



MICROCHIP

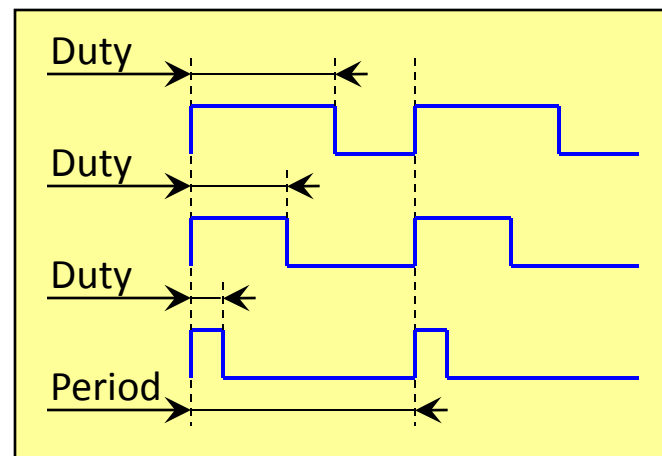
Regional Training Centers

Section 12

Output Compare - PWM

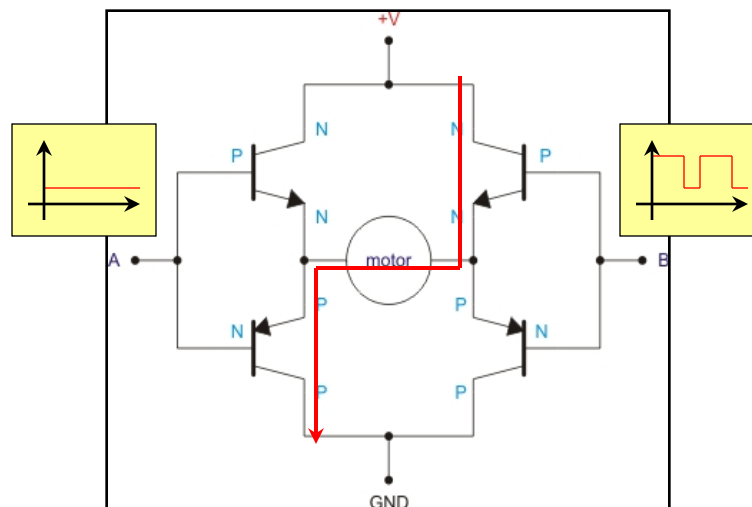
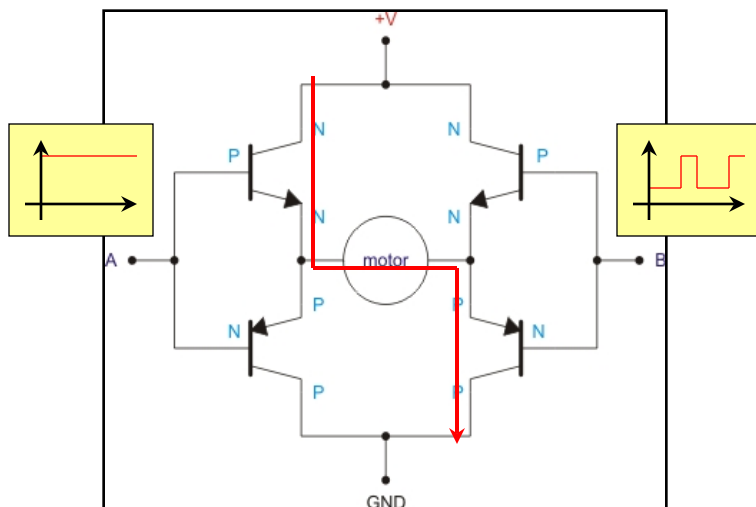
What's PWM

- 脈波寬度調變(PWM, Pulse-width modulation)。一種調變工作週期的技術。透過高解析度的計數器,將方波的工作週期進行調變,用來對一個類比信號的電壓進行編碼。
- PWM是以數位控制來控制類比訊號一種非常有效的技術。廣泛的被應用在測量、通信及功率控制與變換等領域中。
- PWM控制兩個重要參數
週期(Period)、比例(Duty)。



Motor Control

- 以馬達控制為例,如圖所示的H Bridge結構馬達控制電路。可使用PWM控制正反轉與旋轉的速度。



PIC24 Output Compare

- PIC24GB Serial的Output Compare Module可以設定成以下幾種輸出模式(OCM<2:0>):

Simple Compare Match Mode:

1. Normal Low, High on Match
2. Normal High, Low on Match
3. Toggle on Match

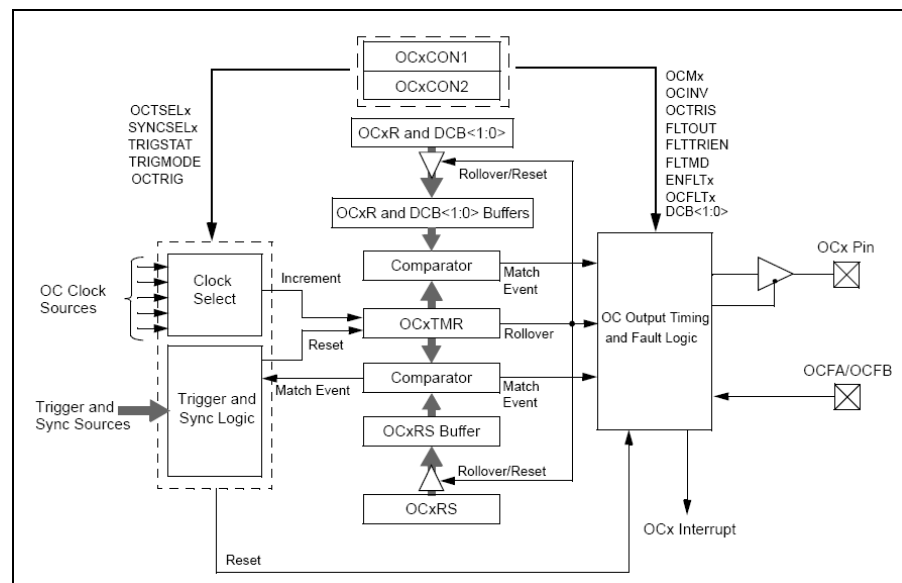
Dual Compare Mode:

1. Single Pulse
2. Continuous pulse

Simple PWM Mode:

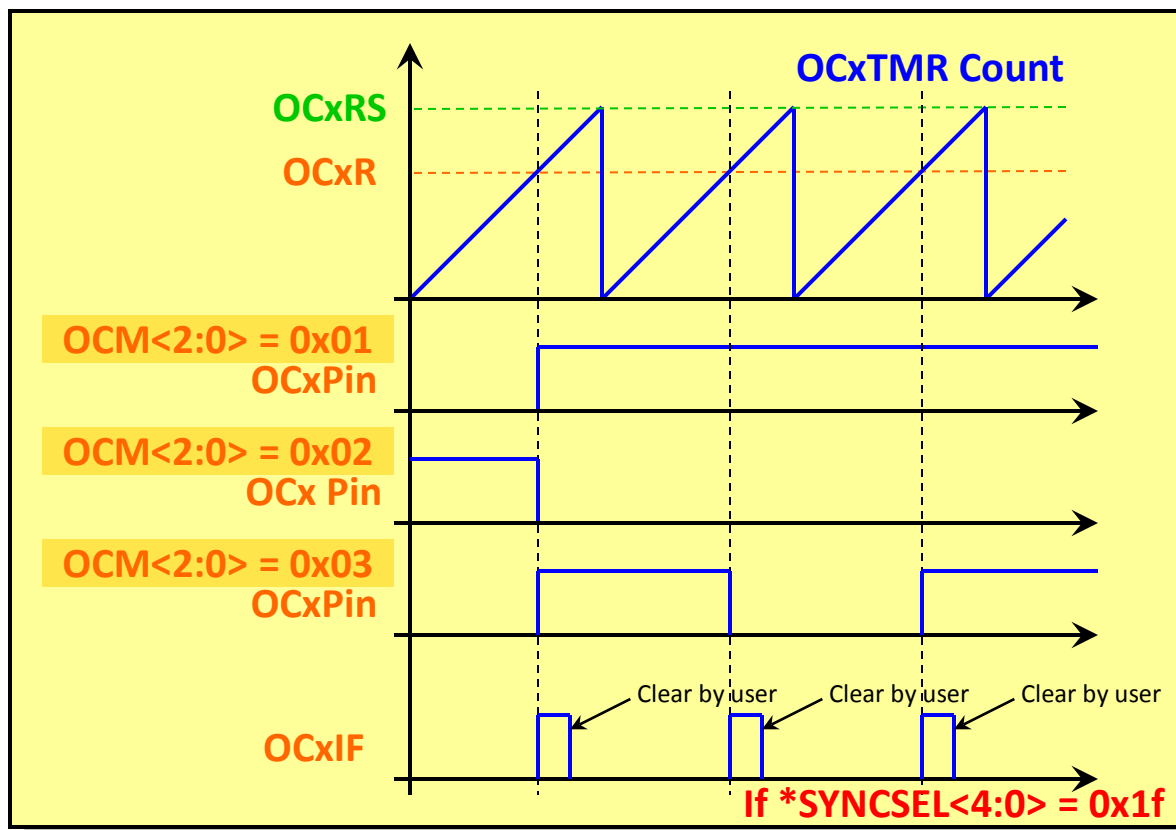
1. Edge-Aligned PWM Mode
2. Center-Aligned PWM Mode

- 可使用Timer 2或Timer 3作為Time Base。



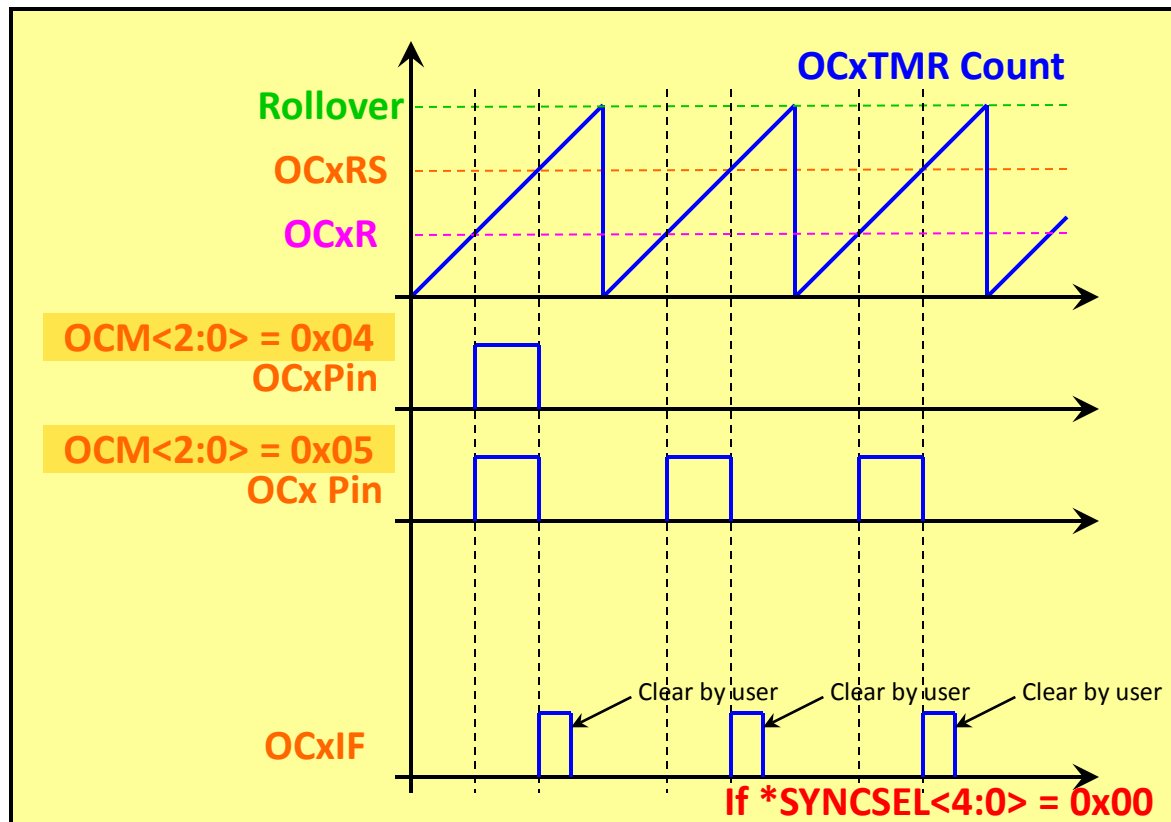
Simple Compare Match Mode

- 在此模式下，OCxTMR會遞增，在與OCxR時相同會改變OCx pin的狀態：
- OCM<2:0> = 0x01, Initialize OCx=0, “Set” on match
- OCM<2:0> = 0x02, Initialize OCx=1, “Clear” on match
- OCM<2:0> = 0x03, Toggle on match
- OCxRS 必須大於 OCxR。



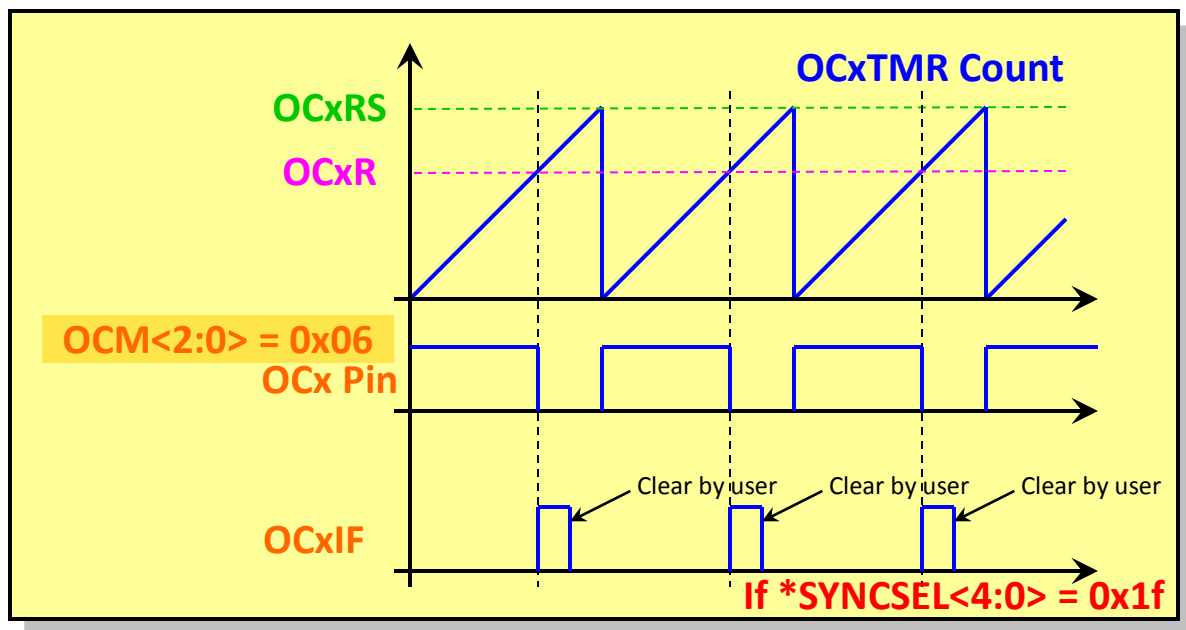
Dual Compare Mode

- 在此模式下，OCxTMR會遞增，在過程中會有兩次的比較動作。需要同時使用到 OCxR 以及 OCxRS 暫存器。
當 OCxR 與 OCxTMR 相等時 OCx Pin 變 High，
當 OCxR 與 OCxTMR 相等時 OCx Pin 變 Low。
- OCM<2:0> = 0x04,
Signal Output Pulse
- OCM<2:0> = 0x05,
Continuous Output Pulse。



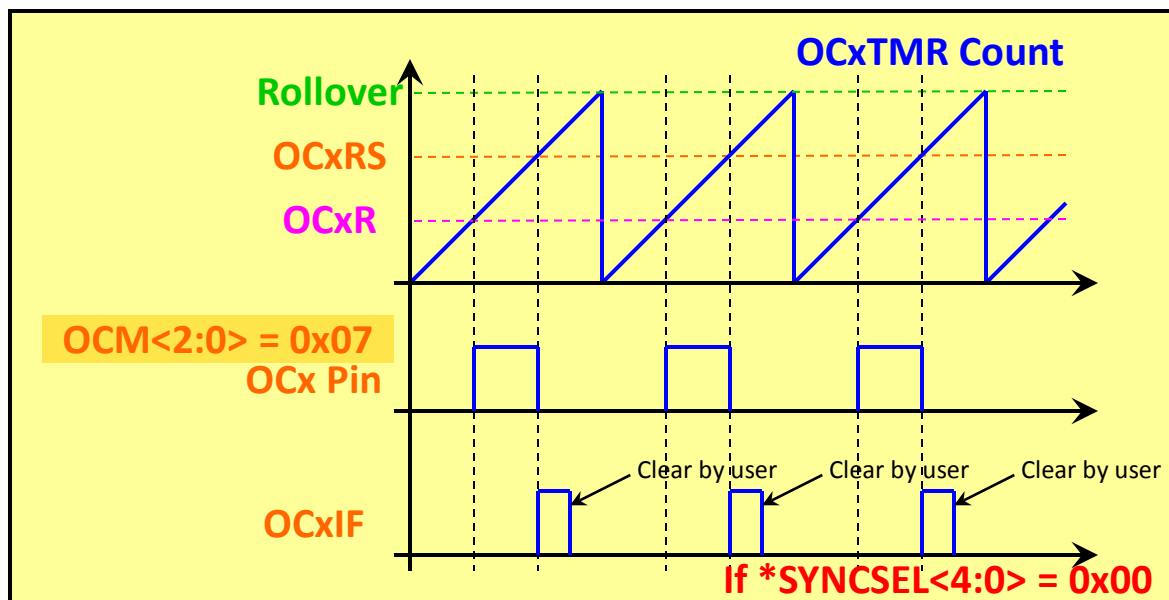
Edge-Aligned PWM Mode

- 在此模式下，OCxTMR會遞增，在與OCxR相同會改變OCx pin的狀態：
- OCM<2:0> = 0x06, Edge-Aligned PWM



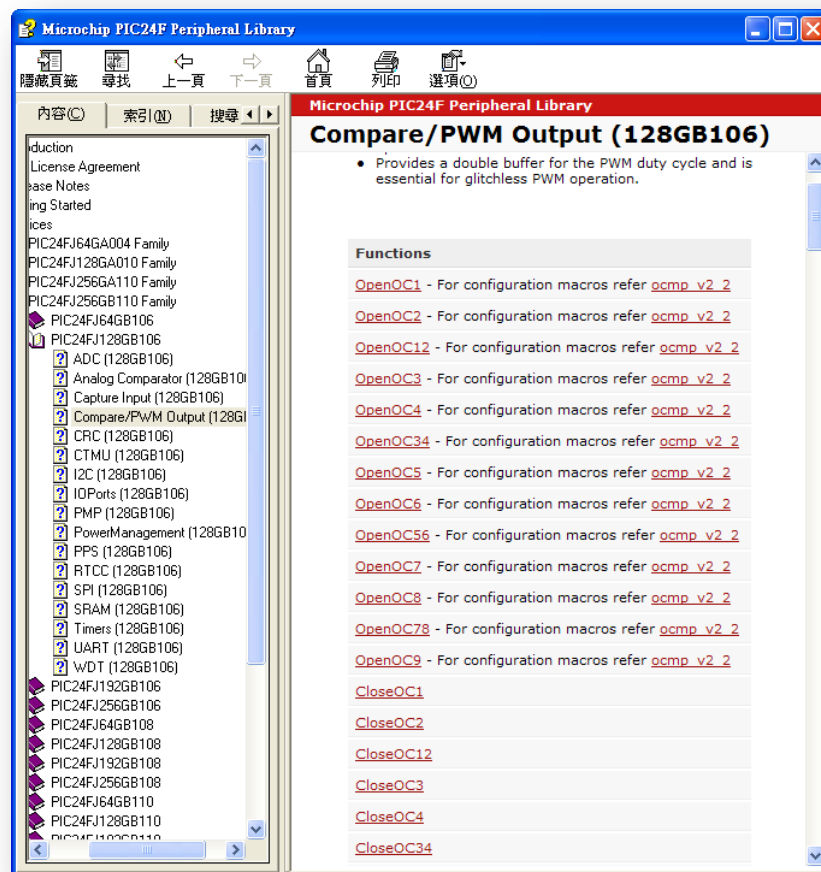
Center-Aligned PWM Mode

- 此模式與OCM<2:0> = 0x05 Continuous Output Pulse很像, 唯一的差別在於OCxR與OCxRS有Buffer, 意謂著可以隨時將新的寫入, 不怕影響目前訊號的運作, 新的OCxR與OCxRS會在OCxTMR Overflow時載入。
- OCM<2:0> = 0x07, Center-Aligned PWM



MPLAB C30對OC的支援

- MPLAB C30提供許多OC Function可供使用。要使用OC時先含入(include)OC的標頭檔。
Ex: #include <outcompare.h>
- 在C:\ProgramFiles\Microchip\mplabc30\vx.x\docs\periph_lib\Microchip PIC24F Peripheral Library.chm 檔案中可以找到詳細的使用說明。



MPLAB C30 OC Function

- MPLAB C30中可用的OC(PWM Mode) Function:
OpenOCx_GB(); // 設定工作模式,開啟OCx。
SetDCOCxPWM_GB(); // 設定PWM的Duty, Period (Edge-Aligned PWM)。
ConfigIntOCx(); // 設定OCx的中斷優先權,中斷啟用。
.....

OC-PWM Example

- OC-PWM的初始化範例:

```
void OpenOC1_GB( unsigned int config1 , unsigned int config2 ,  
                unsigned int value1 , unsigned int value2 );
```

config1 & *2* : OC的工作模式 , *value1*:OCxRS , *value2*:OCxRS 。

Ex:

```
OpenOC1_GB( OC_IDLE_CON & OC_SYSCLK_SRC & ... &  
            OC_PWM_EDGE_ALIGN ,  
            OC_CASCADE_DISABLE & ... &  
            OC_SYNC_TRIG_IN_OC1 ,  
            0 , OCPWM1Period );
```

- Edge-Aligned Mode 下, 可以SetDCOCxPWM_GB();來設定輸出的波形。

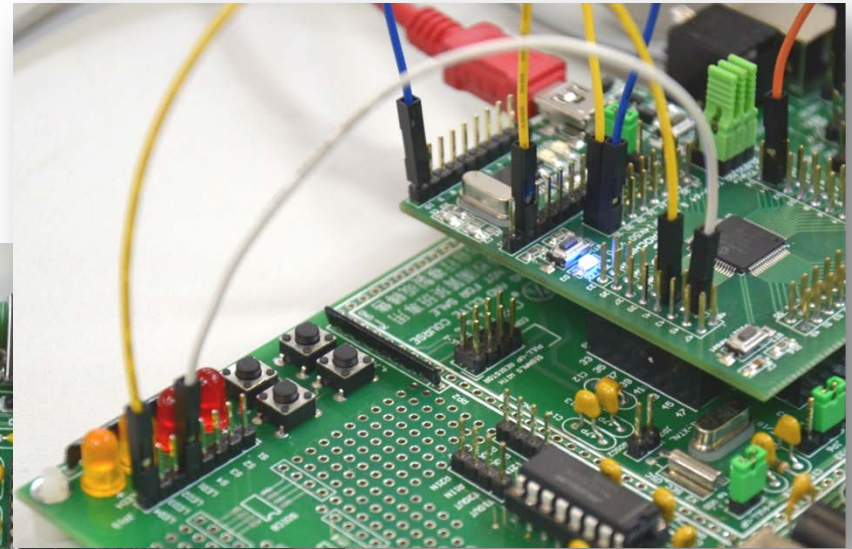
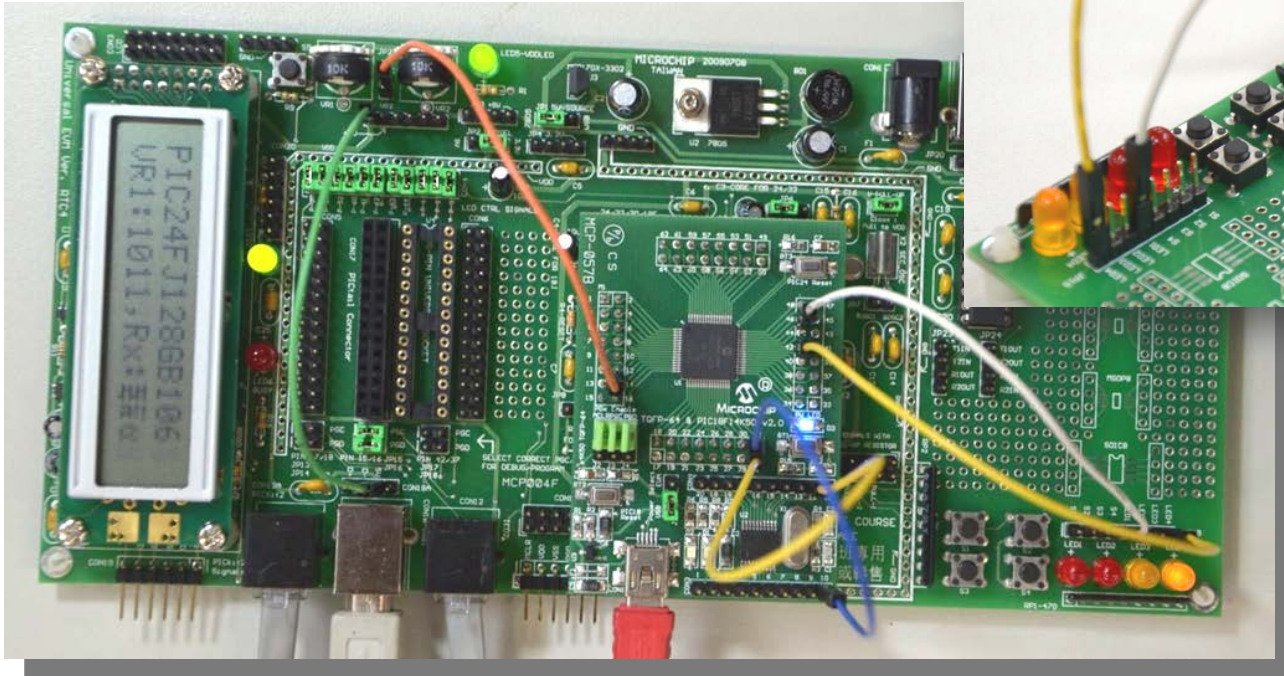
```
void SetDCOC1PWM_GB( unsigned int dutycycle , unsigned int period );
```

Lab11 Output Compare PWM

- 利用Lab10的程式,將PWM的功能加入。初始化OC1,設定為Edge-Aligned Mode, 時脈來源為Fcy。並使用Lab9所取得的AD數值來改變PWM的Duty。
- 先閱讀OC Function的說明文件,了解如何使用OpenOC1_GB(), SetDCOC1PWM_GB()等函數。
- 記住!OCx也必須透過PPS指定腳位, 所以回憶下前一章節有關PPS設定的說明來設定OC1。要使用OC時也必須先含入(include)OC的標頭檔。
Ex:#include < outcompare.h>
- 將OC1 pin連接至LED。調整VR並透過LED觀察PWM的變化。也可透過超級終端機觀察數值變化。

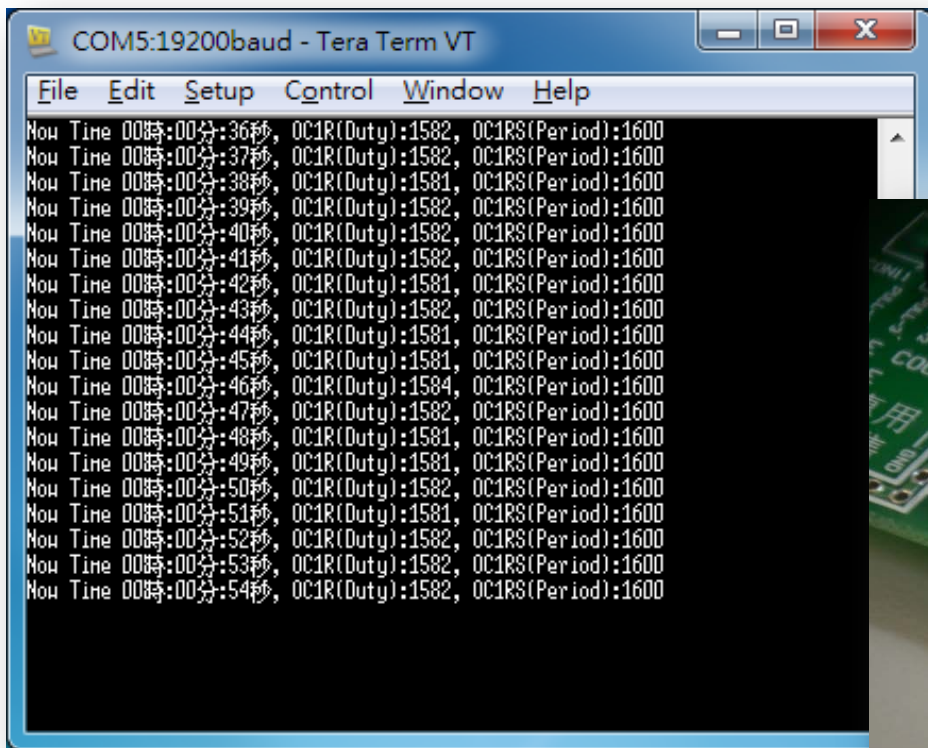
Lab11 – O.C. PWM Step1

- 將PIC24FJ256GB106的RP2(Pin42)連接至LED上。並透過PPS指定OC1訊號輸出透過RP2。



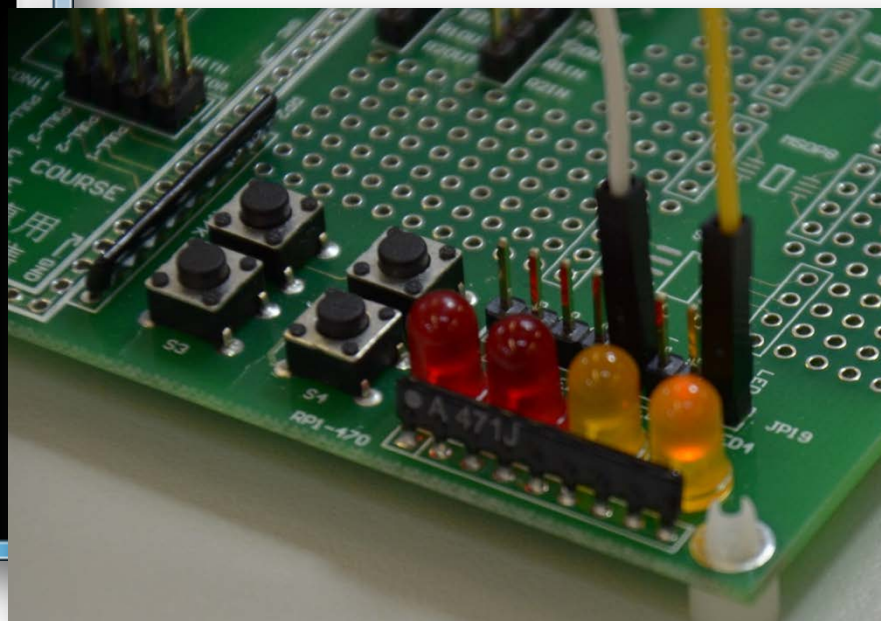
Lab11 O.C. PWM Step2

- 可透過LED觀察PWM的變化。也可以透過Lab10的架構,在超級終端機會看到Duty跟Period的變化。



COM5:19200baud - Tera Term VT

Time	OC1R(Duty)	OC1RS(Period)
00時:00分:36秒	1582	1600
00時:00分:37秒	1582	1600
00時:00分:38秒	1581	1600
00時:00分:39秒	1582	1600
00時:00分:40秒	1582	1600
00時:00分:41秒	1582	1600
00時:00分:42秒	1581	1600
00時:00分:43秒	1582	1600
00時:00分:44秒	1581	1600
00時:00分:45秒	1581	1600
00時:00分:46秒	1584	1600
00時:00分:47秒	1582	1600
00時:00分:48秒	1581	1600
00時:00分:49秒	1581	1600
00時:00分:50秒	1582	1600
00時:00分:51秒	1581	1600
00時:00分:52秒	1582	1600
00時:00分:53秒	1582	1600
00時:00分:54秒	1582	1600



PWM 週期計算?

- PWM週期如何計算?

```
#define SystemFrequency 8000000L / 2  
#define OCPWM1Period ( SystemFrequency / OCPWM1TogglesPerSec )  
#define OCPWM1TogglesPerSec 10000  
OpenOC1_GB( ... & OC_SYSCLK_SRC & ... , ... , ... , OCPWM1Period );
```

- SystemFrequency:系統頻率(F_{cy}), $F_{cy} = F_{osc} / 2$ (dsPIC33/PIC24F/24H/24E)。
(SystemFrequency) / OCPWM1TogglesPerSec:一秒鐘有這麼多個Clock,那0.5秒就是/2, 0.1秒就是/10。

PWM 工作週期控制

- PWM 週期與AD數值如何換算?

```
if( VR1Value >= 1023 )  
    SetDCOC1PWM_GB( OCPWM1Period + 1 , OCPWM1Period );  
else  
    SetDCOC1PWM( ( ( long ) VR1Value * OCPWM1Period ) / 1023 , OCPWM1Period );
```

- 為何要100% Duty要單獨處理?

PWM Mode下, 當1.OCxTMR = OCxR時輸出Low, 2.OCxTMR = OCxRS時輸出High。

在這條件下, 如果因為想取得100% Duty輸出, 而把OCxR設成跟OCxRS一樣時, 會造成, 兩個條件同時成立的情形, 造成輸出波形不正常。

解決方法就是讓OCxR大於OCxRS, 讓第一個條件無法成立。
或者直接關掉OC, 用I/O輸出100%, 0%Duty。