

APP013 USB 實驗板使用手冊



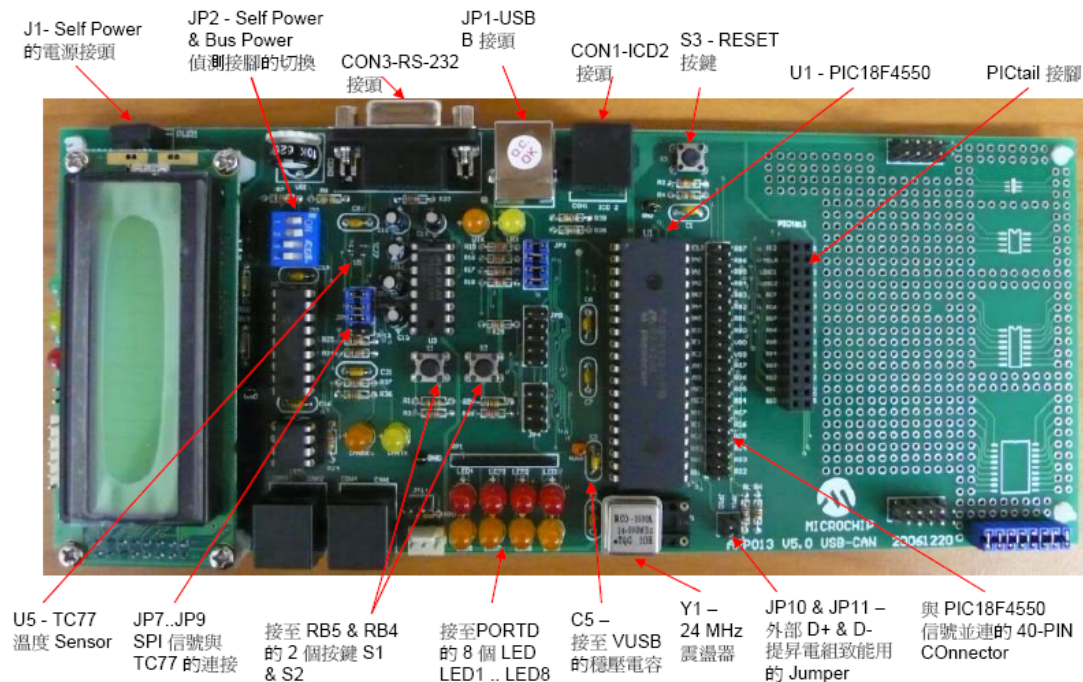
A. APP013 簡介

APP013 是專為 Microchip PIC18F 40-Pin USB 系列所設計的實驗板，出廠設定使用的 MCU 為 PIC18F4550。APP013 的基本線路完全相容於 Microchip 原廠的 PICDEM FS USB 實驗板(DM163025)。如此的做法可以讓使用者直接使用 Microchip 在 Web Site 提供的所有範例程式而不須更改硬體線路的設計。Microchip USB 所有範例程式可以在以下的網址下載
URL：www.microchip.com/usb 然後選擇 Full Speed USB Solution

APP013 除了 DM163025 的基本線路外，增加了以下的線路讓使用者可以做更多的實驗或評估其他的應用方式

- LCD Module
 - ◆ 使用 4-bit Data 的介面連接方式與 PORTD 連接
 - ◆ 與 LED 共用 RD0..RD5，但致能腳使用 RE2
- CAN Controller (MCP2515)
 - ◆ 使用 SPI 介面與 USB MCU 連接並使用 MCP2551 為介面 IC
- ICSP 的控制線路
 - ◆ 可以使用 PIC18F4550 來燒錄其他的 Microchip MCU
例如 PIC10F、PIC12F 等 Low Pin Count Device
 - ◆ MCLR 接腳的升壓控制、電壓回授、PGC & PGD 的控制

B. APP013 使用 MCHPFSUSB 範例程式時相關的元件及 Connector

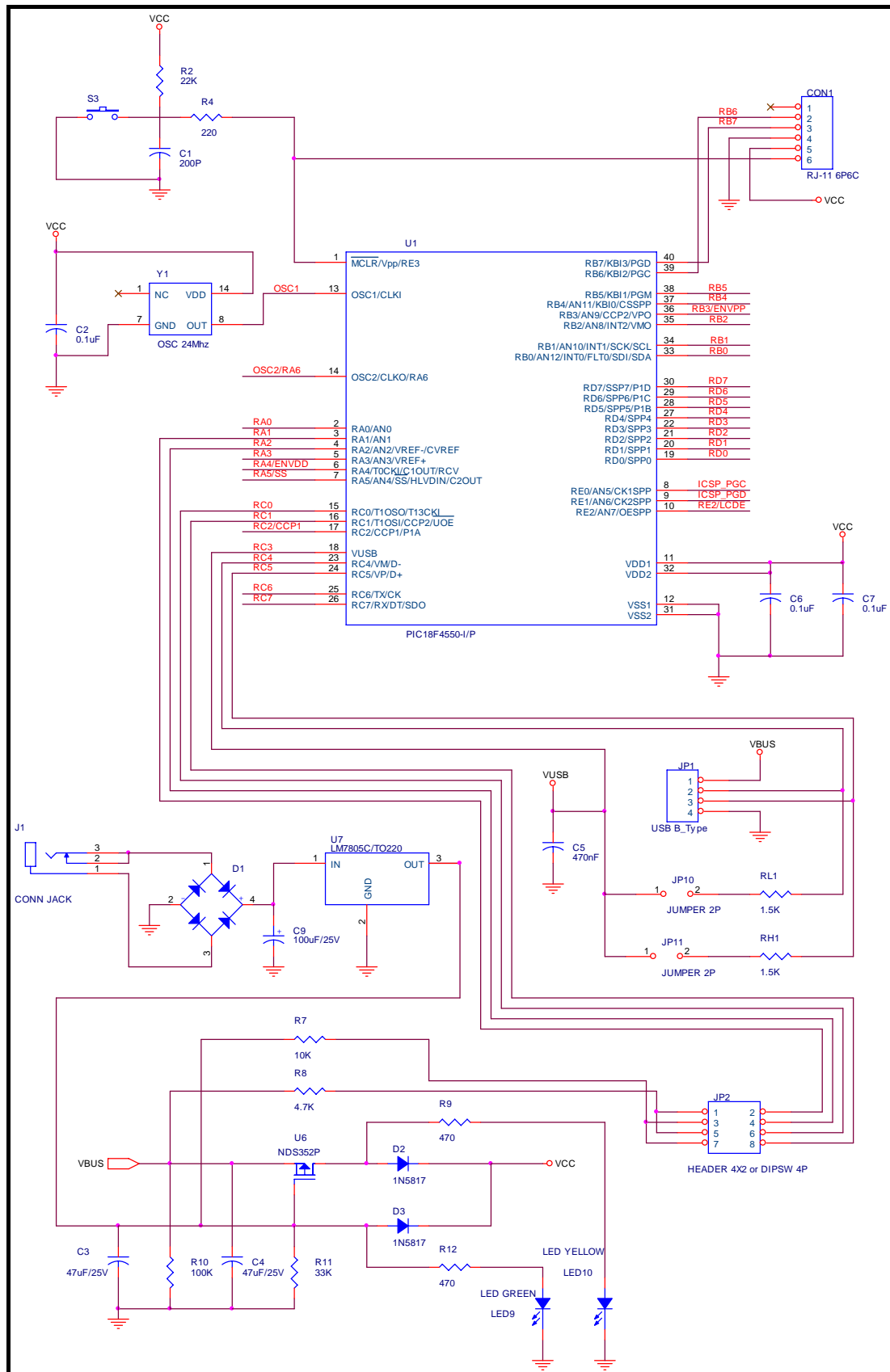


以上的圖示僅標示了與 MCHPFSUSB USB 範例程式有關的元件及連接器以及各別的使用，主要目的在於避免太多不必要的說明困擾使用者。因為製做 APP013 時非常匆促所以 APP013 的元件編號有部分並不完整或合理！以下則對各主要的元件及 Connector 做一說明

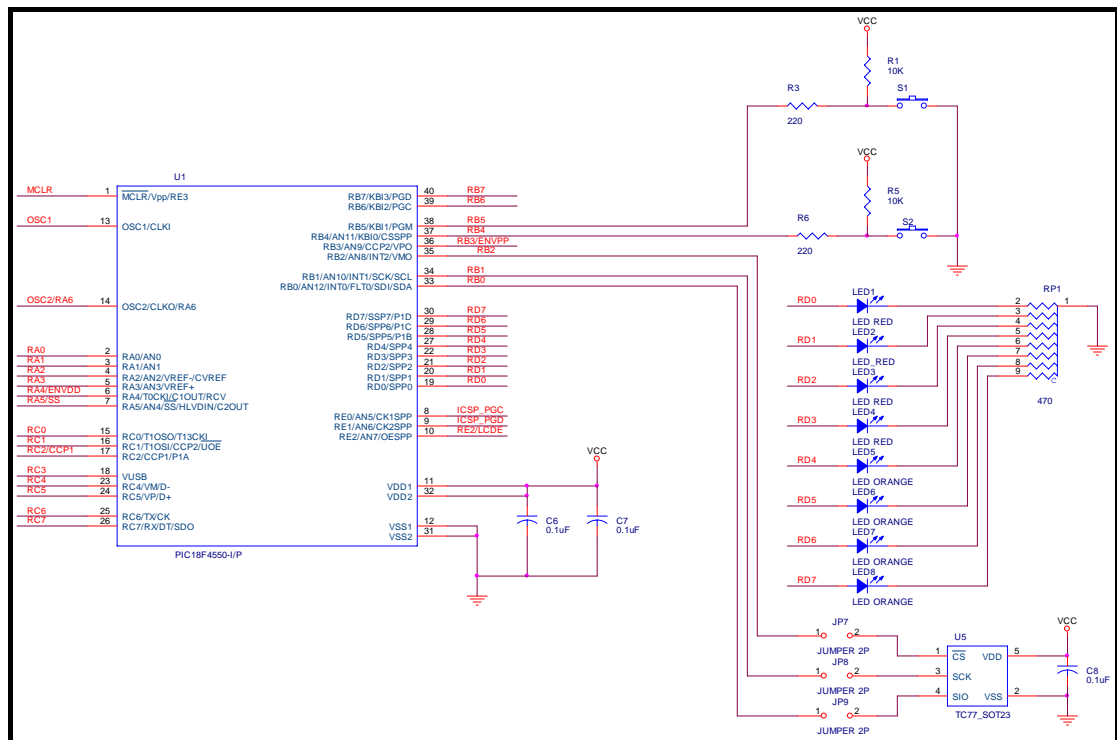
元件編號	功能說明
J1	9V DC 輸入的接頭
JP1	USB Type-B 接頭，用於連接至 PC 的 USB
CON1	連接 ICD2 Debugger/Programmer 的接頭
U1	PIC18F 40-Pin USB Device - PIC18F4550
JP2	用以選則使用哪一組接腳做電源及 USB 連接的偵測, 也可用 DIP SW
Y1	24 MHz 的震盪器 (DM163025 使用 20 MHz)
C5	VUSB 3.3V 用的穩壓電容，接至 PIC18F4550 的 18 腳
LED1..LED8	接至 PORTD 的 8 個 LED，LED1 to LED4 用於 USB Demo 程式
S1	接至 RB5 的按鍵，有 Pull—High 的電路，按下時為 Low
S2	接至 RB4 的按鍵，有 Pull—High 的電路，按下時為 Low
S3	PIC18F4550 的 RESET 按鍵
U5	TC77 - 使用 SPI 介面的溫度感測器
JP7..JP9	若要將 CPU 的 SPI 介面與 TC77 連接，則需短路此 3 個 Jumper
CON3	連接 RS-232 的 DB-9 接頭
PICtail	與 Microchip PICtail 介面信號相容的信號接頭
40-Pin 排針	此 20x2 2.54mm 的排針無編號，其功能為將 CPU 的 40 個接腳外拉

C. APP023 線路圖

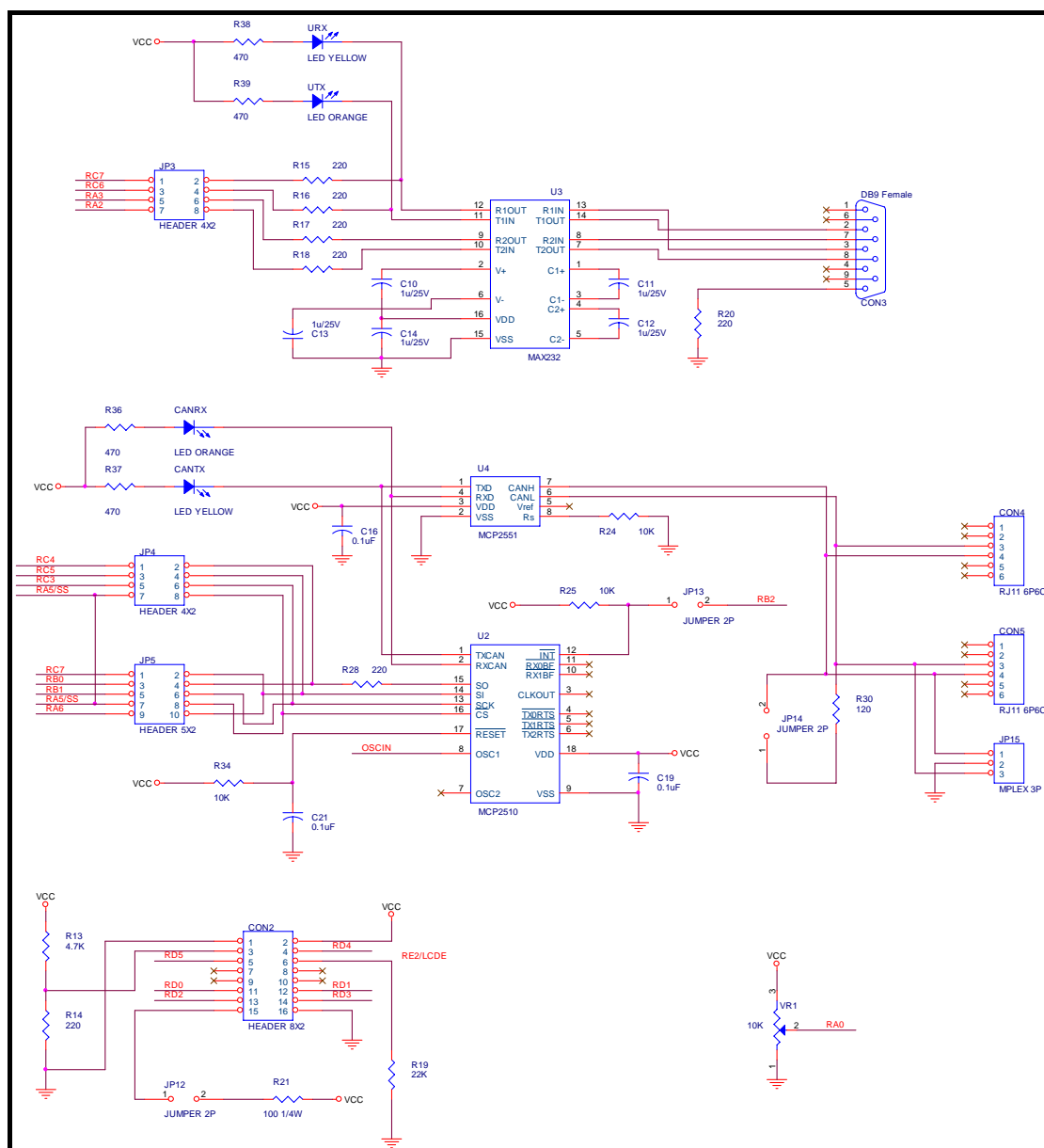
C - 1 電源、 ICD2 介面、 USB 信號及外部震盪器



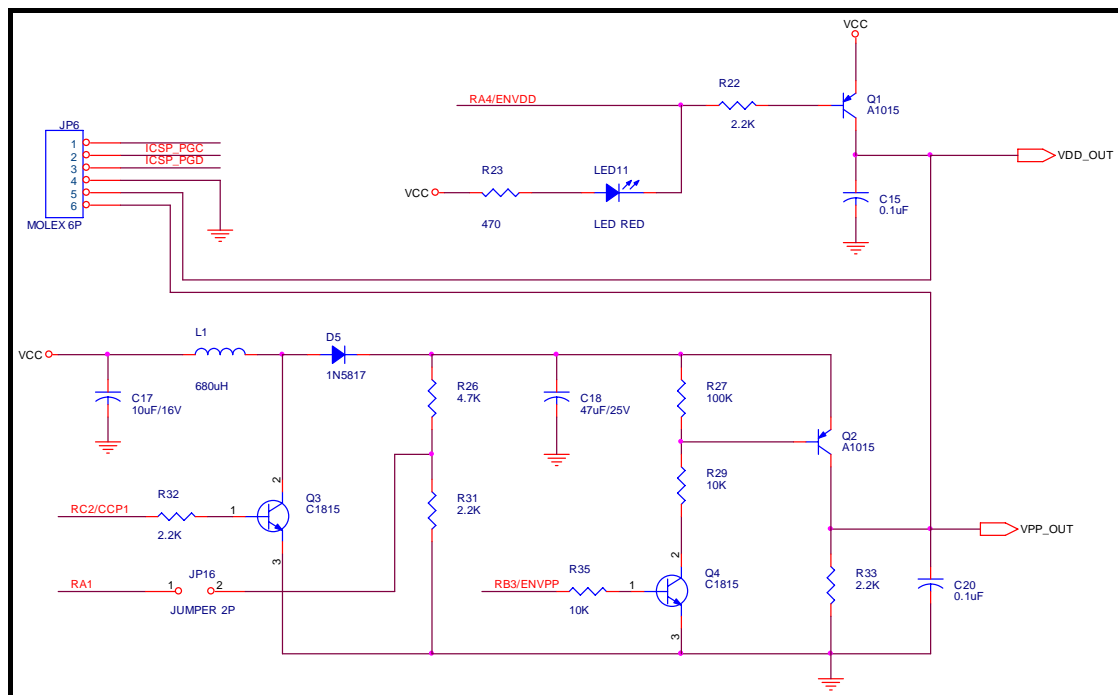
C - 2 LED、按鍵及 TC77 溫度 Sensor 的線路



C - 3 RS-232、CAN、LCD 與可變電阻的線路



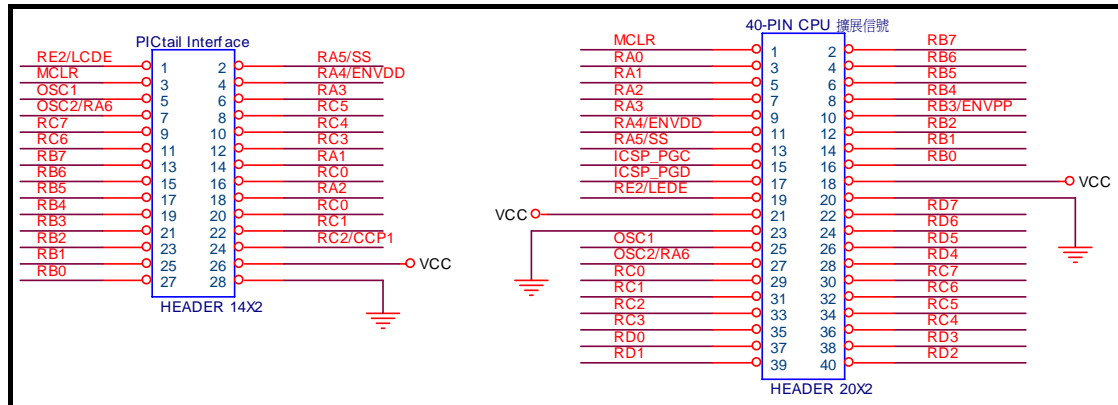
C - 4 ICSP 的控制电路（此电路區塊置於 LCD Module 下方）



C - 5 用於 PICtail 界面的連接器以及 40-Pin 2.54mm 雙排排針的信號定義

使用 PICtail Interface，使用者可以連接被設計用於 PICtail 界面的其他附加電路板，如 Microchip 原廠設計的 SD/MMC Card Reader(AC164122)以及 TCP/IP PICtail Board(AC164121)

40-PIN CPU 擴展信號的 Connector 在 APP013 上雖無正式的元素編號，但很好辨認，其位置在 CPU 的右方，為一 20*2 2.54mm 間距的雙排排針，主要讓使用者可以使用此連接器來外加其他自己設計的線路與功能。



D. 使用 Microchip MCHPFSUSB Firmware 來開始 USB 產品設計

D-1 在 Microchip Web 下載 MCHPFSUSB 程式套件

URL : www.microchip.com/usb 選則 Full Speed USB

您將看到有關 Microchip USB 產品的介紹，將頁面向下卷動則會看見以下標示了可下載項目的連結，你可以選擇下載其中任一種 Device Class 的 USB Firmware 來做為參考，但建議選擇 Microchip Custom Driver 這個項目。壓縮檔大小約 3.5MB，內容包含了 DM163025 出廠時的測試碼 HID、CDC、MSD、以及客制化類別 (Custom Class) 等的範例；還有 Microchip 提供的 USB Driver，DLL 檔以及 PC 端的程式範例。

目前網路下載的檔案名稱為 en021826.zip，解開後會有一執行檔 MCHPFSUSB_setup.exe，直接安裝即可在 C 磁碟得到一個新的目錄 C:\MCHPFSUSB，目錄名稱及位置是固定的！

Full Speed USB **FREE Software Support**
To design applications using Microchip Full Speed USB devices you don't
USB application can be as simple as using an RS232 port if you rely on a fe
Download Free USB Firmware now to get started with your Full-Speed

- [Human Interface Device \(HID\) class firmware](#)
- [Communication Device Class \(CDC\) firmware](#)
- [Mass Storage Class Firmware](#)
- [Microchip Bootloader](#)
- [Microchip Custom Driver](#)

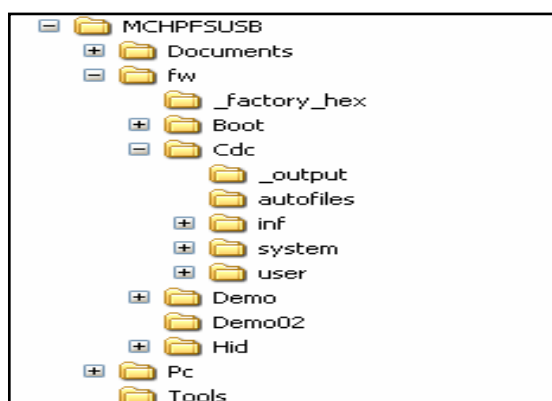
Application Notes

- [AN950](#) Power Management for PIC18 USB Microcontrollers with nanoWatt
- [AN956](#) Migrating Applications to USB from RS-232 with Minimal Impact on
- [AN1003](#) USB Mass Storage Device Using the PIC® MCU
- [TB095](#) Modifying the PICDEM™ USB Board for PIC18 Full-Speed USB Mic

Development Tools

- [PICDEM FS-USB DM163025](#)
- PIC18F87J50 FS USB Demonstration Plug-In Module (#MA180021) (co**
The PIC18F87J50 FS USB Plug-In Module (PIM) is a full speed USB demonstration and developme
FLASH reprogrammable PIC18F87J50 microcontroller. The PIM can be operated either stand along
the HPC Explorer demo board for developing USB 2.0 compliant applications.

** MCHPFSUSB 目錄的結構：



D-2 MCHPFSUSB Firmware 套件及相關子目錄解說

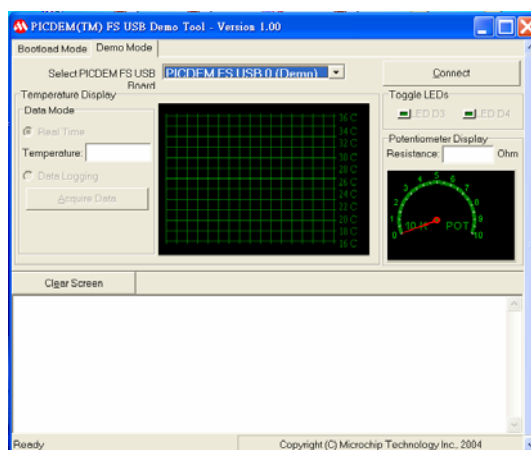
MCHPFSUSB Firmware 套件包含了 PIC18F USB 系列的 USB 範常式以及 PC 端的軟體工具和驅動程式，最重要的兩個目錄分別為 “fw” 及 “pc”。

C:\MCHPFSUSB\fw 包含以下幾個重要的子目錄：

- `_factory_hex`：內含 DM163025 出廠測試程式的 .hex 檔案，檔名為 `picdemfsusb.hex`。內容為 Boot + Demo 的組合，也就是把 Bootloader 的程式與 Demo 程式合併以方便使用者測試 Custom class 的裝置。
- `Boot`：內含 Bootloader 範例的 Source code，使用 Microchip 的 USB Driver (`mchpusb.sys`)來操作 Custom class device 配合 Microchip 提供的 PC demo 程式 (`pdfsusb.exe`) 可以完成 Bootloader 的功能。
- `Cdc`：內含 CDC class device 範例的 Source code，CDC class device 使用 Windows XP 內建的驅動程式來實現通信的功能，本範例完成的是 COM Port 的功能並有一 INF 的子目錄內包含了安裝驅動程式所需的安裝資訊檔 - `mchpcdc.inf`
- `Demo`：內含一個使用 Custom class device 為範例的 source code，使用 Microchip 的 USB 驅動程式 `mchpusb.sys` 來操作。配合 Microchip 提供的 PC demo 程式 (`pdfsusb.exe`) 可以做一個雙向資料傳輸的控制台。
- `Hid`：內含一個 HID Mouse demo 的 source code，此範例在程式中模擬一個做圓形運動的滑鼠，操作時使用 Windows 內建的 HID Driver 就可以了。

C:\MCHPFSUSB\pc 包含以下幾個重要的子目錄：

- MCHPUSB Driver: 內含 Microchip 的 USB 驅動程式 mchpusb.sys。Microchip 提供兩種不同模式的驅動程式並分別置於 debug 與 release 兩個子目錄中。一般性的操作使用 release 目錄中的驅動程式。
- mpusbapi: 此目錄包含 mpusbapi.dll, mpusbapi.dll 的 source code 以及使用的範例。mpusbapi.dll 的功用主要在提供使用者一些操作 mchpusb.sys 時所需的 APIs。可以簡化使用驅動程式 mchpusb.sys 操作 Custom class device 時所需的流程控制
- pdfsusb: 內含一個完整的 PC 端 demo 程式，可以讓 MCHPFSUSB 範常式式中的 Demo 和 Boot 兩個 demo 程式在此軟體的支援下得到功能的展現。

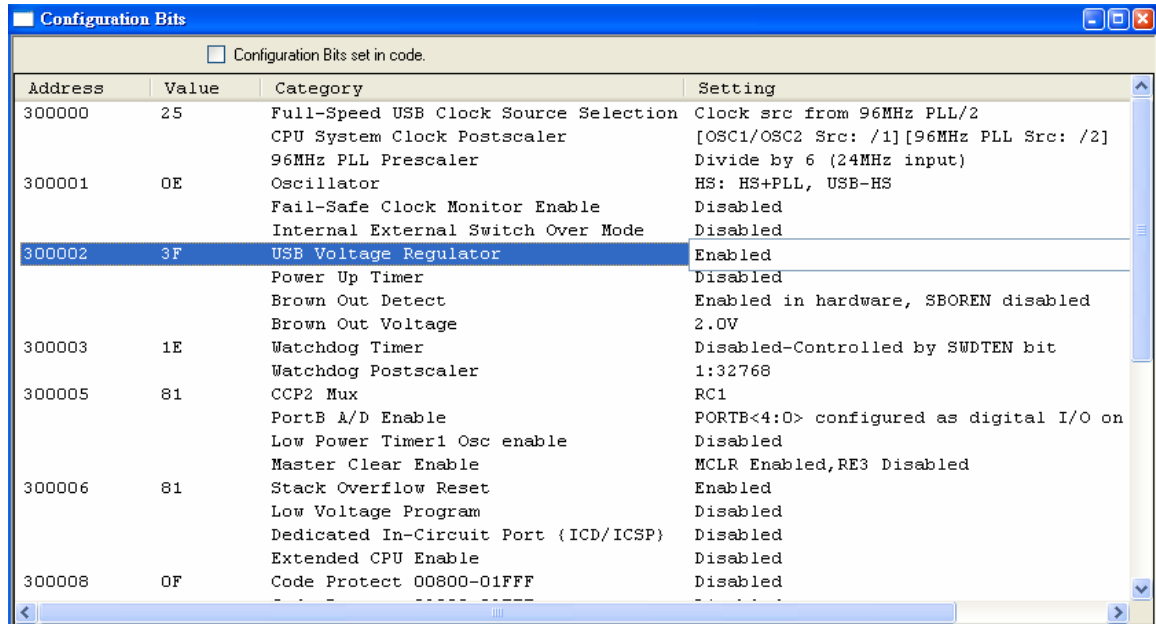


D-3 載入 picdemfsusb.hex 來開始使用 APP013

要測試並使用 APP013 最快的方式就是載入 MCHPFSUSB 套件所附的出廠測試程式，步驟如下：

- 執行 MPLAB IDE
- 使用 IDE 功能表的 Configure -> Select Device 選擇 PIC18F4550 為要使用來開發的 MCU
- 使用 IDE 功能表的 File -> Import 來載入 picdemfsusb.hex，位置在 C:\MCHPFSUSB\fw_factory_hex\
- 使用 IDE 功能表的 Configure -> Configuration Bit 來對 PIC18F4550 內建 PLL 的輸入頻率做除 6 的調整。原因是 PIC18F4550 的 96Mhz PLL 只接受 4Mhz 的輸入，所以 APP013 上的 24 Mhz 工作頻率必需被除 6 後才能以 4 Mhz 的頻率輸入至 96 Mhz PLL。
- 使用 IDE 功能表的 Programmer -> Select Programmer -> MPLAB ICD 2 選擇使用 MPLAB ICD 2 為燒錄程式的工具。
- 將 APP013 與 MPLAB ICD 2 連接後將程式燒錄至 PIC18F4550
- 將 APP013 與 MPLAB ICD 2 分開使 APP013 可以 free run 或是使用功能表上 MPLAB ICD 2 專用的 Release from Reset 按鈕來使 APP013 可以離開 RESET 狀態而執行應用程式

**** 選取外加頻率除 6 後進入 96Mhz PLL**



Address	Value	Category	Setting
300000	25	Full-Speed USB Clock Source Selection	Clock src from 96MHz PLL/2
		CPU System Clock Postscaler	[OSC1/OSC2 Src: /1][96MHz PLL Src: /2]
		96MHz PLL Prescaler	Divide by 6 (24MHz input)
300001	0E	Oscillator	HS: HS+PLL, USB-HS
		Fail-Safe Clock Monitor Enable	Disabled
		Internal External Switch Over Mode	Disabled
300002	3F	USB Voltage Regulator	Enabled
		Power Up Timer	Disabled
		Brown Out Detect	Enabled in hardware, SBOREN disabled
		Brown Out Voltage	2.0V
300003	1E	Watchdog Timer	Disabled-Controlled by SWDTEN bit
		Watchdog Postscaler	1:32768
300005	81	CCP2 Mux	RC1
		PortB A/D Enable	PORTB<4:0> configured as digital I/O on
		Low Power Timer1 Osc enable	Disabled
		Master Clear Enable	MCLR Enabled, RE3 Disabled
300006	81	Stack Overflow Reset	Enabled
		Low Voltage Program	Disabled
		Dedicated In-Circuit Port (ICD/ICSP)	Disabled
		Extended CPU Enable	Disabled
300008	0F	Code Protect 00800-01FFF	Disabled

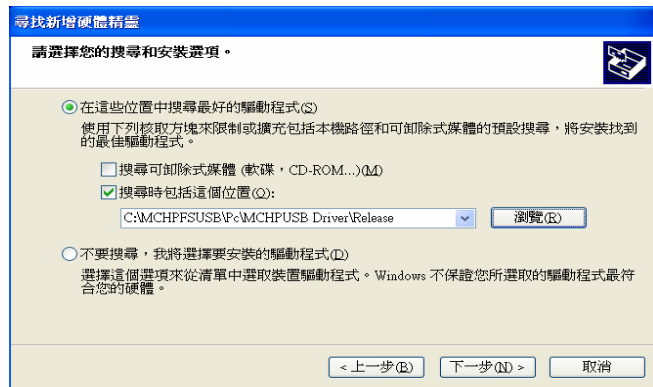
D-4 使用 mchpusb.sys 做為裝置的驅動程式

當 APP013 燒錄了 picdemfsusb.hex 並正確執行，在將 APP013 以 USB 纜線插入 PC 後，第一個要解決的問題就是當 PC 找到一個新的硬體裝置後該如何！因為 demo 的程式使用的是 Custom class，所以我們要引導 PC 找到 mchpusb.sys。以下是各步驟的圖示

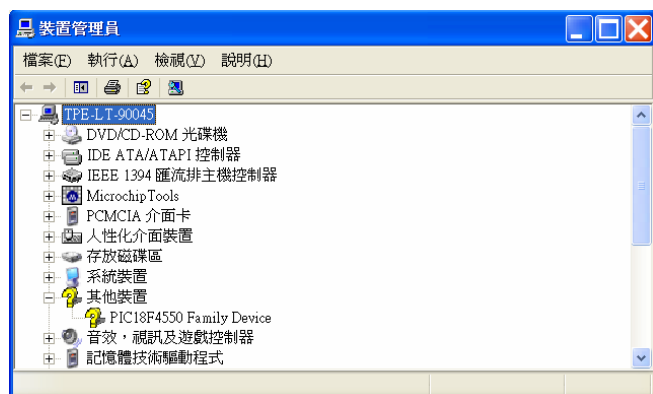
- a. 選擇從清單或特定位制安裝驅動程式



- b. 將驅動程式的正確位址選定，讓新增硬體精靈可以找到驅動程式



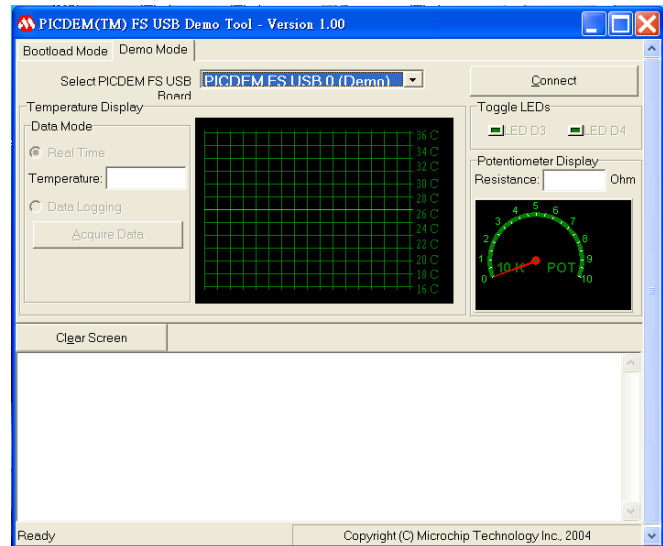
- c. 當驅動程式安裝完成後在裝置管理員將看到一個其他裝置，名稱為：PIC18F4550 Family Device



D-5 使用 pdfsusb.exe 操作工作於 Demo mode 的 APP013

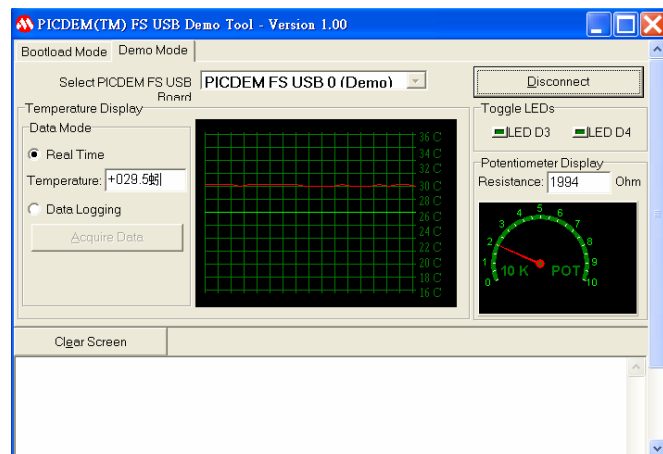
當 APP013 使用 picdemfsusb.exe 程式時，其裝置的類別、PID 及 VID 都是符合 pdfsusb.exe 可操作元件的需求。此時若 APP013 正常工作，則執行 pdfsusb.exe 可以做以下的操作：

- a. 選擇 pdfsusb 要操做的模式為“Demo Mode”，然後在 Select PICDEM FS USB 的下拉選單中應會出現 USB demo Board - > PICDEM FS USB(Demo)



- b. 按下“Connect”按鈕以便連接 USB Demo device

- c. APP013 所模擬的 USB Demo Device 此時會與 pdfsusb 程式做雙向溝通，VR 及 TC77 溫度 Sensor 的讀值會被送至 pdfsusb 顯示。使用者也可以使用 LED D3、LED D4 兩個按鈕來操控 APP013 上的 LED



D-6 使用 pdfsusb.exe 操作工作於 Bootloader mode 的 APP013

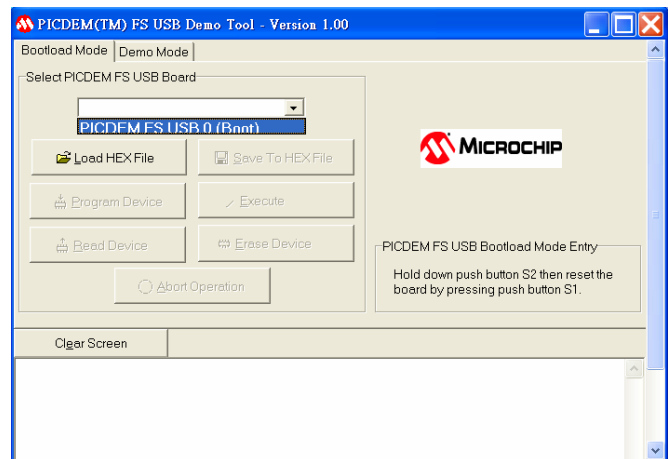
_factory_hex.hex 所含程式除了 Demo mode 程式外也包含了 Bootloader mode 的功能，要進入 Bootloader mode 有一定的程序如下：

- 按下 S3 讓 APP013 進入 RESET
- 按下 S2，S2 是 Power-On 時用來判斷是否進入 Bootloader 的依據
- 持續按著 S2，然後將 S3 放開讓 APP013 可以正常工作
- 當 APP013 正常工作後放開 S2
- 若裝置已正確安裝，則 APP013 進入 Bootloader mode

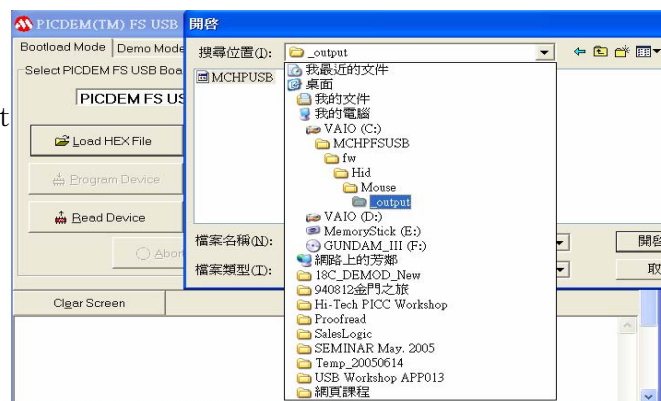
因為 APP013 執行 Bootloader mode 的程式時使用的是另一個 PID & VID 的組合，所以 PC 會再度找到一個新裝置！此時的處置方式和 Demo mode 時一樣。因為都是 Custom class 的裝置，所以都使用 mchpusb.sys 為驅動程式。

以下圖示為操作 APP013 於 Bootloader mode 的範例：

- 選擇 pdfsusb 要操做的模式為“Bootloader Mode”，然後在 Select PICDEM FS USB 的下拉選單中應會出現 USB demo Board - > PICDEM FS USB(Boot)
- 使用 Load HEX File 功能鈕來選擇要載入的程式 (.hex)

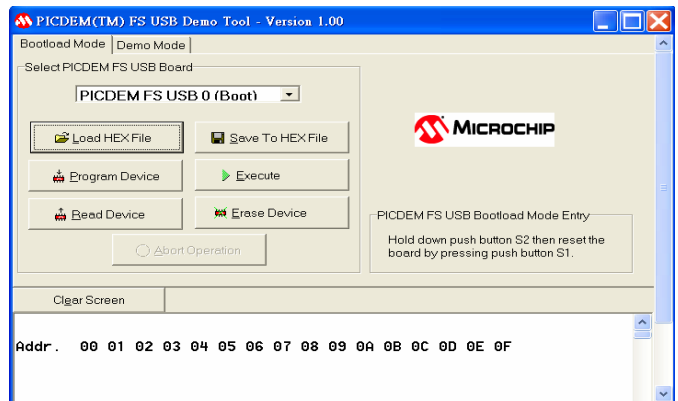


- 由 Windows 的選單中選擇 MCHPFSUSB\fw\Hid\Mouse_output 目錄中的 mchpusb.hex
- 使用 Program Device 功能鈕將 mchpusb.hex 載入至 APP013



e. 燒錄完成後可以使用 Execute 功能鈕或按下 APP013 的 S3 來啟動新載入的程式

f. 因為此時 APP013 的 S2 按鈕並未被按下，當程式重新執行時不會進入 Bootloader mode，所以此時應該有一個一直繞圈子的滑鼠在 PC 上執行



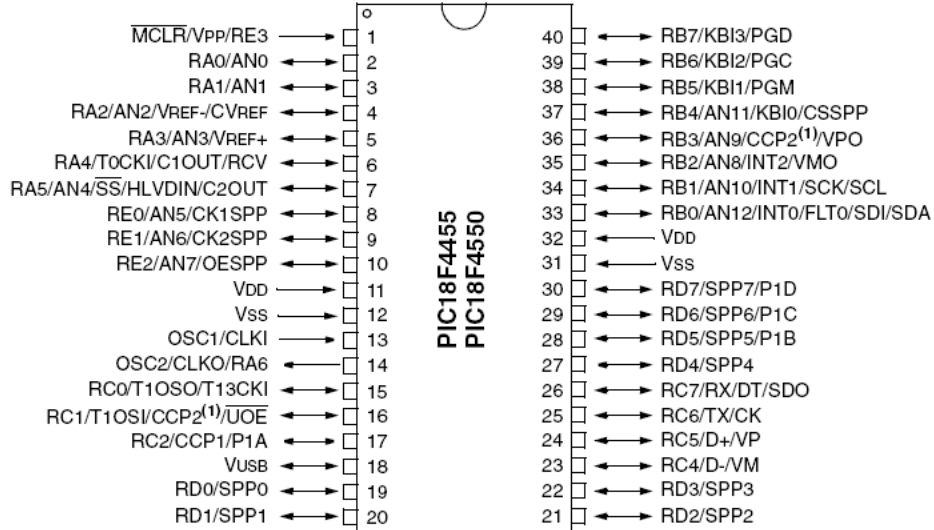
g. 若要重新進入 Bootloader 只要依照步驟 a 的方式重新進入即可

h. 若要回復原來的控制台程式，只要再使用 Load HEX File 功能鈕重新載入 Demo 子目錄下的 mchpusb.hex 程式碼並透過 pdfsusb 重新 Program Device 即可，目錄如下：

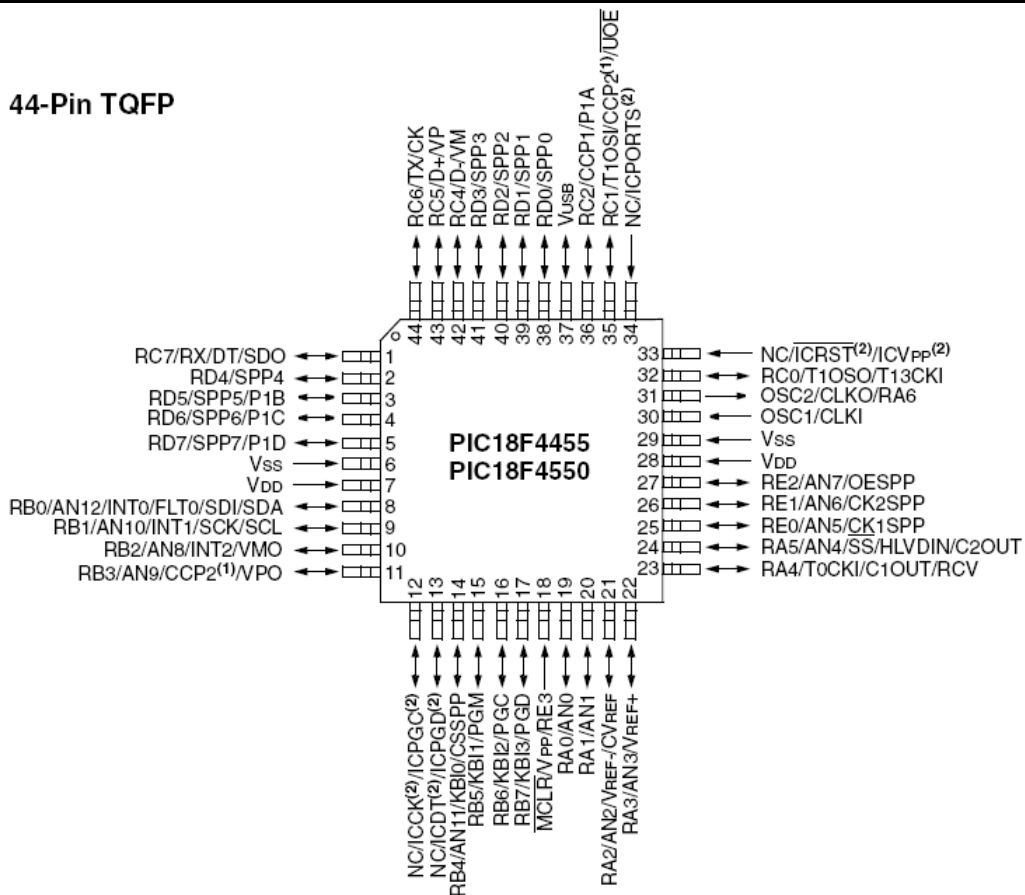
C:\MCHPFSUSB\fw\Demo_output

附錄 A . PIC18F4550 的腳位圖

40-Pin PDIP



44-Pin TQFP



附錄 B . TC-77 溫度 Sensor 的腳位圖



TC77

Thermal Sensor with SPI™ Interface

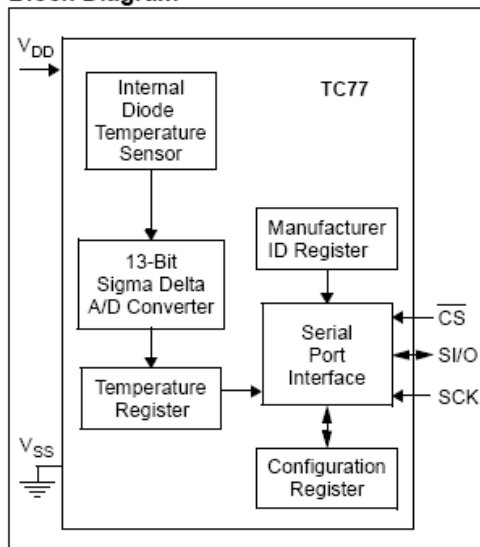
Features

- Digital Temperature Sensing in 5-Pin SOT-23A and 8-Pin SOIC Packages
- Outputs Temperature as a 13-Bit Digital Word
- SPI and MICROWIRE™ Compatible Interface
- Solid State Temperature Sensing
- $\pm 1^{\circ}\text{C}$ (max.) accuracy from $+25^{\circ}\text{C}$ to $+65^{\circ}\text{C}$
- $\pm 2^{\circ}\text{C}$ (max.) accuracy from -40°C to $+85^{\circ}\text{C}$
- $\pm 3^{\circ}\text{C}$ (max.) accuracy from -55°C to $+125^{\circ}\text{C}$
- 2.7V to 5.5V Operating Range
- Low Power
 - 250 μA (typ.) Continuous Conversion Mode
 - 0.1 μA (typ.) Shutdown Mode

Typical Applications

- Thermal Protection for Hard Disk Drives and Other PC Peripherals
- PC Card Devices for Notebook Computers
- Low Cost Thermostat Controls
- Industrial Control
- Office Equipment
- Cellular Phones
- Thermistor Replacement

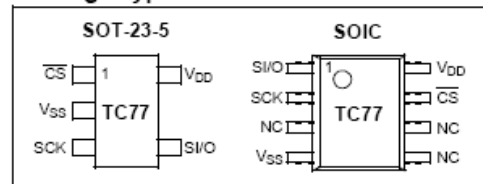
Block Diagram



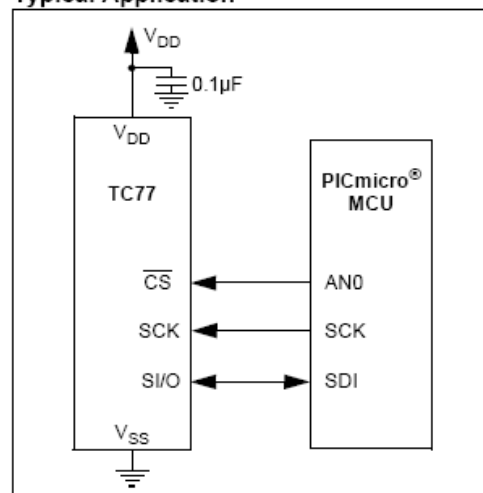
Description

The TC77 is a serially accessible digital temperature sensor particularly suited for low cost and small form-factor applications. Temperature data is converted from the internal thermal sensing element and made available at anytime as a 13-bit two's complement digital word. Communication with the TC77 is accomplished via a SPI and MICROWIRE compatible interface. It has a 12-bit plus sign temperature resolution of 0.0625°C per Least Significant Bit (LSb). The TC77 offers a temperature accuracy of $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ (max.) over the temperature range of $+25^{\circ}\text{C}$ to $+65^{\circ}\text{C}$. When operating, the TC77 consumes only 250 μA (typ.). The TC77's Configuration register can be used to activate the low power Shutdown mode, which has a current consumption of only 0.1 μA (typ.). Small size, low cost and ease of use make the TC77 an ideal choice for implementing thermal management in a variety of systems.


Package Types



Typical Application



附錄 C . MCP2551 CAN Transceiver 的腳位圖

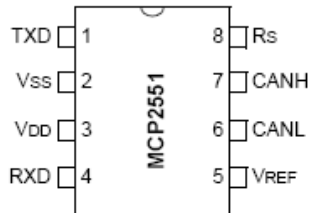
**MICROCHIP**

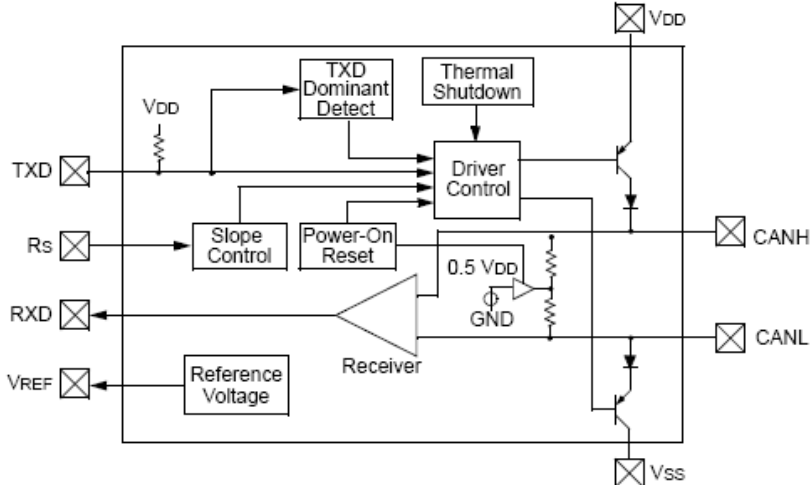
MCP2551

High-Speed CAN Transceiver


Features

- Supports 1 Mb/s operation
- Implements ISO-11898 standard physical layer requirements
- Suitable for 12V and 24V systems
- Externally-controlled slope for reduced RFI emissions
- Detection of ground fault (permanent dominant) on TXD input
- Power-on reset and voltage brown-out protection
- An unpowered node or brown-out event will not disturb the CAN bus
- Low current standby operation
- Protection against damage due to short-circuit conditions (positive or negative battery voltage)
- Protection against high-voltage transients
- Automatic thermal shutdown protection
- Up to 112 nodes can be connected
- High noise immunity due to differential bus implementation
- Temperature ranges:
 - Industrial (I): -40°C to +85°C
 - Extended (E): -40°C to +125°C

Package Types
PDIP/SOIC

Block Diagram

附錄 D . MCP2515 CAN Controller 的腳位圖


MICROCHIP

MCP2515
Stand-Alone CAN Controller With SPI™ Interface

Features

- Implements CAN V2.0B at 1 Mb/s:
 - 0 – 8 byte length in the data field
 - Standard and extended data and remote frames
- Receive buffers, masks and filters:
 - Two receive buffers with prioritized message storage
 - Six 29-bit filters
 - Two 29-bit masks
- Data byte filtering on the first two data bytes (applies to standard data frames)
- Three transmit buffers with prioritization and abort features
- High-speed SPI™ Interface (10 MHz):
 - SPI modes 0,0 and 1,1
- One-shot mode ensures message transmission is attempted only one time
- Clock out pin with programmable prescaler:
 - Can be used as a clock source for other device(s)
- Start-of-Frame (SOF) signal is available for monitoring the SOF signal:
 - Can be used for time-slot-based protocols and/or bus diagnostics to detect early bus degradation
- Interrupt output pin with selectable enables
- Buffer Full output pins configurable as:

Description

Microchip Technology's MCP2515 is a stand-alone Controller Area Network (CAN) controller that implements the CAN specification, version 2.0B. It is capable of transmitting and receiving both standard and extended data and remote frames. The MCP2515 has two acceptance masks and six acceptance filters that are used to filter out unwanted messages, thereby reducing the host MCUs overhead. The MCP2515 interfaces with microcontrollers (MCUs) via an industry standard Serial Peripheral Interface (SPI).

Package Types

18-Lead PDIP/SOIC

TXCAN	1	18	V _{DD}
RXCAN	2	17	RESET
CLKOUT/SOF	3	16	CS
TX0RTS	4	15	SO
TX1RTS	5	14	SI
TX2RTS	6	13	SCK
OSC2	7	12	INT
OSC1	8	11	RX0BF
V _{SS}	9	10	RX1BF

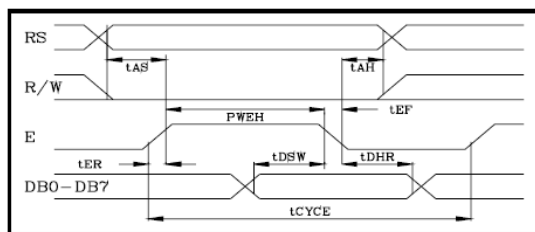
附錄 E. LCD Module 的 Command 及 Read/Write 的 Timing

APP013 的 LCD Module 連接的腳位如下:

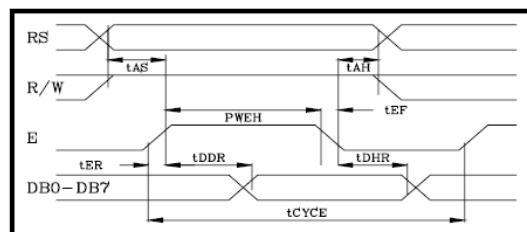
- RS : RD4
- RW : RD5
- EN : RE2
- DB4..DB7 : RD0 .. RD3 (使用 4-bit mode 的控制方式)

FUNCTION	R S	R /W	D B 7	D B 6	D B 5	D B 4	D B 3	D B 2	D B 1	D B 0	DESCRIPTION	EXECU. TIME* (MAX.)
Clear Display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Clears entire display and returns the cursor to home position (address 0).	1.64ms
Return Home	0	0	0	0	0	0	0	0	1	x	Return the cursor to the home position. Also returns the display being shifted to the original position. DD RAM contents remain unchanged.	1.64ms
Entry mode set	0	0	0	0	0	0	0	1	I / D	S	Set cursor move direct and specifies display shift. These operations are performed during data rite/read. For normal operation, set S to zero. I/D=1 : increment ; 0 : decrement ; S=1 : accompanies display shift when data is written, for normal operation, set to zero.	40 μ s
Display ON/OFF control	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Set ON/OFF all display(D), cursor ON/OFF(C), and blink of cursor position character(B). D=1: ON display; 0:OFF display. C=1: ON cursor; 0: OFF cursor. B=1: ON blink cursor; 0: OFF blink cursor.	40 μ s
Cursor or Display shift	0	0	0	0	0	1	S / C	R / L	x	x	Move the cursor and shift the display without changing DD RAM contents. S/C=1: Display shift; 0:Cursor move. R/L=1: shift to right; 0: shift to left.	40 μ s
Function Set	0	0	0	0	1	D / L	N	F	x	x	Set the interface data length (DL). Number of display lines (N) and character font (F). DL=1: 8 bits; 0:4 bits. N=1: 2 lines; 0: 1 lines. F=1: 5x10 dots; 0: 5x7 dots.	40 μ s
Set CG RAM address	0	0	0	1	ACG						Set CG RAM address. CG RAM data is sent and received after this setting.	40 μ s
Set DD RAM address	0	0	1	ADD							Set DD RAM address. DD RAM data is sent and received after this setting	40 μ s
Read busy flag & address	0	1	B / F	AC							Reads Busy Flag (BF) indicating internal operation is being performed and reads address counter contents. BF=1: internally operating. 0: can accept instruction	1 μ s
Write Data to CG/DDRAM	1	0	WRITE DATA								Write data into DD RAM or CG RAM.	40 μ s
Read Data for CG/DDRAM	1	1	READ DATA								Read data from DD RAM or CG RAM	40 μ s

Write Operation



Read Operation



Item	Symbol	Limit (Min.)	Limit (Max.)	Unit
Enable Cycle Time	tCYCE	1000	--	ns
Enable Pules Width (High level)	PWEH	450	--	ns
Enable Rise/Fall Time	tER,tEF	--	25	ns
Address Set-Up Time (RS,R/W,E)	tAS	100	--	ns
Address Hole Time	tAH	10	--	ns
Data Set-Up Time	tDSW	100	--	ns
Data Delay Time	tDDR	--	190	ns
Data Hold Time	tDHR	20	--	ns