

TIMERS o Temporizadores (Section 11)

| Características | PIC24 |
|--|---------------|
| Numero de temporizadores | 9 |
| Nº bits de los temporizadores | 16 / 32 bits |
| Modo propósito general | Todos |
| Modo Contador Asíncrono | Timer1, 2 y 4 |
| Modo Contador Síncrono | Todos |
| Registro de Periodo | Todos |
| Soporte cristal 32 kHz | Timer1 |
| Opción <i>Timer Gate</i> | Todos |
| <i>Prescaler</i> 1:1, 1:8, 1:64, 1:256 | Todos |
| <i>Postscaler</i> | No |
| Disparo de Evento Especial | Sí |
| Relación con reloj del sistema | FOSC / 2 |

El PIC24 tiene 9 módulos temporizadores de 16 bits que se clasifican en tres tipos: A, B y C. Cada contador tiene asociado 3 registros:

- **TMRx**: Registro Contador de 16 bits
- **PRx**: Periodo del temporizador de 16 bits
- **TxCON** Registro de Control de 16 bits

Bits de control de las interrupciones:

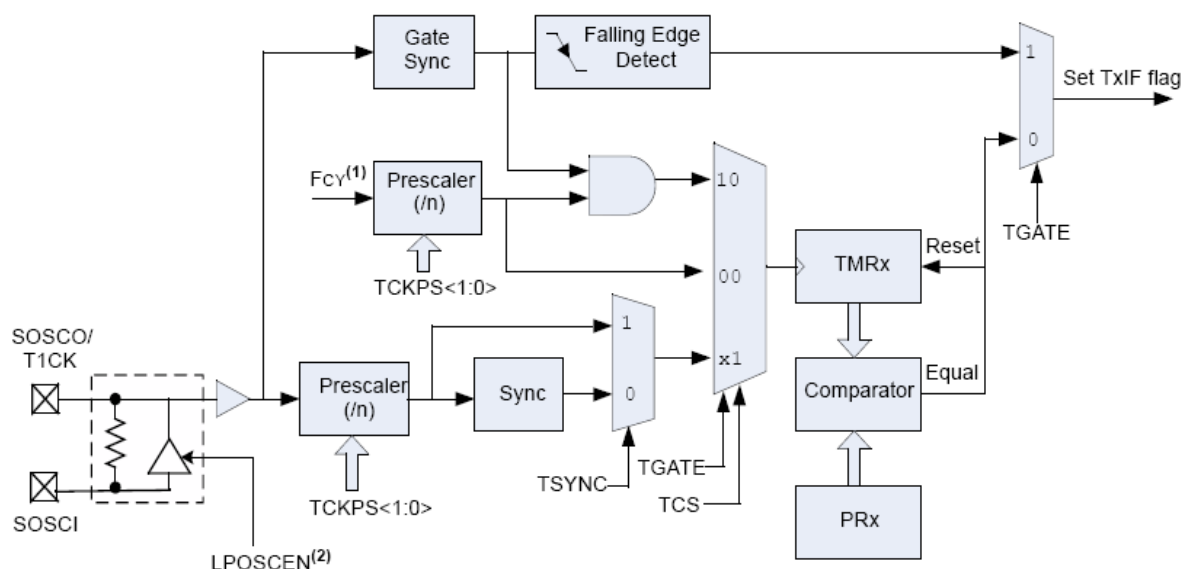
- **TxIE**: Habilitación de la interrupción
- **TxIF**: bit de estado del flanco de la interrupción
- **TxIP<2:0>**: bits de control de la prioridad

Todos los temporizadores de 16 bits tienen la misma estructura funcional.

Nos referiremos a ellos como Timer1, Timer2, ..., Timer9.

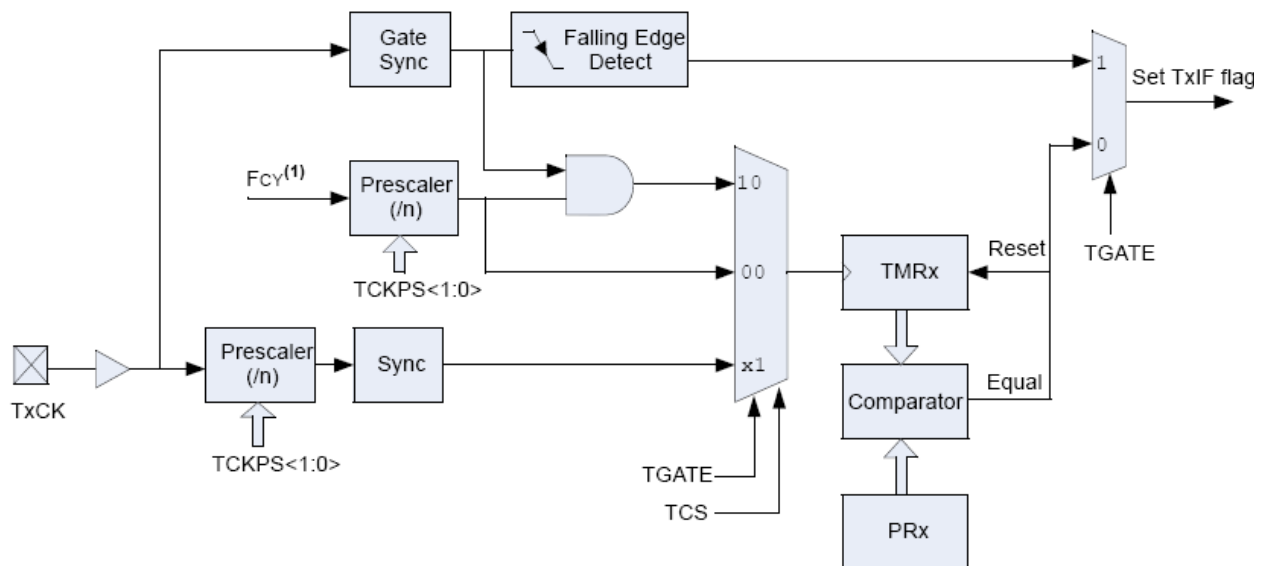
Temporizadores tipo A (Timer 1)

- Posibilidad de funcionar con un oscilador externo de baja frecuencia, 32kHz.
- Puede operar en modo asíncrono con una fuente de reloj externa.
- Tiene funciones de reloj, cronómetro, y como reloj secundario del sistema.



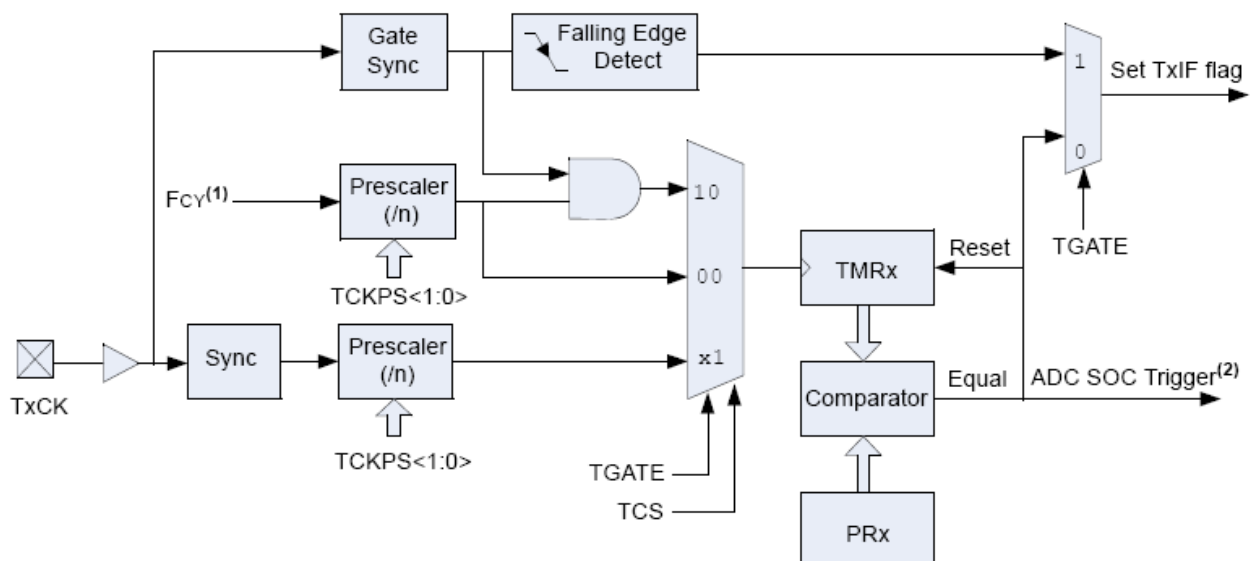
Temporizadores tipo B (Timer 2, 4, 6, 8)

- La sincronización se realiza después de la lógica de prescaler.
- Se pueden concatenar con los del tipo C para formar temporizadores de 32 bits (mediante el bit T32 del registro TxCON).



Temporizadores tipo C (Timer 3, 5, 7, 9)

- Pueden disparar la conversión del CA/D.
- Tal y como se ha dicho antes, se pueden concatenar con los del tipo B para formar un temporizador de 32 bits.



REGISTRO DE CONTROL DE LOS TEMPORIZADORES

T1CON: TIMER1 CONTROL REGISTER

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------|--------|--------|-----|-------|-------|------|
| R/W-0 | U-0 | R/W-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | U-0 | R/W-0 | R/W-0 | U-0 |
| TON | - | TSIDL | - | - | - | - | - | - | TGATE | TCKPS1 | TCKPS0 | - | TSYNC | TCS | - |
| Bit15 | | | | | | | | Bit8 | Bit7 | | | | | | bit0 |

TxCON (x= 2, 4, 6, 8) CONTROL REGISTER

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------|--------|--------|-------|-----|-------|------|
| R/W-0 | U-0 | R/W-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | U-0 | R/W-0 | U-0 |
| TON | - | TSIDL | - | - | - | - | - | - | TGATE | TCKPS1 | TCKPS0 | T32 | - | TCS | - |
| Bit15 | | | | | | | | Bit8 | Bit7 | | | | | | bit0 |

TyCON (y=3, 5, 7, 9) CONTROL REGISTER

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------|--------|--------|-----|-----|-------|------|
| R/W-0 | U-0 | R/W-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | U-0 | U-0 | R/W-0 | U-0 |
| TON | - | TSIDL | - | - | - | - | - | - | TGATE | TCKPS1 | TCKPS0 | - | - | TCS | - |
| Bit15 | | | | | | | | Bit8 | Bit7 | | | | | | bit0 |

TON: Habilita/deshabilita el temporizador: 1= ON y 0= OFF

TSIDL: Para el Timer en modo Idle
1= OFF cuando entra en modo Idle
0= Continúa en modo Idle

TGATE: Habilita modo Gated (*Gated Time Accumulation*)
Con TCS=1 no se tiene en cuenta
Con TCS =0, 1= Habilitado y 0= Deshabilitado

TCKPS1:TCKPS0: Selecciona valor Prescaler
11 = 1:256
10 = 1:64
01 = 1:8
00 = 1:1

La entrada de reloj de todos los temporizadores tiene la posibilidad del *prescaler*, siendo las escalas posibles: 1:1, 1:8, 1:64 eta 1:256. La escala se determina en el campo TCKPS del registro de control (TxCON<5:4>).

TSYNC: Sincronización reloj externo (Timer1)
Con TCS= 1, 1= Sincronizado y 0= NO Sincronizado
Con TCS=0 no se tiene en cuenta ese bit

TCS: Selecciona fuente de reloj:
1= Reloj externo en TxCK
0= Reloj interno

T32: Selecciona temporizador 32 bits
1= TimerX -- TimerY forman temporizador de 32bits
0= TimerX, TimerY independientes

REGISTROS TMRx Y PRx DE LOS TEMPORIZADORES

- TMRx:** Registro Contador de 16 bits. Se incrementa ciclo a ciclo si el temporizador está habilitado
- PRx:** Periodo del *timer* de 16 bits. Guarda el valor que debe alcanzar el TMRx para provocar una petición de interrupción en TxIF

MODOS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS TEMPORIZADORES

Los temporizadores cuentan con 4 modos de funcionamiento (véase la tabla a continuación) que se controlan mediante varios bits del registro TxCON:

TCS: *Timer Clock Source Control*

TSYNC: *Timer Synchronization Control* (sólo en los tipo A)

TGATE: *Timer Gate Control*

| Modo | Bits | | |
|--|------|-------|-------|
| | TCS | TGATE | TSYNC |
| Temporizador (Timer) | 0 | 0 | x |
| Temporizador de puerta (<i>Gated Timer</i>) | 0 | 1 | x |
| Contador Síncrono (<i>Synchronous Counter</i>) | 1 | x | 1 |
| Contador Asíncrono (<i>Asynchronous counter</i>) | 1 | x | 0 |

1) MODO TEMPORIZADOR (*TIMER*)

En este modo de funcionamiento el reloj del temporizador proviene del reloj interno, por lo que se comporta de manera síncrona. Para funcionar en este modo:

- TCS= 0 (TxCON<1> selecciona reloj interno)
- TGATE= 0 (TxCON<6>) deshabilita modo *Gated*

2) MODO CONTADOR SÍNCRONO

En este modo de funcionamiento, la entrada de reloj del temporizador proviene de la entrada de reloj externa, que se sincroniza con el reloj de la CPU: los incrementos se hacen sincronizados con el flanco de bajada del reloj del sistema.

Para funcionar en este modo:

- TSYNC= 1 en los temporizadores tipo A (los de tipo B y C siempre sincronizados).
- TCS= 1, selecciona la entrada de reloj externa

3) MODO CONTADOR ASÍNCRONO, sólo tipo A

Sólo los temporizadores de tipo A tienen posibilidad de operar en modo asíncrono.

En este modo puede funcionar con un oscilador externo de 32 kHz para aplicaciones de tiempo real (RTC: *Real Time Control*) . Para ello LPOSCEN= 1 (registro OSCON).

La frecuencia máxima a la que puede funcionar es 50MHz (anchura mínima pulso 10 ns en alta y 10 ns en baja).

Para funcionar en este modo:

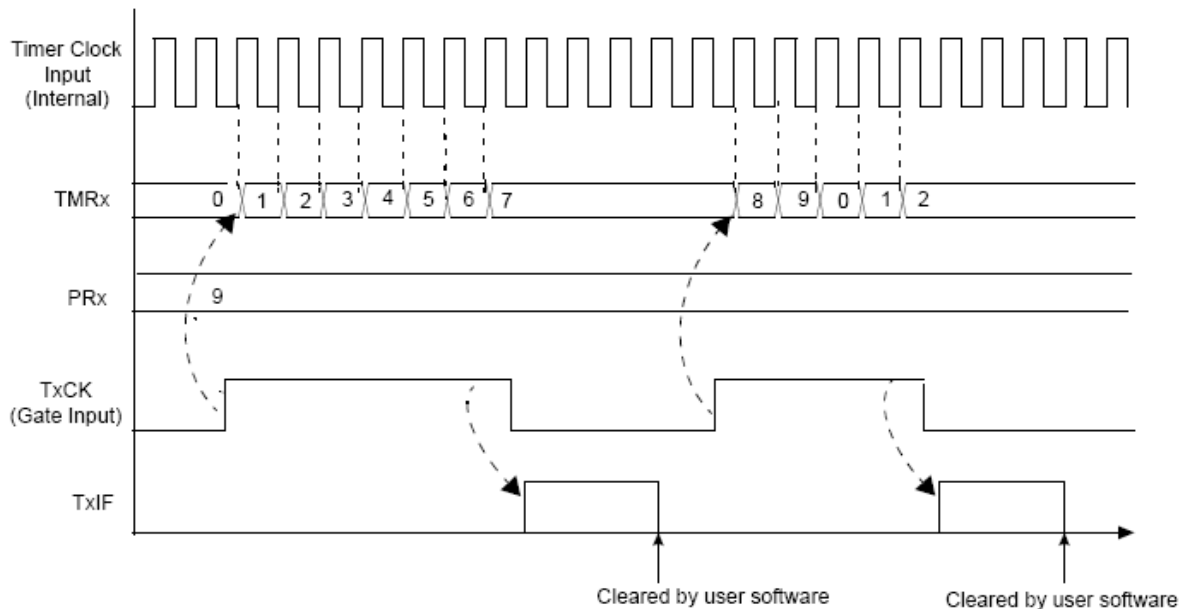
- TSYNC= 0 (T1CON<2>)
- TCS= 1 (T1CON<11>) selecciona la fuente de reloj externa

4) MODO *GATED*

Cuando el temporizador funciona con el reloj del sistema (TCS=0) , el modo *GATED* permite medir la duración de una señal de un pin externo. Para ello, el temporizador incrementa su valor mientras el valor del pin TxCK es 1. El flag de interrupción TxIF se activa con cada flanco de bajada que ocurra en ese pin.

Para funcionar en este modo:

- TGATE= 1 (TxCON<6>)
- TCS= 0 (TxCON<2>)



INTERRUPCIONES DE LOS TEMPORIZADORES

Un temporizador genera un interrupción en los dos casos siguientes:

- Cuando el valor del registro TMRx es igual al de Prx.
- Cuando en modo Gated hay un flanco de bajada en el pin TxCK.

El flag de interrupción de los temporizadores (TxIF) debe borrarse por software.

TEMPORIZADOR 32 BITS: *TIMER 2* y 3 CONJUNTAMENTE

Para conseguir un temporizador de 32 bits hay que utilizar conjuntamente dos temporizadores: uno de tipo B y otro de tipo C. El temporizador C corresponde a los bits de más peso del contador (*msw = most significant word*), y el de tipo B a los de menos peso (*lsb = less significant word*).

Para preparar el temporizador se utilizan los bits de control del de tipo B, y los del de tipo C no se tienen en cuenta. Sin embargo, el control de la interrupción se hace mediante los bits de control del temporizador de tipo C.

| TIPO C (<i>msw</i>) | TIPO B (<i>lsb</i>) |
|---|-----------------------|
| <i>Timer3</i> | <i>Timer2</i> |
| <i>Timer5</i> | <i>Timer4</i> |
| <i>Timer7</i> | <i>Timer6</i> |
| <i>Timer9</i> | <i>Timer8</i> |
| <i>Combinaciones entre los temporizadores de tipo C-B</i> | |

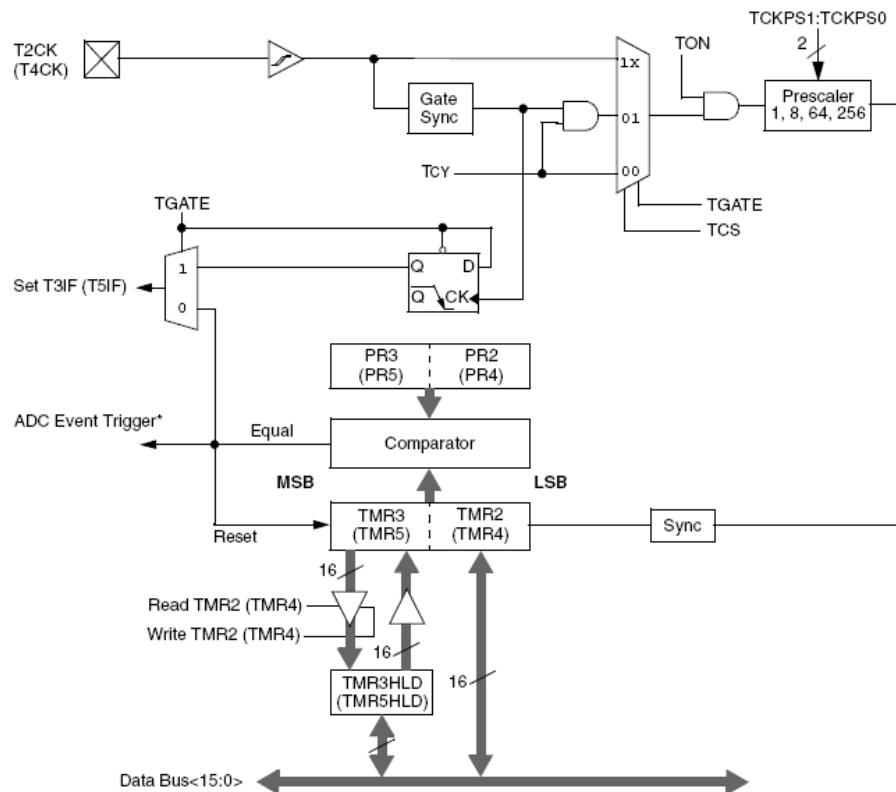
Los bits de control funcionan igual que en los temporizadores de 16 bits:

Modo Bits

| | TCS | TGATE |
|----------------------------|-----|-------|
| <i>Timer</i> | 0 | 0 |
| <i>Gated Timer</i> | 0 | 1 |
| <i>Synchronous Counter</i> | 1 | x |

Para conseguir un temporizador de 32 bits mediante el *Timer2* (tipo B) y el *Timer3* (tipo C), hay que escribir la siguiente información en los registros:

- TON (T2CON<15>) = 1.
- T32 (T2CON<3>) = 1.
- Bits TCKPS<1:0> del *Timer2* (T2CON<5:4>) para definir la escala del prescaler.
- El par de registros TMR3:TMR2 constituye el contador de 32 bits.
- El par de registros PR3:PR2 guarda el periodo del temporizador.
- Para habilitar la interrupción T3IE (IEC0<8>).
- Flag de petición de interrupción: T3IF (IFS0<8>).
- Los bits T3IP<2:0> (IPC2<2:0>) determinan la prioridad de la interrupción.
- El valor de los bits del registro T3CON no es determinante.



Temporizador de 32 bis: TIMER2 (tipo B) y TIMER3 (tipo C)