

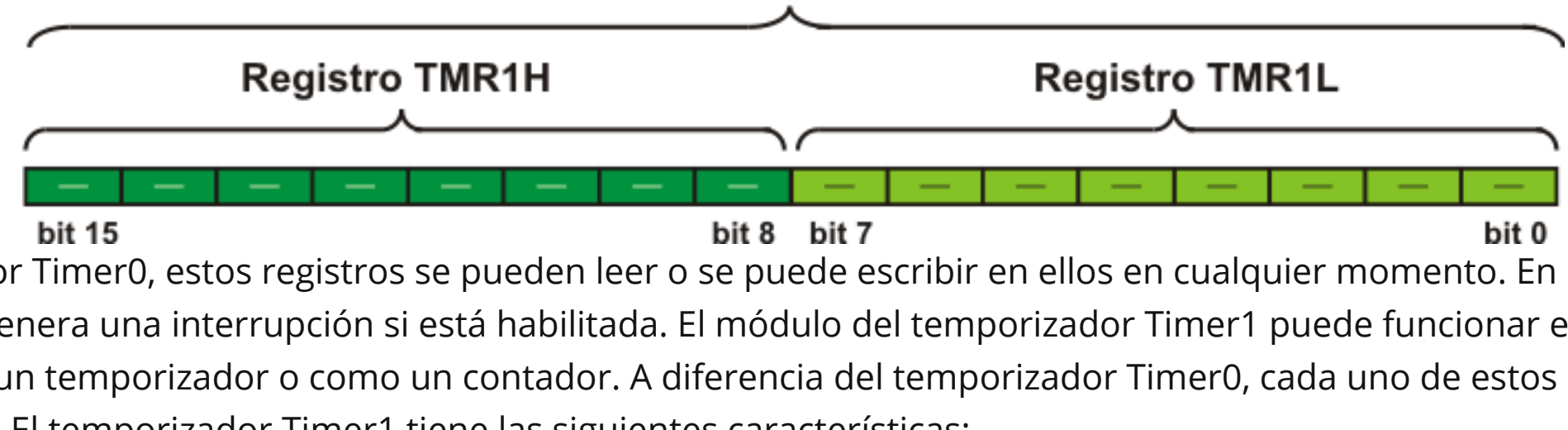
# MikroElektronika books

Book: [Microcontroladores PIC – Programación en C con ejemplos](#)

Table of Contents

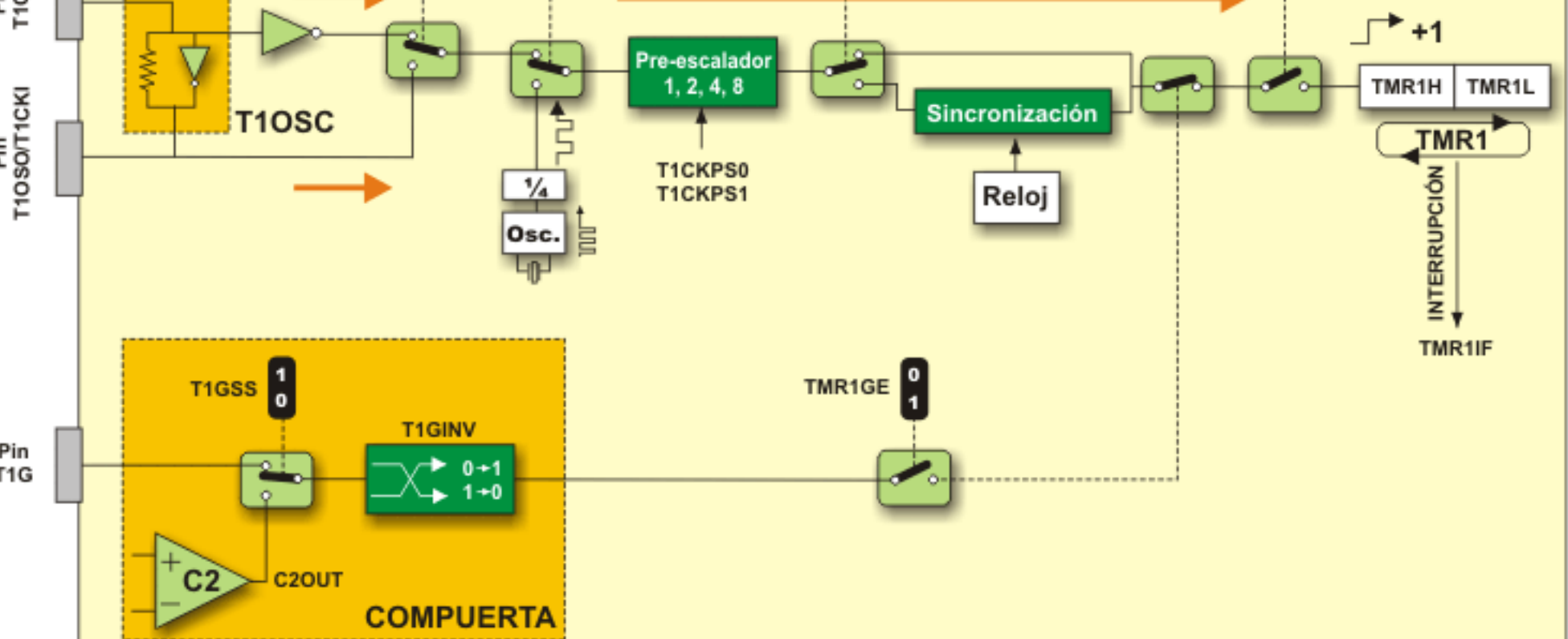
## 3.5 Temporizador TIMER1

El módulo del temporizador Timer1 es un temporizador/contador de 16 bits, lo que significa que consiste en dos registros (TMR1L y TMR1H). Puede contar hasta 65535 pulsos en un solo ciclo, o sea, antes de que el conteo se inicie desde cero.



Similar al temporizador Timer0, estos registros se pueden leer o se puede escribir en ellos en cualquier momento. En caso de que ocurra un desbordamiento, se genera una interrupción si está habilitada. El módulo del temporizador Timer1 puede funcionar en uno o dos modos básicos, eso es como un temporizador o como un contador. A diferencia del temporizador Timer0, cada uno de estos dos modos tiene funciones adicionales. El temporizador Timer1 tiene las siguientes características:

- Temporizador/contador de 16 bits compuesto por un par de registros;
- Fuente de reloj interna o externa programable;
- Pre-escalador de 3 bits;
- Oscilador LP opcional;
- Funcionamiento síncrono o asíncrono;
- Compuerta para controlar el temporizador Timer1 (conteo habilitado) por medio del comparador o por el pin TIG;
- Interrupción por desbordamiento;
- "Despierta" al microcontrolador (salida del modo de reposo) por desbordamiento (reloj externo); y
- Fuente de reloj para la función de Captura/Comparación.



### SELECCIÓN DE LA FUENTE DE RELOJ DEL TEMPORIZADOR TIMER1

El bit TMR1CS del registro T1CON se utiliza para seleccionar la fuente de reloj para este temporizador:

FUENTE DE RELOJ	TMR1CS
Fosc/4	0
T1CKI pin	1

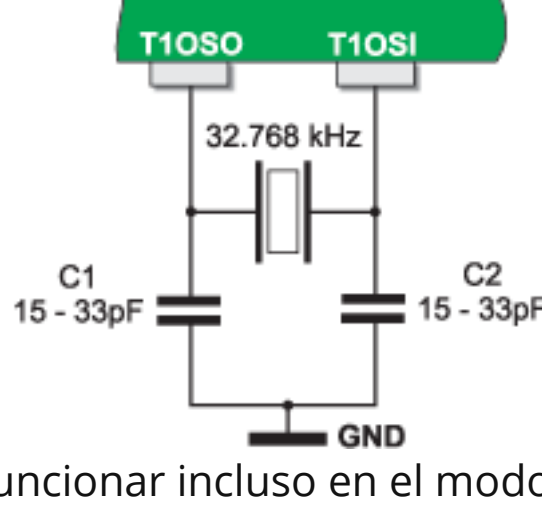
Al seleccionar la fuente de reloj interna, el par de registros TMR1H-TMR1L será incrementado con varios pulsos Fosc como es determinado por el pre-escalador. Al seleccionar la fuente de reloj externa, este temporizador puede funcionar como un temporizador o un contador. Los pulsos en el modo temporizador pueden estar sincronizados con el reloj interno del microcontrolador o funcionar asincrónamente. En caso de que se necesite un oscilador del reloj externo y el microcontrolador PIC16F887 utilice el oscilador interno INTOSC con el pin RA6/OSC2/CLKOUT, el temporizador Timer1 puede utilizar el oscilador LP como una fuente de reloj.

### PRE-ESCALADOR DEL TEMPORIZADOR TIMER1

El temporizador Timer1 tiene un escalador completamente separado que permite dividir la frecuencia de entrada de reloj por 1,2,4 o 8. No es posible leer el pre-escalador o escribir en él directamente. De todas formas, el contador del pre-escalador se pone a 0 automáticamente después de escribir en los registros TMR1H o TMR1L.

### OSCILADOR DEL TEMPORIZADOR TIMER1

Los pines RC0/T1OSO y RC1/T1OSI se utilizan para registrar los pulsos que vienen de los dispositivos periféricos, pero también tienen una función adicional. Como se puede ver en la siguiente figura, se configuran simultáneamente como entrada (pin RC1) y salida (pin RC0) del oscilador de cuarzo LP (Low Power - de bajo consumo) adicional. Este circuito está principalmente diseñado para funcionar a bajas frecuencias (hasta 200 KHz), exactamente para el uso de cristal de cuarzo de 32.768 KHz. Este cristal se utiliza en los relojes de cristal puesto que es fácil de obtener un pulso de duración de un segundo al dividir esta frecuencia.

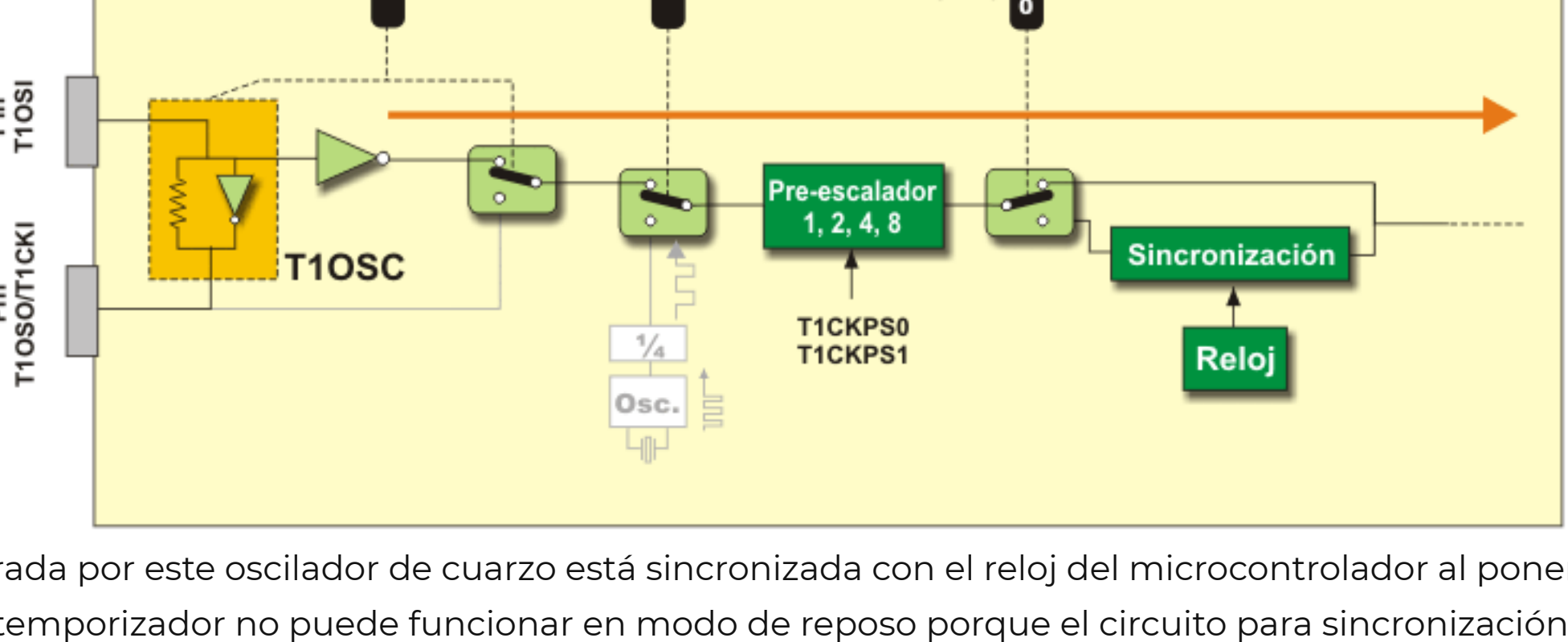


Como el oscilador no depende del reloj interno, puede funcionar incluso en el modo de reposo. Se habilita al poner a uno el bit de control T1OSCEN del registro T1CON. El usuario debe proporcionar tiempo muerto por medio de software (unos pocos milisegundos) para habilitar que el oscilador se inicie apropiadamente.

OSCILADOR	FRECUENCIA	C1	C2
LP	32 kHz	33 pF	33 pF
	100 kHz	15 pF	15 pF
	200 kHz	15 pF	15 pF

La siguiente tabla muestra los valores recomendados de los capacitores convenientes con el oscilador de cuarzo. No es necesario que estos valores sean exactos. De todas formas, la regla general es: cuánto más alta sea la capacidad, tanto más alta será la estabilidad, lo que a la vez prolonga el tiempo necesario para la estabilización del oscilador.

El consumo de corriente del microcontrolador se reduce a nivel más bajo en el modo de reposo ya que el consumidor de corriente principal - el oscilador - no funciona. Es fácil de poner al microcontrolador en este modo - al ejecutar la instrucción SLEEP. El problema es cómo despertar al microcontrolador porque sólo una interrupción puede producirlo. Como el microcontrolador "duerme", se debe usar una interrupción causada por dispositivos periféricos para "despertarlo". Se pone muy complicado si es necesario despertar al microcontrolador a intervalos de tiempo regulares... Para resolver el problema, un oscilador de cuarzo LP (de bajo consumo de corriente) completamente independiente, capaz de funcionar en el modo de reposo, está integrado en el microcontrolador PIC16F887. Simplemente, un circuito autónomamente separado ahora está integrado en el microcontrolador y asignado al temporizador Timer1. El oscilador está habilitado al poner a 1 el bit T1OSCEN del registro T1CON. El bit TMR1CS del mismo registro se utiliza para habilitar que el temporizador Timer1 utilice secuencias de pulsos de ese oscilador.



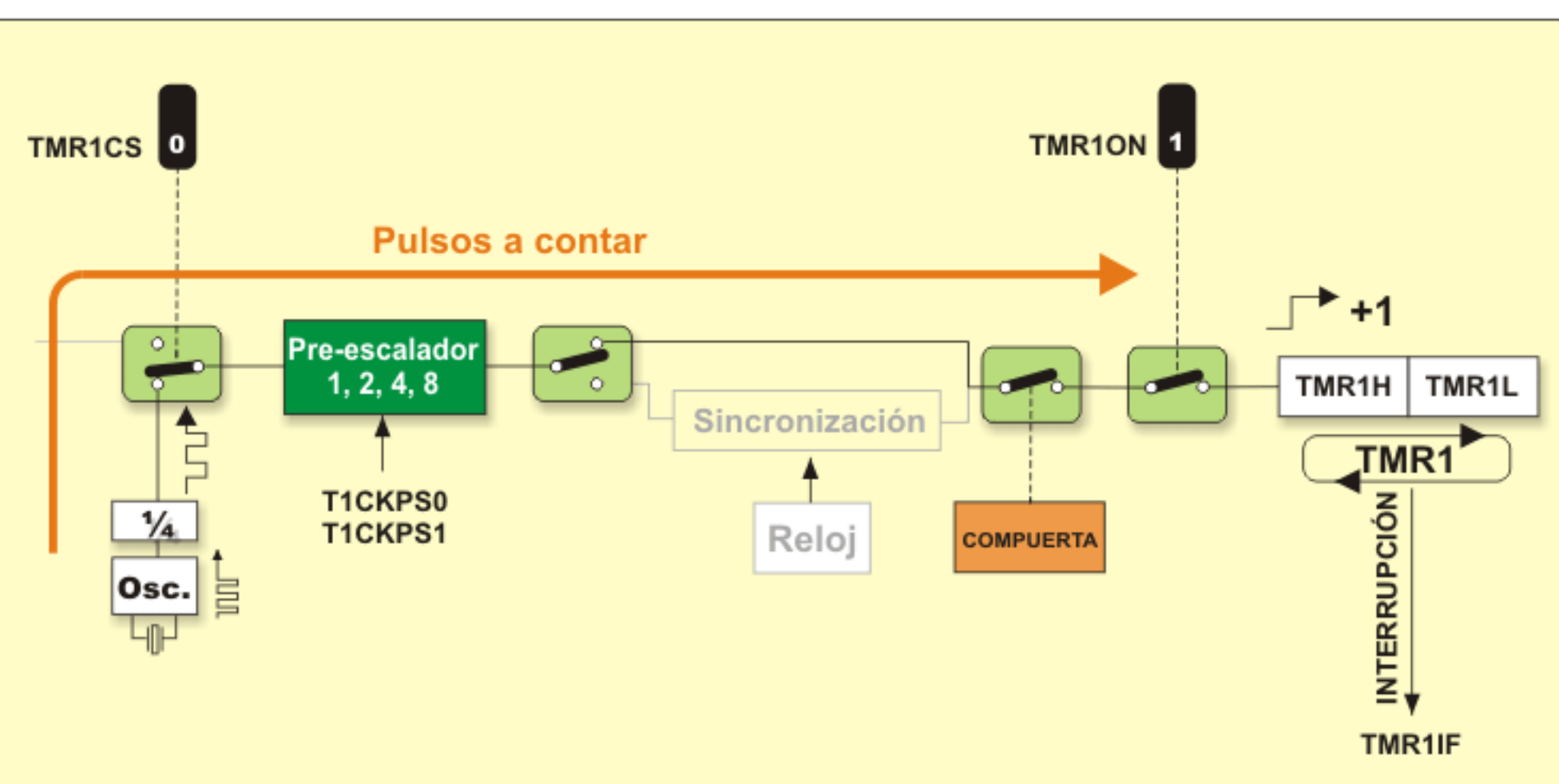
- Una señal generada por este oscilador de cuarzo está sincronizada con el reloj del microcontrolador al poner a 0 el bit T1SYNC. En este caso, el temporizador no puede funcionar en modo de reposo porque el circuito para sincronización utiliza el reloj del microcontrolador.
- La interrupción por desbordamiento en el registro del temporizador Timer1 puede estar habilitada. Si el bit T1SYNC se pone a 1, tales interrupciones se producirán en el modo de reposo también.

### COMPUERTA DEL TEMPORIZADOR TIMER1

El pin TIG1 o la salida del comparador C2 pueden ser una fuente de los pulsos que pasan por la compuerta del temporizador Timer1. Se configuran por software. Esta compuerta permite que el temporizador mida directamente la duración de los eventos externos al utilizar el estado lógico del pin TIG o los eventos analógicos al utilizar la salida del comparador C2. Refiérase a la Figura en la página anterior. Para medir duración de señal, basta con habilitar esta compuerta y contar los pulsos que pasan por ella.

### TIMER1 EN EL MODO TEMPORIZADOR

Para seleccionar este modo, es necesario poner a 0 el bit TMR1CS. Después de eso, el registro de 16 bits será incrementado con cada pulso generado por el oscilador interno. Si se utiliza el cristal de cuarzo de 4 MHz, el registro será incrementado cada microsegundo. En este modo, el bit T1SYNC no afecta al temporizador porque cuenta los pulsos de reloj interno. Como todos los dispositivos utilizan estos pulsos, no hace falta sincronizarlos.



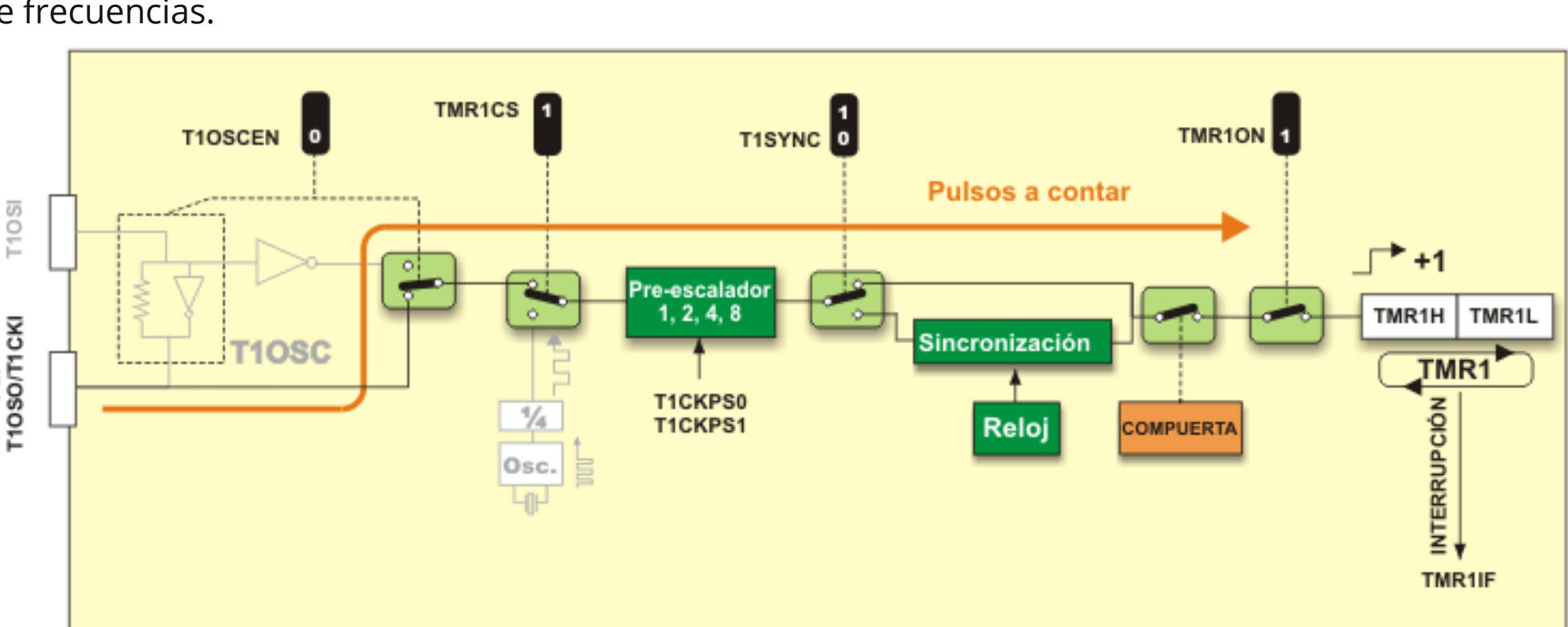
El oscilador de reloj del microcontrolador no funciona durante el modo de reposo así que el desbordamiento en el registro del temporizador no puede causar interrupción. **Vamos a hacerlo en mikroC...**

```
// En este ejemplo, el TMR1 está configurado como un temporizador con el valor
// del preescalador 1:8. Cada vez que ocurra un desbordamiento de los registros TMR1H y
// TMR1L, se solicitará una interrupción.

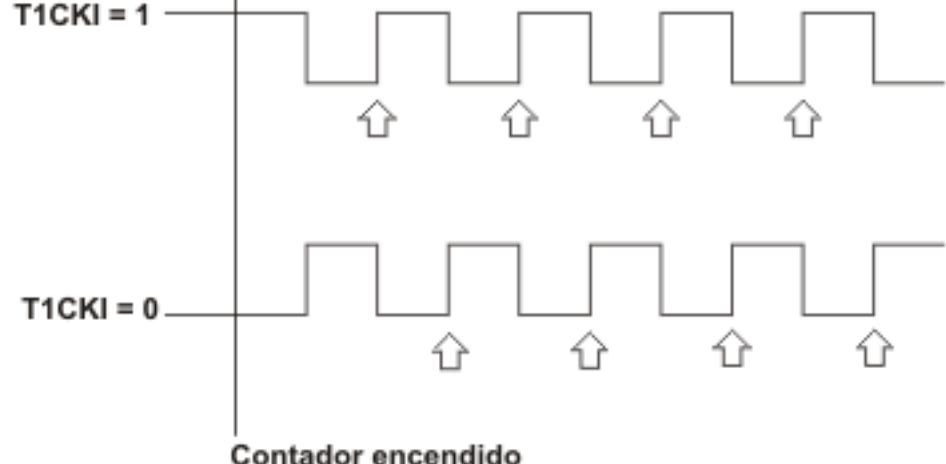
void main() {
    PIR1.TMR1IF = 0; // Poner a 0 la bandera de bit del TMR1IF
    TMR1H = 0x22; // Poner el valor inicial para el temporizador Timer1
    TMR1L = 0x00;
    TMR1CS = 0; // Temporizador1 cuenta los pulsos del oscilador interno
    T1CKPS1 = T1CKPS0 = 1; // El valor del pre-escalador asignado es 1:8
    PIE1.TMR1IE = 1; // Interrupción habilitada por desbordamiento
    INTCON = 0xC0; // Interrupción habilitada (bits GIE y PEIE)
    TMR1ON = 1; // Encender el temporizador Timer1
    ...
}
```

### TIMER1 EN EL MODO CONTADOR

El temporizador Timer1 se pone a funcionar como un contador al poner a 1 el bit TMR1CS. Este bit cuenta los pulsos llevados al pin PC0/T1CKI y se incrementa en el flanco ascendente de la entrada del reloj externo T1CKI. Si el bit de control T1SYNC del registro T1CON se pone a 0, las entradas del reloj externo se sincronizarán en su camino al temporizador Timer1. En otras palabras, el temporizador Timer1 se sincroniza con el reloj interno del microcontrolador y se le denomina contador síncrono. Al poner en modo de reposo el microcontrolador que funciona de esta manera, los registros del temporizador Timer1H y TMR1L no serán incrementados aunque los pulsos de reloj aparezcan en los pines de entrada. Como el reloj interno del microcontrolador no funciona en este modo, no hay entradas de reloj que se utilicen para la sincronización. De todas formas, el pre-escalador sigue funcionando siempre que haya pulsos de reloj en los pines, porque es un simple divisor de frecuencias.



Este contador detecta un uno lógico (1) en los pines de entrada. Cabe destacar que al menos un flanco ascendente debe ser detectado antes de empezar a contar los pulsos. Refiérase a la Figura a la izquierda. Las flechas en la figura indican los incrementos del contador.



### Registro T1CON

T1CON	T1GINV	TMR1GE	T1CKPS1	T1CKPS0	T1OSCEN	T1SYNC	TMR1CS	TMR1ON	Nombre de bit
	R/W (0)	R/W (0)	R/W (0)	R/W (0)	R/W (0)	R/W (0)	R/W (0)	R/W (0)	Características
	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	

**Leyenda**  
R/W (0) Bit de lectura/escritura  
Después del reinicio, el bit se pone a 0

**T1GINV** - Timer1 Gate Invert bit (Bit de inversor de la compuerta del temporizador1) se comporta como un inversor del estado lógico en la compuerta formada por el pin TIG o la salida (C2OUT) del comparador C2. Este bit habilita al temporizador para con tar los pulsos cuando la compuerta esté a alto o a bajo.

- 1 - Temporizador 1 cuenta los pulsos cuando el pin TIG o el bit C2OUT estén a alto (1).
- 0 - Temporizador 1 cuenta los pulsos de cuando el pin TIG o el bit C2OUT estén a bajo (0).

**TMR1GE** - Timer1 Gate Enable bit (Bit de habilitación de la compuerta del temporizador1) determina si la compuerta formada por el pin TIG o salida del comparador C2 (C2OUT) estará activa o no. Este bit es funcional sólo en caso de que el temporizador Timer1 esté encendido (el bit TMR1ON = 1). De lo contrario, este bit se ignora.

- 1 - Temporizador Timer1 está encendido sólo si la compuerta no está activa.
- 0 - Compuerta no afecta al temporizador Timer1.

**T1CKPS1, T1CKPS0** - Timer1 Input Clock Prescale Select bits (Bits de selección del preescalador de señal de reloj del Temporizador1) determina el valor del divisor de frecuencias asignada al temporizador Timer1.

T1CKPS1	T1CKPS0	VALOR DEL PRE-ESCALADOR
0	0	1:1
0	1	1:2
1	0	1:4
1	1	1:8

habilitación del oscilador LP del Timer1)

- 1 - Oscilador LP está habilitado para el reloj del Timer1 (oscilador de bajo consumo y de frecuencia de 32.768 kHz)
- 0 - Oscilador LP está apagado.

**T1SYNC** - Timer1 External Clock Input Synchronization Control bit (Bit de control de sincronización de la señal de entrada) habilita la sincronización de la entrada del oscilador LP o de la entrada del pin T1CKI con el reloj interno del microcontrolador. Este bit se ignora al contar los pulsos desde el oscilador principal (el bit TMR1CS = 0).

- 1 - Entrada de reloj externa no está sincronizada.
- 0 - Entrada de reloj externa está sincronizada.

**TMR1CS** - Timer TMR1 Clock Source Select bit (bit de selección de la fuente de reloj del temporizador Timer1)

- 1 - Cuenta los pulsos por el pin T1CKI (por el flanco ascendente 0-1)
- 0 - Cuenta los pulsos del reloj interno del microcontrolador

**TMR1ON** - Timer1 On bit (TMR activo, hace entrar o no en funcionamiento el Timer1).

- 1 - Habilita el temporizador Timer1.
- 0 - Deshabilita el temporizador Timer1.

Para utilizar el Timer1 apropiadamente, es necesario hacer lo siguiente:

- Como no es posible apagar el pre-escalador, su valor debe estar ajustado a los bits T1CKPS1 y T1CKPS0 del registro T1CON (Refiérase a la tabla).
- Seleccionar el modo por el bit TMR1CS del registro T1CON. (TMR1CS: 0=la fuente de reloj es oscilador de cuarzo interno, 1= la fuente de reloj es oscilador de cuarzo externo).
- Al configurar el bit T1OSCEN del mismo registro, el oscilador está habilitado y los registros TMR1H y TMR1L se incrementan con cada pulso de reloj. Al poner este bit a 0, se detiene el conteo.
- Al reiniciar los registros del contador o al escribir en ellos, se reinicia el pre-escalador.
- Al llenar ambos registros del temporizador, se configura la bandera TMR1IF y el conteo empieza desde cero.