

MÓDULOS DE TEMPORIZACIÓN

PIC18F46K22

Ing. Benjamín Pérez Clavel

¿QUÉ ES UN TEMPORIZADOR?

Un temporizador (Timer en inglés) en el contexto de microcontroladores es una implementación por hardware de contadores ascendentes binarios para propósitos específicos dentro del microcontrolador.

El concepto básico de un temporizador es incrementar una cuenta binaria ya sea por acción de pulsos externos o de pulsos internos. En función del origen de los pulsos, estos temporizadores pueden nombrarse de dos formas:

- Timer: cuando el origen del pulso que incrementa el contador binario es interno (reloj del sistema).
- Contador: cuando el origen del pulso que incrementa el contador binario es externo (pin T0CKI por ejemplo).

PINES ASOCIADOS A TEMPORIZDORES

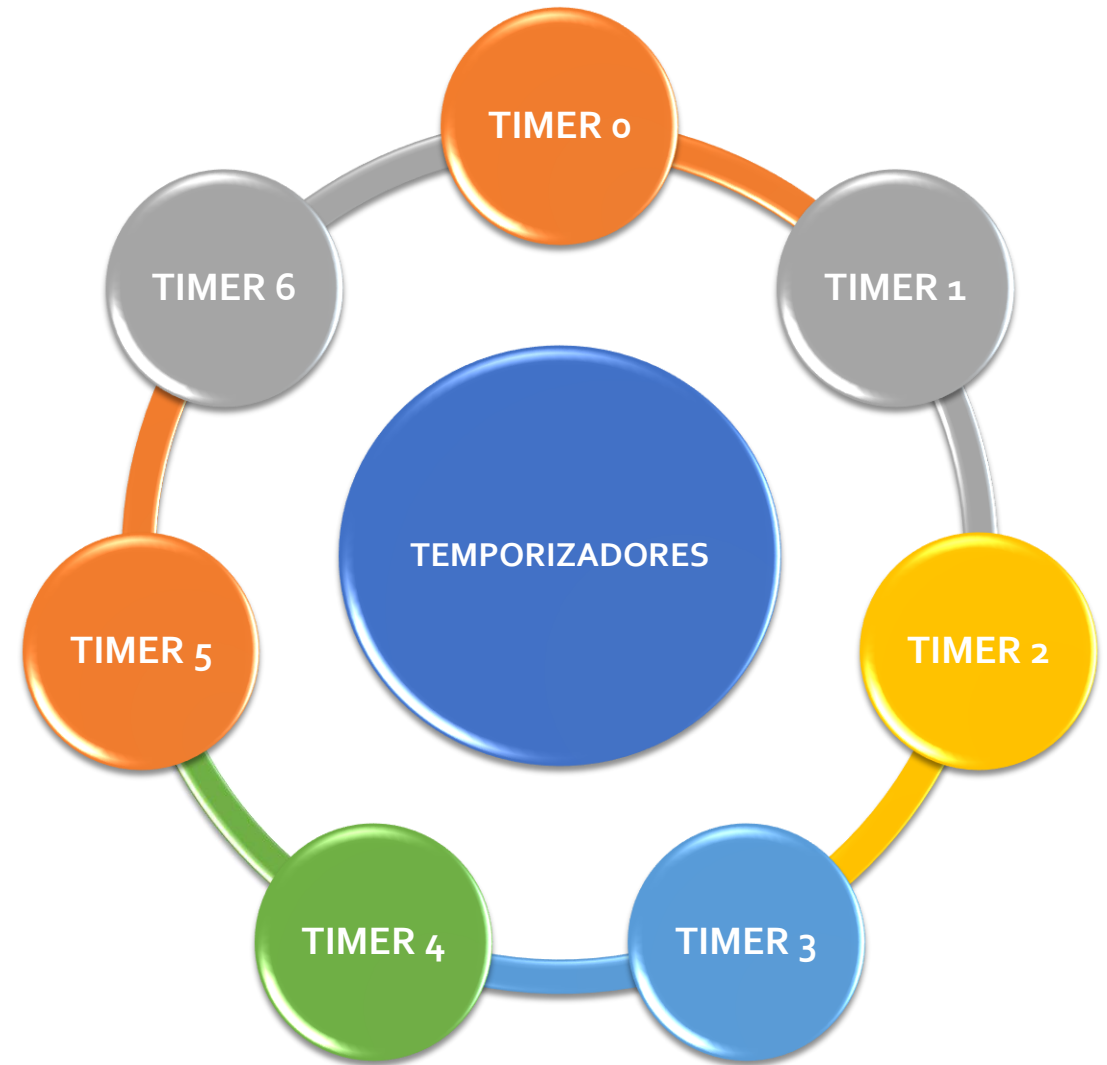
| | | | |
|----|----------------------------------|-------------------------------|----|
| 2 | RA0/C12IN0-/AN0 | RC0/P2B/T3CKI/T3G/T1CKI/SOSCO | 15 |
| 3 | RA1/C12IN1-/AN1 | RC1/P2A/CCP2/SOSCI | 16 |
| 4 | RA2/C2IN+/AN2/DACOUT/VREF- | RC2/CTPLS/P1A/CCP1/T5CKI/AN14 | 17 |
| 5 | RA3/C1IN+/AN3/VREF+ | RC3/SCK1/SCL1/AN15 | 18 |
| 6 | RA4/C1OUT/SRQ/T0CKI | RC4/SDI1/SDA1/AN16 | 23 |
| 7 | RA5/C2OUT/SRNQ/SS1/HLVDIN/AN4 | RC5/SDO1/AN17 | 24 |
| 14 | RA6/CLKO/OSC2 | RC6/TX1/CK1/AN18 | 25 |
| 13 | RA7/CLKI/OSC1 | RC7/RX1/DT1/AN19 | 26 |
| | | RD0/SCK2/SCL2/AN20 | 19 |
| 33 | RB0/INT0/FLT0/SRI/AN12 | RD1/CCP4/SDI2/SDA2/AN21 | 20 |
| 34 | RB1/INT1/C12IN3-/AN10 | RD2/P2B/AN22 | 21 |
| 35 | RB2/INT2/CTED1/AN8 | RD3/P2C/SS2/AN23 | 22 |
| 36 | RB3/CTED2/P2A/CCP2/C12IN2-/AN9 | RD4/P2D/SDO2/AN24 | 27 |
| 37 | RB4/IOC0/T5G/AN11 | RD5/P1B/AN25 | 28 |
| 38 | RB5/IOC1/P3A/CCP3/T3CKI/T1G/AN13 | RD6/P1C/TX2/CK2/AN26 | 29 |
| 39 | RB6/IOC2/PGC | RD7/P1D/RX2/DT2/AN27 | 30 |
| 40 | RB7/IOC3/PGD | | |
| | | RE0/P3A/CCP3/AN5 | 8 |
| | | RE1/P3B/AN6 | 9 |
| | | RE2/CCP5/AN7 | 10 |
| | | MCLR/VPP/RE3 | 1 |

PIC18F46K22

¿QUÉ ES UN TEMPORIZADOR?

Cada fabricante de cada microcontrolador implementa uno o más temporizadores dentro de sus chips, sin embargo, el concepto general de la operación de estos módulos es bastante similar.

El PIC18F46K22 tiene 7 módulos temporizadores, cada uno con características particulares, pero todos funcionan en lo general de forma similar.

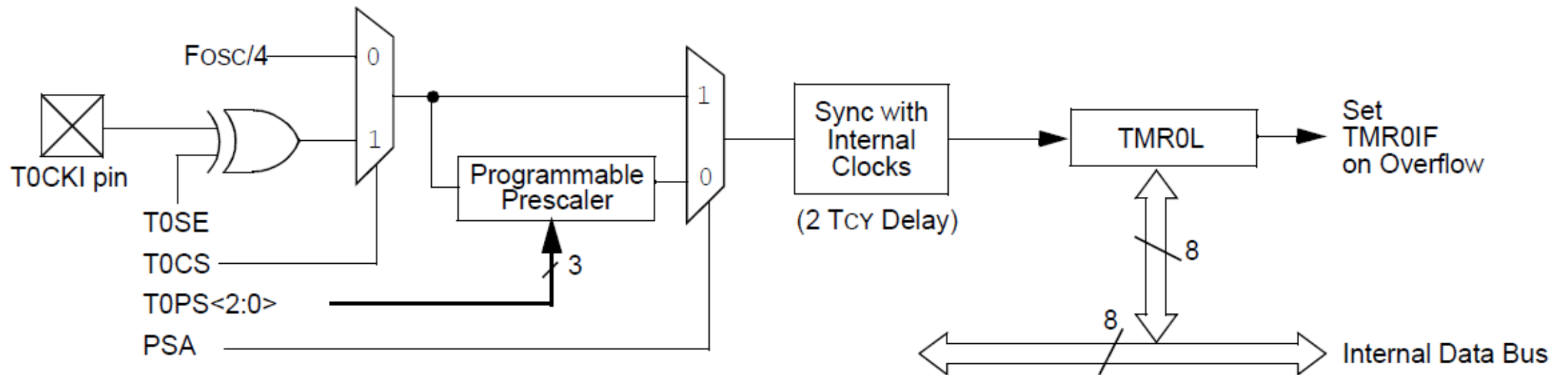


MÓDULO TIMER 0

Este módulo tiene las siguientes características

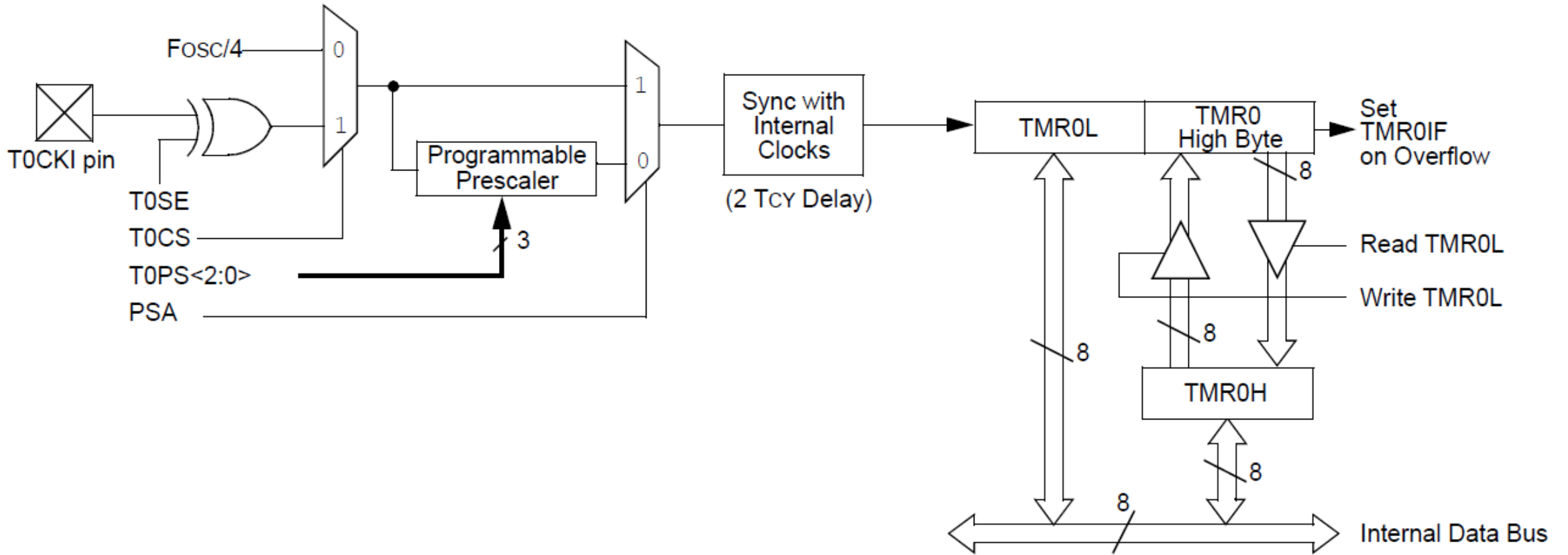
- Operación como temporizador o contador de 8 o 16 bits
- Registros dedicados de lectura/escritura
- Tiene un divisor de frecuencia implementado por hardware (pre-escaler)
- Tiene asociada una interrupción (por overflow)
- Permite seleccionar la fuente de reloj (interno o externo)
- Permite elegir el tipo de flanco de reloj a utilizar
- Su configuración se realiza a través de un registro (T0CON)

DIAGRAMA TIMER 0 (MODO 8-BIT)



Note: Upon Reset, Timer0 is enabled in 8-bit mode with clock input from T0CKI max. prescale.

DIAGRAMA TIMER 0 (MODO 16-BIT)



Note: Upon Reset, Timer0 is enabled in 8-bit mode with clock input from T0CKI max. prescale.

REGISTRO T0CON

REGISTER 11-1: T0CON: TIMER0 CONTROL REGISTER

| | | | | | | | |
|--------|--------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|
| R/W-1 | R/W-1 | R/W-1 | R/W-1 | R/W-1 | R/W-1 | R/W-1 | R/W-1 |
| TMR0ON | T08BIT | T0CS | T0SE | PSA | TOPS<2:0> | | |
| bit 7 | | | | | | | bit 0 |

bit 7 **TMR0ON:** Timer0 On/Off Control bit

1 = Enables Timer0

0 = Stops Timer0

bit 6 **T08BIT:** Timer0 8-bit/16-bit Control bit

1 = Timer0 is configured as an 8-bit timer/counter

0 = Timer0 is configured as a 16-bit timer/counter

bit 5 **T0CS:** Timer0 Clock Source Select bit

1 = Transition on T0CKI pin

0 = Internal instruction cycle clock (CLKOUT)

bit 4 **T0SE:** Timer0 Source Edge Select bit

1 = Increment on high-to-low transition on T0CKI pin

0 = Increment on low-to-high transition on T0CKI pin

REGISTRO T0CON

REGISTER 11-1: T0CON: TIMER0 CONTROL REGISTER

| | | | | | | | |
|--------|--------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|
| R/W-1 | R/W-1 | R/W-1 | R/W-1 | R/W-1 | R/W-1 | R/W-1 | R/W-1 |
| TMR0ON | T08BIT | T0CS | T0SE | PSA | TOPS<2:0> | | |
| bit 7 | | | | | | | bit 0 |

bit 3

PSA: Timer0 Prescaler Assignment bit

1 = Timer0 prescaler is NOT assigned. Timer0 clock input bypasses prescaler.

0 = Timer0 prescaler is assigned. Timer0 clock input comes from prescaler output.

bit 2-0

TOPS<2:0>: Timer0 Prescaler Select bits

111 = 1:256 prescale value

110 = 1:128 prescale value

101 = 1:64 prescale value

100 = 1:32 prescale value

011 = 1:16 prescale value

010 = 1:8 prescale value

001 = 1:4 prescale value

000 = 1:2 prescale value

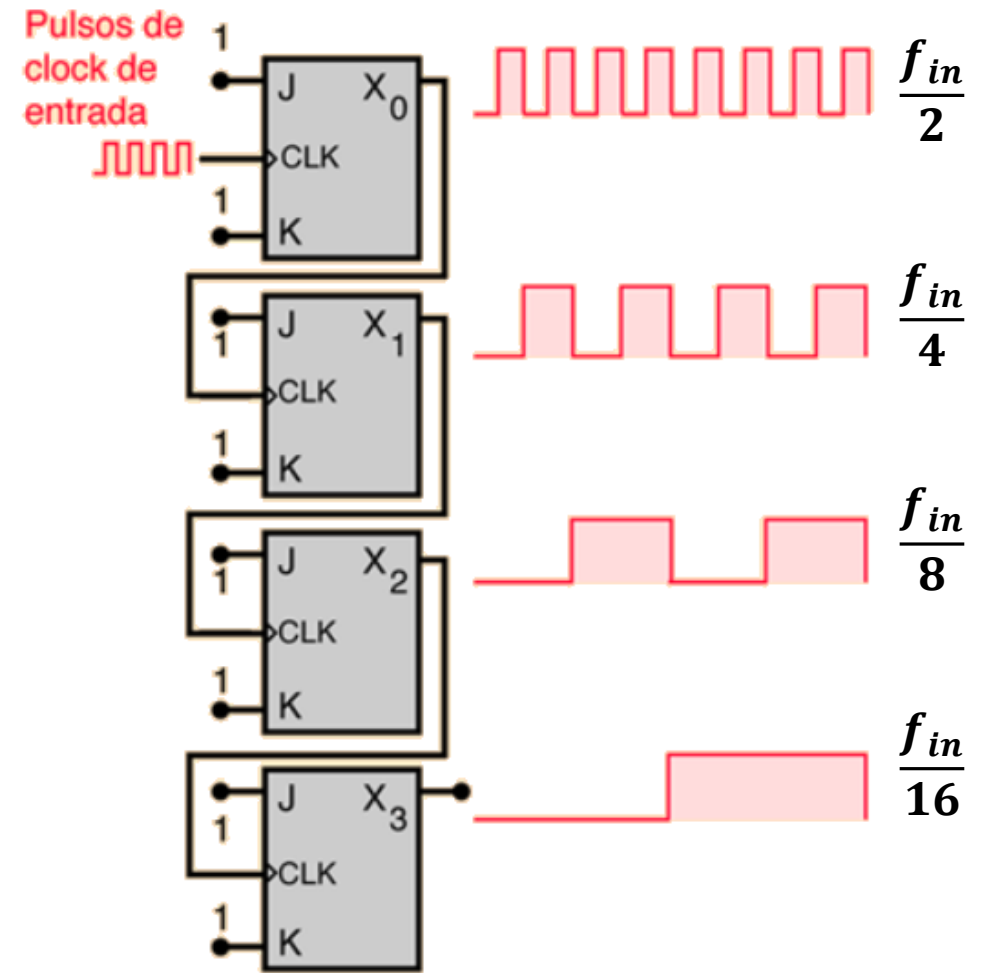
REGISTROS ASOCIADOS CON EL TIMER0

| Name | Bit 7 | Bit 6 | Bit 5 | Bit 4 | Bit 3 | Bit 2 | Bit 1 | Bit 0 | Reset Values on page |
|---------|----------------------------|-----------|---------|---------|--------|-----------|--------|--------|----------------------|
| INTCON | GIE/GIEH | PEIE/GIEL | TMR0IE | INT0IE | RBIE | TMR0IF | INT0IF | RBIF | 109 |
| INTCON2 | $\overline{\text{RBPU}}$ | INTEDG0 | INTEDG1 | INTEDG2 | — | TMR0IP | — | RBIP | 110 |
| T0CON | TMR0ON | T08BIT | T0CS | T0SE | PSA | T0PS<2:0> | | | 154 |
| TMR0H | Timer0 Register, High Byte | | | | | | | | — |
| TMR0L | Timer0 Register, Low Byte | | | | | | | | — |
| TRISA | TRISA7 | TRISA6 | TRISA5 | TRISA4 | TRISA3 | TRISA2 | TRISA1 | TRISA0 | 151 |

Legend: — = unimplemented locations, read as '0'. Shaded bits are not used by Timer0.

¿Qué es un pre-escaler?

- Divide la frecuencia del reloj de entrada del TimerX entre valores predefinidos (1:2, 1:4, ... 1:256) generando así una nueva señal de menor frecuencia a su salida; esta señal a la salida del prescaler será la señal utilizada por el TimerX para modificar los registros asociados (los contadores binarios) al timer correspondiente (TMR0H:TMR0L en el caso del timer0).
- En términos de electrónica digital, es un contador de N-bits. En el caso del pre-escaler del Timer0 es un contador de 8 bits.
- “Alenta” señales de entrada demasiado rápidas para ciertas aplicaciones



¿PARA QUÉ TANTOS REGISTROS?

El fin de un temporizador es generar una interrupción cuando los registros asociados a la cuenta binaria pasan de todos 1's a todos 0's. Esta interrupción del timer 0 tiene un periodo de “disparo” el cual se calcula de la siguiente forma:

$$\text{tiempo de disparo} = \left(\frac{4}{F_{osc}} \right) \times (\text{Pre} - \text{escaler}) \times ((2^n - 1) - \text{TMR0H:TMR0L})$$

El tiempo de disparo de la interrupción está dando en segundos y “n” es el número de bits del contador (8 o 16 bits).

ALGUNOS CÁLCULOS

$$tiempo\ de\ disparo = \left(\frac{4}{F_{osc}} \right) \times (Pre - escaler) \times ((2^n - 1) - TMR0H:TMR0L)$$

El valor TMR0H:TMR0L es el valor del contador binario (parte alta y parte baja para el caso del modo de 16-bit) a partir del cual empieza a contar de manera ascendente. Aunque en la ecuación está expresado en decimal, al momento de escribir el programa el valor TMR0H:TMR0L debe cargarse en binario o hexadecimal (así es más sencillo).

Si se utiliza el temporizador en modo de 8-bit, entonces únicamente se utiliza el registro TMR0L.

En la literatura, el valor de TMR0H:TMR0L es llamado “valor de recarga”

ALGUNOS CÁLCULOS

Para calcular el valor TMR0H:TMR0L para un tiempo determinado de disparo, se puede manipular la ecuación con lo cual se obtiene la siguiente ecuación:

$$\text{TMR0H:TMR0L} = (2^n - 1) - \frac{\text{tiempo de disparo}}{\left(\frac{4}{F_{osc}}\right) \times (\text{Pre-escaler})}$$

UN EJEMPLO

Calcule el valor de recarga de TMR0H:TMR0L para un tiempo de disparo de interrupción de 2 segundos. Suponga que el pre-escaler está configurado en 128, que se está usando el modo de 16-bit y que la frecuencia de reloj es de 12MHz.

$$\text{TMR0H:TMR0L} = (2^n - 1) - \frac{\text{tiempo de disparo}}{\left(\frac{4}{F_{osc}}\right) \times (\text{Pre-escaler})}$$

| | | |
|--|--|--|
| <p>Tiempo de disparo = 2s Preescaler= 128 n = 16 Fosc= 12MHz</p> | $\text{TMR0H:TMR0L} = (2^{16} - 1) - \frac{2s}{\left(\frac{4}{12MHz}\right) \times (128)}$ $\text{TMR0H:TMR0L} = 65535 - 46875$ $\text{TMR0H:TMR0L} = 18660$ | <p>$18660_{10} = 48E4_{16}$ TMR0H=48 TMR0L=E4</p> |
|--|--|--|

PASOS PARA CONFIGURAR EL TIMER0

- 1) Configurar al temporizador como contador/timer
- 2) Establecer el modo de operación (8-bit o 16-bit)
- 3) Establecer el tipo de flanco (solo si se usará como contador)
- 4) Habilitar el divisor de frecuencia/preescaler (en caso de usarlo)
- 5) Establecer el valor del divisor de frecuencia/preescaler (en caso de usarlo)
- 6) Cargar valores de los registros TMR0H:TMR0L
- 7) Borrar bandera de interrupción del temporizador
- 8) Habilitar las interrupciones (globales y periféricos)
- 9) Habilitar la interrupción del temporizador
- 10) Encender el temporizador

