

Microcontroladores PIC16CXX

Introducción

En 1980 aproximadamente, los fabricantes de circuitos integrados iniciaron la difusión de un nuevo circuito para control, medición e instrumentación al que llamaron microcomputador en un sólo chip o de manera más exacta MICROCONTROLADOR.

Un microcontrolador es un circuito integrado que contiene toda la estructura (arquitectura) de un microcomputador, o sea CPU, RAM, ROM y circuitos de entrada y salida. Los resultados de tipo práctico, que pueden lograrse a partir de éstos elementos, son sorprendentes.

Algunos microcontroladores más especializados poseen además convertidores análogo digital, temporizadores, contadores y un sistema para permitir la comunicación serial.

Los PIC16C5X de Microchip Technology, son una familia de microcontroladores CMOS de 8 bits, alta velocidad, de bajo costo y excelente rendimiento.

Características

Operan desde DC hasta 20 MH

Bajo consumo de potencia: 50 μ W a 32 Khz. y 6 μ W en modo de reposo, disipación máxima menor a 800 mw.

Utiliza memorias EPROM y PROM internas

Circuito de vigilancia (Watchdog) para recuperación por fallas de programa.

Hasta 20 líneas de entrada y salida que permiten el manejo de corrientes considerables (25mA en "sumidero" y 20 mA en "fuente")

Modo de operación para ahorro de potencia "sleep"

Fusible para protección de código

Convertidores análogo digital

Temporizadores programables

El conjunto de instrucciones está formado por 33 palabras

512-2k x 12 de memoria EPROM de programa

25-72 x 8 registros de propósito general (SRAM)

Direccionamientos en modos directo, indirecto y relativo para datos e instrucciones.

Stack o pila de 2 niveles

Dispositivos de la serie PIC16CXX

PIC EPROM RAM PUERTOS I/O

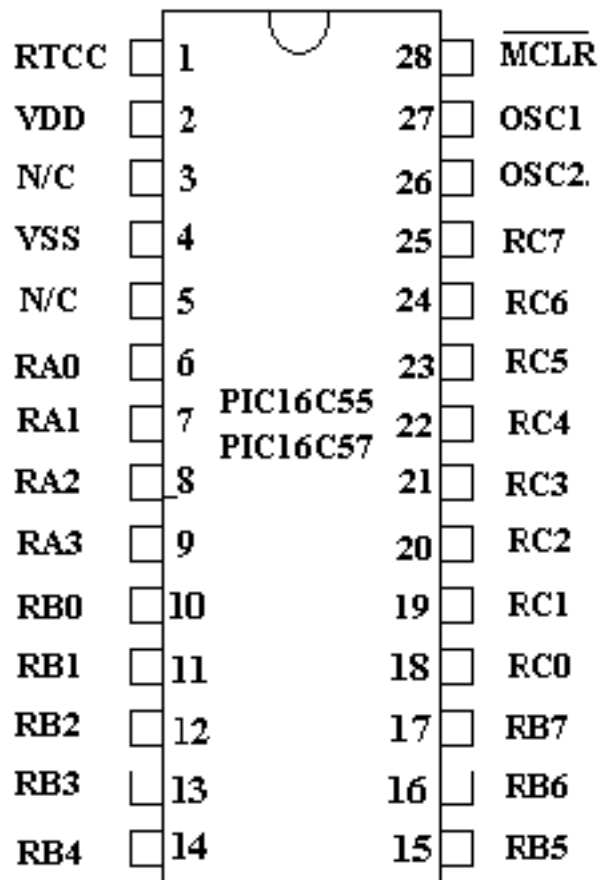
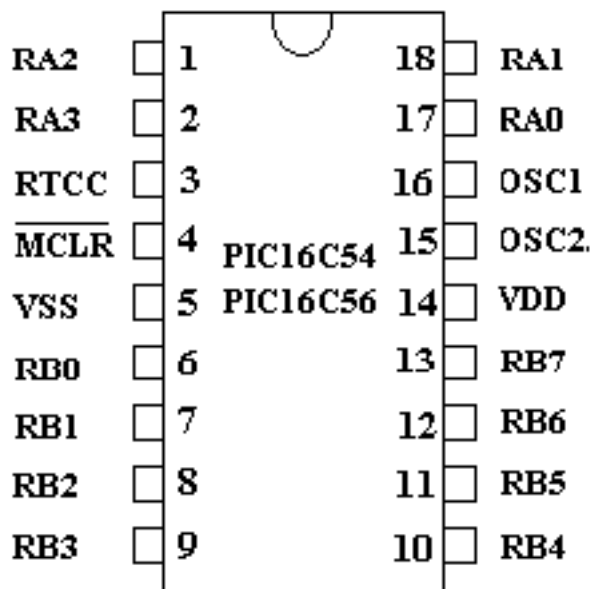
16C54 512x12 32x8 13

16C55 512x12 32x8 21

16C56 1Kx12 32x8 13

16C57 2kX12 80x8 21

Disposición de pines del microcontrolador



Descripción de pines del PIC16c55/57

- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| 1. RTCC RELOJ DE TIEMPO REAL | 15. PUERTO B, BIT 5 |
| 2. FUENTE DE ALIMENTACION | 16. PUERTO B, BIT 6 |
| 3. NO CONECTADO | 17. PUERTO B, BIT 7 |
| 4. TIERRA (GND) | 18. PUERTO C, BIT 0 |
| 5. NC | 19. PUERTO C, BIT 1 |
| 6. PUERTO A, BIT 0 | 20. PUERTO C, BIT 2 |
| 7. PUERTO A, BIT 1 | 21. PUERTO C, BIT 3 |
| 8. PUERTO A, BIT 2 | 22. PUERTO C, BIT 4 |
| 9. PUERTO A, BIT 3 | 23. PUERTO C, BIT 5 |
| 10. PUERTO B, BIT 0 | 24. PUERTO C, BIT 6 |
| 11. PUERTO B, BIT 1 | 25. PUERTO C, BIT 7 |
| 12. PUERTO B, BIT 2 | 26. OSC2/CLKOUT SALIDA RELOJ |
| 13. PUERTO B, BIT 3 | 27. OSC1 ENTRADA OSCILADOR |
| 14. PUERTO B, BIT 4 | 28. MCLR (RESET) |

Registros operacionales

f0: Direccionamiento indirecto de datos

Es un registro que no está disponible en forma física, se utiliza el contenido del registro f4 (selector o FSR), para seleccionar de manera indirecta uno de los 32 registros disponibles como registro de datos o registro puntero, según el tipo de instrucción que llame a f0.

f1: Contador y reloj del tiempo real (RTCC)

En este registro se puede leer o escribir como en cualquiera de los otros registros. Este registro puede ser incrementado por una señal externa aplicada al pin RTCC o por el reloj interno de instrucciones. Las aplicaciones más obvias de este registro son el conteo de eventos y la medición de tiempos. El incremento del registro RTCC se puede determinar por medio de un prescalador interno programable.

Un divisor de frecuencia, "PRESCALER" puede ser programado al RTCC, asignando el estado apropiado a los bits RTS, RTE, PS1, PS2, PS0 del registro option que se describe más adelante. El bit RTS, determina si el RTCC es incrementado externa o internamente.

Todo incremento en f1 es retardado 2 ciclos de instrucción independiente de la fuente del pulso. Válido también para instrucciones que modifican el RTCC.

El bit RTE determina si el flanco de la señal externa es de subida (RTE=0) o de bajada (RTE=1) siempre y cuando haya sido programado su incremento con señal externa.

Los bits PS2, PS1, PS0 determinan la tasa de división del prescaler.

f2: Contador de programa

Se utiliza para direccionar las palabras de 12 bits del programa del usuario, almacenadas en la memoria ROM según el tipo de microcontrolador que se utilice. El número de bits de este registro y de la pila (STACK), es de 9 para los PIC 16C54 y 55, de 10 bits para el PIC 16C56 y 11 en el PIC 16C57, que permite direccionar hasta 2048 palabras.

Después la condición de reset el contador de programa se inicia con todos sus bits en "UNO" con cada instrucción, a menos que cambie como resultado de algunas instrucciones especiales (GOTO, CALL, RETLW, etc.)

La instrucción GOTO permite saltar a cualquier posición de programa. La instrucción CALL cambia directamente los 8 bits bajos del contador de programa (bits del PC o A 7) mientras que el noveno (bit 8 del PC) se pone en "Cero", por esta razón, todas las entradas a las subrutinas o saltos calculados están limitados a las primeras 256 posiciones de cualquier página de memoria de programa. El valor actual del PC incrementando en uno, se carga en la pila. La instrucción RETLW carga el contador de programa con el contenido de la parte alta de la pila. Si el PC es el destino de cualquier instrucción, el resultado calculado se cargará en los 8 bits bajos del contador de programa. El direccionamiento relativo se logra sumando el contenido del registro de trabajo W al contador de programa; este es ampliamente utilizado para elaborar tablas de saltos y datos.

La serie 16C5XX permite solo 2 niveles de Hardware para la pila, lo que implica que sólo se puede hacer un anidamiento de subrutinas.

f3: Registro de estados (STATUS WORD REGISTER)

Este registro contiene el estado de la ALU, del reset y la selección de páginas para programas mayores de 512 palabras (56/57). Se recomienda, utilizar solamente las instrucciones BCF, BSF y MOVWF para modificar sus bits, puestos que éstas instrucciones no afectan ningún bit de estado.

Este registro está conformado por los siguientes bits:

PA2	PA1	PA0	TO	PD	Z	DC	C
-----	-----	-----	----	----	---	----	---

MSB

LSB

Bit 0 ©: Carry/Borrow este bit es puesto en "1" si existe un acarreo cuando se ejecuta una instrucción de adición o sustracción en las instrucciones de rotación (RRF o RLF) este bit es cargado con "1" o con "0" según el registro fuente y de acuerdo a la instrucción.

Bit 1 (DC): Dígito de carry o acarreo intermedio. Este bit es puesto en "1", si existe un acarreo en el cuarto bit, cuando se ejecutan las instrucciones ADDWF o SUBWF.

Bit 2 (Z): Bit cero. Es puesto a "1" si el resultado de una operación aritmética o lógica es cero.

Bit 3 (PD): Bit de bajo consumo (POWER DOWN). Puesto en "1" durante el encendido o por el comando "CLRWDT". Es puesto en "0" por la ejecución de la instrucción "SLEEP".

Bit 4 (TO): Bit de reboce de tiempo (TIME-OUT). Es puesto en "1", durante el encendido y por las instrucciones "CLRWDT" y "SLEEP", es puesto en "0" por el rebosamiento del WATCHDOG TIMER.

Es importante anotar que sobre éstos dos últimos bits PD y TO no se puede escribir. Estos bits pueden consultarse para determinar si se ha causado la condición de reset por reboce de temporización del circuito de vigilancia (WATCHDOG), la puesta en marcha después de una instrucción sleep o la puesta en "cero" del terminal MCLR (borrado principal) del microcontrolador.

Bits 5 y 6 (PA0 - PA1) bits pre-selectores de página (únicamente en los PIC 16C56/57). Para el PIC 16C54/55) son 2 bits de propósito general de lectura y escritura. Para los PIC 16C56/57 son utilizados para la preselección de página de los archivos o registros de la memoria RAM. Esto 2 circuitos integrados (56/57) aparte de los 32 registros direccionables de RAM, poseen bancos de memoria (Páginas) de 16 bytes cada uno para direccionar memorias mayores (80 registros en el PIC 16C57). Cuando se ejecutan las instrucciones GOTO o CALL u otra instrucción con el PC (f2) como destino; PA0-PA1 son cargados dentro de los bits A9-A10 del PC, seleccionando una de las páginas de memoria disponible, la dirección directa especificada es solamente válida en ésta página en particular.

Bit 6: Bit de propósito general lectura/escritura PIC 16C57 Bits de preselección de 2 páginas

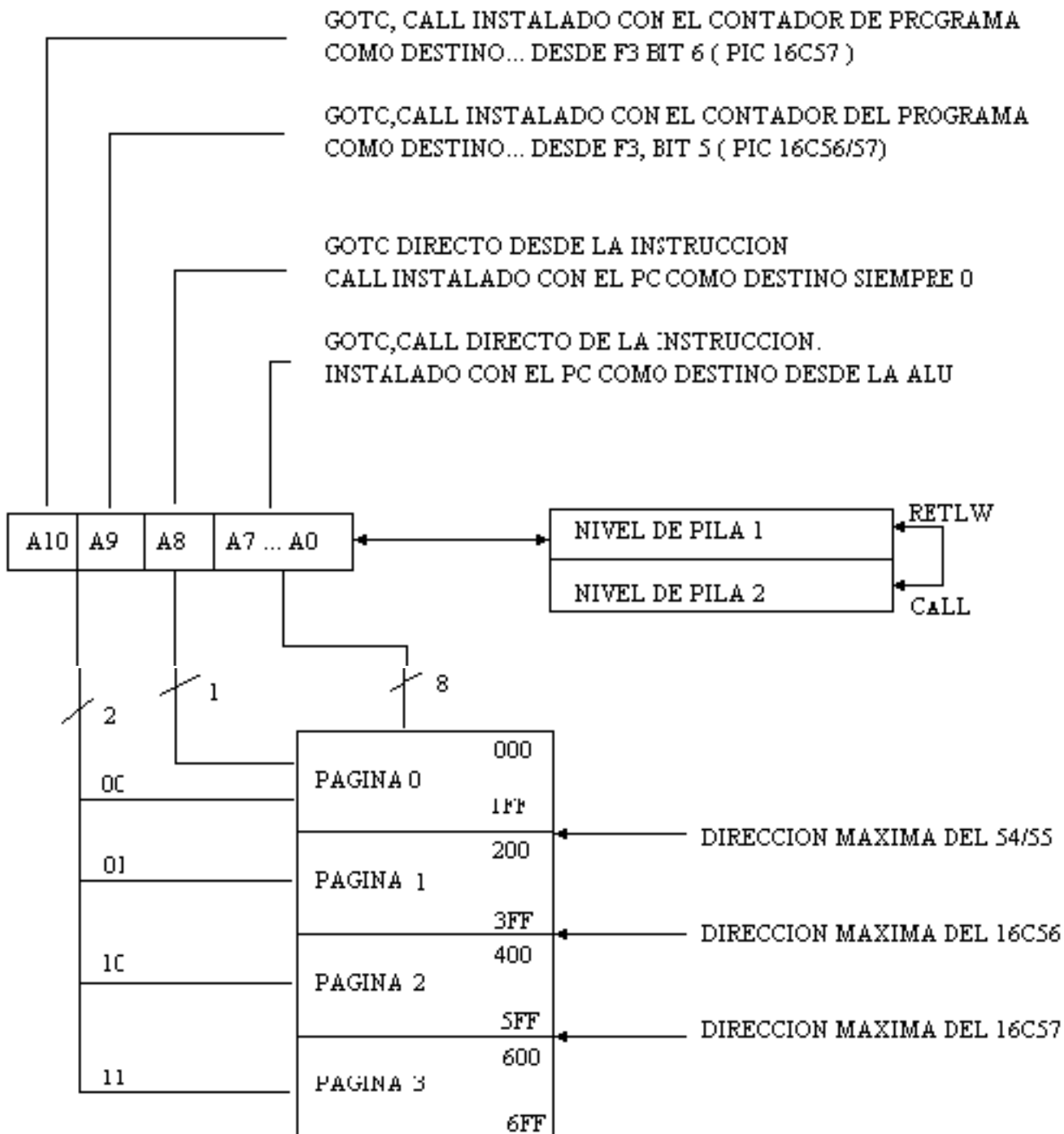
00: Página 0 (000-1FF)

01: Página 1 (200-3FF)

10: Página 2 (400-5FF)

11: Página 3 (600-7FF)

Bit 7 (PA2): Bit de lectura/escritura de propósito general.



Mapa de memoria del microcontrolador

f4: FSR: File Select Register (Registro Selector de Archivos).

En el PIC 16C54/55/56 los bits 0-4 seleccionan uno de los 32 registros en el modo de direccionamiento indirecto, los bits 0-4 pueden ser utilizados como los de un registro de propósito general de 5 bits. En el PIC 16C57 los bits 5 y 6 de FSR, seleccionan la página correspondiente de la memoria de datos. El contenido del registro seleccionado por el FSR puede ser accedido a través del registro FO.

Registros de propósito general

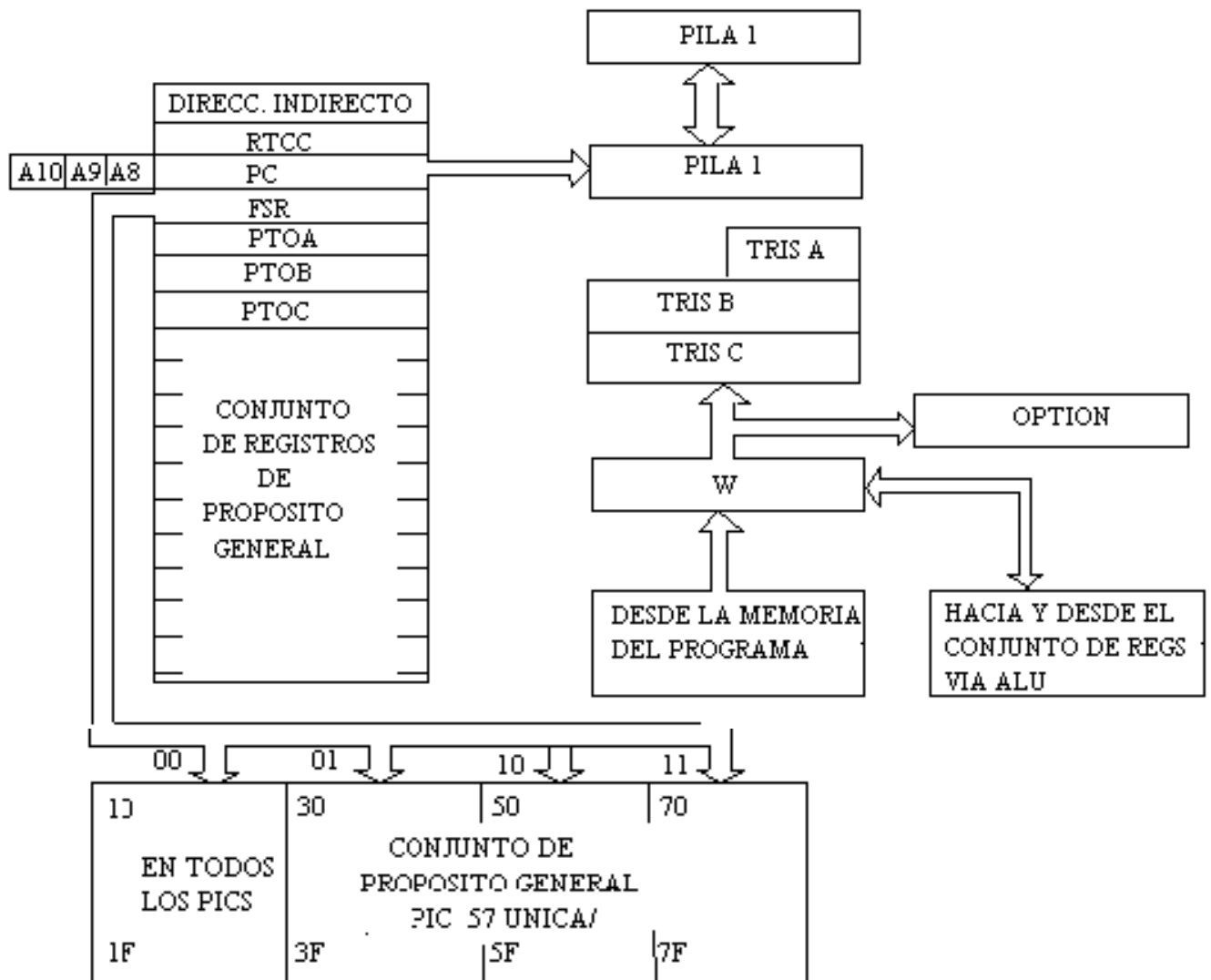
La distribución de los registros de propósito general son diferentes según el tipo de microcontrolador. PIC 16C54/55/56: F08 - F1F: Son registros de propósito general. Mapa de memoria de los registros del microcontrolador

Registro de opciones (option)

Este registro define el valor de asignación para el divisor de frecuencia (prescaler) y la fuente de señal para el RTCC. Es un registro de 6 bits que se puede cargar con el contenido del registro W, ejecutando la instrucción "option". La condición reset pone sus bits en "unos".

PIC 16C57: Registros de propósito general y pueden ser accedidos independientemente del banco seleccionado, o sea con las condiciones F20-F2F, F40-F4F, FA6-F6F.

- F10-F1F: Registros de propósito general del banco 0
- F30-F3F: Registros de propósito general del banco 1
- F50-F5F: Registros de propósito general del banco 2
- F70-F7F: Registros de propósito general del banco 3



Mapa de memoria de los registros del microcontrolador

Registro de opciones (option)

Este registro define el valor de asignación para el divisor de frecuencia (prescaler) y la fuente de señal para el RTCC. Es un registro de 6 bits que se puede cargar con el contenido del registro W, ejecutando la instrucción "option". La condición reset pone sus bits en "unos".

Debe tenerse especial cuidado con el empleo de las instrucciones BCF y BSF, puesto que éstas instrucciones leen todo el puerto, realizan la operación sobre el bit y luego reescriben el resultado fijándolo al puerto. Esto ocasiona problemas cuando un bit definido como entrada durante este tiempo es luego cambiado al modo de salida (bi-direccional) porque el contenido del "LATCH" del puerto en tal caso puede ser desconocido.

Como la escritura sobre un puerto ocurre al finalizar el ciclo de instrucción, mientras que la lectura del puerto ocurre al empezar el ciclo de instrucción, para altas frecuencias este hecho presentaría problemas. Por lo tanto se recomienda utilizar instrucciones "NOP" para separar éstas dos instrucciones en caso de requerirse una seguida de la otra. Lo mismo es aplicable si se desea poner un bit de salida de un puerto a "UNO" e inmediatamente a "CERO". Es recomendable redefinir todos los pines de entrada/salida a intervalos regulares de tiempo.

Prescaler

Un contador de 8 bits está disponible como prescaler (divisor de frecuencia con contador de escala) para el RTCC o como POST-SCALER para el WATCHDOG. Estas asignaciones son mutuamente excluyentes, esto significa que sólo se puede asignar este contador a uno de ellos (RTCC o WDT).

Watchdog timer (wdt)

Es realizado por un oscilador RC, que oscila libre e internamente y no requiere de componentes externos.

Lo anterior significa que si el reloj en los pines OSC1/OSC2 se detiene por una instrucción sleep, el WDT continua operando. La salida de WDT origina una señal de reset.

El WDT puede estar permanentemente deshabilitado programando un "CERO" en un fusible de la memoria EPROM. El período nominal del WDT es de 18 mSeg. (sin Post-scaler), este período puede variar con la temperatura y el VDD. el mayor tiempo se obtiene con un post-scaler 1:128 es de 2.5 mSeg.

Condición de reset

El reset puede ser causado por:

- Aplicación al chip, de potencia (POWER UP)
- Colocando un nivel bajo en la entrada de MCLR
- Por un rebosamiento del temporizador del "WATCHDOG"

El microcontrolador estará en condición de "reset", mientras el temporizador de arranque (OST) esté activo, o el pin MCLR permanezca recibiendo un "CERO".

Durante la condición de reset el estado de los microcontroladores de la serie PIC 16C5XX es definido de la siguiente manera:

- El oscilador está en operación o arranca en caso de ser recién energizado el chip o regresar de un estado de sleep.
- Todos los puertos son configurados de entrada (TRIS CON FFH)
- El contador de programa es puesto en 1FFH (54/55), 3 FFH (56) o en 7FF (57).
- El registro "OPTION" es cargado con FFH y el WATCHDOG es borrado.
- El WDT y el prescaler son puestos a "0".

Circuitos de oscilación

La serie PIC16C5XX está disponible con 4 opciones diferentes de osciladores.

En los dispositivos con ventanas la configuración (option) es seleccionada por programación, en la memoria EPROM. En los dispositivos OTP el oscilador viene programado de fábrica. Recordemos que OTP significa que sólo se pueden programar una vez.

Los PIC16C5XX XT-HS o LP necesitan un cristal o resonador cerámico conectado a los pines OSC1 y OSC2 para establecer su oscilación. Estos dispositivos pueden recibir la oscilación de un dispositivo externo.

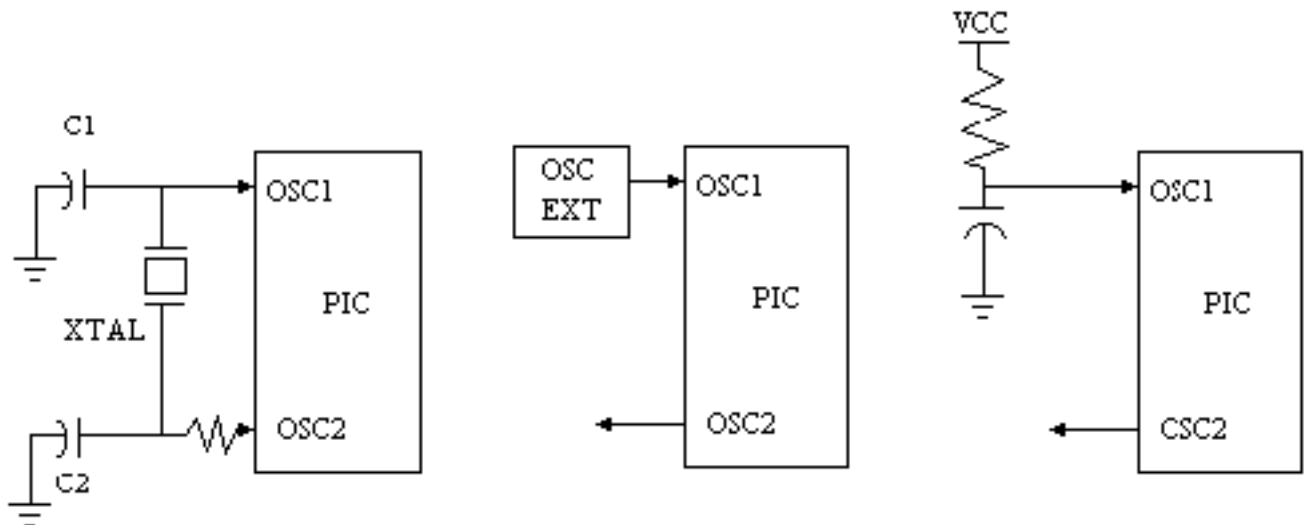
El sufijo XT, HS o LP significa:

XT: Oscilador a cristal o resonador

HS: Oscilador a cristal de alta velocidad (Puede requerir de una resistencia en serie).

LP: Oscilador a cristal para bajas frecuencias

Para aplicaciones en las cuales la temporización no es muy crítica, el uso de osciladores RC ofrece una disminución de costos.



Modo de baja potencia (POWER DOWN)

Este modo de bajo consumo de potencia se logra una vez se haya ejecutado la instrucción SLEEP.

Si este modo está habilitado, el WDT es borrado, el bit TO es puesto en "1", el bit PD es puesto a "CERO" y el oscilador se detiene, los puertos mantienen su estado previo.

Para un menor consumo de corriente todos los pines de los puertos de entrada/salida, incluyendo el pin RTCC deben estar conectados a través de resistencias a VSS o a VDO y sin circuitería externa que requiera corriente del pin.

Instrucciones

Instrucciones orientadas a los bytes

Mnemónico	Parámetros	Descripción	Ciclos	Banderas afectadas
ADDWF	f, d	Add W and f	1	C,DC,Z
ANDWF	f, d	AND W with f	1	Z
CLRF	f	Clear f	1	Z
CLRW	-	Clear W	1	Z
COMF	f, d	Complement f	1	Z
DECF	f, d	Decrement f	1	Z
DECFSZ	f, d	Decrement f, Skip if 0	1(2)	None
INCF	f, d	Increment f	1	Z
INCSZ	f, d	Increment f, Skip if 0	1(2)	None
IORWF	f, d	Inclusive OR W with f	1	Z
MOVF	f, d	Move f	1	Z
MOVWF	f	Move W to f	1	None
NOP	-	No Operation	1	None
RLF	f, d	Rotate left f through carry	1	C
RRF	f, d	Rotate right f through carry	1	C
SUBWF	f, d	Subtract W from f	1	C,DC,Z
SWAPF	f, d	Swap nibbles in f	1	None
XORWF	f, d	Exclusive OR W with f	1	Z

Instrucciones orientadas a los bits

				afectadas
BCF	f, b	Bit Clear f	1	None
BSF	f, b	Bit Set f	1	None
BTFSZ	f, b	Bit Test f, Skip if Clear	1 (2)	None
BTFSZ	f, b	Bit Test f, Skip if Set	1 (2)	None

Operaciones con literales y de control

Mnemónico	Parámetros	Descripción	HroCic.	Banderas afectadas
ADDLW	k	Add literal and W	1	C,DC,Z
ANDLW	k	AND literal with W	1	Z
CALL	k	Call subroutine	2	
CLRWDT	-	Clear Watchdog Timer	1	TO,PD
GOTO	k	Go to address	2	None
IORLW	k	Inclusive OR literal with W	1	Z
MOVLW	k	Move literal to W	1	None
RETLW	k	Return with literal in W	2	None
SLEEP	-	Go into standby mode	1	TO,PD
SUBLW	k	Subtract W from literal	1	C,DC,Z
XORLW	k	Exclusive OR literal with W	1	Z