

# APP-EDF2010-01 實驗板使用手冊

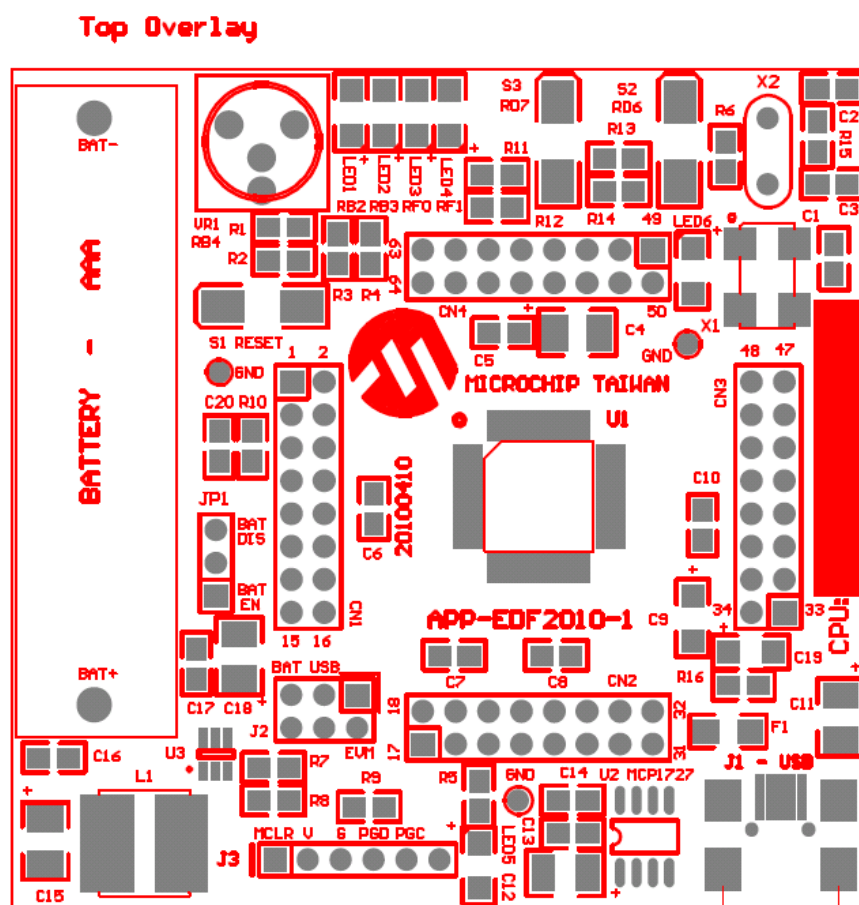
APP-EDF2010-01 為 Microchip Taiwan Office 專門為 2010 年 5 月份所舉辦的 Microchip 嵌入式設計論壇主題產品所設計的實驗板。APP-EDF2010-1 實驗板上所安裝的 MCU 為 Microchip 最新的 PIC32MX795F512H-80I/PT，搭配 Microchip 的 USB Firmware Stacker 所附加的 HID Bootloader，讓使用者在不需要外接 Debugger 或 Programmer，就可以使用 PC 藉由 Microchip 提供的 HID Bootloader 應用程式，將使用者所開發的程式載入 PIC32 並加以執行。

除了 PIC32MX7 系列這個 32-bit MCU 之外，APP-EDF2010-1 上還加入了 MCP1640 這顆高效率的同步式 Boost Regulator 電源轉換 IC，讓使用者體驗如何輕鬆地將單顆電池所供應的電源，簡單又有效率地轉換為 3.3V 的 PIC32 MCU 工作電壓。



以下就針對 APP-EDF2010-01 的重要硬體線路、HID Bootloader 的啓用、範例程式的編譯及載入、以及在使用上所需注意事項做一說明。

## A: APP-EDF2010-1 重要元件及說明



- U1 : PIC32MX795F512H-80I/PT，是 APP-EDF2010-1 上預置的 MCU，因為 PIC32MX 與 PIC24FJ 系列間有高度的相容性，所以 U1 的位置也能適用於 64-pin 的 PIC32MX4/MX5/MX6/MX7 等有 USB 功能的 PIC32 MCU 或 PIC24FJxxxGB 系列。
- U2 : MCP1727-3302，使用於將 USB Connector 上的 5V VBUS 轉換為 3.3V，使用 LED5 來做為 Power Good 的指示。
- U3 : MCP1640，使用於將單顆電池電源轉換為 3.3V。
- JP1 : Enable / Disable MCP1640 的電壓轉換功能，JP1 置於 BAT EN 的位置用來致能 MCP1640，而 JP1 置於 BAT DIS 則可將 MCP1640 Disable。
- J1 : Mini-B USB Connector，除了提供連接之外，也將 USB 上的 VBUS 接至 U2 的輸入，做為 APP-EDF2010-1 的電源之一。
- J2 : 用來選擇 APP-EDF2010-1 電源的 source，可選擇的 source 有 3 種，分別為 EVM (由 CN1 ~ CN4 上的電源腳供電)、USB (由 MCP1727 經由 USB VBUS 轉換後的 3.3V 供電)、BAT (由 MCP1640 升壓後的 3.3V 電源供電)。
- J3 : 用於連接 PICKIT 3 的 Connector，來對 APP-EDF2010-1 上的 MCU 做 Programming 或 Debug。

- X1： 8 Mhz 的 Oscillator，APP-EDF2010-1 預置的震盪器
- X2： 石英晶體的保留位置，為選擇性的元件。使用 X1 即不需要 X2
- S1： 連接於 MCU 的 MCLR 接腳之按鍵，按下為 Low
- S2： 連接於 MCU RD6 接腳的按鍵，按下為 Low
- S3： 連接於 MCU RD7 接腳的按鍵，按下為 Low
- VR1： 連接於 MCU RB4(AN4) 接腳的 10K 可變電阻
- LED1： 連接於 MCU RB2 接腳
- LED2： 連接於 MCU RB3 接腳
- LED3： 連接於 MCU RF0 接腳
- LED4： 連接於 MCU RF1 接腳
- LED6： Power LED，只要對 APP-EDF2010-1 供電，LED6 則點亮以顯示電源的 ON/OFF 狀態
- CN1~CN4 各為 8X2 的雙排排針，1:1 地對應到 CPU 64 pin 接腳，但 CNx connector 上的 Vdd 未直接與 MCU 的 Vdd 相連，而是透過 J2 的選擇才對 APP-EDF2010-1 供電的

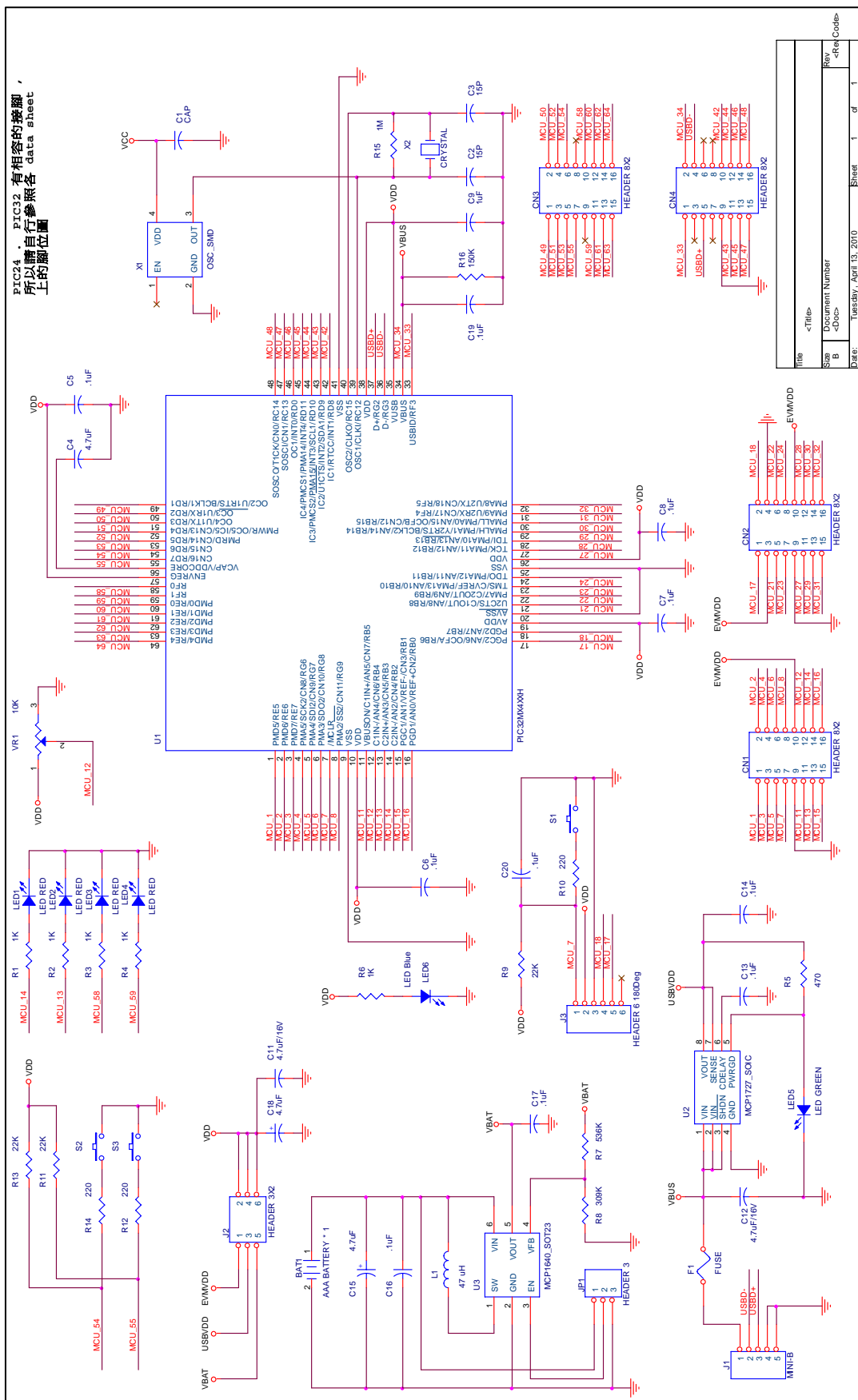
## B: APP-EDF2010-1 使用前注意事項

APP-EDF2010-1 上 MCU 的 Vdd 來源有 3 種，分別為 (1)由 CN1 ~ CN4 將擴充底板 (APP026-3 或其它相容底板) 的電源引入、 (2)由 MCP1727 將 USB Connector 5V 轉換後的 3.3V 電源、 (3) 由 MCP1640 將電池電源升壓後的 3.3V 電源。J2 用來選擇其中一種為 CPU 供電，在電源的選用上要先確定被選到的 Source 是存在且有效的。

若以 J2 選用 BAT 為電源的 source，JP1 要設定為 BAT EN 的位置，如此 MCP1640 的升壓功能才會致能。LED6 為 Power LED，指示 APP-EDF2010-1 上的電源狀態。

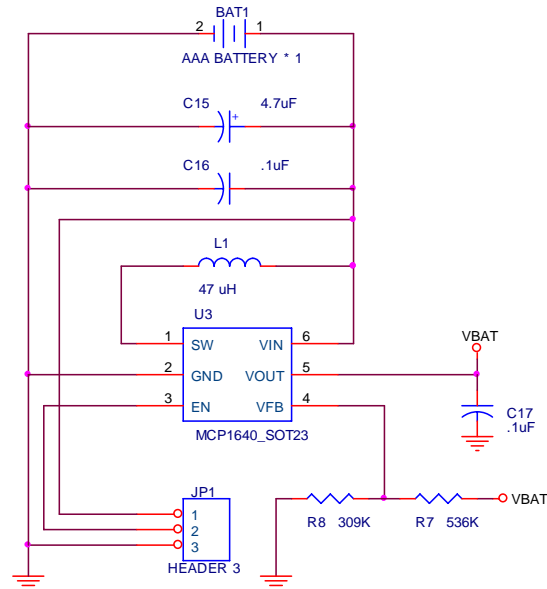
因為由 USB 及 BAT 來的電源都經轉換後控制於 3.3V，但由 EVM 來的電源並未加以限制，所以當使用 J2 選擇 EVM 為電源 source 時要特別注意在 CN1 ~ CN4 引入的電壓不可超過 3.6V ！

**C : APP-EDF2010-1 完整線路圖**



## D：各部電路解說

### (1) MCP1640 升壓電路



MCP1640 使用 R7 & R8 的分壓來決定輸出值，在其 Data sheet 上的參考公式為：

EQUATION 5-1:

$$R_{TOP} = R_{BOT} \times \left( \frac{V_{OUT}}{V_{FB}} - 1 \right)$$

其中 VFB 固定為 1.21V，若要使 Vout = 3.3V，則若 RBOT = 309K，則 RTOP 必須接 533.7K。在此我們使用標準的 536K 電阻。

將 JP1 調至 1&2 ON 的位置，也就是將 EN 腳接輸入電壓，則 MCP1640 就啟動升壓的機制，產生 VBAT 電壓。在此我們的設定點為 3.3V。

\*\* VBAT 接到 J2，為 APP-EDF2010-1 的第 3 組輸入。

MCP1640 的 switching 頻率在 500K 左右，所以在 PCB Layout 上要注意，使用者可參考 APP-EDF2010-1 的 PCB Layout 或 Data sheet 上的 Figure 5-1

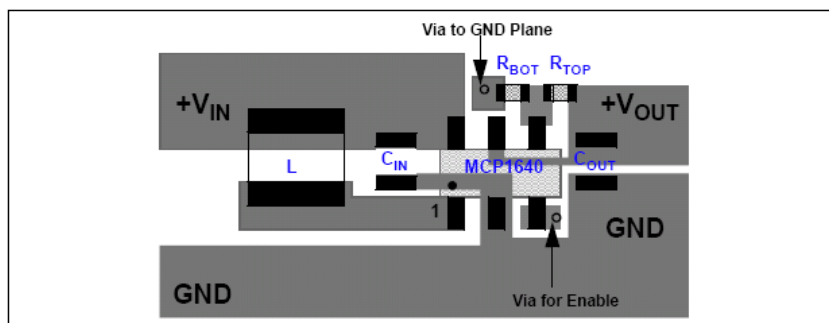
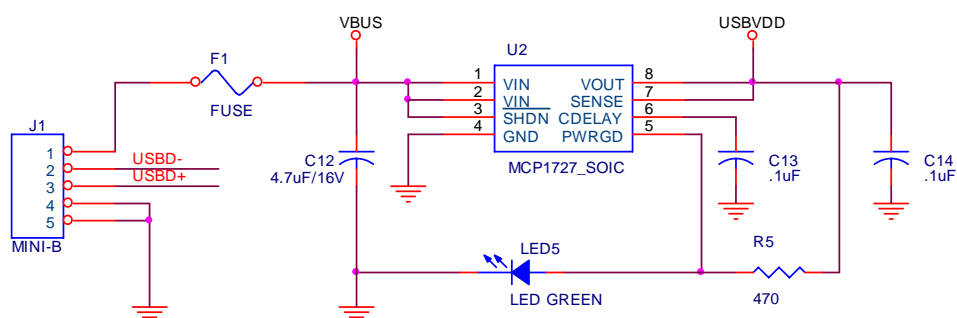


FIGURE 5-1: MCP1640/B/C/D SOT23-6 Recommended Layout.

## (2) USB 電源供應電路

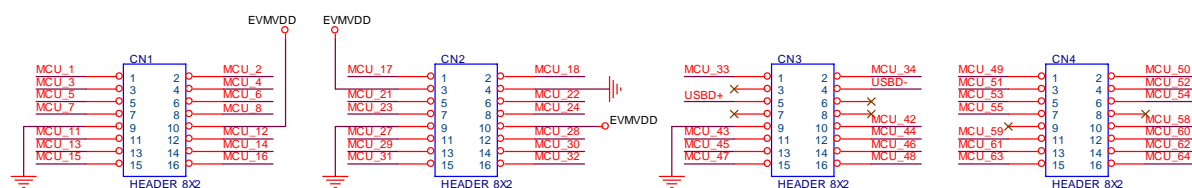


J1 為 Mini-B 的 USB Connector，將 USB 信號引入並經由 F1 將 5V 的 VBUS 經由 MCP1727-3302 固定地轉為 3.3V 輸出，名稱為 USBVDD。

LED5 為 MCP1727 的 Power Good 指示燈，MCP1727 的 PWRGD 接腳也可用來對 CPU 做 Power On Reset 的動作，但 APP-EDF2010-1 並未用到此功能。

\*\* USBVDD 接到 J2，為 APP-EDF2010-1 的第 2 組輸入

## (3) EVM Board 連接電路



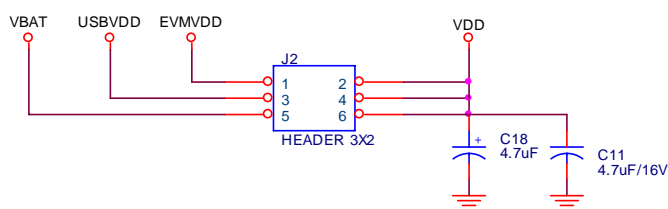
APP-EDF2010-1 可經由 CN1 ~ CN4 這 4 個 connector 與其它 EVM 連接，藉以獲得更多的功能及引入電源。MCU U1 的接腳以 1:1 的方式接至 CN1 ~ CN4，但 MCU U1 以下的接腳不與 CN1 ~ CN4 相連

- U1 的 VDD 腳
- U1 的 VDDCORE 腳
- U1 的 OSCI, OSCO 接腳
- U1 的 VUSB 接腳

經由 CN1 ~ CN4 引出的電源標示名稱為 EVMVDD，已經可以讓 APP-EDF2010-1 擴接的實驗板為 APP026-3，使用者可自行依機構尺寸來設計符合自己需求的擴充底板。

\*\* EVMVDD 接到 J2，為 APP-EDF2010-1 的第 1 組輸入

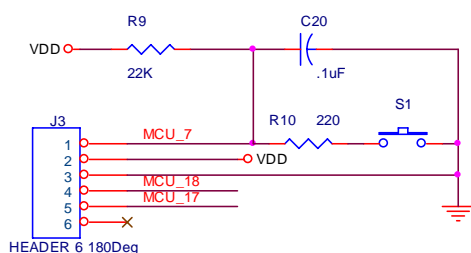
#### (4) 電源選擇界面 J2



J2 在 1、3、5 Pin 連接至不同的 Power Source，並使用 Jumper 來決定由哪一個來供應 APP-EDF2010-1 的電源。在 PCB 上的標示分別為 EVM、USB、BAT。

\*\* 每次請選擇一個 Power Source 供電

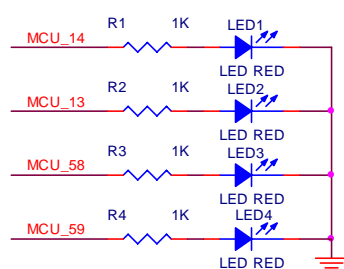
#### (5) Debugger 界面



J3 為 6-pin 2.54mm 間距的 connector，用來連接 PICKit 3 等利用 ICSP 界面的 Debugger / Programmer。J3 固定連接到 MCU U1 的 Pin17 & Pin18，也就是第 2 組 Debugger / Program 的腳位 (EMUC2/EMUD2, PGC2/PGD2)。

在此，S1 為使用者可用來手動 RESET U1 的按鍵，C20 這個電容在 APP-EDF2010-1 是個未安裝的元件，保留給使用者在需要時自行裝上！

## (6) IO – LED 控制線路



LED1 ~ LED4 為 Active High 的接法，MCU U1 接至 LED 腳位的對應為

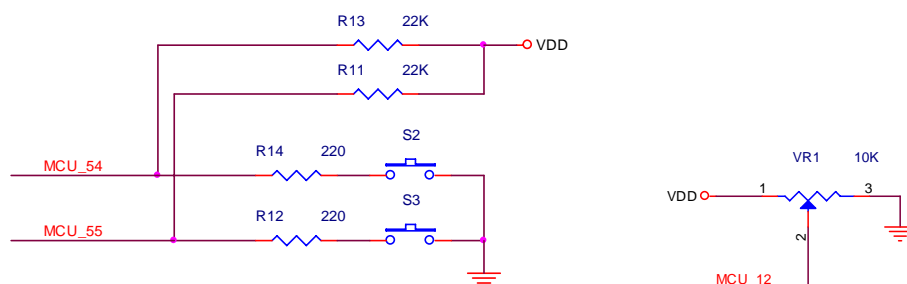
LED1 : U1 Pin-14，PIC32 的 RB2

LED2 : U1 Pin-13，PIC32 的 RB3

LED3 : U1 Pin-58，PIC32 的 RF0

LED4 : U1 Pin-59，PIC32 的 RF1

## (7) 按鍵與可變電阻



APP-EDF2010-1 有兩個 User Program 可用的按鍵，與 U1 接腳的對應為

S2 : U1 Pin-54，PIC32 的 RD6

S3 : U1 Pin-55，PIC32 的 RD7

APP-EDF2010-1 另接了一個 VR – VR1，中間抽頭的輸出連接至 U1 的 Pin-12，也就是 PIC32 的 RB4 / AN4 接腳。



## D : APP-EDF2010-1 範例程式介紹

APP-EDF2010-1 使用的是 64-pin 的 PIC32MX795，Microchip 也在網站上提供了許多 PIC32 的程式範例，只要稍加修改，APP-EDF2010-1 是可以執行大部份為 PIC32 所寫的範例。因為 PIC32MX 由 MX3 至 MX7 都採相同的 MIPS core，只不過可能因腳數不同，需要將某些只在 100-pin MCU 才存在，而 64-pin MCU 並沒有的接腳重新定義，

針對 APP-EDF2010-1，Microchip 提供了兩個 demo 程式；除了在 Microchip 台灣網站可以下載之外，也已經 Copy 至 Microchip 2010 年春季嵌入式設計論壇的 DVD 中，路徑為 APP\_EDF2010\_1

### 範例 1 : \APP\_EDF2010\_1\PIC32\_Basic\_IO\_Timer

此範例提供 MPLAB C32 對 I/O 操作相關的 functions & macros 的使用範例，使用 C32 的 peripheral library 來設定 Timer1 以及如何安排 Timer1 的中斷服務程式。

在此範例目錄中有一個極為重要的檔案，檔名為 procdefs.ld。此為 MPLAB C32 的連結器描述檔，用來提供 Linker 載入程式時的依據。因為在 APP-EDF2010-1 實驗板我們預先載入了 bootloader，所以使用者程式就必須往後退，才不至於有重疊的情況。將修改過後的 procdefs.ld 放在與使用者專案相同的目錄中，Linker 就會使用新的連結器描述檔來對使用者程式做特殊的安排。

一般程式的起點為在 Virtual Memory 9D00:0000 的位址，修改後的 procdefs.ld 將新的起點移位至 9D00:6A00。若使用者決定不用 BOOTLOADER 來載入程式而要直接用燒錄器燒錄程式，只要將此檔案重新命名即可。一般我們將其重新命名為 procdefs.ld.boot

修改過的 procdefs.ld 其中對 memory 節區的位址定義如下：

kseg0_program_mem	(rx)	: ORIGIN = 0x9D006A00, LENGTH = 0x7A600
kseg0_boot_mem		: ORIGIN = 0x9D006490, LENGTH = 0x970
exception_mem		: ORIGIN = 0x9D005000, LENGTH = 0x1000
kseg1_boot_mem		: ORIGIN = 0x9D006000, LENGTH = 0x490

範例 1 的程式功能如下：

- 設定一個 100ms 中斷 CPU 一次的 Timer1
- 每 100 ms 計時到達後改變 LED1 ~ LED4 的動作，讓這 4 個 LED 依序被點亮

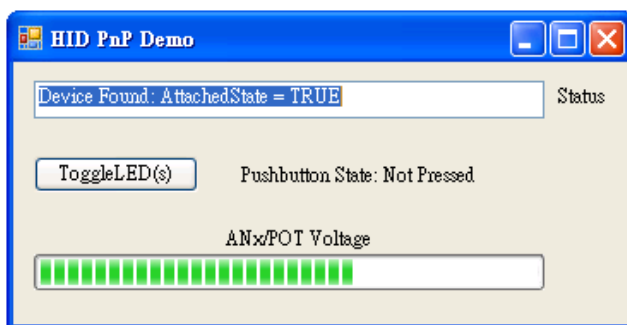
- 改變 LED 的動作後檢查 S2 & S3 按鍵
- 若 S2 被按下則將 Timer1 的計時終止時間減去 1ms，最小值為 50 ms
- 若 S3 被按下則將 Timer1 的計時終止時間加上 1ms，最大值為 200 ms

APP-EDF2010-1 不論使用 Battery、USB 或 EVM 供電皆可執行此程式

### **範例 1 : \APP\_EDF2010\_1\USB Device - HID - Custom Demos\Generic HID - Firmware**

此目錄中有一個主檔名為 USB Device - HID - Simple Custom Demo - C32 - PIC32MX795F512H PIM 的 MPLAB IDE 專案檔。專案中的程式將 PIC32MX795F512H 規劃為 HID 類別的 generic USB device。也就是 PIC32 為 HID 類別裝置，但功能可由 user 定義且必需提供適當的 HOST 端程式才能操作此種 Device。因為大部份的 HOST 都是 PC，所以 Microchip 提供的範例為 PC 端以 Visual C++ 2005 Express 與 Visual C# 2005 Express 所完成並有完整的 source code。

將 APP-EDF2010-1 載入範例 2 後，即可以用所隨附的 PC GUI 來操作 HID device. PC 應用程式為 \APP\_EDF2010\_1\HID PnP Demo.exe



- ANx/POT Voltage 顯示由 VR1 送來的 ADC 轉換結果，在此為 AN4/RB4
- Pushbutton State 顯示 S3 的按鍵狀態
- ToggleLED(s) 按鈕用來 Toggle LED1 & LED2

\APP\_EDF2010\_1\Microchip 目錄包含許多 USB 程式會用到的巨集與定義，必須要與 \APP\_EDF2010\_1\USB Device - HID - Custom Demos 目錄放在一起。若安裝了由 Microchip 網站上下載的 USB F/W Framework V2.X，則這兩個目錄都會一併被安裝於 C:\Microchip Solutions\，但 APP-EDF2010-01 提供的 Example 已對 support 64-pin 的 PIC32MX795F512H 做了必要的修改。

## E : HID Bootloader 使用方法

APP-EDF2010-1 使用 Microchip 提供的 USB HID bootloader，在經過必要修改後使用於 PIC32MX795F512H。使用者只要不要使用燒錄器將 bootloader 程式破壞，即可使用 Microchip 提供的 PC 端應用程式，將符合程式移位條件的使用者程式載入。

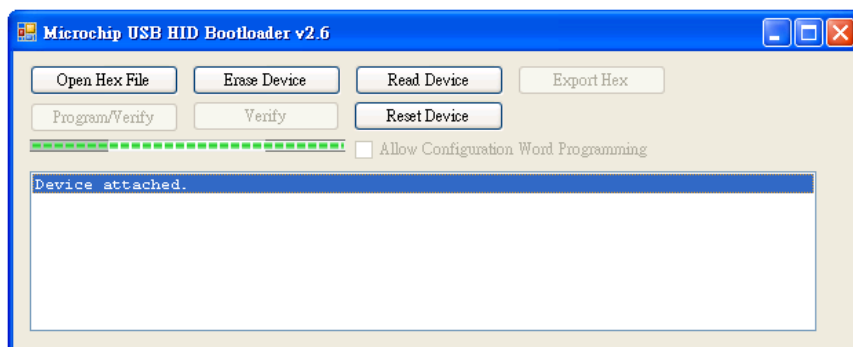
Microchip HID bootloader 使用按鍵 S2 (RD6) 來判斷要執行 使用者程式 或是進入 bootloader 程序。Power-On 之後若判讀到 S2 被按下即進入 bootloader 程序，否則就將程式執行點轉移至 使用者程式。所以若使用者將 APP-EDF2010-1 供電但未按下任何按鍵，則執行的將是 使用者程式。

### (1) 進入 bootloader :

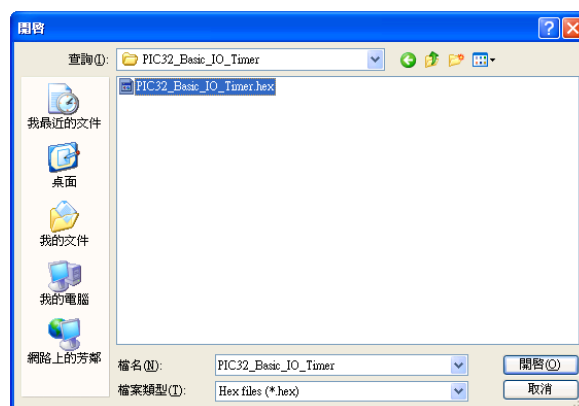
- 使用 J2 選 USB 為電源，按著 S2 然後將 USB Cable 插上 J1 讓 PIC32 Power On
- 若 APP-EDF2010-1 已經插上 USB Cable，同時按著 S1 & S2，然後先放掉 S1 再放掉 S2
- 因為 PIC32 在 Power On 後偵測到 S2 (RD6) 為 Low，所以進入 bootloader

### (2) 執行 HIDBootLoader.exe

程式位於 \APP\_EDF2010\_1 目錄，若偵測到執行 bootloader 程序的 HID device，則輸出視窗顯示 “Device attached” 且數個操作按鈕會致能

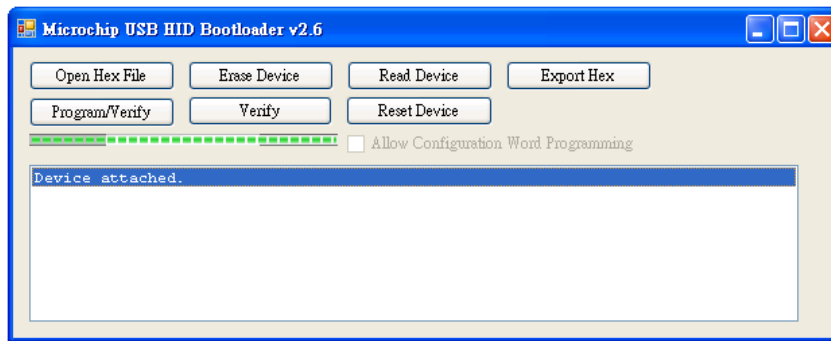


### (3) 選擇欲載入的使用者程式（.hex 檔），按下“開啓”按鈕



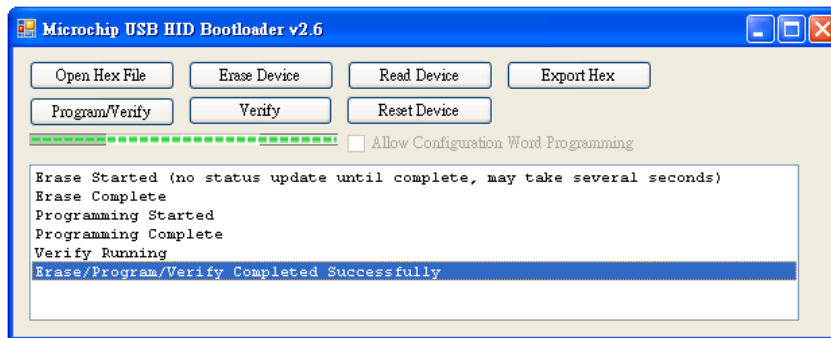
(4) 使用 bootloader 載入程式

因為程式已載入，所以 “Program/Verify” 及 “Verify” 功能按鈕也會被 Enable。按下 Program/Verify 即可進行燒錄及驗證的程序



(5) 離開 bootloader 並執行使用者程式

使用者程式載入完成後畫面將如下圖所示，可以用 S1 將 APP-EDF2010-1 reset 來進入 user 程式或利用 HID bootloader 應用程式中的 Reset Device 按鈕來重置 PIC32 並進入 user 程式。



## F : Bootloader 程式使用的 Configuration Bits 設定

因為 bootloader 程式為在 APP-EDF2010-1 上的 PIC32 MCU 在 Power On 後會先被執行的程式，所以 MCU 的 Configuration Bits 設定當然要以 bootloader 程式的設定為主。HID bootloader 的應用程式並不會破壞原本 bootloader 的內容。

HID Bootloader 程式的 Configuration Bits 設定如下圖，而重點如下：

- CPU 的 System clock 因為 X1 為 8Mhz，經 PLL Input Divider 除 2、PLL Multiplier 乘 15 然後 System PLL Output Clock Divider 除 1 後，得到的工作頻率為 60 Mhz.
- Peripheral Clock (周邊的工作頻率) 因為 PBDIV 設定為 Peripheral Clock Divider 選擇為除 1，所以也是 60 Mhz
- 使用者程式必須使用以上的數據來做為時序計算的依據

Configuration Bits				
<input type="checkbox"/> Configuration Bits set in code.				
Address	Value	Field	Category	Setting
1FC0_2FF0	2707FFFF	FSRSEL	SRS Select	SRS Priority 7
		FMIIEN	Ethernet RMII/MII Enable	MII Enabled
		FETHIO	Ethernet I/O Pin Select	Default Ethernet I/O
		FCANIO	CAN I/O Pin Select	Default CAN I/O
		USBIDIO	USB USID Selection	Controlled by Port Function
		VBUSIO	USB VBUS ON Selection	Controlled by Port Function
		FPLLIDIV	PLL Input Divider	2x Divider
1FC0_2FF4	FFF87989	FPLLMUL	PLL Multiplier	15x Multiplier
		UPLLDIV	USB PLL Input Divider	2x Divider
		UPLLEN	USB PLL Enable	Enabled
		FPLLODIV	System PLL Output Clock Divider	PLL Divide by 1
1FC0_2FF8	FF60CC5B	FNOSC	Oscillator Selection Bits	Primary Osc w/PLL (XT+,HS+,EC+PLL)
		FOSCEN	Secondary Oscillator Enable	Disabled
		IESO	Internal/External Switch Over	Disabled
		POSCMD	Primary Oscillator Configuration	External clock mode
		OSCIOFNC	CLKO Output Signal Active on the OSCO Pin	Disabled
		FPBDIV	Peripheral Clock Divisor	Ph_Clk is Sys_Clk/1
		FCKSM	Clock Switching and Monitor Selection	Clock Switch Disable, FSCM Disabled
		WDTPS	Watchdog Timer Postscaler	1:1
		FUDTEN	Watchdog Timer Enable	WDT Disabled (SWDTEN Bit Controls)
		ICESEL	ICE/ICD Comm Channel Select	ICE EMUC2/EMUD2 pins shared with PGC2/PGD2
1FC0_2FFC	7FFFFFFE	BWP	Boot Flash Write Protect	Boot Flash is writable
		CP	Code Protect	Protection Disabled

## G: HID Bootloader 的原始程式

在 2010 年 Microchip 春季 EDF 提供的光碟中可找到 HID Bootloader 的 source code，目錄位置如下

\\APP\_EDF2010\_1\\USB Device - Bootloaders\\HID – Bootloader\\HID Bootloader - Firmware for PIC32MX Family Devices

## H: APP-EDF2010-1 的擴充

APP-EDF2010-1 的 CN1 ~ CN4 可以使用來將其插接至其它的擴充板，Microchip 現有可以用於 APP-EDF2010-1 擴充的 EVM board 為 APP026-3。接上 APP026-3，使用者增加了許多可選擇的外接元件，包括 RS-232 收發器、LCD module、LED \* 4、按鍵 \* 4。當然電源也可以由 CN1 ~ CN4 至擴充板取得，電源腳的位置與 IC 接腳是一樣的。要注意的是 APP026-3 的 JP2 要選為 3.3V，且 APP-EDF2010-1 的 J2 要調整於 EVM 的位置。

