

6

CHAPTER

串列埠 UART 控制實習

本章單元

- UART 控制實習
- UART 應用實習(RS-485 傳輸)
- UART 應用實習(藍牙傳輸)

MG32x02z 系列內含萬用非同步串列接收/發射傳輸埠(UART: Universal Asynchronous Receiver/Transmitter)，在開發板 TH244A 接腳，如下圖所示。

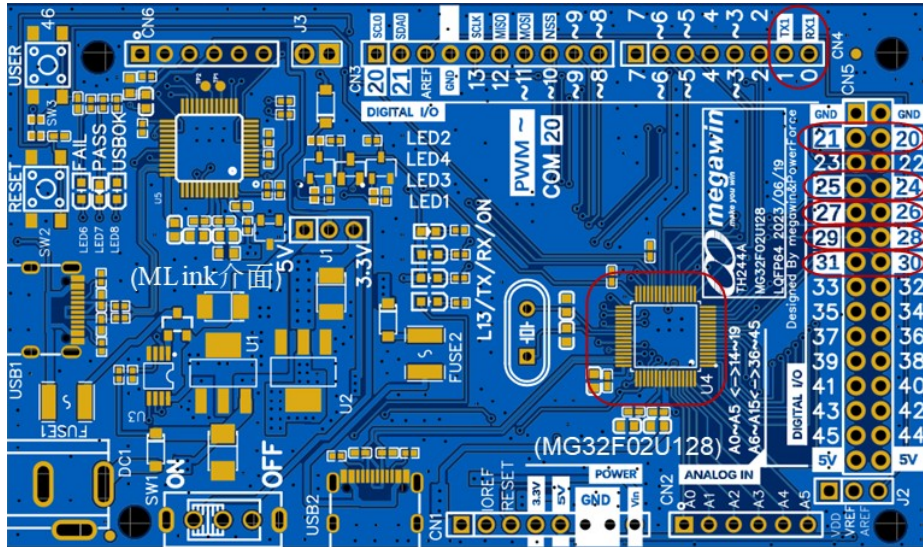


圖 6-1(a) 開發板 TH244A 正面 UART 接腳位置

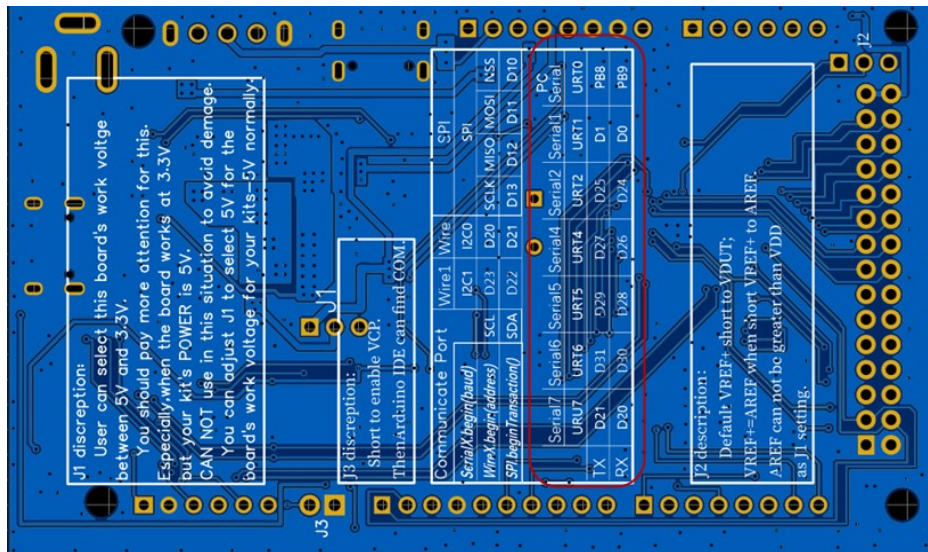


圖 6-1(b) 開發板 TH244A 背面 UART 接腳說明

6-1 UART 控制實習

在 TH244A 開發板預定使用 UART0 的 PB8(TX0)及 PB9(RX0)與電腦連線提供下載程式專用。其餘 UART1/2/4/5/6/7 接腳可提供使用，如下表(a)(b)所示：

表 6-1(a) MG32F02U128AD64 與 TH244A 開發板 UART 接腳

MCU 接腳編號	MCU 接腳名稱	開發板接腳名稱
18	PB8/RX0	下載程式專用
19	PB9/TX0	下載程式專用
35	PC9/RX1	D0
34	PC8/TX1	D1
17	PB7/RX2	D24
16	PB6/TX2	D25
24	PB14/TX4	D27
23	PB13/RX4	D26
25	PB15/RX5	D28
22	PB12/TX5	D29
10	PB0/NSS/TX6	D31
11	PB1/MISO/RX6	D30
13	PB3/MOSI/SCL0/RX7	D20
12	PB2/SCK/ SDA0/TX7	D21

表 6-1(b) UART 接腳說明

信號腳	IO	說明
TX	O	UART 發射(transmits)串列資料輸出
RX	I	UART 接收(receives)串列資料輸入

6-1.1 UART 控制

UART 模組支援全雙工傳輸，可以同時發送和接收。該模組內含資料緩衝器和資料暫存器，可各自獨立發射和接收，以提高發射和接收傳輸性能。UART 的特性如下所示：

1. UART 介面常用的資料封包(Data frame)基本傳輸格式，如下圖所示：

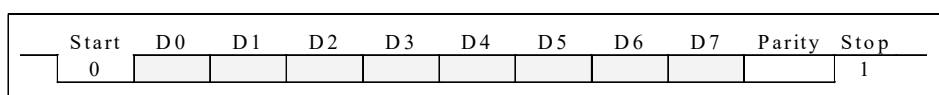


圖 6-2 UART 傳輸格式

- (1) 啓始位元(Start Bit)：固定為 1-bit 的低準位信號。
 - (2) 傳輸字元長度(Word length)：可選擇 7 或 8-bit，一般為 8-bit 及由低位元 D0(Bit 0)先傳輸。
 - (3) 同位元(Parity)：可選擇偶(Even)、奇(odd)或無同位元產生來提供偵錯，一般省略。
 - (4) 停止(Stop)位元：可選擇 0.5、1、1.5 或 2-bit 的高準位信號，一般為 1-bit。
2. UART 常用函數：

(1) 啟動初始化串列埠函數：

`Serial.begin(baud)` //啟動 UART0 初始化與電腦連線

`Serialx.begin(baud)` x:1,2,4,5,6,7 //啟動 UART1~7 初始化提供使用

//傳輸速率 baud: 1200,2400,4800,9600,19200, 38400,57600,115200-bps

(2) 列印顯示字串函數：x:1,2,4,5,6,7

`Serial.print()` 依字串形式列印資訊，無跳行

`Serialx.print()` 依字串形式列印資訊，無跳行

`Serial.println()` 依字串形式列印資訊，有跳行

`Serialx.println()` 依字串形式列印資訊，有跳行

(3) 串列資料的檢查、讀取及寫入函數：x:1,2,4,5,6,7

`Serialx.available()` 檢查是否有接收資料，一般配合下兩行指令使用

`Serialx.read()` 讀取串列接收資料，每次返回一個 byte

`Serialx.parseInt()` 讀取串列接收資料，每次返回整數資料

`Serialx.availableForWrite()` 檢查是否有發射資料，一般配合 `Serialx.Write()`使用

`Serialx.Write()` 寫入串列資料，開始發射

6-1.2 UART 傳輸實習

在 TH244A 開發板預定使用 PB8(TX0)及 PB9(RX0)，經 USB 轉虛擬 COM 埠與個人電腦溝通，此 PB8 及 PB9 沒有連接到 TH244A 開發板的擴充腳上。但另外有 UART1/2/4/5/6/7(無 UART3)提供連接藍牙等其它裝置使用，如下圖所示：

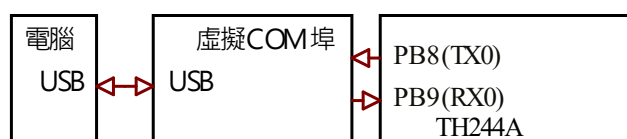


圖 6-3 預定電腦與 UART0 連線

請看各範例資料夾內的設定與測試.docx。

1. 範例 UART1：令序列監控窗顯示各種數值，如下圖。



2. 範例 UART2：在序列監控窗輸入 1~9，顯示 1~9 的"*"號，如下圖。



3. 範例 UART3：透過電腦端的序列監控窗控制閃爍時間，如下圖。



4. 範例 UART4：透過電腦端的序列監控窗用來控制霹靂燈掃描的速度。
5. 範例 UART5：由電腦序列監控窗輸入字串，在 LCD 顯示。
6. 範例 UART6：自我傳輸，在序列監控窗顯示傳輸字元。
- (1) 自我傳輸操作：將 D0/PC8(TX1)與 D1/PC9(RX1)連線，在序列監控窗顯示傳輸字元，如下圖(a)(b)所示：

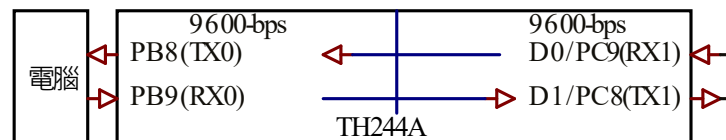


圖 6-4(a) UART 自我傳輸連線



圖 6-4(b) UART 自我傳輸執行結果

7. 範例 UART7 及 UART8：同樣的程式在兩片開發板 UART 傳輸，在對方電腦顯示。
- (1) 兩片開發板傳輸操作：使用兩片主控制將 D1(TX1)與 D0(RX1)相反連接

對方，各別以串列傳輸軟體來傳輸資料，如下圖所示：

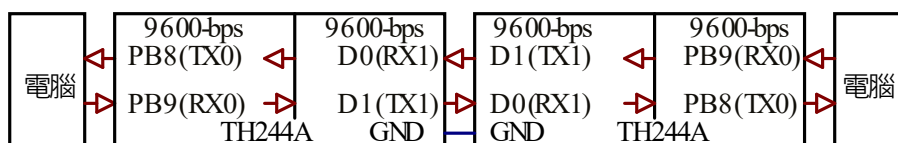


圖 6-5 兩片開發板 UART 傳輸電路

- (2) 若一台電腦同時使用兩片開發板，可分別執行同樣的 UART7 及 UART8，再依兩者不同的 COM 埠分別上傳，再分別開啓序列監控窗，操作如下圖所示：

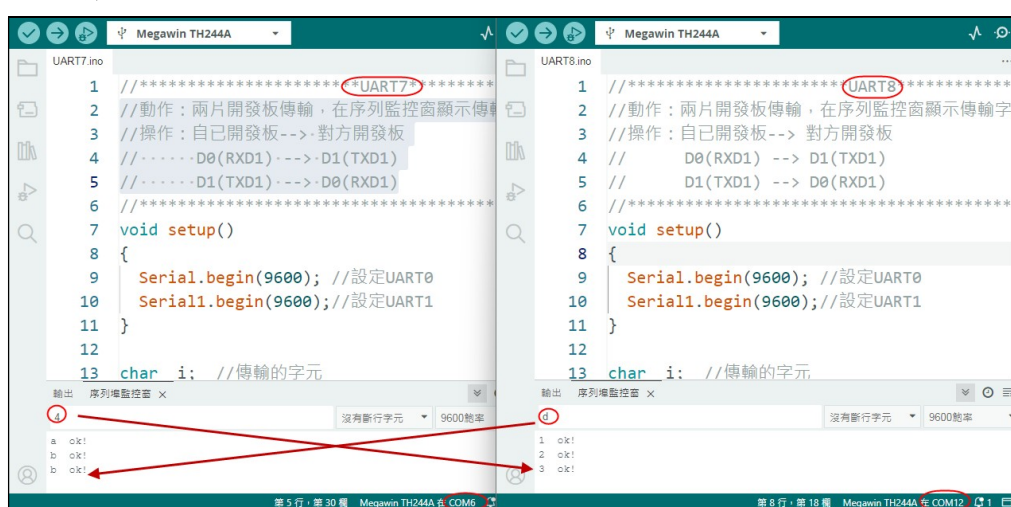


圖 6-6 兩片開發板 UART 傳輸

- (3) 若是兩台電腦操作，必須在兩片開發板之間連接 GND，可分別執行同樣的 UART7 及 UART8，分別開啓序列監控窗，如此兩台可相互傳輸。

6-2 UART 應用實習

本章介紹包括 RS-485 及藍牙(Bluetooth)串列傳輸，如下：

6-2.1 RS-485 傳輸控制實習

RS-485(TIA/EIA-485)主要應用在具有聯網功能的智慧型儀表，進而衍生 Modbus 網路協定。RS485 標準的通信網路可應用在遠距離及電子雜訊大的環境之下，還可以有效的傳輸信號。

其特性如下：

- ※ RS485 一般使用兩條接線方式，這種接線方式為匯流排(bus)式拓撲結構，在同一匯流排上最多可以外接 32 個節點。
- ※ 在 RS485 通信網路中一般使用的是主從通信方式，即一個主機(master)最多可連接 32 個從機(slave)。只須用雙絞線將所有接口的“A”、“B”端連線起來，以差動方式傳輸信號，並可忽略信號地的連線。
- ※ 在低速、短距離、無干擾的場合可以採用雙絞線，但在高速、長線傳輸時，則必須採用阻抗匹配(一般為 $120\ \Omega$)的 RS485 專用電纜。
- ※ 從 RS485 資料信號傳輸電纜長度與信號傳輸的速率成反比。理論上，通信速率在 100Kbps 及以下時，RS485 的最長傳輸距離可達 1200 米。在傳輸過程中也可以採用增加中繼器(repeat)的方式將信號放大，中間最多可以插入 8 個中繼器，也就是說理論上 RS485 的最大傳輸距離可以達到 10.8 公里。但前後兩端節點須再加入 $120\ \Omega$ 的終端電阻和雙絞線形成阻抗匹配，以免信號在各支路末端反射後與原信號疊加，會造成信號質量下降，而影響傳輸品質及速率。

1. RS-485 通訊一般以 8-bii 二進制的資料構成，並透過兩條訊號線之電位差決定各位元的訊號為 1 或是 0，支援 RS-485 通訊之設備之通訊模組皆會標示 +/- 兩個接線位置，故在“串接 RS-485 通訊線時，+/- 兩條接線位置絕不可顛倒，否則無法正常讀取資料”，如下圖所示：

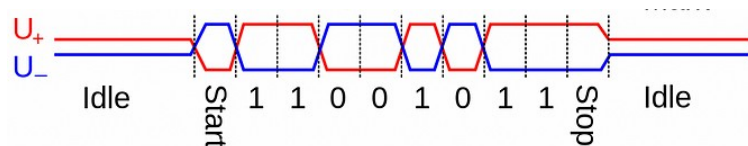


圖 6-7 RS-485 傳輸訊號

- (1) [+]代表資料位元訊號為 1 時處於高電位，[-] 代表資料位元訊號為 1 時處於低電位
 - (2) 通訊參數多常用「9600,N,8,1」和「19200,n,8,1」
2. 一般會建議使用「隔離對絞線」串接 RS-485 通訊線路，以減少設備數量與串接距離造成的訊號衰減或干擾，另外串接的線路最好獨立管線，避免與電力線靠近在一起以防干擾。如下圖所示：



圖 6-8 隔離對絞線

3. RS-485 電路如下圖(a)(b)所示：

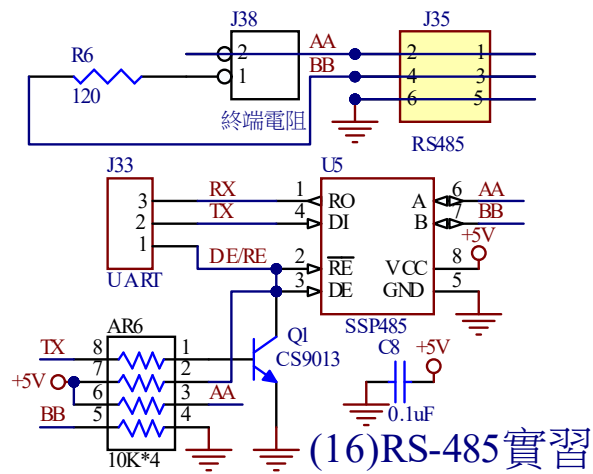


圖 6-9(a) RS-485 實習電路圖

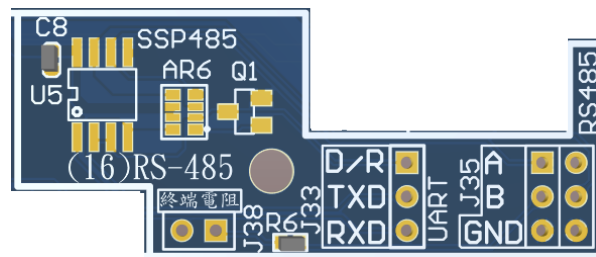


圖 6-9(b) RS-485 實習外型圖

4. RS-485 範例程式：兩片開發板分別上傳同樣的程式，再互相傳輸字元，如下圖所示：

- (1) 範例 RS-485_1：兩片開發板 RS-485 傳輸，互相傳輸字元在對方的序列監控窗顯示(RS-485_1→ RS-485_2)。
- (2) 範例 RS-485_2：兩片開發板 RS-485 傳輸，互相傳輸字元在對方的序列監控窗顯示(RS-485_2→ RS-485_1)。



圖 6-10 兩片 RS-485 傳輸實習

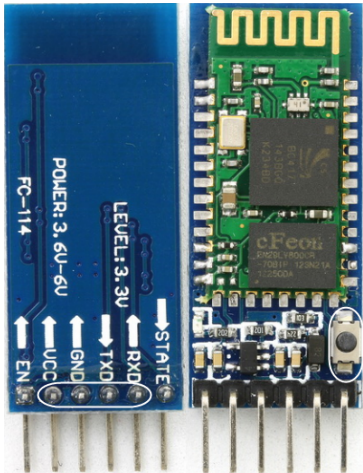
6-2.1 藍牙無線傳輸控制

藍牙(Bluetooth)一般是透過UART介面的無線技術標準，主要是用在短距離的交換資料。它使用 2.4 GHz 載波進行通信，以便能夠連結多個行動裝置。主要是支援省電功能又稱為「低功耗藍牙」。如下：

- ◎ 工作頻率：2.4~2.48GHz，ISM 頻寬。傳輸距離：30~100 公尺。
- ◎ 傳輸介面：UART，輸入電壓：3.3V~6V。工作溫度：-20℃ ~+75℃。

本章採用藍牙 4.0 版的 HC-05 藍牙模組，將主/從(master/slave)傳輸在同一模組，出廠時預設為從(slave)模式，但可以透過 AT 命令(command)自行修改內部的各項格式，如下表所示：

表 6-2 藍牙模組外型與接腳

	接腳	說明
	EN/KEY	1=致能或按鍵，可輸入 AT 命令
	VCC	輸入電源電壓
	GND	電源地線
	TX	UART TXD 輸出
	RX	UART RXD 輸入
	STATE	狀態(LED)指示，顯示工作狀態

1. HC-05 藍牙有三種工作狀態，會在藍牙狀態 LED 顯示不同的閃爍動作，如下：
 - (1) 藍牙送電時會進入等待模式，LED 為 1Hz 快閃。
 - (2) 與手機連線時，LED 間隔 1Hz 快閃兩次、再停 2 秒(閃、閃、停)為傳

輸模式，此時可藉由 UART 介面傳輸速率為 9600-bps，可使用手機 APP 軟體來傳輸資料。

- (3) 當按壓 KEY 及藍牙送電時，會進入 AT 命令模式，LED 為 2 秒慢閃。此時可藉由序列傳輸軟體，UART 傳輸速率為 38400-bps 來下達 AT 命令。

2. 藍牙傳輸實習

TH244A 開發板經 UART 介面來控制藍牙模組，可將藍芽模組 HC-05 或 HC-06 插入 M15，由 J25 以 UART 介面制控的藍芽模組，如下圖所示：

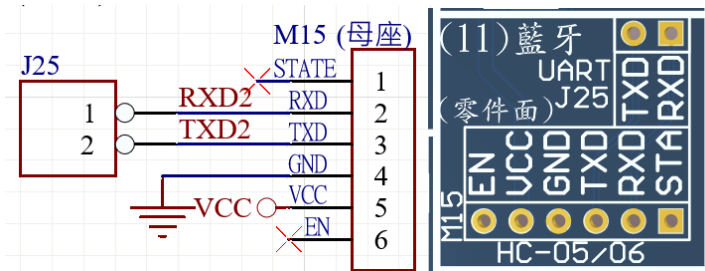


圖 6-11 藍牙模組電路與外型

將 D1(TX1)與 D0(RX1)連接藍牙模組(RXD、TXD)，與手機的主(MASTER)藍牙來傳輸資料，如下圖所示：

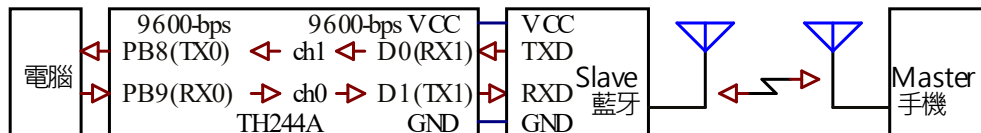


圖 6-12 藍牙模組與手機實習電路

- (1) 範例 BLE1：使用序列監控視窗與手機互傳訊息。

操作：D1(TX1)與 D0(RX1)經藍牙傳送資料到手機。

- (a) 開啓序列監控視窗，設定傳輸格式(9600-bps)，進行 UART 傳輸。
- (b) 在安卓 (Android) 手機開啓藍牙功能及掃描藍牙模組名稱 (如 HC05-SLAVE97)，如下圖所示：

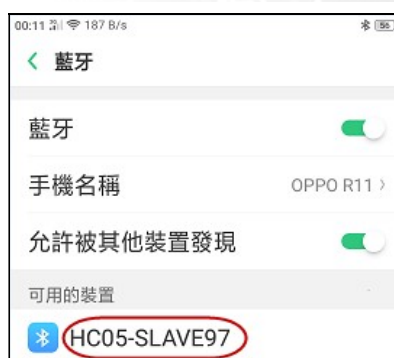


圖 6-13 掃描藍牙模組

- (c) 在安卓(Android)手機下載及安裝藍牙 APP 軟體(如 Bluetooth Terminal HC-05)，如下圖所示：

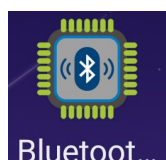


圖 6-14 安裝藍牙 APP 軟體

- (d) 由 APP 軟體掃描(SCAN)藍牙模組，會顯示藍牙模組的名稱及位址，如下圖(a)所示：

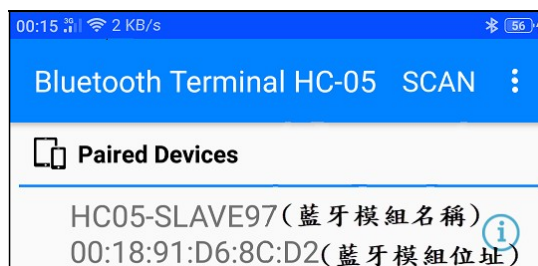


圖 6-15(a) APP 軟體掃描藍牙模組名稱及位址

- (e) 選擇自己的藍牙模組後，再輸入密碼(如 1234)，然後按確定開始配對，若配對成功會令 LED 閃爍方式為(閃、閃、停)，如下圖(b)所示：



圖 6-15(b) 藍牙模組配對

- (f) 在手機執行藍牙 APP 軟體(如 Bluetooth Terminal HC-05)，若配對會顯示模組名稱，再長按 Btn 1~Btn 5，設定所代的字元 0~4 及儲存(Save)，如下圖(a)所示：

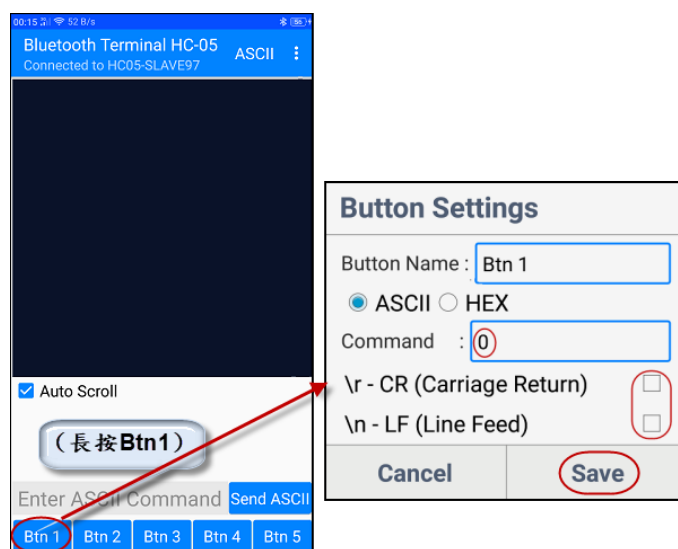


圖 6-16(a) 設定藍牙 APP 軟體

- (g) 然後按 Btn 1~Btn 5 會由藍牙送出元字元 0~4，也可以輸入字串按 Send ASCII 發射出去，若有接收字串時會顯示，如下圖(b)所示：

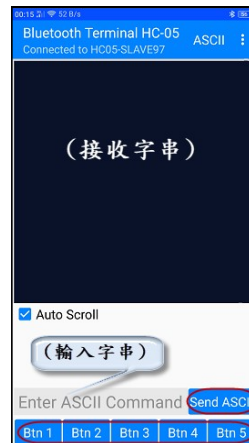


圖 6-16(b) 執行藍牙 APP 軟體

- (h) 手機與電腦雙向傳輸：在手機執行藍牙 APP 軟體上方會顯示接收字串，同時按 Btn 1~Btn 4 會立即發射字元 0~3 到序列監控窗顯示，如下圖所示：

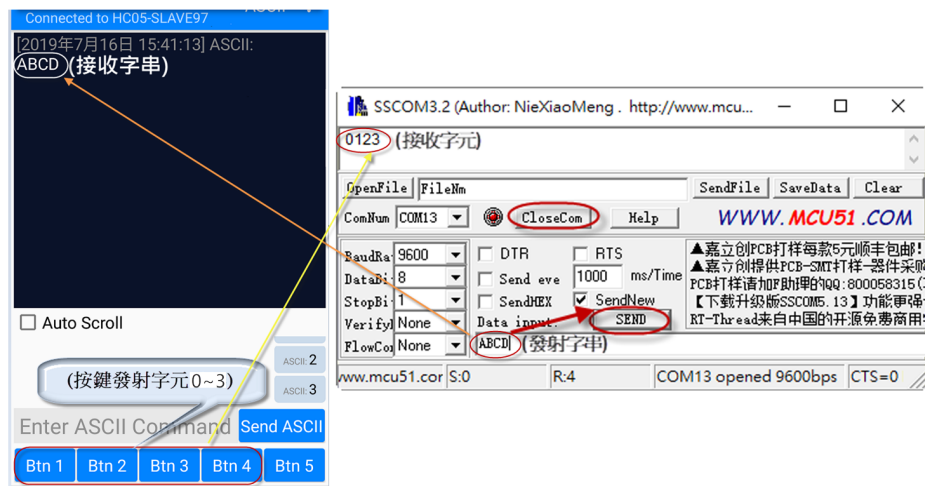


圖 6-17 手機與電腦雙向傳輸

- (2) 範例 BLE2：主/從式藍牙模組互傳輸資料，如下圖所示：

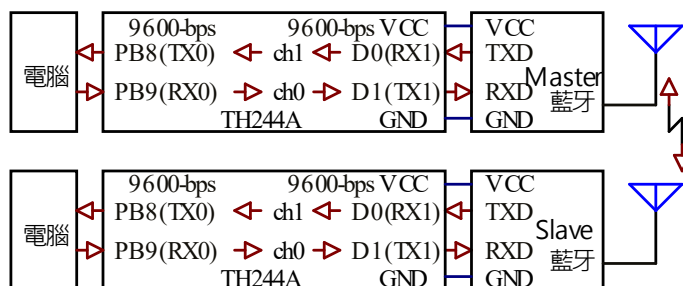


圖 6-18 主從式藍牙模組傳輸

兩片開發板各別插入一片已配對的主/從藍牙模組，兩者配對時 LED(閃、閃、停)，即可在兩台電腦以序列監控視窗互傳資料。

- 藍牙 AT 命令實習：在藍牙模組按壓 KEY 及藍牙送電時，會進入 AT 命令 (COMMAND)設定模式，LED 為 2 秒慢閃。此時可藉由串列傳輸軟體(如 SSCOM)，UART 傳輸速率為 38400-bps 來下達 AT 命令，如下表所示：

表 6-3 HC-05 常用 AT 命令

項目	動作	指令	回應	參數
1	測試指令	AT	OK	無
2	讀取藍牙模組位址	AT+ADDR?	+ADDR:<Param> OK	Param：自己模組位址 例如：18:91:d68cd2
3	設定藍牙模組名稱	AT+NAME=<Param>	OK	Param：自己模組名稱 預定為“HC-05”
4	查詢藍牙模組名稱	AT+NAME? (按壓 KEY 查詢)	+NAME:<Param> OK 或 FAIL(失敗)	
5	設定格式	AT+UART=<Param1>,<Param2>,<Param3>	OK	Param1：波特率(bps) Param2：停止位元 Param3：同位元 預定：9600，0，0
6	查詢格式	AT+ UART?	+ UART=<Param1>,<Param2>,<Param3> OK	
7	設定藍牙	AT+ROLE=<Param>	OK	Param：

	模組角色			預定 0(Slave)、1(Master)
8	查詢藍牙模組角色	AT+ROLE?	+ROLE:<Param> OK	預定：1234
9	設定密碼	AT+PSWD=<Param>	OK	
10	查詢密碼	AT+PSWD?	+PSWD:<Param> OK	Param：查詢密碼
11	設定綁定對方位址	AT+BIND=<Param>	OK	Param：對方模組位址 例如：輸入 18:e4:351728
12	查詢綁定對方位址	AT+BIND?	+BIND:<Param> OK	例如：顯示 18:e4:351728
13	查詢版本	AT+VERSION?	+VERSION:<Param> OK	Param：版本

範例 BLE3：使用序列監控視窗速率 38400-bps，設定藍牙模組的 AT 命令。

- (1) 按壓著 KEY 藍牙模組上電(VCC、GND)，等待進入 AT 命令模式(2 秒慢閃)再放開 KEY，如下圖所示：

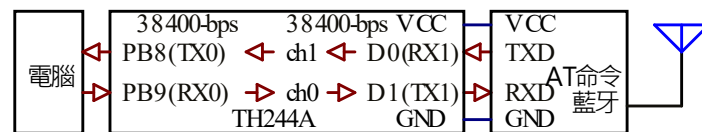


圖 6-19 藍牙模組 AT 命令傳輸

- (2) 使用序列監控窗設定 AT 命令，如下圖所示：



圖 6-20 設定 AT 命令

- (3) 定 AT 命令範例如下：

```

OK ← (AT) (測試指令)
+NAME:HC05 ← (AT+NAME?) (查詢名稱)
OK
OK ← (AT+NAME=HC05-TT) (修改名稱)
+NAME:HC05-TT ← (AT+NAME?) (查詢名稱) (按壓KEY)
OK
+UART:9600,0,0 ← (AT+UART?) (查詢UART格式)
OK
+VERSION:2.0-20100601 ← (AT+VERSION?) (查詢版本)
OK
+ADDR:98d3:31:b1951a ← (AT+ADDR?) (查詢位址)
OK
+ROLE:0 ← (AT+ROLE?) (查詢模組角色0=SLAVE)
OK
+PSWD:1234 ← (AT+PSWD?) (查詢密碼)
OK

```

4. 若要設定藍牙模組的主/從角色，必須互相綁定(BIND)藍牙模組地址，使兩者能夠配對，在範例程式 CH06_UART 內含 SCON 軟體設定如下：

- (1) 先設定 BaudRate=38400 及 ComNum，及選擇右邊的 **EXT** 改為 **Hide** 並設定各項 AT 命令，若勾選 **Round Send interval** 會開始定時連續輪循輸入 AT 命令，再如下圖所示：



圖 6-21 連續輪循輸入 AT 命令

- (2) 分別在 SLAVE(從)及 MASTER(主)藍牙模組按壓著藍牙模組上的 KEY 不

放，勾選 Round send interval 定時連續輪循輸入 AT 命令，執行結果會顯示主/從藍牙模組兩者配對資訊，如下圖(a)(b)所示：

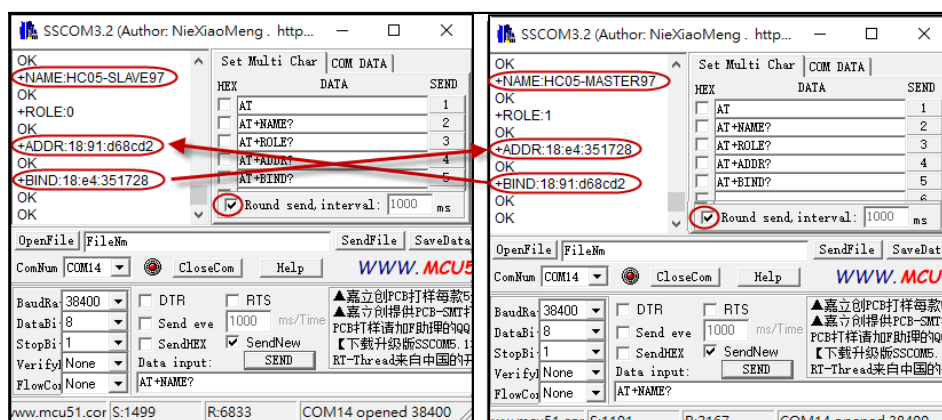


圖 6-22(a) SLAVE(從)藍牙資訊

圖 6-22(b) MASTER(主)藍牙資訊

其中 SLAVE(從)藍牙模組必須綁定(BIND)(主)藍牙模組的地址(ADDR)，而 MASTER(主)藍牙模組必須綁定(BIND)SLAVE(從)藍牙模組的地址(ADDR)。

- (3) 當同時主/從藍牙模組上的 LED(閃、閃、停)表示已配對連線，可設定 UART 介面速率為 9600-bps，不用透過手機，直接由雙方開發板藉由藍牙模組來進行無線傳輸資料，如下圖所示：

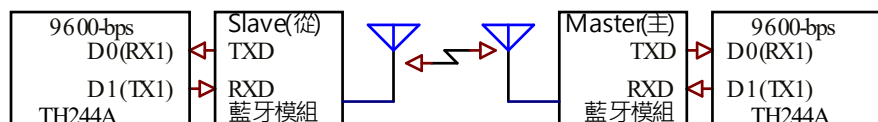


圖 6-23 兩片開發板藍牙模組無線傳輸