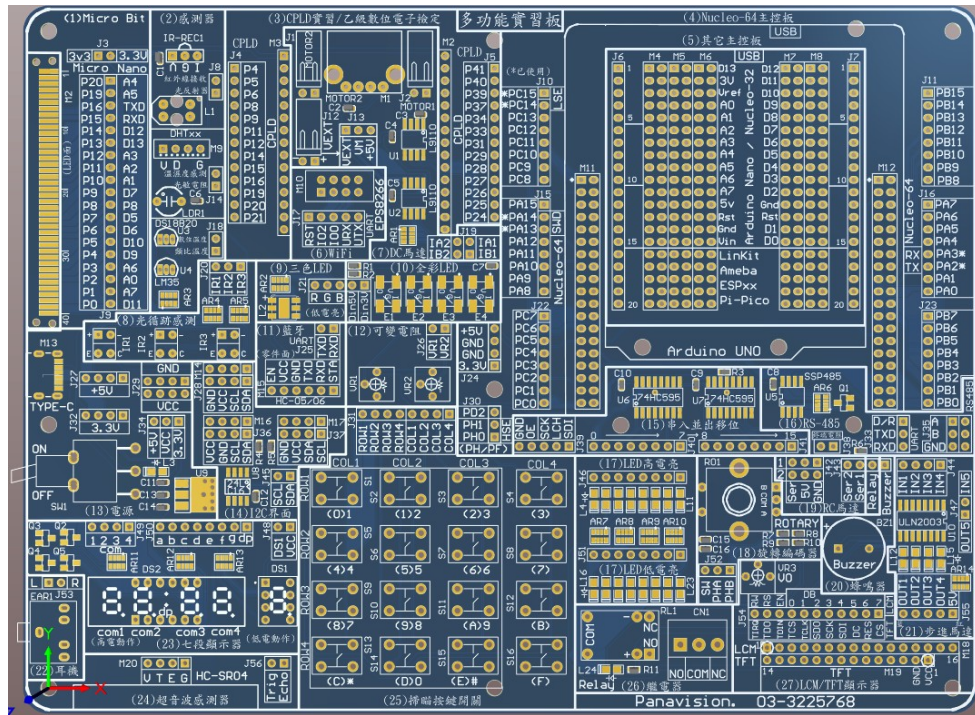


圖 2-23 多功能實習板

## 1. 直流電源電路：

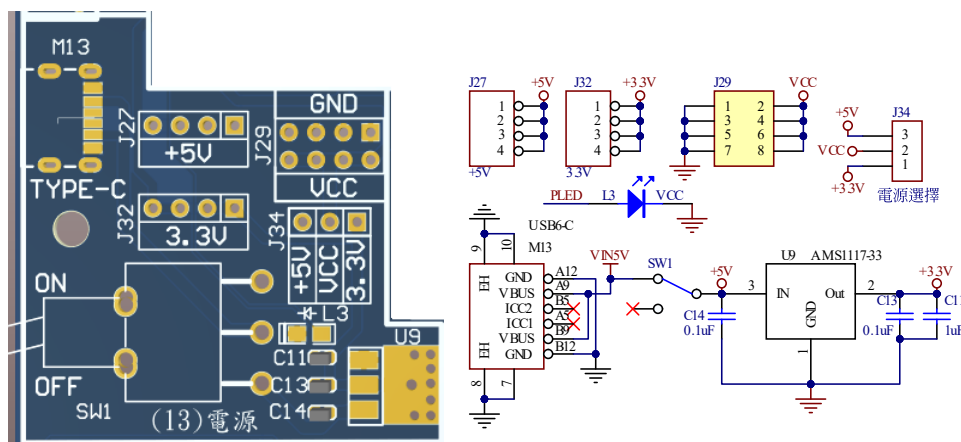


圖 2-24 直流電源電路

- (1) 電腦的 Type-C USB 線插入 M13，由開關(SW1)切換來提供 5V 電源。
- (2) 再經穩壓電路(C14、U9、C13、C11)成為 3.3V。
- (3) 在 J34 選擇 5V 或 3.3V 作為實習板的工作電源 VCC，並令 L3(VCC) 亮。
- (4) 在 J27(+5V)、J32(+3.3V)及 J29(GND,VCC)可輸出各種電源。

2. 主控板 MicroBit、感測器、CPLD 實習、WiFi 及 DC 馬達實習，如下圖所示：

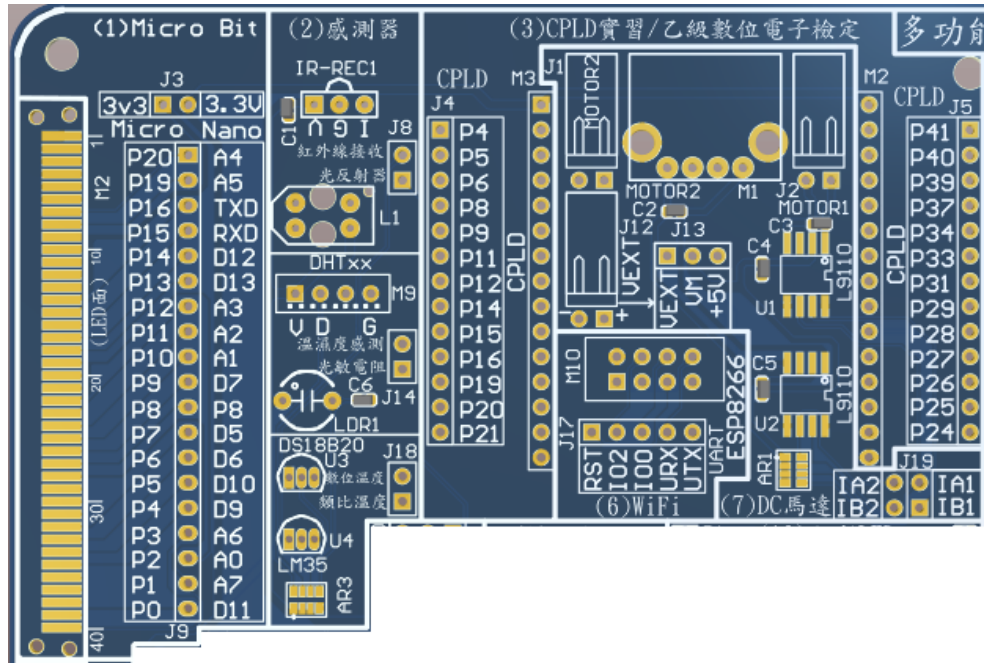


圖 2-25 MicroBit、感測器、CPLD 實習、WiFi 及 DC 馬達實習



- (1) Microbit 擴充槽：由 M2 插入主控板 Microbit，在 J9 輸出入接腳信號，若主控板 Microbit 不連接電腦時，可將 J3 短路提供 3.3V 電源，如下圖所示：

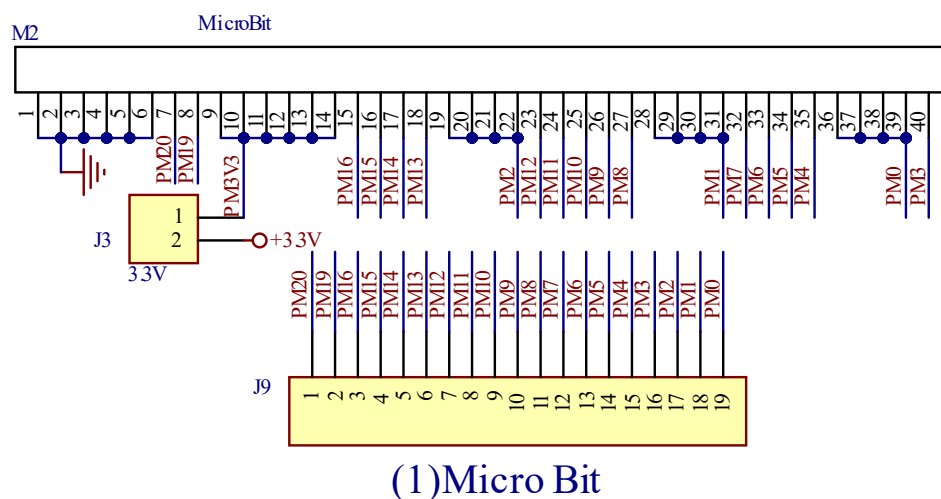


圖 2-26 Microbit 擴充槽電路

- (2) 感測器：包括溫溼度感測器、光敏電阻、紅外線接收、光反射接收、數位溫度感測及類比溫度感測。

- (a) 溫溼度感測器及光敏電阻電路由 J4 輸出信號，如下圖所示：

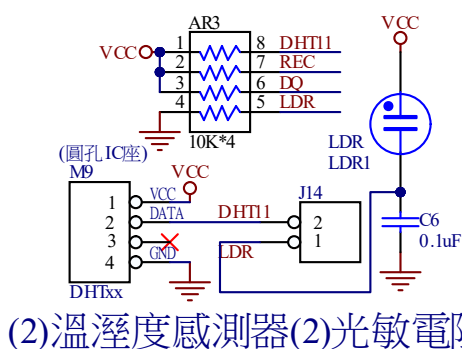


圖 2-27 溫溼度感測器及光敏電阻電路

(b) 紅外線遙控接收(IR-REC1)與光反射接收(L1)電路，信號由 J8 輸出。

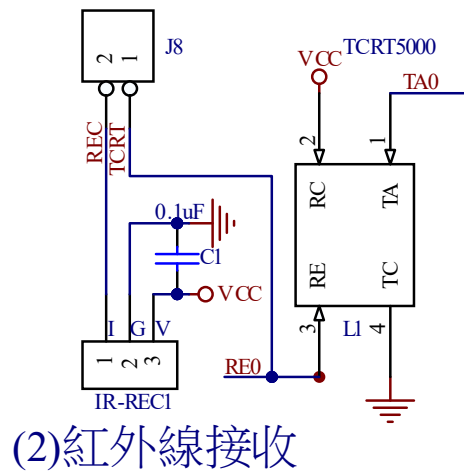


圖 2-28 紅外線遙控接收與光反射接收電路

(c) 數位溫度感測及類比溫度感測：由 J18 輸出溫度的數位信號或類比電壓。

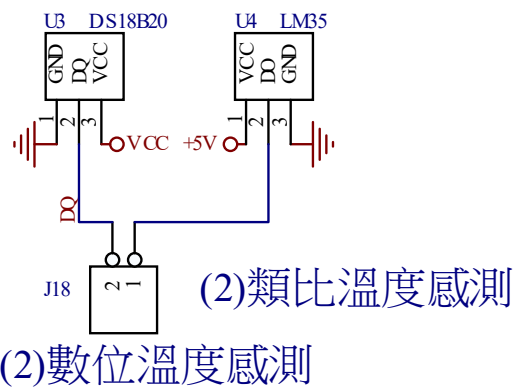


圖 2-29 數位溫度感測及類比溫度感測電路

- (3) CPLD 實習：在 M3 插入 CPLD3064 實習板，可進行數位邏輯及乙級數位電子檢定實習，並在 J4 及 J5 輸出入 CPLD 的信號。

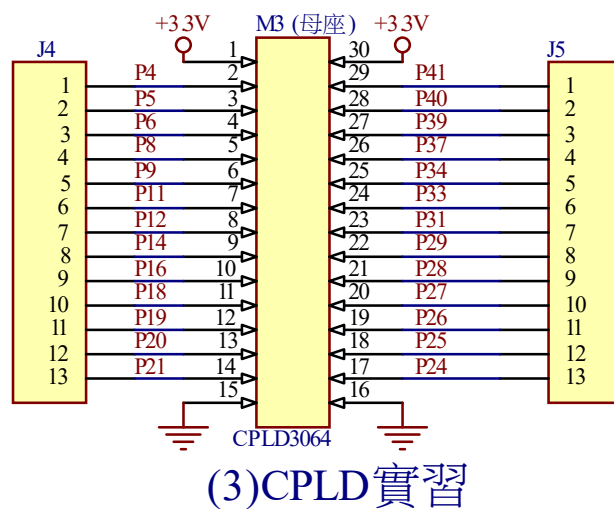


圖 2-30 CPLD 實習

- (4) WiFi 實習：將 ESP8266 模組插入 M10，由 J17 輸出入 UART 信號，可進行 WiFi 實習。

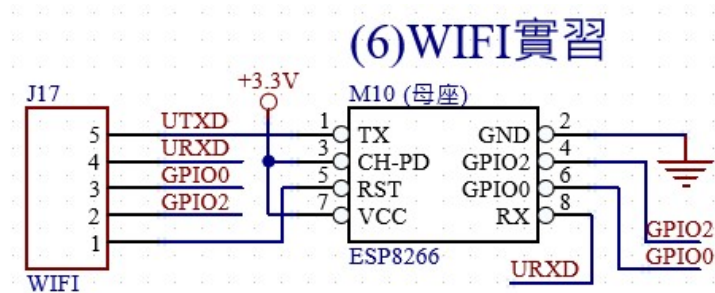


圖 2-31 WiFi 實習電路

- (5) DC 馬達實習：由 J19 輸入信號，經 U1 及 U2(L9110)可控制兩軸直流馬達 MOTOR1(J2)及 MOTOR2(J1、M1)，同時可在 J13 切換馬達電源(VM)為內部+5V 或外部電源 J12(VEXT)。

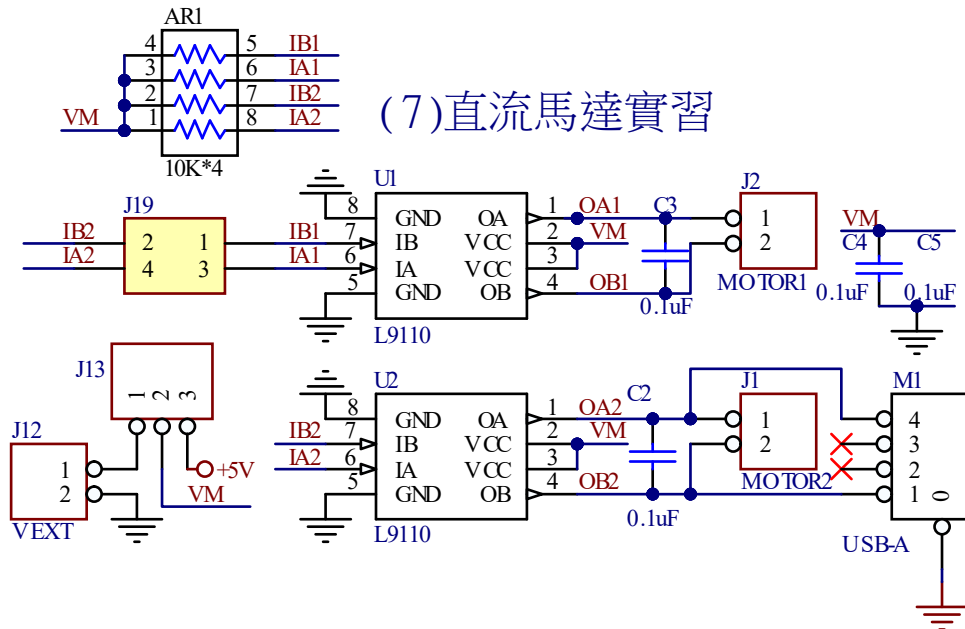


圖 2-32 DC 馬達實習電路

3. 主控板 Nucleo-64、其它主控板、串入並出移位及 RS-485 實習，如下圖所示：

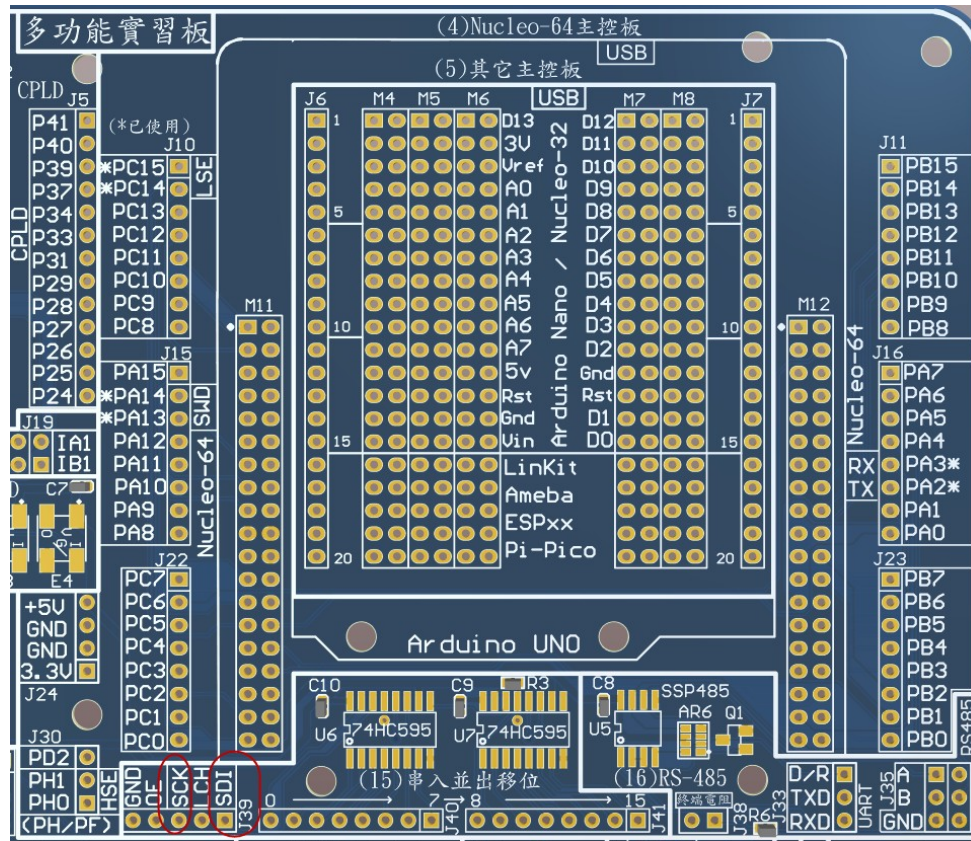


圖 2-33 Nucleo-64、其它主控板、串入並出移位及 RS-485 實習

(註：J39 的 SCK 及 SDI 在實習板標示相反，在此更正)

- (1) 主控板 Nucleo-64：將意法半導體 STM32 系列的主控板 Nucleo-64 插入 M11 及 M12，經由 J10、J11、J15、J16、J22、J23 及 J30 連接 GPIO 接腳，其中接腳名稱有加(\*)者，在表示在 Nucleo-64 電路板內已被使用，尤其是 PA2(TX)及 PA3(RX)請勿使用。另外 J24 可連接其它主控板的電源，如下圖所示：



### 連接主控板電源

(2) 其它主控板：只要兩排腳間隔為 600~1400mil\*20 支腳範圍內的各種主控板模組，如 Nucleo-32、ESP32、Arduino Nano、Linkit7697、Ameba 或數梅派 Pi-Pico/2 等可插入 M4~M8，由 J6 及 J7 輸出入接腳信號，如下圖所示：



圖 2-35 其它主控板電路



- (3) Arduino Uno 或 TH244A 等相關主控板可放置在上方，此時必須將主控板的電源(5V、GND)連接到 J24(5V、GND)，如下圖所示：

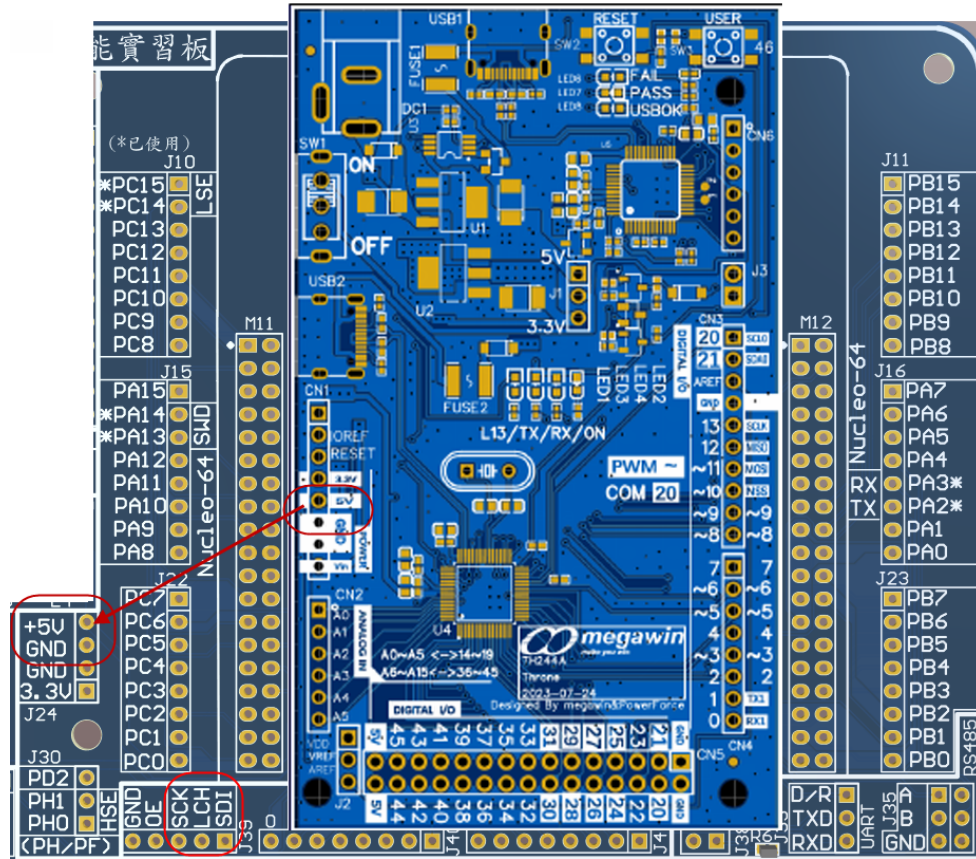


圖 2-36 TH244A 主控板與多功能實習板

- (4) 串入並出移位實習：將 J39(OE-GND)短路可以令 74HC595 工作，由 J39(SDI、LCH、CLK)輸入串列資料，會在 J40 及 J41 輸出並列資料，如下圖所示：

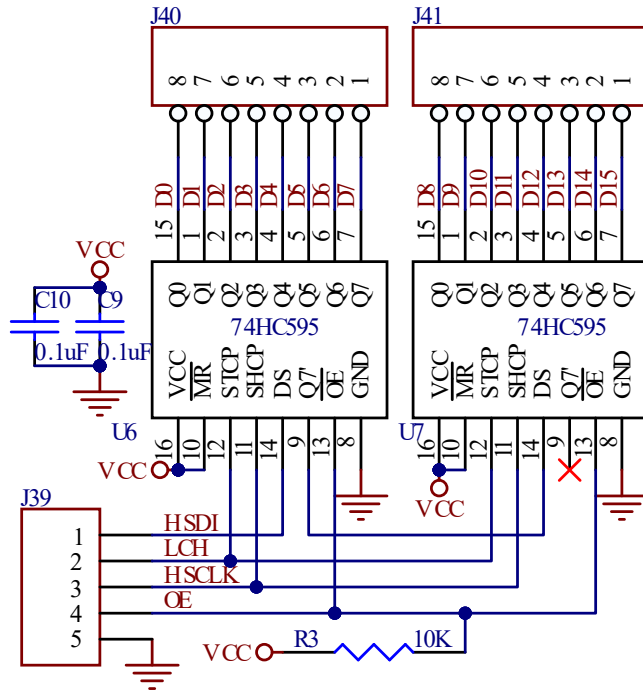


圖 2-37 串入並出移位實習電路

- (5) RS-485 實習：在 J33 連接 UART 信號，會經 U5(SSP485 或 MAX485)轉換為 RS-485 介面，由 J35 使用雙絞線以網路方式最多可連接 32 片主控板。若是以 RS-485 介面連接多片主控板時，頭尾兩片須將 J38 短路，令雙絞線頭尾兩端並聯終端電阻(120Ω)，提供阻抗匹配以降低傳輸信號的干擾，如下圖所示：

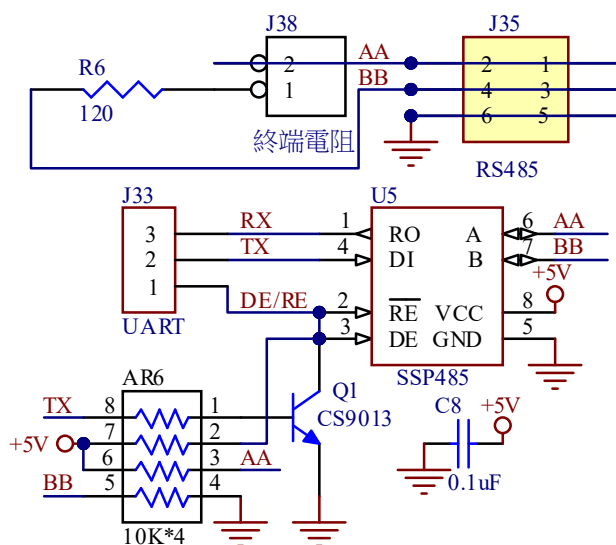


圖 2-38 RS-485 實習電路

4. 光循跡感測、三色 LED、全彩 LED、藍牙及可變電阻實習，如下圖所示：

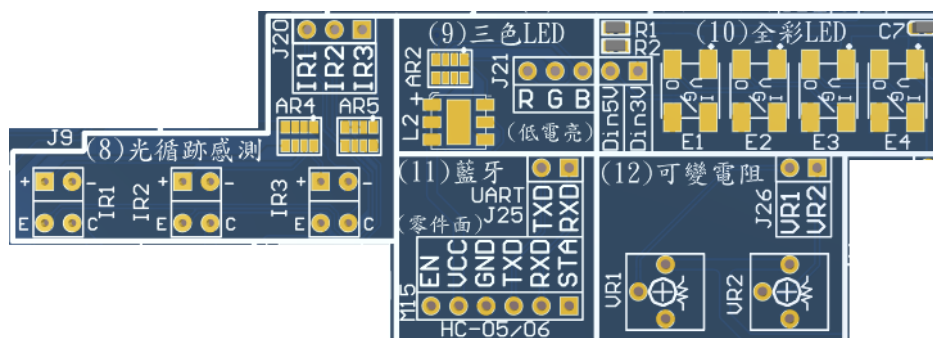


圖 2-39 光循跡感測、三色 LED、全彩 LED、藍牙及可變電阻電路

- (1) 光循跡感測實習：模擬自走車的光循跡感測動作，由 J20 輸出感測結果，如下圖所示：

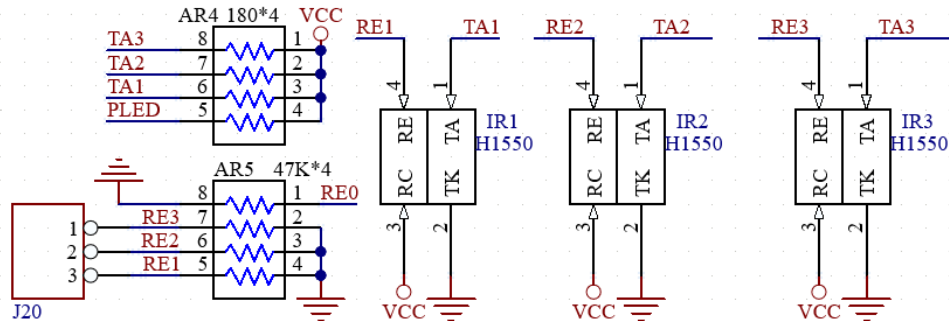


圖 2-40 光循跡感測實習電路

- (2) 三色 LED 實習：L2 為共陽極的三色 LED，在 J21(R、G、B)輸入低電位令三色 LED 亮，如下圖所示：

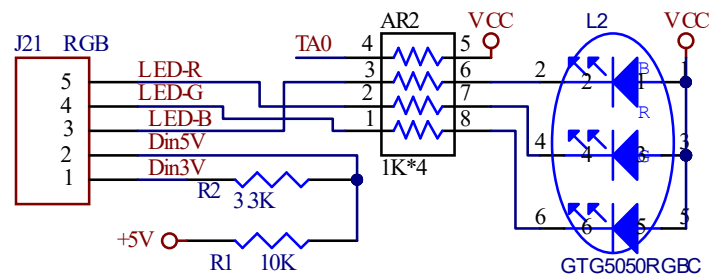


圖 2-41 三色 LED 實習電路

- (3) 全彩 LED 實習：全彩 LED 型號為 WS2812B，可在 J21(Din5V 或 Din3V)輸入串列資料控制 E1~E4 的全彩動作，如下圖所示：

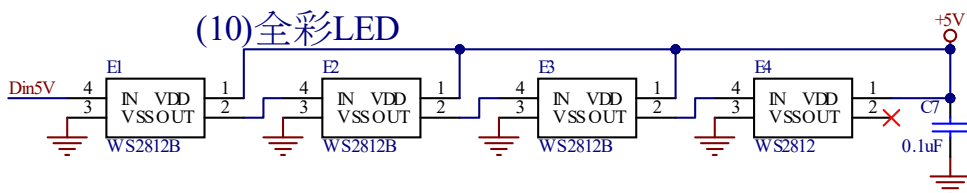


圖 2-42 全彩 LED 實習電路

- (4) 藍牙模組實習：在 M15 插入的 HC-05 或 HC-06 藍芽模組，由 J25 以 UART 介面制控，如下圖所示：

### (11)藍芽模組實習

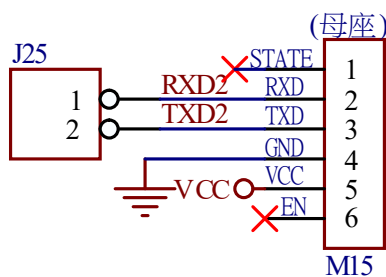


圖 2-43 藍牙模組實習電路

- (5) 可變電阻實習：調整 VR1 或 VR2 由 J26 輸出類比電壓，如下圖所示：

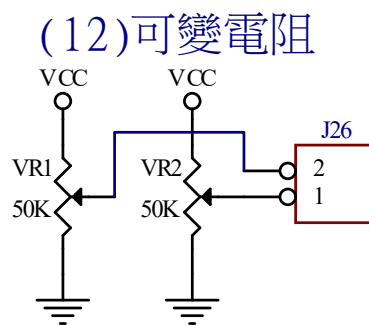


圖 2-44 可變電阻實習電路

5. I<sup>2</sup>C、耳機、七段顯示器、超音波感測器及搖桿等，如圖 1-10 所示：

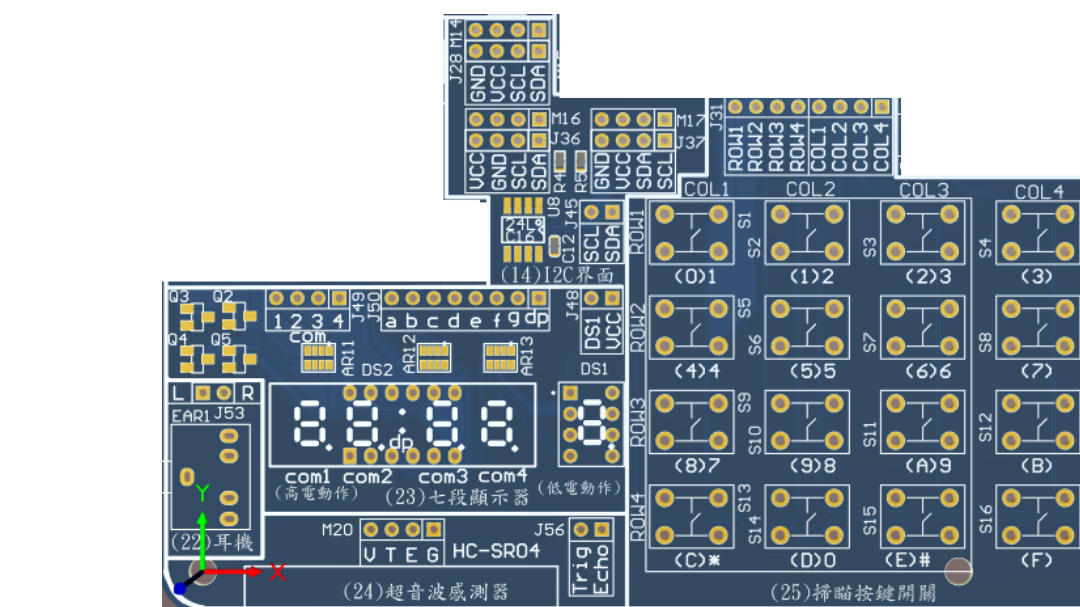
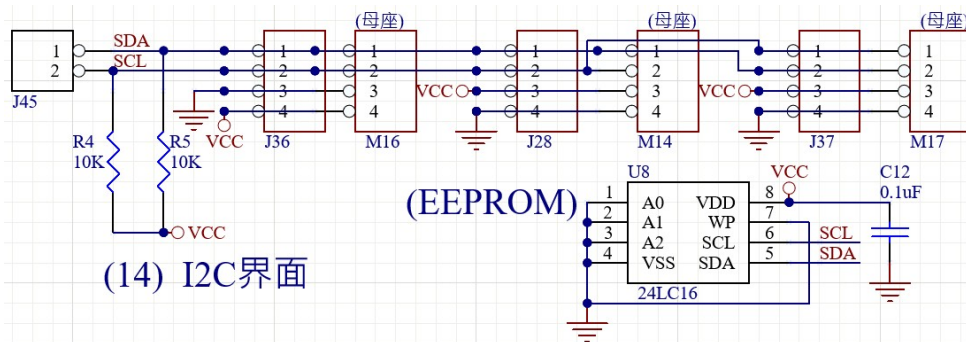


圖 2-45 I<sup>2</sup>C、耳機、七段顯示器、超音波感測器及掃描按鍵開關實習

(1) I<sup>2</sup>C 實習：含 EEPROM 24LC16(U8)，並可在 M16(J36)、M14(J28) 或 M17(J37)插入各種 I<sup>2</sup>C 模組，同時經 J45 連接主控板或開發板，如下圖所示：

圖 2-46 I<sup>2</sup>C 實習電路



- (2) 耳機、七段顯示器實習：耳機座由 J53 輸出信號，同時有四位數共陰極七段顯示器及一位數共陽極七段顯示器，共用 La~Lg 接腳由 J50 輸入數碼，其中四位數顯示器(DS2)由 J49(COM1~4)控制千、百、十、個位數；而將 J48(DS1)短路即可提供一位數共陽極七段顯示器(DS1)的電源，如下圖所示：

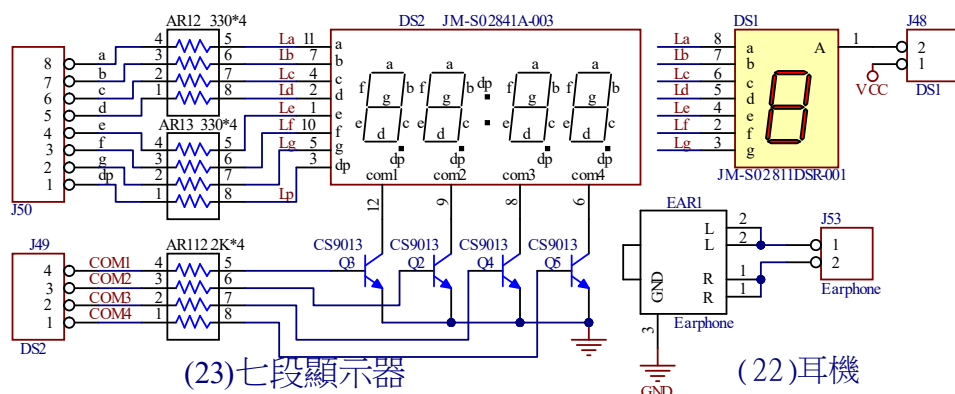


圖 2-47 耳機、七段顯示器實習電路

- (3) 超音波感測器實習：將超音波感測器(HC-SR04)插入 M20，經 J56 連接主控板，如下圖所示：

### (24) 超音波感測器

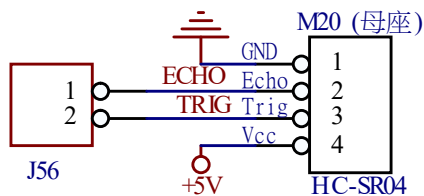


圖 2-48 超音波感測器實習電路

- (4) 掃描按鍵開關實習：J31(ROW1~4)為掃描輸出及 J31(COL1~4)為按鍵輸入，可按鍵 S1~S16(0~F)或電話鍵(0~9、\*、#)，如下圖所示：

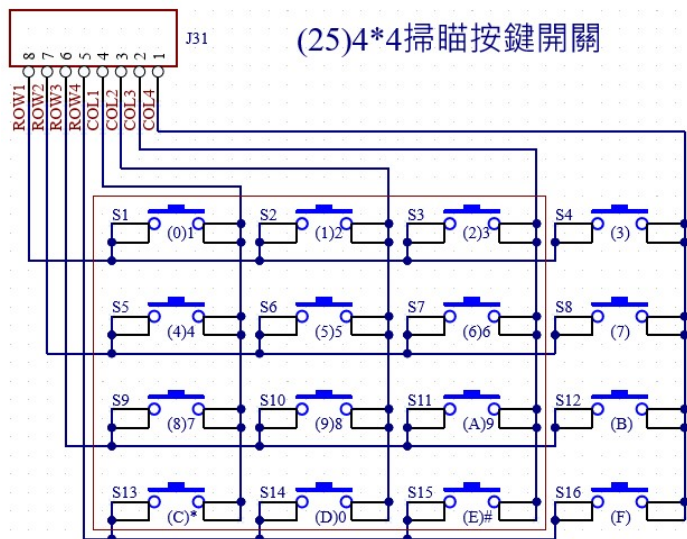


圖 2-49 掃描按鍵開關實習電路

6. LED、旋轉編碼器、RC 馬達、蜂鳴器、步進馬達、繼電器及 LCM/TFT 顯示器實習，如下圖所示：

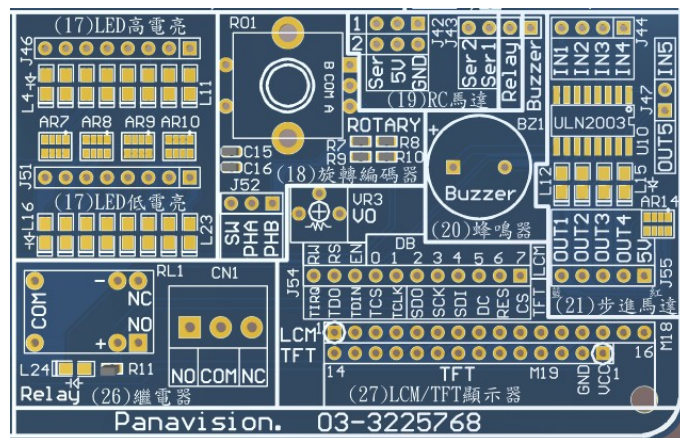


圖 2-50 LED、旋轉編碼器、蜂鳴器、馬達、繼電器及顯示器

- (1) LED 實習：分為 J45 輸入高電位亮及 J51 輸入低電位亮，如下圖所示：

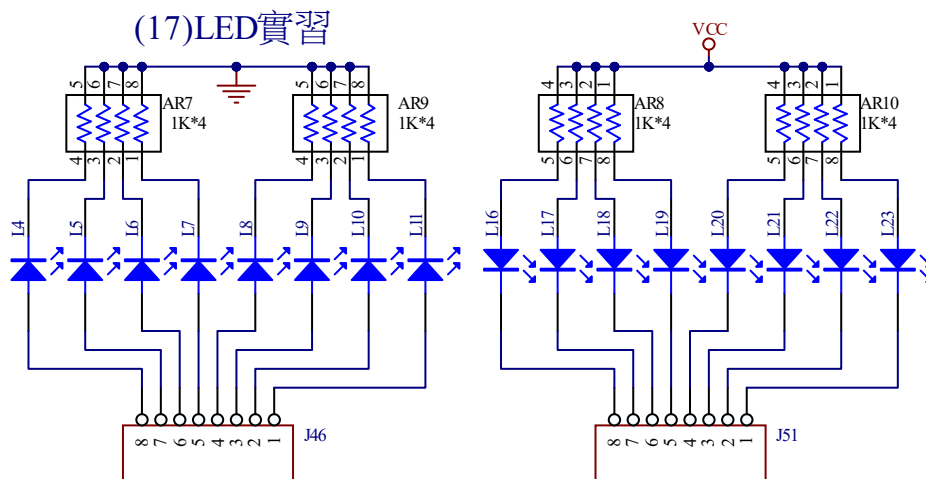


圖 2-51 LED 實習電路

- (2) 旋轉編碼器實習：旋轉 RO1 時，令 J52 (A、B)輸出相差 90 度的 A、B 相波形來連接主控器；同時按下旋轉編碼器(RO1)時會令 J52(SW)接地，可作為按鍵開關使用，如下圖所示：

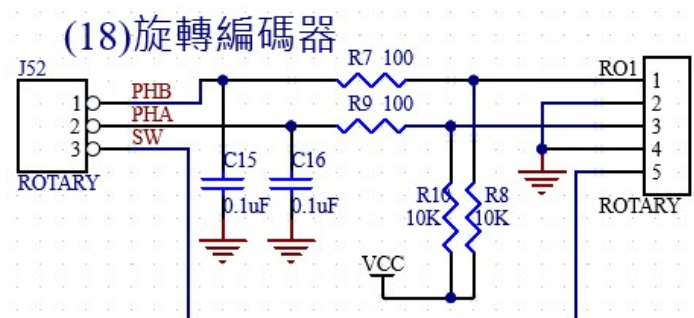


圖 2-52 旋轉編碼器實習電路

(3) RC 伺服馬達、蜂鳴器、步進馬達及繼電器實習，如下圖所示：

(19)RC伺服馬達 (20)蜂鳴器 (21)步進馬達 (26)繼電器實習

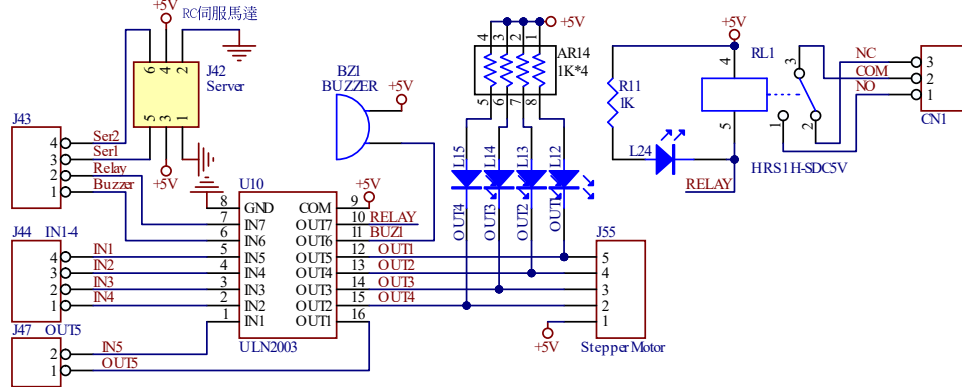


圖 2-53 RC 伺服馬達、蜂鳴器、步進馬達及繼電器實習電路

- (a) RC 伺服馬達實習：可在 J42(Server)插入兩個 RC 伺服馬達，由 J43(Ser1~2)輸入脈波可同時控制兩軸 RC 伺服馬達的角度。
- (b) 蜂鳴器(Buzzer)實習：由 J43(Buzzer)輸入音頻，經 UNL2003 驅動無源蜂鳴器(BZ1)發出聲音。
- (c) 步進馬達實習：由 J44(IN1~4)經 UNL2003 驅動 J46 的步進馬達，同時在 LED(OUT1~4)顯示動作。
- (d) 繼電器(Relay)實習：由 J43(Relay)輸入高電位，經 UNL2003 驅動繼電器(RL1)控制開關連接到 CN1(NC、COM、NO)。

- (4) LCM/TFT 顯示器實習：文字型 LCM 插入 M18 或繪圖型 TFT 插入 M19，主控板經 J54 輸入 LCM 或 TFT 信號即可進行顯示工作。同時可在 VR3 調整 LCM 的黑白對比，如下圖所示：

### (27) LCM/TFT 顯示器

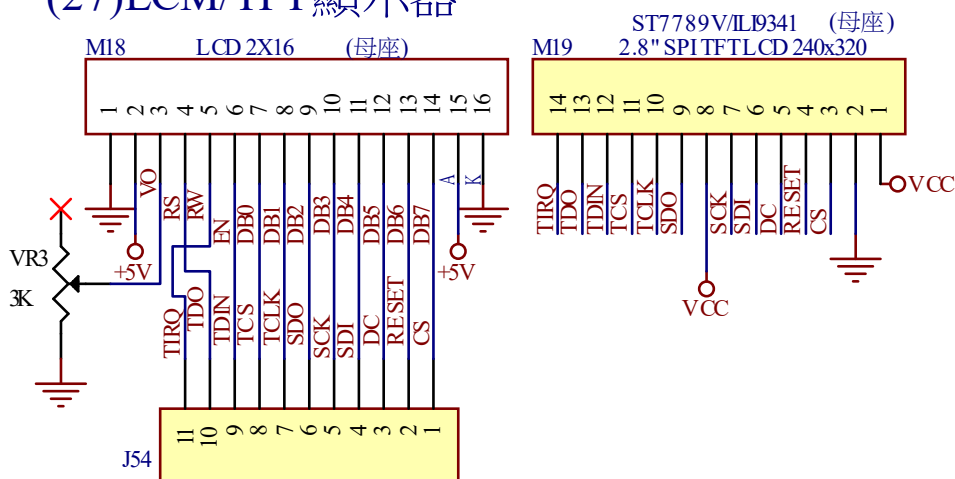


圖 2-54 LCM/TFT 顯示器實習電路

7. 可能會用到短路 pin 的地方共有 5 處(J3、J13、J34、J39、J48)，但不會同時用到，所以準備 3 個短路 pin 即可，其中除了 J34(+5V、VCC、3.3V) 外，其餘(J3、J13、J39、J49)不用時處於開路狀態，如下圖所示：

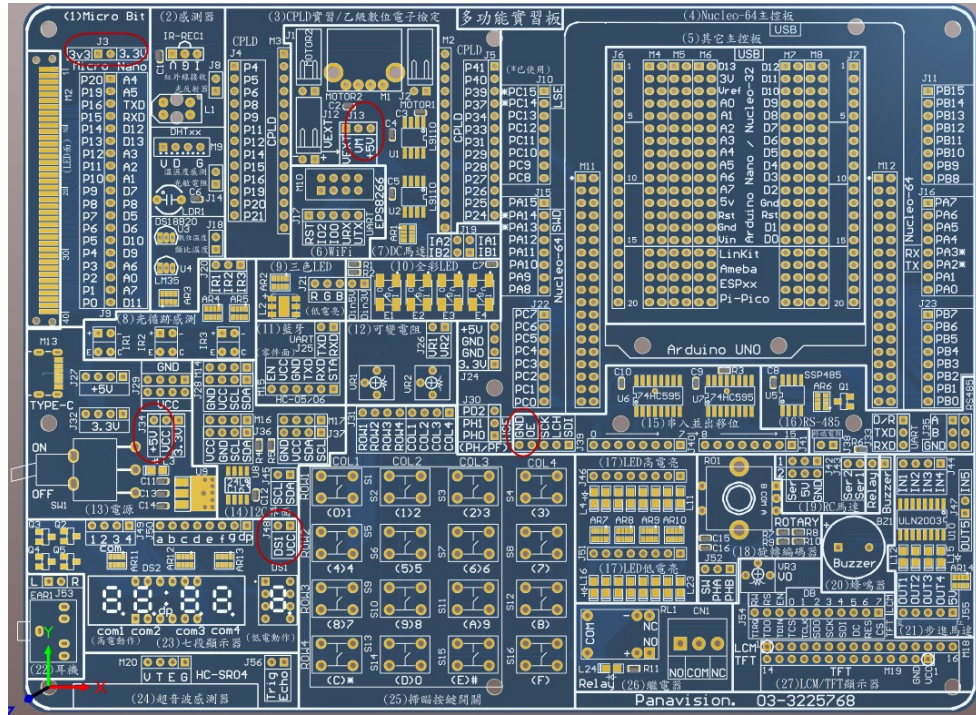


圖 2-55 會用到的短路位置