L12. SUPERVIZAREA PLĂCII DE DEZVOLTARE DE LA UN CALCULATOR PC CU MONITORUL NOICE, ASAMBLAREA DIRECTĂ A PROGRAMELOR ÎN MEMORIE. APLICAŢII CU MĂŞTI LOGICE ŞI ROTAŢII PENTRU INVERSAREA ORDINII ŞI COMBINAREA BIŢILOR, CU CITIREA COMUTATOARELOR ŞI AFIŞAREA PE LED-URI.

1. Obiective

Prin parcurgerea acestei ședințe de laborator studenții vor fi capabili:

- Să înveţe să utilizeze instrucţiunile de iniţializare a registrelor, de transfer a datelor între registre, de incrementare şi decrementare a registrelor, precum şi alte operaţii aritmetice şi logice;
- Să învețe să declare și să definească constante și variabile simple sau șiruri amplasate în memorie sau să rezerve spațiu static de memorie pentru variabilele programului;
- Să înveţe să utilizeze instrucţiunile de I/E pentru citirea porturilor de intrare şi înscrierea porturilor de ieşire;
- Să învețe să utilizeze instrucțiunea de selecție și iterația cu număr cunoscut de pași;
- Să înveţe să efectueze operaţii aritmetice şi logice direct cu variabile amplasate în memorie.

2. Sintaxa asamblorului ASM85

Pentru a scrie fişiere sursă pentru acest asamblor nu este suficient să cunoaştem instrucţiunile microprocesorului 8085, ci şi formatul şi sintaxa fişierului sursă. Astfel, un fişier sursă în limbaj de asamblare pentru ASM85 poate conţine una sau mai multe linii sursă. O linie sursă are următorul format:

<etichetă>[:] <instrucţiune> <operanzi> [;]<comentariu>

- Se pot folosi în orice câmp atât litere mici cât şi majuscule, în orice combinaţie (asamblorul nu face diferenţa dintre litere mici şi litere mari);
- Eticheta este opţională, fiind un nume simbolic dat adresei la care se va stoca instrucţiunea următoare.
- În cazul în care există, eticheta trebuie să înceapă din prima coloană a liniei sursă şi trebuie separată de câmpul următor cel puţin printr-un spaţiu sau un TAB. Opţional, eticheta poate fi urmată de un caracter **:**. Pentru compatibilitate cu alte asambloare, se va folosi întotdeauna caracterul **:** după numele etichetei.
- Câmpul instrucţiune poate fi amplasat pe aceeaşi linie cu eticheta sau într-o linie următoare.
- Dacă nu există o etichetă, atunci instrucţiunea nu trebuie să înceapă din coloana 1, ci trebuie precedată de cel puţin un spaţiu sau un TAB.
- Dacă instrucţiunea are operanzi, aceştia trebuie separaţi de numele instrucţiunii prin cel puţin un spaţiu sau un TAB.

- Dacă instrucţiunea are doi operanzi, atunci aceştia vor fi separaţi printr-o virgulă.
- Câmpul opţional de comentariu trebuie separat de operanzi prin cel puţin un spaţiu sau un TAB şi poate fi precedat de caracterul ;. Pentru compatibilitate cu alte asambloare, se va folosi întotdeauna ; înainte de comentariu.

3. Instrucțiuni în limbaj de asamblare

3.1. Directive de asamblare (pseudo-instrucțiuni) pentru definirea variabilelor

Forma generală a celor 4 directive este:

DB <expr1>[,<expr2>,<expr3>,...]	Define Byte
DW <expr1>[,<expr2>,<expr3>,...]	Define Word
DS <expression>	Define Storage
STR 'text string'	String

Directiva DB permite definirea unor constante simple de 8 biți sau a unor tabele de constante de octeți.

3.1.1. Definirea constantelor simbolice

Atunci când o constantă are o semnificație bine definită, pentru o mai bună lizibilitate a programului se preferă atribuirea unui nume simbolic acelei constante și utilizarea numelui în cadrul instrucțiunilor în locul valorii. Pentru definirea constantelor simbolice, ASM85 oferă directiva de asamblare (pseudo-instrucțiunea) EQU (EQUate).

PIN equ 41h	$PIN \leftarrow 41h$
POUT equ 40h	$POUT \leftarrow 40h$

3.1.2. Definirea constantelor și a variabilelor

const: DB 'A'	La adresa const se definește un caracter A.
tabconst: DB 10,11,12,13,50h,0	La adresa tabconst se definește un tablou de octeți inițializat cu valorile din listă.
const: DW 0	La adresa const de definește o constantă de 16 biți cu valoarea 0.
tab: DW 1000, 253, 12Ah, 0FFFFh, 1001000010110111b	La adresa tab se definește un tabel de constante de 16 biți cu valorile din listă.
buffer: DS 32	La adresa buffer începe un tabel de 32 de octeți.
ptr: DS 2	La adresa ptr începe o variabilă de 2 octeți.
contor: DS 1	La adresa contor se află o variabilă de 1 octet.
tabel: DS 2*nr_elem	La adresa tabel începe un tablou cu elemente de 16 biți.
mesaj: STR "Meniu comenzi"	La adresa mesaj se definește un șir ASCII cu conținutul Meniu comenzi.

3.2. Instrucțiuni de intrare – ieșire

În cazul microprocesorului 8085, adresarea porturilor (I/O) se face pe 8 biți, deci adresa unui port poate să fie cuprinsă între 00h și FFh. Transferul I/O se realizează prin intermediul registrului A astfel: starea unui port de intrare (I) poate fi încărcată numai în A, iar comanda unui port de ieșire (O) se poate face numai cu octetul din A. Vorbim în acest caz de adresarea implicită.

IN *port*	Input from port	$A \leftarrow (port)$ $port = 00h \div FFh$
OUT *port*	Output to port	$(port) \leftarrow A$ $port = 00h \div FFh$

3.3. Inițializarea registrelor

3.3.1. Inițializarea registrelor pe 8 biți

În categoria registrelor care pot fi inițializate regăsim registrele: A, B, C, D, E, H și L. Formatul general al instrucțiunii de inițializare este:

MVI r,data8 MoVe Immediate data data8 to register r $r \leftarrow data8$

0	0	**d**	**d**	**d**	1	1	0
data8							

În limbaj de asamblare, această instrucțiune are doi operanzi și semnificația că în registrul r se înscriu datele din data8. În limbaj mașină, instrucțiunea are doi octeți, poziționați în memorie la adrese consecutive. Primul octet reprezintă codul operației și cuprinde o serie de biți fixați care reprezintă codul operației și trei biți **(ddd**) care codifică registrul folosit de instrucțiune (registrul destinație) astfel:

r	**B**	**C**	**D**	**E**	**H**	**L**		**A**
ddd	000	001	010	011	100	101	110	111

Cel de-al doilea octet al instrucțiunii este reprezentat de o valoare numerică pe 8 biți care este încărcată în registrul specificat de opcod.

În limbajul de asamblare ASM85, un astfel de operand poate fi exprimat printr-o constantă numerică, o constantă simbolică a cărei valoare a fost definită în cadrul fișierului sursă sau printr-o expresie aritmetică sau logică cu constante numerice și/sau simbolice.

3.3.2. Inițializarea registrelor pe 16 biți

Când se dorește inițializarea unui registru pereche cu o anumită valoare pe 16 biți, pot fi utilizate două instrucțiuni MVI corespunzătoare celor doi octeți. O soluție mai eficientă constă în utilizarea instucțiunii LXI care permite încărcarea simultană a registrelor pereche cu o valoare pe 16 biți.

LXI *rp, data16* Load register pair Immediate rp← *data16*

În limbaj de asamblare, instrucțiunea LXI are doi operanzi: rp - registrul pereche care este inițializat și data16 – valoarea care se încarcă în registrul pereche respectiv. Litera X din numele instrcțiunii precizează că registrul desemnat de primul operand este un registru pereche.

Dacă pentru inițializarea registrelor pereche B, D și H instrucțiunea LXI poate fi înlocuită cu două instrucțiuni MVI, pentru inițializarea registrului SP acest lucru nu este posibil, deoarece SP este accesibil numai ca registru pe 16 biți.

3.3.3. Accesul direct la locațiile de memorie

În cazul în care la momentul scrierii programului se cunoaște adresa la care este amplasată o variabilă (ca valoare numerică sau ca nume simbolic), se pot folosi pentru acces instrucțiuni cu adresare directă. Acestea transferă unul sau doi octeți între memorie și anumite registre interne ale microprocesorului.

LDA addr Load Accumulator Direct $A \leftarrow addr$

STA addr Store Accumulator Direct $addr \leftarrow A$

0	0	1	1	1	0	1	0
LOW(addr)							
HIGH(addr)							
0	0	1	1	1	0	1	0
LOW(addr)							
HIGH(addr)							

LHLD addr Load H and L Direct $L \leftarrow addr$, $H \leftarrow addr + 1$

SHLD addr Store H and L Direct $addr \leftarrow L$, $addr + 1 \leftarrow H$

Transferul se poate realiza numai prin intermediul acumulatorului. Nu există instrucțiuni care să realizeze transfer direct între două locații de memorie. Transferul între două locații de memorie se poate face în doi pași: citirea din locația sursă și înscrierea în locația destinație prin intermediul acumulatorului.

Instrucțiunile care transferă doi octeți (LHLD și SHLD) efectuează transferul între registrul pereche H (registrele H și L) și două locații de memorie (de la adresa addr și addr+1). Transferul

se poate realiza numai prin intermediul registrului pereche H. Nu există instrucțiuni care să efectueze transferul direct al unui cuvânt de 16 biți între două variabile pe 16 biți din memorie. Tranferul se realizează similar cu transferul pentru date pe 8 biți prezentat anterior.

3.4. Transferul datelor între registrele interne

Formatul general al acestor instrucţiuni este:

MOV	***r1,r2***	MOVe register to register	*r1* ← *r2*	0 1 *d d d s s s*

Primul operand este registrul destinaţie (*r1*), cel de-al doilea este registrul sursă (*r2*). Conţinutul registrului sursă se copie în registrul destinaţie, astfel încât după execuţia instrucţiunii, registrul *r1* conţine o copie a datei din registrul *r2*. Conţinutul anterior al registrului *r1* se pierde. Registrele *r1* şi *r2* pot fi oricare dintre cele 7 registre interne de 8 biţi.

3.5. Incrementarea și decrementarea registrelor pe 8 biți

Indicatorii de condiţii sunt afectaţi de instrucţiunile care execută operaţii aritmetice şi logice. Pentru început, să considerăm cele mai simple operaţii aritmetice: incrementarea şi decrementarea registrelor interne.

Formatul general al acestor instrucţiuni este:

INR	***r***	INcRement register	*r* ← *r*+1	0 0 *d d d* 1 0 0
DCR	***r***	DeCRement register	*r* ← *r* -1	0 0 *d d d* 1 0 1

Observaţii:

- Indicatorii sunt afectaţi numai de rezultatul unor operaţii aritmetice şi logice, nu de conţinutul static al unor registre.
- Registrele pot fi modificate prin instrucţiuni de transfer fără a afecta indicatorii de condiţii din acel moment.
- Instrucţiunile de incrementare/decrementare pe 8 biţi afectează toţi indicatorii conform unei operaţii de adunare/scădere cu 1, **cu excepţia indicatorului CY**.

3.6. Instrucțiuni de salt

3.6.1. Instrucțiunea de salt necondiționat JMP

Orice modificare a registrului PC modifică ordinea de execuție a instrucțiunilor și este echivalentă cu un salt în program. Instrucțiunea care modfică registrul PC se numește JMP (jump) și are următoarea formă generală:

JMP addr JuMP to address $PC \leftarrow addr$

Primul operand al instrucțiunii nu este menționat, acesta fiind implicit registrul PC. Cel de-al doilea operand care este specificat, precizează adresa instrucțiunii care se va executa după JMP, adică adresa de memorie la care se face saltul. Saltul la adresa specificată se execută indiferent de starea curentă a programului (regiștre și indicatori de condiții).

3.6.2. Instrucțiuni de salt condiționat

Formatul general al unei instrucțiuni de salt condiționat este următorul:

Jcondition addr Conditional JuMP to address $if\,(condition == true)$
$PC \leftarrow addr$
$else$
$PC \leftarrow PC + 3$

În cazul în care condiția precizată ”condition” este adevărată, se execută un salt la adresa precizată în instrucțiune , prin încărcarea ei în registrul PC. În cazul în care condiția este falsă, se continuă cu instrucțiunea următoare.

Corespondențele dintre condiție și codul acesteia sunt ilustrate în cele ce urmează:

Condiția	Descriere	Condiția este adevarată dacă	CCC
NZ	**Not Zero** – rezultatul este diferit de 0;	$Z = 0$	000
Z	**Zero** – rezultatul este egal cu 0;	$Z = 1$	001
NC	**Not Carry** – operația nu a produs transport/împrumut;	$CY = 0$	010
C	**Carry** – operația a produs transport/împrumut.	$CY = 1$	011

Cu ajutorul acestor instrucțiuni pot fi scrise structuri de program de tip ramificare simplă (if...else) sau multiplă (switch...case), dar și structuri de program repetitive/ bucle cu număr de pași cunoscut (for), cu test inițial (while) sau cu test final (do...while).

Simbolul predefinit $ poate fi folosit în orice instrucțiune pentru a ne referi la adresa acelei instrucțiuni. De aceea utilizarea ei într-o instrucțiune de salt face ca microprocesorul să execute continuu aceeași instrucțiune de salt la infinit.

3.7. Instrucțiuni aritmetice și logice

3.7.1. Instrucțiunile aritmetice

Instrucțiunile aritmetice care utilizează registrele interne de 8 biți au următorul format general:

ADD r	ADD register r to accumulator	$A \leftarrow A + \mathrm{r}$
ADI data8	Add Immediate data to accumulator	$A \leftarrow A + data8$
SUB r	SUBstract register from accumulator	$A \leftarrow A - r$
SUI data8	Substract Immediate data from accumulator	$A \leftarrow A - data8$

Cele două operații aritmetice de bază sunt adunarea și scăderea. Registrul acumulator A este folosit implicit ca prim operand. Cel de-al doilea operand poate fi o constantă pe 8 biți sau unul din cele 7 registre pe 8 biți inclusiv acumulatorul.

Operațiile se realizează în aritmetica numerelor întregi fără semn, reprezentate pe 8 biți. Scăderea se realizează prin adunarea primului operand cu cel de-al doilea operand reprezentat în cod complementar. Rezultatul este reținut întotdeauna în registrul acumulator (primul operand se pierde).

3.7.2. Instrucțiuni logice

Instrucțiunile logice care utilizează registrele interne de 8 biți au următorul format general:

ANA r	And register r with A	$A \leftarrow A \wedge \mathrm{r}$
ANI data8	And Immediate data8 with A	$A \leftarrow A \wedge \mathrm{data8}$
ORA r	OR register r with A	$A \leftarrow A \vee \mathrm{r}$
ORI data8	OR Immediate data8 with A	$A \leftarrow A \vee \mathrm{data8}$
XRA r	eXclusive oR register r with A	$A \leftarrow A \oplus \mathrm{r}$
XRI data8	eXclusive oR Immediate data8 with A	$A \leftarrow A \oplus \mathrm{data8}$
CMA	CoMplement A	$A \leftarrow \bar{A}$

Cele trei operații de bază sunt ȘI, SAU și XOR (SAU EXCLUSIV). Ele utilizează implicit registrul acumulator ca prim operand. Cel de-al doilea operand poate fi o constantă pe 8 biți sau unul din cele 7 registre interne pe 8 biți, inclusiv acumulatorul. Operațiile se realizează bit cu bit pe ranguri. Rezultatul este reținut mereu în registrul acumulator și primul operand se pierde.

Aceste instrucțiuni afectează toți indicatorii de condiții (CY și AC sunt forțați în 0).

3.7.3. Instrucțiuni de rotație

O categorie specială a instrucțiunilor logice este cea a instrucțiunilor de rotire sau deplasare. Operandul este implicit conținutul acumulatorului, care poate fi deplasat spre stânga sau spre dreapta cu o poziție. Bitul care iese printr-o extremitate este încărcat automat în indicatorul CY. Pe la cealaltă extremitate a acumulatorului se introduce fie același bit care iese din acumulator, fie bitul aflat anterior in CY.

RLC Rotate A Left with Carry

$$A_{n+1} \leftarrow A_n, n = 0 \div 6$$
$$CY \leftarrow A_7$$
$$A_0 \leftarrow A_7$$

RRC Rotate A Right with Carry

$$A_n \leftarrow A_{n+1}, n = 0 \div 6$$
$$CY \leftarrow A_0$$
$$A_7 \leftarrow A_0$$

RAL Rotate A Left through Carry

$$A_0 \leftarrow CY$$
$$CY \leftarrow A_7$$
$$A_{n+1} \leftarrow A_n \; n = 0 \div 6$$

RAR Rotate A Right through Carry

$$A_7 \leftarrow CY$$
$$CY \leftarrow A_0$$
$$A_{n+1} \leftarrow A_n \; n = 0 \div 6$$

Aceste instrucțiuni afectează doar indicatorul CY.

3.7.4. Instrucțiuni de comparare

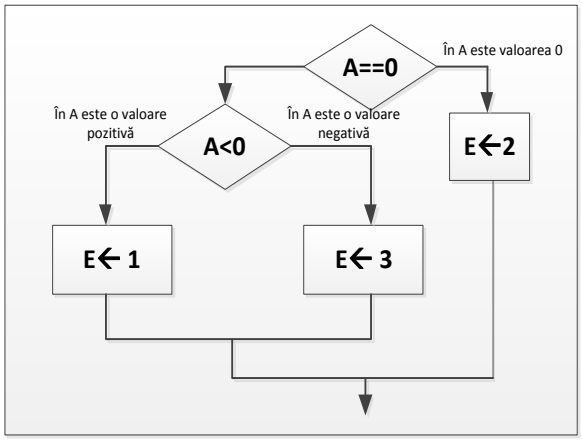
Instrucțiunile de comparare sunt considerate instrucțiuni hibride, deoarece deși operația efectuată este una aritmetică (scăderea), rezultatul aritmetic nu este reținut, ci sunt poziționați indicatorii de condiții ca la o scădere obișnuită.

CMP r CoMPare register with accumulator $A - r$

CPI data8 ComPare Immediate data with accumulator $A - data8$

Folosind instrucțiuni logice se poate izola un anumit bit sau o anumită combinație de biți dintr-un octet, astfel încât valoarea bitului sau a combinației de biți să afecteze indicatorii de condiții. Starea acestora va putea fi testată direct sau cu ajutorul unor instrucțiuni de comparare pentru a lua decizii de continuare a programului pe anumite ramuri folosind instrucțiunea de salt condiționat.

3.8. Instrucțiunea de selecție

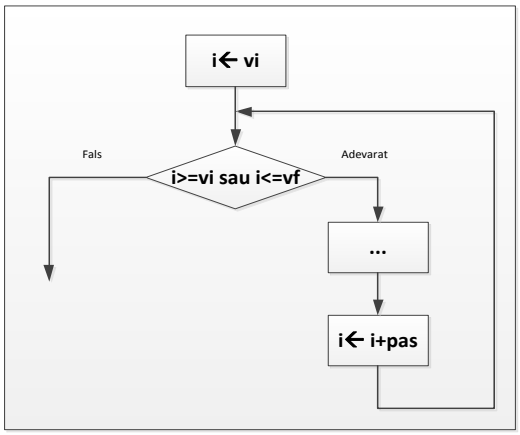



```
Dacă A==0
        E <-- 2
Altfel
        Dacă A<0
                E <-- 3
        Altfel
                E <-- 1
        Sf. dacă
Sf. dacă
```

```
        ORG
        0A000h
        MVI A,23h
        MVI C,0
        ORA A
        JZ zero         ;dacă toți biții sunt pe 0 salt la 0
        RLC
        JC negativ      ;dacă numărul este negativ, salt la negativ
        MVI E,1         ;numărul este pozitiv
        JMP stop
zero:   MVI E,2         ; A=0
        JMP stop
negativ: MVI E,3        ; A<0
stop:   JMP $
```

Programul de mai sus testează valoarea din acumulator și scrie în registrul E o valoare astfel: 2 - în cazul în care valoarea din acumulator este 0; 1 - în cazul în care în registrul acumulator avem o valoare pozitivă și 3 - în cazul în care valoarea din acumulator este negativă.

3.9. Instrucțiunea de iterație cu număr cunoscut de pași



Pentru i<--vi; i<=vf sau i>=vi; i <-- i+pas
Secvență instrucțiuni
Sf. pentru

```
PIN     equ     41h
POUT    equ     40h
        org     0A000h
for:    MVI     B,8     ; contor pentru numărul de biți testat
        MVI     C,0     ; inițial numărul de biți de 1 este 0
        IN      PIN     ; citește starea microcomutatoarelor
next:   DCR     B       ; decrementează contorul
        JZ      afis    ; dacă s-a terminat testarea afișam
                        rezultatul
        RRC             ; încarcă în CY următorul bit
        JNC     next    ; daca CY este 1, reia testarea
        INR     C       ; daca CY nu este 1, incrementează
                        numărul de biți apoi continuă
        JMP     next    ; apoi continuă
afis:   MOV     A,C
        CMA             ; pentru vizualizarea corectă de
                        complementează conținutul lui A
        OUT     POUT    ; afișează numărul de biți de 1 de pe
                        PIN.
        JMP     for
```

Programul descris mai sus, numără biții de pe portul de intrare conectat la microcomutatoare și afișează valoarea rezultată pe ledurile conectate la portul de ieșire.

3.10. Instrucțiuni cu adresare indirectă

Atunci când nu se cunoaște adresa la care este amplasată o variabilă, adresa fiind calculată la momentul execuției programului, se vor folosi instrucțiunile cu adresare indirectă. În instrucțiunile prezentate anterior, se face referire la cele 7 registre interne de 8 biți (A,B,C,D,E,H,L) codificare pe 3 biți ddd. Combinația 110 nu era încă alocată, va indica un operand din memorie de la adresa conținută în registrul pereche H. În limbaj de asamblare un astfel de operand va fi indicat prin litera M.

r	B	C	D	E	H	L	M	A
ddd	000	001	010	011	100	101	110	111

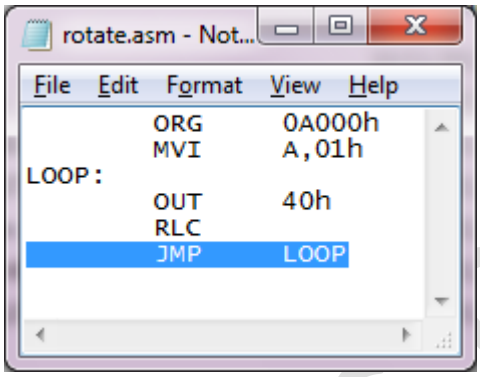
Instrucțiunile care admit operanzi amplasați în memorie sunt prezentate în cele ce urmează:

MVI M, data8	MoVe Immediate data to Memory	$HL \leftarrow data8$
MOV M,r	MOVe register to Memory	$HL \leftarrow r$
MOV r,M	MOVe Memory to register	$r \leftarrow HL$
INX rp	INcrement register pair	$rp \leftarrow rp + 1$
DCX rp	DeCrement register pair	$rp \leftarrow rp - 1$
INR M	INcRement Memory	$HL \leftarrow HL + 1$
DCR M	DeCRement Memory	$HL \leftarrow HL - 1$
ADD M	ADD Memory to accumulator	$A \leftarrow A + HL$
SUB M	SUBstarct Memory from accumulator	$A \leftarrow A - HL$
ANA M	And Memory with A	$A \leftarrow A \wedge HL$
ORA M	OR Memory with A	$A \leftarrow A \vee HL$
XRA M	eXclusive oR Memory with A	$A \leftarrow A \oplus HL$
CMP M	CoMPare Memory with accumulator	$A - HL$

4. Aplicații propuse

4.1. Să se scrie în memorie un program care rotește la dreapta un led și ilustrează procesul pe portul de ieșire.

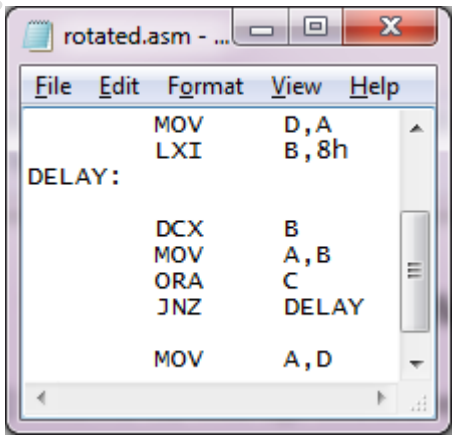
Indicație



a) De ce a fost inițializat registrul A cu valoarea 01h?
b) Ce se observă la lansarea în execuție?
c) Să se execute pas cu pas secvența de instrucțiuni astfel: cu oprire după fiecare instrucțiune și cu oprire după fiecare cod.
d) Câte apăsari ale butonului HSS sunt necesare în primul caz? Dar în cel de-al doilea?

4.2. Să se completeze codul de la problema **4.1.** prin introducerea unui delay în program astfel încât rotirea ledului să poată fi observată fără a utiliza execuția pas cu pas.

Indicație



4.3. Să se scrie codul necesar pentru definirea unei constante simbolice:
a) Pentru portul de intrare;
b) Pentru portul de ieșire.

4.4. Să se scrie codul necesar pentru definirea:
a) caracterului **C** la adresa **const**;
b) tabloului de octeți inițializat cu **34,45,30h** la adresa **tabconst**;
c) o constantă inițializată cu **8000h** la adresa **const**;
d) un șir ASCII cu conținutul **HELLO WORLD** la adresa **mesaj**;
e) un tablou de **16 octeți** la adresa **buff**;
f) o variabilă pe **2 octeți** la adresa **var**;
g) un tabel cu elemente pe **doi octeți** la adresa **tab**.

4.5. Să se testeze valoarea din registrul acumulator și scrie în registrul E valoarea
- 2 în cazul în care valoarea din registrul acumulator este 0;
- 1 în cazul în care în registrul acumulator avem o valoare pozitivă și
- 3 în cazul în care valoarea din registrul acumulator este negativă.

Să se explice instrucțiune cu instrucțiune codul programului.
Indicație: vezi 3.7.

4.6. Să se numere biții de 1 din portul de intrare conectat la microcomutatoare, apoi valoarea rezultată să se afișeze pe ledurile de pe portul de ieșire. Să se identifice instrucțiunea **for/pentru**. Să se explice instrucțiune cu instrucțiune codul programului.

Indicație: vezi 3.8.

4.7. *Să se scrie înscrie în registrul A valoarea C3h și să se aplice măștile:

A) Se consideră A inițializat cu valoarea C3h de fiecare dată când se aplică masca;
B) Se consideră A inițializat la început cu valoarea C3h.
Să se precizeze codul programului respectiv și rezultatele obținute în cele două cazuri.

a) SAU M1, unde M1 = FFh;
b) SAU M2, unde M2 = 00h;
c) SAU M3, unde M3 = 0Fh;
d) SAU M4, unde M4 = F0h;
e) AND M1;
f) AND M2;
g) AND M3;
h) AND M4;
i) XOR M1;

j) XOR M2.

4.8. **Cât timp microcomutatorul 5 este ON, să se deplaseze continuu un led aprins spre dreapta, iar atunci când devine OFF, deplasarea să se oprească.
Indicații: vezi Lucrarea nr. 7 – problema 5.3

4.9. **Să se scrie codul programului care deplasează continuu două leduri aprinse, primul către dreapta, al doilea către stânga.

5. Referințe bibliografice

[1] *Sisteme cu microprocesoare*, Îndrumar de laborator.
[2] C.Huțanu, M.Postolache, *Sisteme cu microprocesoare*, Editura Academică, Iași, 2001.
[3] Gh.Toacșe, *Introducere în microprocesoare*, Editura Științifică și Enciclopedică, București, 1985.