

## 10. Cuplarea la un port paralel și timerul intern



### Cuprins Laborator 10

- 10.1. Structura și lucrul cu porturile de intrare-ieșire
- 10.2. Programarea și utilizarea timerelor
- 10.3. Desfășurarea lucrării
- 10.4. Exemple de program

### Cuprins



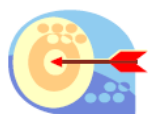
Limbaj de asamblare MCS 51

### Cunoștințe preliminare



### Introducere

Această lucrare descrie în detaliu modul de lucru al porturilor paralele și al timerelor. Asemănător cu primele lucrări în care se cerea aprinderea LED-urilor legate la un port paralel al unui calculator PC în această lucrare se cere aprinderea unor LED-uri cuplate la un portul paralel al microcontrollerului. Pentru a realiza întârzierile se utilizează decrementarea software a unui contor sau întârzieri generate de timer.



### Obiective

După parcurgerea acestei lucrări studenții vor cunoaște:

- Lucrul cu un port paralel al microcontrollerului
- Programarea timerelor integrate în microcontroller
- Utilizarea timerelor pentru generarea de întârzieri.



### Durata medie de studiu individual

Durata medie de studiu individual este de 2 ore.

### 10.1. Structura și lucrul cu porturile de intrare-ieșire

**Portul P0** - este un port bidirecțional cu drena în gol de 8 biți. Dacă se scrie 1 în el tranzistorul de ieșire este blocat și ieșirea este în starea de impedanță ridicată. În cazul folosirii ca pini pentru magistrala externă, pentru lucrul cu o memorie externă, pinii portului P0 sunt multiplexați între octetul inferior de adresă (A0÷A7) și octetul de date citit sau scris din sau în memorie. Poate fi accesat și la nivel de pin P0.0÷P0.7.

**Portul P1** - este un port bidirecțional de 8 biți. Pinii P1.0÷P1.5 sunt prevăzuți cu rezistență internă de pull-up, iar biții P1.6 și P1.7 sunt cu drena în gol. Pinii acestui port pot îndeplini și următoarele funcții alternative:

- **P1.0÷P1.3** pot fi și CT0I÷CT3I, adică semnale de intrare pentru temporizatorul T2 în modul captură (vezi funcționarea timer-ului T2);
- **P1.4** poate fi și intrare externă de numărare a temporizatorului T2,
- **P1.5** poate fi și intrare de reset a temporizatorului T2, adică RT2;
- **P1.6** poate fi SCL, adică semnal de ceas pentru interfața serială SIO1;
- **P1.7** poate fi SDA, adică linia de date a interfeței seriale SIO1.

**Portul P2** - este un port de 8 biți, bidirecțional, cu rezistențe interne de pull-up. În cazul adresării unei memorii externe, conține octetul superior al adresei.

**Portul P3** - este un port bidirecțional de 8 biți, cu rezistențe interne de pull-up. Alternativ pinii săi pot îndeplini următoarele funcții:

- **P3.0** poate fi RxD, adică intrare de date pentru interfața serială, full duplex, SIO0;
- **P3.1** poate fi TxD, adică ieșire de date pentru SIO0;
- **P3.2** poate fi  $\overline{\text{INT0}}$ , adică prima întrerupere externă;
- **P3.3** poate fi  $\overline{\text{INT1}}$ , adică a doua întrerupere externă;
- **P3.4** poate fi T0, adică intrarea de numărare externă pentru temporizatorul T0;
- **P3.5** poate fi T1, adică intrarea de numărare externă pentru temporizatorul T1;
- **P3.6** poate fi  $\overline{\text{WR}}$ , adică semnalul de comandă a scrierii în memoria de date (RAM) externă;
- **P3.7** poate fi  $\overline{\text{RD}}$ , adică semnalul de comandă a citirii din memoria externă de date (RAM).

**Portul P4** - este un port bidirecțional de 8 biți, cu rezistențe interne de pull-up.

**Portul P5** - este un port de 8 biți numai de intrare. Pinii acestui port pot fi și ADC0÷ADC7, adică 8 canale analogice de intrare ale convertorului analogic-numeric încorporat.

**Operațiunea de citire-modificare-scriere la un port.** Unele instrucțiuni care citesc un port, citesc registrul pentru funcții speciale corespunzător, iar altele citesc direct starea la

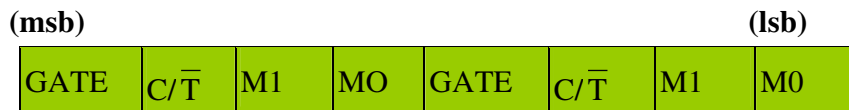
momentul respectiv a pinului. Instrucțiunile care citesc registrul sunt acelea care citesc o valoare pe care eventual o modifică și apoi o scriu din nou în registru. Acestea se numesc instrucțiuni “citește-modifică-scrie”. Următoarele instrucțiuni acționează asupra registrului pentru funcții speciale corespunzător, atunci când în ele apare numele unui port de intrare-ieșire: ANL, ORL, XRL, JBC, CPL, INC, DEC, DJNZ, MOV PX.Y,C , SET PX.Y.

## 10.2. Programarea și utilizarea timerelor

Microprocesorul 80C552 are 4 registre temporizatoare / numărătoare.

**Temporizatorul 0** și **temporizatorul 1** pot fi configurate să funcționeze ca temporizatoare sau ca numărătoare de evenimente. Configurarea este realizată cu ajutorul registrului de control a modului TMOD (el are adresa directă 89H), așa cum este indicat mai jos:

**TMOD** - registrul pentru comanda modului de operare la Timerele 0 și 1



GATE - Control tip poartă (Gating control)

C/T - Selecție numărător/temporizator (Timer or Counter selector):

0 – Timer

1 – Counter

M1 MO      Mod de operare

M1	MO	Mod de operare
0	0	Numărător/temporizator de 8 biți: THx - contor de 8 biți. TLx - divizor de 5 biți.
0	1	Numărător/temporizator de 16 biți: THx și TLx conectate în cascadă.
1	0	Numărător/temporizator de 8 biți, cu auto-încărcare: THx conține constanta care este încărcată în TLx.
1	1	TLO - numărător/temporizator de 8 biți, având biții de control ai Timerului 0. THO - numărător/temporizator de 8 biți, cu biții de control ai Timerului 1. Timerul 1 este oprit.

Operarea Timerelor 0 și 1 poate fi controlată prin biții unui alt registru SFR, denumit TCON. Se observă că prin TCON (88h) pot fi stabiliți și unii parametri ai liniilor de întrerupere externe.

**TCON** – registrul de control/stare al Timerelor 0 și 1

(msb)				(lsb)			
TF1	TR1	TFO	TR0	IE1	IT1	IEO	ITO

Simbol	Poziție	Nume și semnificație
TF1	TCON.7	Fanion depășire Timer 1 (Timer 1 overflow Flag). Este setat HW la depășire. Se resetează HW la tratarea întreruperii.
TR1	TCON.6	Bit de control funcționare Timer 1 (Timer 1 Run control bit). Este setat/resetat SW.
TFO	TCON.5	Fanion depășire Timer O (Timer O overFlow Ftag). Este setat HW la depășire. Se resetează HW la tratarea întreruperii.
TRO	TCON.4	Bit control funcționare Timer O (Timer O Run Control bit). Este setat/resetat SW.
IE1	TCON.3	Fanion întrerupere externă 1 (Interrupt 1 Edge flag). Este setat HW la setectarea unei întreruperi pe linia INT1 și este resetat automat la tratarea întreruperii (dacă a fost activată pe front).
IT1	TCON.2	Bit de control al tipului întreruperii 1 (Interrupt 1 Type control bit): întrerupere activă pe front negativ / nivel coborât.
IEO	TCON.1	Similare cu IE1 și IT1, se referă la întreruperea 0
ITO	TCON.0	Similare cu IE1 și IT1, se referă la întreruperea 0.

În modul temporizator, numărătorul unui timer este incrementat la fiecare ciclu mașină. Deoarece un ciclu mașină constă din 12 perioade ale oscilatorului de tact, rata de incrementare este egală cu 1/12 din frecvența oscilatorului intern al microcontrolerului.

În modul numărător, contorul timerului este incrementat la fiecare tranziție 1→0 a semnalelor externe de la pini corespunzători: T0, T1. Semnalele la pini sunt eșantionate pe durata fazei S5P2 a fiecărui ciclu mașină. Dacă în momentul testării semnalul este "0" logic, iar în ciclul anterior a fost "1" logic, numărătorul este incrementat. Noua valoare apare în registrele SFR în faza S3P1 a ciclului următor celui în care a fost detectată tranziția. Deoarece recunoașterea unei tranziții 1→0 necesită două cicluri mașină (24 perioade oscilator), rata maximă de contorizare este 1/24 din frecvența oscilatorului. Nu există nici o restricție privitor la parametrii semnalului extern, dar pentru a avea siguranța unei eșantionări corecte, nivelul acestuia trebuie menținut până la terminarea ciclului mașină.

Pentru fiecare din cele două moduri de bază definite mai sus, în funcție de dimensiunea și de funcționalitatea contorului cu incrementare, pentru Timerul 0 și Timerul 1 se pot stabili patru moduri de operare selectabile prin TMOD. În mod similar, pentru Timerul 2

există trei moduri de operare, selectabile prin T2CON.

- **Modul 0** corespunde funcționării ca numărător de 8 biți cu divizor de 5 biți. În acest mod, registrele Timerelor 0 și 1 sunt configurate ca registre de 13 biți: THx de 8 biți, iar TLx de 5 biți. Cei mai semnificativi trei biți din TLx sunt nedeterminați și trebuie ignorați. La depășirea capacității contorului THx, la tranziția FFh → 00h, se setează fanionul de întreruere TFX.
- **Modul 1** este asemănător modului 0, dar contoarele timerelor sunt de 16 biți: THx-TLx.
- **Modul 2** configurează registrele TLx ca numărătoare cu reîncărcare automată, cu valoarea preprogramată în THx. Reîncărcarea se realizează la depășire, fapt semnalizat și de fanioanele TFX din TCON. Registrele THx nu sunt afectate de reîncărcare.
- **Modul 3** poate fi utilizat numai de Timerul 0, în timp ce Timerul 1 este oprit. Registrele TL0 și TH0 formează două numărătoare/temporizatoare independente de 8 biți. Canalul realizat cu TL0 folosește biții de control de la Timerul 0: C/T, GATE, TR0, INT0 și TF0. Canalul realizat cu TH0 poate lucra doar ca temporizator (numărător de cicluri mașină) și folosește semnalele TR1 și TF1 de la Timerul 1. La depășire, ambele canale pot lansa cereri de întrerupere: TL0 prin TFO, iar TH0 controlează întreruperea Timerului 1.

Timerul 2 este un circuit complex, format din următoarele registre cu funcții speciale:

- TMH2 și TML2 - formează un numărător cu incrementare de 16 biți (TM2);
- TM2CON - registru de control;
- CTH0-CTL0, CTH1-CTL1, CTH2-CTL2, CTH3-CTL3 - formează patru registre de 16 biți, utilizați pentru captură (CT0÷CT3);
- CTCN - registru de 8 biți, de stabilire a frontului activ ai semnalelor la intrările de captură CT0I÷CT3I;
- CMH0-CML0, CMH1-CML1 și CMH2-CML2 - formează împreună 3 registre de 16 biți fiecare, utilizați pentru comparare (CM0÷CM2);
- STE, RTE - registre de 8 biți, cu rol de setare/resetare a biților Portului 4 la coincidența dintre conținutul numărătorului TM2 și cel al registrelor de comparare CM0÷CM2;
- TM2IR - registru cu flaguri de întrerupere de la Timerul 2

Doi dintre pinii portului 1 pot fi utilizați pentru a controla funcționarea Timerului 2 :

- P1.4 (T2) - intrare de numărare, activă pe front crescător
- P1.5 (RT2) - intrare de resetare a numărătorului Timerului 2 și a prescalerului.

Selectarea funcționării ca numărător sau ca temporizator se poate face prin biții T2MS1 și T2MS0 din registrul TM2CON, conform tab.1. Trebuie reținut faptul că, spre deosebire de alte familii de microcontrolere, la Philips 8xC552 Timerul 2 nu poate fi încărcat prin program, ci poate fi doar resetat, prin RST sau RT2.

T2MS1	T2MS0	Modul de funcționare al Timerului 2
0	0	Nici o intrare selectată, Timerul 2 oprit.
0	1	Modul temporizator, având la intrare un semnal cu frecvența fosc/12, divizat suplimentar prin 1/2/4/8, în funcție de biții T2P1 și T2PO din registrul TM2CON.
1	0	Modul test, nu se utilizează.
1	1	Modul numărător, comandat pe linia T2 (P1.4).

Tab.1 Selecția modului de funcționare al Timerului 2

#### TM2CON

T2IS1	T2ISO	T2ER	T2BO	T2P1	T2PO	T2MS1	T2MS0
-------	-------	------	------	------	------	-------	-------

Simbol	Poziție	Nume și semnificație
T2MS0	TM2CON.0	selecție mod Timer 2 (vezi tab.1).
T2MS1	TM2CON.1	
T2PO	TM2CON.2	selecție factor de divizare pentru prescaler
T2P1	TM2CON.3	
T2BO	TM2CON.4	Flagul de întrerupere la depășire pe 8 biți (TM2L).
T2ER	TM2CON.5	Validarea resetării externe a Timerului 2. Când T2ER=1, numărătorul Timerului 2 și prescalerul pot fi resetate printr-un front crescător pe linia RT2 (P1.5).
T2ISO	TM2CON.6	Validarea generării unei întreruperi la apariția unei depășiri pe 8 biți (TML2).
T2IS1	TM2CON.7	Validarea generării unei întreruperi la depășirea pe 16 biți (TML2-TMH2).

### 10.3. Desfășurarea lucrării

În această lucrare de laborator se urmărește folosirea porturilor de ieșire, a timerului și a întreruperilor generate de timer.

Modulul de laborator cu bară de leduri are schema din figura 10.1, în care se folosesc 2 circuite 74LS00 ce conțin porți logice NAND (câte 4), 8 rezistențe și 8 LED-uri.

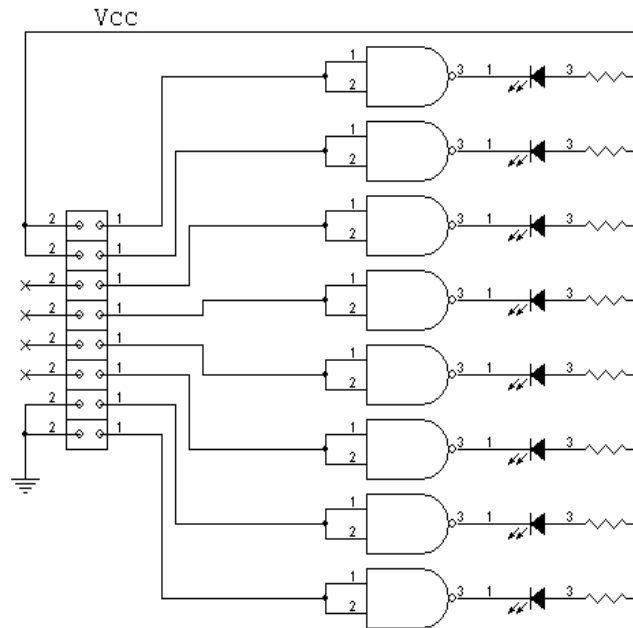


Figura 10.1. Bara de LED-uri

Pentru a putea transmite la aceste porturi, trebuie să selectăm adresa corespunzătoare portului dorit (pentru X15 trebuie să selectăm  $\overline{S1}$ ) iar după selecție se transmite data. În continuare este prezentată o succesiune de instrucțiuni ce trimit la portul X15 data aflată în acumulator.

```
MOV P2,#1      ; selectează decodificatorul (A8=1)
MOV R0,#20H    ; incarca R0 cu 0010 0000 B selecție port de ieșire 1 (S1=0)
MOVX @R0,A     ; mută conținutul acumulatorului la portul de ieșire 1 (AX0=0)
```

**10.4. Exemplu de program**

Să se realizeze un program în care să se comande bara de leduri într-un mod cât mai plăcut ochiului, folosind ca întârziere incrementarea/ decrementarea unui contor.

```

P2    EQU  0A0h        ; portul 2

CSEG AT 8000h         ; punct de intrare la resetare
LJMP  main           ; salt peste zona vectorilor de intrerupere

CSEG AT 8090H
main:
    MOV A,#00H        ; initializeaza acumulatorul cu #0E0H
NEXT:
    MOV P2,#1         ; selecteaza decodificatorul (A8=1)
    MOV R0,#20H ; incarca R0 cu 0010 0000 B: selectie port de iesire 1 (S1=0)
    MOVX @R0,A ; muta continutul acumulatorului a portul de iesire 1 (AX0=0)
    1    MOV R1,#0FFH   ; contorul 1 se incarca cu 255
DELAY:
    MOV R2,#0FFH      ; contorul 2 se incarca cu 255
    DJNZ R2,$
    DJNZ R1,DELAY     ; ramane pe loc pana cand R1 este 0
    INC A             ; se numara
    SJMP NEXT
END

```

Să se realizeze un program în care să se comande bara de leduri într-un mod cât mai plăcut ochiului, folosind ca întârziere întreruperile generate de un timer.

```

P2    EQU  0A0h        ; portul 2

CSEG AT 8000h         ; punct de intrare la resetare
LJMP  main           ; salt peste zona vectorilor de intrerupere

CSEG AT 801Bh
LJMP RUTIM1          ; salt la rutina de tratare a intreruperilor

CSEG AT 8090H
main:

```



## Cuplarea la un port paralel și timerul intern

```
MOV TMOD,#10H      ; Timerul 1 in modul 1 (16 biti) controlabil soft
MOV TL1,#0FDH      ; initializare contor Timer 1 (50 ms)
MOV TH1,#4BH       ; 50ms/1,085us =46083; 65536-46083=19453=4BFDh
MOV x50ms,#01      ; contor pentru temporizari multiple (aici 20x50ms = 1sec)
SETB EA            ; validare globala a intreruperilor
SETB ET1           ; valideaza intreruperile de la Timerul 1
MOV R0,#01H        ; initializeaza acumulatorul cu #0E0H
SETB TR1           ; pornire Timer 1
MOV A,#01H
SJMP $             ; bucla infinita
```

### RUTIM1:

```
clr TF1
CLR TR1
PUSH ACC           ; salveaza pe stiva registrul modificat in rutina
DEC x50ms          ; decrementeaza contorul de temporizari de 50ms
MOV A,x50ms
JNZ NEXT          ; contorul este 0?
MOV x50ms,#1 ; daca da ...
POP ACC
MOV P2,#1         ; selecteaza decodificatorul (A8=1)
MOV R0,#20H ; incarca R0 cu 0010 0000 B: selectie port de iesire 1 (S1=0)
MOVX @R0,A       ; muta continutul acumulatorului la portul de iesire 1 (AX0=0)
RRA
SJMP REVINE
NEXT: MOV TL0,#0FDH ; daca nu, reinitializeaza Timerul 1
MOV TH0,#4BH
```

### REVINE:

```
SETB TR1
RETI
```

```
DSEG AT 40h
x50ms: DS 1
```

END



### Rezumat

A doua lucrare din setul dedicat interfașării cu microcontrollere tratează porturile paralele și timerele. Acestea sunt descrise detaliat, împreună cu modul de programare la nivel de bit. Se cere studenților să realizeze programe cu care să aprindă o bară de 8 LED-uri cuplată la un port de ieșire al microcontrollerului, cu o secvență cât mai spectaculoasă. În prima etapă întârzierea necesară pentru ca secvențele de aprindere să fie vizibile este creată prin incrementarea/ decrementarea unui registru, iar în a doua etapă prin programarea unui timer care cere o întrerupere.



### Bibliografie

1. C. Gerigan, P. Ogrutan, *Tehnici de interfașare*, Editura Universitatii Transilvania Brasov, 2000, pag. 201-229 online la: <http://vega.unitbv.ro/~ogrutan/ti/cap10.pdf>
2. <http://www.fsinc.com/devtools/index.htm>
3. [http://www.nxp.com/documents/data\\_sheet/80C552\\_83C552.pdf](http://www.nxp.com/documents/data_sheet/80C552_83C552.pdf)
4. <http://www.keil.com/dd/docs/datashts/intel/ism51.pdf>