

pinii portului a unor dispozitive de tip *pull-up* sau *pull-down*. Această validare este activă numai pentru pinii de intrare.

Registrul WOM_ (*Port _ Wired-OR Mode Register*) al unui port permite deconectarea sarcinilor active (*active high drive*) pentru pinii de ieșire în scopul realizării unor conexiuni de ieșiri în varianta SAU-cablat.

Registrul de validare întreruperi PIF_ (*Port _ Interrupt Enable Register*) validează/invalidă cererile de întrerupere cu fronturi de ridicare sau coborâre de la pinii portului. În cazul validării acestor întreruperi, fronturile active se selectează la nivel de pin cu registrul PPS_. Fiecărui port prin care se pot face cereri de întrerupere îi corespunde un singur vector de întrerupere.

Registrul indicator de întreruperi PIF_ (*Port _ Interrupt Flag Register*) memorează cererile de întrerupere de la pinii portului pentru care sunt validate cererile de întrerupere cu registrul PIE.

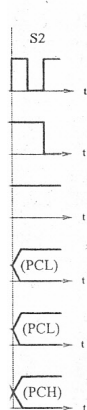
4.3. MODULUL TEMPORIZATOR PENTRU ÎNTRERUPERI PERIODICE

Un temporizator generează evenimente periodice concretizate prin semnale și/sau cereri de întrerupere. Perioada evenimentelor (temporizarea) se stabilește prin numărarea unui anumit număr de impulsuri de frecvență dată. Astfel, temporizatorul conține un numărător al cărui conținut se decrementează cu câte o unitate la fiecare impuls de intrare. Temporizarea (evenimentul) corespunde anulării conținutului numărătorului. Primul impuls de intrare după anularea conținutului numărătorului declanșează încărcarea numărătorului cu o constantă de timp CT memorată într-un registru și a cărei valoare determină durata temporizării. După încărcarea constantei de timp se continuă cu decrementarea conținutului numărătorului rezultând temporizări periodice. Procedura prezentată corespunde funcționării unui numărător modulo $(CT+1)$ cu decrementare (*modulus down-counter*) care realizează divizarea frecvenței f de la intrarea numărătorului cu $(CT+1)$. Rezultă că perioada temporizării este $(CT+1)/f$.

Aplicație

Se consideră un temporizator cu numărător de $N = 16$ biți comandat la intrare cu un semnal de tact cu frecvența $f = 8$ MHz. Astfel, constanta CT poate avea valori în intervalul $0 \div 2^{16} - 1$, corespunzătoare unor temporizări în intervalul $(1 \div 125) \text{ ns} \div (2^{16} \div 125) \text{ ns} = 8,192 \text{ ms}$.

Modulul temporizator pentru întreruperi periodice PIT (*Periodic Interrupt Timer*), fig. 4.3, conține 4 canale cu temporizări programabile.



structiuni

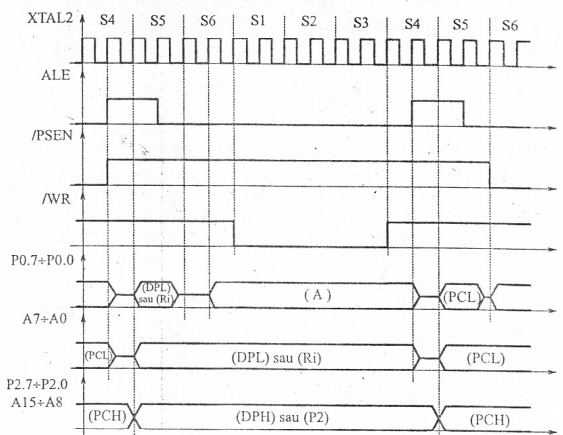


Fig. 8.13. Diagrame de timp corespunzătoare ciclurilor de scriere în memoria de date externă.

În sistemele cu microcontroler care utilizează memorii externe de capacitate mai mică decât 64 Kocteți se pot utiliza pentru adresare liniile mai puțin semnificative ale magistralei de adrese A15 ÷ A0, într-un număr funcție de capacitatea memoriilor. Dacă memoriile externe trebuie plasate în anumite spații de adresare sau conțin circuite de memorie diferite corespunzătoare unor spații de adresare, se realizează decodificarea liniilor mai semnificative ale magistralei de adrese, rezultatul decodificării fiind utilizat pentru selecția memoriilor, respectiv a circuitelor de memorie.

În sistemele cu microcontroler de tipul sisteme de dezvoltare a aplicațiilor, este utilă existența unei memorii externe de tip RAM, care să poată fi accesată în același spațiu de adresare atât ca memorie de date cât și ca memorie de program. În acest caz, selecția memoriei RAM se realizează prin comanda intrării de tipul /OE a acesteia cu un semnal obținut prin funcția logică ȘI aplicată semnalelor /RD și /PSEN generate de microcontrolerul 8051.

8.7. CIRCUITELE DE NUMĂRARE/TEMPORIZARE ALE MICROCONTROLLERULUI 8051

Microcontrolerul 8051 conține două circuite de numărare/temporizare notate cu N/T0 și N/T1, figura 8.1. Fiecare circuit conține două registre numărătoare de câte 8 biți TH0, TL0 respectiv TH1, TL1 din grupul registrelor cu funcții speciale.

Structura unui circuit numărător/temporizator (N/T_i , $i = 0$ sau 1) este prezentată în figura 8.14. Funcția de temporizare se realizează prin numărare de impulsuri cu frecvența oscilatorului de tact divizată cu 12. Rezultă frecvența pentru temporizare $f_0/12 = 1$ MHz, pentru $f_0 = 12$ MHz. Funcția de numărare a unui circuit se realizează prin numărarea fronturilor de cădere ale semnalului aplicat la pinul T_i al microcontrolerului. Aceste fronturi se detectează prin testarea de către microcontroler a stării liniei T_i în fazele SSP2 ale ciclurilor mașină. Se consideră detectat un front de cădere dacă în fazele SSP2 din două cicluri mașină consecutive rezultatul testării este nivel logic 1 urmat de nivel logic 0. Detecția unui front de cădere determină incrementarea cu o unitate a conținutului registrului numărător în faza S3P1 a ciclului mașină următor celor două în care s-a detectat frontul. Rezultă că funcția de numărare a fronturilor de cădere ale semnalului de la linia de intrare T_i a microcontrolerului se efectuează corect dacă fiecare nivel logic corespunzător acestui semnal este menținut pe o durată mai mare decât durata unui ciclu mașină. Astfel, frecvența maximă a semnalului de la linia de intrare T_i este $f_0/24$, egală cu 0,5 MHz, pentru $f_0 = 12$ MHz.

Pentru controlul funcționării circuitelor numărătoare/temporizatoare se utilizează registrele interne TMOD și TCON din grupul registrelor cu funcții speciale. Astfel, funcția de numărare sau temporizare realizată de un circuit N/T se stabilește prin programarea corespunzătoare a nivelului logic al bitului C/T_i , figura 8.14 (TMOD.2 pentru N/T_0 și TMOD.6 pentru N/T_1). Acest bit comandă comutatorul K_1 , figura 8.14.

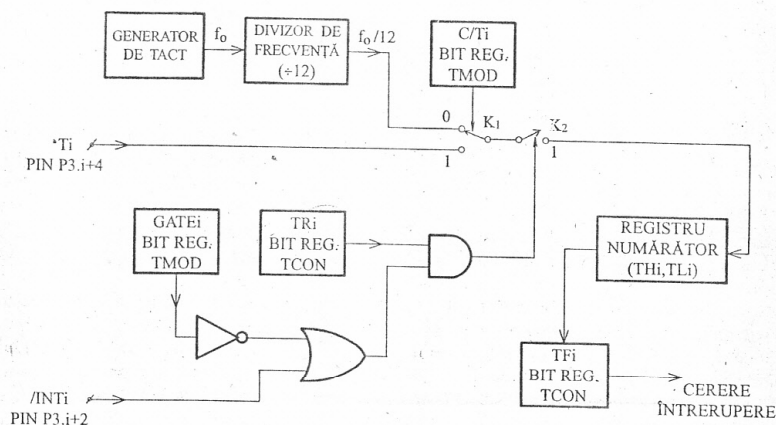
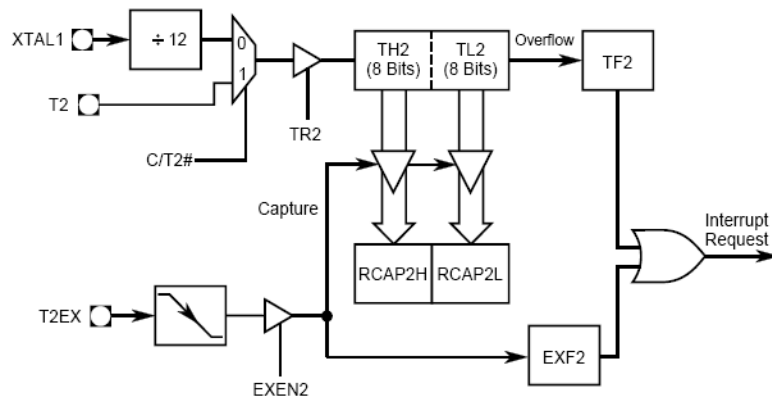


Fig.8.14. Structura unui circuit numărător/temporizator (N/T_i ; $i = 0$ sau 1).

Declanșarea și blocarea proceselor de numărare/temporizare, corespunzătoare pozițiilor cuplat respectiv decuplat ale comutatorului K_2 , figura 8.14, se pot stabili prin programarea conținutului biților TR_i din registrul TCON și $GATE_i$ din registrul TMOD și prin semnal extern conectat la pinul $/INT_i$ al microcontrolerului. Logica de declanșare/blocare rezultă din structura circuitelor, figura 8.14. Astfel, declanșarea și blocarea proceselor de numărare/temporizare se

8. Prezentați pe baza schemei de mai jos, funcționarea unui circuit numărător-temporizator în modul de lucru „captare”.



[1], slide nr. 88; [2], pag. 73,74.

ter), 0340h.
 Modulul PIT.
 de 8 biți (8-
 v determină
 izatorului x

biți (16-bit
 constantei
 de 16 biți.

biți (16-bit
 ul PIT este
 în registrul
 re.

16 biți (16-
 analul x al

6 biți (16-
 opere de la

biți (16-bit
 mporizării)
 iți x. Bitul

-bit Micro
 porizatorul

de 16 biți
 np—pentru

de 16 biți
 le 16 biți.
 , utilizând

Aplicație

Se consideră o aplicație în care se utilizează canalele 0 și 1 ale modului PIT și temporizatorul 1 de 8 biți pentru a genera cereri de întrerupere cu frecvențele $f_0 = 1$ Hz și $f_1 = 4$ Hz. Să se calculeze valorile constantelor de timp care trebuie programate în registrele PITMTLD1, PITLDO și PITLD1. Se dă $f_{BUS} = 8$ MHz.

$$\begin{aligned} ((PITMTLD1)+1) \cdot ((PITLDO)+1) &= f_{BUS} / f_0 = 8 \cdot 10^6 \\ ((PITMTLD1)+1) \cdot ((PITLD1)+1) &= f_{BUS} / f_1 = 2 \cdot 10^6 \end{aligned}$$

Se aleg valorile:

$$\begin{aligned} (PITMTLD1)+1 &= 200 \\ (PITLDO)+1 &= 40000 \\ (PITLD1)+1 &= 10000 \end{aligned}$$

4.4. MODULUL TEMPORIZATOR CU FUNCȚII DE ACUMULARE, CAPTURĂ ȘI COMPARARE

Funcția de acumulare constă în numărarea unor evenimente definite prin fronturi ale unui semnal. Funcțiile de captură și comparare se referă la conținutul unui registru numărator comandat la intrare cu un semnal de frecvență dată. Funcția de captură constă în memorarea conținutului registrului numărator la un moment dat de un front al unui semnal. Funcția de comparare constă în generarea unui eveniment (front, cerere de întrerupere) în momentul în care conținutul registrului numărator ajunge la o anumită valoare. Rezultă că prin operații de captură se pot măsura parametri de timp ai unor semnale de intrare (durate ale impulsurilor) și prin operații de comparare se pot genera semnale cu parametri de timp stabiliți cu precizie (impulsuri cu durate de valori programabile cu precizie).

Modulul temporizator cu funcții de acumulare, captură și comparare ECT (*Enhanced Capture Timer*), figura 4.5, conține patru canale cu funcții de acumulare, captură și comparare corespunzătoare pinilor P0÷3 și patru canale cu funcții de captură și comparare corespunzătoare pinilor P4÷7. Pentru implementarea funcțiilor de captură și comparare, modulul ECT conține un numărator principal de 16 biți (16-Bit *Free-Running Main Timer*) care numără impulsuri cu frecvența ciclurilor f_{BUS} (*Bus Clock*) divizată cu 1÷256 de circuitul prescalare (*Timer Prescaler*). Fiecare canal 0÷7 conține un registru de captură/comparare de 16 biți TC0÷7 (*Capture/Compare Register*) utilizat pentru memorarea conținutului registrului numărator principal în momentul capturii sau pentru scrierea constantei pentru comparare. De asemenea, fiecare canal 0÷7 conține un comparator (*Comparator*). Canalele 0÷3 conțin câte un registru de reținere de 16 biți TCxH, $x = 0÷3$ (*Timer Input Capture Holding Register*) care permite salvarea unei valori captate în registrul de captură/comparare pentru o nouă operație de captare.