

## Il modo riposo

**C**i sono situazioni in cui i dispositivi gestiti da un microcontroller non hanno nulla da fare, come il caso di un cellulare o di una stazione meteorologica che si attivano solo in determinati momenti. Se durante il lungo periodo di inattività tutti i dispositivi del processore sono operativi, il consumo di energia elettrica è simile a quando funzionano normalmente. Nelle apparecchiature portatili e alimentate tramite batterie, questo consumo costante può generare la necessità di cambiare o ricaricare le batterie frequentemente.

I PIC16F87X hanno un consumo tipico di 2 milliampere quando funzionano normalmente, alimentati con una tensione di +5VDC e a una frequenza di 4 MHz. Quando passano a un modo di lavoro speciale chiamato "di riposo" consumano meno di 1 microampere. Per entrare nel modo riposo bisogna eseguire l'istruzione SLEEP, a quel punto il microcontroller si "congela" e diminuisce notevolmente il

consumo di energia, poiché



Esistono molti apparecchi portatili con lunghi periodi di inattività in cui la riduzione del consumo è fondamentale.

### MODO DI RIPOSO

#### STATO RISORSE

Oscillatore principale fermo

WDT

Linee I/O congelate

Consumo minimo

#### CONSEGUENZA

- Non vengono eseguite istruzioni
- Non funziona il TMR0 (RAM/T0CKI collegato a  $V_{DD}$ )
- Si resetta però continua a funzionare
- Mantiene lo stato precedente
- Passa da 2mA a meno di 1µA

**Tabella che raccoglie le principali conseguenze che genera l'ingresso nel modo riposo.**

smette di funzionare l'oscillatore principale, si fermano le esecuzioni delle istruzioni e i temporizzatori e le altre risorse, così come le linee di I/O digitali, le quali se erano utilizzate mantengono il loro stato, e se non lo erano passano a uno stato di alta impedenza, per cui conviene che siano collegate al positivo dell'alimentazione o a massa per evitare il consumo di corrente. Conviene, inoltre, mandare a massa o al positivo il piedino T0CKI, che è l'ingresso del clock esterno per il temporizzatore TMR0. Se al momento di entrare nel modo riposo il Watchdog stava funzionando si resetterà, però continuerà a lavorare. Il Watchdog o WDT, è un temporizzatore che viene inizialmente caricato con un valore che va diminuendo e produce un Reset ogni volta che passa per lo zero. Per non provocare il Reset bisogna introdurre le istruzioni di refresh in modo strategico e nei punti giusti

del programma. La sua funzione è evitare che si blocchi il processore in modo, ad esempio, da non potere più uscire da un ciclo.

Nella figura è riportata una tabella che raccoglie le principali conseguenze del modo riposo.

### Il risveglio del processore

Per entrare nello stato di basso consumo o "addormentarsi" al PIC basta eseguire l'istruzione SLEEP. Per uscire dallo stato di basso consumo o "risvegliarsi" esistono tre procedimenti, e se questo avviene con un ritardo di 1.024 Tosc, controllati dall'oscillatore interno chiamato OST, questo ritardo ha il compito di permettere alla frequenza di funzionamento di stabilizzarsi. I tre modi per risvegliare il PIC e toglierlo dallo stato di riposo sono:

- 1°. Attivando il piedino di Reset MCLR#.
- In questo caso si risveglia ed esegue la prima istruzione del



## PAROLA DI CONFIGURAZIONE (2007 Hex)



### Distribuzione dei bit nella parola di configurazione.

programma che si trova all'indirizzo del Vector di Reset.

2°. Per overflow del Watchdog. Anche in questo caso al momento del risveglio il PIC esegue la prima istruzione del programma. Per discriminare chi ha originato il Reset vengono eseguiti dei test sui flags TO# e PD# del registro di Stato.

3°. Per l'attivazione di un interrupt. Se il bit di abilitazione globale degli interrupt, che studieremo più avanti, GIE = 0, dopo essere uscito dal modo di riposo esegue l'istruzione PC + 1, successiva allo SLEEP e quelle seguenti.

Se GIE = 1, dopo essere usciti dal modo riposo e dopo aver eseguito l'istruzione PC + 1 si passa a eseguire l'istruzione del Vector di Interrupt.

PD# = 0	Esecuzione SLEEP. Modo riposo
PD# = 1	IL PIC è operativo
TO# = 0	IL WDT è andato in overflow
TO# = 1	IL WDT non è andato in overflow

### La parola di configurazione

Si tratta di un indirizzo riservato della memoria di programma che occupa la posizione 2007 Hex e che funziona come un registro CONFIG di configurazione. Nella figura possiamo vedere la distribuzione dei 14 bit di questo registro,

vitale per il funzionamento del microcontroller e il cui valore si può modificare all'inizio della fase di scrittura della memoria FLASH. Nel riquadro della figura sono riportati i compiti dei bit della parola di configurazione. I bit CP1 e CP0 servono per proteggere la memoria di programma dalla lettura e, nel caso non siano programmati, si potranno leggere tutti gli indirizzi.

### Parole di identificazione

Si tratta di quattro parole, o indirizzi, riservati della memoria di programma compresi fra gli indirizzi 2000 e 2003 Hex, i cui quattro bit meno significativi possono essere utilizzati dall'utente per compiti di verifica, codici di identificazione, numeri di serie, schede, modelli, lotti, ecc. Sono solo accessibili in lettura e scrittura durante la fase di programmazione/verifica della memoria FLASH.

CP1	CP0	Protezione da...	...Sino	Modello PIC
0	0	0000h	0FFFh	16F873/4
0	0	0000h	1FFFh	16F876/7
0	1	0800h	0FFFh	16F873/4
0	1	1000h	1FFFh	16F876/7
1	0	0F00h	0FFFh	16F873/4
1	0	1F00h	1FFFh	16F876/7
1	1	Non ci sono codici protetti nella memoria FLASH		
<b>DEBUG</b>		Modo Debug in Circuit 1 = Disattivato. RB7:RB6 funzionano come linee di I/O 0 = Attivato. RB7:RB6 funzionano in modo debug. Il debug si può fare tramite MPLAB		
<b>WRT</b>		Abilitazione alla Scrittura nella Memoria FLASH 1 = Si può scrivere nella parte non protetta della memoria FLASH 0 = Scrittura disabilitata		
<b>CPD</b>		Codice di Protezione della Memoria EEPROM dei Dati 1 = Non ci sono protezioni nella EEPROM 0 = Protezione del codice nella EEPROM		
<b>LVP</b>		Bit di Abilitazione per la Programmazione a Basso Voltaggio 1 = RB3/PGM permette la scrittura a Basso Voltaggio 0 = RB3/PGM funziona come I/O digitale. La programmazione si realizza a Tensione Alta		
<b>BODEN</b>		Bit di Abilitazione per il Reset da Caduta di Tensione 1 = BOR attivato 0 = BOR disattivato		
<b>PWRTE#</b>		Bit di Abilitazione per il Timer di Collegamento dell'Alimentazione 1 = PWRT disattivato 0 = PWRT attivato		
<b>WDTE</b>		Bit di Abilitazione del Timer del Watchdog 1 = WDT attivato 0 = WDT disattivato		
<b>FOSC1:0</b>		Tipo di oscillatore		
<b>FOSC1</b>	<b>FOSC2</b>	<b>Tipo</b>		
0	0	LP (Bassa potenza. Da 35 a 200 KHz)		
0	1	XT (Standard. Da 100 KHz a 4 MHz)		
1	0	HS (Alta velocità. Superiore a 4 MHz)		
1	1	RC (Resistenza-Condensatore)		

### Funzioni dei bit della parola di configurazione.

