

Sistemul de întreruperi

Microcontrolerele 80C51 asigură 5 surse de întrerupere. Acestea sunt prezentate în Fig. 1. Întreruperile externe $\overline{INT0}$ și $\overline{INT1}$ pot fi fiecare activate fie pe nivel, fie pe front (tranziție), funcție de biții IT0 și IT1 din registrul TCON. Flagurile care generează în realitate aceste întreruperi sunt biții IE0 și IE1 din TCON. Când se generează o cerere de întrerupere externă, flagul care a generat-o este șters de către hardware atunci când rutina de servire este executată, numai dacă întreruperea a fost activată de o tranziție. Dacă întreruperea a fost activată pe nivel, atunci sursa externă a cererii este cea care controlează flagul de cerere, și nu partea hardware on-chip. (în acest caz, în rutina de deservire a întreruperii, programatorul, va trebui să șteargă soft acest flag – în caz contrar, la revenirea din întrerupere, flagul este găsit iar setat, și iar se duce în întrerupere – fără ca să se fi cerut o întrerupere).

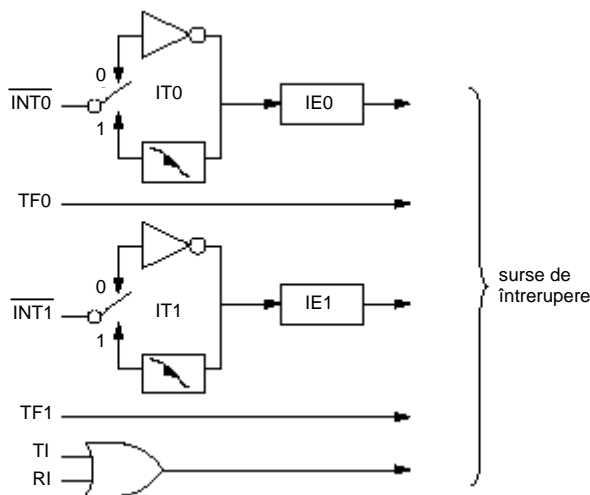


Fig. 1 Surse de întrerupere 80C51

Întreruperile timer 0 și timer 1 sunt generate de TF0 și TF1, ce sunt setați de o trecere la depășire în respectivele registre ale circuitelor timer / numărător. Când se generează o întrerupere de timer, flagul care o generează este șters de hardwareul on-chip atunci când rutina de servire este vectorizată (deservită).

Cererea de întrerupere de port serial este generată de operația logică SAU între RI și TI. Niciunul dintre aceste flaguri nu este șters prin hardware atunci când rutina de deservire este vectorizată. De fapt, rutina de deservire va trebui în mod normal să stabilească dacă întreruperea a fost determinată de RI sau TI și bitul care va trebui să fie șters prin software.

Toți acești biți care generează întreruperi pot fi setați sau șterși prin software, cu același efect ca și când ar fi fost setați sau șterși prin mijloace hardware. Astfel, întreruperile pot fi generate sau întreruperile nerezolvate pot fi anulate prin software.

Fiecare din aceste surse de întreruperi pot fi activate sau dezactivate în mod individual prin setarea sau ștergerea unui bit în registrul funcției speciale IE (Fig. 2). IE conține de asemenea un bit de dezactivare globală, EA, care dezactivează simultan toate întreruperile.

		MSB			LSB				
		EA	X	X	ES	ET1	EX1	ET0	EX0

BIT	SIMB	FUNCȚIE
OL		
IE.7	EA	Dezactivează toate întreruperile. Dacă EA = 0 nu va fi confirmată nici o întrerupere. Dacă EA = 1, fiecare sursă de întrerupere este activată în mod individual prin setarea sau ștergerea bitului său de activare
IE.6	–	Rezervat
IE.5	–	Rezervat
IE.4	ES	Activează sau dezactivează întreruperea pentru portul serial. Dacă ES = 0, întreruperea pentru portul serial este dezactivată.
IE.3	ET1	Activează sau dezactivează întreruperea la depășirea timerului 1. Dacă ET1 = 0 întreruperea pentru timerul 1 este dezactivată
IE.2	EX1	Activează sau dezactivează întreruperea externă 1. Dacă EX1 = 0, întreruperea externă 1 este dezactivată.
IE.1	ET0	Activează sau dezactivează întreruperea la depășirea timerului 0. Dacă ET0 = 0 întreruperea pentru timerul 0 este dezactivată
IE.0	EX0	Activează sau dezactivează întreruperea externă 0. Dacă EX0 = 0, întreruperea externă 0 este dezactivată.

Fig. 2 Registrul de activare a întreruperilor (IE)

Structura nivelului de prioritate

Fiecare sursă de întrerupere poate fi de asemenea programată în mod individual la unul din două nivele de prioritate prin setarea sau ștergerea unui bit în registrul funcției speciale IP (Fig. 3). O întrerupere de nivel inferior poate fi ea însăși întreruptă de o întrerupere de nivel superior, dar nu și de o altă întrerupere de nivel inferior. O întrerupere de nivel superior nu poate fi întreruptă de nici o altă sursă de întrerupere.

		MSB			LSB				
		X	X	X	PS	PT1	PX1	PT0	PX0

BIT	SIMB	FUNCȚIE
OL		
IP.7	–	Rezervat
IP.6	–	Rezervat
IP.5	–	Rezervat
IP.4	PS	Definește nivelul de prioritate pentru întreruperea de port serial. PS = 1 îl programează la cel mai înalt nivel de prioritate.
IP.3	PT1	Definește nivelul de prioritate pentru întreruperea de timer 1. PT1 = 1 îl programează la cel mai înalt nivel de prioritate.
IP.2	PX1	Definește nivelul de prioritate pentru întreruperea externă 1. PX1 = 1 îl programează la cel mai înalt nivel de prioritate.
IP.1	PT0	Activează sau dezactivează nivelul de prioritate al întreruperii pentru timerul 0. PT0 = 1 îl programează la cel mai înalt nivel de prioritate.
IP.0	PX0	Definește nivelul de prioritate pentru întreruperea externă 0. PX0 = 1 îl programează la cel mai înalt nivel de prioritate.

Fig. 3 Registrul priorităților întreruperilor (IP)

Dacă două cereri pe diferite nivele de prioritate sunt recepționate simultan, cererea de prioritate mai înaltă este servită. Dacă se recepționează simultan cereri de întrerupere de același nivel, o secvență internă de polling (testare) determină care cerere va fi servită. Astfel, în interiorul fiecărui nivel de prioritate există o a doua structură de prioritate determinată prin secvența polling, după cum urmează:

Sursă	Prioritate în interiorul nivelului
1. IE0	cea mai înaltă
2. TF0	
3. IE1	
4. TF1	
5. RI + TI	cea mai scăzută

De notat că "prioritatea în interiorul nivelului" este o structură utilizată numai pentru rezolvarea cererilor simultane pe același nivel de prioritate.

Registrul IP conține un număr de biți neimplementați. Astfel IP.7, IP.6 și IP.5 sunt biți rezervați în 80C51. Software-ul utilizator **nu** trebuie să scrie "1" în aceste poziții, întrucât biții respectivi pot fi folosiți în alte produse ale familiei 8051.

În tabelul de mai jos este dată adresa vectorilor de întrerupere, adresă ce se încarcă în PC (Program Counter) în momentul unei cereri de întrerupere. Din acest motiv, programatorul

Sursă	Adresă vector	
IE0	0003H	trebuie să fie atent de la ce adresă plasează programul în memoria program (ex. ORG 0000H – dacă nu lucrez în întreruperi, dacă DA, sar peste adresa vectorului de întrerupere corespunzător întreruperii solicitate).
TF0	000BH	
IE1	0013H	
TF1	001BH	
RI + TI	0023H	

Întreruperi externe

Sursele externe de întrerupere pot fi programate pentru a fi activate pe nivel sau pe front, prin setarea sau ștergerea biților IT1 sau IT0 în registrul TCON. Dacă $IT_x = 0$, întreruperea externă x este declanșată prin detectarea unui nivel LOW la pinul INT_x . Dacă $IT_x = 1$, întreruperea x este declanșată pe front. În acest mod, dacă eșantioanele succesive ale pinului IT_x arată un nivel HIGH într-un ciclu și LOW în ciclul următor, este setat flagul de cerere a întreruperii IEx din TCON. După aceasta bitul IEx solicită o întrerupere.

Întrucât pinul întreruperii externe este eșantionat o dată la fiecare ciclu mașină, o intrare HIGH sau LOW trebuie să se mențină pentru cel puțin 12 perioade de oscilator pentru a asigura eșantionarea. Dacă întreruperea externă este activată pe tranziție, sursa externă trebuie să păstreze la pinul de cerere nivelul HIGH pentru cel puțin un ciclu, iar apoi să fie menținut LOW pentru cel puțin un ciclu. Acest lucru se face pentru a asigura faptul că tranziția este "văzută", astfel încât va fi setat flagul de cerere de întrerupere IE. IE va fi șters în mod automat de către CPU când se face apelul rutinei de servire.

Dacă întreruperile externe sunt activate pe nivel, sursa externă trebuie să mențină cererea activată până când întreruperea solicitată este generată în realitate. Apoi trebuie să se dezactiveze cererea înainte ca rutina de servire a întreruperii să fie completată, altfel va fi generată o nouă întrerupere.

MSB				LSB			
TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0

BIT	SIMBOL	FUNCȚIE
TCON.7	TF1	Flag depășire timer 1. Setat hardware pe depășire timer / numărător. Șters hardware când procesorul vectorizează spre rutina de întrerupere sau prin ștergerea bitului prin software
TCON.6	TR1	Bit de control funcționare timer 1. Setat / Șters prin software pentru a comuta timerul / numărător on / off.
TCON.5	TF0	Flag depășire timer 0. Setat hardware pe depășire timer / numărător. Șters hardware când procesorul vectorizează spre rutina de întrerupere sau prin ștergerea bitului prin software
TCON.4	TR0	Bit de control funcționare timer 0. Setat / Șters prin software pentru a comuta timerul / numărător on / off.
TCON.3	IE1	Flag front întrerupere tip 1. Setat hardware când se detectează frontul unei întreruperi externe. Șters când s-a procesat întreruperea.
TCON.2	IT1	Bit control întrerupere tip 1. Setat / șters software pentru a preciza front căzător / nivel LOW pentru delanșarea întreruperilor externe.
TCON.1	IE0	Flag front întrerupere tip 0. Setat hardware când se detectează frontul unei întreruperi externe. Șters când s-a procesat întreruperea.
TCON.0	IT0	Bit control întrerupere tip 0. Setat / șters software pentru a preciza front căzător / nivel LOW pentru delanșarea întreruperilor externe.

Fig. 4 Registrul de control timer / numărător (TCON)

Aplicatie:

```

org 0000H                ;inscrie programul in memoria program incepand de la adresa 0000H
jmp GEORGICA            ;sari la eticheta GEORGICA

ORG 0003H                ;adresa vectorului intrerupere externa
JMP INT

org 0020H
GEORGICA:
    MOV P3,#04H          ;stinge toate LED-urile, mai putin cel conectat la /INT0
    BUZZ EQU P3.0        ;eticheteaza pinul de port P3.0
    SETB EX0             ;activeaza intreruperea Externa EX0
    SETB EA              ;activeaza intreruperile globale
    JMP START           ;salt la eticheta START

START:
    setb BUZZ           ;formez nivelul 1 logic la pinul BUZZ
    CALL DELAY1         ;apeleaza o interziere 1
    clr BUZZ            ;formez nivelul 0 logic la pinul BUZZ
    CALL DELAY1         ;apeleaza o interziere 1
    JMP START           ;salt la START

INT:
    CLR BUZZ           ;formez nivelul 0 logic la pinul BUZZ
    CALL DELAY2        ;apeleaza o interziere 2
    SETB BUZZ          ;formez nivelul 1 logic la pinul BUZZ
    CALL DELAY2        ;apeleaza o interziere 2
    CLR IE0            ;sterge flagul intreruperii (normal el se sterge hardware)
    RETI              ;revenire din intrerupere
    ;subrutina de intarziere 1

DELAY1:
    MOV R7,#1
    MOV R6,#2
    MOV R5,#50

DELAY10:
    DJNZ R5,DELAY10
    DJNZ R6,DELAY10
    DJNZ R7,DELAY10
    RET                ;revenire din apelare
    
```

```

DELAY2:                ;subrutina de intarziere 2
    MOV R0,#1
    MOV R1,#1
    MOV R2,#100

DELAY20:
    DJNZ R2,DELAY20
    DJNZ R1,DELAY20
    DJNZ R0,DELAY20
    RET                ;revenire din apelare

end
    
```