

3 laboratorinis darbas

Šešiolikos skilčių mokomosios mikroprocesorinės sistemos tyrimas

1. Darbo tikslas

Susipažinti su 16 skilčių mokomosios mikroprocesorinės sistemos (MPS) MDA–8086 struktūra, mikroprocesoriaus registriniu modeliu, atminties laukų paskirstymu. Išsiaiškinti klavišinio ir displejaus monitoriaus funkcijas.

2. Bendrosios žinios

2.1. Mikroprocesorius

MPS taikomas 16 skilčių mikroprocesorius Intel® 8086, pagamintas taikant MOP technologiją. Mikroprocesoriaus kristale yra 29000 tranzistorių.

Pagrindiniai šio MP architektūriniai ypatumai, dėl kurių padidėja daugiau kaip 10 kartų jo našumas, palyginti su MP Intel® 8080, yra šie:

- ♦ išplėsta komandų sistema (daugyba, dalyba, simbolių eilučių apdorojimas);
- ♦ galimybė tuo pačiu metu išrinkti iš atminties ir vykdyti komandas;
- ♦ lankstesnis pertraukčių organizavimas;
- ♦ sudaryta galimybė dirbti multiprocesorinėse sistemose;
- ♦ išplėstos atminties adresavimo galimybės.

Pagrindinės MP Intel® 8086 charakteristikos:

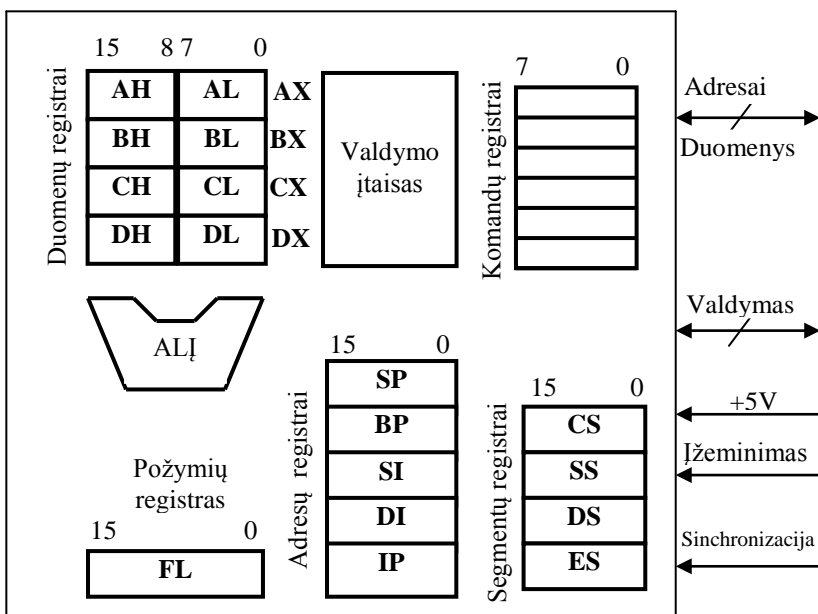
- ♦ taktinis dažnis – 5, 8 ir 10 MHz (0,33, 0,66 ir 0,75 mln. operacijų per sekundę atitinkamai);
- ♦ gamybos technologija – 3 μm;
- ♦ duomenų magistralė – 16 linijų;

- ♦ adresų magistralė – 20 linijų;
- ♦ adresuojamoji atmintis – 1 MB;
- ♦ pagrindinių komandų skaičius – 133;
- ♦ maitinimo įtampa – +5 V;
- ♦ vartojama galia – 1,75 W.

Pastaba: MPS taikomas mikroprocesorius Intel® 8086, kurio taktinis dažnis – 14,7456 MHz.

Vidinė mikroprocesoriaus architektūra programuotojo požiūriu (programinis modelis) pateikta 1 pav.

Sešiolikos skilčių duomenų registrai **AX**, **BX**, **CX** ir **DX** taikomi atliekant aritmetines ir logines operacijas. Išskirtinę vietą tarp šių registrų užima kaupiklis **AX**. Jame paprastai saugomas vienas iš operandų, o atlikus operaciją – jos rezultatas.



1 pav. Mikroprocesoriaus Intel® 8086 programinis modelis

Registrai **BX**, **CX** ir **DX** taikomi ne tik aritmetinėse ir loginėse operacijose, bet turi ir specialiąją paskirtį. Bazės registras **BX** taikomas apskaičiuojant adresus, **CX** ciklinėse procedūrose veikia kaip ciklų skaitiklis, **DX** – kai kuriose įvesties ir išvesties operacijose laikomi prievadų adresai.

Kiekvienas iš išvardintų registrų susideda iš dviejų dalių – **H** (High) ir **L** (Low), turinčių po 8 skiltis, į kurias galima kreiptis atskirai. Programinio suderinamumo požiūriu duomenų registrai atitinka taip:

Intel® 8086	Intel® 8080
AL	A
BH	H
BL	L
CH	B
CL	C
DH	D
DL	E

Adresų registrų grupę sudaro vadinamieji rodyklių ir indeksų registrai. Komandų rodyklėje **IP** ir dėklo rodyklėje **SP** laikoma informacija apie komandų ir dėklo adresus, tačiau išsamūs komandų ir dėklo adresai randami sumuojant šių ir kitų registrų (pvz., **CS** ir **SS**) turinius. Registras **BP** yra bazinis kreipiantis į dėklą ir apskaičiuojant adresą, dažniausiai taikomas su kitais registrais. Registrai **SI** ir **DI** skirti indeksavimui. **SI** yra operando siųstuvo, **DI** – imtuvo indekso registrai. Juose laikomi santykiniai adresai neviršijant duomenų segmento ribų. Nors registrus **SI** ir **DI** galima taikyti savarankiškai, tačiau apskaičiuojant adresą jie dažnai kombinuojami su registrais **BX** ir **BP**.

Segmentų registrų grupę sudaro keturi 16 skilčių registrai: **CS** – programos arba kodo, **DS** – duomenų, **SS** – dėklo ir **ES** – pagalbinis duomenų registras. Visuose šiuose registruose laikomi baziniai (pradiniai) atitinkamų segmentų adresai.

16 skilčių požymių registre **FL** (Flags) fiksuojamas procesoriaus būsenos žodis PSW (Processor Status Word). Jo skilčių reikšmės pateiktos 1 lentelėje.

1 lentelė. Požymių registro **FL** skilčių reikšmės

Skiltis	Požymis	Požymio reikšmė, esant skiltyje loginiam 1
0	C (Carry)	Pernaša (paskola) iš aukščiausiosios skilties
2	P (Parity)	Lyginis 1 skaičius žemesniajame baite
4	A (Auxiliary)	Pernaša (paskola) iš 3 rezultato skilties
6	Z (Zero)	Operacijos rezultatas lygus nuliui
7	S (Sign)	Operacijos rezultatas neigiamas
8	T (Trap)	Pertrauktis po kiekvienos komandos
9	I (Interrupt)	Leidžiamos išorinės pertrauktys
10	D (Direction)	Simbolių eilutė apdorojama nuo galo
11	O (Overflow)	Aukščiausiosios skilties perpilda

Iš pateiktos lentelės matyti, kad MP Intel® 8086 žemesnysis PSW baitas atitinka MP Intel® 8080 PSW.

Komandų registrą sudaro 6 baitų FIFO (First Input First Output) tipo eilė, kuri nuolat papildoma, kai tik būna laisva sisteminė magistralė. Tai žymiai paspartina mikroprocesoriaus darbą, nes baigus vykdyti eilinę komandą, kita komanda dažniausiai jau būna komandų registre.

2.2. Atminties laukų paskirstymas

Operatyvioji atmintis (64KB)	Adresai
Pertraukčių vektoriai, vartotojo dėklas	0000:0000 ₁₆ – 0000:1000 ₁₆
Vartotojo laukas	0000:1000 ₁₆ – 0000:FFFF ₁₆
Nuolatinė atmintis (64 KB)	Adresai
Klavišinis ir displėjaus monitorius	F000:0000 ₁₆ – F000:FFFF ₁₆

2.3. Išvesties prievadai

Komanda **OUT** taikoma lygiagrečiajam programuojamam adapteriui (LPA) programuoti bei duomenims išvesti per bet kurį

prievadą. MPS šiam tikslui taikomos trys 82C55AC-2 mikroschemos U29, U30 ir U45, turinčios po tris 8 skilčių prievadus A, B ir C, ir po vieną valdymo registrą. Mikroschemos U30 prievadai žymimi „**C01**“. Mikroschemos U29 prievadai pavadinti „**C02**“, o mikroschemos U45 – „**C03**“. Visi prievadai gali būti adresuoti individualiai (pvz., **C01A**, **C02C** ir t.t.) arba poromis (pvz., **C01A** – **C02A**, **C01B** – **C02B** ir t.t.), kad galima būtų organizuoti vieną 16 skilčių prievadą. MPS prievadų adresai pateikti 3 lentelėje:

3 lentelė. MPS prievadų adresai

Mikroschema	Prievadas	Adresas
U30	C01A	18 ₁₆
	C01B	1A ₁₆
	C01C	1C ₁₆
U29	C02A	19 ₁₆
	C02B	1B ₁₆
	C02C	1D ₁₆
U45	C03A	20 ₁₆
	C03B	22 ₁₆
	C03C	24 ₁₆

Išvesties operacijas per prievadus galima demonstruoti taikant: septynių segmentų displėjų, šviesos diodus ir lygio matuoklį, prijungtus atitinkamai prie prievadų **C02A**, **C02B** ir **C02C**, bei trijų spalvų šviesos diodų matricą prijungtą prie prievado **C01C**.

Informacija, reikalinga prievadams programuoti, pateikta 4 lentelėje.

4 lentelė. Prievadams programuoti reikalinga informacija

Prievadas	Valdymo prievado adresas	Valdymo žodis išvesčiai
C01	1E ₁₆	80 ₁₆
C02	1F ₁₆	80 ₁₆
C03	26 ₁₆	80 ₁₆

Pavyzdžiui, prievadai **C02** išvesčiai programuojami taip:

Atminties ląstelės adresas	Programos kodas		Komentaras
	Šešiolyktainis	Mnemoninis	
0000:1000	B0	MOV AL,80	Valdymo žodžio persiuntimas į kaupiklį AL
0000:1001	80		Valdymo žodis
0000:1002	E6	OUT 1F,AL	Valdymo žodžio išvestis
0000:1003	1F		Prievado adresas
0000:1004	CC	INT 3	Valdymo perdavimas monitoriaus programai (ši komanda visada rašoma programos gale)

2.4. Klavišinis monitorius

MPS klavišinis monitorius įjungiamas perstačius **P1** jungiklį į **KIT** padėtį. Monitoriaus programa nuolatinėje atmintyje užima 64 KB ir laikoma U7 ir U8 mikroschemose. Taikant klaviatūrą, vykdomos šios operacijos:

- ♦ atminties ląstelių turinių peržiūra ir keitimas;
- ♦ registrų turinių peržiūra;
- ♦ assemblerio programų įvestis ir vykdymas;
- ♦ assemblerio programų vykdymas žingsnio režimu;

MPS klaviatūra turi 8 funkcinis ir 16 šešiolyktainių klavišų.

Funkcinių klavišų paskirtis:

„**RESET**“ – nutraukia bet kurį mikroprocesoriaus darbą ir grąžina MPS į pradinę būseną. Nuspaudus šį klavišą, MPS skystųjų kristalų displejuje pasirodo užrašas:

MDE8086 Kit V9.5

Midas2109-5964/5,

tai reiškia, kad monitorius pasirengęs priimti komandą iš klaviatūros.

„**MON**“ – nutraukia programos vykdymą ir perduoda valdymą monitoriaus programai.

„**REG**“ – taikomas registrų turiniams peržiūrėti (įjungia registrų displejų).

„**AD**“ – taikomas atminties ląstelės adresui nurodyti.

„**DA**“ – taikomas duomenims įvesti į atmintį.

„:“ – taikomas segmento adresui ir efektyviajam adresui (poslinkiui) atskirti.

„+“ – taikomas segmento adresui ir efektyviajam adresui (poslinkiui) inkrementuoti (padidinti vienetu) arba registrų displėjaus valdymui.

„-“ – taikomas segmento adresui ir efektyviajam adresui (poslinkiui) dekrementuoti (sumažinti vienetu) arba registrų displėjaus valdymui.

„STP“ – taikomas vykdyti vartotojo programą žingsniu.

„GO“ – taikomas vykdyti vartotojo programą arba vykdyti monitoriaus funkcijas.

MPS skystųjų kristalų displėjus yra 2 eilučių po 16 skilčių. Jeigu displėjeje šviečia užrašas:

MDE8086 Kit V9.5

Midas2109-5964/5,

tai reiškia, kad monitorius laukia vienos iš komandų, surašytų ant funkcinių klavišų. Paspaudus atitinkamą klavišą tolesnis monitoriaus programos darbas priklausys nuo įvestos komandos.

Klavišinio monitoriaus programa gali vykdyti 5 komandas. Komandoms aprašyti taikysime tokią sintaksę:

() – klavišas;

[] – nebūtinas komandos sintaksės elementas;

[]* – vienas arba keli nebūtini komandos sintaksės elementai;

< > – vartotojo nustatomas elementas.

Visos klavišinio monitoriaus komandos pateiktos 2 lentelėje:

2 lentelė. Klavišinio monitoriaus komandos

Komanda	Komandos sintaksė
Peržiūrėti arba keisti atminties ląstelių turinius	(AD) <segmento adresas> [(+)(-)] (;) <efektyvusis adresas> [(+)(-)] [(DA)] [<duomenys>](+)(-)]*
Peržiūrėti arba keisti atminties ląstelių turinius, nenurodant jų adreso	(DA) [<duomenys>](+)(-)]*
Peržiūrėti registrų turinius	(REG) [(+)(-)]
Vykdyti vartotojo programą	(GO)
Vykdyti vartotojo programą žingsniu	(STP)

2.5. Displėjaus monitorius

MPS displėjaus monitorius įjungiamas perstačius **P1** jungiklį į **PC** padėtį. Displėjaus monitoriaus programa, kaip ir klavišinio monitoriaus programa, laikoma atminties mikroschemose U7 ir U8. Taikant šią programą, MPS galima prijungti prie personalinio kompiuterio ir taikyti jo displėjų bei klaviatūrą.

Apie monitoriaus pasirengimą priimti komandą rodo užrašas **8086 >** komandinės eilutės pradžioje. Po šio ženklo toliau renkamas vieno simbolio komandos kodas ir 1–3 parametrai (argumentai). Tarp komandos kodo ir argumentų gali būti padarytas tarpas. Jeigu argumentų ne vienas – tarp jų dedamas kablelis, komandinė eilutė baigiama paspaudus „**Enter**“ klavišą.

Komandų parametrai įvedami šešiolyktainiais skaičiais, išskyrus registrų turinių peržiūros ir modifikavimo komandą, kur kaip komandų argumentai taikomi registrų vardai. Adresų argumentai susideda iš segmento adreso ir efektyviojo adreso (poslinkio) atskirtų dvitaškiu.

Įjungus MPS maitinimą arba paspaudus klavišą „**RESET**“, displėjaus monitorius pereina prie inicializacijos programos, ir MPS skystųjų kristalų displėjuje pasirodo užrašas:

Serial monitor !

Midas2109-5964/5,

o personalinio kompiuterio displėjaus ekrane pasirodo užrašas:

**** 8086 Monitor 9.5 ****

**** Midas2109-5964/5 ****

8086 >

rodantis, kad monitorius laukia naujos komandos. MPS klaviatūra, išskyrus klavišus „**RESET**“ ir „**MON**“, blokuojama.

Visos 9 displėjaus monitoriaus komandos renkamos personalinio kompiuterio klaviatūra, didžiosiomis raidėmis (5 lentelė).

5 lentelė. Displėjaus monitoriaus komandos

Komanda	Komandos sintaksė
Peržiūrėti arba keisti atminties ląstelių turinius	E <segmento adresas> : <efektyvusis adresas> [<duomenys>]* [.] ↵ Enter
Išvesti atminties bloko turinį	D [<segmento adresas> : <efektyvusis adresas>] [,<baitų skaičius>] ↵ Enter
Peržiūrėti arba keisti registrų turinius	R [<registro vardas>] ↵ Enter [<duomenys>]* ↵ Enter
Perkelti duomenų bloką atmintyje	M <segmento adresas> : <efektyvusis adresas>, <baitų skaičius>, <segmento adresas> : <efektyvusis adresas> ↵ Enter
Užpildyti atminties bloką duomenimis	F <segmento adresas> : <efektyvusis adresas>, <baitų skaičius>, <duomenys> ↵ Enter
Iškrauti vartotojo programą iš failo	L ↵ Enter
Vykdyti vartotojo programą	G <segmento adresas> : <efektyvusis adresas> ↵ Enter
Vykdyti vartotojo programą žingsniu	T ↵ Enter [↵ Enter]*
Pagalba	? ↵ Enter

3. Užduotis

1. Nustatyti MPS klavišinio monitoriaus režimą;
2. Nusibraižyti ir užpildyti lenteles:

6 lentelė. Bandymų su registrais rezultatai

Registras	Registro turinys
AX	
...	
FL	

7 lentelė. MPS atminties ląstelių turinių peržiūros ir keitimo rezultatai

Atminties ląstelės adresas	Atminties ląstelės turinys		
	Pradinis	Pakeistas	Paspaudus „RESET“
0000:10X0			
0000:10X1			
0000:10X2			
F000:FXX0			
F000:FXX1			
F000:FXX2			

***Pastaba:** vietoje X ir XX įrašyti laisvai pasirinktą skaičių.*

3. Perjungti MPS į displejaus monitoriaus režimą ir per COM prievadą sujungti su personaliniu kompiuteriu.

4. Įjungti kompiuterį, įkrauti „Tera Term Pro“ programą ir sukonfigūruoti ryšio su MPS kanalą.

MPS nuosekliuotu būdu perduodamos informacijos charakteristikos:

- ♦ duomenų perdavimo greitis – 9600 bitų per sekundę;
- ♦ simbolio ilgis – 8 bitai;
- ♦ lyginumo kontrolė netaikoma;
- ♦ „stop“ bitų skaičius – 1.

5. Nusibraižyti ir užpildyti 7, 8, 9 ir 10 lenteles:

8 lentelė. Bandymų su registrais rezultatai

Registras	Registro turinys		
	Pradinis	Pakeistas	Paspaudus „RESET“
AX			
...			
FL			

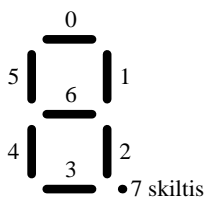
9 lentelė. Duomenų perkėlimo atmintyje rezultatai

Pradiniai duomenys		Komanda „M“ perkelti duomenys	
Atminties ląstelės adresas	Duomenys	Atminties ląstelės adresas	Duomenys
0000:10X0		0000:10X0	
0000:10X1		0000:10X1	
0000:10X2		0000:10X2	
0000:10X3		0000:10X3	
0000:10X4		0000:10X4	

10 lentelė. Atminties užpildymo duomenimis rezultatai

Pradiniai duomenys		Komanda „F“ užpildytos duomenimis atminties ląstelės	
Atminties ląstelės adresas	Duomenys	Atminties ląstelės adresas	Duomenys
0000:10X0		0000:10X0	
0000:10X1		0000:10X1	
0000:10X2		0000:10X2	
0000:10X3		0000:10X3	
0000:10X4		0000:10X4	

6. Išvesti duomenų baitą į septynių segmentų displėjų (2 pav.). Surašyti tam reikalingas komandas (žr. 2.3 skyrių).



2 pav. Septynių segmentų displėjus bei jo skilčių numeriai

7. Displėjaus monitoriaus komandas vykdytas 5 ir 6 užduoties punktuose ir jų vykdymo rezultatus, taikant programą „MS Office

Word“, persirašyti į atmintinę ir su reikalingais komentarais pritaikyti ataskaitai.

4. Ataskaitos turinys

1. Darbo tikslas.
2. Klavišinio monitoriaus komandos ir jų vykdymo rezultatai.
3. Displėjaus monitoriaus komandos ir jų vykdymo rezultatai.
4. Darbo rezultatų apibendrinimas.

5. Kontroliniai klausimai

1. Pagrindinės mikroprocesoriaus Intel® 8086 charakteristikos.
2. Kaip paskirstyta MPS atmintis?
3. Klavišinio (displėjaus) monitoriaus funkcijos.
4. Išvardinti klavišinio monitoriaus komandas.
5. Prie kokio kompiuterio prievado jungiama MPS?
6. Kaip suderinti MPS ir kompiuterio ryšio kanalą?
7. Išvardinti displėjaus monitoriaus komandas.

Literatūra

1. GRAŽULEVIČIUS, G. 2008. *Mikroprocesorinė technika*: mokomoji knyga. I dalis. Vilnius: Technika, 224 p. ISBN 9789955282808.
2. MIDAS ENGINEERING CO., LTD. *MDA-8086 Manual*. An Integrated Development Environment Kit. Documentation Version 9.2. Korea, Seoul. 2007. 152 p.
3. BERGER, A. S. *Hardware and Computer Organization*. USA, Burlington: Newnes; Book & DVD Edition. May 6, 2005. 512 p. ISBN 0750678860.
4. BREY, B. B. *The Intel Microprocessors 8086/8088, 80186/80188, 80286, 80386, 80486, Pentium, Pentium Pro Processor, Pentium II, Pentium III, Pentium 4*. Architecture, Programming and Interfacing. USA, New Jersey: Pearson Prentice Hall; 7th Edition. March 23, 2006. 912 p. ISBN 0131974076.