

impune execuția
evenire *RET*, care
instrucțiunii care
tină se desfășoară
adresele locațiilor
al instrucțiunilor
mașină al unei

sunt disponibile
corespunzătoare
seși de revenire,
RT de început a
ținii de revenire
la alte subrutine,
elor de revenire.
nire sunt depuse
memoria stivă a
e în stivă, adică
tip LIFO.

Nota 1?

tină.

Un SPN poate conține în structura sa o memorie LIFO dedicată pentru stivă. O altă variantă, des utilizată, constă în organizarea stivei în memoria de date a SPN prin utilizarea registrului indicator de stivă SP din grupul registrelor cu funcții dedicate. Registrul SP este destinat pentru adresarea memoriei stivă. Astfel, conținutul registrului SP este inițializat la conectarea SPN sau poate fi stabilit, imediat după conectare, prin programare. După aceste operații, conținutul registrului SP urmărește adresa corespunzătoare vârfului stivei. Această urmărire se realizează prin incrementare/decrementare cu o unitate a conținutului registrului SP la fiecare operație de scriere a unui cuvânt în stivă, respectiv prin decrementare/incrementare cu o unitate la fiecare operație de citire (extragere) din stivă. O altă variantă de realizare a stivei, utilizată în SPN care nu conțin registru SP, constă în implementarea prin program a logicii de funcționare corespunzătoare registrului SP. O astfel de stivă se numește stivă soft. Se precizează că memoria stivă poate fi utilizată și ca memorie de uz general, cu acces rapid, de tip LIFO și adresabilă cu registrul SP. Accesul stivei ca memorie de uz general se realizează cu instrucțiuni de scriere în stivă (*PUSH*) și cu instrucțiuni de citire din stivă (*POP*). În acest caz, gestiunea conținutului stivei pentru funcționarea corectă la reveniri din subrutine și la extrageri de date din stivă este sarcina programatorului.

2 Codul mașină corespunzător unei instrucțiuni de transfer al controlului (salt sau apel de subrutină) trebuie să precizeze, în afara codului operație, adresa la care se transferă controlul (adresa de salt, respectiv adresa de început a subrutinei). Această adresă poate fi precizată în variantă absolută sau relativă. În cazul transferului absolut al controlului, codul mașină al instrucțiunii conține cuvântul reprezentând adresa la care se realizează transferul controlului, cuvânt care se încarcă în registrul PC. Astfel, transferul controlului se realizează în orice zonă din memoria de program. În cazul transferului relativ al controlului, codul mașină al instrucțiunii cuprinde cuvântul care reprezintă un deplasament. Adresa la care se efectuează transferul controlului se obține prin adunarea deplasamentului la conținutul registrului PC existent după extragerea din memorie a cuvintelor reprezentând codul mașină al instrucțiunii de transfer al controlului corespunzătoare. Valoarea deplasamentului corespunde codului complementului lui doi. Se precizează că adresele de salt relativ (deplasamentul) din cadrul unui program nu se modifică la deplasarea programului dintr-o zonă în alta a memoriei de program.

Instrucțiunile de transfer al controlului pot fi în variantă condiționată, situație în care saltul, apelul subrutinei sau revenirea din subrutină, se poate efectua sau nu (se execută instrucțiunea următoare celei de transfer al controlului), funcție de starea unui bit indicator de condiție, de rezultatul comparării a două cuvinte, de conținutul zero sau diferit de zero al acumulatorului sau funcție de nivelul logic al unui bit din memoria de date.

5. Sistemul de întreruperi. Generalități privind întreruperile, reguli privind execuția întreruperilor.

[1], slide nr. 61, 65; [2], pag. 15,16.

•Intreruperile sunt semnale asincrone ale sistemului hardware (intreruperi hardware) care solicita atentia unitati centrale de procesare (CPU) sau evenimente sincrone software (intreruperi software), care indica schimbari in executia programului.

•Aparitia unei intreruperi determina salvarea starii de executie a programului si executia unei subrutine de tratare a intreruperii, dupa care se revine in programul principal, in punctul in care a fost parasit.

•Intreruperile hardware, sunt generate de regula de evenimente externe microcontrolerului, de interfetele de intrare/iesire sau de dispozitivele periferice interne ale acestuia.

•Intreruperile software sunt implementate cu instructiuni speciale de intrerupere, incluse in setul de instructiuni ale microcontrolerului. Uneori, intreruperile software sunt utilizate pentru a implementa apeluri de sistem (System Call), prin care programele de aplicatie solicita servicii sistemului de operare.

1. Executia unei intreruperi nu poate fi sistata de aparitia unei intreruperi avind aceeasi prioritate,
2. O intrerupere cu prioritate ridicata poate intrerupe executia unei intreruperi cu prioritate scazuta,
3. O intrerupere cu prioritate scazuta poate fi executata numai daca nici o alta intrerupere nu este in curs de executie,
4. Daca doua intreruperi apar in acelasi timp, va fi executata mai intii intreruperea cu prioritate ridicata. Daca ambele intreruperi au aceeasi prioritate, va fi executata mai intii prima intreruperea deservita de secventa de "pooling".

ILOR DR

etice, logice, de
nstrucțiune este
nii. Din punctul
nzilor numiți de
inație a rezulta-
ucțiunii. În cele
atât pentru un
i pot fi dați de
e I/E. De exem-
o instrucțiune și

nilor reprezintă
r operanzilor. O
ilor.

re specifică de
PN.

care utilizează
în memoria de

sau un port de
ire.

/E de la adresa
indexată în care
nținutului altui
al instrucțiunii

ucțiune pentru
de memorie a
re indexată.

1.5. FUNCȚIONAREA UNUI SPN CU ÎNTRERUPERI

Tehnica întreruperilor este utilizată pentru sincronizarea și corelarea activității SPN cu evenimente rezultate din funcționarea acestuia și a echipamentelor de I/E. De exemplu, tehnica întreruperilor este utilizată pentru sincronizarea și realizarea transferului de date între un SPN și echipamente de I/E de viteză redusă, cu acces periodic sau aleator.

Conform tehnicii întreruperilor, SPN își desfășoară activitatea de bază în cadrul unui program, numit program principal, a cărui execuție poate fi întreruptă de o cerere de întrerupere efectuată de către un echipament de I/E sau rezultată din funcționarea SPN. Recepția și acceptarea de către SPN a unei cereri de întrerupere determină, după terminarea instrucțiunii în curs de execuție, apelul unei subrutine de întrerupere specifică sursei a cărei cerere de întrerupere a fost acceptată. Astfel, în subrutina de întrerupere se realizează un transfer de date sau o funcție, în corelație cu sursa a cărei cerere de întrerupere a fost acceptată. După execuția subrutinei de întrerupere, SPN revine la execuția programului principal începând cu instrucțiunea următoare celei după care s-a acceptat întreruperea. Pentru execuția corectă a programului principal se impune ca la începutul și la sfârșitul subrutinei de întrerupere să se salveze, respectiv să se restabilească starea programului întrerupt. De exemplu, operațiile de salvare și restabilire vizează conținuturile registrelor interne cu care operează și programul principal și subrutina de întrerupere. Salvarea stării programului principal se poate face, de exemplu, în memoria stivă cu instrucțiuni *PUSH*. În acest caz, restabilirea stării programului principal se face din memoria stivă cu instrucțiuni *POP*.

Sursele de cereri de întrerupere pot fi nemascabile sau mascabile. O sursă se numește nemascabilă dacă nu există posibilitatea de blocare prin programare a acceptării de către SPN a cererilor de întrerupere corespunzătoare sursei. În cazul surselor mascabile există posibilitatea de validare sau invalidare prin programare a acceptării de către SPN a cererilor de întrerupere corespunzătoare. Validarea sau invalidarea se poate realiza global, pentru toate sursele de cereri de întrerupere mascabile sau individual, pentru fiecare sursă. În general, un SPN conține un bit (bistabil) care poate fi stabilit prin programare la un nivel logic pentru invalidarea tuturor surselor mascabile sau la nivelul logic complementar, pentru care se permite validarea/invalidarea individuală a surselor. Pentru această din urmă operație, SPN conține un registru de validare (mascare) a surselor de cereri de întrerupere. Fiecărei surse mascabile îi corespunde un bit al acestui registru, care poate fi stabilit prin programare pentru validarea/invalidarea sursei corespunzătoare.

Din cele prezentate mai sus a rezultat că un SPN poate primi cereri de întrerupere de la mai multe surse, fiecărei surse corespunzându-i o subrutină de întrerupere specifică. Deoarece, la un moment dat, un SPN poate deservi o singură cerere de întrerupere, prin rularea subrutinei de întrerupere corespunzătoare, rezultă

necesitatea stabilirii unei ordini de prioritate a surselor de cereri de întrerupere, ordine bazată pe criterii funcționale. Ordinea de prioritate a surselor de cereri de întrerupere într-un SPN se stabilește atât prin structura sistemului, cât și prin programare.

Funcționarea unui SPN la acceptarea unei cereri de întrerupere începe, ca și în cazul instrucțiunilor de apel de subrutină, cu salvarea în memoria stivă a adresei de revenire din subrutina de întrerupere. Această adresă de revenire coincide cu conținutul registrului numărator de adrese PC, existent după execuția ultimei instrucțiuni din programul principal, înainte de apelul subrutinei de întrerupere. După salvarea adresei de revenire, se efectuează apelul subrutinei de întrerupere, prin încărcarea conținutului registrului PC cu adresa de început a subrutinei de întrerupere, în corelație cu sursa a cărei cerere de întrerupere se servește. În funcție de tipul SPN, există două variante de principiu pentru efectuarea apelului subrutinei de întrerupere.

Conform primei variante, într-o zonă a memoriei SPN se construiește, în prealabil, o tabelă cu adresele de început ale subrutinelor de întrerupere corespunzătoare diferitelor surse. Poziția tabelii în memorie, precum și pozițiile în tabelă corespunzătoare diferitelor surse pot fi stabilite prin structura SPN și/sau prin programare, funcție de tipul SPN. Astfel, apelul subrutinei de întrerupere corespunzătoare unei surse se realizează prin încărcarea registrului PC cu adresa de început a subrutinei de întrerupere extrasă din tabelă, de la locațiile de memorie corespunzătoare sursei.

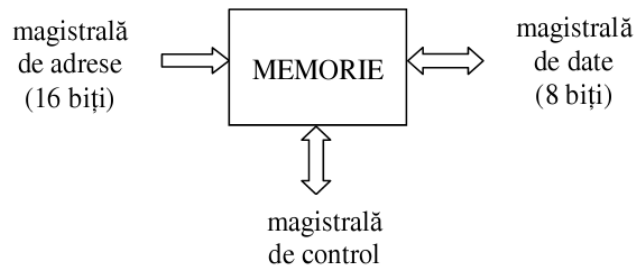
Conform variantei a doua, registrul PC se încarcă cu o adresă corespunzătoare memoriei de program a cărei valoare este în corelație cu sursa de cerere de întrerupere și este stabilită prin structura SPN și/sau prin programare. Pentru diferite surse de cereri de întrerupere, adresele cu care se încarcă registrul PC sunt decalate cu 2, 3 sau 8 poziții, funcție de tipul SPN. Acest decalaj este egal cu sau mai mare decât numărul de cuvinte din codul mașină al unei instrucțiuni de salt corespunzătoare sistemului. Astfel, pentru fiecare sursă de cerere de întrerupere, există locațiile de memorie necesare scrierii prealabile a unei instrucțiuni de salt la adresa de început a subrutinei de întrerupere.

După execuția unei subrutine de întrerupere, SPN revine la execuția programului întrerupt, printr-o procedură similară cu procedura de revenire din subrutine apelate cu instrucțiuni *CALL*. Astfel, revenirea se realizează prin încărcarea registrului PC cu adresa de revenire din memoria stivă, ca urmare a execuției de către SPN a unei instrucțiuni *RETI* de revenire din subrutina de întrerupere, care este ultima instrucțiune a subrutinei. Această instrucțiune specifică pentru funcționarea cu întreruperi realizează și informarea logicii de control întreruperi a SPN cu privire la terminarea execuției subrutinei de întrerupere. Informarea este necesară pentru acceptarea, pe baza sistemului de priorități, a unei eventuale cereri de întrerupere de la altă sursă de nivel de prioritate egal cu sau mai scăzut decât sursa tocmai deservită. Se precizează că execuția unei subrutine de întrerupere poate fi la rândul ei întreruptă de o cerere de întrerupere de la o sursă de nivel de prioritate mai ridicat.

6. Care este rolul magistralei de adrese (MA) într-un sistem de prelucrare numerică cu procesor? Dacă MA are 16 linii, care este dimensiunea spațiului de adresare? Determinați intervalul de adresare corespunzător unei capacități de memorie de 8 Kcuvinte care începe la adresa 2500h.

[3], slide nr. 7, 8.

Memoria unui SPN

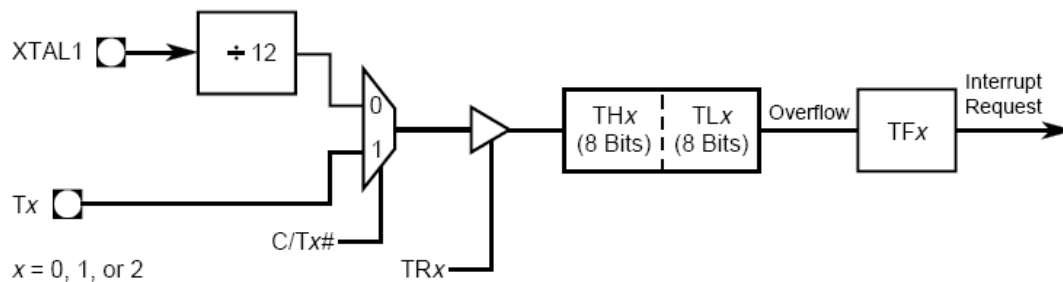


INTERVAL DE ADRESARE

CAPACITATE MEMORIE

<i>0000h÷00FFh</i>	<i>256 octeți</i>
<i>0100h÷????h</i>	<i>256 octeți</i>
<i>????h÷????h</i>	<i>256 octeți</i>
<i>????h÷????h</i>	<i>256 octeți</i>
<i>0000h÷03FFh</i>	<i>1024 octeți = 1 koctet</i>
<i>0400h÷????h</i>	<i>1 koctet</i>
<i>????h÷????h</i>	<i>1 koctet</i>
<i>????h÷????h</i>	<i>1 koctet</i>
<i>0000h÷0FFFh</i>	<i>4 kocteți</i>
<i>????h÷????h</i>	<i>4 kocteți</i>
<i>????h÷????h</i>	<i>4 kocteți</i>
<i>????h÷????h</i>	<i>4 kocteți</i>
<i>0000h÷3FFFh</i>	<i>16 kocteți</i>
<i>????h÷????h</i>	<i>16 kocteți</i>
<i>????h÷????h</i>	<i>16 kocteți</i>
<i>????h÷????h</i>	<i>16 kocteți</i>
<i>0000h÷FFFFh</i>	<i>64 kocteți</i>

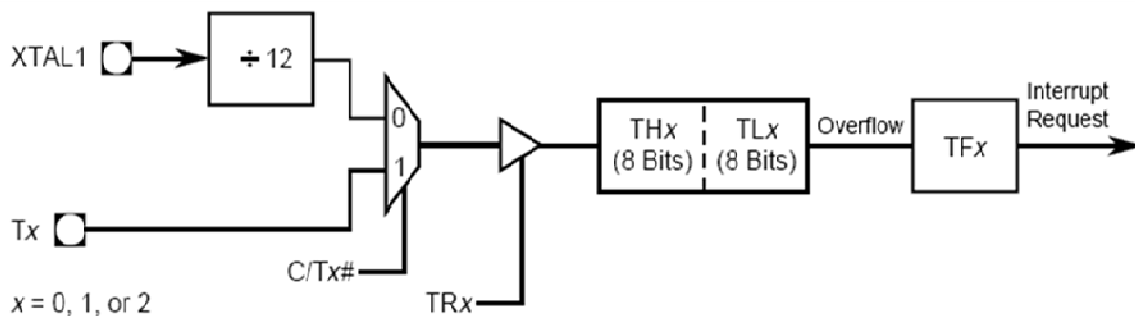
7. Prezentați pe baza schemei de mai jos funcționarea unui circuit numărător-temporizator.



[1], slide nr. 81, 82; [2], pag. 70; [4], pag. 137,138.

Funcții:

- **Temporizator => Marcarea cu precizie, prin intreruperi, a unor intervale de timp cu durate programabile**
- **Numarator => Numararea unor evenimente externe (tranzitii aplicate la un pin extern)**
- **Funcționarea este programabila prin intermediul unor registri SFR (TMOD și TCON)**
- **Sunt disponibile trei circuite temporizator/numarator: T0, T1, T2**



- **C/Tx => stabileste functia de numarator/temporizator**
- **TRx > pornit/oprit functionarea (R=RUN)**