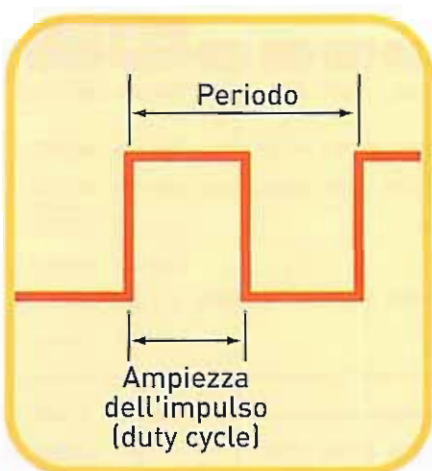


Moduli CCP in modo Modulazione di Ampiezza degli Impulsi (PWM)

Esistono molte periferiche, fra cui anche dispositivi importanti come i motori a corrente continua, le cui principali caratteristiche di funzionamento si gestiscono applicando degli impulsi, in cui la durata del livello alto è il parametro da controllare. Nella figura è riportato un impulso che ha una durata o periodo ben preciso, del quale una parte è a livello alto e l'altra a livello basso (DUTY CYCLE).

Variando l'ampiezza, o durata, del livello alto si regola il comportamento di molti elementi. È molto importante disporre di dispositivi che generino impulsi la cui durata del livello alto si possa regolare. Questa tecnica riceve il nome abbreviato di PWM, ed è direttamente incorporata sul silicio della famiglia



Controllando l'ampiezza di livello alto (duty cycle) si regolano molti dispositivi.

dei PIC16F87X. Quando si programma adeguatamente il modulo CCP1 tramite il piedino RC2/CCP1, configurato come uscita, si ottiene un segnale che cambia fra i livelli logici 0 e 1 a intervalli di tempo variabili. Ciò che si ottiene è un segnale con un periodo fisso, ma con un DUTY CYCLE variabile, in altre parole il livello alto all'interno del periodo può variare la sua ampiezza.

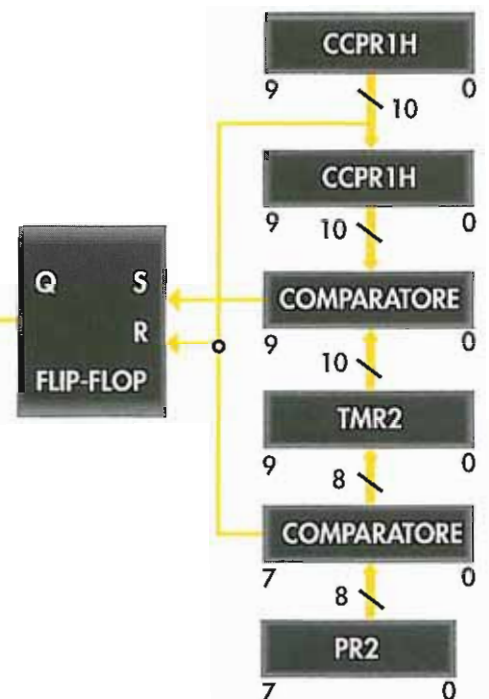
Struttura interna

Nella figura è riportato lo schema a blocchi del modulo CCP1 quando funziona in modo PWM. Il livello logico in uscita dal piedino RC2/CCP1 è controllato tramite l'uscita Q del flip-flop R-S. Gli ingressi Set e Reset del flip-flop sono collegati alle uscite dei due comparatori, in modo da attivarsi quando coincidono i valori. Il flip-flop pone la sua uscita a 1 quando si attiva l'ingresso Set, il quale è



Schema a blocchi del modulo CCP1 che lavora in modo PWM.

collegato a un comparatore che confronta il valore del registro PR2 con la parte alta del TMR2; quando questi due valori coincidono, il TMR2 passa a 00 Hex. Il flip-flop si resetta e passa la sua uscita Q a zero, quando coincidono gli ingressi dell'altro comparatore che confronta CPR1H e TMR2. Cambiando i valori che si caricano in CPR1L (che successivamente si sposteranno su CPR1H per la comparazione) e in PR2, si varia l'intervallo di tempo in cui le uscite del flip-flop, e quindi il piedino RC2/CCP, resteranno a 1 o a 0. Per lavorare con una precisione di 10 bit, come si può vedere dallo schema della figura, bisogna aggiungere due bit





CCP1CON



I due bit del registro CCP1CON riportati in figura si concatenano con il valore caricato in CCPR1L per realizzare la comparazione su valori da 10 bit.

meno significativi a quelli dei registri che ne hanno solo 8.

Come abbiamo già detto il valore che si carica in CCPR1L passa automaticamente su CCPR1H, e per arrivare a 10 bit si concatena con i due bit che ci sono nel registro di controllo CCP1CON<5:4> e che si chiamano CCP1X e CCP1Y, come riportato nella figura. Nel caso del TMR2 i due bit più significativi, che vanno concatenati con quelli del suo registro per lavorare con 10 bit, corrispondono a quelli meno significativi del clock interno, impostando il TMR2 per contare ogni TOSC invece di ogni 4 x TOSC. La durata dell'impulso dipende dal valore caricato in PR2, secondo la seguente formula:

$$PERIODO = [(PR2)+1] \times 4 \times TOSC \times Range \text{ Predivisore } TMR2$$

Quando il valore del PR2 coincide con quello del TMR2 accadono tre cose:

- 1°. Si cancella il TMR2.
 - 2°. Il piedino R2/CCP1 passa a livello alto.
 - 3°. Il valore del CCPR1L, che determina l'ampiezza dell'impulso viene caricato in CCPR1H.
- Il tempo in cui il pin di uscita del

microcontroller rimane a livello alto all'interno di ogni periodo corrisponde alla "ampiezza dell'impulso", e dipende dal valore caricato nel CCPR1L e nei due bit CCP1X e CCP1Y del registro di controllo CCP1CON, che si concatenano per raggiungere il formato da 10 bit. L'ampiezza dell'impulso si può calcolare con la formula seguente:

$$AMPIEZZA \text{ IMPULSO} = (CCPR1L:CCP1CON \langle 5:4 \rangle) \times TOSC \times Range \text{ Predivisore } TMR2$$

Il valore di 10 bit formato da CCPR1L:CCP1X:CCP1Y si può caricare in qualsiasi momento, dato che non verrà

spostato sul CCPR1H e comparato sino a quando non coincidono i valori di PR2 e TMR2. I passi da seguire per configurare il CCP1 in modo PWM sono i seguenti:

- 1°. Caricare il valore che determina il periodo in PR2.
- 2°. Caricare il valore che corrisponde all'ampiezza dell'impulso (duty cycle) in CCPR1L:CCP1X:CCP1Y.
- 3°. Configurare il piedino RC2/CCP1 come uscita.
- 4°. Assegnare il Range al Predivisore di frequenza del TMR2 e attivarlo programmando T2CON.
- 5°. Configurare il modulo CCP1 in modo PWM tramite il registro CCP1CON.

INDIRIZZO	NOME	BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0	VALORE IN POR. BOR	VALORE NEL RESTO DEI RESET
0Bh, 8Bh, 10Bh, 18Bh	INTCON	GIE	PEIE	T0IE	INTE	RBIE	T0IF	INTF	RBIF	0000 000x	0000 000x
0Ch	PIR1	PSPIF	ADIF	RCIF	TXIF	SSPIF	CCP1IF	TMR2IF	TMR1IF	0000 0000	0000 0000
08h	PIE1	PSPIE	ADIE	RCIE	TXIE	SSPIE	CCP1IE	TMR2IE	TMR1IE	0000 0000	0000 0000
87Ch	TRISC	Registro di configurazione della porta C								1111 1111	1111 1111
11Eh	TMR2	Registro di modulo TMR2								xxxx xxxx	uuuu uuuu
12h	T2CON	—	TOUTPS3	TOUTPS2	TOUTPS1	TOUTPS0	TMR2ON	T2CKPS1	T2CKPS0	xxxx xxxx	uuuu uuuu
92h	PR2	Registro del periodo del TMR2								-00 0000	-0u uuuu
15h	CCPR1L	Registro del byte meno significativo del modulo di capture/comparazione/modulazione								xxxx xxxx	uuuu uuuu
16h	CCPR1H	Registro del byte più significativo del modulo di capture/comparazione/modulazione								-00 0000	-0 0000
17h	CCP1CON	—	—	CCP1X	CCP1Y	CCP1M3	CCP1M2	CCP1M1	CCP1M0	-00 0000	-00 0000

Tabella con le principali caratteristiche dei registri che intervengono nel funzionamento dei moduli CCPx in modo PWM.