



**MICROCHIP**

---

APP1632  
使用說明書

一、	版本 .....	4
二、	簡介 .....	5
(1)、	特色 .....	5
(2)、	開發工具 .....	5
(3)、	相容開發版 .....	5
(4)、	測試程式 .....	5
三、	APP1632 介紹 .....	8
(1)、	外觀總覽與說明 .....	8
(2)、	電源電路 .....	9
(3)、	主微控制器與燒錄介面 .....	9
(4)、	附屬微控制器與燒錄介面 .....	10
(5)、	時脈振盪電路 .....	10
(6)、	基本輸出入電路 .....	10
(7)、	USB 電路 .....	10
(8)、	字元型液晶顯示器電路 .....	11
(9)、	RS232 電路 .....	11
(10)、	串列記憶體電路 .....	11
四、	PIM 模組介紹 .....	12
五、	練習程式 .....	16
(1)、	基本 I/O 控制 .....	16
(2)、	核心計時器(Core Timer)控制 .....	17
(3)、	一般計時器(General Timer)控制 .....	18
(4)、	並列周邊模組(PMP)控制 .....	19
(5)、	類比數位轉換模組(ADC)控制-單通道轉換 .....	20
(6)、	類比數位轉換模組(ADC)控制-多通道掃描轉換 .....	21
(7)、	泛用非同步收發模組(UART)控制 .....	22
(8)、	串列通訊模組(I <sup>2</sup> C)控制 .....	23
(9)、	開機載入器(Boot loader)與程式燒錄流程 .....	24
附錄 B:	Jumper 功能說明 .....	27
附錄 C:	電路圖 .....	28
(1)、	J1 Connector (PICtail Plus) & U1 信號對應關係及除錯、振盪線路 .....	28
(2)、	周邊及附屬微控制器線路 .....	29
(3)、	APP1632-1 PIM(PIC24FJ256GA110) .....	30
(4)、	APP1632-2 PIM(PIC32MX795F512L) .....	31
(5)、	APP1632-3 PIM(PIC24FJ256GB110) .....	32
附錄 D:	零件清單(BOM) .....	33
(1)、	APP1632 BOM .....	33

(2) 、 PIM (APP1632-1) BOM .....	34
(3) 、 PIM (APP1632-2) BOM .....	34
(4) 、 PIM (APP1632-3) BOM .....	34
附錄 E: 配件清單 .....	35

## 一、 版本

### TW-UG-APP1632-E 第五版.

- 修正 APP1632-2 接腳對應表。
- 修正 APP1632-2 PIM 電路圖。

### TW-UG-APP1632-D 第四版.

- 修正 APP1632 外觀圖與說明。
- 新增 APP1632-1、APP1632-2、APP1632-3 外觀圖與說明。
- 新增 APP1632-1、APP1632-2、APP1632-3 接腳對應表。
- 修正 APP1632、APP1632-2 BOM。
- 新增 APP1632-1、APP1632-3 BOM。
- 修正 APP1632 相關說明與電路圖。
- 新增 APP1632-1、APP1632-2、APP1632-3 PIM 相關說明與電路圖。
- 移除 APP1632 線路修正章節。

### TW-UG-APP1632-C 第三版

- 新增 APP1632 線路修正章節。

### TW-UG-APP1632-B 第二版

### TW-UG-APP1632-A 初版

## 二、 簡介

APP1632 實驗板為 Microchip 台灣公司為 PICMX32<sup>1</sup> 系列三十二位元微控制器及十六位元微控制器所設計之多功能實驗板。其設計相容於 Explorer 16 開發板，並增加功能使其相容於 PIC32MX 系列。

APP1632 實驗板可讓初學者可以透過本實驗板快速瞭解 PIC 十六位元微控制器 (PIC24F/PIC24H/dsPIC30F/dsPIC33F) 與 PIC 三十二位元微控制器 (PICMX32) 的核心架構與各項周邊之功能。APP1632 具特有的跳線設計，讓初學者除了能進行軟體的設計外，也能進行硬體設計的體驗；對於有經驗工程師而言本實驗板具有更大彈性，也能更精準的模擬實際的設計環境。

<sup>1</sup>PIC32MX 系列是本公司推出的三十二位元效能之微控制器，採用 MPIS 核心及採用改良式的哈佛架構並內建 DMA 功能。提供高達 512KB 程式記憶體及 128KB 的資料記憶體，最高工作頻率可達 80 MHz。S 提供多項周邊模組，包括 USB 主控/設備和 OTG 功能、10/100 M 乙太網路、CAN 控制器、計時/擷取/比較模組、UART、SPI、I<sup>2</sup>C、1Mbps 10-bits A/D 及並列周邊模組等。

### (1)、 特色

APP1632 採用與 Explorer 16 相同的 PIM 模組概念。使用者可透過購買不同的 PIM 模組來更換所需使用之微處理器，目前的 PIM 模組除支援 PIC32MX 系列外，也支援 PIC24FxxxGA1xx 系列及 PIC24FxxxGB1xx 系列。

### (2)、 開發工具

Microchip 所有微控制器系列均採用完全相同之開發環境及除錯軟/硬體。透過整合性開發環境 MPLAB IDE 及自家開發之組譯器 MPASM、編譯器 MPLAB C、Hi-Tech C 來進行設計開發之工作。詳情請上 Microchip 官方網頁進行瞭解與下載。

### (3)、 相容開發版

APP1632 設計沿襲 Explorer 16 的各項優點並相容於 Explorer 16，同樣支援 PICtail Plus 介面，所有具 PICtail Plus 官方開發板均可適用於 APP1632。詳情請上 Microchip 官方網頁進行瞭解。

### (4)、 測試程式

APP1632 出廠時均預載程式，並提供原始碼與燒錄檔。預載之程式在實驗板上電後即自動執行。此程式可作為實驗板硬體功能狀況確認，原始碼也可供為程式範例。

測試程式可測試 APP1632 上多項裝置之功能是否正常，包含 LED、按鈕、可變電阻器、液晶模組 (LCD Module)、非同步通訊模組 (UART)、I<sup>2</sup>C 及 SPI 之 EEPROM 等。以下簡略說明測試程式之功能及操作方式。

APP1632 開啟電源後，液晶模組 (LCD Module) 上會出現如圖 1 之字樣。LED (D3 - D4) 會以右旋方式不斷動作。約略兩秒後，會自動進入測試迴圈，畫面如圖 2 所示。液晶模組 (LCD Module) 右上角會有一小點不停閃爍。此時測試便開始不斷的對於周邊裝置進行測試及資訊顯示。使用者可透過按鈕 (S3, S4) 切換各功能的測試資訊，畫面會在圖 2、圖 3、圖 4、圖 5 間交替顯示，其中灰色網底區域即會呈現各周邊測試之資訊。

W	e	l	c	o	m	e		t	o		P	I	C	3	2
P	r	e	p	a	r	e		S	e	l	f	t	e	s	t

圖 1 APP1632 測試程式開機畫面

S	e	l	f	-	T	e	s	t	i	n	g	.	.	.	.
V	R	1	:					,	V	R	2	:			

圖 2 APP1632ADC 測試畫面

S	e	l	f	-	T	e	s	t	i	n	g	.	.	.	.
R	x	:													

圖 3 APP1632 UART 測試畫面

S	e	l	f	-	T	e	s	t	i	n	g	.	.	.	.
S	P	I	:	A	d	d	r	,	0	:	G	,	X	:	F

圖 4 APP1632 SPI EEPROM 測試畫面

S	e	l	f	-	T	e	s	t	i	n	g	.	.	.	.
I	2	C	:	A	d	d	r	,	0	:	G	,	X	:	F

圖 5 APP1632 I<sup>2</sup>C EEPROM 測試畫面

圖 2 為可變電阻器 (VR1, VR2) 功能之測試，其電壓值透過類比數位轉換模組 (ADC) 轉換成數位資料呈現在圖 2 上，VR1 電壓值顯示範圍在 0 - 1023，VR2 電壓值程式中以預先除 2，故其顯示範圍在 0 - 511。

圖 3 為非同步串列通訊模組 (UART) 控制功能之測試，程式每隔一秒會經由 (UART) 傳出開機時間，使用者可透過電腦之終端機程式，獲取其資料。其格式為 ("Now Time hh 時:mm 分:ss 秒")。使用者亦可透過電腦之終端機程式輸入任一字元，其字元亦會立即呈現在圖 3 上。(終端機設定 9600, 8, N, 1。)

圖 4、圖 5 為 I<sup>2</sup>C 及 SPI EEPROM 之測試，程式會循序對 EEPROM 之位置進行讀寫，並比對寫入值與讀出值是否相同。其目前讀寫位址會呈現在圖 4、圖 5 之 <Addr> 處。成功測試完所有位址後，會累加測試成功次數，並顯示在圖 4、圖 5 之 <G> (Good) 處。若有任一位址測試失敗，則會累加測試失敗次數，並顯示在圖 4、圖 5 之 <F> (Failure) 處，且鎖定測試成功次數，停止累加。圖 6 則為實際測試之畫面。

\*測試程式會測試 APP1632 上之 SPI 及 I<sup>2</sup>C EEPROM，因此，執行測試程式前，請務必用短路器將 SPI EEPROM 晶片 (CS) 及 I<sup>2</sup>C EEPROM 之訊號腳 SDA1, SCL1 短路，測試程式才可順利運行。UART 部分可視情況連接，並不影響程式執行，如果想要確認 UART 的狀況時，可將 U2ATX, U2ARX 短路，便可經由電腦端之終端機程式觀察其動作。

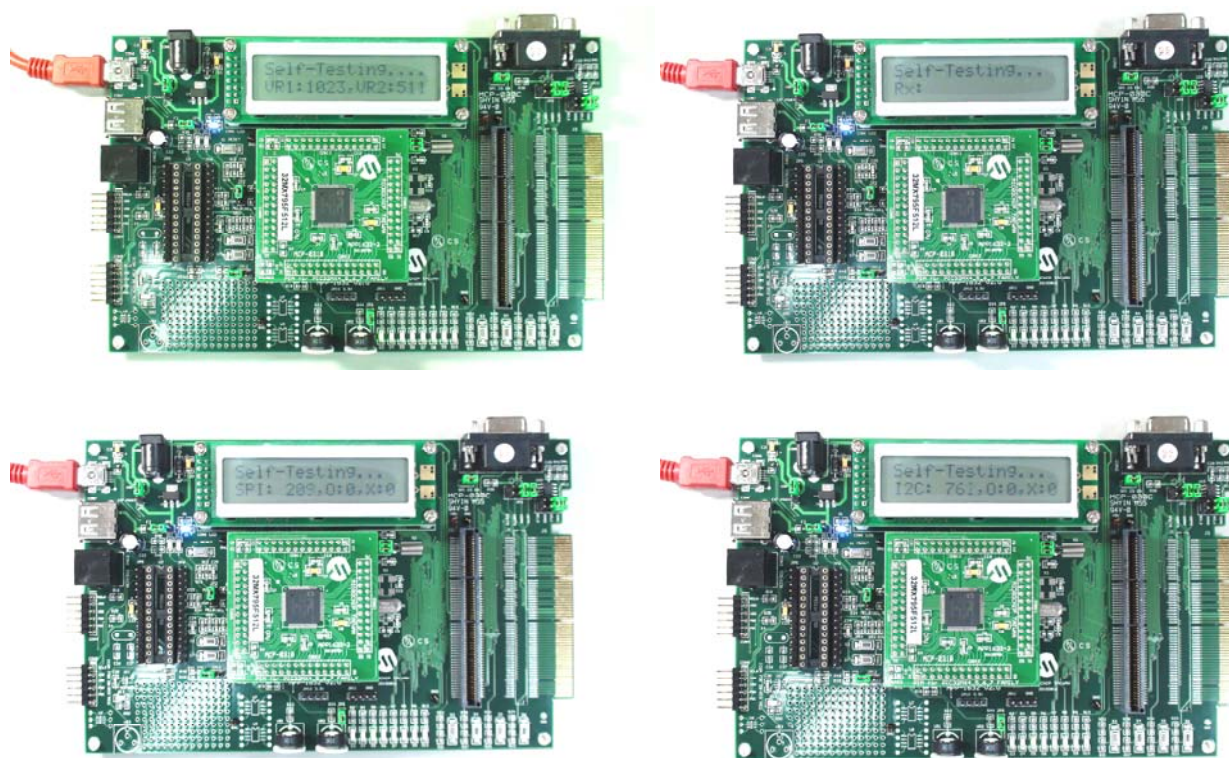


圖 6 測試程式實際畫面



### 三、 APP1632 介紹

#### (1)、 外觀總覽與說明

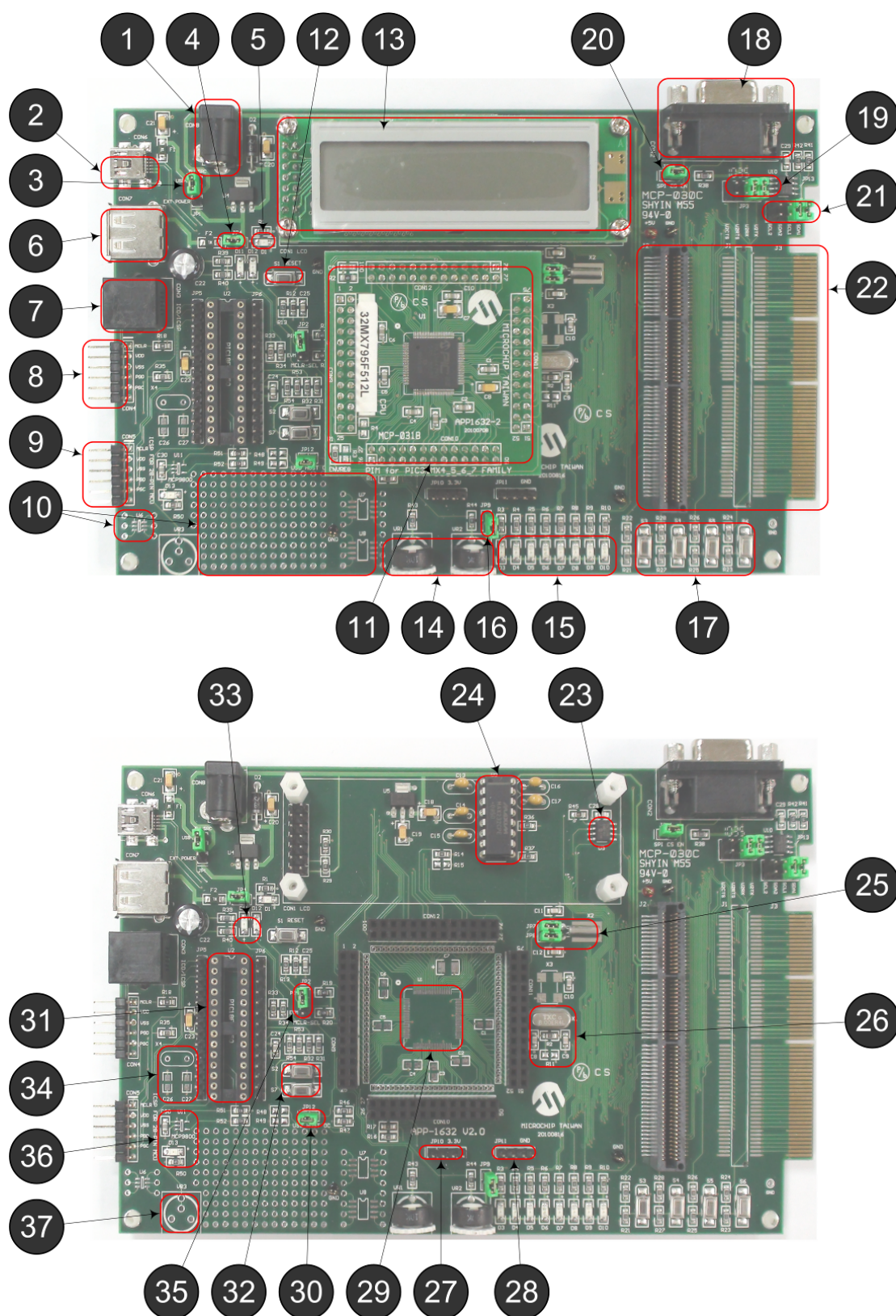


圖 7 APP1632 外觀總覽



表 1 APP1632 區塊功能說明

1. +9V DC 接頭	2. USB Device 接頭
3. 電源來源選擇 (JP1)	4. USB HOST 供電選擇 (JP4)
5. +3.3V Power-In 指示燈	6. USB HOST 接頭
7. 主控制器除錯/燒錄接頭 (ICD3)	8. 主控制器除錯/燒錄接頭 (PICKit3)
9. 附屬控制器 (28-pin) 除錯/燒錄接頭	10. DIY 實驗區
11. PIM 模組	12. 主控制器重置按鈕 (S1)
13. 2 x 16 字元型液晶模組	14. 可變電阻
15. LED x 8	16. LED 除能/致能設定 (JP9)
17. 按鈕 x 4	18. DB-09 母座連接埠 (RS-232)
19. I <sup>2</sup> C EEPROM (24AA32A)	20. SPI EEPROM 除能/致能設定 (JP14)
21. I <sup>2</sup> C 訊號選擇 (JP13)	22. PICtail Plus
23. SPI EEPROM (25LC256)	24. MAX232
25. 32.768KHz 石英振盪器	26. 8MHz 石英振盪器
27. +3.3V 接腳 (JP10)	28. GND 接腳 (JP11)
29. 100 Pin TQFP 微控制器 (空)	30. USB HOST (JP12)
31. 附屬微控制器	32. 按鈕 (連接至附屬微控制器)
33. LED (連接至附屬微控制器)	34. 附屬微控制器之振盪器 (空)
35. 主控制器選擇	36. MCP9800 (空) (連接至附屬微控制器)
37. 可變電阻 (連接至附屬微控制器)	

APP1632 實驗板包含多項硬體線路，其外觀圖如圖 1 所示，各區塊說明可參考表 1。以下章節將針對 APP1632 各區塊功能逐一說明。由於 APP1632 可支援多種 PIM 模組，但由於各系列微控制器之接腳定義與位置皆不相同，未免產生疑慮，以下說明均以 PICtail Plus 之命名為主。

## (2)、 電源電路

APP1632 實驗板電源線路提供兩組供電迴路，與電源指示燈 (D1)。

供電迴路可透過外部+9V 直流變壓器供電(CON8)；也可透過 USB Port (CON6) 自 PC 上供電。供電來源透過 (JP1) 切換。預設為 USB 供電。

採用外部+9V 供電時，外部+9V 經由 Low Drop Output Voltage Regulator TLV-1117-5.0 轉換出+5V 電壓，供液晶模組使用，接著再經由 TLV-1117-3.3 轉出+3.3V 供微控制器及其他周邊使用。

採用 USB Port 供電時，USB +5V 電壓直接供液晶模組使用，接著再經由 TLV-1117-3.3 轉出+3.3V 供微控制器及其他周邊使用。

## (3)、 主微控制器與燒錄介面

APP1632 母板上預留一 100 Pin TQFP 之 IC 腳位，並提供 PIM 模組連接器以及外部重置按鈕 (S1)。

母板 (EVM) 上適用於 PIC24xxxGAxxx 系列或其他腳位功能定義相同之微控制器。另外透

過 PIM 模組連接器可更換其它型號之微控制器。EVM 及 PIM 兩種微控制器可同時存在，但僅能有一微控制器處於工作狀態，透過 (JP2) 可選擇欲使用的微控制器 (EVM 或 PIM)。(S1) 連接至微控制器 MCLR 接腳，使用者可隨時透過按下 (S1) 來達成重置微控制器的需求。

微控制器透過 ICSP/ICD 進行除錯/燒錄，其燒錄介面連接至 (CON3) 與 (CON4)，兩介面功能完全相同，僅外觀跟腳位位置定義不同。(CON3) 相容於使用 RJ-11-6P 的開發工具，如：ICD3/REAL ICE 等；(CON3) 相容於使用 SIP-6P 2.54mm 的開發工具，如：PICKit 3 等。

#### (4)、 附屬微控制器與燒錄介面

附屬微控制器腳位為 28 Pins 之 IC 腳座 (U2)，可支援 PIC18FJ Family 之微控制器。並提供其接腳延伸 (JP5, JP6)、一個常開型按鈕 (S2)、兩個 LED (D11, D12)、一個可變電阻、外部石英振盪晶體 (X4) 及溫度感應 IC MCP9800。

IC 腳座之接腳延伸 (JP5, JP6) 便於使用者透過杜邦線進行訊號量測與跳線、接線之需求。常開型按鈕 (S2) 與 LED 可作為基本的 I/O 控制，其分別連接至 IC 腳位的 21, 22, 23。可變電阻連接至 IC 腳位 2，溫度感應 IC MCP9800 則連接至 IC 腳位 11, 12。

微控制器透過 ICSP/ICD 進行除錯/燒錄，其燒錄介面連接至 (CON5)，其介面相容於使用 SIP-6P 2.54mm 的開發工具，如：PICKit 3 等。

使用者可透過此模組練習協同處理器之練習應用，透過自行設計的程式來練習雙處理器的溝通與協同工作之處理。試著將此微控制器模擬成 SPI/I<sup>2</sup>C EEPROM，並透過主控制存取內部的資料吧！

#### (5)、 時脈振盪電路

APP1632 實驗板提供兩組外部振盪訊號，分別為 8MHz (X1) 與 32.768KHz (X2)。

8MHz (X1) 連接至 (OSCI, OSC2) 作為主要時脈來源；32.768KHz (X2) 透過 (JP7, JP8) 連接至 (RC14-1, RC14-2) 作為次要時脈來源，也可拿來當作即時時鐘 (RTCC) 的時脈來源。如果次要時脈來源接腳要作為其他功能使用時，可透過 (JP7, JP8) 斷開。

使用者可透過此模組練習系統時脈的選用與切換，或者 Fail Clock Monitor 的功能。

#### (6)、 基本輸出入電路

APP1632 實驗板提供八顆 LED (D3 - D10)、四顆常開型按鈕 (S3, S4, S5, S6) 及兩顆可變電阻器 (VR1, VR2)。

LED (D3 - D10) 連接至 (RA0 - RA7)；常開型按鈕 (S3, S4, S5, S6) 連接至 (RD6, RD13, RA7, RD7)；可變電阻器 (VR1, VR2) 連接至 (AN5, AN4)。(RA0 - RA7) 如果要作為其他 I/O 用途時，可透過 (JP9) 將 LED 接地端斷開，除能 LED 的功能。(注意：LED9 與 S5 共用 RA7，使用 S5 當按鍵輸入時要注意一下輸入、輸出的切換動作)

使用者可透過此模組練習及基本的 I/O 控制以及 AD 取樣的練習，試做個跑馬燈，用可變電阻器來改變速度吧！

#### (7)、 USB 電路

APP1632 實驗板根據所搭配之微控制器可進行 USB Device, USB Host 與 USB On The Go 的各項實驗 (需微控制器有支援 USB 相關功能)。

與 Explorer 16 不同的是，APP1632 已預先將 USB 的連接器安排於母版上 (CON6, CON7)，使用者無須再購置 PICtail Plus 介面的 USB 功能擴充卡，即可進行實驗。透過 (JP4) 可選擇是否由母板供+5V 電源給外部的 USB Device。如果供給 USB Device 電源時，該電壓會經由電阻分壓 (R39, R40) 連接至 (JP12) 一端，另一端連接至 (AN8)，短路器短路時可透過 AD 進行 USB 電源的偵測功能。

#### (8)、 字元型液晶顯示器電路

APP1632 實驗板提供一組 2x16 的字元型液晶顯示模組。

LCM 的 DB0 - DB7 連接至 (RE0 - RE7)，E、R/W、RS 連接至 (RD4, RD5, RB15)。Vo 經由電阻分壓，提供固定背光亮度。

使用者可透過此模組練習如何使用基本的 I/O 控制或 PMP 模組與液晶顯示模組做溝通。試著將自可變電阻器讀到 AD 值顯示在液晶顯示模組上吧！

#### (9)、 RS232 電路

APP1632 實驗板提供一 DB-09 母座連接埠。

使用者可透過微控制器內建之 UART 模組與 RS-232 Transceiver (MAX232) 進行資料的通訊。DB-09 母座連接埠已預先以標準的 RS232 (DCE, Data Communication Equipment) 設定，將 Tx, Rx, RTS, CTS 連接至 (JP3) 的一側。另一側則連接至 U2ATX, U2ARX, U2RTS, U2CTS，使用者可根據所需要的通訊模式可以在 (JP3) 上對應的腳位以短路器短路。

使用者可透過此模組練習如何透過 UART 模組進行通訊，試著丟些資料到電腦終端機上或者把收到的資料顯示在液晶顯示模組上吧！

#### (10)、 串列記憶體電路

APP1632 實驗板提供一個 SPI EEPROM (U9, 25LC256) 及一個 I<sup>2</sup>C EEPROM (U10, 24AA32A)，I<sup>2</sup>C EEPROM 的裝置位址固定為 0xA0。

使用者可透過微控制器內建串列通訊模組，與 SPI 或 I<sup>2</sup>C 介面之周邊裝置進行通訊。

SPI EEPROM 之 (CS, SCK, SI, SO) 分別連接 (RD12, SCK2, SD02, SD12)。另外 (CS) 透過 (JP14) Pull High，使用者可透過 (JP14) 來決定 (CS) 的狀態，短路時 (CS) 為高電位，EEPROM 除能；斷路時 (CS) 狀態則由 (RD12) 決定。

I<sup>2</sup>C EEPROM 之 (SDA, SCL) 已預先連接至 (JP13) 的一側，另一側則連接至 (SDA1, SCL1, SDA2, SCL2)，使用者可根據需求，以短路器選擇其中一組來使用。

#### 四、PIM 模組介紹

APP1632 可透過更換不同 PIM( Plug-In Module) 來使用不同微控制器，概念上與 Explorer 16 相同。目的是讓使用者可以使用同一片實驗板母板來實驗不同的微控制器。目前的 PIM 模組除支援 PIC32MX(型號:APP1632-2) 系列外，也支援 PIC24FxxxGA1xx(型號:APP1632-1) 系列及 PIC24FxxxGB1xx(型號:APP1632-3) 系列。圖 8 為 PIM 模組 APP1632-1/ APP1632-2/APP1632-3 之外觀圖，所使用之微控制器。



圖 8 PIM 模組外觀(左至右依序為 APP1632-3, APP1632-1, APP1632-2)。

由於各系列的微控制器的接腳數、定義、位置與周邊硬體皆不盡相同。所以 PIM 模組與母板腳位的對應因不同 PIM 模組而不同。PIM 模組上共有四個 DIP-13Px2 2.54mm 規格的排針連接到母板上，總計 104 Pins，但實際使用的接腳數目端看 PIM 模組的設計。為了讓使用者較容易瞭解各 PIM 模組與母板上的 PICtail Plus 之接腳對應關係，以下將以表格方式呈現其對應關係。

表 2 呈現 PIM APP1632-1 與 APP1632 上 PICtail Plus 之對應關係，APP1632-1 與 APP1632 是採一對一的對應關係，為求詳盡，表 2 列出所有接腳的對應關係。而表 3 與表 4 則分別呈現 APP1632-2 與 APP1632-3 與 APP1632 上 PICtail Plus 之對應關係，為求簡潔表 3 與表 4 僅列出與表 2 不同之處。

**表 2 APP1632-1 與 PICtail Plus 腳位對應表**

APP1632-1 (PIC24FJ256GA110)		PICtail Plus	
腳位編號	名稱	腳位編號	名稱
1	CN82/RG15	65	RG15
2	VDD		+3.3V
3	CN63/PMD5/RE5	114	RE5/PMD5
4	SCL3/CN64/PMD6/RE6	115	RE6/PMD6
5	SDA3/CN65/PMD7/RE7	116	RE7/PMD7
6	RPI38/CN45/RC1	85	RC1
7	RPI39/CN46/RC2	86	RC2
8	RPI40/CN47/RC3	87	RC3
9	RPI41/CN48/RC4	88	RC4
10	C1IND/RP21/CN8/PMA5/RG6	35	RG6/PMA5/SCK2
11	C1INC/RP26/CN9/PMA4/RG7	37	RG7/PMA4/SD12
12	C2IND/RP19/CN10/PMA3/RG8	39	RG8/PMA3/SD02
13	MCLR		N/A
14	C2INC/RP27/CN11/PMA2/RG9	33	RG9/PMA2/SS2
15	VSS		GND
16	VDD		+3.3V
17	TMS/CN33/RA0	69	RA0/TMS
18	RPI33/CN66/RE8	18	RE8/INT1
19	RPI34/CN67/RE9	17	RE9/INT2
20	PGEC3/AN5/C1INA/RP18/CN7/RB5	77	RB5/AN5
21	PGED3/AN4/C1INB/RP28/CN6/RB4	14	RB4/AN4
22	AN3/C2INA/CN5/RB3	13	RB3/AN3
23	AN2/C2INB/RP13/CN4/RB2	1	RB2/SS1/AN2
24	PGEC1/AN1/RP1/CN3/RB1	12	RB1/AN1
25	PGED1/AN0/RP0/CN2/RB0	11	RB0/AN0
26	PGEC2/AN6/RP6/CN24/RB6		N/A
27	PGED2/AN7/RP7/CN25/RB7		N/A
28	VREF-/CN41/PMA7/RA9	45	RA9/PMA7
29	PMA6/VREF+/CN42/RA10	46	RA10/PMA6
30	AVDD		+3.3V
31	AVSS		GND
32	AN8/RP8/CN26/RB8	43	RB8/AN8
33	AN9/RP9/CN27/RB9	44	RB9/AN9
34	AN10/CVREF/CN28/PMA13/RB10	79	RB10/PMA13
35	AN11/CN29/PMA12/RB11	80	RB11/PMA1
36	VSS		GND
37	VDD		+3.3V
38	TCK/CN34/RA1	70	RA1/TCK
39	RP31/CN76/RF13	52	RF13/U2RTS
40	RPI32/CN75/RF12	51	RF12/U2CTS
41	AN12/CTED2/CN30/PMA11/RB12	81	RB12/PMA11
42	AN13/CTED1/CN31/PMA10/RB13	82	RB13/PMA10
43	AN14/CTPLS/RP14/CN32/PMA1/RB14	83	RB14/PMA1
44	AN15/REF0/RP29/CN12/PMA0/RB15	84	RB15/PMA0
45	VSS		GND
46	VDD		+3.3V
47	RPI43/CN20/RD14	19	RD14/U1CTS
48	RP5/CN21/RD15	20	RD15/U1RTS
49	RP10/CN17/PMA9/RF4	34	RF4/PMA9/U2RX
50	RP17/CN18/PMA8/RF5	36	RF5/PMA8/U2TX

APP1632-1 (PIC24FJ256GA110)		PICtail Plus	
腳位編號	名稱	腳位編號	名稱
51	RP16/CN71/RF3	4	RF3/U1TX
52	RP30/CN70/RF2	2	RF2/U1RX
53	RP15/CN74/RF8	7	RF8/SD01
54	RP144/CN73/RF7	5	RF7/SD11
55	ASCK1/RP145/INT0/CN72/RF6	3	RF6/SCK1
56	SDA1/CN84/RG3	8	RG3/SDA1
57	SCL1/CN83/RG2	6	RG2/SCL1
58	SCL2/CN35/RA2	38	RA2/SCL2
59	SDA2/CN36/RA3	40	RA3/SDA2
60	TD1/CN37/RA4	71	RA4/TD1
61	TD0/CN38/RA5	72	RA5/TD0
62	VDD		+3.3V
63	OSC1/CLK1/CN23/RC12		N/A
64	OSC0/CLK0/CN22/RC15		N/A
65	VSS		GND
66	ASCL2/RP136/CN43/RA14	50	RA14/INT3
67	ASDA2/RP135/CN44/RA15	49	RA15/INT4
68	RTCC/RP2/CN53/RD8	101	RD8
69	RP4/CN54/RD9	102	RD9
70	RP3/CN55/PMCS2/RD10	103	RD10/PMCS2
71	RP12/CN56/PMCS1/RD11	104	RD11/PMCS1
72	RP11/CN49/RD0	93	RD0
73	SOSC1/C3IND/CN1/RC13	89	RC13
74	SOSCO/C3INC/ RP137/T1CK/CN0/RC14	90	RC14
75	VSS		GND
76	RP24/CN50/RD1	94	RD1
77	RP23/CN51/RD2	95	RD2
78	RP22/CN52/PMBE/RD3	96	RD3/PMBE
79	RP142/CN57/RD12	105	RD12
80	CN19/RD13	106	RD13
81	RP25/CN13/PMWR/RD4	97	RD4/PMWR
82	RP20/CN14/PMRD/RD5	98	RD5/PMRD
83	C3INB/CN15/RD6	99	RD6
84	C3INA/CN16/RD7	100	RD7
85	VCAP/VDDCORE		N/A
86	ENVREG		N/A
87	CN68/RF0	28	RF0
88	CN69/RF1	30	RF1
89	CN78/RG1	29, 62	RG1
90	CN77/RG0	27, 60	RG0
91	CN39/RA6	73	RA6
92	CN40/RA7	74	RA7
93	CN58/PMD0/RE0	109	RE0/PMD0
94	CN59/PMD1/RE1	110	RE1/PMD1
95	CN81/RG14	90	RG14
96	CN79/RG12	67	RG12
97	CN80/RG13	66	RG13
98	CN60/PMD2/RE2	111	RE2/PMD2
99	CN61/PMD3/RE3	112	RE3/PMD3
100	CN62/PMD4/RE4	113	RE4/PMD4

表 3 APP1632-2 與 PICtail Plus 腳位對差異表

APP1632-2 (PIC32MX795F512L)		PICtail Plus	
腳位編號	名稱	腳位編號	名稱
1	AERXERR/RG15	102	RD9
9	T5CK/SD11/RC4	3, 88	RC4/RF7/SD11
18	AERXD0/INT1/RE8	18, 50	RE8/INT1/RA14/INT3 <sup>2</sup>
20	AN5/C1IN+/VBUS0N/CN7/RB5	67	RG12
23	AN2/C2IN-/RB2	20	PGEC3/AN5/C11NA/RP18/CN7/RB5
51	USBID/RF3	68	RG14
53	SCL1A/SD01A/U1ATX/RF8	4	RF3/U1TX
54	VBUS	65	RG15
55	VUSB		+3.3V
56	D-/RG3	62	RG1
57	D+/RG2	60	RG0
66	AETXCLK/SCL1/INT3/RA14	6	RG2/SCL1
67	AETXEN/SDA1/INT4/RA15	8	RG3/SDA1
69	SS1/IC2/RD9	1	RB2/SS1/AN2
70	SCK1/IC3/PMCS2/PMA15/RD10	3, 103	RF6/SCK1/RD10/PMCS2
72	SD01/OC1/INT0/RD0	7, 93	RF8/SD01 E/RD0
87	C2RX/PMD8/RG0		N/A
88	C1TX/ETXD0/PMD10/RF1		N/A
89	C2TX/ETXERR/PMD9/RG1	28	RF0
90	C2RX/PMD8/RG0	30	RF1
95	TRD2/RG14		N/A
96	TRD1/RG12		N/A

表 4 APP1632-3 與 PICtail Plus 腳位對差異表

APP1632-3 (PIC24FJ256GB110)		PICtail Plus	
腳位編號	名稱	腳位編號	名稱
1	CN82/RG15	87	RC3
8	RP140/CN47/RC3	50	RA14/INT3
9	RP141/CN48/RC4	2	RF2/U1RX
25	PGED1/AN0/RP0/CN2/RB0	3	RF6/SCK1
34	AN10/CVREF/PMA13/CN28/RB10	11, 79	RB0/AN0/RB10/PMA13
51	RP16/USBID/CN71/RF3	68	RG14
52	RP30/CN70/RF2	4	RF3/U1TX
54	VBUS	65	RG15
55	VUSB		+3.3V
56	D-/RG3	29, 62	RG1
57	D+/RG2	27, 60	RG0
66	SCL1/RP136/CN43/RA14	6	RG2/SCL1
67	SDA1/RP135/CN44/RA15	8	RG3/SDA1
77	DPH/RP23/CN51/RD2	5	RF7/SD11
79	RP142/CN57/RD12	49	RA15/INT4
89	CN78/RG1	95	RD2
90	CN77/RG0	105	RD12
95	CN81/RG14	88	RC4



## 五、練習程式

APP1632 隨板附贈的微控制器，是 Microchip 最新的三十二位元微控制器，為使諸多使用者可以快速進入三十二位元微控制器的世界，隨附的光碟中提供數個練習程式與範例。其中包含對於基本輸出入埠的控制練習以及對於計時器(Timer)、並列周邊模組(PMP)、類比數位轉換模組(ADC)、非同步串列通訊模組(UART)及串列通訊模組(I2C)等之練習。

以下將針對各練習做簡要說明，未載明之處請參考 Datasheet、範例程式及各模組之 Reference Manual。

\*練習程式區分為 Labn xxxx 與 USB Labn xxxx 兩類目錄。兩類目錄中之程式內容完全一致，惟獨 USB Labn xxxx 目錄中多加入連結檔，此類目錄是專供以 Bootloader 載入程式時使用。後續章節將介紹何謂 Boot loader 與其使用方法。若使用 ICD3 或 PICKit3 等開發工具練習時，請使用 Labn xxxx 目錄。

### (1)、 基本 I/O 控制

此練習之目的，是讓使用者了解如何透過 MPLAB C32 所提供之函數來進行 I/O 的設定與控制。

I/O 的基本設定，必須先指定其為輸出或輸入、類比或數位。之後才能正常使用 I/O。其相關的函數及巨集如下：(請參閱 Reference Manual 及 32Bits Peripheral Library Guide)

```
void PORTSetPinsDigitalIn() // 設定 I/O 為數位輸入。
void PORTSetPinsDigitalOut() // 設定 I/O 為數位輸出。
void PORTSetPinsAnalogIn() // 設定 I/O 為類比輸入。
mPORTxSetPinsDigitalIn() // (macro) 設定 I/O 為數位輸入。
mPORTxSetPinsDigitalOut() // (macro) 設定 I/O 為數位輸出。
mPORTxSetBits() // (macro) 設定 I/O 輸出高準位。
mPORTxClearBits() // (macro) 設定 I/O 輸出低準位。
```

程式基本功能是要完成一個跑馬燈，架構已建立完成，惟獨欠缺數程式片斷，其流程如圖 9。使用者必須完成多處關於 I/O 之設定及建立軟體之延遲(程式中標註 To Do 處)以達成要求。

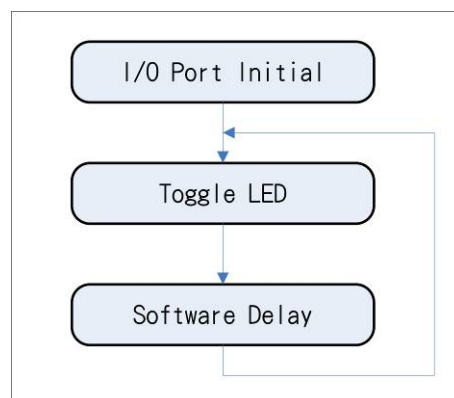


圖 9 Lab1 之流程

## (2)、 核心計時器(Core Timer)控制

此練習之目的，是讓使用者了解如何透過 MPLAB C32 所提供之函數來進行核心計時器(Core Timer)的設定與控制，也練習如何啟動中斷向量與進行中斷服務常式(ISR)的指定。

核心計時器(Core Timer)為 PIC 32MX 的協同處理器(Co-processor)0 所提供之硬體功能。其為 32 位元之計時器(Timer)，提供最簡單之計時功能，每兩個系統時脈加 1。

核心計時器(Core Timer)的基本設定，必須先指定其計數配對值，計時值由零累加，當計時值等於配對值時，會發出中斷需求，核心計時器(Core Timer)並無自動載入配對值或重置計時值之功能，必須由軟體處理。中斷的使用則必須先啟用對應的中斷向量並指定中斷服務常式。其相關的函數及巨集如下：(請參閱 Reference Manual 及 32Bits Peripheral Library Guile)

```
mConfigIntCoreTimer()    // (macro) 啟用Core Timer中斷，並指定其中斷優先權
OpenCoreTimer()          // 啟用Core Timer，並指定其計數配對值
mCTClearIntFlag()        // (macro) 清除Core Timer中斷旗標
UpdateCoreTimer()        // 更新Core Timer之計數配對值

void __ISR( _CORE_TIMER_VECTOR, ipl3 ) ISR_CoreTimer( void )    // 中斷服務常式指定範例
{
    ...
}
```

程式基本功能與 Lab1 相同，惟獨將軟體延遲部份改由核心計時器(Core Timer)來取代。並透過中斷方式來提高程式效率。架構已建立完成，惟獨欠缺少數程式片斷，其流程如圖 10。

使用者必須完成多處關於核心計時器(Core Timer)之設定及啟用中斷與指定中斷服務常式(程式中標註 To Do 處)以達成要求。

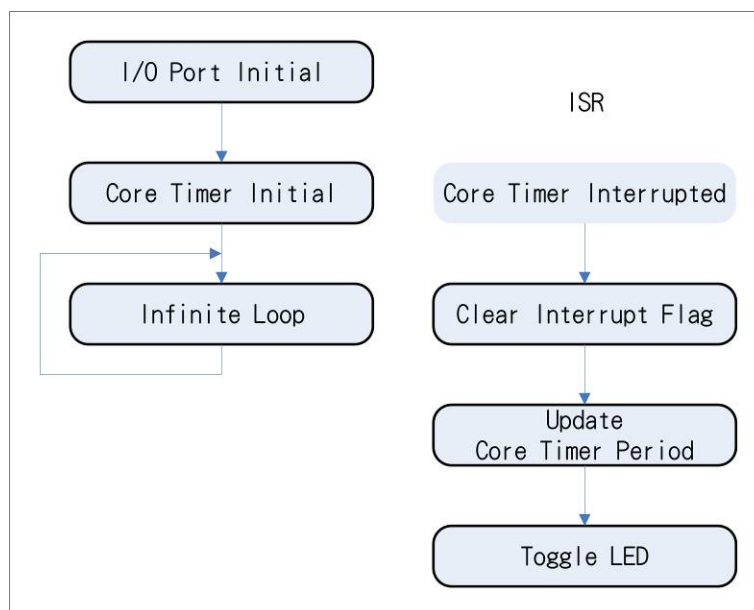


圖 10 Lab2 之流程

### (3)、一般計時器 (General Timer) 控制

此練習之目的，是讓使用者了解如何透過 MPLAB C32 所提供之函數來進行一般計時器 (General Timer) 的設定與控制，也複習練習二中所習得之”啟動中斷向量與進行中斷服務常式 (ISR) 的指定”。

一般計時器 (General Timer) 較核心計時器 (Core Timer) 多出更多的功能，例如提供預除器 (Prescaler)、訊號同步與計時/計數功能等等。

一般計時器 (General Timer) 的基本設定，必須先指定其計數配對值、預除器 (Prescaler) 設定、同步與否及時脈來源等等。中斷的使用則與練習二相同。其相關的函數及巨集如下：(請參閱 Reference Manual 及 32Bits Peripheral Library Guide)

```

ConfigIntTimer1( )      // 啟用Timer1中斷，並指定其中斷優先權
OpenTimer1( )           // 啟用Core Timer，並指定其計數配對值、預除器(Prescaler)設定、同步與否及時脈來源等等
mT1ClearIntFlag( );     // (macro) 清除Core Timer中斷旗標

void __ISR( _TIMER_1_VECTOR , ipl4 ) ISR_CoreTimer( void )    // 中斷服務常式指定範例
{
    ...
}

```

程式基本功能與 Lab1, 2 相同。架構已建立完成，惟獨欠缺少數程式片斷，其流程如圖 11。

使用者必須完成多處關於一般計時器 (General Timer) 之設定及啟用中斷與指定中斷服務常式(程式中標註 To Do 處)以達成要求。

**\*嘗試將一般計時器 (General Timer) 設定為除率 1:256、採用內部時脈、TGATE OFF，並計算計數器配對值，使 LED 變化週期可被人眼所察覺。**

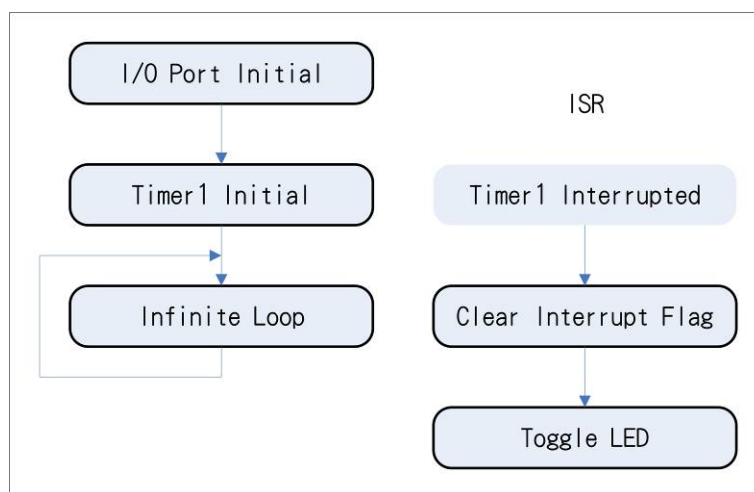


圖 11 Lab3 之流程

#### (4)、 並列周邊模組 (PMP) 控制

此練習之目的，是讓使用者了解如何透過 MPLAB C32 所提供之函數來進行並列周邊模組 (PMP) 的設定與控制，並練習透過並列周邊模組 (PMP) 來對液晶模組 (LCD Module) 進行存取與控制。

並列周邊模組 (PMP) 支援多種存取模式，可依所存取之並列周邊，指定控制匯流排的形式，控制訊號的極性及使用與否已可單獨指定，位址匯流排根據需要可單獨指定，未使用之位址匯流排亦可作為一般 I/O 使用。

並列周邊模組 (PMP) 的基本設定，必須指定其控制匯流排的形式、控制訊號的極性、位址匯流排的使用與等待週期 (Wait State) 的長短等。其相關的函數及巨集如下：(請參閱 Reference Manual 及 32Bits Peripheral Library Guile)

```
mPMPopen() // (macro) 啟用並列周邊模組，指定其控制匯流排的形式、控制訊號的極性、位址匯流排等
```

程式基本功能要完成並列周邊模組 (PMP) 與液晶模組 (LCD Module) 的初始化，並於液晶模組 (LCD Module) 上顯示文字，以及透過一般計時器 (General Timer) 更新變數值於液晶模組 (LCD Module) 上。程式架構已建立完成，惟獨欠缺並列周邊模組 (PMP) 的初始化。其流程如圖 12。

使用者必須完成並列周邊模組 (PMP) 的初始化 (程式中標註 To Do 處) 以達成要求。

**\*嘗試將並列周邊模組 (PMP) 設定為非多工模式、讀/寫致能、Master Mode 1、Write Poll High、Read Poll High 與 Wait State 最大化。**

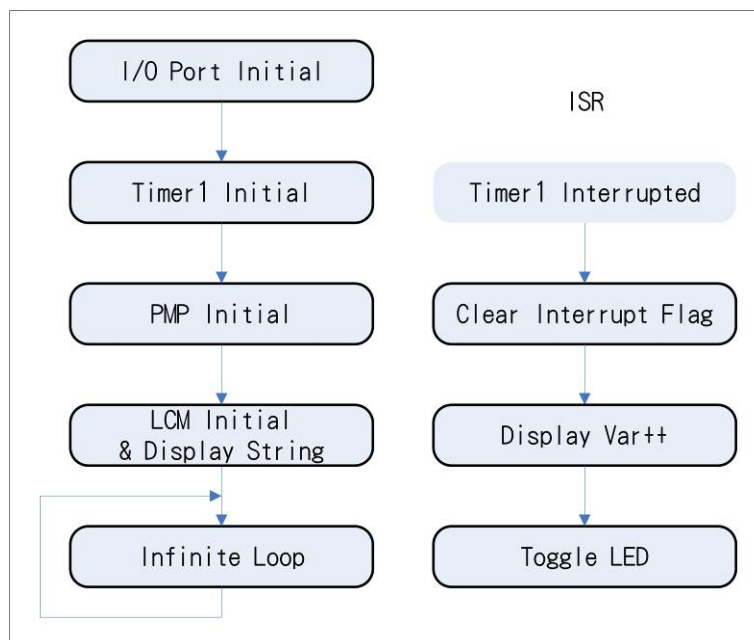


圖 12 Lab4 之流程

### (5)、類比數位轉換模組(ADC)控制-單通道轉換

此練習之目的，是讓使用者了解如何透過 MPLAB C32 所提供之函數來進行類比數位轉換模組(ADC)的設定與控制，並練習使用 ADC 取得可變電阻器上的分壓電壓值。

數位轉換模組(ADC)具備一組採用連續逼近法(SAR)之十位元 ADC。內建兩組 1 對 16 多工器(MUXA, MUXB)，最高可取樣/轉換十六個類比通道。多工器 A 支援自動掃描模式，可自動循序轉換所指定之通道。可以自動或手動方式取樣以及多種觸發轉換模式。

數位轉換模組(ADC)的基本設定，必須指定參考電壓、取樣與轉換方式、自動掃描是否啟用、取樣與轉換時間等。除此之外還需指定正確的類比通道，並將該通道指定為類比輸入。其相關的函數及巨集如下：(請參閱 Reference Manual 及 32Bits Peripheral Library Guide)

```
OpenADC10( )      // 啟用ADC，並指定工作模式。
SetChanADC10( )   // 指定欲轉換的類比通道
```

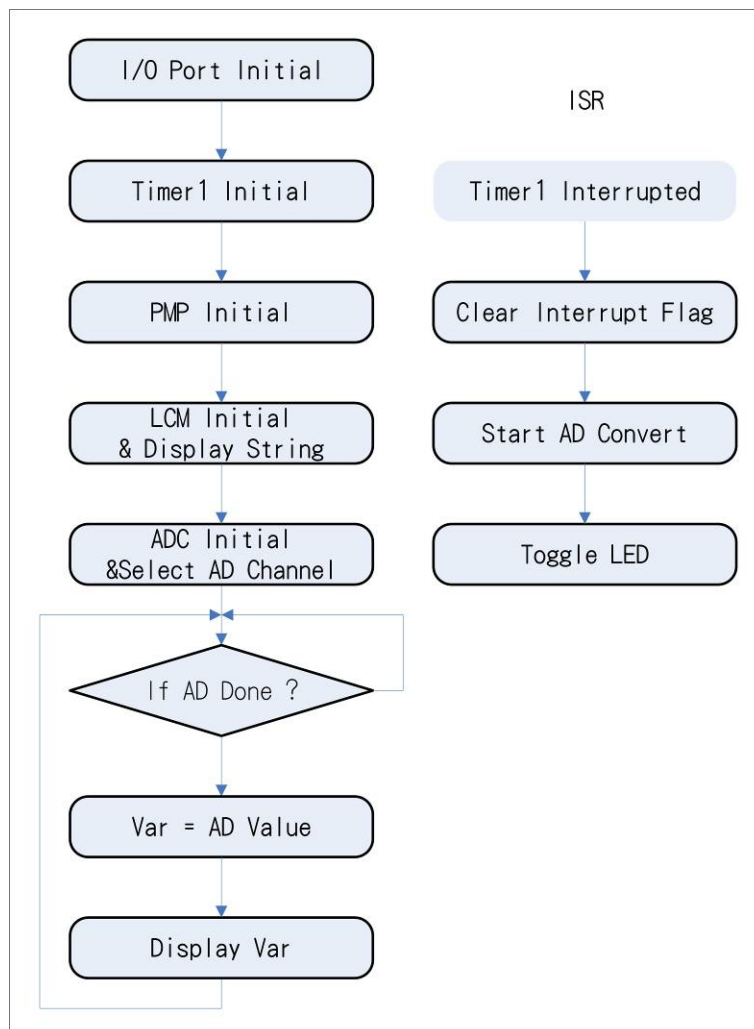


圖 13 Lab5 之流程

程式基本功能是要透過類比數位轉換模組(ADC)將可變電阻器(VR1)上之電壓值取樣/轉換後顯示於液晶模組(LCD Module)上，其流程如圖 13。架構已建立完成，使用者需完成(程

式中標註 To Do 處)類比數位轉換模組(ADC)的初始化及工作狀態設定，並指定正確的類比通道及設定該通道為數位輸入模式，以達成要求。

\*嘗試將類比數位轉換模組(ADC)設定為自動取樣、手動轉換、單一通道模式(不掃描)、參考電壓為 VDD, VSS。

#### (6)、類比數位轉換模組(ADC)控制-多通道掃描轉換

此練習之目的，接續 Lab5，進一步讓使用者了解如何使用自動掃描方式取樣/轉換多個通道。

程式基本功能承襲 Lab5，但會使用掃描方式循序取樣/轉換兩個可變電阻器(VR1, VR2)上之電壓值，並顯示於液晶模組(LCD Module)上。架構已建立完成，使用者需完成(程式中標註 To Do 處)類比數位轉換模組(ADC)的初始化及工作狀態設定，並設定正確的通道為類比輸入模式，以達成要求。其流程如圖 14。

\*嘗試將類比數位轉換模組(ADC)設定為自動取樣、手動轉換、掃描模式、參考電壓為 VDD, VSS 並指定要自動掃描的通道。

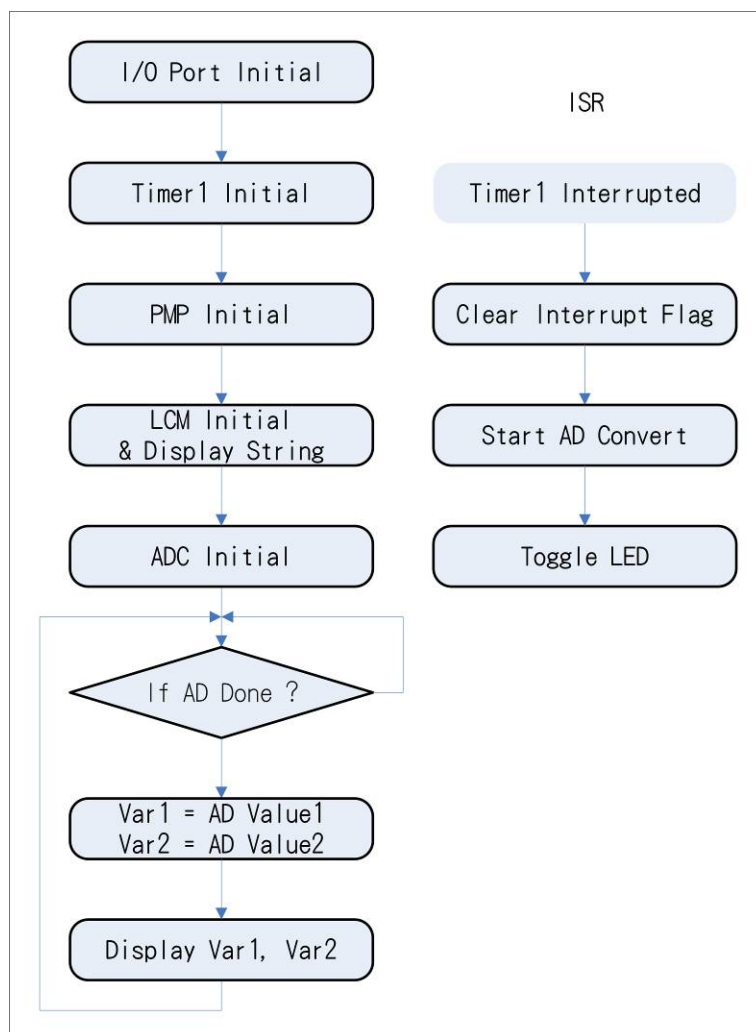


圖 14 Lab6 之流程

### (7)、 泛用非同步收發模組 (UART) 控制

此練習之目的，是讓使用者了解如何透過 MPLAB C32 所提供之函數來進行泛用非同步收發模組 (UART) 的設定與控制，並練習透過非同步串列通訊模組 (UART) 與 PC 端程式進行資料收送。

泛用非同步收發模組 (UART) 為非同步之串列全雙工通訊模組，可支援如 RS-232、RS-485、LIN 1.2 及 IrDA®等通訊協定。提供八及九位元資料格式、同位元檢查、流量控制，也提供 IrDA®的編/解碼功能。

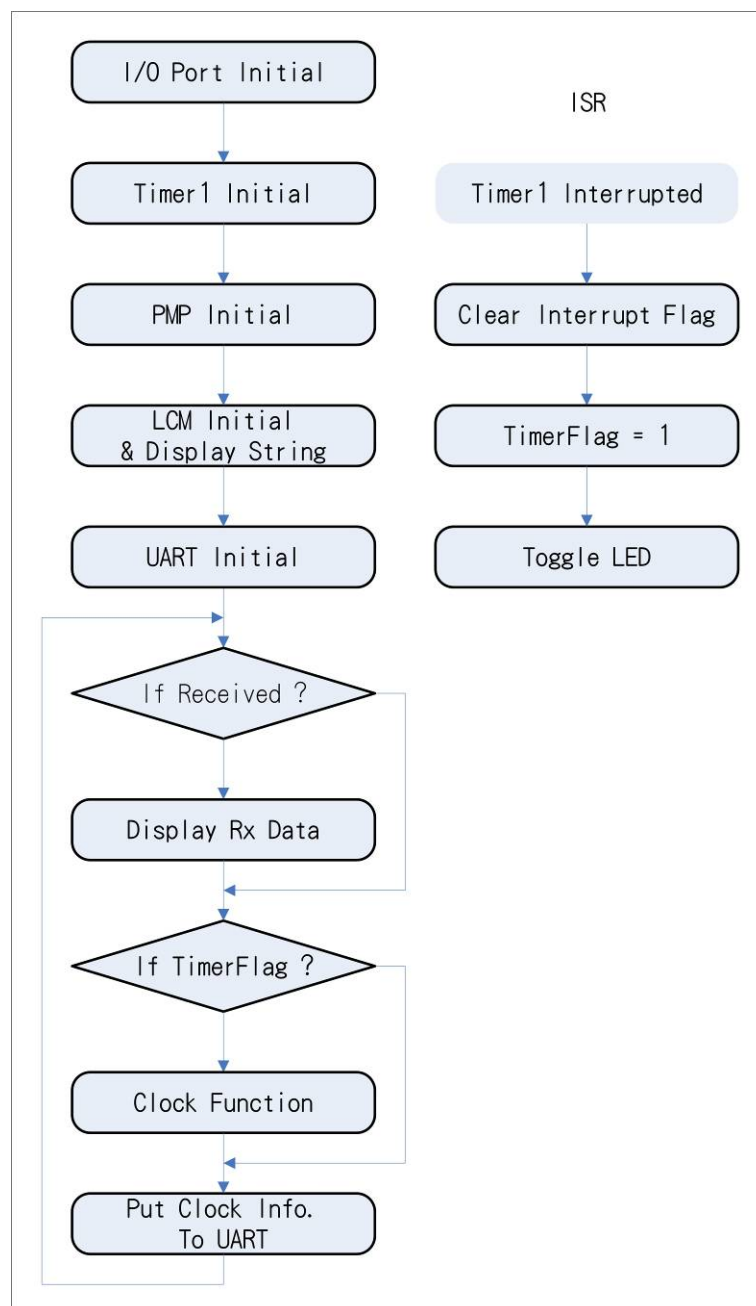


圖 15 Lab7 之流程



泛用非同步收發模組 (UART) 的基本設定，必須指定傳輸模式、資料位元長度、停止位元長度、鮑率、流量控制等。其相關的函數及巨集如下：(請參閱 Reference Manual 及 32Bits Peripheral Library Guile)

```
void UARTConfigure( )           // UART 模式設定
void UARTSetFifoMode( )        // UART Buffer 設定，中斷設定
void UARTSetLineControl( )     // UART 資料格式設定，流量控制設定
UINT32 UARTSetDataRate( )      // UART 鮑率設定
void UARTEnable( )             // 啟動 UART 模組及指定收送功能是否啟用
```

\* 新版本之 C32 UART 相關函數，可參考 (C:\Program Files\Microchip\MPLAB C32\doc\pic32-lib-help 路徑下的”UART-PLIB-Help.chm”檔案說明，新版本之 C32 UART 函數已將泛用非同步收發模組 (UART) 的設定拆成五個函數分開指定，使用時請特別注意。

程式基本功能是要透過泛用非同步收發模組 (UART) 將程式中的時鐘訊息，傳遞至電腦的終端機程式。時鐘的功能透過一般計時器 1 (General Timer 1) 實現。每隔一秒鐘會傳遞一筆資料到電腦 RS232 埠。使用者亦可透過終端機程式輸入資料，所輸入之字元會立即顯示在液晶模組 (LCD Module) 上。其流程如圖 15。

程式架構已建立完成，使用者需完成 (程式中標註 To Do 處) 泛用非同步收發模組 (UART) 的初始化及工作狀態設定，並透過程式中已經預先建立好的函數，將時鐘訊息透過泛用非同步收發模組 (UART) 發出，以達成要求。

\* 嘗試使用新版本之 C32 UART 相關函數，將泛用非同步收發模組 (UART) 設定為無流量控制、”9600, 8, N, 1”、收發均啟用之模式。

## (8)、 串列通訊模組 (I<sup>2</sup>C) 控制

此練習之目的，是讓使用者了解如何透過 MPLAB C32 所提供之函數來進行串列通訊模組 (I<sup>2</sup>C, Inter-Integrated Circuit) 的設定與控制，並練習透過串列通訊模組 (I<sup>2</sup>C) 與 I<sup>2</sup>C 介面之 EEPROM 進行溝通與資料存取。

(I<sup>2</sup>C, Inter-Integrated Circuit)，為飛利浦半導體 (Philips Semiconductors) 所訂定之通訊協定，其為兩線式的串列溝通介面。PIC32MX 系列之串列通訊模組 (I<sup>2</sup>C)，提供主控 (Master)、從屬 (Slave) 與多主控 (Multi-Master) 模式。最高工作頻率可達 100K/400KHz，其支援七位元與十位元模式、時脈延展 (stretch)、通用呼叫 (General Call)、位址配對功能 (Address Match) 等功能。

串列通訊模組 (I<sup>2</sup>C) 的基本設定，必須指定工作模式、工作頻率、七或十位元位址模式，設定為從屬 (Slave) 時還需要指定裝置位址 (Device Address)。其相關的函數及巨集如下：(請參閱 Reference Manual 及 32Bits Peripheral Library Guile)

```
I2CConfigure( )                // I2C 模式設定
I2CSetFrequency( )             // I2C 工作頻率設定
I2CSetSlaveAddress( )          // I2C 裝置位址、位址長度設定
I2CEnable( )                   // 啟用 I2C
```

\* 新版本之 C32 I<sup>2</sup>C 相關函數，可參考 (C:\Program Files\Microchip\MPLAB C32\doc\pic32-lib-help 路徑下的”I2C-PLIB-Help.chm”檔案說明，新版本之 C32 I<sup>2</sup>C 函數已串列通訊模組 (I<sup>2</sup>C) 的設定拆成四個函數分開指定，使用時請特別注意。

程式基本功能是對 I<sup>2</sup>C 介面之 EEPROM 進行溝通與資料存取。程式會預先對 EEPROM 寫入一字串，並將該字串顯示在液晶模組 (LCD Module) 的第一行。接著會透過一般計時器 1 (General Timer 1) 固定時間將 EEPROM 內的資料逐一讀取，並顯示在液晶模組 (LCD Module) 的第二行。其流程如圖 16。

程式架構已建立完成，使用者需完成 (程式中標註 To Do 處) 串列通訊模組 (I<sup>2</sup>C) 的初始化及工作狀態設定。

**\*嘗試使用新版本之 C32 I<sup>2</sup>C 相關函數，將泛用串列通訊模組 (I<sup>2</sup>C) 設定為主控端 (Master)、七位元模式、400KHz 工作頻率。**

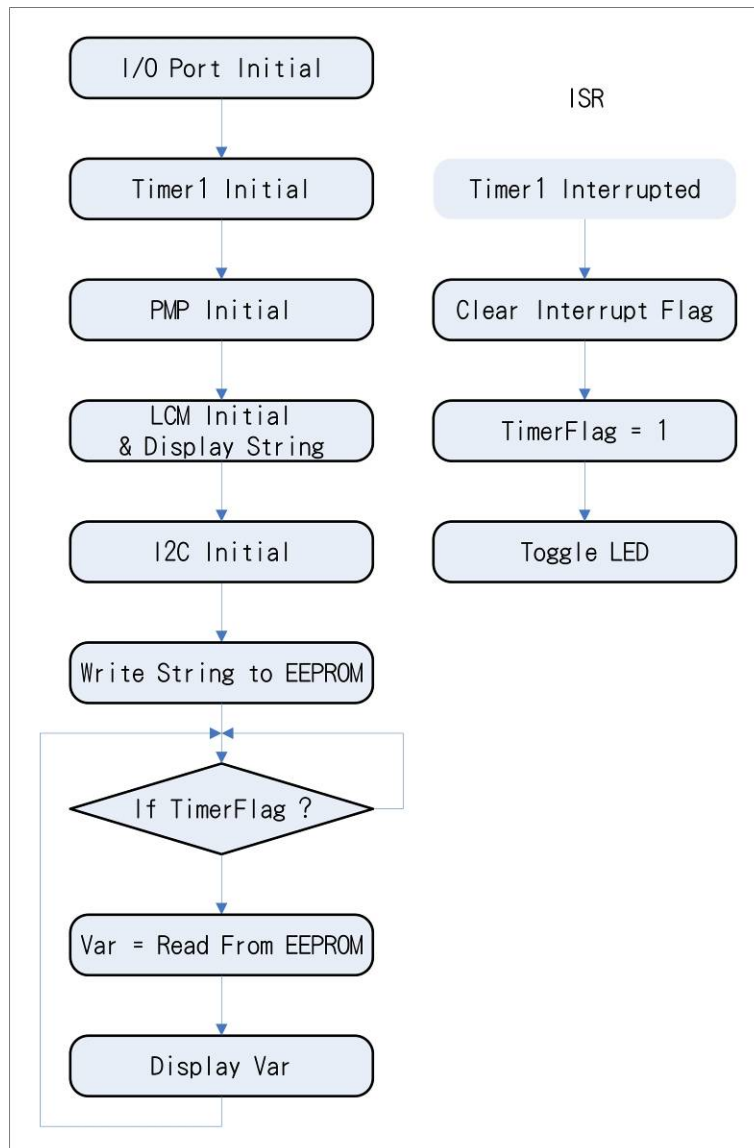


圖 16 Lab8 之流程

### (9)、開機載入器 (Boot loader) 與程式燒錄流程

APP1632 出廠時已燒錄開機載入器 (Boot loader)，讓使用者可以透過 USB 界面直接在 PC 端下載編譯好之程式至微控制器中執行，而無須透過特殊的開發工具，如 ICD3, PICKits 等。

開機載入器(Bootloader)是一組預先載入在微控制器內的程式，該程式透過 USB 介面與 PC 端的軟體做溝通，達成微控制器自我韌體更新的功能。

最新版的 Bootloader 可至 Microchip Application Library 專屬網頁 (<http://www.microchip.com/mal>) 下載，目前版本為 Microchip Application Libraries v2010-08-04。Microchip Application Library 包含所有 Microchip 的應用範例，如 USB、Graphics、Memory Disk、TCP/IP Stack、mTouch 及 Smart Card 等。

下載後的檔案安裝後，會在 C 磁碟機下產生 Microchip Solutions 資料夾。Bootloader 放置於 Microchip Solutions v2010-08-04\USB Device - Bootloaders\HID - Bootloader\HID Bootloader - Firmware for PIC32MX Family Devices 下。內有一專案檔，開啟後選擇正確 Devices，編譯後即可燒錄。燒錄完成後，該 MCU 便具有 USB Boot Loader 的功能。

關於如何使用開機載入器(Bootloader)來燒錄程式，可參照下述流程：

- 依一般專案建立模式建立專案，並撰寫用戶程式。
- 複製對應之連結檔至專案資料夾中，並更名為(procdefs. ld)。  
\*連結檔是描述程式與資料記憶體的配置要求，由於開機載入器(Bootloader)已在微控制器中，佔有部份程式與資料記憶體，因此用戶程式不可使用到其空間。連結檔中已將開機載入器(Bootloader)所佔用之空間保留，避免用戶程式佔用其空間。  
(連結檔放置於 C:\Microchip Solutions v2010-08-04\USB Device - Bootloaders\HID - Bootloader\HID Bootloader - Firmware for PIC32MX Family Devices\Application Linker Scripts 下。
- 編譯含有連結檔之專案，並產生\*. HEX 檔。
- 執行 PC 端應用程式(HIDBootLoader.exe)。
- 以 Boot loader 模式啟動 Target Board。  
(同時按住 Reset (S1) 與 S3 鍵，接這放開 S1，再放開 S3，此時 PC 端應用程式會出現如圖 17 訊息 (Device attached) )。
- 選擇 Open Hex File 開啟含有\*. ld 檔所編譯完成之\*. HEX 檔，並選擇 Program/Verify。
- 選擇 Reset Device 或按下 Reset (S1) 鍵，即可回到正常模式，執行用戶程式。



圖 17 Bootloader PC 端下載程式

## 附錄 A: 電路方塊圖

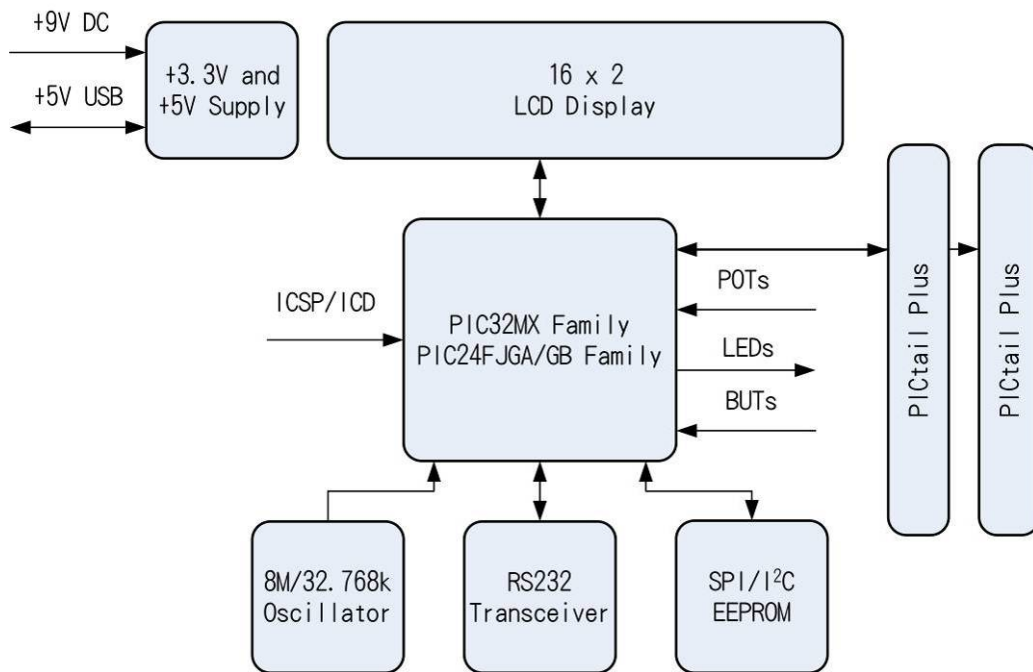


圖 18 主微控制器電路方塊圖

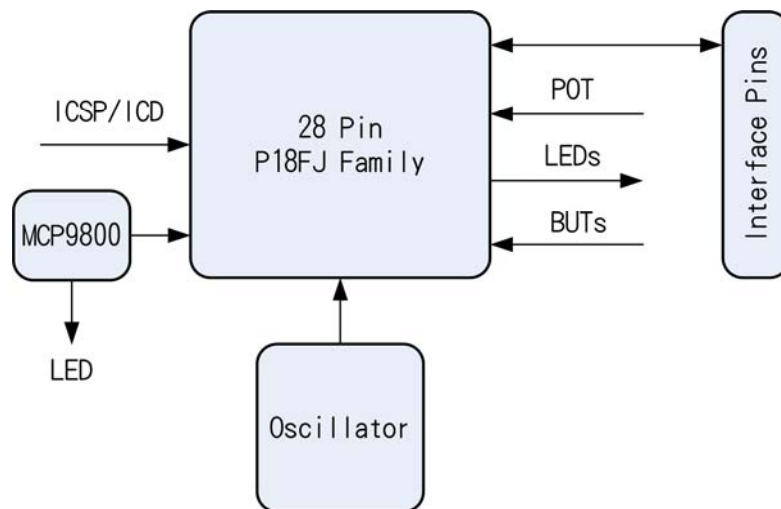


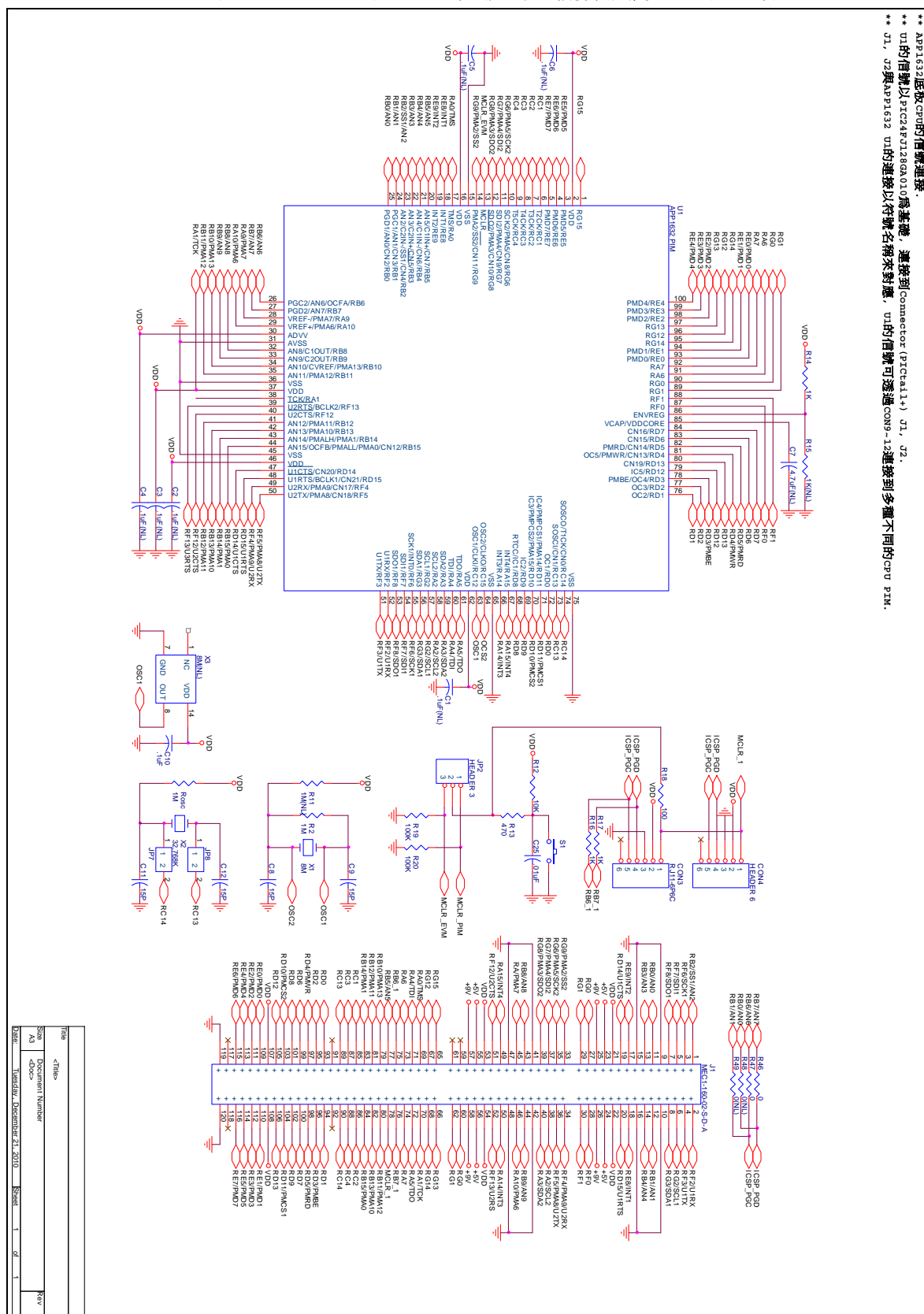
圖 19 附屬微控制器電路方塊圖

**附錄 B: Jumper 功能說明**
**表 5 APP1632 Jumper 功能說明**

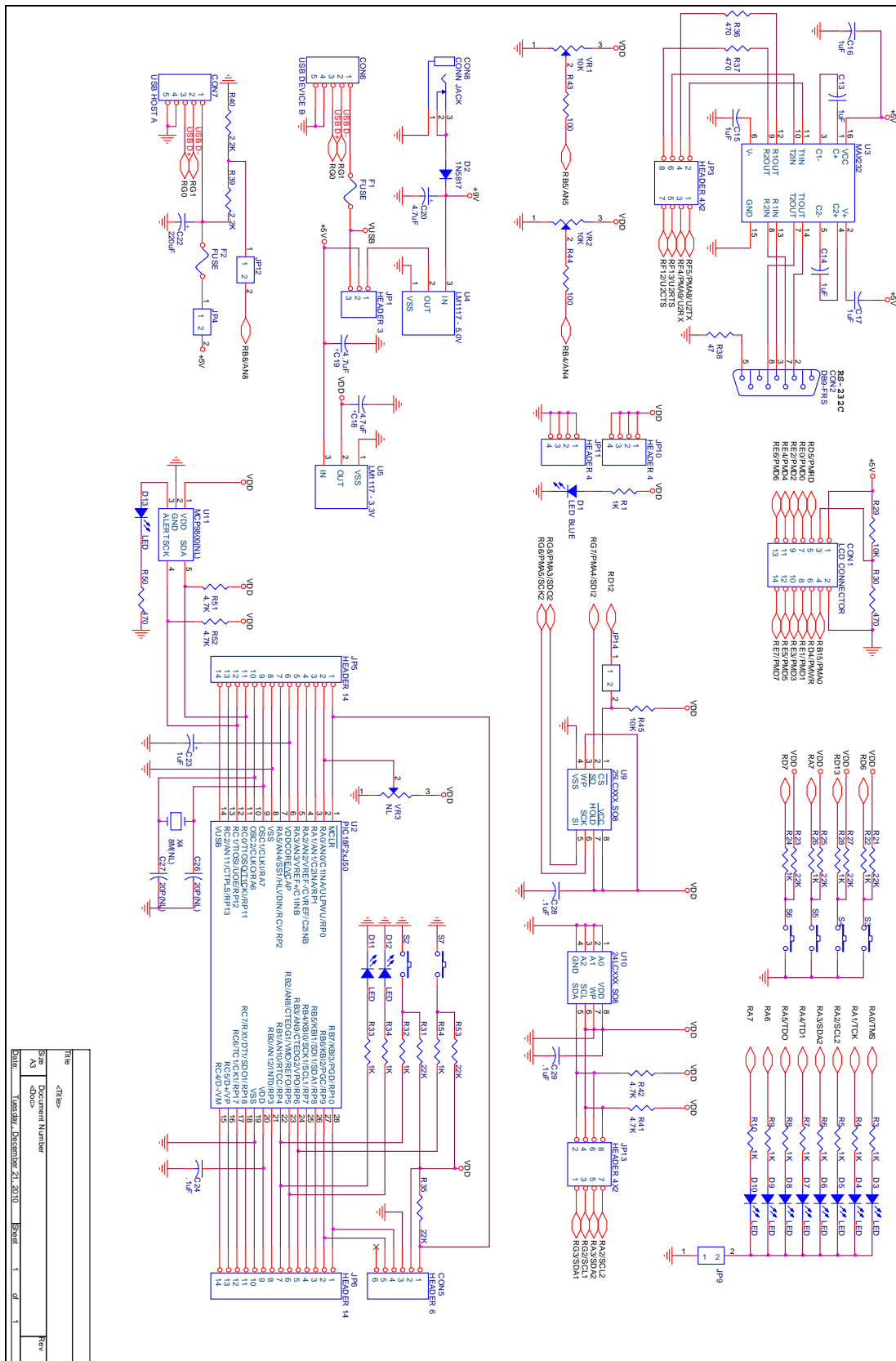
編號	功能	描述
JP1	供電來源選擇	選擇外部+9V 或者由 Mini-B USB Port 供電。
JP2	微控制器選擇	選擇使用母板上或者 PIM 模組上微控制器。
JP3	UART 訊號選擇	選擇欲是否使用 UART 的 TxD, RxD, RTS, CTS 訊號。
JP4	USB Device 供電選擇	選擇是否由母板供給 USB Device 電源。
JP5, JP6	附屬微控制器接腳延伸	28 Pins IC 腳座延伸。
JP7, JP8	次要時脈來源選擇	次要時脈透過 (JP7, JP8) 連接至 (RC14-1, RC14-2) 作為次要時脈來源。使用 JP7, JP8 可選擇 (RC14-1, RC14-2) 是否作為時脈輸入或者其他用途。
JP9	LED 除能/致能選擇	LED (D3 - D10) 除能/致能設定。
JP10	+3.3V	+3.3V 電源。
JP11	GND	接地。
JP12	USB HOST	USB Device 的供給電源經由電阻分壓 (R39, R40) 連接至 (JP12) 一端，另一端連接至 (AN8)，短路器短路時可透過 AD 進行 USB 電源的偵測功能。
JP13	I <sup>2</sup> C 訊號選擇	選擇使用 (SDA1, SCL1) 或 (SDA2, SCL2) 來連接 I <sup>2</sup> C EEPROM。
JP14	SPI EEPROM 除能/致能選擇	選擇 SPI EEPROM 的 (CS) 狀態。短路時 (CS) 為高電位，EEPROM 除能；斷路時 (CS) 狀態則由 (RD12) 決定。

## 附錄 C: 電路圖

(1)、 J1 Connector (PICtail Plus) & U1 信號對應關係及除錯、振盪線路

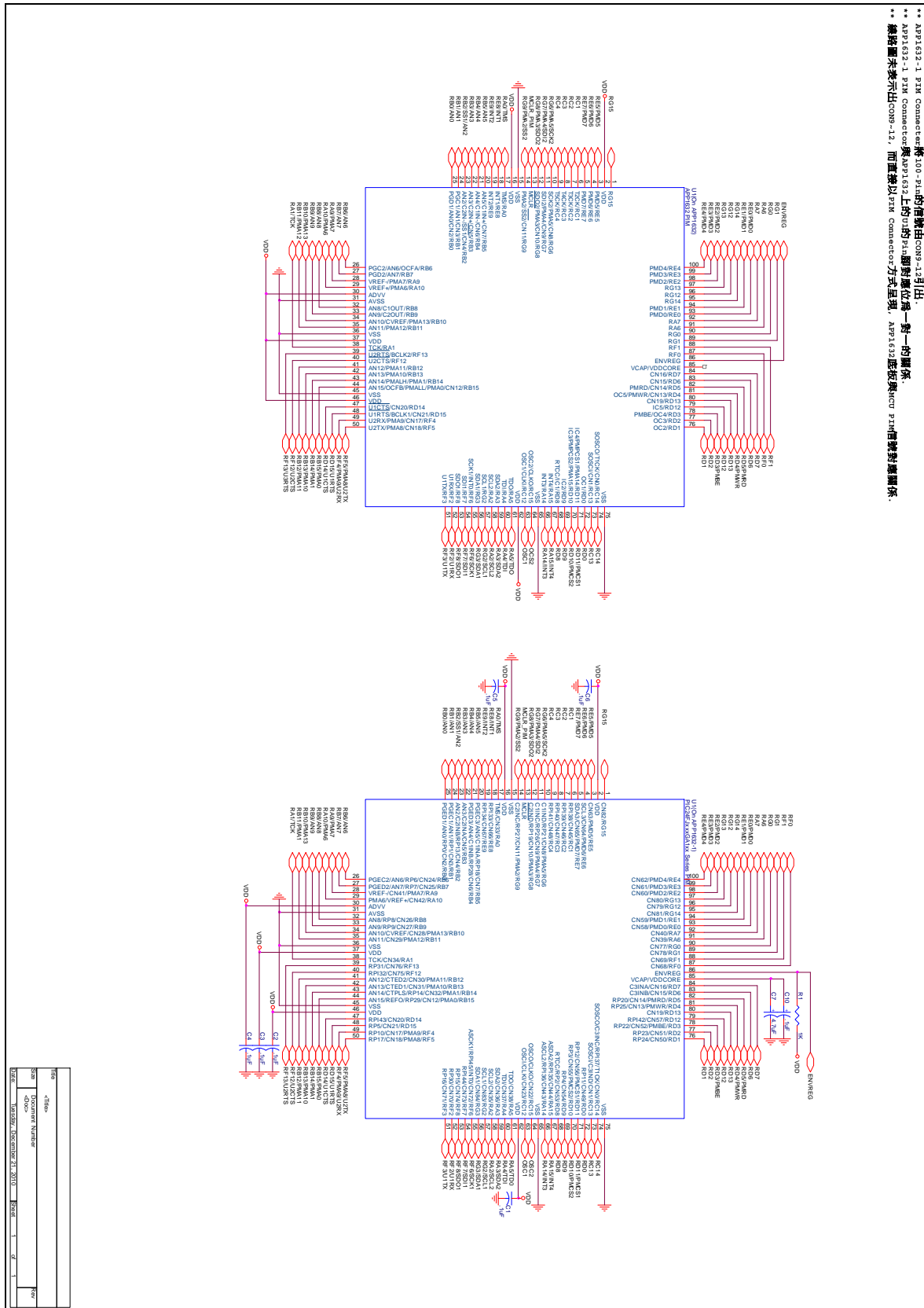


## (2)、 周邊及附屬微控制器線路



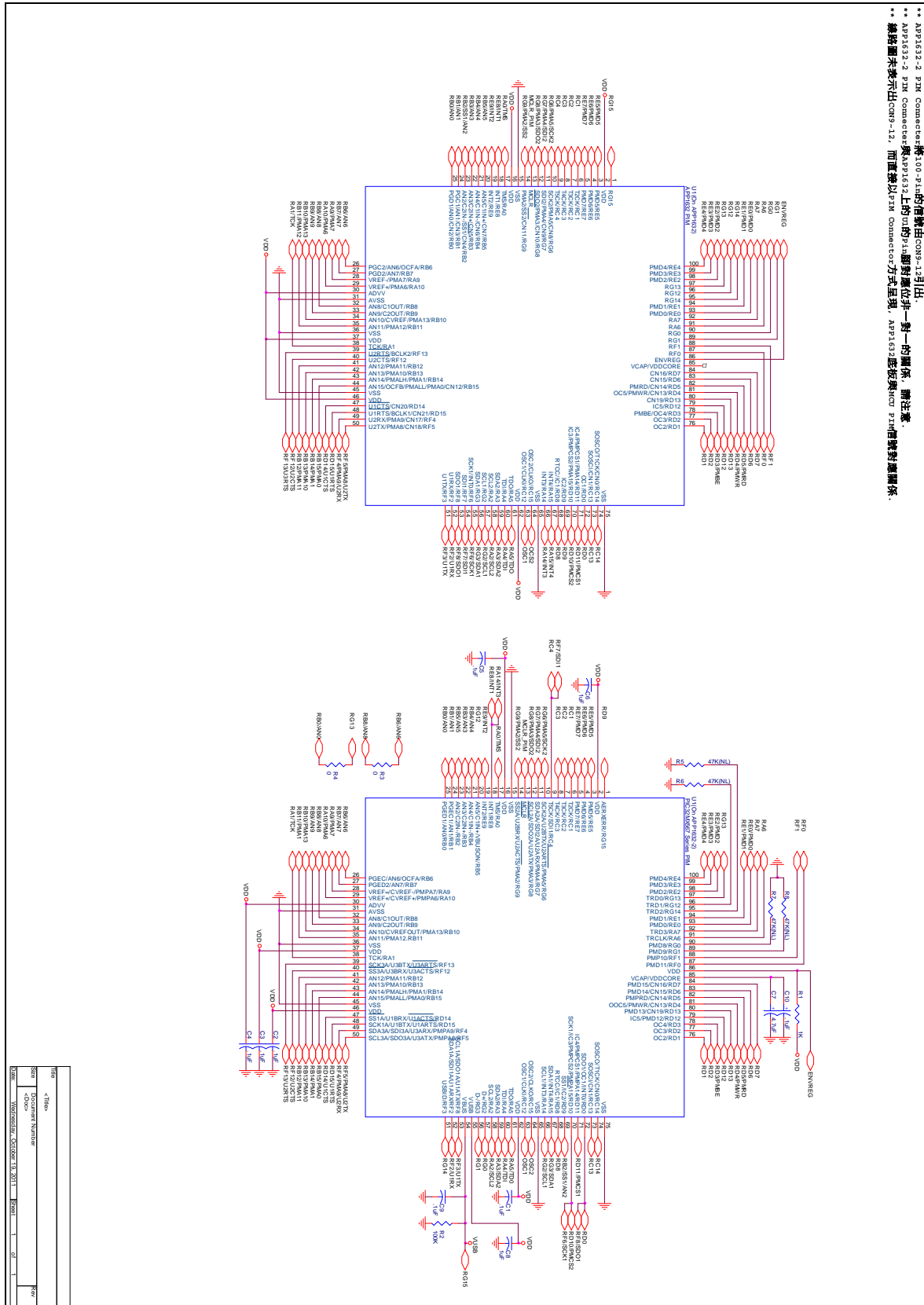


(3)、 APP1632-1 PIM(PIC24FJ256GA110)

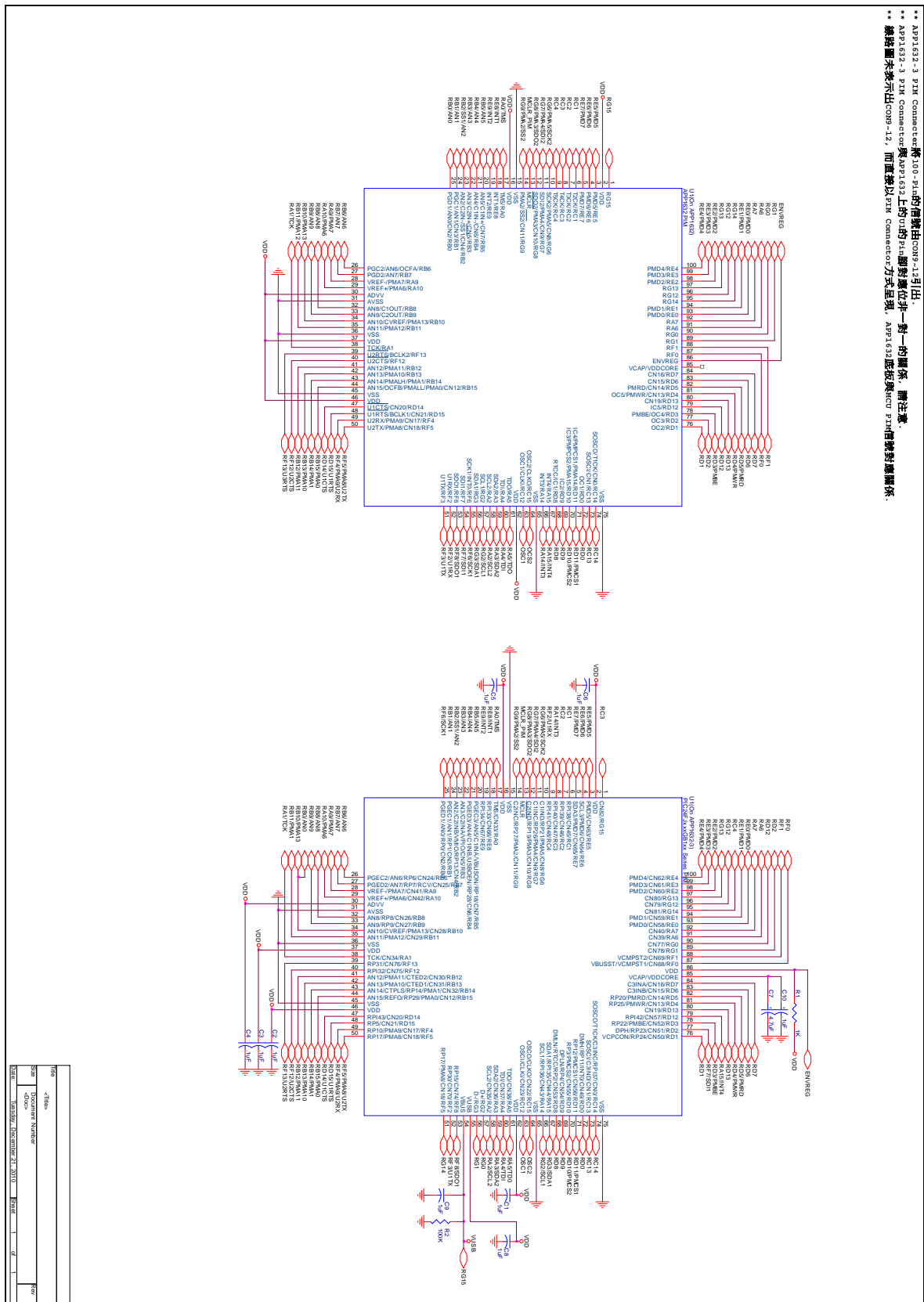


za

(4)、APP1632-2 PIM(PIC32MX795F512L)



(5)、 APP1632-3 PIM(PIC24FJ256GB110)



**附錄 D: 零件清單 (BOM)**
**(1)、 APP1632 BOM**

項目	規格/數值	編號	備註
1	0. 1uF	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C10, C24, C28, C29	C1 - C6 NL
2	4. 7uF	C7, C18, C19, C20	C7 NL
3	15PF	C8, C9, C11, C12	
4	1uF	C13, C14, C15, C16, C17, C23	
5	220uF	C22	
6	0. 01uF	C25	
7	20P	C26, C27	C26, C27 NL
8	1K	R1, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R14, R15, R16, R17, R22, R24, R26, R28, R32, R33, R34, R54	R15 NL
9	1M	R2, R11, Rsc	R11 NL
10	10K	R12, R29, R45	
11	470	R13, R30, R36, R37, R50	
12	100K	R19, R20	
13	22K	R21, R23, R25, R27, R31, R35, R53	
14	47	R38	
15	2. 2K	R39, R40	
16	4. 7K	R41, R42, R51, R52	
17	100	R18, R43, R44	
18	0	R46, R47, R48, R49	R48, R49 NL
19	10K	VR1, VR2, VR3	VR3 NL
20	PIC24FJGA Family	U1	NL
21	DIP-28 IC 腳座	U2	
22	MAX232	U3	
23	LM1117-5. 0V	U4	
24	LM1117-3. 3V	U5	
25	SOT-23-6	U6	NL
26	SOP-8	U7, U8	NL
27	25LC2560I/SN	U9	
28	24LC32A-1/SN	U10	
29	MCP9800	U11	NL
30	LED BLUE	D1	
31	N5817	D2	
32	LED GREEN	D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10	
33	LED ORANGE	D11, D12	
34	LED RED	D13	
35	8M Hz Crystal	X1	
36	32, 768K Hz Crystal	X2	
37	8M Hz Oscillator	X3	NL
38	8M Hz Crystal	X4	NL
39	Button	S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7	
40	MEC1-160-02-S-D-A	J1, J2	J2 NL
41	Fuse - USB SMD	F1, F2	
42	LCD MODULE		
43	DIP-7Px2 2. 54mm	CON1	
44	DB9 Female 90°	CON2	
45	RJ11-6P6C 下簧片	CON3	
46	SIP-6P 2. 54mm 90°	CON4, CON5	
47	USB Mini-B Type Female	CON6	

項目	規格/數值	編號	備註
48	USB B Type Female	CON7	
49	RCA 2.1mm	CON8	
50	DIP-13Px2 2.54mm	CON9, CON10, CON11, CON12	
52	SIP-3P 2.54mm	JP1, JP2	
53	DIP-4Px2 2.54mm	JP3, JP13	
54	SIP-2P 2.54mm	JP4, JP7, JP8, JP9, JP12, JP14	
55	SIP-14P 2.54mm	JP5, JP6	
56	SIP-4P 2.54mm	JP10, JP11	
57	SIP-25P 1.27mm		NL

**(2)、 PIM (APP1632-1) BOM**

項目	規格/數值	編號	備註
1	PIC24FJ256GA110-I/PT	U1	
2	0.1uF	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C10	
3	4.7uF	C7	
4	1K	R1	
5	DIP 2.54mm-13Px2	CON9, CON10, CON11, CON12	

**(3)、 PIM (APP1632-2) BOM**

項目	規格/數值	編號	備註
1	PIC32MX795F512L-80I/PF	U1	
2	0.1uF	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C9, C10	
3	4.7uF	C7	
4	1uF	C8	
5	1K	R1	
6	100K	R2	
7	0	R3, R4	NL
8	47K	R5, R6, R7, R8	NL
9	DIP 2.54mm-13Px2	CON9, CON10, CON11, CON12	

**(4)、 PIM (APP1632-3) BOM**

項目	規格/數值	編號	備註
1	PIC24FJ256GB110-I/PT	U1	
2	0.1uF	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C9, C10	
3	4.7uF	C7	
4	1uF	C8	
5	1K	R1	
6	100K	R2	
7	DIP 2.54mm-13Px2	CON9, CON10, CON11, CON12	

## 附錄 E: 配件清單

APP1632 套件包含以下物品:

1. APP1632 實驗板一塊。
2. PIM(Plug In Module)模組一塊 (APP1632-2, PIC32MX795F512L)。
3. 雙頭杜邦接頭線六條。
4. USB 連接線一條 (A to Mini-B)。
5. PIM(Plug In Module)模組空板三片。

APP1632-1 x 1 支援 PIC32MX3/PIC24FJxxxGA1xx 系列。

APP1632-2 x 1 支援 PIC32MX5/6/7 系列。

APP1632-3 x 1 支援 PIC24FJxxxGB1xx 系列。