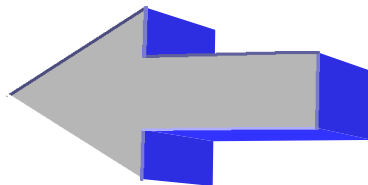


CAPITULO 3

MANEJO DE LOS TEMPORIZADORES Y CONTADORES



3.1 TIMER / CONTADOR .

El 8051 tiene 2 timer/contadores de 16 bits cada uno, llamados Timer 0 y el Timer 1 respectivamente. Ambos pueden ser configurados para operar como temporizadores (timers) o como contadores (counters).

Cuando se trabaja como contador, el registro interno del contador, es incrementado cada vez que existe una transición negativa (de 1 a 0) por la línea de entrada correspondiente a T0 ó T1. En cambio, cuando funciona como temporizador "Timer", el registro es incrementado cada 12 periodos de oscilación es decir su frecuencia de conteo es 1/12 de la frecuencia del oscilador.

En el momento que los bits del registro del contador pasan de todos 1's a todos 0's, se activa la línea de interrupción interna correspondiente a TF0 o TF1, generándose, (si ha sido permitida) una interrupción.

3.2 REGISTRO DE CONTROL DEL PUERTO TIMER/CONTADOR.

El registro de control del Timer/Contador de la fig. 3.1 es direccionable por Bit, para activar o desactivar cada una de sus banderas.

TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Fig. 3.1 Registro del control del Timer/Contador

- TF1 TCON.7** Bandera de sobreflujo (overflow) del registro del Timer 1. Activada por hardware cuando el registro que guarda la cuenta del Timer/Contador 1, incrementa su contenido pasando todos sus bits de 1's a 0's. Limpiado por hardware cuando existe el procesamiento de los vectores del servicio de las rutinas de interrupción.
- TR1 TCON.6** Bit de control de activación del timer 1. Habilitado/Deshabilitado por software para colocar el Timer/Contador en Encendido/Apagado.
- TF0 TCON.5** Bandera de sobreflujo (overflow) del registro del Timer 0. Activada por hardware cuando el registro que guarda la cuenta del timer/contador 0, incrementa su contenido pasando todos sus bits de 1's a 0's. Limpiado por hardware cuando existe el procesamiento de los vectores del servicio de las rutinas de interrupción.

TR0 TCON.4 Bit de control de activación del timer 0. Habilitado/Deshabilitado por software para colocar el Timer/Contador en Encendido/Apagado.

IE1 TCON.3 Bandera de transición de la interrupción externa 1. Activada por hardware cuando una transición (de 1 a 0) en la línea de interrupción externa 1, es detectada. Limpiada por hardware cuando la interrupción es procesada. (solamente se acciona si se programó la aceptación de la interrupción por transiente, IT1=1).

IT1 TCON.2 Bit de control del Interrup 1. Activado/Limpiado por software para especificar el tipo de interrupción, por nivel bajo (IT1= 0) o por transiente negativo (IT1=1).

IE0 TCON.1 Bandera de transición de la interrupción externa 0 Activada por hardware cuando una transición (de 1 a 0) en la línea de interrupción externa 0, es detectada. Limpiada por hardware cuando la interrupción es procesada. (solamente se acciona si se programó la aceptación de la interrupción por transiente, IT0=1).

IT0 TCON.0 Bit de control del Interrup 0. Activado/Limpiado por software para especificar el tipo de interrupción, por nivel bajo (IT0= 0) o por transiente negativo (IT0=1). 3.3 registro de modo de control del timer/contador.

3.3 REGISTRO DE MODO DE CONTROL DEL TIMER/CONTADOR

Este registro permite especificar si se van a trabajar como Temporizadores (Timers) o como Contadores (Counters), los puertos denominados Timer 0 y Timer 1.

Existen 4 modos de trabajo para estos puertos, los cuales son definidos por la escritura en los bits M1 y M0 de TMOD fig 3.2.

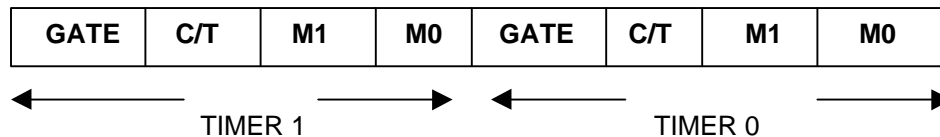


Fig.3.2 TMOD: Registro del Modo de Control del Timer/Counter

GATE Cuando TRx (en TCON) está activada y GATE=1, TIMER/COUNTERx correrá. solamente si la línea INTx está en posición alta (control por hardware). Cuando GATE=0, TIMER/COUNTERx correrá solamente si TRx=1 (control por software)

El valor de la cuenta se puede apreciar en el registro TH1, dado que TL1 solamente actúa como divisor de frecuencia, TH1 se puede cargar con cualquier valor, de 1 a 256 cuentas, pudiendo obtener de esta forma varios retardos, solamente detectando la bandera se sobreflujo (overflow TF1).

3.3.2 MODO 1 DEL TIMER/CONTADOR

Este modo es utilizado por cualquiera de los 2 Timers, se caracteriza principalmente por ser un Timer/contador de 16 bits cuyos valores se encuentran cargados en los registros TH y TL de cada uno de los Timers.

En la fig. 3.4 se puede apreciar la disposición de estos registros que se asemejan al modo 0, solo que en el modo 1, actúan en cascada.

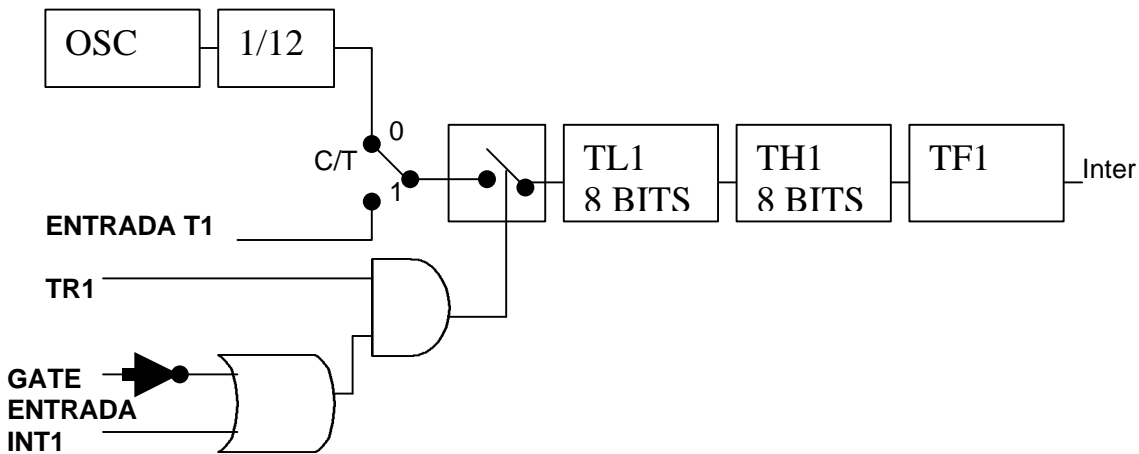


Fig. 3.4 Modo 1 contador de 16 bits con Timer/Contador 1

3.3.3 MODO 2 DEL TIMER/CONTADOR

Este modo puede ser utilizado tanto por el timer 0 como por el 1, tienen un registro de conteo de 8 bits (TLx).

En la figura 3.5 se presenta el manejo del Timer 1, en el modo 2. El registro TL1 es cargado automáticamente con el contenido de TH1, cuando se produce el sobreflujo en TL1, el cual además establece la bandera de TF1.

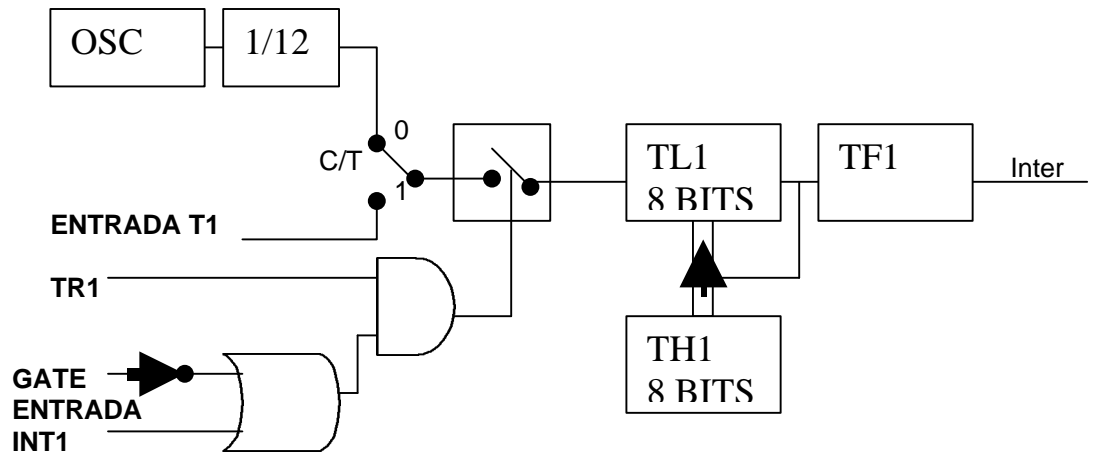


Fig. 3.5 Modo 2, registro de 8 bits autorecargable

3.3.4 MODO 3 DEL TIMER/CONTADOR

El Timer 1, en el modo 3 mantiene su cuenta, es decir, tiene el mismo efecto que cuando se establece la bandera TR1=0.

El Timer 0, en éste modo, establece TL0 y TH0 como dos contadores separados. La figura 3.6 muestra la lógica para el modo 3. TL0 utiliza los bits de control (C/T, GATE, TR0, INT0) del Timer 0. TH0 es bloqueado como temporizador "Timer", el cual emplea las señales de control del Timer 1, TR1 y TF1.

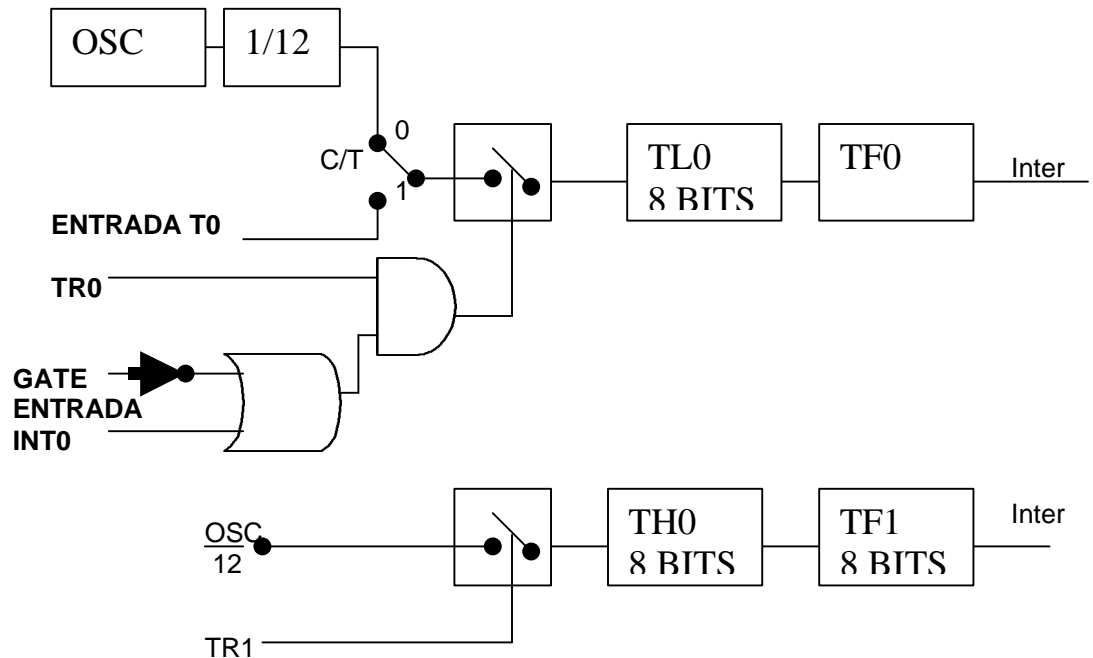


Fig. 3.6 Modo 3, 2 timers de 8 bits

El Timer 1 puede ser activado o desactivado con solo salir o entrar al modo 3 respectivamente o puede permanecer siendo utilizado por el puerto Serie cuando

está generando la frecuencia de oscilación "Baud rate", o en efecto en cualquier aplicación que no se requiere una interrupción.

3.4 UTILIZACIÓN DEL TIMER 1 COMO GENERADOR DEL "BAUD RATE" PARA LA TRANSMISIÓN SERIAL.

El Timer 1 es usado para generar la frecuencia de transmisión / Recepción de datos en serie, cuando el puerto es programado para trabajar en el modo 1 ó 3. La frecuencia de transmisión es obtenida a partir del valor almacenado en TH1 y el valor de SMOD mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Baud Rate} = \frac{2^{\text{SMOD}}}{32} \times \frac{\text{Frec. Del Oscilador}}{12 \times [256 - (\text{TH1})]}$$

El valor $2^{\text{SMOD}} / 32$, es debido a los circuitos divisores de frecuencia que se encuentran en la etapa de control del Puerto Serie, los cuales dividen entre 16 ó 32 dependiendo del bit 7 (SMOD) del registro de control PCON y la frecuencia que nos proporciona la salida del Timer 1 (overflow).

El valor 12 que divide a la frecuencia del oscilador proviene del divisor, que se encuentra en la etapa de control del Timer 1, cuando éste es utilizado como temporizador.

NOTA: Cabe recalcar que el valor que se almacena en TH1 es el valor negativo de la cuenta que se desea, debido a que, el contador se incrementa cada vez que un pulso es detectado, de ahí que en la ecuación se representa como $256 - (\text{TH1})$.

La interrupción del Timer 1 en éste caso no tendría mucha aplicación por lo que se podría deshabilitar.

El Timer 1 actúa en modo 2, es decir en modo recargable, el valor de conteo se encuentra fijo en el registro TH1, el cual se recarga cada vez que existe un overflow.

La figura 3.7 muestra una tabla de valores de TH1, para generar el Baud Rate, tomando en cuenta la frecuencia del oscilador.

BAUD RATE	F osc	SMOD	TIMER1		
			C/T	MOD0	VALOR DE TH1
19.2 kHz	11.059 MHz	1	0	2	FDH
9.8 kHz	11.059 MHz	0	0	2	FDH
4.8 kHz	11.059 MHz	0	0	2	FAH
2.4 kHz	11.059 MHz	0	0	2	F4H
1.2 kHz	11.059 MHz	0	0	2	E8H
137.5 Hz	11.986 MHz	0	0	2	1DH
110 Hz	6.000 MHz	0	0	2	72H

FIG. 3.7 Tabla de valores para generar el Baud Rate