

Módulo Contador/Temporizador no Intel 8051 - O 8051 possui dois módulos temporizadores/contadores (Timer 0 e Timer 1) de 16 bits. Quando na função temporizador, o módulo utiliza um sinal de referência 12 vezes menor que a frequência do oscilador, isto é, na frequência do ciclo de máquina. Já na função contador, esse módulo utiliza um pino de entrada para contar pulsos. Os pinos de entrada desses dois módulos são: P3.4 para o Timer0 e P3.5 para o Timer1. A configuração desses módulos é realizada pelos registradores TCON e TMOD. Além disso, esses módulos podem gerar interrupções quando a condição de overflow for detectada, isto é, quando o valor máximo de contagem for obtido.

Registradores - Os dois temporizadores/contadores são controlados pelos registradores Timer Control (TCON) e Timer Mode (TMOD). O registrador TCON pode ser endereçado bit a bit e está localizado no endereço 88H.

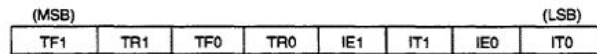


Figura 1: Registrador TCON [1].

- TF1: Timer 1 Overflow Flag – Seu valor é determinado pelo hardware.

-0: Quando o processador inicia a rotina de interrupção localizada no endereço 001BH.

-1: Quando ocorre overflow do timer 1.

- TR1: Timer 1 Run Control – Seu valor é determinado pelo programa.

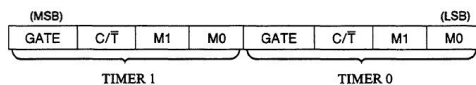
-0: Desativa o timer 1.

-1: Ativa o timer 1.

- TF0: Equivalente ao timer 1 (para rotina localizada no endereço 000BH).

- TR0: Equivalente ao timer 1.

Já o registrador TMOD, está localizado no endereço 89H e não pode ser endereçado bit a bit. Os quatro bits menos significativos são usado para configuração do Timer 0 e os quatro mais significativos para o Timer 1.



Registrador TMOD [1].

- Gate:

-0: O módulo será habilitado se TR1 (TCON) é 1.

-1: O módulo Será habilitado se TR1 (TCON) é 1 e INT1 = 1.

- C/T: Counter/Timer Selector:

-0: Temporizador.

-1: Contador.

- M1/M0: Mode Selector:

-00: Modo 0 – Temporizador/Contador de 8 bits com divisor de frequência.

- 01: Modo 1 – Temporizador/Contador de 16 bits.
- 10: Modo 2 – Temporizador/Contador de 8 bits com recarga automática.
- 11: Modo 3 – Temporizador/Contador de 8 bits. Timer 1 está desativado.

Os registradores contadores desses dois módulos são nomeados como TL e TH. Para o Timer 0, os registradores são referenciados como TL0 e TH0. Já para Timer 1, os registradores são referenciados como TL1 e TH1.

Modos de Operação

Modo 0 - Temporizador/Contador de 8 bits com divisor de frequência - Nesse modo de operação os registradores TL0 e TH0 são utilizados como divisores de clock (apenas 5 bits), já os registradores TH0 e TH1 determinam o valor inicial (8 bits) da contagem. A contagem é crescente até o valor FFH, e cabe ressaltar que o contador é incrementado sempre que os pulsos contabilizados são equivalentes ao valor do divisor.

Modo 1 - Temporizador/Contador de 16 bits - Esse modo é equivalente ao descrito anteriormente, contudo os 16 bits são utilizados para contagem, isto é, não há divisor de frequência. A contagem é crescente até o valor FFFFH.

Modo 2 - Temporizador/Contador de 8 bits com recarga automática - Nesse modo de operação os registradores TL0 e TH0 são utilizados como contadores. O valor de recarga é determinado pelos registradores TH0 e TH1. A contagem é crescente até o valor FFH, sendo que o processo de recarga ocorre após a condição de overflow ser detectada. No processo de recarga o registrador TLx tem seu valor inicializado de acordo com THx.

Modo 3 - Temporizador/Contador de 8 bits - Nesse modo de operação, o registrador TL0 é um temporizador/contador controlado pelo bit TR0 (TCON) e o registrador TH0 é um temporizador/contador controlado pelo bit TR1 (TCON). Além disso, TH0 poderá contar somente os pulsos de clock, isto é, pode operar somente na função de temporizador. A condição de overflow para esses dois temporizadores ativa as seguintes flags:

- TL0: O evento de overflow aciona a flag TF0.
- TF0: O evento de overflow aciona a flag TF1.

Cabe ressaltar que os registradores TL1 e TH1 não são utilizados.

Comunicação Serial Assíncrona - A comunicação serial assíncrona é bem simples e tem como função enviar e receber bytes de informação, transferindo um bit de cada vez. As características do protocolo serial são:

- Taxa de transmissão (baud rate): Indica o número de bits transmitidos por segundo;
- Bits de dados (data bits): Tamanho da informação que é transferida;
- Bits de parada (stop bits): Utilizados para sinalizar o fim da transferência;
- Paridade: Uma forma bem simples de verificação de erros na transferência de dados.

Registradores - A interface serial é configurada pelo registrador SCON. Esse registrador pode ser endereçado bit a bit e está localizado no endereço 98H.

(MSB)				(LSB)			
SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	TI	RI

Registrador SCON [1].

- SM0~SM2: Modo de operação do canal serial;
- REN: Habilita recepção do canal serial;
- TB8: Determina o valor do 9º bit que será transmitido nos modos 2 e 3;
- RB8: Determina o valor do 9º bit recebido nos modos 2 e 3;
- TI - Transmit Interrupt Flag – Seu valor é determinado pelo hardware:

–1: Após a transmissão do 8º bit (modo 0) ou no início da transmissão do stop bit (demais modos);

–Deve ser zerado por software;

- RI - Transmit Interrupt Flag – Seu valor é determinado pelo hardware:

–1: Após a recepção do 8º bit (modo 0) ou no meio da recepção do stop bit (demais modos);

–Deve ser zerado por software.

Além disso, os dados são transmitidos/recebidos a partir do registrador SBUF. Esse registrador está localizado no endereço 99H:

- É composto por dois registradores distintos: transmissão e recepção;
- Qualquer operação com destino a esse registrador inicia a transmissão de dados.

Configuração da Interface Serial - As configurações da interface serial, devem ser realizadas para atender aos requisitos especificados anteriormente. Essas configurações são realizadas no registrador SCON, responsável por determinar o modo de operação do circuito que pode ser 0, 1, 2 ou 3.

• **Modo 0:** Transmissão síncrona com taxa de transmissão fixa. O pino RXD é usado como entrada e saída dos dados enquanto o pino TXD emite o sinal de clock para a transmissão.

• **Modo 1:** Transmissão/Recepção assíncrona com quadro de 10 bits (1 start bit, 8 bits de dados, e 1 stop bit). Os bits são transmitidos através de TXD e recebidos por RXD. Na recepção, o stop bit é carregado no bit RB8 do registrador SCON. A taxa de transmissão é variável.

• **Modo 2:** Transmissão/Recepção assíncrona com quadro de 11 bits (1 start bit, 8 bits de dados, 1 bit de paridade, e 1 stop bit). O bit de paridade (TB8 do registrador SCON) pode ser atribuído por software antes da transmissão fazendo TB8 <- PSW.0. Na recepção, o bit de paridade é carregado em RB8 e o stop bit é ignorado. A taxa de transmissão pode ser programada para 1/32 ou 1/64 da frequência do oscilador.

• **Modo 3:** Transmissão/Recepção assíncrona com quadro de 11 bits. O modo 3 é igual ao modo 2 exceto pela taxa de transmissão, que é variável.

As operações realizadas com o canal serial envolvem a manipulação do registrador SBUF e das flags RI e TI do registrador SCON. Basicamente, qualquer operação de escrita no registrador SBUF faz com que a transmissão de dados seja iniciada, já a leitura desse registrador retorna o último valor recebido. Nessas operações, as flags RI e TI devem ser monitoradas. De modo geral:

-Nos modos 1, 2 e 3, a flag TI é ativada no início da transmissão do stop bit. Já no modo 0, é ativada após a transmissão do 8º bit.

-Nos modos 1, 2 e 3, a flag RI é ativada no meio da recepção do stop bit. Já no modo 0, é ativada após a recepção do 8º bit.

Os pinos utilizados para transmissão e recepção são P3.1 e P3.0, respectivamente. Cabe ressaltar que no modo 0 a comunicação é síncrona, portanto o pino P3.1 é utilizado como clock e os dados são transmitidos e recebidos pelo pino P3.0.

Frequência de Transmissão Variável - Nos casos em que a taxa de baud rate é variável o temporizador 1 é utilizado para gerar a frequência desejada. O clock do módulo Timer1 é dividido por 12 e depois por 32. Essa frequência é utilizada pelo Timer1 que está configurado no modo recarga automática. Assim, o número de pulsos contados representa o fator de divisão N dessa frequência.

$$\text{baud rate} = (K \times \text{Fclock}) / (32 \times 12 \times [256 - \text{TH1}])$$

$$\text{TH1} = 256 - N, \text{ em que } N = (K \times \text{Fclock}) / (384 \times \text{baudrate})$$

O valor de K é determinado pelo bit SMOD (double baud rate bit) do registrador PCOM. De modo geral:

-K = 1, se SMOD é 0.

-K = 2, se SMOD é 1.

Comunicação Multiprocessadores - Os modos 2 e 3 têm uma característica especial que torna-se muito útil na comunicação entre processadores. Nestes modos, são enviados 9 bits de dados. Na recepção, o 9º bit é armazenado em RB8. A porta serial pode ser programada de tal forma que, quando um dado for recebido, só haverá interrupção se o bit RB8=1. Esta programação é feita com o bit SM2 (SCON.5)=1. Esta característica pode ser aproveitada para a comunicação entre processadores da seguinte forma: Quando o processador-Mestre deseja enviar uma mensagem a um dos “processadores-escravos”, ele envia primeiro o endereço do processador com quem ele deseja se comunicar. Este endereço deve diferir dos dados de comunicação pelo fato de que ele deverá interromper todos os processadores, enquanto que os dados não devem interromper os processadores que não fazem parte da comunicação. Logo, o endereço deverá ter o 9º bit = 1 para que todos os escravos sejam interrompidos, analisem o valor do endereço e reconheçam o destino correto. Quando o processador endereçado iniciar a comunicação com o processador-mestre, os dados envolvidos nesta comunicação (RB8=0) não causarão interrupção nos demais processadores. O procedimento de comunicação pode ser sintetizado pelos seguintes passos:

1. O processador-mestre envia o byte de endereço com o 9º bit setado. Isto faz com que os processadores-escravos sejam todos interrompidos.
2. Os processadores-escravos recebem o byte de endereço e verificam se a comunicação refere-se a eles.
3. O processador-escravo endereçado reseta o bit SM2 para permitir que os dados, que virão na sequência, causem interrupções na sua porta serial. Durante a transmissão dos dados entre o processador-mestre e o processador endereçado, o 9º bit deve ser sempre 0, fazendo com que os outros processadores não sejam interrompidos.

Prova 2

- Um código em C para analisar
- Decorar cada função de cada flipflop dos registradores IE,IP,TMOD,SCON,TCON,PCON
- Decorar como funciona um sistema de varios microprocessadores
- Decorar como configurar um timer ou contador e serial, nos 4 modos
- Saber como fazer o calculo do numero de ciclos de acordo com o clock, por exemplo, modo 2 timer com 600 ciclos ($2^{16} - 600$) carrega 8 bits no TH1 e o no TL1
- Saber como consultar na tabela de reload do serial para configura-lo