MICROCHIP

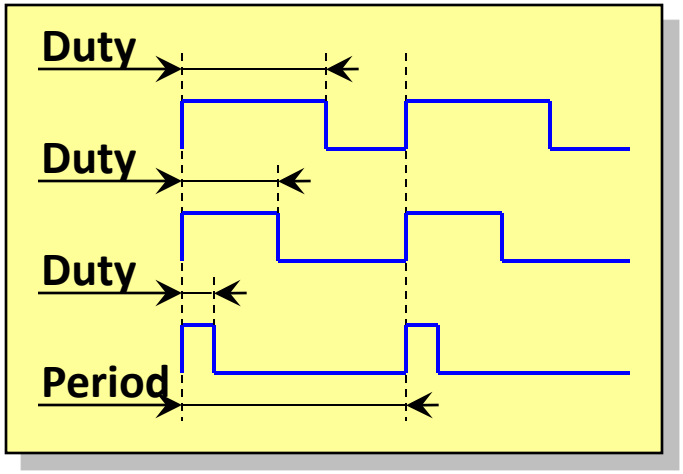
Regional Training Centers

Section 11
Output Compare PWM

MICROCHIP
Regional Training Centers

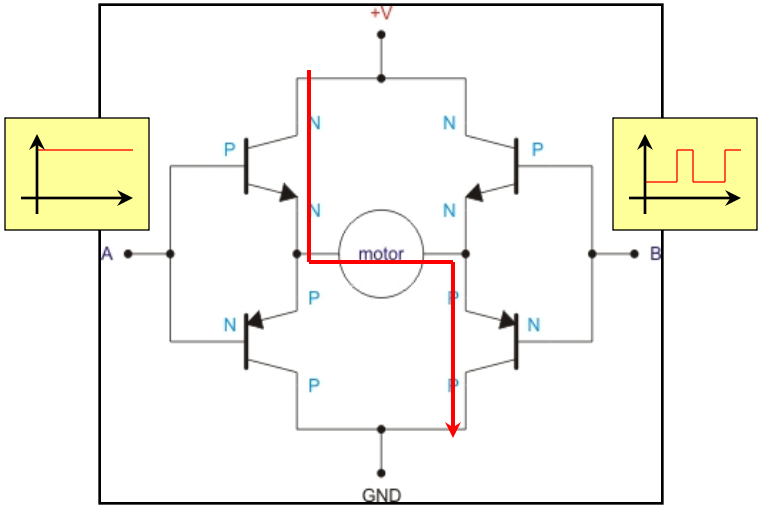
What's PWM

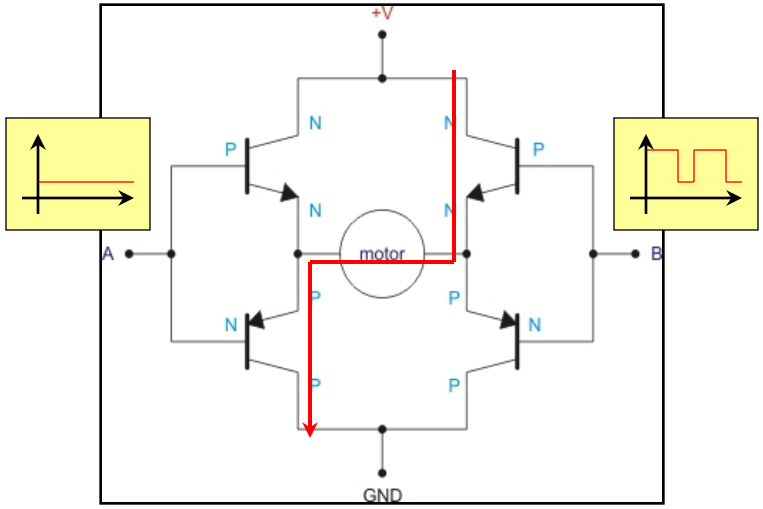
- 脈波寬度調變(PWM, Pulse-width modulation)。一種調變工作週期的技術。透過高解析度的計數器, 將脈波的工作週期進行調變,用來對一個類比信號的電壓進行編碼。
- PWM是以數位控制來控制類比訊號一種非常有效的技術。廣泛的被應用在測量、通信及功率控制與變換等領域中。
- PWM控制兩個重要參數
  週期(Period) 、比例(Duty) 。



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

- PIC24F16KA102 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:

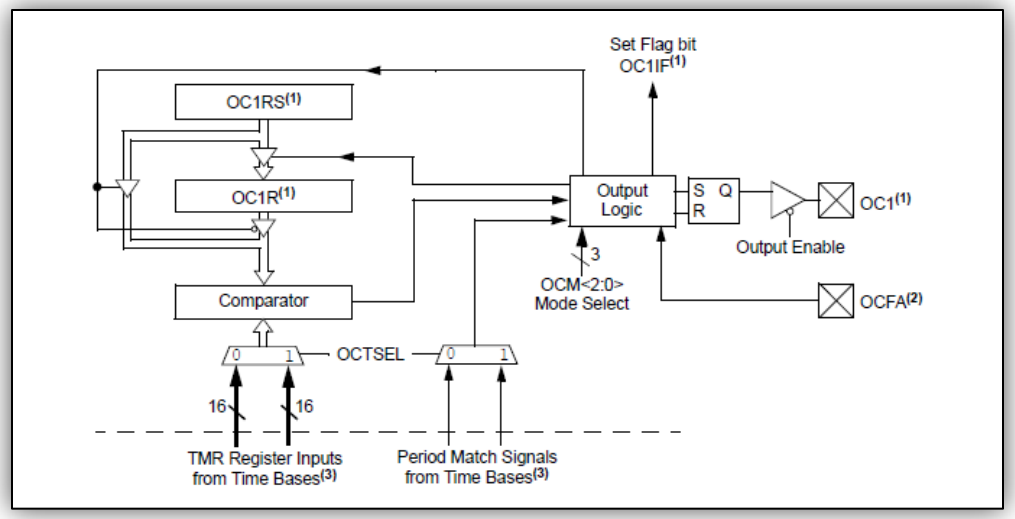
  1.Single Pulse

  2.Continuous pulse

  Simple PWM Mode:

  1.PWM Mode

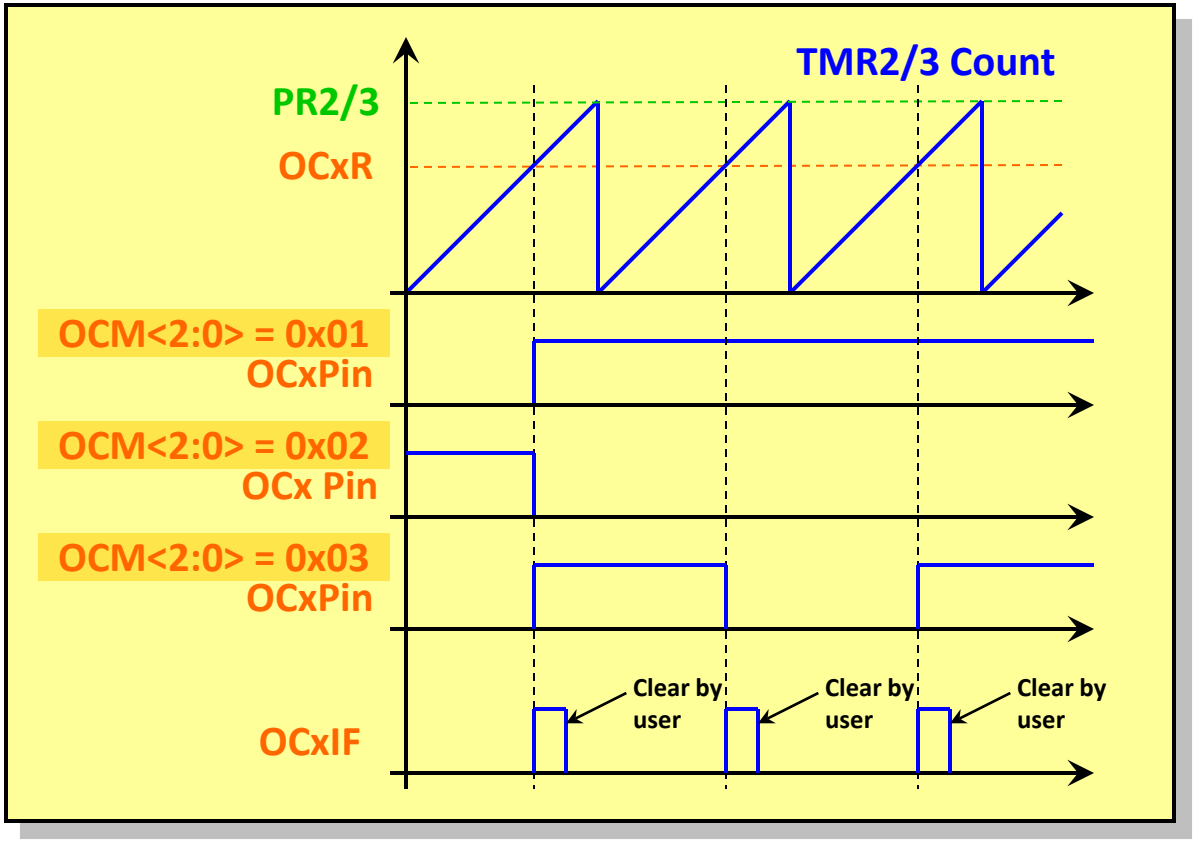
  2.PWM Mode with Fault



- 可使用Timer 2或Timer 3作時脈來源。

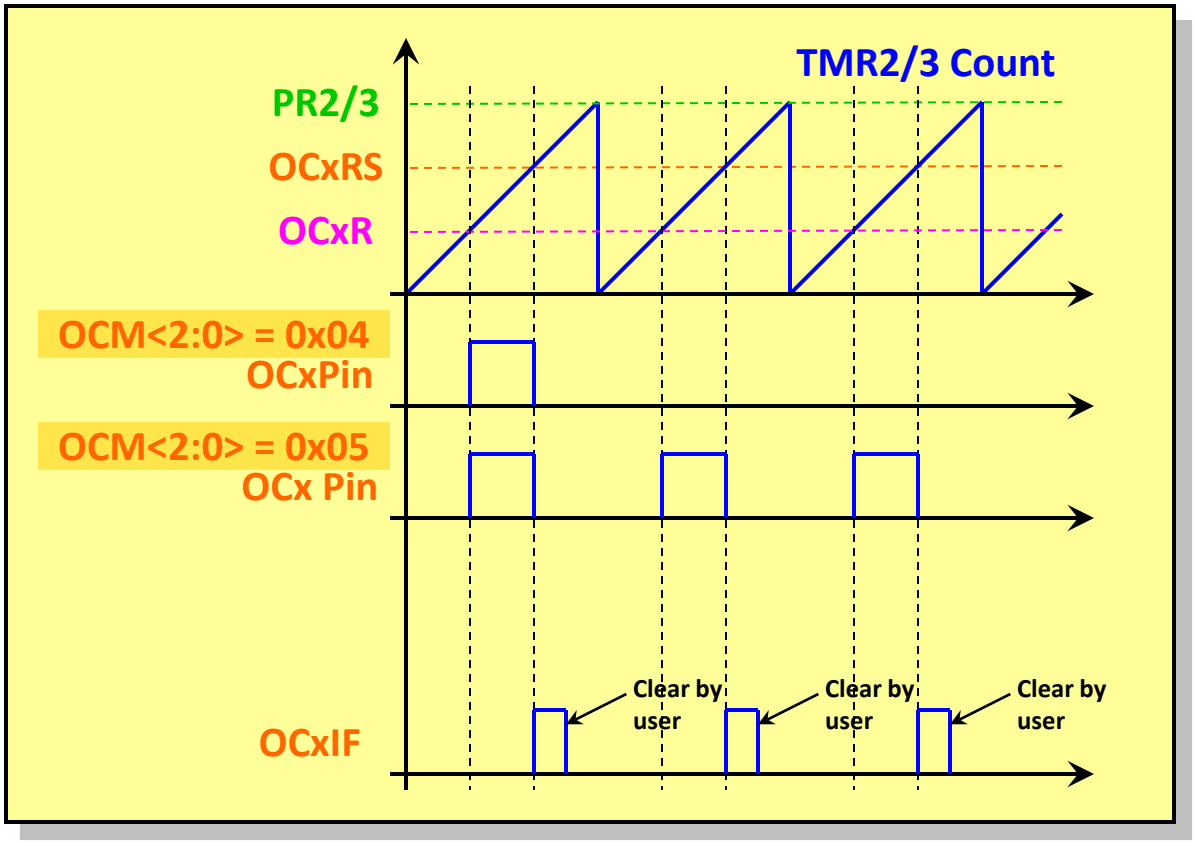
Simple Compare Match Mode

- 在此模式下, TMR2/3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



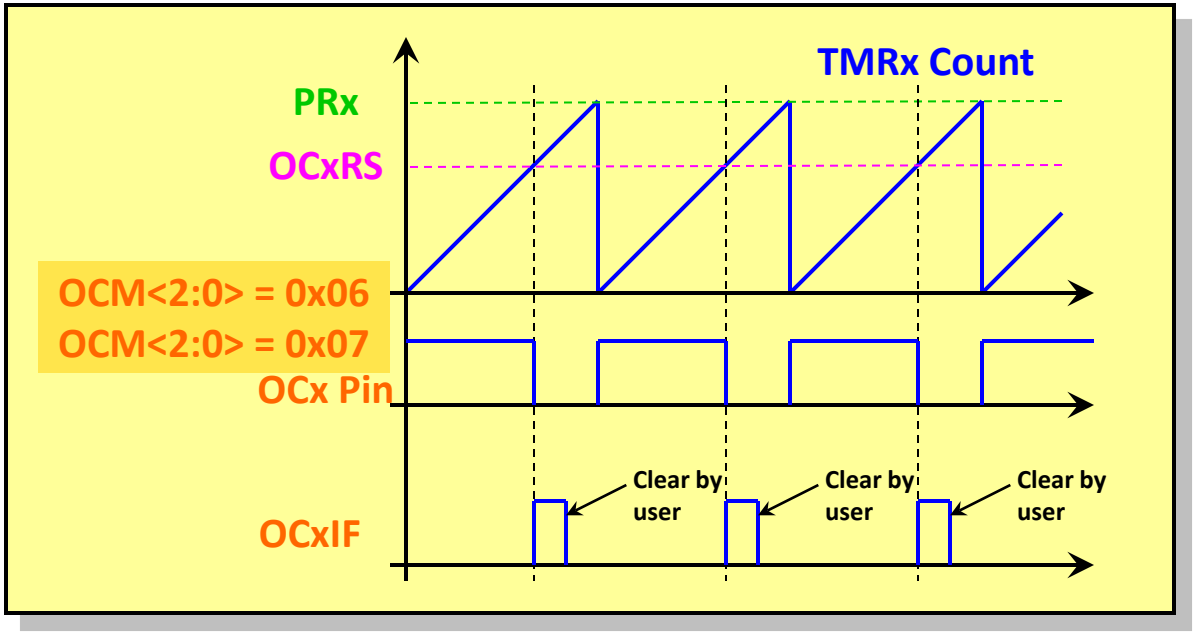
Dual Compare Mode

- 在此模式下, TMR2/3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
- **OCxRS 必須 > OCxR。**



PWM Mode

- 在此模式下, TMR2/3會遞增, 在與OCxRS相同會改變OCx pin的狀態:
- OCM<2:0> = 0x06, PWM Mode
  OCM<2:0> = 0x07, PWM Mode with Fault



MICROCHIP
Regional Training Centers

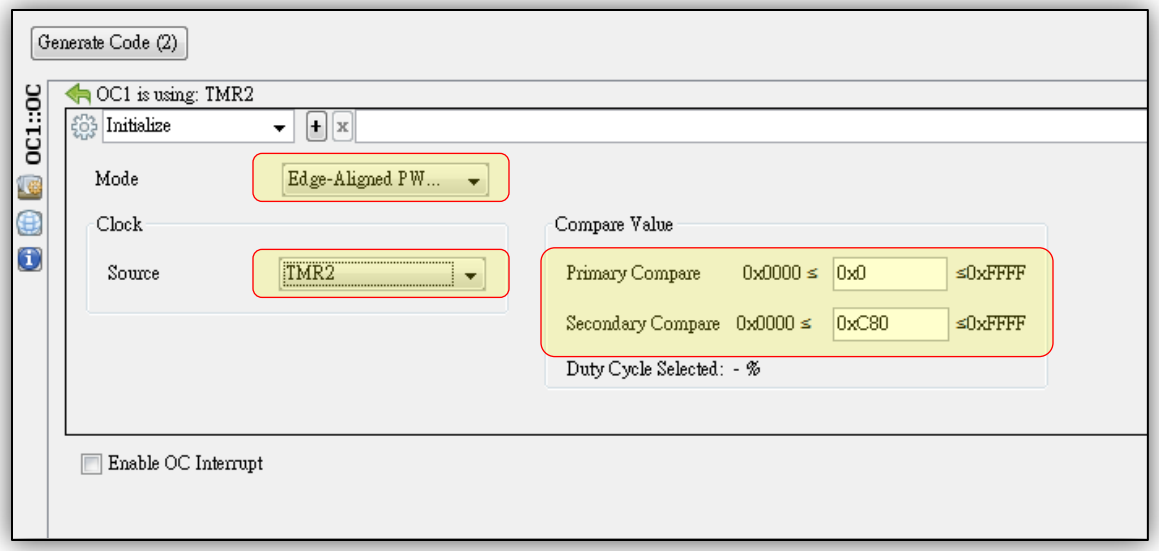
Lab12 Output Compare PWM

目 標

- 嘗試透過MCC的設定,在Lab12架構上加入**OC1**的設定。
  開啟**OC1**, 模式設定為PWM Mode, Clock Source TMR2。
- PWM頻率設定為1KHz, Duty 20%, RD0(LED1)。
  使用杜邦線連接**OC1**與RB14(LED3)後可以明確觀察到不同Duty,
  造成的亮度差異 (記得先將RB14改為輸入, 避免干擾)。
- ***Primary Compare (OCxR, Duty)**
  ***Secondary Compare (OCxRS, Duty Buffer)**

Lab12 Output Compare PWM

MCC's Setting



MICROCHIP
Regional Training Centers

MCC's O.C.PWM Function

- **MCC中的幾個OCx常用函數:**

void OC1_Initialize(void)

// 啟用OC1, 設定OC1工作模式。

void OC1_Start(void); void OC1_Stop(void);

// 開啟/關閉 OC1。

void OC1_SingleCompareValueSet(value)

// Single Compare設定 (OC1R <- value)

void OC1_DualCompareValueSet(priVal, secVal)

// Dual Compare設定 (OC1R <- priVal, OC1RS <- secVal)

void OC1_CentreAlignedPWMConfig(priVal, secVal)

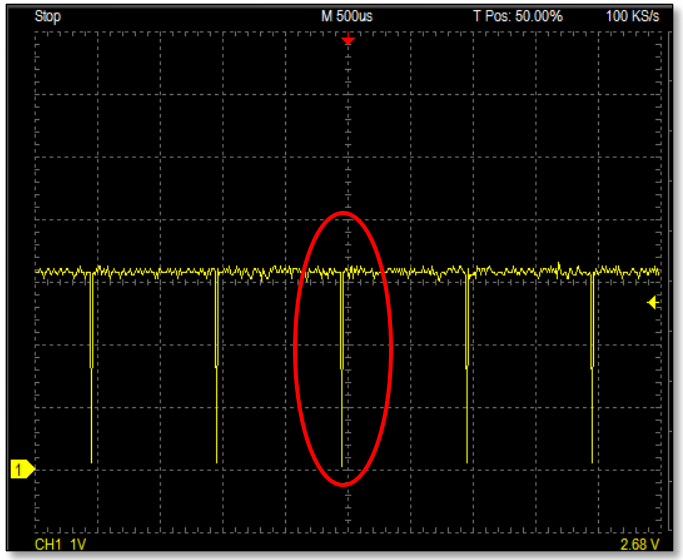
// Centre Aligned PWM設定 (OC1R <- priVal, OC1RS <- secVal)

void OC1_EdgeAlignedPWMConfig(priVal, secVal)

// Edge Aligned PWM設定 (OC1R <- priVal, OC1RS <- secVal)

100% Duty Issue

- **為何要100% Duty要單獨處理?**
- PWM Mode的兩個條件:
  1. TMRx = OCxRS時輸出Low 2. TMRx = PRx時輸出High。
- 在這條件下, 如果因為想取得100% Duty輸出, 則OCxRS=PRx 。
  但此時會導致上述兩個條件卻同時成立。
  因此有可能會造成下陷的突波
  (Glitch)出現。
- 為了避免此現象發生。當要輸出100%
  Duty時, 可以將OCxRS設定的比PRx大。
  TMRx=OCxRS的條件就沒有機會成立。
  (TMRx = PRx時, TMRx會歸零)。



MICROCHIP
Regional Training Centers

PWM Duty Cycle Setting Example

- **OC1 PWM Duty Cycle Set Example**

```
if( OC1RS >= PR2 )
        OC1_EdgeAlignedPWMConfig(0, PR2+1);
else
        OC1_EdgeAlignedPWMConfig(0, OC1RS);
```

設定OC1的Duty Cycle。
當DutyValue >= PR2時(100% Duty Cycle),
將OC1RS填入PR2+1。
其他他情形(0~99.9%Duty Cycle)
則填入OC1RS值。

Lab13

Output Compare PWM ADC DutyAdj

目 標

- 嘗試使用Lab12的架構, 加入合適的程式片段。讓我們可以透過VR的值來改變PWM的Duty Cycle。
- VR Value(0 ~1023) <-> PWM Duty (0% ~ 100%)

MICROCHIP
Regional Training Centers

Lab13 O.C. PWM ADC DutyAdj

Code Example

main.c

```
int main(void)
{
   while(1)
   {
      ...
      if(AD1Flag)
      {
         AD1Flag = 0;
         ...
         if (AD1Buffer[0] >= 1023)
            OC1_EdgeAlignedPWMConfig(0, PR2+ 1);
         else
            OC1_EdgeAlignedPWMConfig(0, ((long) AD1Buffer[0] * PR2) / 1023);
      }
   }
}
```

Lab14

Output Compare PWM Auto DutyAdj

目 標

- 嘗試使用Lab12的架構, 加入合適的程式片段。讓我們可以透過Timer定時的, 自動的改變PWM的Duty Cycle。
- 使用Timer來定時增減Duty達成自動改變的機制, 請修改Timer 1中斷, 讓Timer1每50mS~100mS調整一次Duty, 自動改變LED亮度 。

MICROCHIP
Regional Training Centers

Lab14 O.C. PWM Auto DutyAdj Code Example

main.c

```
unsigned int Duty = 50;
char DutyDistance = 2;

 while (1)
{
   ...
   if (T1Flag)
   {
      T1Flag = 0;

      Duty += DutyDistance;

      if (Duty >= 100 || Duty <= 0)
         DutyDistance = -DutyDistance;

      if (Duty >= 100)
         OC1_EdgeAlignedPWMConfig( 0, PR2 + 1 );
      else
         OC1_EdgeAlignedPWMConfig( 0, ( (long) Duty * PR2 ) / 100 );
   }
}
```